

# Actividad física en la prevención y tratamiento de la enfermedad cardiometabólica. La dosis del ejercicio cardiosaludable

Autores:

**Dr. Armando Enrique Pancorbo Sandoval**

**Dra. Elizabeth Laura Pancorbo Arencibia**



# Actividad física en la prevención y tratamiento de la enfermedad cardiometabólica. La dosis del ejercicio cardiosaludable

## Autores

### **Dr. Armando Enrique Pancorbo Sandoval**

Doctor en Medicina. Médico especialista en Medicina de la Educación Física y el Deporte. Ex director del Instituto Cubano de Medicina del Deporte.

### **Dra. Elizabeth Laura Pancorbo Arencibia**

Médico especialista en Rehabilitación y Medicina Física. Miembro del Grupo de Investigaciones de Enfermedades Degenerativas Crónicas de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Matanzas, Cuba.

## Colaboradores

### **Dra. Jaqueline Baluja Soledad**

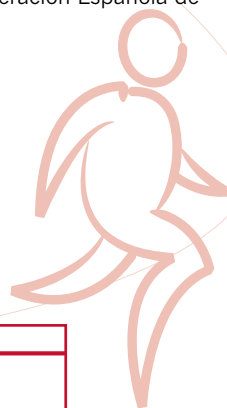
Médico especialista en Medicina General Integral (médico de Atención Primaria). Miembro del Grupo de Investigaciones de Enfermedades Degenerativas Crónicas de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Matanzas, Cuba.

### **Dr. Fernando Gutiérrez Ortega**

Médico especialista en Medicina de la Educación Física y el Deporte. Director del Centro de Medicina del Deporte del Consejo Superior de Deporte de España.

### **Dr. Carlos Gutiérrez Salgado**

Médico especialista en Medicina de la Educación Física y el Deporte. Miembro de Honor de la Federación Española de Medicina del Deporte (FEDEME).





Alberto Alcocer, 13, 1º D • 28036 Madrid  
Tel.: 91 353 33 70 • Fax: 91 353 33 73  
[www.imc-sa.es](http://www.imc-sa.es) • [imc@imc-sa.es](mailto:imc@imc-sa.es)

Ni el propietario del copyright, ni los patrocinadores, ni las entidades que avalan esta obra, pueden ser considerados legalmente responsables de la aparición de información inexacta, errónea o difamatoria, siendo los autores los responsables de la misma.

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, transmitida en ninguna forma o medio alguno, electrónico o mecánico, incluyendo las fotocopias, grabaciones o cualquier sistema de recuperación de almacenaje de información, sin permiso escrito del titular del copyright.

ISBN: 978-84-694-3189-4  
Depósito Legal: M-36877-2011

## Dedicatoria

*A ti, Laura, con todo mi cariño.*



## Agradecimientos

*Deseo expresar mi agradecimiento a todas aquellas personas que a lo largo de mi vida influyeron en mi formación y aportaron a mi experiencia, entre ellos, a mis profesores, colegas, pacientes, deportistas, alumnos, mi familia y a los diferentes autores consultados, a todos, muchas gracias.*

*Han sido muy importantes para mí en la elaboración de este libro los intercambios profesionales y el apoyo recibido del Dr. José Luis Terreros Blanco, Subdirector General de Deporte y Salud del Consejo Superior de Deportes (CSD), y del Dr. Fernando Gutiérrez Ortega, Director del Centro de Medicina del Deporte del Consejo Superior de Deportes, el cual ha sido también colaborador de este libro.*

*A mi hija Elizabeth Laura por sus aportes y apoyo profesional como coautora del libro, así como al Dr. Carlos Gutiérrez Salgado por su apreciable colaboración en la revisión y corrección, y a la Dra. Jaqueline por su apoyo en una de nuestras investigaciones.*

*He contado con el valioso apoyo del Consejo Superior de Deportes de España a través de D. Jaime Lissavetzky Díez y D. Albert Soler Sicilia, sucesivos Secretario de Estado para el Deporte y Presidente del Consejo Superior de Deportes, y al Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad, por su reconocimiento y apoyo.*

*Mis agradecimientos por los intercambios profesionales con la Dra. Maravillas Izquierdo Martínez, Coordinadora del Plan de Salud Cardiovascular de la Comunidad de Madrid, promovido por la Consejería de Sanidad; Dr. Ricardo Ruiz de Adana Pérez, Jefe de Estudios del Área de Formación de la Agencia Laín Entralgo (ALE) de la Consejería de Sanidad de Madrid; Dra. María Dal-Re Saavedra, Consejera Técnica de la Estrategia NAOS de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición; y Dr. Patricio Giralt Muiña, Coordinador de la Fundación de Castilla-La Mancha para la Diabetes (FUCAMDI).*

*Deseo agradecer también el intercambio profesional con los señores D. Enrique Lizalde Gil, Coordinador de Proyectos de la Subdirección General de Deporte y Salud del CSD, y D. Manuel Palencia Alejandro, Jefe de Proyectos de Salud y Bienestar Físico del Servicio de Prevención del Grupo Mahou San Miguel.*

*Mis agradecimientos por su amistad y apoyo profesional a los amigos Dr. Rafael Cortés Elvira, Rector de la Universidad Camilo José Cela; Dra. Helena Herrero González, Profesora de la Universidad Complutense de Madrid; Licenciado Francisco Guzón Fernández, de la Universidad Politécnica de Madrid; y Dr. Santiago Gómez García, Médico becario del Centro de Medicina del Deporte del CSD.*

*Mi reconocimiento al equipo de International Marketing & Communication (IM&C), quien acreditó mi obra y supo conducirla profesionalmente, y muy especialmente a su Director General, D. Florentino Platero de Santos.*

*Agradecimiento a Novartis por su decidido apoyo a este proyecto y su ayuda para que esta publicación vea la luz y pueda distribuirse ampliamente.*

*Inevitablemente, acude a mi mente la figura de mi padre, ya fallecido, quien fue un ejemplo de médico y que me enseñó a amar la medicina y el deporte; dejo pues, reflejado aquí, mi admiración y respeto hacia él.*

*Agradezco a Dios por esta enorme oportunidad y, de forma particular, a toda mi linda familia, en especial a mis padres, a mi querida esposa Laura, a mis hijos y al cariño de mis cuatro nietos.*

<b>Prólogos</b>	<b>9-11</b>
<b>Presentación</b>	<b>13</b>
Fundamentos de la publicación.	
<b>Capítulo 1</b>	<b>17</b>
Bases fisiológicas del ejercicio. El consumo máximo de oxígeno relativo, principal indicador funcional de salud.	
<b>Capítulo 2</b>	<b>51</b>
Importancia de la condición física cardiorrespiratoria-metabólica para la salud. Especificidad de la actividad física. Componentes. Principios. Relevancia de la intensidad del ejercicio. Beneficios a nivel cardiaco y sobre el riesgo cardiovascular.	
<b>Capítulo 3</b>	<b>73</b>
Condición física musculoesquelética del tipo isotónico para la salud. Importancia de la especificidad. Componentes. Principios. Flexibilidad. Beneficios. Reflexiones sobre la fuerza isométrica y sobre actividades anaeróbicas que no dependen de la fuerza. Contraindicaciones del ejercicio.	
<b>Capítulo 4</b>	<b>95</b>
Condición física cardiorrespiratoria-metabólica en la salud. Evidencias clínicas epidemiológicas. Dosificación del ejercicio en la prevención, tratamiento y rehabilitación de la enfermedad cardiovascular y de otras afecciones.	
<b>Capítulo 5</b>	<b>139</b>
Ejercicio y control de la diabetes tipo 1 y 2. Efectos. Beneficios. Cuidados. Riesgos.	
<b>Capítulo 6</b>	<b>165</b>
Gasto energético. Programas adecuados para pérdida de peso en la población. CF aeróbica y alimentación saludable. Test de laboratorio y de campo para calcular las necesidades energéticas, el gasto calórico, el consumo de oxígeno relativo y los MET durante el ejercicio.	
<b>Capítulo 7</b>	<b>195</b>
Dosificación del ejercicio cardiosaludable. Programas personalizados de actividad física para diferentes grupos de estado de salud de la población en la práctica clínica. Criterios médicos. Reflexiones.	
<b>Bibliografía recomendada</b>	<b>253</b>





Esta publicación forma parte del Plan integral para la actividad física y el deporte, Plan A+D, puesto en marcha por el Consejo Superior de Deportes para garantizar al conjunto de la población española el acceso universal a la práctica deportiva de calidad.

El contenido del Plan A+D ([www.planamasd.es](http://www.planamasd.es)) abarca ocho ámbitos de actuación. Uno de los más importantes se centra en la relación entre actividad física, deporte y salud, ya que consideramos prioritario impulsar iniciativas que ayuden a combatir el elevado nivel de sedentarismo y obesidad, y a promover hábitos de vida activos y saludables. En este sentido, el Consejo Superior de Deportes ha diseñado un programa de medidas dirigidas a la sanidad pública desarrolladas en estrecha colaboración con el Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad.

Las evidencias científicas que apoyan la prescripción del ejercicio físico en Atención Primaria son innumerables. La actividad física favorece la prevención de enfermedades en personas sanas y actúa como coadyuvante en el tratamiento de ciertas patologías. Por ello, desde el Consejo Superior de Deportes y el Ministerio de Sanidad Política Social e Igualdad pretendemos facilitar a los profesionales de la sanidad pública herramientas que les permitan dar indicaciones de actividad física de forma rigurosa y de fácil aplicación.

El libro “Actividad física en la prevención y tratamiento de la enfermedad cardiometabólica. La dosis del ejercicio cardiosaludable”, escrito por los doctores Armando y Elizabeth Pancorbo, constituye la primera acción del Plan A+D que pone en contacto a los expertos en medicina del deporte con los profesionales sanitarios. Los autores se dirigen a sus compañeros de profesión con un texto de alto nivel técnico y un formato que expone de forma clara las aplicaciones de actividad física y el deporte a la práctica diaria.

Esperamos que su contenido sea del interés de los profesionales de la salud y que la prescripción del ejercicio físico pronto se convierta en una realidad cotidiana en nuestro medio sanitario.

D. Albert Soler Sicilia  
Secretario de Estado. Presidente del Consejo Superior de Deportes



La actividad física y la práctica deportiva son elementos básicos de los estilos de vida saludables. Recientemente esta impresión ha sido reforzada por nuevas evidencias científicas que vinculan dichas actividades con un amplio conjunto de beneficios de salud físicos y mentales.

Resulta pues, evidente, ante estas consideraciones, que tanto los sistemas de salud como otras instituciones (educativas, sociales, etc.), deben alentar estrategias eficaces que promuevan la adopción de estilos de vida físicamente activos.

Es responsabilidad del Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad diseñar la política del Gobierno en materia de salud, particularmente en lo que respecta a las políticas de promoción de la salud y de prevención de las enfermedades, en coordinación con las Comunidades Autónomas, elaborando recomendaciones al Sistema Nacional de Salud para la mejora de las actuaciones que en estas materias se realizan.

En este sentido, las actuaciones del Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad, en estrecha colaboración con el Consejo Superior de Deportes y los organismos de él dependientes, están orientadas, por un lado, a la promoción de la actividad física y deportiva en la población general, y, por otro, a la adopción de normas, medidas y procedimientos encaminados a que dichas actividades se lleven a cabo en las mejores condiciones posibles de eficacia y seguridad.

En este sentido es para el Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad un privilegio prologar la guía “Actividad física en la prevención y tratamiento de la enfermedad cardiometabólica. La dosis del ejercicio cardiosaludable”, que va a ser uno de los instrumentos que contribuya a la mejora de la salud de los pacientes con patología cardiometabólica.

Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad



# Presentación

## Fundamentos de la publicación

---

### 1. ¿Por qué la publicación de este libro?

Hemos querido contribuir, con la publicación de nuestro libro, a las iniciativas emprendidas por el Consejo Superior de Deportes y el Ministerio de Sanidad y Política Social con el objetivo de mejorar los indicadores de salud, la longevidad y la calidad de vida de la población española, mediante el desarrollo de dos aspectos importantes, la práctica de la actividad física y de la nutrición saludable, que deben influenciar en el futuro, a corto y a medio plazo, para que la población española adquiera y practique un estilo de vida saludable desde la niñez.

De hecho, se han incluido la Estrategia NAOS y otras estructuras del Ministerio de Sanidad, junto al Plan Integral para la Actividad Física y el Deporte del Consejo Superior de Deportes (CSD) (Plan A+D), en un proyecto estratégico común presentado en el 2009, que comprende programas, objetivos y ámbitos de actuación. Para el futuro inmediato se proyecta la creación de un “Observatorio de Nutrición y de Actividad Física para el estudio de la Obesidad y su Prevención”. Hemos decidido colaborar con dichas directrices mediante este modesto aporte.

En mayo de 2004, durante la 57.<sup>a</sup> Asamblea Mundial de la Salud, se aprobó “La estrategia mundial de la Organización Mundial de la Salud (OMS) que aborda sobre el régimen alimentario, la actividad física y la salud” con la finalidad de disminuir la inactividad física, los malos hábitos de alimentación que de forma directa llevan al exceso de peso, y que están asociadas al riesgo cardiovascular (RCV), a las enfermedades cardiovasculares, a la diabetes mellitus (DM) del tipo 2 y a otras diferentes enfermedades degenerativas crónicas.

En el año 2005 nace la Estrategia NAOS lanzada por el Ministerio de Sanidad a través de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición, que asume el enfrentamiento con el sobrepeso y la obesidad de la población en muy diversos ámbitos. Sin duda, la creación de NAOS ha sido una respuesta necesaria en esta cuestión, que se desarrolla con una serie de acciones positivas al respecto. Su lema principal es “come sano y muévete”.

Entre los ejemplos del esfuerzo que realizan los países europeos para mejorar los indicadores de salud en los respectivos países, se encuentra el Libro Blanco redactado por la Comisión Europea en el año 2007 sobre la “Estrategia Europea sobre los problemas de salud relacionados con la alimentación, el sobrepeso y la obesidad”. Por otra parte, la Unión Europea, mediante su grupo de trabajo “Deporte y

Salud”, produce las Directrices de Actividad Física de la UE, que generan las “Acciones recomendadas para apoyar la actividad física que promueve la salud”, en septiembre de 2008 y que fue confirmada por los ministros de los Estados Miembros de la UE en noviembre del mismo año.

Por otra parte, en el año 2007, las principales Sociedades de Cardiología, en colaboración con otras sociedades médicas de Europa editan la “Guía Europea de Prevención Cardiovascular en la práctica clínica”, dando un paso muy importante al abordaje médico de forma muy integral, y que origina una adaptación española del Comité Español Interdisciplinario para la Prevención Cardiovascular (CEIPC), editada en 2008.

La “Guía Europea de Prevención Cardiovascular” hace énfasis en la prevención primaria y en el papel del médico y de la enfermería de Atención Primaria en la promoción de un estilo cardiosaludable cuya finalidad es disminuir el riesgo cardiovascular global, basado en la actividad física, la incorporación de una alimentación saludable y el abandono del tabaco en los fumadores. Con este estilo de vida cardiosaludable, se dirigen las acciones que tratan de lograr los siguientes objetivos:

- La meta terapéutica para la presión arterial es, en general,  $< 140/90$  mmHg.
- En pacientes con diabetes, enfermedad renal crónica, enfermedad cardiovascular (ECV), el objetivo es tener una presión arterial de  $130/80$  mmHg.
- El colesterol total debe ser  $< 200$  mg/dl, con valores de lipoproteínas de baja densidad (LDL-c)  $< 130$  mg/dl.
- En pacientes con enfermedad cardiovascular o con diabetes el objetivo es un colesterol total  $< 175$  mg/dl, con una LDL-c  $< 100$ .
- En la DM tipo 2 y en pacientes con síndrome metabólico se debe reducir el peso y aumentar la actividad física, para alcanzar los objetivos del índice de masa corporal (IMC) y la reducción de la circunferencia abdominal.
- El objetivo de la DM tipo 2 debe alcanzar una HbA1c  $< 7\%$ .

En el año 2009, el Consejo Superior de Deportes diseñó el Plan Integral de Actividad Física y Deporte, que facilitaría al Estado y al pueblo español las directrices para dosificar la actividad física de forma personalizada en los diferentes grupos de población, conjuntamente con el Ministerio de Sanidad y Política Social.

Nuestro texto, con el título “Actividad física en la prevención y tratamiento de la enfermedad cardiometabólica. La dosis del ejercicio cardiosaludable”, tiene como objetivo fundamental facilitar a los profesionales de la salud y del deporte los elementos importantes para establecer dichas dosis necesarias, partiendo del conocimiento del estado actual de salud de cada persona, de su edad y de su condición física inicial, y con el criterio de que sea un ejercicio cardiosaludable e individualizado. Con este trabajo tratamos de colaborar modestamente con los esfuerzos que realizan el Consejo Superior de Deportes y el Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad, como acabamos de indicar más arriba.

Así pues, queda fijado el objetivo principal de este libro como una contribución hacia los profesionales de la Atención Primaria, ofreciéndoles herramientas necesarias para **educar** a la población española, al tiempo que les permita **dosificar** los

ejercicios cardiosaludables a los diferentes grupos de la misma y conseguir que ésta sea más activa y saludable.

Se pretende fomentar que la incorporación a esta forma de vida comience en la niñez y se mantenga durante toda la vida y que, acompañada de una alimentación saludable, colabore en la disminución de la obesidad, el sobrepeso y sus complicaciones cardiometabólicas. Así se mejorará la edad biológica funcional y la calidad de vida del adulto mayor, actuando positivamente en personas que padecen determinadas patologías en cualquier etapa de la vida.

Unido al libro, hemos confeccionado una guía de bolsillo, con el título “Guía de la dosis del ejercicio cardiosaludable en la práctica clínica”, cuya finalidad es que el médico de Atención Primaria, el personal de enfermería y otros profesionales de la salud y de la actividad física puedan disponer fácil y rápidamente de la herramienta necesaria para dosificar el ejercicio físico personalizado de cada paciente.

## **2. ¿A quiénes está dirigido?**

En primer lugar a la Atención Primaria de salud, a las especialidades médicas de medicina familiar y de pediatría, profesionales de enfermería y de fisioterapia de los Centros de Salud. También puede ser de interés de los Servicios Médicos de prevención de riesgos laborales y de vigilancia de salud de las empresas, de las Mutualidades de accidente de trabajo y de enfermedades profesionales que brindan, también, servicios de Atención Primaria.

Por otra parte, puede servir de consulta a los licenciados en ciencias de la actividad física y el deporte y a los médicos especialistas en medicina de la educación física y el deporte que trabajan en instalaciones deportivas, centros y clínicas de medicina del deporte.

Valoramos que este libro pueda servir de consulta en otras especialidades médicas como geriatría, endocrinología y nutrición, cardiología, medicina física y rehabilitación médica, medicina del trabajo, neumología, fisiología, epidemiología.

Esta información también debe ser de interés para otros profesionales de la salud que se interrelacionen con la Atención Primaria, como son los nutricionistas, los psicólogos, trabajo social, o como biólogos y profesores diplomados de educación física.

Igualmente, el texto pudiera servir para la formación y actualización de los profesionales de la salud, del deporte y de la educación, o de referencia o consulta para profesores y alumnos universitarios.

## **3. Objetivos principales**

- Proporcionar a médicos y enfermería de Atención Primaria, a los servicios médicos de empresas y de mutualidades, así como a fisioterapeutas, una serie de conocimientos actualizados, con bases científicas, sobre la importancia de la actividad física, que permita al médico de Atención Primaria dosificar el ejercicio de



una forma personalizada a partir del estado de salud, la edad y la condición física inicial del paciente.

- Facilitar en la Atención Primaria los conocimientos necesarios a los profesionales de enfermería para que puedan realizar acciones de educación, promoción, prevención, así como lograr un adecuado seguimiento de sus pacientes en los programas individualizados de actividad física. A su vez, permitirá que este profesional y el fisioterapeuta puedan dosificar el ejercicio físico en la Atención Primaria, secundaria y terciaria de salud a partir del criterio médico.
- Proporcionar información actualizada a los licenciados en ciencias de la actividad física y el deporte, así como a los médicos del deporte que trabajan en instalaciones deportivas y en Centros de Salud y actividad física, y que atienden diferentes grupos de población, en relación con el estado de salud, la edad y la condición física.
- Proporcionar a los profesionales de la salud en la atención secundaria y terciaria conocimientos sobre la actividad física personalizada como parte del tratamiento médico en las patologías en las que se puedan prescribir.
- Colaborar con los proyectos formativos de los profesionales de la salud, el deporte y de la educación a diferentes niveles.
- Contribuir a que la población española sea más activa y más saludable, con una mayor incorporación a la actividad física, acompañada de una alimentación saludable, disminuyendo la obesidad, el sobrepeso y sus complicaciones.
- Colaborar de forma modesta en el programa nacional de prevención en la mortalidad y morbilidad de la enfermedad cardiovascular y de la DM.
- Facilitar conocimientos que permitan aportar nuevas ideas para proyectos I+D+i en esta línea de actuación en la que el ejercicio es una variable decisiva.
- Proponer algunas reflexiones que puedan colaborar con nuevas proyecciones relacionadas con la prescripción de la actividad física en la población y a contribuir en el trabajo conjunto entre los sectores de la sanidad, el deporte y la educación a nivel de los gobiernos municipales, autonómicos, así como de forma nacional.

Dr. Armando Pancorbo Sandoval

# Capítulo 1.

## Bases fisiológicas del ejercicio.

### El consumo máximo de oxígeno relativo, principal indicador funcional de salud

---

*Objetivos principales del capítulo:*

- *Actualizar definiciones y conceptos relacionados con la fisiología del ejercicio y de la salud.*
- *Identificar las características de los sistemas energéticos utilizados en el ejercicio.*
- *Introducir el conocimiento actual de los mecanismos de adaptación fisiológica del organismo humano en los programas de actividad física.*
- *Aplicar las bases fisiológicas del ejercicio en la prescripción de la actividad física en diferentes grupos de población.*

## 1. Recuerdo de algunos conceptos sobre fisiología del ejercicio y salud

**Salud.** Es un reflejo del bienestar global físico, mental y social de la persona que rebasa, ampliamente, la mera ausencia de enfermedad. La salud no se mantiene estable en el transcurso del tiempo y puede variar, en un desarrollo continuo, desde un funcionamiento fisiológico óptimo (alto nivel de bienestar) hasta situaciones próximas a la muerte (mala salud). La OMS expresa que el término salud conforma el conjunto global bio-psico-social de la persona.

### 1.1 Sedentarismo y actividad física

**Persona sedentaria.** Es aquella que realiza menos de 3 veces a la semana alguna actividad física de predominio aeróbico leve o moderado (ver capítulo 2), o, también, la que no efectúa adecuadamente programas de ejercicios físicos en función con la prevención, corrección o rehabilitación de las enfermedades degenerativas. No obstante, parece necesario evaluar la actividad laboral, así como el conjunto de actividades que cotidianamente realiza la persona, como ir andando al trabajo o de compras, subir y bajar escaleras, o actividades domésticas. El sedentarismo afecta a casi el 70% de los españoles.

La epidemiología evidencia el progresivo incremento de la falta de la actividad física sistemática que es necesaria para desarrollar la condición física aeróbica. Esto

constituye un factor de riesgo independiente de otros, como las enfermedades degenerativas, las cardiovasculares, las metabólicas y ciertos tipos de cáncer, y en las que el sedentarismo multiplica geométricamente su morbi-mortalidad.

**Persona activa.** Se considera la que es capaz de realizar programas de actividad física aeróbica de 30 minutos de forma continuada (ver capítulo 2), y al menos de 4 a 5 veces por semana. El porcentaje de frecuencia cardiaca adecuado para su estado de salud se sitúa entre el 54-75% de la frecuencia cardiaca máxima (FC máx.).

La OMS recomienda practicar 30 minutos diarios de actividad física a una intensidad leve o moderada. Personas activas con buen estado de salud, buena condición física aeróbica y joven, o relativamente joven, pueden entrenar a una intensidad mayor, entre el 70-85% de la FC máx., con una duración aproximada de 30 a 50 minutos y de 3 a 4 veces por semana. La actividad física de carácter aeróbico, diseñada de forma individual a partir del estado de salud de la persona, de su edad y de su condición física (CF), tiene una función protagonista en la salud.

**Actividad física.** Se define como “cualquier movimiento corporal asociado con la contracción muscular que incrementa el gasto de energía por encima de los niveles de reposo”. O también, como “todos los movimientos de la vida diaria, incluyendo el trabajo, la recreación, el ejercicio y las actividades deportivas”. En relación con la salud, como ya indicamos, la actividad física es fundamental en la adquisición y en el mantenimiento de la condición física aeróbica.

**Ejercicio físico.** Es un término más específico que implica una actividad física planificada, estructurada y controlada, con el objetivo de mejorar o mantener la condición física de una persona. No obstante, las actividades de jardinería o el subir y bajar escaleras no pueden catalogarse como ejercicios estructurados, aunque evidentemente constituyen actividades físicas con un gasto energético asociado.

**Condición física.** Es un estado fisiológico de bienestar que facilita la realización de las tareas de la vida cotidiana. Alcanza un alto nivel de protección frente a las enfermedades crónicas y constituye el fundamento para el desarrollo de las actividades deportivas y recreativas.

Esencialmente, el término de condición física comprende un conjunto de propiedades relativas al rendimiento de la persona en materia del ejercicio y cómo éste se planifica, estructura y controla. Con frecuencia se identifica con el vocablo inglés *fitness*. En el ámbito de la salud, es de referencia la CF cardiorrespiratoria-metabólica combinada, en ocasiones, con la CF musculoesquelética del tipo isotónica (ver capítulos 2 y 3).

**Condición física y salud.** La Comisión de Deportes del Consejo de Europa definió en el año 1989: “La condición física en relación con la salud está compuesta por los siguientes elementos: resistencia cardiorrespiratoria, fuerza, resistencia muscular, flexibilidad, dimensiones antropométricas (composición corporal), coordinación-equilibrio y un buen estado psicoemocional”.

No se busca una elevada CF en función del rendimiento deportivo de la persona, sino una buena preparación aeróbica o una resistencia cardiovascular aceptable, favoreciendo también la disminución de la grasa corporal y la obtención de un peso

óptimo. La CF cardiorrespiratoria-metabólica garantiza la mejora de la salud y la protección ante las enfermedades.

**Deporte.** En la “Carta Europea del Deporte” del Consejo de Europa, 1992, aparece: “Se entenderá por deporte todo tipo de actividades físicas que, mediante una participación organizada o de otro tipo, tengan por finalidad la expresión o la mejora de la condición física y psíquica, el desarrollo de las relaciones sociales o el logro de resultados de competiciones de todos los niveles”. Personas saludables y activas pueden combinar la CF cardiorrespiratoria-metabólica y la CF musculoesquelética del tipo isotónica con la práctica del deporte de una forma no extrema en los fines de semana, y como una estrategia integral en búsqueda de salud y bienestar.

**Condición física y rendimiento deportivo.** Está dirigida a mejorar el rendimiento en una disciplina deportiva, donde se requiere un equilibrio de las diferentes capacidades morfológicas, funcionales, psicológicas, técnicas y tácticas, con la finalidad de lograr la excelencia deportiva. En el organismo ocurren adaptaciones funcionales crónicas en diferentes sistemas ya sea en el orden cardiovascular, metabólico, musculoesquelético u otros. Si en el deporte de alta competición el entrenamiento no está adecuadamente planificado y controlado, puede llegar a ser no saludable para el deportista. Es necesario, pues, que cuando abandone la práctica deportiva, pueda continuar siendo una persona activa, incorporándose a programas de actividad física que le garanticen salud en el futuro.

## 2. Conceptos de carga física y carga biológica

*¿Cómo medir la intensidad del ejercicio?*

La carga del entrenamiento en el deporte y en la actividad física tiene dos manifestaciones: física y biológica.

### 2.1 Carga física

Es la carga externa que realiza el individuo debidamente planificada por un técnico deportivo o por un profesional de salud capacitado. Puede estar dirigida para un atleta, o para una persona que realiza deporte, con objetivos de competición, de salud o de recreación. Se determina por el volumen y la intensidad de la carga, así como por la recuperación realizada durante la propia sesión o entre las sesiones de entrenamiento.

**Volumen de la carga.** Es la actividad total que el deportista o practicante de la actividad física realiza, expresada en tiempo, cantidad de ejercicios, distancia recorrida, peso cargado, etcétera, y puede ser realizada de forma diversa. Refleja principalmente la cantidad de trabajo realizado.

**Intensidad de la carga.** Este concepto se asocia con las características de velocidad, potencia, ritmo, tensión, grado de dificultad, etcétera, con las cuales se realiza el volumen. Refleja la calidad del entrenamiento o del ejercicio y determina de forma decisiva el tipo de sistema energético que predomina para utilizar la energía química y convertirla en energía mecánica garantizando el trabajo muscular.

## 2.2 Carga biológica

Es la respuesta biológica del individuo a la carga física que se le ha dosificado. Se manifiesta desde los puntos de vista cardiorrespiratorio, neurológico, inmunológico, endocrino-metabólico, musculoesquelético, etcétera.

La respuesta puede ser leve, moderada o intensa, dependiendo de las cargas físicas recibidas y de las condiciones físicas del deportista o del practicante de la actividad física, y también de otros factores tales como la condición física actual, la etapa del entrenamiento, la edad, el estado de salud, así como la temperatura y grado de humedad relativa cuando entrenamos, o el nivel de altitud con respecto al nivel del mar cuando hacemos ejercicios, entre otras.

En el deporte de competición y en los programas de actividad física de cada deportista o practicante del ejercicio se controla y conoce la intensidad del entrenamiento por medio de variables físicas, técnicas y biológicas, entre ellas:

- Velocidad del trabajo realizado (m/s, km/h).
- Intensidad y calidad del gesto deportivo.
- Porcentaje de la intensidad del desarrollo de la fuerza muscular.
- Porcentaje de la frecuencia cardiaca máxima (% de la FC máx.) y del consumo de oxígeno (% del  $VO_2$  máx.).
- Producción de lactato, proteinuria y otros.
- Acumulación del trabajo en diferentes sesiones: testosterona, cortisol, urea, creatín fosfato.
- Por ergoespirometría, el consumo máximo de oxígeno relativo ( $VO_2$  máx./kg), y umbral anaeróbico (UA). Indirectamente, cuando se realiza una prueba de esfuerzo por ergometría se puede obtener el  $VO_2$  máx./kg.
- Percepción de esfuerzo por la escala de Borg.

La mayoría de las variables anteriores se usan en el deporte de competición. En el capítulo 4 se explica cómo se puede controlar mejor la respuesta biológica a la dosis de carga física suministrada durante el ejercicio en diferentes grupos de estado de salud de la población.

En los programas dirigidos a la población dicha respuesta siempre se asocia, inevitablemente, con el estado de salud, la edad y la condición física de la persona, así como con el tipo de carga física utilizada. Se emplean variables físicas y biológicas para medir los resultados.

## 3. Fuentes energéticas durante el ejercicio

*Los sistemas metabólicos: aeróbico y anaeróbico*

Para que el organismo responda a la carga física necesita la *energía* almacenada en forma química, para poder transformarla en la mecánica necesaria para la contracción muscular.

La producción de la energía precisa para la práctica del ejercicio físico se obtiene mediante la acción de los sistemas metabólicos aeróbico y anaeróbico; este último

en sus dos vertientes: láctico y aláctico. Dependiendo de la intensidad y de la duración del ejercicio predominará el aporte de energía de uno u otro sistema, aunque siempre habrá entrega de energía por ambos.

La energía química que aportan los macronutrientes es transferida de forma mecánica garantizando la contracción muscular que asegura las actividades cotidianas y la actividad física que realizamos.

### 3.1 Sistema aeróbico o de fosforilación oxidativa

Este sistema, a través de los tres *macronutrientes* (lípidos, hidratos de carbono y proteínas), garantiza la energía necesaria para las actividades diarias. Los *micronutrientes* (vitaminas y minerales), así como el agua, no aportan energía, pero son absolutamente imprescindibles para la vida.

Entre las características principales del sistema aeróbico señalamos:

- La producción de energía es relativamente lenta. Es totalmente ineludible la presencia de oxígeno.
- Se realiza en el interior de la célula según el llamado ciclo de Krebs.
- Producción elevada de adenosín trifosfato (ATP), por molécula de glucosa. Se producen 36 ATP.
- Escasa producción de ácido láctico como producto final en la obtención de energía: < 4 mmol/l.
- La utilización del sistema aeróbico predomina en las actividades del tipo leve, leve-moderada, moderada y moderada-intensa.
- Se utiliza preferentemente en los ejercicios de prevención, tratamiento y rehabilitación de las enfermedades degenerativas crónicas y de sus factores de riesgo.
- De una forma u otra, los tres macronutrientes aportan energía durante la actividad física aeróbica. El predominio de uno u otro dependerá de la intensidad del ejercicio y del estado de sus reservas. No obstante, se utiliza la menor cantidad posible de proteínas para proteger nuestro organismo.

#### 3.1.1 Aporte energético durante el ejercicio aeróbico

**Lípidos.** El aporte de lípidos obliga la presencia elevada de oxígeno. Por ello no pueden utilizarse, de forma importante, en los ejercicios moderado-intensos o intensos de tipo aeróbico. Predominan durante el reposo y en el ejercicio de actividades leves cotidianas, donde aportan energía, especialmente cuando la intensidad del trabajo aeróbico se halla alrededor del **70% de la FC máx.** Se almacenan en forma de triglicéridos principalmente en la grasa subcutánea. Recordemos que 1 gramo de lípidos aporta 9 kilocalorías (kcal).

**Hidratos de carbono (HC).** Desde el punto de vista aeróbico se utilizan en actividades moderadas, moderado-intensas e intensas con valores entre el 70-85% de la FC máx. Los deportistas de las disciplinas de resistencia en el alto rendimiento pueden entrenar de forma aeróbica a intensidades muy cercanas al 90% de la FC

máx. Personas con escasa CF pueden realizar trabajo aeróbico por debajo del 85% de la FC máx. Se almacenan en forma de glucógeno en los músculos y en el hígado. Recordar que 1 gramo de HC origina 4 kcal.

**Proteínas.** El organismo trata de utilizar lo menos posible las proteínas como fuente de energía, dado que sus funciones son constructivas y reparadoras. Son más utilizadas cuando las reservas de glucógeno se están agotando. Su almacén principal se sitúa en los músculos. No olvidar que 1 gramo de proteína produce aproximadamente 4 kcal.

## 3.2 Aporte energético durante el ejercicio anaeróbico

El sistema metabólico anaeróbico puede producir energía a través de los dos sistemas, el láctico y el aláctico.

### 3.2.1 Anaeróbico láctico o glucolítico

La obtención de energía se consigue mediante los **hidratos de carbono**, que se almacenan en forma de glucógeno en los músculos y en el hígado.

Características principales del sistema anaeróbico láctico o glucolítico:

- Obtención de energía rápida. Se realiza en ausencia de oxígeno. Producción pequeña de ATP por molécula de glucosa: de 2 a 3 ATP, dependiendo de la glucemia o del glucógeno almacenado.
- Producción de ácido láctico  $> 4$  mmol/l.
- En actividades intensas y de duración entre 60 a 120 segundos, en deportistas de alto rendimiento, pueden producirse  $\geq 18$  mmol/l de lactato.
- Predomina en las actividades intensas y muy intensas, entre 20 a 150 segundos de duración.
- La intensidad no se puede mantener a ese ritmo por tiempo prolongado, dado que la acumulación de ácido láctico favorece la caída del pH, ocasionando un desacoplamiento entre la actina y la miosina que afecta a la contracción muscular.
- Al final de ejercicio, el ácido láctico se reconvierte en piruvato.
- Existe una deuda de oxígeno, que se paga con posterioridad al ejercicio.

### 3.2.2. Anaeróbico aláctico o fosfágeno

La obtención de energía se consigue mediante el **creatín fosfato** (CrP) que se encuentra en el interior de los músculos.

Características principales del sistema anaeróbico aláctico o fosfágeno:

- Obtención de energía muy rápida. Se realiza en ausencia de oxígeno.
- Escasa producción de ATP, 1 mol de CrP produce 1 ATP.
- Producción de ácido láctico  $< 4$  mmol/l.
- Predomina en actividades muy intensas y de duración muy corta, particularmente la utilización mayor está entre los 8 y los 15 segundos.

- La intensidad no se puede mantener más de 20 segundos, porque las reservas en el interior del músculo se agotan.
- De ser necesario mayor tiempo, predominará el sistema anaeróbico láctico.

### 3.3 Hidratos de carbono

**Constituyen el combustible por excelencia en los ejercicios de alto rendimiento y en las actividades físicas en que actúan indistintamente ambos metabolismos.**

Los HC pueden utilizar sus productos finales en ambos sistemas: aeróbico y anaeróbico láctico. Son, pues, importantes en la práctica del alto rendimiento y en el cuidado de los depósitos de glucógeno.

Los hidratos de carbono necesitan menos oxígeno para su combustión. Compararemos: hidratos de carbono sólo 0,81 l/g, en tanto que las grasas 1,98 l de O<sub>2</sub>/g y las proteínas 0,97 l/g.

Las personas que padecen problemas de salud de cierta envergadura podrían realizar ejercicios con preponderancia anaeróbica-glucolítica, pero sólo bajo prescripción y vigilancia médica.

### 3.4 Fuentes energéticas utilizadas en los programas de actividad física

En los programas de ejercicios para la población normal se emplean las fuentes de energía de predominio aeróbico a partir de los lípidos y de los HC, ya que la intensidad del ejercicio es sensiblemente menor que la de los deportistas.

Generalmente cuando la intensidad del ejercicio es leve o leve-moderada, con un porcentaje  $\leq 75\%$  de la FC máx., se emplean los lípidos en primer lugar y los HC en segundo de forma aeróbica, como ocurriría en un “paseo vigoroso” o en el *aerobic* moderado y en personas con buena condición física. Personas más activas y con buena salud pueden realizar actividad física de mayor intensidad, pero siempre según criterio de expertos.

Al iniciar cualquier tipo de ejercicio el organismo responde de forma integral, facilitando la energía procedente de las diferentes fuentes energéticas, hasta que se establece cuál es la necesaria, según la intensidad y la duración del ejercicio.

Por ejemplo, en actividades leves a moderadas aeróbicas, como es el *caminar*, el organismo cambia partiendo de una situación de reposo relativo, por lo que necesita un aporte mayor de energía.

Así, en los primeros minutos del ejercicio recibe el aporte energético de diferentes fuentes: como el creatín fosfato de los grupos musculares que han sido activados por el ejercicio, la glucemia circulante, el glucógeno almacenado por vía anaeróbica y aeróbica, los ácidos grasos procedentes de los triglicéridos y los aminoácidos. Pero una vez establecido el ejercicio, en poco tiempo, la fuente energética que prevalece será la esencial para garantizar el nivel de intensidad en que se realiza el ejercicio. Al caminar, se desarrolla a una intensidad  $\leq 70\%$  de la FC máx.; en menos



de 5 minutos, el aporte predominante de energía procederá primero de los lípidos y en segundo lugar de los hidratos de carbono de forma aeróbica.

En otras ocasiones, por ejemplo, haciendo actividades de *aerobic* con una intensidad aproximada del 80% de la FC máx., el aporte inicial sería una integración energética de todos los sistemas, como vimos anteriormente, pero, rápidamente, los hidratos de carbono actuarían de forma sobresaliente con la aportación energética en forma aeróbica.

## 3.5 El sistema muscular transforma la energía química en mecánica

Para que se realice la contracción muscular son necesarios dos factores:

- La existencia de un estímulo nervioso que excite al músculo.
- La presencia de energía química aprovechable por la fibra muscular.

Las principales fuentes de energía para la obtención del adenosín trifosfato o ATP son los hidratos de carbono y los ácidos grasos en forma de triglicéridos, así como el CrP que está almacenado en nuestro organismo. También, aunque de forma moderada, las proteínas, conservadas por las acciones regenerativas y anabolizantes del mismo. El tejido muscular constituye un sistema funcional especializado encargado de las actividades que caracterizan el comportamiento motor del organismo.

Existen tres tipos de músculos: el músculo cardíaco, el músculo liso y el músculo esquelético.

El musculoesquelético tiene la capacidad de contraerse al ser estimulado por el sistema nervioso provocando el desplazamiento de los diferentes segmentos corporales.

Las fibras musculares representan la unidad estructural y funcional del tejido muscular en que se basa el comportamiento contráctil del músculo estriado.

El ritmo de utilización de energía de una fibra muscular puede llegar a ser 200 veces superior al ritmo de uso de energía en reposo.

### 3.5.1 Contracción muscular

Es el resultado de una secuencia de fenómenos que transforma energía química en mecánica, y que se resume así:

1. Un impulso nervioso llega hasta la unión neuromuscular o placa motriz, estructura por la que se transmite el orden de contracción desde el nervio hasta el músculo.
2. Liberación del mensaje, paquetes de acetilcolina, que llegan hasta la membrana de la fibra muscular, el sarcolema.
3. Cambio de permeabilidad del sarcolema para diferentes iones y despolarización, produciéndose la excitación de la fibra muscular.
4. Liberación de  $\text{Ca}^{++}$  desde el retículo sarcoplásmico y desde las cisternas hacia el sarcoplasma, seguido del acoplamiento entre los filamentos de actina y miosina.
5. Deslizamiento de la actina sobre la miosina y contracción muscular.

6. Recaptación de  $\text{Ca}^{++}$  hacia sus lugares de depósito, desacoplamiento de los filamentos y relajación muscular.

### 3.5.2 Tipos de fibras musculares

Difieren por sus características metabólicas, fisiológicas y morfológicas, que les confieren posibilidades mecánicas diferentes.

Las peculiaridades de las fibras musculares se heredan, constituyendo un factor determinante para el logro del rendimiento deportivo.

Se distinguen de forma general dos tipos de fibras: I y II, diferenciándose en realidad en tres:

**Tipo I (roja).** Fibras de contracción lenta resistente a la fatiga o lenta oxidativa (ST). Tienen mayor cantidad de glóbulos rojos. Mantienen más tiempo la contracción. La actividad física que indicamos en los programas de condición física aeróbica utiliza más las fibras del tipo I. Los deportistas de las disciplinas de resistencia aeróbica, como la natación, ciclismo de carretera, atletismo de distancias de fondo a partir de los 3.000 m y triatletas, disponen de una cantidad elevada de fibras del tipo I.

**Tipo II A (roja).** Son fibras de contracción rápida resistente a la fatiga, también denominadas rápidas oxidativas (FTO). Tienen un carácter intermedio entre las del tipo I y la II B.

**Tipo II B (blanca).** Son fibras de contracción rápida fatigables, asimismo denominadas como rápidas glucolíticas (FTG). Los deportistas de las disciplinas de velocidad y de fuerza, como las áreas del atletismo de velocidad hasta los 400 m, las de salto y de lanzamiento, e igualmente la halterofilia, son portadores de una cantidad elevada de fibras del tipo II, sobre todo del tipo II B.

Las fibras del tipo II son las de mayor superficie.

### 3.5.3 Unidad motora

Está compuesta por un nervio motor (motoneurona) y las fibras musculares inervadas por él.

La principal función de la unidad motora (UM) es la contracción muscular. Existen tres tipos de UM que poseen propiedades físicas, bioquímicas y estructurales similares a las fibras musculares que inervan. Su denominación y relación con cada tipo de fibra muscular es la siguiente:

UM tipo S: inerva la fibras musculares del tipo I.

UM tipo FF: inerva la fibras musculares del tipo II A.

UM tipo FR: inerva la fibras musculares del tipo II B.

### 3.5.4 Intensidad de la contracción muscular y reclutamiento de las fibras musculares

Durante la contracción isométrica submáxima en contracciones musculares de forma progresiva creciente, las unidades motoras y las fibras musculares que las

inervan se reúnen siguiendo el principio de la medida de las fibras musculares, o sea, de menor a mayor, por orden I, II A y II B.

A su vez, cada UM reclutada aumenta progresivamente la frecuencia del impulso nervioso.

Durante una contracción muy intensa participan directamente las fibras del tipo II B y II A, y se incorpora la del tipo I.

### 3.6 Mecanismos reguladores de las hormonas durante el ejercicio

Diferentes autores coinciden en que impulsos procedentes de centros motores y de la zona de trabajo muscular (por estímulo de receptores de presión, volumen plasmático, osmolaridad y temperatura) modulan la actividad de centros superiores del sistema nervioso central, provocando un aumento de la actividad simpática, suprarrenal e hipofisaria, produciéndose a la vez un cambio de la sensibilidad celular. Estos cambios controlan la respuesta secretora de las células endocrinas subordinadas.

La duración y la intensidad del ejercicio estimulará, de una forma u otra, la producción de hormonas o su inhibición, y la forma de obtención de la energía.

En los capítulos 2 y 5 se abordará la relación entre la intensidad del ejercicio y la liberación de hormonas producida para garantizar la energía necesaria durante una actividad física dada, según el tipo de ejercicio, la intensidad y la duración.

## 4. Sistema cardiovascular y ejercicio

### 4.1 Frecuencia cardiaca y ejercicio

Retomaremos algunos aspectos de importancia relacionados con la frecuencia cardiaca, como parte del gasto cardiaco o volumen minuto, en condiciones de reposo o durante el ejercicio.

#### 4.1.1 Frecuencia cardiaca de reposo

La frecuencia cardiaca de reposo (FC de reposo) en el adulto saludable y activo se sitúa, aproximadamente, entre los 60 u 80 lat./min. En individuos sedentarios y de mediana o avanzada edad, alrededor de los 100 lat./min y, sobre todo, en aquellos con factores de riesgo cardiovascular, como fumadores o consumidores importantes de caféina o bebidas alcohólicas, o adictos a drogas sociales.

En los deportistas de disciplinas de resistencia, como natación, ciclismo, atletismo de fondo y semifondo, triatlón, esquí de fondo, entre otros, pueden presentarse valores entre 32 a 48 lat./min, como consecuencia del tipo de entrenamiento a que son sometidos y que los conduce a una hipertrofia fisiológica del ventrículo izquierdo, que se acompaña de incremento del volumen sistólico. En otras disciplinas depor-

tivas que no sean de resistencia, o en practicantes de actividad física sistemática del tipo aeróbico, la FC de reposo puede oscilar desde los 40 a los 60 lat./min.

Debemos recordar que:

- La FC de reposo decrece normalmente con la edad debido al propio proceso biológico de envejecimiento del sistema cardiovascular y a los procesos degenerativos relacionados con la aterogénesis. Las personas saludables de mediana y avanzada edad que practiquen ejercicios poseen una buena FC de reposo respondiendo con una óptima FC máx. durante su ejecución.
- Factores como el aumento de la temperatura y el incremento de la altitud aumentan la FC de reposo, siendo la recuperación más lenta.
- Antes del ejercicio, la FC suele aumentar por encima de los valores normales. Es lo que se denomina respuesta anticipadora, en la que existe una liberación de catecolaminas. Por ello, no debe considerarse como FC de reposo la tomada previamente al ejercicio. La verdadera FC de reposo debe ser precisada al levantarse en las primeras horas de la mañana.
- Determinadas enfermedades, como el hipotiroidismo y los bloqueos aurículo-ventriculares, y algunos medicamentos pueden afectar la FC de reposo por disminuir la presencia de beta-bloqueadores. Por el contrario, puede aumentar por el uso de medicamentos estimulantes, como las anfetaminas y los derivados de las catecolaminas, y en enfermedades como el hipertiroidismo y en algunos tipos de arritmias.

## **4.1.2 Frecuencia cardiaca durante el ejercicio.**

### **Algunas consideraciones**

Al iniciar algún tipo de ejercicio, la FC aumenta proporcionalmente a la intensidad del mismo. Hay una correlación directa entre la intensidad de la FC y el consumo de oxígeno durante el ejercicio, aunque próximo al consumo máximo se pierde la linealidad.

Algunos comentarios al respecto:

- La FC máx. es muy importante para la planificación y control del entrenamiento o la propia actividad física. Asimismo, lo es para la aplicación ciertos test de laboratorio y de campo, utilizados tanto en deportistas como en la población. Debe recordarse que a partir de los 30 años la FC máx. disminuye, aproximadamente, unos 10 latidos por década.
- Una de las fórmulas más empleadas para conocer la frecuencia cardiaca máxima de una persona es la propuesta por la OMS:  $FC\ máx. = 220 - edad$ . A partir de esta fórmula podemos inferir que con la edad se pierde un latido por minuto por cada año de vida. No obstante, se trata de una estimación, porque los valores individuales varían considerablemente.

Por ejemplo, para una persona de 40 años, la FC máx. se estimaría en 180 lat./min. Estudios realizados han demostrado que, en personas de esa edad, el 68% tendrá una FC máx. comprendida entre 168 y 192 lat./min y el 95% de los estudiados

entre 156 y 204 lat./min. En general, las personas más saludables y activas tendrán una FC máx. más elevada para su grupo de edad durante ejercicios progresivos de intensidad máxima, que irá acompañado de un mayor volumen sistólico, mejor gasto cardiaco y mayor consumo de oxígeno máximo absoluto y relativo. De acuerdo con la FC máx. se planifica el pulso de entrenamiento, como se expone más adelante.

- La FC durante el ejercicio submáximo disminuye entre 20-40 lat./min después de 6 meses de entrenamiento moderado de tipo aeróbico (condición física cardiorespiratoria-metabólica). La FC submáxima se reduce en proporción a la cantidad de entrenamiento realizado.
- El periodo de recuperación de la FC después del ejercicio se reduce en los que practican sistemáticamente ejercicios de tipo aeróbico, como consecuencia de la mejora física que favorece el entrenamiento de resistencia. Esta variable sirve para evaluar el progreso del entrenamiento.

## 4.2 Presión arterial y ejercicio

La presión arterial sistólica (PAS) aumenta durante el ejercicio progresivo como parte del incremento necesario del gasto cardiaco (GC) y del consumo de oxígeno ( $VO_2$ ), mientras que la presión arterial diastólica (PAD) permanece relativamente igual o aumenta ligeramente. En personas activas, durante la práctica de ejercicio aeróbico disminuye la presión diastólica. El ejercicio aeróbico en personas entrenadas y saludables produce un aumento considerable de la presión arterial diferencial, incrementando la sistólica y disminuyendo la diastólica. Así da lugar a una disminución de la resistencia periférica general, para garantizar mayor riego sanguíneo y mejor aporte de oxígeno para los tejidos que trabajan, principalmente de los músculos y conseguir un trabajo más económico y efectivo. Esto es más evidente en las disciplinas deportivas de resistencia.

En el ejercicio dinámico, de intensidad leve o moderada, en las modalidades de tipo aeróbico como, entre otras, caminar, trotar, nadar, se produce un aumento moderado de la PAS, que no tiene relación con un incremento de la resistencia vascular. En realidad es consecuencia de la mayor fuerza de impulsión de la sangre desde el músculo cardiaco, por el efecto inotrope positivo del sistema simpático, como resultado de las catecolaminas que circulan y por la elongación del miocardio a consecuencia del incremento del retorno venoso.

En ejercicio de leve o moderada intensidad, en personas saludables y activas, la PAS aumenta y la PAD por lo general permanece invariable o disminuye, mejorando la presión arterial diferencial. Después del ejercicio aeróbico, durante la recuperación disminuye la PAS y la PAD en pacientes hipertensos de categoría leve o moderada. El efecto de compresión que ejercen los músculos en contracción isométrica sobre los vasos sanguíneos, a partir del 60% de la fuerza muscular máxima voluntaria, da lugar a que se modifique la respuesta cardiovascular por sobrecarga cardiaca. Ello se debe al predominio simpático con aumento de la presión intraabdominal, o a la superposición de la maniobra de Vasalva con apnea inspiratoria. Se incre-

menta la FC, así como la PAS y la PAD, a consecuencia de la gran fuerza de impulsión cardiaca producida por el intenso estímulo simpático y la elevada resistencia vascular. Un ejemplo de lo dicho ocurre en los ejercicios de fuerza isométrica, como son los propios de la halterofilia o del fisiculturismo, donde se entrena a un porcentaje elevado de la fuerza muscular máxima voluntaria, como es a partir del 60 y hasta el 100% de dicha fuerza, denominada también como *una repetición máxima* (1 RM). Este tipo de ejercicio puede desencadenar una respuesta hipertensiva en pacientes que la padecen.

Otras consideraciones de interés:

- En deportistas que realizan esfuerzos máximos pueden manifestarse valores de presión arterial sistólica entre 200 y 250 mmHg. Se observan, en particular, durante las pruebas de esfuerzos máximos de tipo progresivo en la cinta o en la bicicleta ergométrica.
- La actividad física sistemática mejora la calidad de la respuesta de las presiones arteriales sistólica y diastólica durante el ejercicio, incrementándose la presión arterial diferencial.
- El consumo miocárdico de oxígeno y el flujo miocárdico de sangre son directamente proporcionales al doble producto cardiovascular, que se expresa:  $FC \times PAS$ .
- En personas hipertensas leves o moderadas la actividad física aeróbica realizada de forma sistemática, a una intensidad ligera o moderada, es capaz de disminuir posteriormente en condiciones de reposo, un promedio de 11 mm la presión arterial sistólica y de 8 mm la presión arterial diastólica. Por ello disminuye la presión media.
- Los aumentos de 15 mm de Hg en la PAD durante el ejercicio son considerados como una respuesta anormal al ejercicio.
- Las personas sedentarias son “menos económicas”, con una menor presión diferencial, a causa del aumento de la PAD.
- Pacientes hipertensos controlados responden a esfuerzos moderados-intensos e intensos con valores de hipertensión en la PAS y en la PAD. Esto ocurre, sobre todo, a partir del 75% de la FC máx.
- Durante el ejercicio isométrico (estático), próximo al 60% de la fuerza muscular de una persona, las presiones sistólicas y diastólicas reflejan el estado hipertensivo en el individuo hipertenso o en el portador de otra enfermedad cardiovascular. El entrenamiento de halterofilia puede producir hipertensión arterial (HTA) cuando solamente se practica este tipo de ejercicio. En caso de ser portador de una enfermedad degenerativa crónica o en personas mayores, es totalmente necesario el criterio médico para el desarrollo de la fuerza de tipo isométrico (ver capítulo 3).
- Con igual carga relativa de trabajo, la presión sistólica es mayor cuando se realiza el trabajo con los brazos que con las piernas; esto es debido a la menor masa muscular y a la menor vascularización que existen en los miembros superiores.
- Durante el ejercicio isométrico aumenta la presión arterial media.

- El entrenamiento de fuerza isotónico o dinámico (ver capítulo 3) no produce estos problemas en personas saludables o en hipertensos de grados 1 y 2 que se encuentren compensados.

En la tabla 1 presentamos la clasificación de la presión arterial de la Sociedad Europea de Hipertensión Arterial y Cardiología.

**Tabla 1. Clasificación de la presión arterial. Sociedad Europea de Hipertensión Arterial y Cardiología. Para adultos  $\geq 18$  años.**

Categoría	Sistólica	Diastólica
Óptima	< 120 mmHg	< 80 mmHg
Normal	120-129	80-84
Normal alta	130-139	85-89
Hipertensión arterial	-	-
Grado 1 (ligera)	140-159	90-99
Grado 2 (moderada)	160-179	100-109
Grado 3 (grave)	$\geq 180$	$\geq 110$
HTA sistólica aislada	$\geq 140$	< 90

- En la HTA, cuando la PAS y la PAD corresponden a categorías distintas, aplicar la más alta.
- La HTA sistólica aislada se clasifica también en grados (1, 2, 3) según el valor de la PAS.
- Recordar que en pacientes con DM y en ancianos se debe tomar la presión arterial de pie.
- Para menores de 18 años existe la clasificación percentilar de la PA.

### 4.3 Gasto cardiaco o volumen latido en condiciones de reposo y durante el ejercicio

En hombres jóvenes que realizan actividad física, el GC aumenta en proporción a la intensidad del ejercicio, desde 5 litros en condiciones de reposo, a un máximo de 20 a 25 l/min. En deportistas de élite es mayor, apareciendo más acusado en los deportes de resistencia en los que pueden llegar a alcanzar valores entre 35-40 l/min de sangre.

Estas diferencias se deben exclusivamente al gran volumen sistólico de las personas entrenadas, ya que el ejercicio físico de característica aeróbica mantenido produce la hipertrofia fisiológica del ventrículo izquierdo con el consiguiente aumento del volumen sistólico.

Producto de ello, las personas que realizan ejercicios aeróbicos poseen un GC de reposo más económico con menor FC que las personas sedentarias, porque su volumen sistólico (VS) es más poderoso (70-71 ml en los sedentarios y aproximadamente 100 ml en los entrenados).

Los valores medios del GC en condiciones de reposo se diferencian en su calidad, como observamos a continuación en dos personas de igual superficie corporal, edad y sexo, pero de diferentes niveles de condición física aeróbica:

**Gasto cardiaco = frecuencia cardiaca x volumen sistólico.**

Sedentarios = 70 lat./min x 71 ml/latido = 5 l/min.

Entrenados = 50 lat./min x 100 ml/latido = 5 l/min.

Durante un ejercicio máximo en hombres sedentarios, el volumen sistólico (latido cardiaco) promedio es de 103-113 ml de sangre, mientras que en personas entrenadas puede llegar a estar entre 150-210 ml/lat.

Tomemos como ejemplo dos personas de igual edad (25 años), del mismo sexo y de diferente nivel de condición física que realizan un esfuerzo máximo de 195 lat./min:

**Esfuerzo máximo.**

Gasto cardiaco = frecuencia cardiaca x volumen sistólico

Sedentarios: 21.450 ml/min = 195 lat./min x 110 ml/lat.

Entrenados: 35.000 ml/min = 195 lat./min x 179 ml/lat.

Sin duda, en este ejemplo, la persona entrenada muestra, ante un esfuerzo físico máximo, que posee mayor gasto cardiaco a expensas de un volumen sistólico más potente a causa de la hipertrofia fisiológica del ventrículo izquierdo, lo que garantizará un trabajo muy superior en km/hora, vatios, etcétera; respecto a la persona sedentaria, también realizó un esfuerzo máximo ante un menor trabajo, representado, en ambos casos, por los 195 lat./min que, en teoría, corresponde a la frecuencia cardiaca máxima de las dos personas.

En la tabla 2 aparecen representadas la cantidad y la calidad del volumen sistólico en condiciones de reposo y durante un esfuerzo máximo para sujetos sedentarios, personas activas que realizan ejercicios aeróbicos y deportistas de las actividades de resistencia.

**Tabla 2. Volúmenes sistólicos típicos para diferentes estados de entrenamiento.**

Sujetos	VS en reposo (ml)	VS máximo (ml)
Sedentarios	55-75	80-110
Personas activas	80-90	130-150
Deportistas de resistencia	100-120	160-220 e incluso por encima de 220

Observamos que el VS es mucho mayor en los deportistas de resistencia que en las personas activas, lo que asegura el realizar un mayor y más eficiente trabajo, acompañado del aumento de consumo de oxígeno durante el ejercicio.

Debemos recordar que el consumo de oxígeno es igual al gasto cardiaco por la diferencia arteriovenosa de oxígeno en los tejidos ( $VO_2 = GC \times \text{dif.}_{a-v} O_2$ ).

**4.3.1 Distribución del gasto cardiaco**

La sangre que fluye para los diferentes tejidos del organismo lo hace generalmente en forma proporcional a la actividad metabólica realizada en estado de reposo o en actividad física. Problemas de salud pueden alterar el flujo sanguíneo en condi-



ciones de reposo, para diferentes órganos. El ejercicio físico modifica el volumen del flujo sanguíneo del organismo, desplazando una cantidad significativa de sangre hacia los músculos que trabajan.

El flujo sanguíneo de 5 litros en condiciones de reposo se distribuye en las proporciones aproximadas que se muestran representadas en la tabla 3. Aproximadamente una quinta parte del gasto cardiaco se dirige al tejido muscular, mientras que la mayor parte de la sangre riega el bazo, el hígado, los riñones, el tracto gastrointestinal y el cerebro.

**Tabla 3. Distribución relativa del gasto cardiaco en condiciones de reposo.**

Órgano	Porcentaje	Volumen por minuto (ml)
Hepático-esplénico	27	1.350
Riñones	22	1.100
Músculos	20	1.000
Cerebro	14	700
Piel	6	300
Corazón	4	200
Otros	7	350
Total	100	5.000

Durante el ejercicio el flujo sanguíneo tiene una distribución diferente, dependiendo de que se trate de un ejercicio leve, moderado, intenso o máximo (tabla 4). Aunque el riego sanguíneo local durante la actividad física varía considerablemente, dependiendo del tipo, intensidad y duración del ejercicio y del nivel de la condición física, del estado de salud y de la edad del sujeto, así como de las condiciones ambientales, la mayor parte del gasto cardiaco se desvía a los músculos activos. En reposo, alrededor de 4 a 7 ml de sangre se suministran cada minuto para cada 100 g de músculo. Ese gasto aumenta constantemente hasta que, con el esfuerzo máximo, el riego sanguíneo muscular puede ser tan alto como de 50 a 75 ml por 100 g de tejido. Esto equivale alrededor del 85% del gasto cardiaco total. En la tabla 4 aparecen las diferencias marcadas en el suministro de sangre a los diferentes órganos y el porcentaje del gasto cardiaco total que representa en los diferentes niveles de intensidad del ejercicio.

El corazón aumenta la cantidad de flujo sanguíneo necesario para su trabajo a medida que aumenta la intensidad pero, a su vez, mantiene aproximadamente el 4% de todo el gasto cardiaco necesario para los diferentes niveles de intensidad del ejercicio. Así mismo, puede aumentar de 4 a 5 veces al variar desde las condiciones de reposo al ejercicio vigoroso. El cerebro aumenta sólo 50 ml al pasar del reposo al ejercicio leve, manteniéndose constante en el ejercicio moderado e intenso.

El gasto cardiaco o volumen cardiaco minuto o débito cardiaco ( $FC \times VS$ ) informa de la cantidad de sangre que abandona el corazón por minuto, mientras que la diferencia arteriovenosa de oxígeno ( $\text{dif.}_{a-v} O_2$ ) indica la cuantía de oxígeno extraído de la sangre por los tejidos. El producto de estos dos factores indica el ritmo del  $VO_2$  y se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$VO_2 = GC \times \text{diferencia}_{a-v} O_2$$

**Tabla 4. Distribución del gasto cardiaco durante el ejercicio ligero, moderado y vigoroso.**

Órgano-tejido	Flujo sanguíneo del ejercicio (ml/min y porcentaje)		
	Leve	Moderado	Intenso
Hígado-esplécnico	1.100 (12%)	600 (3%)	300 (1%)
Renal	900 (10%)	600 (3%)	250 (1%)
Cerebral	750 (8%)	750 (4%)	750 (3%)
Coronario	350 (4%)	750 (4%)	1.000 (4%)
Muscular	4.500 (47%)	12.500 (71%)	22.000 (88%)
Epitelial	1.500 (15%)	1.900 (12%)	600 (2%)
Otro	400 (4%)	400 (3%)	100 (1%)
Total	9.500 ml/min	17.500	25.000 ml/min

### 4.3.2 La relación directa existente entre el ejercicio y el aumento del GC garantiza el incremento de O<sub>2</sub> durante el ejercicio

En la tabla 5 se observan las alteraciones habidas durante la práctica del ejercicio intenso, de la FC, del VS y de su producto final, el GC, en una persona activa, joven y saludable y con buenos indicadores cardiorrespiratorios y metabólicos (no se trata de un deportista de rendimiento). Tales alteraciones dependen de la posición anatómica que se adopta durante el ejercicio, y de la utilización del porcentaje de los músculos que participan durante la carrera, en el ciclismo y en la natación. Se aprecia que durante el esfuerzo, la disciplina donde más aumenta la FC es la carrera, debido a la posición de bipedestación y a la utilización de grupos musculares de mayor masa, como son los cuádriceps. En segundo lugar, el ciclismo, en el que trabajan menos grupos musculares. Y, finalmente, la de mayor volumen sistólico es la natación, a causa de la posición horizontal que adopta durante el ejercicio, lo que facilita un mayor llenado del ventrículo izquierdo, y, consecuentemente, una menor FC. Por ello, ante esfuerzos similares, el mayor GC se alcanza durante la carrera.

**Tabla 5. Cambios en la FC, VS y GC.**

Tipo de ejercicio	Condición	FC (lat./min)	VS (ml/lat.)	GC (l/min)
Carrera	Reposo *	60	85	5,1
	Ejercicio máximo	190	130	24,7
Ciclismo	Reposo *	60	85	5,1
	Ejercicio máximo	185	120	22,2
Natación	Reposo *	60	85	5,1
	Ejercicio máximo	170	135	22,0

\* Medición tomada en posición supina.

Estos datos indican que cuando se realizan pruebas de esfuerzo máximo sobre la cinta, utilizando protocolos de carga progresiva, se alcanzan valores superiores de

consumo máximo de oxígeno a los obtenidos en los restantes ergómetros, puesto que en la cinta se implica mayor cantidad de grupos musculares.

La respuesta de la presión arterial aparece modificada también cuando involucramos mayor masa muscular, siendo menor la resistencia a la circulación sanguínea.

No hay duda, la posición espacial específica que se adopta durante el ejercicio influye en la respuesta cardiovascular por influencia de los efectos gravitatorios. Por ejemplo, el ejecutar la actividad física en posición de decúbito, como en la natación (tabla 5), produce, con respecto a otro ejercicio, una disminución de la resistencia vascular, lo que asegura un mayor retorno venoso y un mayor llenado diastólico del ventrículo izquierdo, que ocasiona mayor VS y menor FC.

## 5. Consumo máximo de oxígeno absoluto y relativo

El consumo máximo de oxígeno absoluto ( $VO_2$  máx.) y el consumo máximo de oxígeno relativo ( $VO_2$  máx./kg) son indicadores del estado funcional de salud de diferentes grupos de población, sobre todo el  $VO_2$  máx./kg.

### 5.1 Consumo de oxígeno ( $VO_2$ )

Es la cantidad de oxígeno necesaria para dar respuesta a la demanda energética de una determinada actividad. El  $VO_2$  aumenta de forma lineal con la intensidad de la carga y con la FC hasta un límite. Es medido en litros.

El  $VO_2$  depende de factores centrales: el corazón y los pulmones, y de factores periféricos, como la diferencia arteriovenosa de oxígeno (dif.  $a-v$   $O_2$ ), vinculada a su vez, a los factores que definen el contenido de oxígeno en la sangre arterial (ventilación, difusión, transporte de oxígeno desde los pulmones hasta la sangre) y el contenido de oxígeno en la sangre venosa (extracción de  $O_2$  por los tejidos).

En condiciones de reposo el  $VO_2$  es de 0,25 l de  $O_2$ /min. Durante el ejercicio leve, este valor se triplica a 0,75 l/min. Durante el ejercicio moderado o submáximo, se multiplica de 8 a 12 veces, o sea, hasta valores de 2-3 l/min. Individuos entrenados y saludables, durante el ejercicio máximo pueden llegar hasta 4-5 l/min. Deportistas de eventos de resistencia han llegado hasta 6,2 l/min.

Durante el ejercicio existe una relación directa con el aumento del GC, porque este asegura el aumento de oxígeno que necesitan los tejidos.

Debido a todo esto el  $VO_2$  es el producto del gasto cardiaco por la diferencia arteriovenosa de oxígeno, ecuación de Fick, que hemos comentado anteriormente.

Durante el ejercicio existe una relación directa con el aumento del GC, porque este avala el aumento de oxígeno que necesitan los tejidos para la contracción muscular o, en caso de ejercicio anaeróbico, para el pago de la deuda de oxígeno.

El  $VO_2$  aumenta de forma lineal con la intensidad de la FC hasta un límite. En la tabla 6 aparece la relación entre el porcentaje de la FC máx. y el porcentaje del  $VO_2$  máx., así como la relación de ambos con el grado de percepción del esfuerzo según

la escala de Borg, correspondiéndole una clasificación cuantitativa de la intensidad del ejercicio.

**Tabla 6. Clasificación de la intensidad del ejercicio dinámico basado en el entrenamiento de 15-60 min de duración (Pollock & Wilmore '90).**

% FC máx.	% VO <sub>2</sub> máx. o reserva FC máx.	Grado de percepción del esfuerzo (Borg)	Clasificación de la intensidad
< 35%	< 30%	< 10	Bien liviano
35-59%	30-49%	10-11	Liviano
60-79%	50-74%	12-13	Moderado (algo fuerte)
80-89% *	75-84%	14-16	Fuerte
≥ 90%	≥ 85%	> 16	Bien fuerte

\* Entre el 80-89% de la FC máx. se localiza el umbral anaeróbico (UA) para la mayoría de la población.

## 5.2 Consumo máximo de oxígeno absoluto (VO<sub>2</sub> máx.)

Es la capacidad máxima de transporte de oxígeno de los pulmones y del corazón hacia los músculos para asegurar el oxígeno necesario para la contracción muscular ante un trabajo intenso. Se expresa en l de O<sub>2</sub>/min.

Entonces, cuando el VO<sub>2</sub> máx. llega a su límite, se crea una meseta en la que, aunque aumente la carga del ejercicio, no se acrecienta su valor, iniciándose desde este momento un declive del mismo.

Puede ser obtenido de forma directa, mediante test de laboratorio no invasivos, utilizando analizadores de gases respiratorios (conociendo que el coeficiente respiratorio durante el ejercicio es la relación de CO<sub>2</sub> producido/O<sub>2</sub> consumido). Estos test deben ser monitorizados con electrocardiograma. De forma indirecta, se puede conseguir en el laboratorio mediante ergometría funcional máxima en la cinta, cicloergómetro, o también en un remoergómetro.

También puede ser logrado de forma indirecta por medio de diferentes test de campo. Pueden utilizarse al respecto fórmulas de reconocidos autores como, entre otras, la de Cooper, la de Tokmakidis, la del Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM).

## 5.3 Consumo máximo de oxígeno relativo (VO<sub>2</sub> máx./kg). Principal indicador para evaluar el estado biológico funcional

Se define como el VO<sub>2</sub> máx. por kg de peso corporal de una persona en un minuto. Se expresa en ml de O<sub>2</sub>/kg de peso/min. Es el indicador biológico funcional del ejercicio más importante.

Como promedio en poblaciones resulta algo inferior para las mujeres, alcanzando valores entre 33-45 ml de O<sub>2</sub>/kg/min, mientras que en los hombres los valores son de 42-52 ml de O<sub>2</sub>/kg/min.

En el ámbito de la medicina se utilizan mucho los MET como equivalentes del  $\text{VO}_2$  máx./kg. Identifiquemos que un MET equivale a 3,5 ml/kg/min.

En el deporte de alta competición y en disciplinas de resistencia, como son el atletismo de fondo, ciclismo de carretera, triatlón, esquí de fondo y natación de fondo, se pueden alcanzar valores elevados que llegan a ser  $\geq 75$  ml/kg/min en el sexo masculino y  $\geq 70$  ml/kg/min en el sexo femenino. Los deportistas de estas disciplinas poseen un predominio genético de fibras musculares del tipo I o lentas, que son las que aseguran un mayor trabajo aeróbico.

El  $\text{VO}_2$  máx./kg es un indicador importante en el deporte de competición, sobre todo para las disciplinas de resistencia, en unión del umbral anaeróbico. Existe una relación importante entre el contenido de fibras musculares lentas y el  $\text{VO}_2$ /kg en diferentes deportes.

### 5.3.1 Factores que influyen sobre el $\text{VO}_2$ máx. y el $\text{VO}_2$ máx./kg

Son varios los factores que pueden influir: genéticos (tipos de fibras musculares dominantes, sistema cardiopulmonar), constitucionales (composición corporal), sexo, edad, actividad física o disciplina deportiva, nivel de entrenamiento, temperatura ambiental, presión atmosférica, estado de salud, esfuerzo realizado durante el evento o test, habilidad y técnica para realizar el gesto deportivo, y algunos otros de carácter interno.

## 5.4 Umbral anaeróbico (UA). Un indicador importante en el alto rendimiento

Puede definirse como el porcentaje del  $\text{VO}_2$  máx. que puede utilizarse durante un espacio prolongado de tiempo. Este umbral se sobrepasa si se trabaja a una intensidad superior, ya que ocasiona la rápida acumulación de ácido láctico y la pérdida del UA. También éste puede ser superado cuando el tiempo de trabajo es muy prolongado, agotándose las reservas energéticas.

El UA es el punto de intensidad donde comienza a acumularse lactato, alcanzando el nivel aproximado de 3 a 4 mmol/l. Este umbral define dos zonas, una inferior y otra superior.

Constituye un importante indicador de eficiencia en el deporte de alto rendimiento, incluso superior al  $\text{VO}_2$  máx./kg en algunas disciplinas. Trabajar en un porcentaje de intensidad elevada en el UA garantiza una velocidad mayor, sin acumulación de lactato y con retardo de la aparición de la fatiga. En un atleta de alto nivel de las disciplinas de resistencia se pueden encontrar valores  $\geq 90\%$  del  $\text{VO}_2$  máx.

El límite inferior del UA se corresponde con los valores aproximados entre 1,5 y 2,9 mmol/l.

El UA de una persona saludable y activa se encuentra comprendido entre el 75-85% del  $\text{VO}_2$  máx., o sea, entre el 80-89% de la FC máx. En personas no saludables y sedentarias el UA puede estar situado por debajo del 75% de la FC máx.

En los últimos años, se utiliza la ergoespirometría en pacientes con enfermedades cardiovasculares y/o con alto riesgo cardiovascular (RCV) con el objetivo de situar el UA correspondiente, pudiendo servir, en ocasiones, para establecer, uno de los criterios de la intensidad máxima que se pueden prescribir al paciente. Se toma como referencia la frecuencia cardiaca alcanzada durante el UA, que no debe ser sobrepasada por el paciente.

## 5.5 Importancia del metabolismo anaeróbico

En el deporte de competición es muy importante el desarrollo del metabolismo anaeróbico, sobre todo en los deportes que dependen de la velocidad y de la fuerza. Los atletas de mayor rendimiento en estas disciplinas poseen genéticamente un mayor contenido de fibras musculares del tipo II, especialmente de la II B.

Las principales fuentes energéticas del metabolismo anaeróbico son el creatín fosfato para el entrenamiento anaeróbico aláctico y los hidratos de carbono para el entrenamiento anaeróbico láctico o glucolítico, con una mayor producción de lactato.

Cuando se realizan muchas repeticiones anaeróbicas alácticas, con poca recuperación intermedia, tienden a agotarse las reservas de creatín fosfato, y el organismo ha de utilizar los HC de forma anaeróbica, produciéndose una acumulación de lactato, que acarrea el incremento de la FC y el no cumplimiento de los objetivos de la sesión del ejercicio, lo cual es perjudicial para el deportista.

## 5.6 Clasificación de las áreas de intensidad funcional del entrenamiento en el deporte de rendimiento

En el deporte de competición existen diferentes clasificaciones de las áreas de intensidad para cada disciplina deportiva, incluso dentro de una misma. Para lograr delimitar y definir estas clasificaciones han participado, aportando su experiencia, muchos médicos del deporte, licenciados en actividad física especializados en fisiología del ejercicio y entrenadores de prestigio. A partir de mi experiencia con más de 30 años como médico del deporte y de los innumerables artículos de referencia consultados, he podido elaborar mi propia propuesta dividiéndola en seis grandes áreas:

1. Resistencia regenerativa.
2. Umbral aeróbico.
3. Umbral anaeróbico.
4. Potencia aeróbica.
5. Potencia anaeróbica, subdividida en:
  - Potencia anaeróbica láctica.
  - Capacidad o tolerancia anaeróbica láctica.
  - Potencia anaeróbica aláctica.
6. Máxima (dependiendo de la disciplina deportiva).

Enunciadas estas seis áreas, pudiéramos reconsiderar el ampliarlas hasta un total de ocho si se acepta como independiente cada una de las potencias anaeróbicas, ya que han sido descritas íntegramente describiendo las fuentes energéticas que utilizan, expresando cómo desarrollarlas, indicando cómo diagnosticarlas, señalando el porcentaje del mejor tiempo para una distancia dada, marcando el porcentaje de la frecuencia cardíaca y del consumo de oxígeno máximo, y señalando cuál es la producción de lactato, entre otros elementos.

Dado que el tratamiento del deporte de alto rendimiento no está previsto entre los objetivos del presente texto, remitimos a los interesados a consultar nuestro libro “Medicina y ciencias del deporte y actividad física”, en su capítulo 13.

## 5.7 Áreas de intensidad de la actividad física en la población

En el capítulo 2, en su epígrafe 5.1., tabla 12, de este texto podrá ser estudiada nuestra propuesta de cómo debe prescribirse la intensidad del ejercicio como parte de la dosis adecuada de la actividad física según los diferentes grupos de población.

## 5.8 Algunas consideraciones relacionadas con el $VO_2$ máx./kg y los MET

El  $VO_2$  máx./kg y su correspondencia en MET es el mejor indicador biológico funcional vinculado con la actividad física en la población y se ha confirmado que guarda una relación predictiva en relación tanto con la salud como con la expectativa y calidad de vida.

En los estudios médicos se utiliza más la denominación de MET que la del  $VO_2$  máx./kg, como se puede constatar en la mayoría de artículos médicos de referencia. Un equivalente metabólico o MET es la cantidad de energía que se utiliza en condiciones de reposo. Es la unidad de medida que expresa el consumo de oxígeno o coste metabólico de una actividad física dada por su intensidad. Un equivalente metabólico o MET es igual a 3,5 ml de  $O_2$ /kg/min, y equivale 1 kcal/kg/h, así como a 20 vatios.

Se considera que 5 MET (17,5 ml/kg/min) es el mínimo que necesita un ser humano para desplazarse con autonomía al caminar. Se admite, como promedio en los 25 años, entre 12 a 13 MET (42 a 45,5 ml/kg/min) ante un esfuerzo máximo.

En general, el sexo masculino posee 1 MET más que el femenino, para el mismo rango de edad, por lo que los hombres tienen generalmente de un 10 a un 15% más de  $VO_2$  máx./kg que las mujeres de su mismo grupo de edad. Se considera que a partir de los 25 años, aproximadamente, hay un descenso de 1 MET cada 7 años en ambos sexos, o un descenso del  $VO_2$  máx./kg de 0,5 ml/kg/min por cada año.

Existe una disminución del 9% del  $\text{VO}_2$  máx./kg por década de vida, aunque según algunos estudios, las personas activas tienden a perder menos del 5% en ese periodo.

Practicantes de actividad física, mayores de 30 años, que entrenan sistemáticamente siguiendo programas con predominio de la condición física cardiorrespiratoria-metabólica, presentan un  $\text{VO}_2$  máx./kg y una edad biológica funcional de personas cuyo promedio es de 5 a 10 años menor, lo que colabora con el enlentecimiento biológico del envejecimiento, mejorando ostensiblemente su capacidad biológica funcional y su calidad de vida. Esto se hace más evidente a partir de los 50 años.

Personas sedentarias que inician un programa de CF cardiorrespiratoria-metabólica por un periodo de 24 semanas aumentan sus valores de  $\text{VO}_2$  máx./kg entre un 10 y un 25%. En los casos de personas obesas sedentarias, que durante ese periodo logran disminuir aproximadamente un 10% de su peso corporal, tienden también a mejorar en un 50% su consumo máximo de oxígeno relativo, esto es debido a que ha aumentado el consumo máximo de oxígeno absoluto y que ha perdido peso corporal. Es interesante resaltar que a partir de los 40 años, valores mayores a 10,5 MET en hombres que presentan aproximadamente un  $\text{VO}_2$  máx./kg de 36,5 ml/kg/min y en mujeres con valores mayores de 9,5 MET, que corresponden con unos 33 ml/kg/min, son considerados factores protectores de cardiopatía isquémica y de riesgo cardiovascular.

Blair (2001) demostró que pacientes con enfermedades degenerativas crónicas con valores superiores a 8 MET,  $\geq 28$  ml  $\text{O}_2$ /kg/min, tienen una expectativa de vida significativamente superior que los que presentan valores menores de 5 MET,  $\leq 17,5$  ml  $\text{O}_2$ /kg/min, lo que ha sido confirmado por otros autores.

Se ha demostrado científicamente que detentar valores de consumo de oxígeno relativo con clasificación de bien y excelente para su grupo de edad y sexo, es predictivo como pronóstico bueno en pacientes portadores de ciertas enfermedades degenerativas crónicas como: obesidad, diabetes, hipertensión arterial, cardiopatía isquémica, algunos tipos de cáncer, entre otras.

Existen diferentes clasificaciones del  $\text{VO}_2$  máx./kg para la población según la edad y el sexo. Una de las más conocida es la de la Sociedad Americana de Cardiología (AHA), quizá la de mayor aplicación en nuestro medio a partir de los 20 años y que aparece en las tablas 7 y 8. El consumo máximo de oxígeno relativo ha sido objeto de estudios longitudinales con diferentes grupos poblacionales, de edad y sexo, empleando el estudio ergométrico funcional máximo con una frecuencia cardiaca máxima de entre el 90 y el 100%, en condiciones de laboratorio, de forma indirecta y monitorizada con electrocardiograma (ECG), utilizando un test ergométrico funcional máximo como pudiera ser el ya conocido protocolo de Bruce modificado.

En las tablas 9 y 10 presentamos la clasificación del Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM), que fue realizada bajo similares condiciones que la del AHA, pero con un grupo etario que oscila entre los 10 y los 19 años para ambos sexos, y con población saludable.



**Tabla 7. Clasificación AHA VO<sub>2</sub> máx./kg mujeres (ml O<sub>2</sub>/kg/min).**

Edad/años	Muy deficiente		Deficiente	
	VO <sub>2</sub> máx./kg	MET	VO <sub>2</sub> máx./kg	MET
20-29	< 24	< 6,86	24-30,9	6,86-8,83
30-39	< 20	< 5,71	20-27,9	5,71-7,97
40-49	< 17	< 4,86	17-23,9	4,86-6,83
50-59	< 15	< 4,28	15-20,9	4,28- 5,97
60-69	< 13	< 3,71	13-17,9	3,71-5,11

**Tabla 8. Clasificación AHA VO<sub>2</sub> máx./kg hombres (ml O<sub>2</sub>/kg/min).**

Edad/años	Muy deficiente		Deficiente	
	VO <sub>2</sub> máx./kg	MET	VO <sub>2</sub> máx./kg	MET
20-29	< 25	< 7,14	25-33,9	7,14-9,68
30-39	< 23	< 6,57	23-30,9	6,57-8,83
40-49	< 20	< 5,71	20-26,9	5,71-7,68
50-59	< 18	< 5,14	18-24,9	5,14-7,11
60-69	< 16	< 4,57	16-22,9	4,57-6,54

**Tabla 9. VO<sub>2</sub> máx./kg del ACSM. Grupo 10-14 años de edad.**

	Masculino		Femenino	
	VO <sub>2</sub> máx./kg	MET	VO <sub>2</sub> máx./kg	MET
Muy Alto	> 64	> 18,2	> 61	> 17,4
Alto	51,1-64	14,6-18,2	51,1-61	14,6-17,4
Bueno	47-51	13,5-14,5	47-51	13,5-14,5
Promedio	33-46,9	9,5-13,4	33-46,9	9,5-13,4
Bajo	21,1-32,9	6,1- 9,4	21,1-32,9	6,1-9,4
Pobre	3,5-21	1-6	3,5-21	1-6

**Tabla 10. VO<sub>2</sub> máx./kg del ACSM. Grupo 15-19 años.**

	Masculino		Femenino	
	VO <sub>2</sub> máx./kg	MET	VO <sub>2</sub> máx./kg	MET
Muy Alto	> 68	> 19,4	> 61	> 17,4
Alto	56,1-68	16,1-19,4	52,1-61	14,9-17,4
Bueno	49-56	14-16	44-52	12,6-14,8
Promedio	35-48,9	10-13,9	29,8-43,9	8,5-12,5
Bajo	22,1-34,9	6,1-9,9	21,1-29,7	6,1-8,4
Pobre	3,5-21	1-6	3,5-21	1-6

## 5.9 Relación entre VO<sub>2</sub> máx./kg y condición física aeróbica

En caso de que, por razones económicas o de tiempo, no dispongamos de los medios para realizar los test de laboratorio ergométrico funcional de carácter máximo o

Regular o promedio		Bien		Excelente	
VO <sub>2</sub> máx./kg	MET	VO <sub>2</sub> máx./kg	MET	VO <sub>2</sub> máx./kg	MET
31-37,9	8,86-10,82	<b>38-48,9</b>	<b>10,85-13,97</b>	> 49	> 14
28-33,9	8-9,68	<b>34-44,9</b>	<b>9,71-12,83</b>	> 45	> 12,86
24-30,9	6,86-8,83	<b>31-41,9</b>	<b>8,86-11,97</b>	> 42	> 12
21-27,9	6-7,97	<b>28-37,9</b>	<b>8-10,83</b>	> 38	> 10,85
18-23,9	5,14-6,83	<b>24-34,9</b>	<b>6,86-9,97</b>	> 35	> 10

Regular o promedio		Bien		Excelente	
VO <sub>2</sub> máx./kg	MET	VO <sub>2</sub> máx./kg	MET	VO <sub>2</sub> máx./kg	MET
34-42,9	9,71-12,26	<b>43-52,9</b>	<b>12,28-15,11</b>	> 53	> 15,14
31-38,9	8,86-11,11	<b>39-48,9</b>	<b>11,14-13,97</b>	> 49	> 14
27-35,9	7,71-10,26	<b>36-44,9</b>	<b>10,28-12,83</b>	> 45	> 12,86
25-33,9	7,14-9,68	<b>34-42,9</b>	<b>9,71-12,26</b>	> 43	> 12,28
23-30,9	6,57-8,83	<b>31-40,9</b>	<b>8,86-11,68</b>	> 41	> 11,71

submáximo, como vía para evaluar el VO<sub>2</sub> máx/kg, se podrían aplicar test de campo de diferentes niveles de intensidad, pero cuidando de no aplicar test máximos en personas con problemas de salud o con riesgo cardiovascular. Para estos test cabe utilizar diferentes modalidades tales como caminar, trote o *jogging*, natación, ciclismo. La valoración se establece, según el grupo de edad y género, para una distancia determinada y según el tiempo realizado. Esta modalidad puede ser válida tanto en una población saludable como en otra con problemas de salud. En el capítulo 6 presentaremos algunos test que podrían ser utilizados para evaluar la condición física aeróbica para cualquier tipo de población mediante la caminata y el *jogging* o el trote.

## 6. El entrenamiento anaeróbico y la salud

Queda dicho que el entrenamiento anaeróbico es de gran importancia en el deporte de competición dependiendo de la dosificación del régimen de entrenamiento de la disciplina deportiva en cuestión.

No juega ningún rol de importancia si lo relacionamos con la salud con fines de prevención, tratamiento o rehabilitación. Incluso, para determinado grupo de población puede ser perjudicial, por ejemplo, en pacientes con cardiopatía isquémica, hipertensión arterial, enfermedad cerebrovascular, diabetes, obesidad, sedentarismo y, también, en estados biológicos del envejecimiento como el climaterio o la tercera edad. Este tipo de ejercicio no desarrolla la condición física cardiorrespiratoria-metabólica o aeróbica.

Se ha aceptado plenamente que el mayor perjuicio, en el entrenamiento anaeróbico, es el trabajar en el metabolismo anaeróbico láctico y en el trabajo de fuerza del tipo isométrico.

Dependiendo del estado de salud y de la condición física del paciente, se pueden proporcionar pequeños estímulos en forma de carreras con predominio anaeróbico aláctico en personas saludables y con buena CF, o que son portadores de alguna patología controlada y con una buena CF aeróbica, pero siempre, en estos últimos casos, bajo prescripción médica.

## 6.1 Diferencias entre ejercicio aeróbico y anaeróbico

Es necesario aclarar las frecuentes dudas que suelen aparecer respecto a las características propias de ambas modalidades de ejercicio, especialmente por tratarse de elementos básicos determinantes que es preciso conocer cuando se quiere prescribir actividad física.

El ejercicio aeróbico dirigido a la población tiene como base una intensidad del ejercicio de leve a moderada, en la que participan grandes grupos musculares, de forma dinámica, rítmica y, generalmente, continua, con una duración adecuada que no debe exceder los 60 minutos. El ejercicio aeróbico obtiene la energía en presencia de oxígeno a partir principalmente de los hidratos de carbono y de los lípidos, con poca acumulación de ácido láctico, y sin sobrepasar el umbral anaeróbico.

En el **entrenamiento aeróbico**, los elementos resultantes de la adaptación crónica al ejercicio son el aumento de la volemia, la dilatación de la cavidad ventricular y el aumento de la potencia contráctil cardiaca.

Estos hechos se traducen en un aumento fisiológico del volumen sistólico, tanto en situación de reposo, como en el ejercicio. Al aumentar el volumen sistólico descienden la frecuencia cardiaca y las tensiones arteriales sistólica y diastólica en condiciones de reposo y durante el ejercicio submáximo.

Por sólo citar esta modificación cardiovascular se argumentan los efectos beneficiosos del ejercicio aeróbico sobre los anaeróbicos.

En el **entrenamiento anaeróbico**, el ejercicio se realiza con mayor intensidad que en el aeróbico, y en muchas ocasiones próximo al 100% de la FC máx., lo que no permite obtener la energía en presencia de oxígeno. En caso de prolongarse más de 20 segundos se produce una acumulación de ácido láctico por encima de 4 mmol/litro, siendo su metabolismo con predominio anaeróbico láctico. Cuando realizamos este tipo de ejercicio entre 20 segundos y hasta 2 minutos y 30 segundos conseguimos la energía, principalmente, a partir de los hidratos de carbono pero de forma anaeróbica. Desde el punto de vista cardiovascular, los elementos definitorios del entrenamiento anaeróbico láctico son: la escasa o nula dilatación funcional ventricular y un engrosamiento excesivo de las paredes del corazón, que puede llegar a obstruir la salida del flujo sanguíneo por el ventrículo izquierdo. Esto es mucho más evidente en el entrenamiento de fuerza isométrica que en el entrenamiento del tipo anaeróbico dinámico o isotónico.

En las personas que realizan actividad física con predominio anaeróbico, en condiciones de reposo, el volumen sistólico no se modifica o sólo aumenta ligeramente y la frecuencia cardiaca de reposo se modifica poco o desciende levemente.

En el entrenamiento de fuerza isométrica se manifiesta lo anterior, ya que es una actividad anaeróbica; no así en el entrenamiento de fuerza isotónica, en el que se producen algunos efectos similares a los del entrenamiento aeróbico, tal como exponemos en el capítulo 3.

Cuando el ejercicio es intenso por la velocidad del desplazamiento, pero con una duración menor de 20 segundos, también se considera anaeróbico, pero del tipo aláctico, donde la energía se obtiene sin la presencia de oxígeno a partir del CrF, que se consume rápidamente. La FC no se eleva tanto durante este tipo de ejercicio. Los elementos definitorios desde el punto de vista cardiovascular, en el entrenamiento anaeróbico aláctico, son: la escasa o nula dilatación funcional ventricular y el no engrosamiento de las paredes del corazón.

Cuando el ejercicio anaeróbico aláctico se repite con poca recuperación, se pierden las reservas de CrF y el metabolismo se hace anaeróbico con predominio láctico.

## 6.2 Test de fuerza mediante pesos libres o aparatos en el gimnasio

Existen diferentes tipos de test para valorar la fuerza muscular máxima, el más utilizado es el de repetición máxima (1 RM) con pesos libres, partiendo de posiciones como el *press* de banca (pectorales en posición horizontal) o en posición de sentadilla o semisentadilla (cucillillas o semicucillillas). Este tipo de test se puede aplicar en personas saludables, jóvenes y previo entrenamiento de 2 semanas como mínimo. También se puede realizar mediante aparatos de gimnasio. Las personas con problemas de salud o de la tercera edad no deben realizar una repetición máxima (1 RM). El test de Brzycki es un método indirecto para determinar la fuerza máxima que presenta menor riesgo pero, no obstante, debe ser aplicado en personas relativamente jóvenes, con previo entrenamiento y sin problemas de salud importantes. No siendo objeto del presente libro la descripción de los test, remitimos a los interesados a consultar otras bibliografías, así como al capítulo 11 de mi libro recién editado (Pancorbo, 2008).

## 6.3 Ejercicio o entrenamiento de fuerza isométrica

El “efecto de compresión” que ejercen los músculos del grupo muscular que estamos entrenando, en contracción isométrica sostenida sobre los vasos sanguíneos, a partir del 60% de la fuerza muscular máxima, puede afectar a los sistemas cardiovascular y respiratorio, ya que se incrementa la FC. Asimismo, se produce un incremento de las presiones arteriales sistólica y diastólica, debido a la gran fuerza de impulsión cardiaca resultante del fuerte estímulo simpático y de la elevada resistencia vascular. Todo ello puede producir un aumento de la presión intraabdominal o de la superposición de la maniobra de Valsalva con apnea inspiratoria. Este tipo de ejercicio no es beneficioso para la salud y está contraindicado en ciertos grupos de población.

El entrenamiento de fuerza es anaeróbico, del tipo aláctico, pero al realizar varias repeticiones y series se necesita hacer uso del metabolismo anaeróbico láctico, ya que las continuas repeticiones con poca recuperación entre ellas producen depleción del CrF y no existe tiempo suficiente para la recuperación del mismo, por lo que, en este caso, la única vía de obtención de energía es la anaeróbica láctica a partir del glucógeno.

El entrenamiento de fuerza isométrica está contraindicado en pacientes con hipertensión arterial, cardiopatía isquémica, arritmias, insuficiencia cardiaca, enfermedades cerebrovasculares, diabetes, obesidad, sedentarismo, así como en personas de la tercera edad.

En la tabla 11 podemos observar los efectos fisiológicos de la fuerza aplicada según el porcentaje de intensidad a emplear por los diferentes grupos musculares que actúan.

**Tabla 11. Porcentaje de intensidad de la fuerza máxima (1 RM) y su repercusión fisiológica.**

Intensidad fuerza máxima (%)	Efectos fisiológicos	Fuente energética predominante	Tipos de fibras reclutadas
20-25%	No existe aumento de la presión intramuscular para ocluir la circulación de los vasos sanguíneos	Aeróbica	I II A
> 25-60%	Oclusión parcial o total de los vasos sanguíneos por aumento de la presión intramuscular a partir del aumento de la intensidad. Acúmulo de ácido láctico, pH, fatiga. Depleción del creatín fosfato	Anaeróbica alactácida y lactácida. Aeróbica	II A II B I
> 80%	Oclusión total de los vasos sanguíneos por muy elevada presión intramuscular. Tiempo de duración de 5-25 s por agotamiento del creatín fosfato	Anaeróbica alactácida y lactácida	II B II A

A partir del 60% de 1 RM, podemos afirmar que la persona se encuentra realizando entrenamiento de fuerza isométrica. Cuando realizamos entrenamiento de fuerza con un porcentaje  $\leq 40\%$  de 1 RM, el ejercicio de fuerza es de predominio isotónico y cuando lo realizamos con valores  $\geq 60\%$  de 1 RM, es de predominio isométrico o estático. El entrenamiento de fuerza entre el 20 y el 40% de 1 RM tiene un efecto aproximado al de la CF cardiorrespiratoria-metabólica (aeróbica) y se denomina CF musculoesquelética de tipo isotónico o dinámico, lo que aumenta la resistencia muscular.

## 7. Adaptación aguda al ejercicio

### 7.1 Reacción aguda al ejercicio

Es la respuesta biológica a la carga de una sesión de entrenamiento o de ejercicio. Por ejemplo, puede ser la respuesta individual ante actividades como: pasear o caminar, trotar sobre una cinta o en la pista, nadar, correr, trabajo de fuerza en el gim-

nasio, o una sesión de entrenamiento de un deporte determinado, como pudiera ser fútbol, tenis, baloncesto, judo, gimnasia rítmica, remo, ciclismo, halterofilia, natación o cualquier otra.

La respuesta dependerá del estado de salud de la persona, de su edad y del nivel de desarrollo de sus capacidades funcionales y morfológicas e, igualmente, del tipo de ejercicio, de la intensidad y duración de la carga y de la recuperación entre cada sesión.

Un ejercicio dinámico o continuo en que participen grandes grupos musculares, con una duración de hasta 60 minutos y con una intensidad leve o moderada garantiza, sin duda alguna, el desarrollo de la CF cardiorrespiratoria y metabólica, constituyendo a la par una magnífica opción para la salud, la longevidad y la calidad de vida.

## 7.2 Adaptaciones crónicas durante el ejercicio

La adaptación crónica al ejercicio, cualquiera que sea su especificidad, suele alcanzarse cuando se realiza de forma mantenida por periodos de 24 semanas o más, como se ha evidenciado científicamente. Con ello se produce, sin lugar a dudas, importantes adaptaciones fisiológicas en el organismo, que afectan a los sistemas cardiorrespiratorio, endocrino-metabólico, inmunológico, neurológico y musculoesquelético. Las adaptaciones fisiológicas serán más destacadas a medida que se mantengan durante más tiempo.

Dichas adaptaciones están asociadas a los siguientes principios:

- De individualidad (incluye aspectos genéticos).
- De especificidad del entrenamiento, según sea el predominio aeróbico, anaeróbico o mixto.
- De relación entre volumen, intensidad, frecuencia del ejercicio y recuperación.
- De progresión de la carga del ejercicio.
- De mantenimiento.

### 7.2.1 Adaptaciones crónicas al entrenamiento en el deporte de competición

Las adaptaciones fisiológicas variarán de acuerdo con las características propias de cada deporte. Unas u otras primarán, según se trate de deportes cíclicos de mediana intensidad o de alta intensidad; del tipo de resistencia o de velocidad; si prepondera la fuerza o si se combina la fuerza con la resistencia; o si se tratare de deportes acíclicos.

### 7.2.2 Adaptaciones crónicas al ejercicio en los programas de actividad física para diferentes grupos de población

Ha quedado demostrado que el desarrollo de la CF cardiorrespiratoria-metabólica y de la CF musculoesquelética del tipo isotónico producen cambios muy favorables

para la expectativa y la calidad de vida de la población, tal como se expone, con más detalle, en los capítulos 2, 3 y 4.

### 7.3 Respuestas hemodinámicas, relativas al esfuerzo dinámico y al estático como consecuencia de las adaptaciones funcionales crónicas

En la tabla 12 se muestran los indicadores que reflejan las adaptaciones crónicas al ejercicio, mediante respuestas hemodinámicas muy diferentes, considerando el ejercicio aeróbico o dinámico frente al desarrollo de la fuerza isométrica o estática. Sin duda, las del tipo dinámico son mucho más saludables para la población.

En el ejercicio dinámico, en comparación con el ejercicio estático, se manifiesta una respuesta fisiológica más favorable para la salud. En efecto, el sistema cardiovascular presenta un gasto cardiaco mayor a expensas del volumen sistólico. Esto es consecuencia de la hipertrofia fisiológica del ventrículo izquierdo producida por la realización de entrenamiento aeróbico, que va acompañada de un incremento del consumo de oxígeno, de menor resistencia periférica, mayor presión arterial diferencial, menor presión arterial diastólica y menor presión arterial media.

**Tabla 12. Comparación de las respuestas hemodinámicas (ACSM, 2003). Modificado por Pancorbo, 2008.**

Variables	Ejercicio dinámico o aeróbico	Ejercicio estático o isométrico
Gasto cardiaco	++++	+
- Frecuencia cardiaca	++	+
- Volumen sistólico de eyección	++	0
Resistencia periférica	-	+++
Presión arterial sistólica	+++	++++
Presión arterial diastólica	- 0 +	++++
Presión arterial media	++	++++
Trabajo del ventrículo izquierdo	Mejora el volumen de la eyección y de su eficiencia	Dificulta la eyección, por el aumento de la presión interna
Consumo máximo de oxígeno absoluto y relativo	++++	+

+: aumenta; -: disminuye; 0: inalterado.

## 8. Capacidades motrices y habilidades

La capacidad motora es la condición previa para que el hombre desarrolle las habilidades necesarias para la vida cotidiana, desde poder realizar un esfuerzo prolongado con cierta intensidad, hasta efectuar un esfuerzo muy intenso y de duración corta. O en edades avanzadas practicar algo de intensidad leve, como caminar durante un tiempo con seguridad, o levantar un objeto del suelo.

Con el paso de los años, como consecuencia del proceso biológico normal de envejecimiento, y con la presencia de determinadas patologías, esas capacidades se deterioran y pueden disminuir bastante, lo que complican la supervivencia. Cuando conservamos un estilo de vida saludable, a pesar de la edad, podemos llegar a mantener un porcentaje importante de nuestras capacidades funcionales motrices, lo que permite vivir con una buena calidad de vida.

Las capacidades motoras, en definitiva, son condiciones de tipo endógeno que permiten la formación de habilidades de este tipo. Forman un conjunto de predisposiciones o potencialidades motrices fundamentales en el hombre que hacen posible el desarrollo de las habilidades motoras aprendidas.

Un nivel suficiente u óptimo de desarrollo de las mismas permite la formación de numerosas y sofisticadas habilidades.

El conocimiento de las condiciones generales que predisponen al resto de las motricidades es un elemento de la mayor importancia para quienes programan actividades de educación física en las escuelas, en los diferentes niveles del deporte de competición y en los que planifican la actividad física dirigida a la población. Estos profesionales deben conocer la aplicación de diferentes tipos de tests que les permita evaluar las mencionadas capacidades, incluyendo desde los más simples hasta los que exigen cierta complejidad.

Una acertada definición de capacidades motoras es la brindada por el norteamericano Fleishman, quien especifica la diferencia entre habilidad y capacidad. La habilidad es definida como el nivel de pericia necesaria para realizar una acción específica o para un conjunto limitado de acciones. La capacidad presenta un aspecto más general que se deduce de la constancia en la correlación en ciertas respuestas para un concreto tipo de acciones. Estas cualidades son más bien duraderas y, en el adulto, difícilmente modificables. Conviene añadir que, con el paso de los años, se pierde un porcentaje importante de las referidas capacidades.

Buena parte del potencial de las capacidades motoras es heredado y el resto se desarrolla con el entrenamiento. Las capacidades motrices se diferencian en condicionales y coordinativas.

## 8.1 Capacidades motoras condicionales o funcionales

También son conocidas como capacidades orgánico-musculares y están basadas en la eficacia de los mecanismos energéticos.

Fundamentalmente se reconocen la fuerza, la resistencia y la velocidad.

Los factores que las limitan corresponden a la disponibilidad de energía en los músculos merced a los mecanismos que regulan su abastecimiento, a partir de las enzimas, la nutrición, la velocidad y la fuerza de las contracciones musculares según la calidad de las unidades motoras. Estas capacidades poseen un porcentaje genético, pero indudablemente se desarrollan con la actividad física.

El mayor desarrollo de las capacidades condicionales concurre con el inicio de la pubertad, en particular entre los 12 y los 17 a 18 años. Con el envejecimiento dis-



minuyen, pero en tanto que la persona sea más activa y saludable, la reducción no es tan evidente, sobre todo en comparación con las personas de la misma edad pero con problemas de salud e inactivos.

## 8.2 Capacidades motoras coordinativas

Son denominadas también capacidades perceptivo-cinéticas. Dependen de la capacidad de captación y elaboración de las informaciones por parte de los analizadores implicados en el movimiento (tácticos, cinestésicos, vestibulares, ópticos y acústicos) y de la formación de las habilidades motoras y sus realizaciones.

Su desarrollo está muy acentuado en la fase prepuberal, en particular entre los 6 y de los 11 a 12 años.

La capacidad de hacer coincidir lo que se quiere realizar y lo que se realiza se identifica como proceso de coordinación, el motor que se articula para una finalidad, la elección y la realización de los programas propios. La coordinación actúa sobre la base de las informaciones elementales y de las referencias provenientes de los analizadores. Estos últimos constituyen la base funcional de la organización y de la realización de los movimientos. Con el envejecimiento, y en compañía del sedentarismo y de algunos problemas de salud, se produce una disminución marcada de la coordinación motriz y de las habilidades.

## 8.3 Capacidades motoras intermedias

La flexibilidad y la velocidad de reacción motora pueden encontrarse entre ambos grupos. La primera no se asocia por lo general con aspectos importantes de la organización de los movimientos, sólo de modo limitado en algunos aspectos de su regulación; y la segunda es una simple realización perceptivo-cinética. Ninguna de las dos implica aspectos significativos de carácter energético. Algunos autores incluyen estas dos capacidades intermedias como parte de la condición motora condicional, la flexibilidad como una cuarta capacidad y la velocidad de reacción motora como parte de la capacidad de velocidad. Al igual que en las capacidades motoras condicionales y en las intermedias, el envejecimiento y la falta de actividad física favorecen su disminución.

## Puntos claves del capítulo

- *La condición física está compuesta por los elementos de resistencia cardiorrespiratoria, fuerza, resistencia muscular, flexibilidad, dimensiones antropométricas (composición corporal), coordinación-equilibrio y un buen estado psicoemocional. Es una actividad programada, estructurada y controlada.*
- *A una carga física del ejercicio, teniendo en cuenta el volumen y la intensidad dosificada por un especialista, le corresponde una carga biológica, como respuesta a la dosis del ejercicio planificado.*

- *Para la contracción muscular es imprescindible transformar la energía química de los macronutrientes en mecánica, utilizando tanto la vía aeróbica como la anaeróbica, predominando una u otra, en dependencia de la intensidad y de la duración del ejercicio, así como del estado de salud y de la condición física de la persona.*
- *Los hidratos de carbono son el combustible por excelencia para la actividad física, participando en los dos sistemas y dependiendo de la intensidad del ejercicio.*
- *En los programas de actividad física dirigida a la población, el sistema energético de elección es de predominio aeróbico y la energía se obtiene, principalmente, a partir de los lípidos y de los hidratos de carbono.*
- *La actividad física aeróbica garantiza un incremento del volumen sistólico, con un mayor llenado del ventrículo izquierdo. Ello mejora la eficiencia de los componentes del gasto cardiaco, disminuyendo la frecuencia cardiaca de reposo.*
- *El consumo de oxígeno está dado por el producto del gasto cardiaco y la diferencia arteriovenosa de oxígeno.*
- *El consumo máximo de oxígeno relativo es el mejor indicador funcional de salud. Usualmente también se representa en la práctica médica por medio de su conversión en MET.*
- *Las adaptaciones crónicas de nuestro organismo a un determinado tipo de entrenamiento específico se alcanzan a partir de los 6 meses de su práctica mantenida. Entre 24 y 28 semanas, se hacen evidentes las adaptaciones fisiológicas específicas como consecuencia de una condición física entrenada de forma sistemática.*
- *La actividad física aeróbica, o sea, la del tipo dinámico que depende de la condición física cardiorrespiratoria-metabólica, es la responsable de los cambios hemodinámicos de importancia que repercuten de forma positiva en la salud. En ocasiones debe ir acompañada por el desarrollo de la condición física musculoesquelética de tipo isotónico que favorezca la resistencia muscular, la mejora de la densidad ósea y la flexibilidad.*
- *Es peligroso en pacientes con problemas de salud con patologías cardiacas, enfermedades cerebrovasculares, hipertensión arterial, obesidad, diabetes o involucrados por su edad en un proceso normal de envejecimiento y, en su caso, el climaterio, y en el adulto mayor, que se les programe ejercicios de musculación a partir de la fuerza isométrica.*
- *Las capacidades motoras y las habilidades se van desarrollando en los primeros años de la vida, después se consolidan con la madurez y se van perdiendo con el envejecimiento. En este último caso, los efectos se hacen más notables en las personas inactivas y con problemas de salud. Las personas activas logran mantener mejor sus capacidades motoras y sus habilidades, lentificando los procesos biológicos del envejecimiento con respecto a las capacidades de: resistencia, fuerza, velocidad, flexibilidad y coordinación, así como logran conservar las habilidades necesarias para la vida. Sin duda, las personas activas poseen una mejor calidad de vida y mayor independencia que las inactivas.*



## Capítulo 2.

# Importancia de la condición física cardiorrespiratoria-metabólica para la salud. Especificidad de la actividad física. Componentes. Principios. Relevancia de la intensidad del ejercicio. Beneficios a nivel cardiaco y riesgo cardiovascular

---

*Objetivos principales del capítulo:*

- *Confirmar que la condición física cardiorrespiratoria-metabólica es, sin duda, la mejor opción para aportar salud en cada diferente grupo de población.*
- *Describir las características y los componentes del ejercicio aeróbico, es decir, frecuencia, duración e intensidad, que conforman la dosis saludable de la actividad física, unido al tipo de ejercicio aeróbico utilizado.*
- *Demostrar la máxima importancia de la intensidad del ejercicio.*
- *Describir los principios de la condición física (CF) cardiorrespiratoria-metabólica y de sus beneficios.*

### **1. Condición física cardiorrespiratoria-metabólica o CF aeróbica**

La condición física cardiorrespiratoria-metabólica es la que más eleva el consumo máximo de oxígeno absoluto y relativo en la población, y se convierte indudablemente en un factor de protección de la salud. Esta CF recibe también, en la literatura profesional, otras denominaciones, como CF cardiorrespiratoria, CF aeróbica, entrenamiento aeróbico, entrenamiento cardiovascular, entrenamiento de resistencia, cardiorresistencia, entre otras.

En este libro corroboraremos que la prescripción de la actividad física de forma personalizada se dosifica de conformidad con los siguientes parámetros:

- El estado de salud de cada persona. Se valora el riesgo para determinadas enfermedades, según el grado de padecimiento de alguna de ellas y su estado actual, además de las complicaciones asociadas.

- Edad cronológica de la persona y género. Es válido para cualquier edad, desde la infancia hasta la ancianidad.
- La condición física de cada persona al inicio del programa, que puede aportar información sobre la edad biológica funcional actual.

Para diseñar un programa de ejercicio de forma individualizada es imprescindible una previa intervención médica adecuada, realizada por los profesionales de Atención Primaria, que recoja, entre otros, aspectos como: historia clínica con antecedentes patológicos personales y familiares, estilo de vida, examen físico, análisis clínico, electrocardiograma de reposo, valoración del riesgo, utilizando, por ejemplo, la tabla SCORE para el riesgo cardiovascular (RCV) y, si fueran necesarios, otros estudios como, tal vez, una prueba de esfuerzo. Esto lo abordaremos en el capítulo 7.

- La condición física cardiorrespiratoria-metabólica está caracterizada por:
  - La especificidad del ejercicio, del tipo aeróbico.
  - La frecuencia, la duración y la intensidad del ejercicio, que son sus componentes fundamentales, muy interrelacionados entre sí, para lograr una planificación certera de la dosis adecuada del ejercicio.
  - Sujeta a tres principios de importancia: individualización, progresión y el mantenimiento del ejercicio. Siendo todos de gran importancia, el principio de individualización es el punto de partida para el diseño del programa.

Sin duda, la CF cardiorrespiratoria-metabólica es la opción ideal de ejercicio para el mejoramiento y el mantenimiento de la salud, es uno de los pilares efectivos para enfrentarse al riesgo cardiovascular y al riesgo metabólico, así como para la mejora y compensación de la salud en pacientes portadores de enfermedades degenerativas crónicas. Colabora igualmente con la lentificación del proceso biológico del envejecimiento, incluidas las enfermedades neurológicas y del aparato locomotor.

La “**dosis de actividad física**” que una persona debe realizar depende de los factores englobados en la denominación **FITT**: frecuencia, intensidad, tiempo (duración) y tipo (especificidad del ejercicio), en combinación con los mencionados principios de individualidad, progresión y mantenimiento.

Un programa integral de ejercicio físico de predominio aeróbico, saludable y personalizado tiene como objetivos el desarrollo de la condición física cardiorrespiratoria-metabólica, en combinación con la condición física musculoesquelética de tipo isotónica. En esta combinación participa el metabolismo aeróbico y el anaeróbico, este último de carácter leve-moderado. No se recomienda el predominio isométrico (ver capítulo 3).

A lo anterior se pueden adicionar ejercicios antiestrés del tipo taichí en diferentes momentos y de 2 ó 3 veces por semana.

## 2. Especificidad del ejercicio

Los ejercicios de predominio aeróbico se desarrollan con la participación de grandes grupos musculares, de forma dinámica, rítmica, generalmente continua, con una

duración adecuada que no debe exceder de 60 minutos y con una intensidad leve o moderada.

Citamos, entre otras posibilidades, modalidades como: caminatas o paseos, *footing* o trote, ciclismo, natación, esquí, remo, canotaje, subir y bajar escaleras, bailar, *aerobic* o actividades en el gimnasio, tales como sobre la cinta, en el cicloergómetro, en la elíptica, o en el *norditrack*.

Si el paciente presenta limitaciones parciales o totales, podría realizar el ejercicio en el gimnasio o en instalaciones deportivas o de salud que dispongan de ergómetros para miembros superiores o con algún “equipo” similar, que disponga de adaptaciones para llevar un ritmo adecuado, que asegure que el porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima (FC máx.) no sobrepasará el 75%. Otra buena opción sería la piscina, nadando o haciendo gimnasia en el agua. Del mismo modo es útil, según los casos, el uso del cicloergómetro ajustado para miembros inferiores, los ejercicios físicos calisténicos, los ejercicios de fuerza limitados de carácter isotónico o los ergómetros para miembros superiores en personas que no puedan utilizar los miembros inferiores.

La fuerza isotónica (ver capítulo 3) para desarrollar la musculatura de forma saludable se realiza en el gimnasio mediante la mecanoterapia. También se puede conseguir utilizando parte del propio cuerpo o con el de un compañero, o auxiliados en sus inicios con medios de resistencia de poco peso (nunca más de 2 kg), para acrecentar la fuerza del tren superior mientras camina. La fuerza isotónica se adquiere, indudablemente, mediante el desarrollo de la condición física musculoesquelética, aunque este tipo de CF también favorece de forma indirecta el desarrollo de la CF cardiorrespiratoria-metabólica. Es preciso insistir en que las personas con problemas de salud han de obtener la aprobación de un personal médico autorizado.

Sin duda, la modalidad de caminar o de pasear a paso rápido es la modalidad de elección para la mayoría de la población que busca mejorar la salud y la condición física. Se trata, pues, de una actividad submáxima de baja intensidad y con poco riesgo de ocasionar lesiones del aparato locomotor u otras alteraciones. Es la de máxima indicación para realizarse en las instituciones de salud, e incluso en instalaciones deportivas próximas, o en espacios públicos como parques, circuitos de calles, instalaciones deportivas, gimnasios provistos de cinta rodante, la bicicleta ergométrica, etcétera.

La población en general debe evaluar la posibilidad de incluir en sus actividades cotidianas la opción de moverse con más frecuencia y andando más tiempo a diario, como ir del trabajo a casa, dentro del propio trabajo, evitando ascensores y escaleras mecánicas, usando la bicicleta de ser posible, practicando trabajos de jardinería en la casa, etcétera. Pueden buscarse las más variadas opciones susceptibles de incorporar a diario, con tal de aumentar la movilidad y el gasto energético, favoreciendo indirectamente la condición física cardiorrespiratoria y metabólica.

Recomendamos tener cuidado al elegir variantes de ejercicios aeróbicos, sobre todo en personas que tienen una baja condición física. Las alternativas de baile aeróbico, sesiones de *spinning* y similares pueden convertirse en sesiones de ejercicios

anaeróbicos y no saludables para personas con sobrepeso, hipertensas, de mayor edad, etcétera, con bajo nivel de CF. Debe comprenderse que el esfuerzo que hace una persona con actividad aeróbica al 75% de su frecuencia cardiaca, puede suponer para otra con menos condiciones o más edad hasta un 90% o más de la misma, resultando, desde luego, muy perjudicial para su salud.

### **3. Duración del ejercicio**

La duración de la actividad física es un componente importante en el desarrollo de la CF cardiorrespiratoria-metabólica.

Previa y posteriormente a la realización del ejercicio aeróbico en sus diferentes variantes, caminar, trotar, nadar, etcétera, debe realizarse un buen calentamiento de los diferentes grupos musculares durante 5 a 10 minutos. Por supuesto, tanto durante el calentamiento como durante la recuperación del ejercicio, la frecuencia cardiaca o pulso del entrenamiento será más bajo que el que corresponde a la carga física del ejercicio aeróbico.

Los pacientes inactivos, saludables o no, podrían en su mayoría situar inicialmente la duración de la carga física de los ejercicios aeróbicos en 10 minutos, para ir aumentándola progresivamente hasta llegar como máximo a los 60 minutos, con un ritmo estable de carácter submáximo, y nunca con una intensidad mayor al 75% de la FC máx. En ocasiones, algunos pacientes muy inactivos con riesgo cardiovascular elevado o portadores de determinadas patologías, necesitan iniciar el programa de ejercicios con una duración reducida de tan sólo 5 a 6 minutos, en razón de su deficiente estado de salud con CF y valores de consumo de oxígeno máximo relativo ( $VO_2$  máx./kg) muy bajos.

Más de 60 minutos de ejercicio aeróbico ininterrumpido no es recomendable para estados de salud deficientes, independientemente de que posean una buena CF, como explicaremos más adelante. Por el contrario, personas saludables y con buena CF pueden hacer ejercicio físico durante más de 1 hora.

La OMS recomienda realizar actividad física diaria durante 30 minutos para todos los grupos de estado de salud, edad y CF, lo que asegura un gasto energético beneficioso para nuestra salud de forma mantenida.

Personas con determinadas enfermedades degenerativas tales como obesidad, síndrome metabólico, diabetes, hipertensos, portadores de cardiopatía isquémica, entre otras, una vez alcanzada cierta adaptación al ejercicio, deberían ser capaces de practicarlo de forma continua entre 40 a 60 minutos diarios, para garantizar un gasto energético extra, que colabore con la disminución del peso corporal y mejore la CF cardiorrespiratoria-metabólica, y a su vez disminuya el RCV y metabólico. Reiteramos que en la mayoría de los casos, la mejor modalidad podría ser el paseo o la caminata.

Las personas adaptadas al ejercicio aeróbico y sin factores de riesgo de importancia, que necesiten bajar de peso corporal, pueden hacer una modalidad de baja intensidad y de duración de hasta 90 minutos.

Es importante durante el calentamiento y la recuperación, incluir ejercicios de flexibilidad y de coordinación. En el epígrafe correspondiente se propone una serie de ejercicios que pueden ser realizados y modificados según criterios profesionales y del tiempo disponible. En estos ejercicios se deben incluir ejercicios de estiramiento junto a ejercicios respiratorios.

## 4. Frecuencia del ejercicio

Es uno de los tres componentes de la CF cardiorrespiratoria-metabólica o aeróbica. Sin duda, la realización diaria de actividad física es un factor de éxito para mejorar la CF aeróbica y para el control de ciertas patologías y para la reducción de los factores de riesgo. En su defecto puede admitirse una frecuencia de 4 a 6 veces a la semana, pero como mínimo de 3.

En este último supuesto, se debería distribuir en días alternos, por ejemplo: lunes, miércoles y viernes.

En ocasiones, hay personas que, por limitaciones de tiempo, prefieren planificar la actividad física por 1 hora 2 veces a la semana, en lugar de 30 minutos 4 veces a la semana. Este criterio es errado, la frecuencia de la actividad física es muy importante al establecer la planificación. Hay evidencias de que los efectos de la actividad física aeróbica con la frecuencia requerida, puede ser similar a los de algunos medicamentos usados para disminuir el peso corporal, para controlar la glucemia, el colesterol, los triglicéridos y la presión arterial.

La frecuencia de la actividad física diaria es fundamental y produce beneficios increíbles y es insustituible en determinadas patologías. Es de la mayor utilidad en la rehabilitación cardiovascular, en la diabetes, en la obesidad y en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), entre otras.

En ciertos casos y ante estados de salud muy deteriorados, o con complicaciones de alguna enfermedad, el ejercicio se podría planificar para dos sesiones en el mismo día, de poca duración, lográndose mejorar gradualmente el estado del paciente, tanto en lo físico como hasta en el ánimo. Esto es muy común en pacientes con EPOC, obesos mórbidos, pacientes con dificultades en la locomoción, insuficiencia cardíaca, entre otras.

## 5. Intensidad del ejercicio

La intensidad del ejercicio es el componente más importante de la actividad física en la población, pero entraña mayor riesgo y es el más difícil de planificar y controlar; si se yerra, puede ocasionar graves riesgos en determinados grupos de población. Su mejor control es registrar el ritmo cardíaco. Oportunamente trataremos otros métodos indirectos.

Calibrando la intensidad del ejercicio podemos diseñar el pulso del entrenamiento en las diferentes personas, aunque siempre conservando el principio de la individualización de la actividad física.



La intensidad de la actividad física programada con la finalidad de mejorar la salud y el nivel de bienestar de la población puede encontrarse en un amplio espectro, abarcando entre el 54 y el 85% de la FC máx., lo que equivale al 40-80% del  $VO_2$  máx.

Como observamos, es un rango muy amplio en el que evidencias científicas han demostrado que existen mejoras indiscutibles de la condición física aeróbica y de la salud, incluyendo también la recuperación de indicadores cardiorrespiratorios y metabólicos en el organismo.

Pero la dosis de intensidad en la actividad física dependerá del estado de salud de la persona, de la edad y de la condición física que posee. Por ello, lo que puede ser bueno para una persona saludable y activa al entrenar entre el 75 y el 85% de la FC máx., no lo sería en otra persona con problemas de salud e inactiva, necesitando, quizá, emplear en los inicios una intensidad del ejercicio, entre el 54 y el 60% de su FC máx. En el capítulo 7 presentaremos diferentes programas y ejemplos al respecto. En la mayoría de los casos se recomienda iniciar el ejercicio entre el 54 y el 70% de la FC máx. en pacientes con riesgos de salud. Eventualmente y en condiciones físicas muy deterioradas es, incluso, necesario iniciar sobre el 50% de la FC máx., según hemos explicado anteriormente. Es importante enfatizar que, en el área de la salud y en pacientes con riesgo, debemos ser especialmente muy conservadores al prescribir actividad física, sobre todo ante cualquier duda y más aún si no disponemos de una prueba de esfuerzo cardiovascular.

Personas jóvenes, saludables y con muy buena CF pueden desarrollar la CF cardiorrespiratoria-metabólica aproximadamente entre el 85 y el 90% de la FC máx.

Existen diferentes formas de planificación y de control de la intensidad del ejercicio para diferentes grupos de estado de salud y edad, siendo la más importante la determinación del porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima (% de la FC máx.). También existen diferentes fórmulas para el cálculo de este porcentaje.

Durante el ejercicio existe una relación directa con el aumento del gasto cardíaco (GC), ya que esto asegura el aumento del  $O_2$  necesario para los tejidos.

El consumo de oxígeno ( $VO_2$ ) aumenta de forma lineal con la intensidad de la FC hasta un límite. Ver la tabla 6 del capítulo 1, en la que aparece la relación entre el porcentaje de la FC máx., el porcentaje del  $VO_2$  máx., y la relación de ambos con el grado de percepción del esfuerzo según la escala de Borg, cumpliendo así una clasificación cuantitativa y cualitativa de la intensidad del ejercicio.

Existen diversas fórmulas para la planificación y el control de la intensidad del ejercicio en la población y en las que se relacionan el porcentaje de intensidad de la FC máx. y la del  $VO_2$  máx. Las más utilizadas son las relacionadas con el control del ritmo cardíaco, mediante la FC. A partir de aquí, podemos conocer el porcentaje de la FC máx. y del  $VO_2$  máx. en cada persona en la que deseamos que se desarrolle el pulso del entrenamiento.

El control de la FC se puede realizar de forma directa mediante un pulsómetro o un fonendoscopio, o utilizando la mano, con el segundo y tercer dedo colocado

sobre la arteria carótida durante el ejercicio y la recuperación, y en el radio durante el reposo. Es necesario entrenar a los profesionales de la salud y del ejercicio para la obtención manual de la FC de esta manera, para lograr controlar la intensidad del ejercicio con el menor margen de error. Igualmente es importante educar a los pacientes para que sepan detectar su FC tanto durante el reposo, como durante el ejercicio y en la recuperación.

Si no se dispone de un pulsómetro sugerimos detectar, durante el ejercicio y la recuperación, la FC a los 15 o a los 10 segundos. La primera opción tiene menor rango de error porque se toma en un tiempo mayor y se multiplica por cuatro para conocer las pulsaciones en 1 minuto, mientras que en la segunda opción ha de multiplicarse por seis. No obstante, la segunda es frecuentemente la más utilizada, porque se realiza en menos tiempo.

No obstante, la mejor forma de controlar la intensidad de la actividad física en la población es determinar el ritmo cardiaco. Mediante la FC se puede conocer la intensidad del ejercicio usando dos variables:

- A partir del porcentaje de la frecuencia cardiaca máxima (% de la FC máx.).
- A partir del porcentaje del consumo máximo de oxígeno (% del  $VO_2$  máx.) o frecuencia cardiaca máxima de reserva (FC de reserva).

Esta última, es la que nos permite conocer de forma indirecta, a partir de la FC, el porcentaje del  $VO_2$  máx. en un momento dado. Es también conocida como reserva de la FC máx. Si la comparamos con el porcentaje de la FC máx., se encuentra que está asociada a una mayor intensidad del ejercicio y con mayor cantidad de pulsaciones, lo que podría llegar a ser perjudicial, de no ser conscientes de lo que representa el nivel de intensidad de cada una de ellas.

Ambas variables, el porcentaje de la FC máx. y el porcentaje del  $VO_2$  máx. o frecuencia cardiaca de reserva (FC de reserva), nos permiten diseñar el pulso del entrenamiento o del ejercicio, tanto en el deporte de competición como en los programas de actividad física dirigidos a diferentes grupos poblacionales con finalidades de prevención y de salud.

Las dos variables utilizadas se fundamentan en las siguientes fórmulas:

---

$$FC \text{ máx.} = 220 - \text{edad (OMS)}$$

$$FC \text{ de reserva o } \% \text{ del } VO_2 \text{ máx.} = FC \text{ máx.} - FC \text{ reposo (Karvonen)}$$

---

A continuación, presentamos un ejemplo de aplicación de las mismas, que permitirá apreciar las diferencias de valores en el pulso del ejercicio.

Persona de 50 años, con 80 pulsaciones de reposo, portador de síndrome metabólico, con hipertensión grado 2, para quien se prescribe una intensidad de entrenamiento de entre el 54 y el 70% de su FC máx., o sea, aproximadamente, entre el 40-65% del  $VO_2$  máx.

En la tabla 13 de este capítulo se puede apreciar la relación entre el porcentaje de la FC máx. y el porcentaje del  $VO_2$  máx., la cual se vincula con la información que aparece reflejada en la tabla 6 del capítulo 1.

Aplicando ambas fórmulas se aprecian los siguientes comportamientos:

---

**FC máxima = 220 – edad**

---

**Persona de 50 años**

FC máx. = 170 lat./min.

Se decide que a partir del estado de salud, edad y CF inicial, este paciente realice actividad física al inicio de su programa entre el 54 y el 70% de su FC máx., lo que representa entre el 40-65% del VO<sub>2</sub> máx.

170 → 100%

X → 54%

x = 92 puls./min

170 → 100%

X → 70%

x = 119 puls./min

---

El pulso del entrenamiento para este paciente entre el 54 y el 70% de su FC máx. estaría en sus inicios entre los 92 y los 119 latidos/minuto.

Utilizando la otra fórmula tenemos:

---

**FC de reserva o % del VO<sub>2</sub> máx. = FC máxima – FC reposo**

---

FC de reserva o % del VO<sub>2</sub> máx. = 170 – 80 = 90 puls./min

---

Esta persona debe tener su pulso de entrenamiento entre el 40 y el 65% de su VO<sub>2</sub> máx., que se correspondería, aproximadamente, con el 54-70% de la FC máx.

Utilizando la fórmula de la FC de reserva o del porcentaje del VO<sub>2</sub> máx.:

---

**Pulso de entrenamiento FC de reserva = FC reposo + % Intensidad (FC de reserva)**

---

50% del VO<sub>2</sub> máx. = 80 + 0,40 (90) = 116 puls./min

65% del VO<sub>2</sub> máx. = 80 + 0,65 (90) = 138 puls./min

---

Se aprecia con esta fórmula que el pulso de entrenamiento llega a tener mayor intensidad que con la anterior, y si valoráramos el porcentaje de la FC máx. de esas pulsaciones para una persona de 50 años, estaría situada, aproximadamente, entre el 68,2 y el 81,2% de la FC máx., lo que podría resultar muy intenso para una persona con ese estado de salud, sobre todo si se llegara a realizar actividad física por encima del 75% de la FC máx. Por ello, preferimos trabajar la intensidad del ejercicio de forma más conservadora y consecuentemente sugerimos la utilización de la fórmula de la FC máx.

Si el paciente presenta una frecuencia cardíaca de reposo elevada ( $\geq 80$  lat./min), sería más intenso aún el pulso de entrenamiento utilizando la fórmula de FC de reserva o de % del VO<sub>2</sub> máx. Por ejemplo, en la persona de 50 años referida, si tuviera una pulsación de reposo con 5 lat./min de más, o sea con una pulsación de reposo de 85 lat./min, al aplicar el pulso de entrenamiento de la FC de reserva mostraría un pulso de entrenamiento mayor. Así, para un porcentaje de intensidad de 40% del VO<sub>2</sub> máx. tendría de 139 lat./min y para el 65% de intensidad del VO<sub>2</sub> máx. sería de 173 lat./min, lo que es muy superior cuando el paciente tenía 80 lat./min de reposo. Por ello aconsejamos utilizar la fórmula de la OMS. No obstante, en casos de pacientes con problemas cardíacos, es siempre interesante obtener el pulso de entrenamiento por las dos fórmulas, la de la OMS y la de Karvonen.

## 6. Principales métodos para valorar la intensidad del ejercicio en los programas de actividad física para diferentes grupos de estado de salud en la población

Los tres métodos principales que pueden ser utilizados consideran, respectivamente: el ritmo cardiaco (frecuencia cardiaca y porcentaje de la FC máx.), el cálculo de los MET o la percepción propia del ejercicio.

### 6.1 Intensidad de la actividad física según el porcentaje de la frecuencia cardiaca máxima (% de la FC máx.)

Existen diferentes fórmulas matemáticas para obtener el porcentaje de la FC máx., dentro de éstas:

---

FC máx. =  $220 - \text{edad}$ . OMS

FC máx. =  $207 - (0,67 \times \text{edad})$ . Gellish

FC máx. =  $208 - (0,7 \times \text{edad})$ . Tanaka

FC máx. =  $206 - (0,7 \times \text{edad})$ . Londeree & Moeschbenger

---

Ninguna fórmula matemática resulta exacta, desde el punto de vista biológico, respecto al ritmo cardiaco.

La primera fórmula es la más antigua, data de la década de los 50, pero mantiene su vigencia y aún es la recomendada por la OMS.

Realmente no es exacta, pero su margen de error no es grande, y por otra parte el nivel de intensidad es conservador. Es la preferida para la población, pues no resulta agresiva.

Las últimas tres fórmulas fueron diseñadas en este siglo y son más conservadoras en las edades infantiles y en adolescentes, particularmente la de Londeree & Moeschbenger para menores de 18 años, con menos lat./min que la de la OMS, ya que la FC máx. es menor en las tres. Por ello, sugerimos que para la diabetes del tipo 1 y en otras patologías, en los periodos infantil y adolescencia, se utilice dicha fórmula. En deportistas, sobre todo en adolescencia, puede emplearse cualquiera de ellas, incluida la de la OMS.

Las tres últimas fórmulas mencionadas resultan muy exigentes para personas mayores de 50 años, por lo que para esas edades aconsejamos la de la OMS.

Recomendamos que la fórmula de la OMS (FC máx.=  $220 - \text{edad}$ ), pueda ser aplicable a partir de los 19 años, y que la de Londeree & Moeschbenger para niños y adolescentes hasta los 18 años. Si fuera necesario seleccionar sólo una, no dudáramos en indicar la de la OMS (FC máx. =  $220 - \text{edad}$ ).

Insistimos en recordar que para realizar el ejercicio físico necesitamos transformar la energía química facilitada por los macronutrientes en energía mecánica para garantizar la contracción de los diferentes grupos musculares involucrados en el ejercicio.

Cuando estamos realizando actividad física aeróbica hasta el 70% de la FC máx., estamos obteniendo energía con predominio de los lípidos. Sin embargo, cuando entrenamos entre el 70 y el 75% prevalecen los hidratos de carbono, ocupando el segundo lugar los lípidos, ya que éstos se utilizan muy poco a partir del 70%. Cuando se trabaja entre el 75 y el 85% de la FC máx. se obtiene la energía a expensas de los hidratos de carbono desde el punto de vista aeróbico, prácticamente sin utilización de los lípidos.

A continuación presentamos la tabla 13, donde aparecen algunas variables concernientes a la prescripción y al control de la intensidad del ejercicio en diferentes estados de salud, y que hemos diseñado como consecuencia de una amplia consulta bibliográfica y de la aportación de nuestra propia experiencia profesional.

**Tabla 13. Áreas de intensidad del entrenamiento a través de la CF cardiorrespiratoria-metabólica para diferentes grupos de estado de salud (Dr. Pancorbo, 2003).**

Áreas para entrenar y desarrollar la CF	% FC máx.	% VO <sub>2</sub> máx.	Escala de Borg
Forma metabólica y disminución del peso corporal	54-70%	40-65%	10-12
Área para el diabético	54-75%	40-70%	11-13
Área para el hipertenso leve o moderado	54-75%	40-70%	11-13
Forma aeróbica	70-85%	65-80%	12-14
Protección cardiovascular	80-85%	75-80%	13-15
Umbral anaeróbico (UA)	80-90%	75-85%	14-16

Evidencias científicas han demostrado que a partir del 54% de la FC máx. existen beneficios metabólicos como resultado de la mejora de los niveles de glucemia, del perfil del lipidograma con la disminución del peso corporal y un mejor comportamiento de la presión arterial. A ello también se añade una disminución de la circunferencia abdominal y del porcentaje de grasa corporal. Otros investigadores consideran que estos efectos son más demostrables a partir del 60% de la FC máx., o sea, del 50% del VO<sub>2</sub> máx.

Por encima del 75% de la FC máx., en pacientes diabéticos, hipertensos, en personas sedentarias con baja condición física, con problemas cardiovasculares, etcétera, no resulta beneficioso el ejercicio porque puede ocasionar problemas de salud. En este capítulo y en el capítulo 5, en el epígrafe 5.2, se ofrece la argumentación al respecto.

Personas saludables jóvenes o relativamente jóvenes, con buena o excelente CF aeróbica, pueden entrenar con una intensidad entre el 75 y el 85%, lo que garantiza la forma aeróbica. Cuando se entrena entre el 80 y el 85% de la FC máx., se está protegiendo activamente el sistema cardiaco. Personas jóvenes saludables y practicantes de entrenamiento de resistencia aeróbica con excelente CF aeróbica podrían llegar hasta el 90% de la FC máx. sin acumulación de lactato y con valores no superiores de 4 mmol/l, con lo cual estarían entrenando en el área del umbral anaeróbico.

En los diabéticos, en ocasiones, se hace difícil la obtención de la FC por padecer algunas patologías neurológicas o cardíacas asociadas, haciéndose necesario, al res-

pecto, el adiestrar al paciente para que reconozca el esfuerzo al percibir algunas sensaciones ocasionadas por el propio ejercicio, como la respiración, la sudoración y la sensación de mayor o menor agotamiento. Algo semejante ocurre en los pacientes con neuropatía autonómica, la FC puede no reflejar con exactitud la intensidad del ejercicio. Por ello es importante la utilización de la escala de Borg, donde, por ejemplo, la percepción de 10-13 en la escala de 20 representa entre el 54 y el 75% de la FC máx. Remitimos a la clasificación que aparece en las tablas 13 y 14. Cuando mencionamos en la tabla 13 al área de protección cardiovascular, nos referimos a aquella que se encuentra entre el 80 y el 85% de la FC máx., correspondiendo a un área de predominio aeróbico, pero con una intensidad relativamente alta, no recomendada para personas con problemas cardiovasculares u otros, como la diabetes o la EPOC. Ese nivel es el indicado para una persona saludable con buena condición física y buen consumo de oxígeno relativo, que le permitirá entrenar en esta área. Como se trata de personas en este caso con buena condición física cardiorrespiratoria y buen estado de salud, la denominamos “área de protección cardiovascular”.

## 6.2 Área de intensidad para área positiva de cardiopatía isquémica en prueba de esfuerzo cardiovascular

Por su importancia nos parece justificado explicar el caso posible de un paciente portador de una cardiopatía isquémica, o que se encuentra en fase de rehabilitación cardiovascular postinfarto. Se sugiere entrenar entre  $\leq 85$  y el 80% del área de isquemia coronaria diagnosticada en el test ergométrico funcional. Nos referimos a la zona o área donde se ha diagnosticado la isquemia coronaria, como puede ser la aparición de desplazamiento del segmento ST, extrasístoles ventriculares vigeminadas o trigeminadas. Es esa área, precisamente, la que consideramos al máximo de su posibilidad actual, o sea, como el 100% de la frecuencia cardiaca máxima. Al tenerlo en cuenta se evitan posibles problemas cardiovasculares ante una intensidad inadecuada del ejercicio que en ocasiones van acompañados de dolor anginoso, arritmias ventriculares severas, crisis hipertensivas, síncope, infarto y hasta muerte súbita. En el capítulo 4, en sus epígrafes 7.5.3 y 7.5.4, argumentamos sobre esta temática.

## 6.3 Equivalente metabólico y su relación con el nivel de intensidad del ejercicio. Una variable utilizada en la práctica clínica

Recordemos que un equivalente metabólico, 1 MET, es la cantidad de  $O_2$  consumida por kilogramo de peso corporal en un minuto por un individuo en reposo, y equivale a 3,5 ml  $O_2$ /kg/min.

En la literatura médica es muy usual el identificar la intensidad del ejercicio realizado por una determinada carga, y se utilizan con frecuencia múltiplos de MET.

Cuanto más intensa es la actividad física, más elevado es el nivel de éstos. Conociendo el consumo máximo de oxígeno relativo se pueden conocer también los MET, y viceversa.

En los capítulos 6 y 7 se explica cómo se calculan los MET partiendo de la intensidad con que se desarrollan las diferentes actividades, entre las que se incluyen el caminar y el trotar entre otras. También se demuestra cómo, a partir de los MET, se puede calcular el gasto calórico dependiendo de la intensidad y duración de una actividad física determinada.

Los valores de referencia de los MET en dependencia de la intensidad de la actividad física, según sea leve, moderada o vigorosa (intensa), se mueven en los siguientes rangos, considerando:

- < 3 MET como una actividad de intensidad leve.
- De 3 a 6 MET como una actividad de intensidad moderada.
- > 6 MET como una actividad de intensidad vigorosa (intensa).

A continuación se muestran algunos valores de los MET, conforme a la intensidad de diversas actividades:

- Caminar o pasear a una velocidad de 3 km/h representa 2 MET.
- Caminar o pasear a una velocidad de 3,6 km/h representa 2,4 MET.
- Caminar o pasear a una velocidad de 4,2 km/h representa 3 MET.
- Caminar a una velocidad de 4,8 km/h representa 3,5 MET.
- Caminar a una velocidad de 5,4 km/h representa 4,2 MET.
- Caminar a una velocidad de 6 km/h representa 5 MET (esto representa caminar 100 metros por cada minuto).
- Caminar o trotar a una velocidad de 6,6 km/h representa 5,8 MET.
- Caminar o trotar a una velocidad de 6,75 km/h representa 6 MET.
- Caminar o trotar a una velocidad de 7,2 km/h representa 6,8 MET.
- Trotar a una velocidad de 7,5 km/h representa 7,3 MET.
- Trotar a una velocidad de 10,2 km/h representa 10,8 MET.
- Trotar o correr a una velocidad de 12,6 km/h representa 13 MET.
- Trotar o correr a una velocidad de 15 km/h representa 15,2 MET.

La intensidad del ejercicio se acompaña de diferentes manifestaciones biológicas como respuesta al ejercicio. Una de las cuales, y de gran importancia para identificar el nivel de intensidad del ejercicio, es la frecuencia cardiaca y lo que representa su porcentaje de FC máx. La magnitud de la respuesta de la frecuencia cardiaca ante el estímulo del ejercicio se diferenciará según el estado de la condición física de cada persona, del estado de salud y de la edad. Por ejemplo: caminar para una persona saludable y activa a una velocidad que represente una intensidad del ejercicio de 5 MET puede ocasionar una respuesta cardiaca del 55% de la FC máx., en tanto que para otra persona menos activa, menos saludable y 5 años mayor, puede significar alrededor del 70% de la FC máx. o algo más. Para ello tendría que realizar un mayor esfuerzo pero, por lo general, al inicio de un programa de ejercicios no existe preparación previa, ya que es diferente caminar

una distancia de 100 m, que caminar a ese ritmo 3 km o sea 3.000 m. Incluso a medida que aumentase la distancia a recorrer, se incrementaría la intensidad de la frecuencia cardiaca, sobre todo en el segundo ejemplo, ya que carece de la condición física aeróbica adecuada que le permita llevar ese ritmo.

Las personas no saludables y con deficiente condición física no deben mantener la intensidad del ejercicio por encima de los 6 MET durante varios minutos. En muchas ocasiones se recomienda no sobrepasar los 4,5 MET, y que deben estar, incluso, por debajo de esta cifra cuando fuera necesario.

En personas con determinados niveles de RCV es preferible que mantengan un ritmo de intensidad al caminar entre 4 y 4,5 MET durante 45 minutos, en comparación con otra persona que, con iguales características de RCV, edad y condición física, que llevó una intensidad de 5,5 MET caminando durante sólo 20 minutos. Los efectos en ambos casos en cuanto a beneficios para la salud y mejora de la condición física, serán mayores en la persona que caminó a un ritmo de 4,5 MET durante 45 minutos. En los capítulos 6 y 7 presentaremos varios ejemplos que fundamentan este criterio.

A pesar de la opinión corriente que considera que de 3 a 6 MET es una actividad de intensidad moderada, la realidad señala que, en algunos grupos poblacionales, el estar próximo a valores  $\geq 5$  MET, puede resultar demasiado intenso y, entonces, si el paciente no está acompañado o monitorizado por electrocardiograma (ECG), pudiera entrar en riesgo. Lo ideal es poder llegar a caminar a un ritmo de 6 km/h cuando tengamos la CF aeróbica y un buen estado de salud, lo que equivale a una intensidad de 5 MET.

Aunque en determinados estados de salud lo anterior no sería posible, lo importante, indudablemente, es recibir la dosis de ejercicio necesaria en cada momento. Debemos recordar que velocidad (V) se representa dividiendo la distancia (D) en metros entre el tiempo (T) desarrollado para vencer esa distancia en segundos. Ese valor se expresa en metros/segundo. Si queremos convertirlo en kilómetros/hora, habrá que multiplicarlo por la constante 3,6.

Un ejemplo: una persona que camina 100 metros en 1 minuto, equivale a caminar 6 kilómetros.

---

$$V = D/T = 100 \text{ m}/60 \text{ s} = 1,666 \text{ m/s}$$

$$\text{km/h} = 1,666 \times 3,6 = 6 \text{ km/h}$$

---

En la práctica clínica, realizando la prueba de esfuerzo funcional cardiopulmonar de carácter máximo o submáximo, en la que el paciente está monitorizado con el electrocardiograma, podemos conocer el  $\text{VO}_2$  máx. y el  $\text{VO}_2$  máx./kg de una persona, que podemos expresar en su equivalente a MET, ante una prueba máxima cardiovascular, diseñada para que el paciente llegue al 100% de su FC máx. Por lo general, estos estudios se realizan sin analizadores de gases de esfuerzo, por lo que se obtienen valores de forma indirecta, aunque fiable, resultando más económico el estudio. Cuando realizamos la prueba de esfuerzo funcional acompañada de analizadores de gases sí obtenemos el  $\text{VO}_2$  máx. y el  $\text{VO}_2$  máx./kg de forma directa, lo que nos permite conocer los umbrales aeróbicos y anaeróbicos.



Existen fórmulas que permiten conocer el  $VO_2$  máx., el  $VO_2$  máx./kg, los MET y el gasto energético (kcal), a partir de la intensidad expresada por el tiempo realizado para una distancia, ya sea caminando o trotando. En los capítulos 6 y 7 presentaremos varios casos prácticos.

En el propio capítulo 6, en su epígrafe 8, abordamos aspectos importantes sobre los MET y su aplicación en la práctica médica, correspondiendo a diferentes grupos de salud en la población, para la predicción de la expectativa de vida merced a la prueba de esfuerzo cardiovascular y con la prescripción de la dosis saludable de intensidad personalizada del ejercicio físico.

## 6.4 Percepción de esfuerzo

Dado el interés de la misma, en la tabla 6 del capítulo 1 y en la 13 de este capítulo se presenta una valoración integral de la percepción del esfuerzo, relacionando el porcentaje de la FC máx. o el porcentaje del  $VO_2$  máx., con la escala de Borg para la valoración del esfuerzo. La tabla 14 es otra forma de expresar dicha percepción en pacientes con dificultades para el control del ritmo cardiaco y que padecen determinados problemas de salud, como son el caso de diabéticos con problemas neurológicos avanzados, en neuropatía autonómica.

En el desarrollo de esta tabla observamos que el nivel de esfuerzo se relaciona con variables fisiológicas como la respiración y la sudoración que, en teoría, se corresponden con un porcentaje de FC máxima aproximado.

**Tabla 14. Propuesta de percepción de esfuerzo para diferentes niveles de esfuerzo.**

Nivel del esfuerzo	Percepción del esfuerzo	% de la FC máx. aproximada
Muy leve	Prácticamente no se percibe esfuerzo	< 50%
Leve-moderado	El esfuerzo empieza a notarse y la respiración se hace más intensa que lo normal. Se inicia la sudoración	50-64%
Moderado	Respiración más profunda, llegando hasta jadeos y sudoración en personas con baja condición física aeróbica	65-75%
Moderado intenso, intenso o muy intenso	Puede transcurrir desde falta de respiración y sudoración intensa, hasta sensación de lipotimias en personas con condición física aeróbica baja o muy cercana a sus posibilidades reales	> 75%

Otra forma de medir la intensidad del ejercicio, merced a la percepción del esfuerzo, es emplear el reconocido “test de hablar”, que permite medir la intensidad de la capacidad para hablar durante el ejercicio de la siguiente forma:

- Intensidad leve. La persona debe ser capaz de cantar o mantener una conversación mientras lleva a cabo una actividad como el caminar leve o el limpiar.
- Intensidad moderada. La persona logra mantener una conversación, pero con cierta dificultad mientras ejecuta una actividad como caminar con paso mode-

rado aumentando a moderado-intenso, trotar de forma moderada, montar en bicicleta o remar, también de forma moderada, bailar, trabajar en jardinería, practicar disciplinas deportivas de forma moderada.

- Intensidad vigorosa. Si la persona jadea o se queda sin aliento y no puede mantener una conversación con facilidad al trotar-correr a un ritmo vivo o al practicar disciplinas deportivas de forma intensa.

## 6.5 Resumiendo sobre el componente intensidad de la actividad física

De cuantas variables hemos presentado para el control de la intensidad de la actividad física: ritmo cardiaco, MET y percepción del esfuerzo, la más eficaz por su fiabilidad, factibilidad y evidencia científica es la del control de la frecuencia cardiaca del ejercicio y el conocimiento del porcentaje de la FC máx. Los MET constituyen también una medida objetiva que puede ser muy útil para conocer la intensidad y la percepción del ejercicio.

En algunos estados de salud, cuando se realiza una prueba funcional con analizador de gases, se considera el umbral anaeróbico (UA) como la zona máxima de intensidad del ejercicio que se relacionaría con la frecuencia cardiaca alcanzada donde se ha determinado el UA.

En el capítulo 5 presentamos una interesante relación, referente al porcentaje de la intensidad del ejercicio, relacionando el porcentaje de la frecuencia cardiaca máxima y la respuesta endocrinometabólica, y respaldado por las correspondientes evidencias fisiológicas y clínicas. Seguros de su utilidad, aconsejamos tenerlo muy en cuenta cuando se necesite dosificar correctamente la actividad física en pacientes diabéticos o en personas hipertensas.

## 7. Relación entre los tres componentes de la CF cardiorrespiratoria-metabólica

### 7.1 Relación intensidad-duración del ejercicio

La intensidad y la duración (volumen), expresadas en los programas de actividad física (AF) en el tiempo, conforman la carga del ejercicio en una sesión de entrenamiento que, asociada al tipo de ejercicio que se realice, determinan la dosis del ejercicio para la sesión (frecuencia) de actividad física. En las personas con problemas de salud o en el adulto mayor, el tiempo de duración del ejercicio es más importante que la intensidad, dado que la finalidad es buscar la mejor adaptación a la actividad física.

Por ejemplo, el gasto calórico de un obeso que entrena al 60% de su FC máx. durante 45 minutos caminando a 5,7 km/h, puede estar próximo al gasto calórico por la AF de una persona joven, saludable y con buena CF, entrenando durante 25 minutos con una intensidad del 85% de la FC máx., corriendo a 12,4 km/h. Para pro-

teger la salud del paciente con problemas, se hace necesario emplear mayor tiempo en el ejercicio pero con una intensidad más leve, para conseguir los beneficios deseados. En personas jóvenes y saludables, mayor intensidad en menor tiempo garantiza los objetivos del ejercicio.

## 7.2 Relación intensidad-duración-frecuencia

El aumento del consumo máximo de oxígeno se relaciona directamente con la intensidad, la duración y la frecuencia del entrenamiento, así como con el tipo específico de ejercicio que se está realizando.

Dependiendo de la cantidad, de la calidad del entrenamiento y de la CF inicial, el aumento de éste varía de un 5 a un 30% en una persona que antes era inactiva. Diferentes estudios han demostrado que se puede obtener un aumento mínimo del 15% del  $VO_2$  máx.

La cantidad y calidad de la actividad física dependen de la adecuada combinación de la intensidad, la duración y la frecuencia del ejercicio y del tipo específico de ejercicio que se esté ejecutando.

Los resultados fisiológicos en cada persona deben ser interpretados en relación con la variación genética y la cantidad y calidad del entrenamiento, así como del estado de salud y de la edad de la persona.

A un mayor porcentaje de intensidad del ejercicio correspondería menor duración de la carga por sesión y de la frecuencia del ejercicio a la semana.

La planificación de estos tres componentes, tanto como la progresión de los mismos, dependerán del estado de salud, edad y condición física inicial de la persona y del avance o progresión establecido en el programa de actividad física.

## 8. Principio de individualización o personalización del ejercicio

En décadas pasadas se consideraba que cuanto más intenso fuera el ejercicio físico resultaba más saludable. Pero en la década de los años 80 del siglo pasado, la Sociedad Americana del Corazón (AHA) y el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) plantearon firmemente el principio de individualización del ejercicio conforme a las características propias de los diferentes grupos de estado de salud, edad y condición física.

Los estudios realizados al respecto demostraron que las actividades leves o moderadas también producen efectos beneficiosos en las personas sedentarias, con problemas de salud o mayores de edad. Y que, por el contrario, la aplicación de ejercicios intensos en estos grupos de personas puede ocasionar problemas de salud tales como lesiones del aparato locomotor o descompensaciones cardiovasculares o metabólicas.

Esto no significa que no existan diferencias entre una actividad intensa y una moderada, pero sí revelan que la intensidad no es todo. En personas con problemas

de salud, desempeñan un papel muy importante la duración y la frecuencia del ejercicio, más que la intensidad. Por ello puede considerarse que una intensidad moderada prolongada durante cierto tiempo es mejor para la salud de dichas personas que una actividad intensa que dure poco tiempo.

Las personas activas, saludables y jóvenes o relativamente jóvenes pueden realizar ejercicio a una intensidad fuerte y durante un tiempo prolongado, lo que redundará en mayor gasto de energía y en aumento de la actividad del sistema cardiovascular. Se acepta plenamente que es completamente necesario personalizar un programa de actividad física, tanto más cuando se trata de personas que padecen afecciones físicas. Como ya hemos explicado, habrá de tenerse en cuenta el estado de salud, la edad y la condición física inicial de cada persona. Sólo entonces se prescribirá el ejercicio físico y se seleccionará el tipo específico de éste, dosificando bajo el principio de progresión los componentes de intensidad, duración y frecuencia, y conformando de esta forma la dosis de ejercicio diario necesario para cada persona.

Reiteramos que el principio de personalización es el punto de inicio para seleccionar el tipo específico de ejercicio elegido para una persona concreta con la finalidad de desarrollar la CF cardiorrespiratoria-metabólica.

En pacientes patológicos se considera como un aspecto importante el estimar el grado de compensación, lo avanzado de la enfermedad, las posibles complicaciones, los factores de riesgo y la coexistencia de otras afecciones asociadas.

## **9. Principio de progresión del ejercicio**

Para preparar un buen programa de actividad física habrá que tener presente siempre el principio de progresión, primordial para que surta el efecto pretendido sobre la persona que lo inicia.

Para que una persona mejore su CF aeróbica de forma continua se le debe aplicar una sobrecarga gradual y progresiva en cantidad.

Los tres componentes principales de la condición cardiorrespiratoria-metabólica (intensidad, duración y frecuencia) se irán incrementando gradualmente, teniendo en cuenta las características individuales de cada persona hasta llegar al límite de lo saludable.

Las evidencias científicas demuestran que un programa de ejercicio específico destinado al desarrollo de una determinada CF que tenga previsto una duración de 24 semanas o más puede producir cambios de adaptación fisiológica. Por ello proponemos programas que, en general, cumplan esas 24 semanas.

Durante la progresión del programa se incrementa más el componente duración que la intensidad, logrando de esta forma una mejor adaptación fisiológica a la actividad física (AF) y evitando con ello sobrecargar los sistemas locomotor, cardiovascular, metabólico.

A medida que avance el programa, y si fuera necesario, se podría modificar la relación entre sus tres componentes, teniendo en cuenta las características individuales de cada persona y sus respuestas al ejercicio.

Como tal, la progresión del entrenamiento pasa por tres etapas:

### I. Acondicionamiento del entrenamiento (2 a 6 semanas)

La duración de esta primera etapa dependerá del estado inicial de cada persona, por lo que podría abarcar desde sólo 2 semanas hasta más de 6 en algunos casos.

### II. Mejora de la condición aeróbica (18-22 semanas)

En esta etapa se podrán ir haciendo evidentes los cambios que paulatinamente se alcanzan con la introducción del programa de ejercicio, considerando las mejoras logradas en la condición física aeróbica y en el propio estado de salud. Por lo general, se necesitan como mínimo 24 semanas para que se aprecien los beneficios de la adaptación al ejercicio.

En algunos sujetos, para que sean evidentes estos efectos fisiológicos y saludables, se podrían necesitar variaciones del tiempo de adaptación y hasta un nuevo programa de 24 semanas. En esta etapa de mejora de la condición aeróbica es cuando se culmina el primer programa de 24 semanas.

### III. Mantenimiento

Sin duda, para lograr mantener la mejora de las capacidades vitales alcanzadas con el ejercicio, habrá que asumir estos programas como parte del estilo de vida saludable de cada persona. Considerando las características del sujeto y durante esta etapa, se podría combinar con otras actividades deportivas o recreativas a elección del propio sujeto y bajo criterio médico.

Esta tercera etapa empezaría a partir de un segundo programa de ejercicio de 24 semanas.

En muchas ocasiones, el paciente padece problemas importantes que ocasionan un deterioro de su estado de salud y una condición física aeróbica muy limitada en relación con su grupo de edad y sexo. Por ello necesitará más tiempo para su adaptación y recuperación. En consecuencia, el segundo programa de 24 semanas no sería en realidad de mantenimiento, sino más bien un segundo programa para seguir mejorando la salud y la CF aeróbica.

En la tabla 15 presentamos una propuesta de programa de CF cardiorrespiratoria-metabólica en la modalidad de caminata como tipo específico de ejercicio y en la que combinamos los tres componentes bajo el principio de progresión de la actividad física. La selección del programa comienza a partir de la aplicación del principio de personalización o individualización del ejercicio.

Tabla 15. Programa de CF cardiorrespiratoria-metabólica.

Programa	Semanas	% FC máx.	Tiempo minutos	Frecuencia semanal
Etapa de acondicionamiento	1-2	54-60%	10-12	3
	3-4		14-16	3-4
	5-6		18-20	4-5
	7-8		22-24	4-5
	9-10		26-28	
Etapa de mejora aeróbica	11-12	60-65%	30-32	5-6
	13-14		34-36	
	15-16		38-40	5-7
	17-18	60-70%	42-44	
	19-20		46-48	
	21-22	60-75%	50-52	
	23-24		50-52	5-7

En el caso que presentamos se trata de un hombre de 66 años, jubilado, con sobrepeso (IMC = 28,8 kg/m<sup>2</sup>), diabético, con RCV elevado con un score 6, portador

de síndrome metabólico. El ECG de reposo es normal. La ergometría negativa de cardiopatía isquémica (CI), con un valor del  $\text{VO}_2$  máx./kg deficiente. Una propuesta de programa de AF aeróbico para esta persona podría ser la detallada en la tabla 15.

Podemos observar cómo, a medida que avanza el programa en semanas, aumentamos los tres componentes. En la prescripción de la dosis de la actividad física hemos tenido en cuenta su alto RCV, la edad y su baja CF aeróbica dada por el resultado del  $\text{VO}_2$  máx./kg, por ello hemos decidido prescribir un programa conservador donde la dosis de la actividad física crezca de forma gradual teniendo mucho cuidado con orientar la intensidad del ejercicio, incrementando de forma paulatina la duración y la frecuencia.

En estos programas de AF aeróbica de 24 semanas, en caso de tratarse de un paciente con RCV como en el presentado en la tabla 14, debe asegurarse un seguimiento permanente y continuo por el médico y la enfermera de Atención Primaria.

## 10. Principio de mantenimiento del ejercicio

El mantenimiento del ejercicio es otro de los principios importantes en la prescripción del mismo. Cuando dejamos de realizar ejercicio físico, inevitablemente, perdemos de forma gradual los beneficios alcanzados, dependiendo de nuestra CF, del estado de salud y de la edad.

La pérdida del entrenamiento o reversibilidad sucede cuando dejamos de realizar ejercicio físico como parte de un estilo de vida saludable. Las personas que no poseen una buena condición física, al abandonar durante 2 semanas el entrenamiento, disminuirían su CF, y si esto sucede en periodos de 4 a 12 semanas, podrían llegar a disminuir hasta el 50% de la misma.

Una vez compensada la enfermedad o los factores de riesgo correspondientes, y alcanzada una CF buena o excelente para la edad y sexo, con una mejor composición corporal, se requiere el mantenimiento del programa de ejercicios bajo una adecuada relación intensidad-duración-frecuencia. Y a la vez, además de sostener el programa de CF cardiorrespiratoria-metabólica, adicionar algún otro tipo de ejercicio o disciplina deportiva, como podría ser la práctica de la CF musculoesquelética del tipo isotónica, o la de determinados deportes conforme a las posibilidades de salud, edad, condiciones físicas, habilidades y gusto de las personas. Se podría sugerir, pádel, *squash*, tenis, voleibol, fútbol sala, baloncesto, fútbol, atletismo, ciclismo, natación, remo, senderismo, entre otros.

Se convierte, pues, la actividad física de predominio aeróbico en una parte importante del estilo de vida permanente de la persona.

Lo ideal es que el programa dure entre 24 y 28 semanas, y, una vez culminado, debe ser valorado de nuevo por el equipo de salud para su rediseño que, en ocasiones, es sólo el mantenimiento del programa anterior con la inclusión de nuevos estímulos necesarios para alcanzar nuevos objetivos que continúen los beneficios que ya se han alcanzado.

## 11. Beneficios de la condición física cardiorrespiratoria-metabólica

Son innumerables los beneficios que reporta esta condición física cuya organización aparece detallada, por patologías y para diferentes períodos de la vida, en el capítulo 4.

Seguidamente presentamos los principales beneficios de forma general:

- Mejora la eficiencia cardiovascular por el suministro de sangre y oxígeno al miocardio, disminuyendo la demanda de oxígeno.
- Mejora la calidad del gasto cardiaco en reposo, durante el ejercicio y la recuperación. Incrementa el volumen sistólico.
- Aumenta el flujo de sangre circulante, mejorando el retorno venoso hacia el corazón.
- Reduce las arritmias ventriculares y sus complicaciones letales, sobre todo en el reinfarto.
- Reduce la probabilidad de desarrollo de la hipertensión arterial (HTA) y desempeña un papel importante en el tratamiento de la HTA leve y moderada.
- Disminuye la rigidez de las arterias y la resistencia periférica. Hace prevalecer estructuras colágenas, mejorando la flexibilidad de los vasos. Mejora la presión arterial diferencial durante el ejercicio.
- Disminuyen los procesos de aterogénesis a nivel cardiovascular, cerebral y de la circulación general.
- Es menor el riesgo a desarrollar enfermedad cardiovascular.
- Decrece la mortalidad por cardiopatía isquémica.
- Es más rápida la recuperación del sistema cardiorrespiratorio durante esfuerzos de intensidad submáxima y máxima.
- Mejora el perfil de los lípidos, disminuyendo el colesterol total, LDL-c, triglicéridos, y favorece el aumento del HDL-c.
- Disminuye la glucemia, por el fenómeno de *insulin-like*, así como también la insulinorresistencia y el hiperinsulinismo.
- Reduce el peso corporal, rebaja el porcentaje de grasa corporal y aumenta el peso magro. Disminuye la circunferencia abdominal.
- Colabora en el equilibrio neuro-inmuno-endocrino.
- Mejora el intercambio gaseoso, favoreciendo la economía y la capacidad respiratoria.
- Combate los efectos tóxicos del tabaquismo.
- Mejora la digestión. Optimiza el tránsito intestinal y mejora el filtrado glomerular.
- Contribuye a la mejora de la fuerza muscular y de la flexibilidad, fortaleciendo el sistema locomotor.
- Mejora la locomoción y la coordinación motora, y colabora en la disminución de la artrosis y la osteoporosis.
- Participa en la producción de agentes antioxidantes y en elevar los mecanismos inmunológicos.

- Mejora la actividad sexual.
- Disminuye el estrés, la ansiedad y las dependencias. Mejora la autoestima.
- Mejora las capacidades funcionales motoras.
- Coopera en la mejora de las capacidades intelectual y laboral.
- Disminuye el absentismo laboral y colabora en el incremento de la productividad en cantidad y calidad.
- Favorece los valores del  $\text{VO}_2$  máx./kg, mejorando con ello la edad biológica y funcional, y contribuye en lentificar el proceso de envejecimiento funcional.
- Mejoran los indicadores de salud, longevidad y calidad de vida.

## Puntos claves del capítulo

- *La CF cardiorrespiratoria-metabólica, o fitness cardiorrespiratorio, es la que produce mayor elevación del consumo máximo de oxígeno absoluto y relativo en la población, así como la que incrementa los MET de una forma saludable, convirtiéndose en un factor de protección de la salud. Constituye un ejercicio planificado, estructurado y controlado.*
- *La determinación de la dosificación del programa de ejercicio aeróbico dependerá del estado de salud del paciente, de su edad y de la condición física de partida.*
- *El tipo de ejercicio específico de esta CF es el aeróbico, en el que participan grandes grupos musculares. La caminata y el trote son las modalidades más utilizadas, sobre todo la primera, en personas con determinados problemas de salud. No obstante, existen otras actividades, como nadar, montar en bicicleta, remar, o las propias del hogar o del trabajo, que pueden realizarse para colaborar en la mejora de la CF aeróbica y de la salud.*
- *La frecuencia del ejercicio es un factor de éxito que mejora la CF aeróbica, ayuda al control de alguna patología y favorece la reducción de los factores de riesgo. Se suele iniciar gradualmente, en ocasiones sólo con tres frecuencias. La frecuencia del ejercicio debe ser de 4 a 7 veces a la semana y como mínimo 3.*
- *En determinadas afecciones, la CF aeróbica debe practicarse a diario, como en la rehabilitación cardiovascular, en la diabetes, la obesidad, en la EPOC, en personas con RCV, entre otros. El ejercicio se convierte, pues, en un “medicamento de elección”*
- *Ocasionalmente se inicia la duración de la actividad física con 10 minutos, que se van incrementando gradualmente. La duración del ejercicio, con la finalidad de mejorar la salud y la CF, oscila entre 30 y 60 minutos. En ciertos pacientes que necesitan bajar su peso corporal lo ideal es hacer ejercicio alrededor de 60 minutos diarios, lo que a su vez mejorará la CF cardiorrespiratoria-metabólica.*
- *La OMS recomienda que lo ideal es caminar 30 minutos diarios, por lo menos.*
- *La intensidad es el componente más importante de la CF y la más difícil de controlar. Es totalmente necesario dosificarla adecuadamente.*
- *La mejor forma de diseñar y controlar la intensidad del ejercicio es comprobar el ritmo cardiaco, siendo la fórmula más utilizada la preconizada por la OMS*



(FC máx. = 220 – edad). Para la mejor prescripción de la actividad física es importante conocer la intensidad del ejercicio. Ver al respecto la tabla 12.

- Los MET o su equivalente en  $VO_2$  máx./kg, permiten valorar la intensidad del ejercicio en la práctica médica.
- La percepción del esfuerzo es una variable muy utilizada para evaluar la intensidad del ejercicio. En determinadas afecciones se utiliza este procedimiento si el paciente lo requiere por su enfermedad o porque tiene dificultad para controlar el ejercicio por la observación del ritmo cardiaco.
- La dosis o cantidad de la actividad física es la suma de la FITT, dada por la frecuencia, intensidad, tiempo (duración) y tipo de ejercicio.
- El principio de individualización del ejercicio es fundamental para un adecuado diseño de la CF cardiorrespiratoria-metabólica.
- La progresión de la actividad física es otro principio importante, ya que dosificaremos gradualmente los componentes del ejercicio mediante una sobrecarga moderada.
- Generalmente un programa adecuado para el desarrollo de la CF cardiorrespiratoria-metabólica debe ser diseñado para administrarlo entre 24 y 28 semanas. La tabla 15 presentada en este capítulo es un ejemplo. En el capítulo 7 expondremos diferentes programas de actividad física.
- El mantenimiento del ejercicio de por vida, como parte integrada en un estilo de vida saludable, es otro principio básico. Lo ideal es que cada 24 semanas sea valorado por personal del área de la salud y rediseñado. La mayoría de veces sólo se precisarán pequeños ajustes o estímulos para el avance y la continuidad del programa.
- La actividad física de predominio aeróbico forma parte importante del estilo de vida permanente de la persona.
- Un programa integral de ejercicio físico de predominio aeróbico, saludable y personalizado tiene como objetivos el desarrollo de la condición física (CF) cardiorrespiratoria-metabólica, que se combina con la CF musculoesquelética de tipo isotónica, siendo indispensable contar previamente con la opinión médica.
- Son innumerables los efectos beneficiosos de la CF aeróbica o cardiorrespiratoria-metabólica sobre: el músculo cardiaco, el riesgo cardiovascular, en otras entidades nosológicas y, también, sobre los procesos biológicos del envejecimiento.

## Capítulo 3.

# Condición física musculoesquelética de tipo isotónico. Importancia de la especificidad. Componentes. Principios. Flexibilidad. Beneficios. Reflexiones sobre la fuerza isométrica y sobre actividades anaeróbicas que no dependen de la fuerza. Contraindicaciones del ejercicio

---

*Objetivos principales de este capítulo:*

- *Presentar la condición física (CF) musculoesquelética isotónica como el mejor complemento para apoyar la condición física aeróbica con fines de salud, definiendo los grupos poblacionales y cuándo prescribirla.*
- *Confirmar la importancia del desarrollo con moderación de la fuerza para incrementar la resistencia muscular y la flexibilidad.*
- *Describir el tipo de ejercicio específico musculoesquelético isotónico, así como los componentes de esta condición física: frecuencia, duración e intensidad, imprescindibles para conformar la dosis adecuada de actividad física.*
- *Describir los principios de la condición física musculoesquelética y sus beneficios.*
- *Reflexionar brevemente sobre la fuerza isométrica y sobre las actividades anaeróbicas que no dependen de la fuerza. Cuidados a tener en cuenta.*
- *Reflexionar sobre algunas de las contraindicaciones de la actividad física y de los cuidados que hay que tener presentes en el deporte de fin de semana, y cuándo hay adicción a éste de forma no saludable.*

## **1. Condición física musculoesquelética de tipo isotónica o CF dinámica**

El desarrollo de la condición física musculoesquelética dirigida a la población debe lograrse a partir de ejercicios de fuerza, pero de tipo isotónico o dinámico. La finalidad es desarrollar la fuerza y la resistencia muscular necesarias para ejecutar las actividades imprescindibles para alcanzar el objetivo fundamental. Esto es, garan-

tizar la resistencia muscular, mejorar la densidad mineral de los huesos y la tan necesaria flexibilidad de las articulaciones y de los tejidos blandos. El concepto de CF musculoesquelética de tipo isotónico contempla también el desarrollo de la capacidad flexibilidad.

La CF musculoesquelética isotónica también se denomina fuerza isotónica o dinámica.

La fuerza muscular es la capacidad del músculo para producir tensión y superar una fuerza contraria. La resistencia muscular es la capacidad propia del músculo para mantener la tensión o las contracciones necesarias, durante un periodo relativamente prolongado de tiempo. Este tipo de ejercicio garantiza el desarrollo y el fortalecimiento de los músculos y otras partes blandas compuestas por tejidos conectivos como son los tendones y los ligamentos. Al mismo tiempo se fortalecen también los huesos al aumentar su densidad mineral. Este tipo de CF asegura una articulación mucho más funcional y con mayor flexibilidad.

La flexibilidad es la capacidad de moverse en todo el trayecto del movimiento de una articulación determinada y a la vez, favorece la elasticidad necesaria de músculos, tendones y ligamentos.

Cuando mencionamos la CF musculoesquelética de tipo isotónico, estamos incluyendo el desarrollo de la flexibilidad, además de la fuerza y la resistencia muscular, mejorando la densidad mineral de los huesos sobre los que ejercitamos la fuerza, como ya explicamos anteriormente. Secundariamente se logra una pequeña hipertrofia muscular. Todo ello permite mejorar la calidad de vida, y ayuda a desarrollar, con mayor seguridad y vigor, las actividades cotidianas, junto a otras acciones recreativas y deportivas. Se aumenta el incremento de la fuerza y se contribuye al desarrollo de la CF aeróbica, la flexibilidad y la velocidad de los movimientos. Se facilita la mejora de la coordinación y de la habilidad para ejecutar determinado tipo de movimientos, se proporciona mayor seguridad en la ejecución de los desplazamientos, lo que redundará, en las personas mayores, proporcionándolas más independencia y autoestima, ya que su locomoción se hace más ágil y segura y disminuye la incidencia de caídas y fracturas con sus consecuentes complicaciones. En colectivos que pretenden alcanzar objetivos de salud, no interesa el desarrollo de la fuerza isométrica que produce una marcada hipertrofia muscular para alcanzar la fuerza máxima.

Es importante el desarrollo de la fuerza isométrica o estática, que es la utilizada por los practicantes del fisiculturismo, y muy marcadamente en la halterofilia y en otras disciplinas como, dentro del atletismo, los lanzamientos de martillo, disco y peso (o bala), y en general, de una forma u otra, en la mayoría de los deportes de competición.

En la gran parte de los pacientes con enfermedades y factores de riesgo, está contraindicada la práctica de la fuerza isométrica. En el primer capítulo de este texto, bajo el epígrafe 6, incluida la tabla 11, así como en el subepígrafe 7.3. y en la tabla 12, se argumenta que los efectos fisiológicos derivados del entrenamiento de fuerza isométrica son perjudiciales para este colectivo de población.

En el presente capítulo 3, en los epígrafes 9 y 10, abordamos lo relacionado con el desarrollo de la fuerza isométrica de forma directa e indirecta.

El trabajo para la mejora de la fuerza y de la resistencia muscular lleva aparejado el aumento de la potencia muscular que permite realizar una actividad física en menor tiempo, con mayor eficiencia y seguridad en los movimientos.

Para el diseño de un programa que mejore la CF musculoesquelética isotónica, recurrimos reiteradamente a mencionar las esenciales e inevitables variables: estado de salud, edad y condición física inicial.

Confeccionar un programa competente de acondicionamiento físico requiere correcta planificación y estructuración y un control debidamente personalizados, de carácter conservador, progresivo y mantenido y, en muchos casos, con el asesoramiento de un profesional.

Para iniciar un programa para el desarrollo de la CF isotónica se debe asegurar la existencia de un buen estado de salud y como mínimo de una condición física próxima a los **6 MET** ( $\geq 21,0$  ml O<sub>2</sub>/kg/min), lo cual podemos conocer mediante la prueba de esfuerzo máxima monitorizada con electrocardiograma o, en personas saludables, durante test de campo, que presentaremos en el capítulo 6. Los pacientes con problemas de salud necesitan siempre la autorización de su médico para practicar la fuerza isotónica.

En muchas ocasiones los pacientes deben iniciar su actividad al respecto con un programa que mejore la CF cardiorrespiratoria-metabólica y, cuando sea posible, incorporarse de forma moderada al programa de entrenamiento de la fuerza isotónica.

Los ejercicios deben ser realizados con la máxima amplitud del recorrido articular, ejecutando cada movimiento con la técnica adecuada para evitar posibles lesiones y un consumo innecesario de energía. Recordar siempre que es conveniente realizar un adecuado calentamiento antes del trabajo de la carga específica (desarrollo de la fuerza isotónica) y efectuar, después del entrenamiento, una adecuada recuperación. Siempre, antes y después del entrenamiento de fuerza, deben incluirse ejercicios de flexibilidad, como parte del calentamiento y de la recuperación, aunque sin abusar de ellos.

Insistimos en el requerimiento de la autorización médica para realizar estos programas en pacientes diabéticos, hipertensos, cardiópatas y en otros estados de salud.

Es ideal que el profesional del gimnasio donde se entrene la fuerza isotónica tenga un nivel profesional adecuado que le permita realizar un trabajo prudente con cada persona, cumpliendo las indicaciones médicas concernientes a los diferentes grupos de población y de estados de salud. Para ello, deben tener en cuenta durante el ejercicio las correspondientes respuestas biológicas al ejercicio, como pueden ser: la frecuencia cardiaca, la presión arterial, la percepción del esfuerzo, niveles de la glucemia en los diabéticos, pulso de oxígeno u otros síntomas, tales como dolor muscular o articular, disnea, dolor precordial, lipotimias.

Es imprescindible utilizar el calzado y la ropa adecuada, no sólo para entrenar con confort, sino para evitar lesiones del sistema musculoesquelético.

Tanto las pesas como las máquinas en los gimnasios o en la casa son igualmente efectivas para este entrenamiento. Aunque las primeras son mucho más baratas, las segundas ofrecen más opciones, son más seguras y más fáciles de trabajar. También es efectivo el uso de bandas elásticas, gomas, ejercicios del tipo de abdominales y de fondo de brazos, así como el lanzamiento de la pelota medicinal de diferentes pesos, la utilización como apoyo de un compañero e, incluso, las sobrecargas originadas por la utilización de los propios músculos, que también son efectivas.

Puede ser una opción durante una sesión de la modalidad de caminar, la combinación con movimientos rítmicos de brazos soportando pequeñas resistencias de pesos libres.

## **2. Especificidad del ejercicio: fuerza isotónica**

El entrenamiento de fuerza isotónica posee efectos fisiológicos parecidos, aunque menores, al de la condición física aeróbica o CF cardiorrespiratoria-metabólica. Se desarrolla con un bajo porcentaje de la intensidad máxima de la fuerza (repetición máxima), por debajo del 40% de nuestra posible fuerza máxima para un grupo muscular determinado; ver tabla 11 en el primer capítulo.

Los efectos fisiológicos de la CF aeróbica producen un efecto global en el organismo, mientras que la CF musculoesquelética isotónica o dinámica, si bien puede repercutir también en todo el organismo, tiene desde luego un efecto local en el área que se esté trabajando, por ello se debe actuar en los principales grupos musculares.

Es bueno resaltar que, de forma general, el peso de la carga que soportan los miembros inferiores dobla el peso de la que aguantan los miembros superiores, ya que es mayor la superficie muscular de aquéllos. Recordar que el cuádriceps es el músculo más potente del cuerpo humano.

Personas saludables, jóvenes o relativamente jóvenes y con buena condición física musculoesquelética pueden desarrollar la fuerza aprovechando su propio peso corporal haciendo fondos de brazos, saltando a la comba, mediante ejercicios abdominales, o bien utilizando el peso de un compañero para hacer carretillas, juegos de cuerdas ascendiendo por éstas, correr cuesta arriba, entre otras.

El programa de fuerza isotónico para el desarrollo de la condición musculoesquelética consta de tres etapas de entrenamiento: la primera, de acondicionamiento; la segunda, de desarrollo de la condición musculoesquelética, y la tercera, de mantenimiento. Cuando se abandona el programa, se pierden las cualidades alcanzadas, ocurriendo lo mismo que con el entrenamiento de la condición cardiorrespiratoria-metabólica, es decir, se retorna al estado inicial, de aquí la importancia del principio de mantenimiento.

Nuestro criterio es que antes de iniciar un entrenamiento de fuerza, se debe realizar un acondicionamiento físico de entre 2 a 6 semanas, incluido el trabajo de iniciación en el gimnasio, en el que la persona se debe identificar con los equipos y las técnicas de cada ejercicio, para evitar de esta forma lesiones y no incurrir en un

gasto energético extra durante el mismo. Si las condiciones de la persona lo permiten, posterior al acondicionamiento físico podría realizar una repetición máxima (1 RM) en el gimnasio o 1 RM indirecta mediante el test de Brzycki, debidamente acompañado por un profesional de la ciencia de la actividad física y el deporte. En pacientes con problemas de salud, no se puede llegar a realizar 1 RM, ni tampoco aplicar el test de Brzycki. El inicio del programa de fuerza isotónica, como ya hemos explicado, será muy conservador, según criterio del profesor del gimnasio, una vez que haya interpretado el criterio médico.

### **3. Duración del ejercicio y características para el desarrollo de la CF musculoesquelética isotónica.**

#### **Circuitos de ejercicios. Volumen del ejercicio**

El ejercicio de fuerza isotónica se debe iniciar de forma progresiva y conservadora pudiendo llegar hasta los 30-50 min por sesión. Se planifica en forma de circuitos que abarquen una serie de 8 a 12 ejercicios o estaciones de los principales grupos musculares con sus respectivas repeticiones, conformando así un circuito.

Las principales estaciones por grupos musculares a trabajar en un circuito son: cuello, pectorales, dorsales, deltoides, tríceps, bíceps, antebrazos, abdominales, lumbares, cadera, cintura, cuádriceps, isquiotibiales, gemelos. Cada grupo muscular constituye una estación de trabajo o ejercicio, y los grupos musculares en que entrenamos constituyen un circuito o serie.

Cuando planificamos un circuito o serie, en que se realizan entre 8 a 12 tipos de ejercicios, es conveniente alternar miembros superiores, con el tronco y con los miembros inferiores, y desplazarnos de una estación a otra. Todo ello, unido a la respiración, hace que estos ejercicios de fuerza estén más próximos a la CF aeróbica. El objetivo de esta forma de entrenar la fuerza isotónica es desarrollar la resistencia muscular y no la fuerza máxima.

Las repeticiones se pueden iniciar realizando entre 5 y 6 por estaciones de grupos musculares y aumentar de forma progresiva hasta llegar entre 12 y 15 repeticiones.

Cuando entrenamos con un poco más de peso y hemos logrado cierto nivel de resistencia muscular, se pueden disminuir las repeticiones, quedando entre 10 y 12. Se debe entrenar con un intervalo de descanso de 30 segundos entre cada nuevo ejercicio o estación durante el circuito planificado. El trabajo en forma de circuito se hace respirando rítmicamente entre un ejercicio y otro, incluso entre las repeticiones de un mismo grupo muscular.

Las repeticiones planificadas para cada estación constituyen una serie, como ya hemos explicado. Cuando se está suficientemente entrenado y disponemos de tiempo, se pueden realizar de 2 a 3 series completas, pero siempre empleando la intensidad según los criterios de la fuerza isotónica. El intervalo de descanso entre cada nueva serie oscilaría de 3 a 6 minutos, y sería muy conveniente esperar el

inicio de la nueva serie, hasta que el paciente llegue a los 100 lat./min en su recuperación.

En relación al desarrollo de la CF musculoesquelética de tipo isotónico, el volumen de la carga está representado por la cantidad de repeticiones de cada grupo muscular realizada en una serie o en más de una serie. Si se levanta peso, en forma de peso libre o en las máquinas del gimnasio, el volumen de la carga sería la cantidad de peso cargado. Para representar ello, ofrecemos el siguiente ejemplo: si hacemos 10 repeticiones de 30 kg con los cuádriceps, afirmamos que el trabajo en la estación de cuádriceps tuvo un total de 300 kg, repartido en 10 repeticiones cada una de 30 kg. Si la persona hace 10 fondos con su cuerpo, decimos que el volumen de ese movimiento ha sido de 10 fondos. El volumen total del entrenamiento será la suma de todos los volúmenes realizados por cada grupo muscular.

En los circuitos que realizamos podemos intercalar ejercicios de fuerza que no usen las máquinas del gimnasio o de los pesos libres, pudiéndose intercalar ejercicios para los miembros superiores con lanzamientos de pelota medicinal y ejecución de fondos; a nivel del tronco, con la realización de diferentes tipos de abdominales, y en los miembros inferiores, con la ejecución de semisentadillas o sentadillas, salto de comba, entre otros. También se pueden utilizar para el desarrollo de la fuerza las bandas de *theraband*, gomas, tubos.

Un ejercicio muy completo es el realizado en el remoergómetro, ya que hace trabajar los grandes grupos musculares de los miembros superiores, del tronco e inferiores, así como estimula la CF aeróbica y la flexibilidad. Los pacientes con problemas cardiovasculares, para que puedan utilizar este equipo, necesitan la aprobación médica, y alcanzar como mínimo valores de 6 MET durante la prueba de esfuerzo. Será importante entrenar al paciente en la técnica del gesto en el remoergómetro, para que pueda sacar el mayor provecho de un ejercicio tan completo y evitar sobrecargas innecesarias a nivel global o local.

Los ejercicios abdominales para fortalecer nuestro abdomen tienen dos grandes objetivos en cuanto a la salud: uno, el de evitar el incremento de centímetros de grasa en nuestro abdomen, lo cual puede infiltrar con grasa visceral, lo cual se convierte en un riesgo cardiovascular (RCV) de importancia, y el otro objetivo es mejorar la estabilidad de nuestra columna vertebral, disminuyendo la incidencia de sacrolumbalgia acompañado de ciatalgia. Un tercer objetivo es de estética.

## **4. Frecuencia de la CF musculoesquelética isotónica**

Con sólo de 2 a 3 sesiones por semana se garantiza la cantidad y la calidad de fuerza isotónica que se necesita. El entrenamiento de la fuerza varía conforme al grupo muscular entrenado. En el caso de la musculatura lumbar, con 1 ó 2 días a la semana suele ser suficiente. Sin embargo, para los músculos de las piernas y los pectorales es preciso repetirlo de 2 a 3 veces por semana.

Si se utiliza la fuerza para influir sobre la salud, no se debe entrenar en días continuos, con 2 ó 3 sesiones en días alternos es suficiente; por ejemplo, si hacemos 3

sesiones a la semana, podrían ser los lunes, miércoles y viernes, o los martes, jueves y sábados.

## 5. Intensidad de la CF musculoesquelética isotónica

Consideramos que debe ser de carácter leve o moderado, entre el 20 y el 40% de la fuerza máxima, que aproximadamente coincide entre el 54 y el 75% de la FC máx. cuando se realiza la carga del ejercicio al levantar un peso durante un movimiento o una sucesión de movimientos.

Cuando se entrena la musculación, con peso libre o con máquinas en el gimnasio, en personas de muy bajo nivel de resistencia, se inicia habitualmente con una intensidad muy baja, con un peso de 5 kg para los grupos musculares de los miembros superiores y de 10 kg para los de los miembros inferiores, aunque aun podría ser menor. A medida que se avanza en el programa se irá aumentando la intensidad de los ejercicios; por ejemplo: se podría comenzar a trabajar con 10 kg y de forma progresiva ir aumentando a 15-20 kg, sobre los miembros superiores y con la participación de los músculos pectorales y de los hombros; y de semejante manera con los miembros inferiores, aumentado a 20 kg, e ir incrementado poco a poco, a 30, 40 kg, sobre todo con la intervención de los cuádriceps. En personas con problemas de salud, debemos ser muy cuidadosos con el peso a levantar.

Otros grupos de personas que presentan un buen estado de salud, mejor condición física, jóvenes o relativamente jóvenes, pueden iniciar los programas de fuerza isotónica previo acondicionamiento técnico del trabajo, adquirido en el gimnasio con pesos entre 10 y 20 kg para los miembros superiores y entre 20 y 40 kg para los miembros inferiores.

La relación de dos a uno, en cuanto a los kilogramos a levantar, en favor de los músculos de los miembros inferiores, no siempre es necesariamente así; dependerá de la superficie de los músculos, pero indudablemente los miembros inferiores poseen una masa muscular mayor.

Los ejercicios de gran intensidad con pocas repeticiones, como sucede en el desarrollo de fuerza isométrica, mejoran acentuadamente la fuerza máxima; en tanto que ejercicios en los que predominan las repeticiones con pesos menores, aumenta la resistencia muscular, que es lo que buscamos cuando se trata del desarrollo de la fuerza isotónica.

La intensidad de la fuerza está dada por la cantidad de kilogramos cargados en cada una de las repeticiones. Por ejemplo: si cargamos 30 kg de peso libre o en la máquina del gimnasio en la estación del cuádriceps, esa sería la intensidad absoluta alcanzada para ese grupo muscular. En este caso la intensidad de fuerza absoluta será de 30 kg para la estación del cuádriceps.

Para conocer la intensidad de la fuerza relativa, habrá que dividir la fuerza absoluta de una estación entre el peso de la persona; por ejemplo, si la persona que levantó los 30 kg tuviera un peso corporal de 72,5 kg, obtendría una intensidad de fuerza relativa de 41,4%.



Como se observa en la tabla 11 del primer capítulo, hasta el 40% de una repetición máxima estaremos trabajando sobre la fuerza isotónica, y se producen efectos fisiológicos muy similares a la condición física aeróbica.

Se debe controlar la frecuencia cardiaca, la presión arterial y la percepción del esfuerzo, así como otras variables, durante el ejercicio de fuerza isotónica. En los capítulos 4 y 6 se ofrecen algunas variables útiles para medir la intensidad del ejercicio.

La intensidad del esfuerzo del paciente al realizar un ejercicio de fuerza se puede conocer también a partir de la percepción de esfuerzo que le representa; consideramos esta propuesta como una forma sencilla y eficaz, sin riesgo para el paciente con problemas de salud, y que nos permitiría entrenar al paciente en niveles de intensidad sin riesgo para él, a partir del consentimiento médico en caso de pacientes con problemas de salud.

Podemos enseñar a los pacientes para que sean capaces ellos mismos de valorar el grado de percepción de la intensidad del ejercicio de fuerza al cargar el peso indicado al inicio y al final de las repeticiones de cada grupo muscular, así como conocer el grado de percepción del esfuerzo realizado al culminar la sesión del ejercicio para el desarrollo de la CF de la fuerza isotónica. De una forma sencilla podemos utilizar la escala de Borg, pero con una forma reducida con siete niveles, según nuestra propuesta, que sería:

1. Muy leve.
2. Leve a moderada.
3. Moderada a moderada intensa.
4. Intensa.
5. Muy intensa.
6. Extrema.
7. Muy extrema.

Esto nos permite conocer la percepción del paciente, como, por ejemplo, un paciente que desde hace días está realizando un programa para el desarrollo de la fuerza isotónica en el gimnasio, es muy posible que éste, al iniciar el ejercicio para un grupo muscular determinado, tenga una percepción de intensidad del ejercicio al levantar el peso de leve a moderada para él, pero es muy posible que para esa misma persona, al culminar las 12 ó 15 repeticiones de ese mismo grupo muscular, su percepción puede ser de una intensidad de moderada a moderada intensa, por lo cual, en este ejemplo estaríamos trabajando en teoría en un porcentaje adecuado para el desarrollo de la fuerza isotónica.

Esta clasificación de percepción de la intensidad del esfuerzo al levantar pesos lo utilizaríamos para personas de los grupos de salud 1, 2 y 3, que son las que poseen menos salud y menor condición física de nuestra clasificación de cinco grupos, lo cual les presentaremos en el capítulo 7.

A continuación, les describiremos una propuesta nuestra con respecto a los niveles de percepción de la intensidad de la fuerza en relación a los efectos fisiológicos de

la intensidad de la fuerza máxima, tratando de presentarles una correlación entre ambos:

- Percepción de intensidad del esfuerzo: muy leve (nivel 1). Ésta se correspondería a un esfuerzo  $\leq 20\%$  de la intensidad de una repetición de fuerza máxima. En este nivel de intensidad predomina la CF aeróbica a nivel local de los grupos musculares que se están entrenando, y a su vez repercute sobre el desarrollo de la CF aeróbica de forma global (ver tabla 11 del capítulo 1). Colabora en crear las bases para mejorar la resistencia muscular y darle respuestas a las necesidades de las actividades del día. Es el nivel de intensidad ideal para indicar un programa de actividad física en personas con niveles de CF de fuerza bajos y/o con problemas de salud, sobre todo relacionado con el RCV. Para personas con mayor CF de fuerza puede ser este nivel de intensidad apropiado para el calentamiento de los grupos musculares antes de entrenar a un nivel de intensidad mayor.
- Percepción: leve a moderada (nivel 2). Se corresponde entre el 20 y el 40% de 1 RM. Fisiológicamente predomina el ejercicio aeróbico, aunque ya cierto aporte de energía anaeróbica. Mejorando aún más la resistencia muscular.
- Percepción: moderada a moderada intensa (nivel 3). Se corresponde entre el 40 y el 60% de 1 RM. Fisiológicamente es una relación entre fuentes energéticas aeróbica y anaeróbica, cuanto más se acerca el entrenamiento de fuerza al 60%, es más anaeróbica, como apreciamos en la tabla 11. Si tenemos el cuidado de hacer el entrenamiento en forma de circuito, que hemos recomendado anteriormente en este capítulo, podemos hacer este entrenamiento de fuerza con un mayor efecto aeróbico en el organismo, y a su vez mejorar la resistencia muscular mejorando la capacidad de fuerza y de potencia en nuestro organismo, mejorando la coordinación neuromuscular, así como la coordinación intramuscular, mejorando la transformación de grasa depositada en nuestros músculos y transformarla en un porcentaje mayor de músculo, por lo cual mejoramos en estas personas la fuerza y la potencia. A este nivel de percepción de intensidad en personas entrenadas es una combinación de fuerza isotónica con isométrica. Personas con problemas de salud deben tener autorización del médico y haber iniciado el entrenamiento en semanas anteriores en los niveles 1 ó 2 de percepción que hemos propuesto.
- Percepción: intensa (nivel 4). Éste se corresponde entre el 60 y el 70% de 1 RM, lo que se corresponde con el método de repeticiones III, el cual tiene un efecto importante de hipertrofia, muy utilizado en deportistas jóvenes. Fisiológicamente, a partir de este nivel de intensidad se entrena a predominio anaeróbico, a mayor nivel de intensidad, predominará el ejercicio de una forma más anaeróbica, o sea, a predominio del trabajo isométrico.
- Percepción: muy intensa (nivel 5). Éste se corresponde entre el 70 y el 80% de 1 RM, lo que se corresponde con el método de repeticiones II, el cual tiene un efecto importante de hipertrofia, mayor que el anterior.
- Percepción: extrema (nivel 6). Éste se corresponde entre el 80 y el 90% de 1 RM. Cuando entrenamos entre el 80 y el 85% a una velocidad del movimiento media alta o máxima posible estamos trabajando el método de repeticiones I; si estamos

entrenando entre el 85 y el 90% de 1 RM y a una velocidad a lo máximo posible, estamos entrenando el método de intensidad II.

- Percepción: muy extrema (nivel 7). Éste se corresponde entre el 90 y el 100% de 1 RM. Se está entrenando el método de intensidad I, es la intensidad principal para mejorar la fuerza explosiva.

Debemos tener en cuenta que en personas con muy bajo nivel de CF de fuerza, el entrenamiento, aunque sea en el nivel 1 ó 2 de percepción de fuerza que hemos expuesto, no sólo mejora la resistencia muscular, sino que mejora la transformación de grasa en músculo, mejorando la activación nerviosa, la coordinación neuromuscular, mejorando la coordinación intramuscular, hipertrofia muscular, así como la fuerza y la potencia de nuestros músculos, esto mejora más aún en el nivel 3 de percepción en estos grupos de personas. Pero para trabajar en el nivel 3 de percepción, debe el paciente tener bien compensada la salud y haber logrado anteriormente una buena CF de fuerza isotónica. La mayoría de los pacientes con problemas de salud entrenaría en los niveles 1 y 2 de percepción del esfuerzo; una vez que han mejorado la salud, la CF aeróbica y el desarrollo de la fuerza y a su vez exista criterio médico podrían entrenar entonces en el nivel 3 de percepción de intensidad de la fuerza.

A medida que la persona mejore el desarrollo de la fuerza isotónica, podrá hacer una mayor cantidad de repeticiones sin tener una percepción mayor de intensidad, y por otra parte, podría pasar a una carga superior a levantar, siempre y cuando existiera criterio médico y del profesional del gimnasio, y que esta intensidad no estuviera por encima de las posibilidades saludables de hacer fuerza para una persona, que sea en realidad la dosis personalizada necesaria de la fuerza isotónica. Los cinco grupos de salud en que hemos clasificado a la población, los cuales describimos en el capítulo 7, no tienen relación directa con estos siete niveles de percepción de intensidad del entrenamiento de la fuerza.

Estos siete niveles de percepción de intensidad de la fuerza lo hemos conformado para tener un margen de seguridad para la población, sobre todo para los grupos de salud 1, 2 y 3.

Para entrenar el nivel 3 de percepción de la intensidad de la fuerza, como comentamos anteriormente, debe estar muy bien fundamentado. No recomendamos a personas con problemas de salud entrenar a partir del nivel 4 de percepción, ya que es un trabajo a predominio anaeróbico; a medida que avance los niveles, predominará el entrenamiento para el desarrollo de la fuerza isométrica, utilizada por diferentes disciplinas deportivas de alto rendimiento y por los fisiculturistas. Recomendamos al lector consultar el capítulo 11 del libro “Medicina y Ciencias del Deporte y la Actividad Física”.

En personas saludables, con buena CF aeróbica, menores de 40 años y previo acondicionamiento físico al trabajo de fuerza en el gimnasio, se les puede calcular la fuerza máxima mediante el test de Brzycki. En personas más jóvenes, de menos de 30 años, con buena salud y buena CF, se puede aplicar el test de una repetición de

fuerza máxima para que puedan trabajar indistintamente la fuerza isotónica o isométrica.

Quienes cuenten con una buena CF aeróbica, sean saludables y menores de 40 años, pueden trabajar la fuerza isométrica 2 ó 3 veces por semana, sin ninguna repercusión negativa sobre la salud, siempre que entrenen la CF cardiorrespiratoria-metabólica por lo menos de 3 a 5 veces a la semana.

## **6. Principios de la personalización, progresión y mantenimiento de la CF musculoesquelética isotónica**

Indudablemente, el programa ha de ser siempre personalizado y progresivo, con la participación de grandes grupos musculares. El efecto beneficioso de este tipo de programa es sólo de acción local, es decir, sobre los grupos musculares en los que se trabaja. Para la prescripción individualizada de este programa tiene que tenerse en cuenta también: el estado de salud, la edad y la condición física inicial. Es indispensable mantener el programa de ejercicios para lograr una buena CF de fuerza isotónica que forme parte del estilo de vida saludable que pretende la aplicación de un programa completo de actividad física. Si abandonamos el entrenamiento de fuerza isotónica se irá perdiendo de forma gradual todo lo avanzado.

Si en una misma sesión podemos hacer ejercicio para el desarrollo de la CF aeróbica y de la CF de fuerza isotónica, debemos, después del calentamiento, culminar primero lo que corresponde a la CF aeróbica, y tras una pequeña recuperación, iniciar lo planificado para la CF de fuerza isotónica, con mayor insistencia en los miembros superiores y menor en los inferiores, ya que durante la actividad aeróbica, estos últimos fueron más usados.

## **7. Entrenamiento para mejorar la flexibilidad**

En cualquier programa de entrenamiento deportivo debe ser obligatorio efectuar ejercicios de calentamiento previo a la carga planificada de la sesión de entrenamiento. Este tipo de ejercicios debe incluirse de nuevo al terminar la sesión, o sea, durante la recuperación o enfriamiento, pero sin abusar de esta capacidad.

El desarrollo de la flexibilidad mejora la amplitud de los movimientos articulares, aumenta el rendimiento muscular, facilita el gesto deportivo o de la actividad física y mejora la técnica del movimiento. Por esas razones, economiza energía y colabora en la prevención de lesiones musculares atenuando, en su caso, su gravedad, disminuye la intensidad de los síntomas y, a la vez, ayuda a la rehabilitación.

El entrenamiento de flexibilidad produce un aumento transitorio de la longitud de la unidad músculo-tendinosa, lo que origina la relajación del complejo actina-miosina y añade la modificación duradera de la matriz extracelular envolvente. A medida que transcurren los años, las alteraciones originadas en el colágeno disminuyen la fuerza tensil y aumentan la rigidez del tendón. Las degeneraciones articulares y los osteofitos contribuyen, de cierta forma, en la disminución de la flexibilidad.

Para mejorar la flexibilidad pueden utilizarse tres tipos de estiramientos: la facilitación propioceptiva neuromuscular (FPN), los estiramientos estáticos y los estiramientos balísticos. En la FPN se produce primero una contracción estática del músculo de 6 segundos, a la que sigue un estiramiento pasivo de 10 a 30 segundos. En el estático, la realización del estiramiento del tendón durante algunos segundos es fundamental. En el balístico se ejecutan varios estiramientos rápidos que terminan con un periodo de relajación. Los balísticos no son muy aconsejables en el trabajo con la población en programas cuya finalidad es la salud o la rehabilitación, ya que pueden producir lesiones, sobre todo en personas de la tercera edad, en determinados estados de salud y en personas con baja condición física. Los balísticos son aconsejables para determinadas disciplinas deportivas de alto rendimiento.

Los mejores resultados dirigidos a la población son los obtenidos con el entrenamiento de tipo propioceptivo neuromuscular y en segundo lugar los de tipo estático. En ambos casos, cuatro repeticiones por grupo muscular realizadas en días alternos constituyen la dosis mínima eficaz.

Es aconsejable incluir la flexibilidad como parte del calentamiento y de la recuperación en los programas de CF cardiorrespiratoria-metabólica y de la CF musculoesquelética isotónica. Muchos autores consideran el desarrollo de la capacidad flexibilidad como parte de la CF musculoesquelética isotónica.

## **8. Beneficios de la CF musculoesquelética isotónica**

Entre los principales podemos mencionar:

- Aumenta la sección transversal de los músculos y aumentan las áreas de las fibras musculares I y II.
- Mejora la coordinación neuromuscular.
- Mejora la locomoción (velocidad y amplitud del paso, seguridad y equilibrio).
- Disminuye la incidencia de caídas y fracturas, y sus complicaciones para las personas de la tercera edad.
- Aumenta la sensibilidad de las células para la insulina a nivel local en los grupos musculares con que se está trabajando y de forma indirecta a nivel global. Colabora en mejorar el perfil lipídico.
- Mejora la composición corporal y la figura corporal, incrementando el desarrollo muscular y disminuyendo el tejido adiposo.
- Colabora en la reducción de dolores articulares y musculares.
- Colabora en elevar el  $VO_2$  máx./kg.
- Colabora de forma importante en incrementar la densidad mineral ósea (BMD).
- Mejora el equilibrio neuro-inmuno-endocrino.
- Disminuye el estrés y mejora la seguridad y la autoestima.
- Garantiza las actividades cotidianas de la vida tales como caminar con pasos seguros o realizar esfuerzos moderados.

- El desarrollo de la flexibilidad en la CF de la fuerza isotónica proporciona la amplitud de los movimientos articulares necesarios, aumentando la recuperación y colaborando en la prevención de lesiones.

## 9. Reflexiones sobre la fuerza isométrica y sobre otras actividades anaeróbicas que no dependen de la fuerza

### 9.1 Fuerza isométrica

La fuerza isométrica o estática consiste en la contracción muscular sostenida contra una resistencia fija, sin cambio en la longitud del músculo, ni en el movimiento de la articulación utilizada en el esfuerzo. Conduce a un aumento importante de la fuerza, de la potencia y de la masa muscular. Al ser un esfuerzo que se efectúa con grupos musculares reducidos, el gasto metabólico o consumo de oxígeno es mucho menor que en el esfuerzo dinámico (isotónico). El gasto cardiaco aumenta en proporción al  $VO_2$  máximo, por lo cual es pequeño.

Es una actividad anaeróbica de tipo alactácida, sin embargo, cuando al realizar varias repeticiones, con poca recuperación, se agotan las reservas de creatín fosfato (CrP), y se comienza a utilizar, y de forma importante, el sistema energético anaeróbico láctico.

En el deporte de competición o en fisiculturistas, el desarrollo de la hipertrofia muscular y de la fuerza muscular constituyen los objetivos principales, cuya finalidad reside en incrementar la potencia necesaria para su disciplina deportiva.

No está indicado prescribir el entrenamiento anaeróbico, a partir de la fuerza isométrica o estática, en población con riesgo de salud o en quienes padezcan enfermedades cardiacas, ni en hipertensos o con enfermedades cerebrovasculares, diabéticos, portadores de enfermedades respiratorias obstructivas crónicas, obesos, sedentarios o con afecciones neurológicas o del aparato locomotor, ni tampoco en personas mayores, porque puede ponerse en riesgo su salud. En el capítulo 1, en el epígrafe 6.3, se presenta el desarrollo de la fuerza isométrica. Por encima del 60% y en adelante de una repetición máxima se accede a un umbral peligroso para los pacientes que se han mencionado anteriormente, y evidentemente, a medida que nos aproximamos al 100% de 1 RM, el riesgo aumenta mucho más.

En el capítulo 11 de nuestro libro recién editado (Pancorbo, 2008) se pueden consultar los diferentes métodos de desarrollo de la capacidad fuerza en función del deporte de competición, incluidos los métodos de contracción concéntrica que se desarrollan con pesos libres con la finalidad de aumentar la hipertrofia muscular y la fuerza máxima de los deportistas; lo que, ciertamente, no es el objetivo primordial del desarrollo de la fuerza en la mayoría de los diferentes grupos poblacionales. En dicho texto y en el mismo capítulo, se puede conocer cómo llegar a obtener una repetición máxima de forma directa o indirecta. Sólo personas saludables, jóvenes o relativamente jóvenes y con un previo entrenamiento en el gimnasio de musculación, pueden hacer 1 RM de forma directa o indirecta (test de Brzycki).

## 9.2 Entrenamiento anaeróbico láctico

Cuando se están efectuando de forma continua ejercicios de alta velocidad corriendo, nadando, patinando, montando bicicletas, remando, esquiendo, en distancias que fuerzan a sobrepasar los 20 segundos y se aproximan a los 2 minutos y 30 segundos, se está entrando en una zona anaeróbica con acumulación importante de lactato. A medida que el sujeto se acerca a los 2 minutos, no sólo se pueden producir lesiones, sino que también se pueden causar descompensaciones del estado de salud similares a las que ocasionaría la fuerza isométrica en personas portadoras de determinados problemas de salud.

La FC máxima en este tipo de ejercicio estaría, generalmente, en valores  $\geq 90\%$ , a veces muy cercanos al 100%. Esta situación se puede observar en la práctica de diferentes disciplinas deportivas (ver capítulo 1, en el epígrafe 5.5). Si realizamos varias repeticiones a esta intensidad, se produce un incremento del porcentaje de la FC máx., con mayor riesgo de accidentes. En el entrenamiento anaeróbico en personas con problemas de salud, lo más perjudicial es trabajar en el metabolismo anaeróbico láctico y en el trabajo de fuerza de tipo isométrico.

Personas saludables, jóvenes y con buena CF pueden entrenar en esta área, pero intentando que entre cada recuperación sea la  $FC \leq 100$  lat./min; por ejemplo, en tres repeticiones de 400 m lisos (3 x 400 m) debe incluirse una recuperación adecuada antes de iniciar la siguiente repetición con valores de  $FC \leq 100$  lat./min.

## 9.3 Entrenamiento anaeróbico aláctico

En personas con bajo riesgo y con buena condición física, se pueden realizar repeticiones pequeñas de distancias que no sobrepasen los 12 segundos continuos de duración. Con ello se utiliza la vía anaeróbica aláctica, que estimula al organismo, para trabajar con mayor potencia y coordinación. Habrá de tenerse el mayor cuidado si, por ejemplo, se están ejecutando cinco repeticiones de 30 m lisos (5 x 30 m) en la pista de atletismo. Para ello, debe asegurarse una buena recuperación entre cada repetición, consiguiendo que antes de iniciar la nueva repetición la frecuencia cardiaca del sujeto sea  $\leq 100$  lat./min. De esta forma garantizamos la adecuada recuperación del creatín fosfato en los almacenes de los músculos, asegurando que la energía anaeróbica que utilizamos sea aláctica, cosa que, además, no ocasiona problemas para la salud. Generalmente, en cada repetición el porcentaje de la FC máx. no se incrementa por encima del 75% de la FC máx. Se debe tener presente que si se entrenan distancias cortas alácticas hay que calentar previamente para evitar lesiones del aparato locomotor, sobre todo de las partes blandas, como los músculos y los tendones.

No todas las personas están preparadas para correr distancias cortas. Antes de intentarlo deben presentar una buena CF aeróbica y un adecuado desarrollo de la CF de fuerza isotónica, y haber logrado que sus miembros inferiores se encuentren fuertes y posean buena flexibilidad. Quienes muestren problemas de salud, deben recibir la autorización del médico para la práctica de este tipo de ejercicio.

Las distancias pueden oscilar entre los 10 y los 30 m lisos para personas con menos CF y salud, y de 30 a 50 m e incluso hasta 60 m, en las más activas, saludables y jóvenes.

Cuando se considere factible, la realización de este tipo de ejercicio activa el sistema fosfágeno, por lo que mediante el metabolismo aláctico se obtiene mayor potencia y seguridad en los movimientos, asegurando la mejoría de la coordinación y de las habilidades para la vida diaria. Y ¡cómo no!, la práctica de ciertas disciplinas deportivas como, por ejemplo: los deportes de pelota, tales como el fútbol, baloncesto, voleibol, tenis, pádel, *softbol*; o correr a un ritmo un poco más fuerte; o realizar determinados movimientos tomados de disciplinas de combate, como el judo o el kárate, ejecutados de una forma más coordinada y hábil; nadar repeticiones de distancias muy cortas, entre 8 y 15 metros, pueden contribuir a desarrollar el metabolismo anaeróbico aláctico. No obstante, en modalidades como la natación o el ciclismo, para el desarrollo del sistema anaeróbico aláctico se necesita el criterio médico.

El paso desde ser una persona inactiva a convertirse en persona activa, que incluso pueda practicar alguna actividad deportiva de forma recreativa y que sea de su agrado, permite lograr una mejora inestimable de su autoestima y de su calidad de vida en general.

En personas con problemas de salud o riesgos de enfermedad, o en personas mayores, es siempre necesario consultar al médico para que pueda prescribir la práctica del ejercicio anaeróbico aláctico o el de determinadas disciplinas deportivas.

No es innecesario recordar nuevamente que si no hay una buena recuperación entre las repeticiones en las distancias cortas anaeróbicas alácticas se llegaría a utilizar el metabolismo anaeróbico láctico, lo que lógicamente no resultaría saludable ni, por supuesto, sería el objetivo del ejercicio planificado. Insistimos que antes de iniciar una nueva repetición o serie, debemos tener una  $FC \leq 100$  lat./min (ver capítulo 1, en el epígrafe 5.5).

## 9.4 Personas saludables y entrenamiento anaeróbico de predominio de la fuerza isométrica

Personas saludables, con condición física buena y en jóvenes o relativamente jóvenes menores de 40 años, con experiencia en el entrenamiento de la fuerza isométrica, podrían entrenarla sin que ello les ocasionara algún problema de salud. No obstante, sí debemos tener en cuenta que, si con el paso de los años continúan practicando solamente como actividad física la fuerza isométrica, inevitablemente podrían ir acumulando riesgos de tipo cardiovascular, como aparición de valores de hipertensión arterial y exceso de peso corporal, y en algunos casos con un porcentaje relativamente alto de grasa corporal, aunque predomine el peso magro; en algunos casos irán en camino a incrementar el RCV y convertirse en forma gradual



en pacientes portadores de patologías como síndrome metabólico, diabetes del tipo 2 o enfermedades cardiovasculares.

Personas jóvenes y saludables, activas, con buena CF cardiorrespiratoria-metabólica pueden alternar la actividad física con la fuerza isométrica, la cual desarrollaría hipertrofia muscular sin repercusión sobre la salud. En estos casos, en lugar de fuerza isotónica pueden entrenar la fuerza isométrica 2 ó 3 veces a la semana, y al menos entrenar la CF aeróbica de 3 a 5 veces a la semana, para garantizar los efectos beneficiosos sobre la salud, teniendo en cuenta que la fuerza isométrica como tal le garantizaría muy pocos beneficios.

Debemos recordar que la fuerza isométrica de tipo concéntrico con pesos libres o con máquinas de gimnasio no se debe empezar a entrenar hasta los 15 ó 16 años, y en esas edades se debe desarrollar de forma muy conservadora, ya que han de respetarse los principios del crecimiento y del desarrollo del niño y del adolescente. Es a partir de los 17-18 años cuando el aparato locomotor está mejor preparado para el desarrollo de la fuerza isométrica.

## **10. Contraindicaciones de la actividad física. Un problema para el practicante de fin de semana**

No nos cansamos de reiterar que la actividad física es muy importante para enriquecer la salud personal y disfrutar más y mejor la vida, pero en diferentes momentos puede estar contraindicada por motivos de salud o por inadecuado nivel de intensidad. Se describen casos extremos de dependencia al ejercicio físico, lo que no es sano y puede llegar a límites patológicos.

### **10.1 Contraindicaciones de la actividad física**

El ejercicio puede estar contraindicado en casos de:

- Cuadros agudos de salud.
- En patologías endocrino-metabólicas descompensadas.
- En la DM > 250 mg/dl o presencia de cuerpos cetónicos.
- En presencia de angor de reposo.
- Durante alteraciones severas del ritmo y de la conducción cardiaca.
- Ante valores de HTA (sistólica > 180, diastólica > 110 mmHg).
- De existir limitaciones importantes de las reservas funcionales cardiovasculares debidas a causas orgánicas.
- En patologías respiratorias con hipertensión pulmonar.
- Ante enfermedades en estado terminal.

Se hace necesario evitar ejercicios de fuerza isométrica en pacientes con problemas cardiovasculares o portadores de RCV.

En determinadas afecciones congénitas se debe ser extremadamente cuidadoso al establecer la planificación del ejercicio físico en edades tempranas, siendo muy importante el enfoque interdisciplinario entre el pediatra y el médico del deporte.

## 10.2 Deportistas de fin de semana y muerte súbita en el deporte (MSD). Síndrome de fin de semana

El perfil de este “deportista” corresponde normalmente a una persona de 35 años o más, con antecedentes de haber practicado algún deporte, que se “autovalora de poseer una buena condición física y de disfrutar de buena salud”, lo que no siempre es cierto.

A veces se trata de personas portadoras de RCV moderado o elevado, con una inadecuada condición física, con conocimiento o con desatención de ello, pero ignorando la problemática que acarrea y que además, frecuentemente, no realizan ninguna actividad física entre semana, pero que se exponen a realizar deportes de fin de semana de forma intensa y muy competitiva.

Algunos pueden desconocer que son portadores de una cardiopatía isquémica silente, y que si durante el fin de semana juegan un partido intenso de fútbol, baloncesto, tenis o pádel, o efectúan dilatadas distancias en atletismo, natación o ciclismo con una intensidad alta, puede resultar en extremo peligroso para la salud.

Si a ello se añade que al finalizar la sesión deportiva suelen ingerir bebidas alcohólicas y realizan una ingesta de alimentos altos en calorías y no saludables, incrementan aún más el RCV.

En la mayoría de los casos, el aviso es una lesión del aparato locomotor, pero en otros puede aparecer desde un cuadro de hipertensión arterial, hasta un dolor anginoso o un infarto del miocardio, en ocasiones lamentablemente con una muerte súbita.

Puede desencadenarse un fenómeno de muerte súbita durante la práctica deportiva de fines de semana. Se han descrito, incluso, que hasta varias horas después, ocurriendo con gran frecuencia en la madrugada del día siguiente. Generalmente la MSD se observa más en las madrugadas de los días posteriores.

Este síndrome de fin de semana es la causa principal de MSD, representando más del 85% de las causas y es predominantemente de enfermedad cardiovascular, sobre todo de etiología isquémica.

Lo anteriormente dicho puede evitarse con un estudio médico inicial de aptitud física y de estado de salud. De esta forma es posible desarrollar un programa personalizado y sistemático de actividad física de predominio de la CF aeróbica, que permite cumplir con ejercicio aeróbico en función de la salud y de su puesta en forma de manera sistemática como parte de un estilo de vida saludable, y compartir actividades deportivas con seguridad y agrado con nuestros amigos o incluso de competir los fines de semana.

## 10.3 Dependencia del deporte o del ejercicio. Un problema de salud

Con toda certeza se puede afirmar, y esperamos que quede cumplidamente explícito en el presente texto, que la actividad física aeróbica personalizada formando

parte de un estilo de vida saludable es muy importante para lograr vivir con calidad durante muchos años. Pero en algunos casos el ejercicio llega a convertirse de forma extrema en una actividad compulsiva llegando a constituir una verdadera adicción patológica, que puede incluso asociarse con otros problemas de salud. Serían casos de desórdenes alimentarios como la bulimia o la anorexia, donde el ejercicio se utiliza de forma excesiva con el fin de “quemar calorías”, y en los que la persona pretende justificarse por haber “comido más de la cuenta” o para luego poder comer en exceso. En ciertos grupos esta adicción al ejercicio está relacionada con problemas psicológicos de personas cuya finalidad es ganar en autoestima mediante la actividad física. Muchos de estos adictos al exceso de ejercicio lo hacen como vía para lidiar contra el estrés, a su falta de autoestima, al miedo o a la confusión, entre otros factores emocionales, así como a desórdenes alimenticios.

Las personas que padecen adicción al ejercicio compulsivo pasan, usualmente, por episodios en los que practican algún tipo de ejercicio muy por encima de los límites considerados seguros y a cualquier costo, sacando tiempo para ello, sin importarles faltar a la escuela, al trabajo o incluso escondiéndose para realizarlo. Al igual que en los desórdenes alimentarios, se determina que la persona sufre de ejercicio compulsivo cuando interfiere en su vida cotidiana, pudiendo poner en riesgo su salud e incluso su vida.

Algunos de los problemas físicos que se derivan del exceso pueden conducir desde la deshidratación hasta el deterioro de articulaciones y músculos, e incluso a producir problemas cardiovasculares y metabólicos. Hay quienes llegan a correr hasta de 30 a 45 km en un día. O a permanecer en el gimnasio de musculación en doble sesión diaria, como se observa en algunos fisiculturistas.

La enfermedad afecta a todos los aspectos de la vida de quien la padece y de quienes le rodean, a su vida social y al entorno familiar; se sienten tremendamente culpables cuando no pueden hacer ejercicio y, cuando lo hacen, no se divierten. A menudo no les produce satisfacción los logros atléticos, sino que siempre buscan algo más que alcanzar.

El desorden es más aparente en las jovencitas. Sin embargo, también afecta a mujeres maduras entre los 40 y 50 años de edad. Algunas son mujeres que asumen muchas situaciones de estrés, problemas en el trabajo, divorcio, falta de autoestima, abuso sexual. Esta situación puede aparecer con el climaterio o en la menopausia, pudiendo coincidir con otras adicciones, como la comida, el alcohol, el tabaquismo.

En los hombres este desorden puede pasar desapercibido. Para un hombre pasar 3 ó 4 horas al día en un gimnasio con tal de mantener la gran hipertrofia de sus músculos, como ocurre en los fisiculturistas, es algo que está más aceptado en la sociedad. Hay hombres que se pasan 8 horas en el gimnasio, y no se considera dependencia y en realidad sí lo es, y peligrosa. En muchos de los casos se hacen también dependientes de “suplementos nutricionales”, que en ocasiones son sustancias constitutivas de dopaje o prohibidas y que, además, pueden producir problemas serios en la salud.

El problema no sólo se observa en los fisiculturistas, sino también en los adictos a correr, bebiéndose kilómetros; son “grandes aeróbicos”, sin una adecuada planificación de las cargas físicas, ni un acertado control de la respuesta biológica a la cantidad e intensidad del ejercicio continuo y, por supuesto, sin tener en cuenta una adecuada recuperación.

Todas estas personas precisan ayuda profesional interdisciplinar, del psicólogo, del médico de Atención Primaria, de la enfermera, del licenciado en ciencias de la actividad física y el deporte, y, de ser necesario, consultar con el médico especialista en medicina del deporte.

Por otra parte, deportistas de alto rendimiento de diferentes disciplinas deportivas, sin un adecuado asesoramiento, y que no cuentan con un entrenador competente que les planifique y controle debidamente el entrenamiento correcto, pueden caer en un cuadro de dependencia al deporte que les lleve al síndrome de sobreentrenamiento deportivo con afectación de su salud, debido a su estado psicológico y a la falta del consejo, apoyo y dirección del profesional adecuado.

## Puntos claves del capítulo

- *La CF musculoesquelética isotónica es un complemento de importancia para la CF aeróbica que garantiza la condición física integral con fines de salud y de bienestar de la persona.*
- *La dosificación del programa del desarrollo de la fuerza isotónica dependerá del estado de salud del paciente, de su edad y de la condición física inicial. Existen criterios de exclusión tales como tener < 6 MET, enfermedad cardíaca, arritmias, hipertensión arterial no controlada, entre otras. El médico es el único facultativo capacitado para indicar este tipo de actividad física en personas con problemas de salud.*
- *El tipo de ejercicio específico de la CF musculoesquelética isotónica es una combinación anaeróbica leve-moderada con aeróbica, que produce una acción local sobre los grupos musculares que se entrenan y tiene, también, una acción global sobre el organismo. Hay diferentes formas para desarrollar la fuerza desde el punto de vista isotónico o dinámico.*
- *La CF de fuerza isotónica desarrolla tres aspectos importantes: la fuerza, la resistencia muscular y la flexibilidad, y de forma indirecta, la CF aeróbica.*
- *La frecuencia del ejercicio es de 2 a 3 veces a la semana y debe aplicarse en días alternos.*
- *La duración de la sesión de la CF de la fuerza isotónica se inicia en ocasiones con 10 minutos, que se van incrementado de forma gradual. La duración del ejercicio oscila entre 30 y 50 minutos, con la finalidad de mejorar la salud y la CF.*
- *Se debe entrenar en forma de circuito, aproximadamente con 10 ejercicios que comprendan diferentes grupos musculares. Las repeticiones se incrementan paulatinamente.*
- *El volumen de la carga viene dado por el número de repeticiones que se realizan y el peso que se ha levantado.*

- *La intensidad es un componente importante que está determinado por la cantidad de kilogramos que se levanta en cada repetición. Esto marca la diferencia entre la fuerza isotónica y la isométrica.*
- *El control del ritmo cardiaco, de la presión arterial y de la percepción del esfuerzo deben utilizarse, y sobre todo si el sujeto es portador de alguna patología cardiovascular o metabólica. En ocasiones, ante determinadas dudas es necesario monitorizar con ECG al paciente.*
- *El principio de individualización de la CF de fuerza isotónica es fundamental.*
- *La progresión de la actividad física es un principio importante.*
- *Generalmente, un programa adecuado para el desarrollo de la CF musculoesquelética isotónica debe ser diseñado para realizarlo entre 24 y 28 semanas, acompañado de la CF aeróbica.*
- *Otro principio es el mantenimiento de por vida del ejercicio como parte de un estilo de vida saludable. Lo ideal es que cada 24-28 semanas sea valorado por el correspondiente equipo de salud, para rediseñar el nuevo programa que, en ocasiones, es sólo el mantenimiento del programa anterior, con la inclusión de nuevos estímulos. Cuando dejamos de entrenar, la fuerza isotónica se pierde.*
- *Un programa integral de ejercicio físico de predominio aeróbico, saludable y personalizado tiene como objetivo el desarrollo de la CF cardiorrespiratoria-metabólica, combinándolo con la CF musculoesquelética de tipo isotónico.*
- *Son innumerables los efectos beneficiosos de la CF musculoesquelética isotónica, que tiene acción local sobre los músculos y los huesos y global similar a la CF aeróbica.*
- *La fuerza isométrica está contraindicada en personas con afecciones patológicas. Los efectos beneficiosos para la salud son muy limitados.*
- *Personas saludables con buena CF aeróbica y menores de 35 años pueden entrenar la fuerza isométrica, combinándola con el desarrollo y el mantenimiento de la CF aeróbica.*
- *El ejercicio físico en que predomine el metabolismo anaeróbico láctico no es recomendable para personas con problemas de salud y en los mayores de edad.*
- *El ejercicio físico en que se practique el metabolismo anaeróbico aláctico es recomendable en la mayoría de los grupos poblacionales, pero siempre sometido al criterio médico; las distancias no superarán una duración mayor de 8 segundos; las repeticiones cumplirán siempre el criterio de que, antes de comenzar una nueva repetición, la persona debe tener una  $FC \leq 100$  lat./min. La unión del médico y del licenciado en ciencias de la actividad física y el deporte, o en su lugar de un fisioterapeuta con conocimientos, es importante para garantizar el cumplimiento de estos controles desde el inicio de los programas.*
- *Es un error practicar solamente la fuerza isométrica, aun tratándose de personas jóvenes y saludables. En estas personas se hace necesario incorporar la CF aeróbica, para mantener una buena salud y sobre todo para garantizar su salud global futura.*
- *Hay que ser extremadamente cuidadoso con las contraindicaciones de la práctica del deporte. En efecto, muchas personas no conocen su verdadero estado de salud ni su*

*CF actual, y en algunos casos entrenan o compiten con gran intensidad sólo los fines de semana; así se incrementan las lesiones y los problemas de carácter cardiovascular y metabólico, incluyendo la muerte súbita, en particular en personas mayores de 35 años.*

- *La adicción al ejercicio se convierte en una patología de dependencia, como lo es la adicción a la comida, al tabaquismo, al alcohol o a la droga social.*



## Capítulo 4.

# Condición física cardiorrespiratoria- metabólica en la salud. Evidencias clínicas epidemiológicas. Dosificación del ejercicio en la prevención, tratamiento y rehabilitación de la enfermedad cardiovascular y de otras afecciones

---

*Objetivos principales de este capítulo:*

- *Demostrar cómo la inactividad física y el exceso de peso se encuentran entre los principales factores de impacto sobre la mortalidad global a nivel mundial.*
- *Demostrar la importancia de la prevención del síndrome metabólico y de la cardiopatía isquémica silente.*
- *Corroborar con evidencias científicas la importancia de la condición física (CF) cardiorrespiratoria-metabólica en la prevención, tratamiento y rehabilitación de diferentes enfermedades.*
- *Enumerar las principales variables biológicas y físicas que sirven para valorar la respuesta a las cargas físicas del ejercicio.*
- *Mencionar los beneficios de la CF aeróbica en diferentes periodos biológicos de la vida y en casos especiales.*
- *Describir los beneficios de la CF cardiorrespiratoria-metabólica en diferentes patologías y en adicciones no saludables.*

### **1. Inactividad física y exceso de peso, factores de impacto en la mortalidad global y en una mala calidad de vida. Su relación directa con el riesgo cardiovascular (RCV) y el riesgo metabólico**

Según la OMS, en los países desarrollados y en muchos de los que están en vías de desarrollo, el sedentarismo está considerado como el séptimo factor de riesgo en la población. Existen evidencias científicas de que, además, incide desfavorablemente sobre otros factores de riesgo de importancia tales como el exceso de peso, la dislipidemia, la hipertensión arterial, la diabetes del tipo 2 y la enfermedad cardiovascular. Sin duda, la inactividad física o sedentarismo es un factor de RCV de



relevancia, su presencia multiplica geométricamente otras causas de riesgo cardiovascular, aumentando el RCV global.

En la actualidad, España está considerada como uno de los países europeos de mayor sedentarismo.

En la tabla 16 presentamos las diez primeras causas de mortalidad en los países desarrollados (informe de la OMS, 2002).

**Tabla 16. Diez primeros factores de impacto sobre la mortalidad en los países desarrollados (Informe de la OMS, 2002).**

<b>Factor de riesgo</b>	<b>Impacto</b>
Tabaquismo	12,2%
<b>Hipertensión arterial</b>	<b>10,9%</b>
Consumo de alcohol	9,2%
<b>Dislipidemia</b>	<b>7,6%</b>
<b>Exceso de peso</b>	<b>7,4%</b>
Bajo consumo de frutas y verduras	3,9%
<b>Inactividad física</b>	<b>3,3%</b>
Drogas ilícitas	1,8%
Prácticas sexuales de riesgo	0,8%
Carencia de hierro	0,7%

Entre estas diez causas de los países desarrollados, se puede apreciar que las siete primeras están relacionadas con las enfermedades cardiovasculares y, a su vez, la mayoría puede asociarse a algunos tipos de cáncer, a la diabetes del tipo 2, a otras afecciones neurológicas y a la aceleración del envejecimiento.

Por otra parte, la inactividad física como tal está relacionada con tres de las diez causas principales de mortalidad: la hipertensión arterial, la dislipidemia y el exceso de peso.

La tabla 17 nos habla acerca de la mortalidad global atribuible a los diez principales factores a nivel mundial, según Health Statistics and Informatics Department (WHO, 2004). Observamos que la inactividad física es el cuarto factor por su importancia con el 5,5% (3,2 millones) a nivel mundial, únicamente superada por la hipertensión arterial, el tabaquismo y la diabetes, y por encima del sobrepeso-obesidad y la hipercolesterolemia, es decir, que estos seis factores de mortalidad representan a su vez RCV de importancia.

La inactividad física y el exceso de peso corporal son las causantes de 6 millones de muertes a nivel mundial, lo que equivale al 10,3% del total de la mortalidad, según un reporte de la OMS de 2004, que se ofrece en la tabla 16. Es bien sabido que en el propio exceso de peso corporal se encuentran implicados la inactividad física y los malos hábitos de la alimentación, y es evidente la certeza de que estos tres factores están extremadamente relacionados al RCV y a la diabetes mellitus (DM) del tipo 2. Por ello, cada día es más necesario que en la estrategia de la Atención Primaria se acometa con la mayor eficacia la actuación sobre la educación, promoción y prevención de estos factores, imprescindible para combatir la morbilidad y la mortalidad de las principales enfermedades degenerativas crónicas.

**Tabla 17. Mortalidad global atribuible a los diez principales factores a nivel mundial, según la Health Statistics and Informatics Department (WHO, 2004).**

Posición global	Factor de riesgo	Muertes (millones)	Porcentaje del total
1	Hipertensión arterial	7,5	12,8%
2	Tabaquismo	5,1	8,7%
3	Diabetes	3,4	5,8%
<b>4</b>	<b>Inactividad física</b>	<b>3,2</b>	<b>5,5%</b>
<b>5</b>	<b>Sobrepeso y obesidad</b>	<b>2,8</b>	<b>4,8%</b>
6	Hipercolesterolemia	2,6	4,5%
7	Relaciones sexuales de riesgo	2,4	4,0%
8	Abuso de alcohol	2,3	3,8%
9	Bajo peso infantil	2,2	3,8%
10	Humo de interior de combustibles sólidos	2,0	3,3%

El sedentarismo y el exceso de peso en España representan un coste económico importante para la sanidad pública y ambos son factores importantes de RCV y DM tipo 2, como más arriba se ha mencionado.

El sobrepeso representa del 7 al 8% de los gastos sanitarios en la Unión Europea y en los EE.UU. Un adulto con sobrepeso gasta aproximadamente un 37% más en Atención Primaria y un 75% más en medicación. Según la OMS, en el 2007 significó el 7% de los gastos en sanidad para España y EE.UU., siendo el gasto en España de 2.500 millones de €, y de 80 billones de \$ en los EE.UU.

Como es sabido, la etiología de la obesidad incluye factores genéticos y estilo de vida no saludable que interactúan de forma compleja. Es una enfermedad crónica degenerativa que se trata mediante dieta y programas de ejercicios, modificación de la conducta, medicamentos y en casos extremos con cirugía. Es un factor de riesgo importante para otras enfermedades degenerativas crónicas, y es un factor de riesgo independiente para la diabetes del tipo 2 y para la cardiopatía isquémica. Al exceso de calorías, por una alimentación inapropiada y de poca calidad, hay que añadir otros problemas asociados con el estilo de vida en los niños europeos. La mayoría no realizan suficiente ejercicio físico y son muy sedentarios. La obesidad en estos momentos está asociada fundamentalmente a factores que tienen poco que ver con las condiciones genéticas y hormonales, sólo un 30% de los obesos dependen de ello. La obesidad se caracteriza por un almacenamiento excesivo de grasa en las células del tejido adiposo. Durante la infancia y la pubertad el número de células adiposas crece considerablemente (hiperplasia) y una vez desarrolladas no desaparecen. Si con el paso del tiempo el problema se mantiene, aumentan en cantidad y, sobre todo, en tamaño (hipertrofia).

Algunos comentarios de interés sobre la obesidad:

- OMS, 2004. Un billón de personas presentan sobrepeso u obesidad. De estos,  $\geq 300$  millones son obesos. Aproximadamente, 115 millones en países desarrollados.
- Secretaría de Salud de España, 2006. En menos de dos décadas se han triplicado los niños obesos, del 5% se pasó al 16,1%. Es uno de los países de la UE con más

personas obesas. De cada cuatro niños obesos uno con síndrome metabólico (SM) reside en España.

- Convención NAOS, 08. En España, entre los 2 y los 17 años: el 18,5% tiene sobrepeso y el 9,1% son obesos. Adultos: 37,4% con sobrepeso y 15,2% obesos.
- OMS, 2002. Señaló que la obesidad está ligada al 60% de las defunciones de las enfermedades degenerativas crónicas y que para el 2020 aumentará al 73%.

Sin duda, la obesidad es un serio problema de salud que se relaciona directamente con:

- Insulinorresistencia, hiperinsulinismo, glucemia basal alterada (GBA).
- Diabetes mellitus tipo 2, hipertensión arterial, dislipidemia, síndrome metabólico, hiperuricemia.
- Cardiopatía isquémica, insuficiencia cardiaca congestiva, enfermedad cerebrovascular, enfermedad vascular periférica.
- Disfunción respiratoria, enfermedad vesicular, esteatosis hepática.
- Artrosis, dificultades en la locomoción, discapacidades.
- Disfunción sexual, infertilidad.
- Incremento de incidencia de algunos tipos de cáncer: colon, esofágico, renal, próstata, cérvico-uterino, tiroides, mielomas.
- Infecciones, sobre todo a nivel de la piel.
- Complicaciones trans y postoperatorias.

Se utilizan diferentes métodos para conocer el nivel de exceso de peso de la población, incluidos los que evalúan el porcentaje de grasa corporal. Pero en la Atención Primaria, los dos más importantes y viables son el índice de masa corporal (IMC) y la clasificación de la obesidad androide, a los que hacemos referencia en las tablas 18 y 19.

**Tabla 18. Clasificación del índice de masa corporal (IMC) para adultos.**

Peso kg/talla m <sup>2</sup>	Clasificación del IMC	Tipo de sobrepeso u obesidad
< 18,5	Bajo peso	-
18,5-24,9	Normopeso	-
25-26,9	Sobrepeso	Grado I Preobesidad
27-29,9	Sobrepeso	Grado II Preobesidad
30-34,9	Obesidad	Tipo I Obesidad leve
35-39,9	Obesidad	Tipo II Obesidad moderada
40-49,9	Obesidad	Tipo III Obesidad severa o mórbida
≥ 50	Obesidad	Tipo IV Obesidad extrema

**Tabla 19. Clasificación de obesidad androide y riesgo.**

Clasificación	Hombres	Mujeres
Riesgo elevado	94-101,9 cm	80-87,9 cm
Obesidad androide o central	≥ 102 cm	≥ 88 cm

Para conocer las curvas de crecimiento hasta los 18 años, se pueden utilizar los estudios percentilares de la OMS, o diferentes trabajos realizados en España, des-

tacando como referencia el de la Fundación “Faustino Orbegozo Eizaguirre” de Bilbao, para edades comprendidas entre los 2 y los 18 años para ambos sexos. Es preocupante que más de la mitad de la población española reconoce que es sedentaria y el 60% de los jóvenes asegura que no realiza ningún ejercicio físico, según un estudio realizado por la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria en el 2002, que además afirma que las mujeres son más sedentarias que los hombres.

Un estudio de la Sociedad Española de Diabetes (SED) de 2007 confirma que el 56% de los españoles reconoce no hacer ningún tipo de actividad física.

Según la OMS (2006), España es el país de la Unión Europea con mayor prevalencia de obesidad y sobrepeso infantil: 26,3% en las edades entre 2 y 14 años y el 35% para niños y niñas de 13 años. Estos datos denuncian un serio problema de salud que se combina con la longevidad y la calidad de vida de las nuevas generaciones. En la población infantil española existen dos problemas actuales que requieren solución:

- Bajo nivel en la práctica de educación física escolar y una inadecuada práctica de actividad física y del deporte en edades infantiles y en adolescentes, con demasiadas horas frente al televisor, al ordenador y a los juegos.
- Malos hábitos de alimentación en cantidad y calidad tanto en casa como en el colegio.

Por otra parte se ha comprobado que el ejercicio físico que los alumnos desarrollan en las clases de educación física en colegios no es suficiente para evitar el sobrepeso o la obesidad. En los colegios se ha detectado que en ocasiones muchos alumnos reciben una dosis alta de alimentos y no del todo saludable que, unido a las máquinas expendedoras de bebidas y alimentos instalados en las escuelas, se convierten en un serio problema para la salud. Si a esto último se asocian las insuficientes sesiones de educación física a la semana y su poca efectividad en tiempo, se favorece el incremento de peso en niños y adolescentes. Lamentablemente en la casa se suelen repetir estos patrones. Debemos tener en cuenta que un porcentaje elevado de los niños que tienen sobrepeso u obesidad llegan a ser adultos obesos.

En un estudio del Ministerio de Sanidad y Política Social en el 2009 se concluye que el porcentaje de la población obesa en España prácticamente se duplicó en 10 años: desde el 7,7 al 15%.

Recientemente, julio de 2010, el Ministerio de Sanidad ha reportado que uno de cada cuatro niños en España presenta sobrepeso u obesidad, como consecuencia de malos hábitos de alimentación y de inactividad física.

Se ha demostrado que cuando es buena la intervención de la Atención Primaria sobre niños y adolescentes con sobrepeso, se reduce de forma importante el sobrepeso, la obesidad y la diabetes mellitus del tipo 2 en edades adultas y, por tanto, el RCV. Igualmente queda probado también que las personas con exceso de peso, con buenos hábitos de alimentación y que practiquen actividad física aeróbica de forma mantenida tienen una mejor expectativa de calidad de vida que los obesos sedentarios.

Por otra parte, según estudios realizados, la obesidad a partir de los 7 años podría aumentar el riesgo de sufrir en el futuro enfermedad cardíaca e ictus, incluso

en ausencia de otros factores de riesgo cardiovasculares como la hipertensión. Esta conclusión se recoge en un estudio de la Clínica Infantil Nemours, en Jacksonville (Estados Unidos), y se publicó en 2010 en el *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. El objetivo principal del estudio era conocer si la obesidad podría aumentar el riesgo de enfermedad cardiovascular antes del inicio del síndrome metabólico, y para ello evaluaron a más de 300 menores de entre 7 y 18 años. A todos ellos les realizaron pruebas sanguíneas para evaluar marcadores conocidos que permitieran predecir el desarrollo de la enfermedad cardiovascular. Se incluían, entre otros, los niveles de proteína C reactiva (CRP) como marcador de inflamación, y el fibrinógeno como marcador de coagulación. Los niños obesos tenían diez veces más elevada la CRP y mayores concentraciones de fibrinógeno en comparación con los niños delgados. Estas anomalías se detectaron en niños obesos a partir de los 7 años, mucho antes de iniciar la pubertad. El responsable del trabajo afirma que estos datos resultaban sorprendentes, ya que los niños se encontraban sanos por completo. Aunque se desconocen aún si las intervenciones terapéuticas precoces revierten los niveles de CRP y fibrinógeno, el investigador apunta que sería prudente recomendar intervenciones más agresivas para limitar las calorías y aumentar la actividad en los niños con sobrepeso. “Los médicos no suelen tratar la obesidad en los niños hasta que existen otras características del síndrome metabólico y otras enfermedades cardiovasculares. Esta práctica debería reconsiderarse”.

La tabla 20 nos muestra un trabajo publicado por la ASCM y la AHA en el 2007 que relaciona la presencia de la inactividad física con una serie de patologías de la población de EE.UU., durante el período 1995-2002.

**Tabla 20. Patologías relacionadas con el Sedentarismo. American College of Sport Medicine (ACSM) and American Heart Association (AHA), 2007.**

	Edad 55-65 1995	Edad > 65 1995	Edad > 65 2001-02
Artritis	32,8	48,9	-
Hipertensión arterial	28,9	40,3	50,2
Enfermedades cardíacas	18,0	30,8	31,4
Enfermedades respiratorias	13,7	13,8	-
Diabetes mellitus	9,7	12,6	15,5
Enfermedad cerebrovascular	2,5	7,1	8,9
Osteoporosis	-	Mujer: 26,1 Hombre: 3,8	-

Basándose en estas evidencias científicas, procedentes de las investigaciones realizadas por las Sociedades Americanas del Corazón, de la Diabetes y del Cáncer, se realizó una “toma de posición” en el año 2004, declarando que existen factores de riesgo comunes para las enfermedades cardiovasculares, la diabetes mellitus tipo 2 y para algunos tipos de cáncer, todas ellas relacionadas con un estilo de vida no saludable, donde se incluyen: la inactividad física, los malos hábitos de alimentación, el exceso de peso, el tabaquismo y el alcoholismo. En ocasiones, se asocian a una predisposición hereditaria y a una inadecuada intervención mé-

dica, que favorecen el incremento de la morbilidad y mortalidad en estas enfermedades.

Por su parte, la Guía Europea de Prevención Cardiovascular en la práctica clínica (2007), confeccionada, entre otras, por las principales sociedades europeas del corazón, de la hipertensión arterial, de la Atención Primaria, expone la necesidad de establecer un estilo cardiosaludable con la finalidad de disminuir el riesgo cardiovascular global, basado en la práctica sistemática de la actividad física aeróbica, la incorporación de una alimentación saludable y el abandono del tabaco. A partir de esto, se encaminan las acciones para lograr que:

- La meta terapéutica para la presión arterial sea, en general < 140/90 mmHg.
- En pacientes con diabetes, enfermedad renal crónica o enfermedad cardiovascular se logren valores de presión arterial de 130/80 mmHg.
- Los valores de colesterol total sean < 200 mg/dl, con valores de lipoproteínas de baja densidad (LDL-c) < 130 mg/dl.
- En pacientes con enfermedad cardiovascular o con diabetes se logren valores de colesterol total de < 175 mg/dl, con una LDL-c < 100.
- En la diabetes mellitus tipo 2 y en pacientes con síndrome metabólico se debe reducir el peso y aumentar la actividad física para alcanzar valores adecuados del índice de masa corporal y la reducción de la circunferencia abdominal.
- En la diabetes mellitus tipo 2 se debe alcanzar una HbA1C < 7%.

Está suficientemente demostrado que el desarrollo de la CF aeróbica en estos grupos de población es uno de los elementos decisivos para disminuir el RCV global, lo que se convierte en una de las recomendaciones que aparecen en la Guía Europea (2007) para la prevención cardiovascular.

Las personas de condición sedentaria que llegan a participar en un programa de CF cardiorrespiratoria-metabólica durante 24 semanas mejorarán sus valores de VO<sub>2</sub> máx./kg del 10 al 20%. En casos de obesos sedentarios, que consiguen disminuir el 10% de su peso corporal durante ese periodo, mejoran su consumo máximo de oxígeno relativo de un 30 a un 50%, como una consecuencia del aumento del consumo máximo de oxígeno y de la disminución del peso corporal.

## **2. Importancia del trabajo del médico y de la enfermera de Atención Primaria en el diagnóstico preventivo del síndrome metabólico**

La falta de actividad física es una causa demostrada de insulinoresistencia e hiperinsulinismo, que se incrementa con los malos hábitos de la alimentación y con la obesidad. Este es uno de los componentes más importantes del síndrome metabólico.

La patogenia del síndrome metabólico no es bien conocida, pero se considera que la insulinoresistencia es la responsable de la mayor parte de las anomalías presentes en el SM, fundamentalmente de la hiperglucemia, la hipertensión arterial

(HTA), el aumento en la producción hepática de VLDL-colesterol y triglicéridos y la estimulación de la proliferación endotelial por acción sobre los receptores endoteliales causantes del inicio del proceso de aterosclerosis.

La Sociedad Americana del Corazón (AHA), en septiembre de 2004, expone que el síndrome plurimetabólico o metabólico posee un alto riesgo para las enfermedades cardiovasculares, cerebrovasculares y en la diabetes mellitus del tipo 2. Se considera como un serio problema de salud cardiometabólica, que a medio plazo se convierte en un alto RCV global.

Según la AHA (2004), el cuadro completo del SM se caracteriza por:

1. Obesidad central (androide) con una circunferencia abdominal en hombre  $\geq 102$  cm y en mujer  $\geq 88$  cm.
2. Triglicéridos \*  $\geq 150$  mg/dl ( $\geq 7,1$  mmol/l).
3. HDL-c \* en hombres  $\leq 40$  mg/dl ( $\leq 1,03$  mmol/l) y en mujeres  $\leq 50$  mg/dl ( $\leq 1,29$  mmol/l). En mujeres menopáusicas, los valores se pueden considerar similares a los de los hombres.
4. Insulinorresistencia con alteración de la glucemia en ayunas de  $\geq 110$  mg/dl ( $\geq 6$ , mmol/l). La Sociedad Americana de Diabetes (ADA) y la AHA la consideran a partir  $\geq 100$  mg/dl. En la actualidad, algunos países de la UE ya aceptan esta cifra; o la diabetes del tipo 2 previamente diagnosticada y con tratamiento.
5. Presión arterial  $\geq 130/85$  mm de Hg; o hipertensión arterial previamente diagnosticada y con tratamiento.
6. Estado proinflamatorio de la sangre con proteína C reactiva positiva.
7. Estado protrombótico elevado o activador del plasminógeno menor de 1.

La Guía Europea de Prevención Cardiovascular (2007) sólo valora los cinco primeros componentes del síndrome metabólico enumerados, para hacer efectivo su estudio en la Atención Primaria de salud.

Se estima que una persona es portadora del síndrome metabólico al poseer sólo tres de esos componentes.

A manera de ejemplo: hombre sedentario de 38 años con IMC  $\geq 27,2$  kg/m<sup>2</sup>, y portador de tres de los componentes del SM: obesidad androide de 102 cm, presión arterial sistólica normal alta (135/80) y con HDL-c de 38 mg/dl.

Los pacientes con SM tienen, habitualmente, un RCV alto. Pero, si en el caso anterior, consideramos el nivel de RCV por la escala SCORE, o la de Framingham, o según la AHA, la valoración de RCV en realidad sería baja. Por ello hay que reconocer que, si no se interviene a tiempo, en una persona joven con esos datos y con un estilo de vida no saludable, podría alcanzar a medio plazo una calificación de riesgo elevado.

Por ello, en ocasiones, esos datos pudieran pasar desapercibidos si el médico y la enfermera de Atención Primaria no estuvieran totalmente concientizados de la pe-

---

\* Se considera, como factores de alteraciones dislipidémicas aterogénicas de importancia, poseer triglicéridos altos y el HDL-c bajo.

ligrosidad a medio o largo plazo del síndrome metabólico. Sin duda, una oportuna intervención y un diagnóstico preventivo del SM pueden garantizar mayor salud y evitar complicaciones futuras.

La prevalencia del síndrome metabólico varía dependiendo de la definición empleada para determinarla, así como de la edad, el sexo, el origen étnico y el estilo de vida. El estimado de prevalencia en EE.UU. se sitúa entre el 20 y el 25% de la población y no se han reportado diferencias por sexo (23,4% en mujeres y 24% en hombres) para los diferentes grupos. En los mayores de 60 años es del 43,5%.

En poblaciones de alto riesgo, con antecedentes familiares de diabetes, la prevalencia aumenta considerablemente hasta casi el 50%, llegando a alcanzar más del 80% en personas diabéticas y el 50% en personas con intolerancia a la glucosa. El síndrome metabólico incrementa el riesgo de complicaciones crónicas en la diabetes, se asocia a un predominio de la enfermedad cardiovascular en general y en particular de la enfermedad coronaria, con incremento de hasta cinco veces en la frecuencia de mortalidad cardiovascular.

Un estudio longitudinal de 20 años de la AHA (2005), realizado en 32.000 hombres, demostró que los que poseían  $\geq 102$  cm de circunferencia abdominal (CA), tuvieron una incidencia 12 veces mayor de DM tipo 2 que los que presentaban una CA entre 73,5 y 86,5 cm, y también un elevado riesgo de enfermedad cardiovascular.

Otro estudio de la AHA (2006), refiere que sujetos que presentan un SM conllevan el riesgo de padecer la enfermedad cardiovascular cuatro veces mayor.

Este síndrome, frecuentemente, puede iniciarse de forma aguda por falta de un diagnóstico previo en la Atención Primaria. Puede desencadenarse mediando un infarto agudo del miocardio o una cardiopatía isquémica, o una crisis hipertensiva, un accidente cerebrovascular o en el inicio de la diabetes mellitus tipo 2 en muchos casos de forma descompensada. En un porcentaje relativamente alto se puede asociar con mayor invalidez y con el fallecimiento.

El SM tiene una prevalencia muy elevada en la población española y alcanza un 12% en el registro MESYAS español (2005) sobre población trabajadora sana, con mayor incidencia en el sexo masculino. En la población general española representa un 22%.

En el estudio de la "Prevalencia del síndrome metabólico en la población española de 60 años o más. Estudio de base poblacional PREV-ICTUS de 2009", se comprobó que el 40% de la población  $\geq 60$  años padecía el síndrome metabólico. La presencia del SM en esta población se asociaba más en el sexo femenino, en la obesidad ( $IMC \geq 30$ ), en la hipertensión arterial y en la DM del tipo 2.

La Atención Primaria (AP) de España propia de sus Centros de Salud disfruta del poder resolutivo necesario en recursos profesionales y materiales para el diagnóstico preventivo del SM. Como ya se ha mencionado, es muy importante establecer el diagnóstico dada la alta incidencia de las enfermedades cardiovasculares y de la diabetes del tipo 2. Es en la Atención Primaria donde con la valoración inicial por el médico, y con el apoyo del profesional de enfermería, se detecta el SM. Resulta algo simple de detectar, si nos remitimos a evaluar la circunferencia abdominal, la pre-



sión arterial, y determinar en el laboratorio clínico los valores de glucemia, los triglicéridos y el HDL-c. Con esto, se obtienen las cinco variables del SM que recomienda la Guía Europea. Esta información es extremadamente útil y permite enriquecer la valoración de la tabla de RCV global, score de los pacientes; y si también logramos que se relacione con otras variables, como es el IMC, el colesterol total, el LDL-c, y el índice colesterol total/HDL-c, se afirmarí­a con creces el diagnóstico. Serí­a, realmente, muy concluyente poder conocer si el paciente es practicante o no de actividad física, si tiene hábitos de alimentación sana y si no tiene otras adicciones.

Una vez evaluados los pacientes, se podrí­a indicar un electrocardiograma de reposo para las personas a partir de un score 3 y en portadoras de SM. Nuestro criterio es que personas que se incluyan en una clasificaci3n con un score alto  $\geq 5$  y portadores de SM, deberí­an ser estudiados mediante una prueba de esfuerzo cardiovascular del tipo Bruce modificado o similar, que permite descartar una posible cardiopatí­a isquémica silente como un primer nivel de detecci3n de esta patologí­a, así como poder conocer su estado funcional hemodinámico y el  $VO_2$  máx./kg.

### **3. Evidencias clínicas de los efectos positivos de la CF cardiorrespiratoria-metab3lica. Un aspecto definitorio**

Las directrices de mayor relevancia internacional en cuanto a los efectos positivos de la CF aer3bica son las que desde 1975 propone el American College of Sports Medicine (ACSM). En estas *guidelines* se pueden encontrar los principios cientí­ficos de la prescripci3n de la actividad física en la prevenci3n primaria y secundaria, incluyendo especificaciones para pacientes cardiacos, con patologí­a pulmonar, hipertensi3n arterial, diabetes mellitus, obesidad, dislipidemias, patologí­a reumatol3gica, enfermedad renal, transplantados, patologí­a cancerosa, deficientes inmunol3gicos, así como para poblaciones especiales como embarazadas, infancia y ancianidad. Las recomendaciones se basan en la evaluaci3n de los estudios cientí­ficos que el ACSM realiza conjuntamente con diferentes sociedades cientí­ficas norteamericanas, destacando desde 1995 la principal, la American Heart Association (AHA). En la actualizaci3n de 2007 se han considerado numerosas investigaciones randomizadas.

A continuaci3n presentamos evidencias cientí­ficas de la importancia de la CF cardiorrespiratoria-metab3lica para diferentes grupos poblacionales y de salud que, asociada con la CF musculoesquelética isotónica, de ser viable, colabora en mejorar de forma significativa la salud y la calidad de vida.

#### **3.1 Estudios longitudinales demuestran la importancia de los MET y del $VO_2$ máx./kg como predictores de salud y de riesgo**

Numerosas investigaciones demuestran la importancia de la CF aer3bica. Tomando como referencia el estudio de Myers y colaboradores en 2002, se presenta en las

dos tablas siguientes la información que confirma su protagonismo como predictor de salud y de riesgo relativo de mortalidad.

En la tabla 21 se puede observar que los pacientes que alcanzan mayor cantidad de MET, tanto en población saludable como en sujetos con patología cardiovascular, poseían un menor riesgo de mortalidad. Los que reportaron menos MET están asociados con un riesgo de mortalidad mayor.

En la tabla 22 aparecen cinco grupos de pacientes con diferentes patologías, todas de riesgo, observándose que pacientes que alcanzaron menor cantidad de MET, tienen asociada una mayor mortalidad.

**Tabla 21. Niveles de condición física (MET) y riesgo relativo de mortalidad en población aparentemente saludable y en población con enfermedad cardíaca.**

Estado de salud	Muy alto riesgo de mortalidad	Alto riesgo	Moderado riesgo	Bajo riesgo	Muy bajo riesgo de mortalidad
Aparentemente saludables	1-5,9 MET	6-7,9	8-9,9	10-12,9	> 13 MET
Pacientes con enfermedades cardiovasculares	1-4,9 MET	5-6,4	6,5-8,2	8,3-10,6	> 10,7 MET

**Tabla 22. Niveles de condición física (MET) y riesgo relativo de mortalidad en población con RCV (Myers, 2002).**

	Relación de riesgo relativo de mortalidad con nivel de condición física en MET		
	< 5 MET	5-8 MET	> 8 MET
Hipercolesterolemia (> 220 mg/dl)	1,6-2,3 de riesgo relativo de mortalidad	1,2-1,8 de riesgo relativo de mortalidad	≤ 1 de riesgo relativo de mortalidad
Hipertensión arterial	1,7-2,3	1,2-1,6	≤ 1
Tabaquismo	1,6-2,3	1,1-1,6	≤ 1
Diabetes mellitus tipo 2	1,5-3,5	0,9-1,9	≤ 1
Obesidad	1,8-3,0	1,2-2,0	≤ 1

El AHA, en unión al ACSM, concluyeron que poseer valores de VO<sub>2</sub> máx./kg y de MET con criterios de excelente y bueno para un grupo de edad y sexo son, sin duda, un buen predictor de expectativa de vida, tanto en personas saludables como en enfermos con respecto a un mismo grupo. Ello resulta más evidente cuando se alcanza valoración de excelente para determinado grupo etario y sexo (ver tablas 7, 8, 9 y 10 del capítulo 1).

A partir de los 40 años, valores mayores a 10,5 MET (aproximadamente un VO<sub>2</sub>/kg > 36,5 ml/kg/min) y en las mujeres > 9,5 MET (> 33 ml/kg/min) son considerados factores protectores de cardiopatía isquémica y de algunos de sus factores de riesgo coronario. Blair (2001) demostró que pacientes con enfermedades degenerativas crónicas con más de 8 MET (≥ 28 ml O<sub>2</sub>/kg/min) tienen una expectativa de vida significativamente mayor que los que alcanzan valores ≤ 5 MET (≤ 17,5 ml O<sub>2</sub>/kg/min).

En el estudio “Un poco de ejercicio regular extiende la vida de los hombres”, 2007, Kokkinos y su equipo revisaron la información recogida en centros de evaluación médica en una muestra de 15.660 pacientes del sexo masculino, tanto blancos como negros, entre los años 1983 y 2006, tratados en Palo Alto, California, o en Washington, D.C.

Las edades de los hombres estaban comprendidas entre los 47 y los 71 años. Habían sido enviados a un centro médico de valoración funcional para realizar una prueba de esfuerzo máximo en cinta rodante aplicando el test de Bruce modificado y clínicamente adoptado antes de iniciar el estudio. Tuvieron un control médico integral durante 24 años, repitiéndose periódicamente los estudios. Los resultados del esfuerzo físico se reflejaron en “equivalentes metabólicos” o MET. A su vez, los investigadores calificaron la forma física de acuerdo con la puntuación en MET, evaluando:

---

Por debajo de 5 MET: mala forma.

De 5 a 7 MET: forma moderada.

De 7 a 10 MET: buena forma.

Por encima de 10 MET: muy buena forma.

---

Kokkinos y sus colegas hicieron un seguimiento de los fallecimientos acaecidos hasta junio de 2007. Comprobaron que el nivel de forma física expresada en MET a partir de la prueba de esfuerzo cardiovascular predecía de forma contundente su futuro riesgo de muerte, en lugar de la edad, la presión arterial y el índice de masa corporal, y en hombres tanto de raza negra o blanca.

Cada punto adicional por los MET alcanzados confería una reducción del 14% del riesgo de muerte entre los hombres negros y del 12% entre los blancos. Entre los sujetos objeto del estudio, los calificados como de “forma moderada” entre 5 y 7 MET, tenían un riesgo de muerte un 20% menor que los evaluados en la categoría de “mala forma”. Los clasificados de “buena forma” (entre 7 y 10 MET) su riesgo de muerte era 50% menor, mientras que los que fueron considerados de “muy buena forma” redujeron sus riesgos de mortalidad en un 70%.

“La clave está en que alcanzar el beneficio que encontramos conlleva relativamente poco ejercicio”, señaló Kokkinos. “Aproximadamente 2 a 3 horas de caminata rápida a la semana. Eso es tan solo entre 150 y 200 minutos por semana. Puede repartirse durante la semana y durante el día. Es algo que puede hacerse en la vida real”.

Alice H. Lichtenstein, directora del Laboratorio de Nutrición Cardiovascular del Centro de Investigación sobre Nutrición Humana de la Universidad de Tufts, se mostró de acuerdo, afirmando que, “Lo que este hallazgo demuestra es que los niveles de actividad física que todo el mundo debería poder alcanzar pueden tener un beneficio real en cuanto a la reducción del riesgo”. “Lo que realmente importa que se entienda es que no se necesita ropa especial, memberships especiales o equipo especial”, añadió Lichtenstein, expresidenta del Comité de Nutrición de la American Heart Association (AHA). “Es algo que todo el mundo puede hacer. Y aunque esta investigación no indica si es conveniente para las mujeres, no hay motivo para sospechar que no es así”.

### 3.2 Evidencias científicas de los efectos positivos de la actividad física según: “Physical Activity Guidelines for Americans, 2008”

A partir de los múltiples estudios realizados por las instituciones de salud del Departamento de Salud del Gobierno de los EE.UU., en coordinación con sociedades médicas nacionales e instituciones científicas de la salud de referencia nacional, se alcanzó en el año 2008 un importante consenso en relación con la práctica de la condición física aeróbica para dos grandes grupos: niños-adolescentes y adultos-mayores, distribuyendo los resultados de las evidencias en: fuerte, moderada a fuerte y moderada.

A continuación el estado de posición:

#### I. En niños y adolescentes.

##### **Evidencia fuerte**

Mejor condición física cardiorrespiratoria  
 Mejor condición muscular  
 Mejor salud ósea  
 Mejores marcadores de salud cardiovascular  
 Mejor composición corporal

##### **Evidencia moderada**

Menos síntomas de depresión

#### II. Adultos y mayores.

##### **Evidencia fuerte**

Menor riesgo de muerte temprana  
 Menor riesgo de enfermedad coronaria  
 Menor riesgo de ictus  
 Menor riesgo de hipertensión arterial  
 Menor riesgo de dislipidemias adversas  
 Menor riesgo de diabetes tipo 2  
 Menor riesgo de síndrome metabólico  
 Menor riesgo de cáncer de colon  
 Menor riesgo de cáncer de mama  
 Prevención de aumento de peso  
 Mejor condición física cardiorrespiratoria  
 Mejor condición muscular  
 Prevención de caídas  
 Mejor función cognitiva (ancianos)

##### **Evidencia moderada a fuerte**

Mejor salud funcional  
 Menor obesidad abdominal

##### **Evidencia moderada**

Menor riesgo de fractura de cadera  
 Menor riesgo de cáncer de pulmón  
 Menor riesgo de cáncer endometrial  
 Mantenimiento del peso después del adelgazamiento  
 Mejor densidad ósea  
 Mejor calidad del sueño

Indudablemente son evidencias científicas muy fundamentadas, que demuestran la importancia de la actividad física en la población, y que unido a una nutrición equilibrada como parte de un estilo de vida saludable, garantiza longevidad y calidad de vida.

En la tabla 23 presentamos los niveles de actividad física y sus implicaciones para la salud, presentados por el propio Departamento de Salud del Gobierno de Estados Unidos. Se fundamenta en los criterios de la CF cardiorrespiratoria-metabólica del ACSM ya comentado en el capítulo 2. Se analiza el nivel de efectividad según la cantidad de minutos de ejercicio aeróbico de intensidad moderada acumulados en la semana con relación a las evidencias demostradas según los beneficios de salud.

Se ha comprobado que un promedio de actividad física aeróbica a la semana de entre 150 a 300 minutos con intensidad moderada constituye una dosis adecuada de ejercicio que produce evidentes beneficios a la salud. Ya una duración superior a los 300 minutos semanales se puede considerar como un efecto adicional, aunque no haya pruebas de beneficios extras.

A partir de la tabla 23, podemos afirmar que es necesario caminar o trotar al menos 30 minutos diarios durante 5 días a la semana, acumulando los 150 minutos necesarios con una intensidad moderada y teniendo presente las características y necesidades individuales de cada persona, mediante la opción cardiorrespiratoria-metabólica, y con la finalidad, ya reiterada, de protección cardiometabólica.

**Tabla 23. Niveles de actividad física e implicaciones para la salud según “Physical Activity Guidelines for Americans, 2008”.**

<b>Nivel de actividad física</b>	<b>Promedio de actividad física de intensidad moderada semanal y tiempo de ejercicio</b>	<b>Beneficios para la salud</b>	<b>Comentario</b>
Sedentarismo	Inactividad	Nada	La inactividad no es saludable
Pequeña	Existe actividad pero menor de 150 minutos en la semana	Algunos beneficios	Claramente preferible este nivel de actividad sobre la inactividad
<b>Promedio</b>	<b>De 150 a 300 minutos a la semana</b>	<b>Importante beneficio para la salud</b>	<b>Importante beneficio para la salud. Existen evidencias</b>
Alto	Más de 300 minutos	Adicional al efecto promedio	Las investigaciones científicas no reconocen como beneficios por encima del nivel promedio

Las estimaciones de la prevalencia de actividad física aeróbica por 150 minutos o más a la semana con intensidad moderada, se sitúan sólo entre el 31 y el 51% en diferentes países, con una media mundial del 41%, según un informe de la OMS de 2002. Esto es bastante inferior en diferentes países de la UE.

## 4. Variables para medir la dosis de ejercicio. Control de la actividad física en la población

En este apartado se presentan algunas de las principales variables necesarias para controlar a personas saludables y sobre todo a las que sufren algún padecimiento, incluso aquellas que presentan RCV. Es imprescindible conocer la respuesta biológica a la carga del ejercicio; es decir, hay que conocer la dosis de actividad física planificada para el paciente en cada sesión, en relación con los efectos fisiológicos de adaptación crónica del organismo a las cargas recibidas como resulta de la unión del tipo de ejercicio aeróbico y los componentes duración, intensidad y frecuencia.

Entre estos indicadores tenemos:

- Como variable protagonista, la frecuencia cardiaca (FC) en condiciones de reposo, durante el ejercicio, al culminarlo y mientras se realiza la recuperación en los minutos 1, 3 y 5. Es la variable más fácil de medir y la más utilizada diariamente. A partir de ella se puede obtener el porcentaje de la FC máx. y del  $VO_2$  máx. Lo ideal es que el propio interesado sepa cómo determinarla, aunque la mejor forma sería el uso del pulsómetro.
- Presión arterial, tanto en reposo, como al finalizar el ejercicio y durante los minutos 1 y 5 de la recuperación. La periodicidad de su control dependerá de que la persona sea hipertensa o no. En los no hipertensos bastaría controlarla una vez a la semana o al mes.
- Percepción del esfuerzo siguiendo la escala de Borg.
- Distancia recorrida. El uso del podómetro permite conocer la distancia recorrida en el día.
- Evaluación de la velocidad de traslación (km/h, m/s) aplicando diferentes test de: caminata, trote, en la cinta rodante, etcétera. De no contar con los medios para evaluar el  $VO_2$  máx./kg de forma directa o indirecta, podría ser útil evaluar la velocidad de traslación durante la caminata, que es una actividad submáxima y que, dependiendo de la distancia recorrida en un tiempo dado, permitiría calcular por grupos de edad y sexo, como se expone en el capítulo 7.
- Mediante el levantamiento de peso en kg. En estados deteriorados de salud, no es recomendable el trabajo de musculación.
- Obtención del  $VO_2$  máx./kg y de los MET por métodos de laboratorio o de campo. Es una variable muy importante, aunque no siempre es fácil disponer ni de recursos ni de tiempo. En personas con problemas cardiovasculares o con riesgo de moderado a intenso, sería muy deseable poder realizar una prueba ergométrica funcional.
- Cálculo del gasto energético mediante fórmulas indirectas. De forma directa se puede controlar mediante un *holter* calórico.
- Control del peso corporal. Se debe realizar una vez a la semana. Es importante conocer el índice de masa corporal y la circunferencia abdominal.

- Control de la glucemia. Muy necesario en el caso de pacientes diabéticos antes de iniciar el ejercicio, durante y con posterioridad al mismo. Es valioso el uso del glucómetro.
- Control de la saturación de oxígeno en los pacientes con enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (EPOC) y enfermedades cardiovasculares.
- Monitorización con electrocardiograma (ECG) en pacientes con infarto agudo de miocardio (IAM) en fases 1 y 2 de rehabilitación, así como en otras alteraciones cardiovasculares, con la finalidad de poder identificar las áreas de posible isquemia o extrasístoles.

## **5. Beneficios de la condición física cardiorrespiratoria-metabólica y musculoesquelética isotónica en la prevención y tratamiento de diferentes patologías**

En el capítulo 2 se expusieron los principales beneficios de los programas de ejercicio con predominio aeróbico al que incorporamos, también, las ventajas de trabajar la condición física musculoesquelética isotónica, con independencia de que en ocasiones no aparezca planificada en diferentes estados de salud, como ya analizamos en el capítulo 3. Es indudable que, cuando su prescripción es viable, repercute muy favorablemente en la salud y complementa de forma importante la condición cardiorrespiratoria-metabólica.

Ya se ha explicado anteriormente que, incluso en personas que importan algunas patologías o de forma general para la población en diferentes periodos de la vida, la niñez, la adolescencia, durante la gestación, la adultez, el climaterio, o para el adulto mayor, deben recibir imprescindiblemente la dosis de actividad física necesaria para garantizar la salud y el bienestar en cada una de esas etapas, teniendo en cuenta siempre su estado de salud, la edad y la condición física en el momento de ser evaluado para iniciar un programa de actividad física.

## **6. Importancia de la actividad física en diferentes períodos biológicos y en situaciones especiales**

### **6.1 Actividad física en niños y jóvenes. Beneficios**

Los niños y los jóvenes en edad escolar deberían dedicar 60 minutos al menos de forma diaria en diferentes manifestaciones de ejercicio; desde la clase de educación física en la escuela, el realizar deporte en instalaciones deportivas, el juego en las plazas y parques de su barrio, e incluso apoyando algunas tareas de la casa. Lo importante es moverse intentando, en ocasiones, involucrar de una forma más intensa, leve o moderada en otras, sus diferentes planos musculares, bien sea en forma de juegos, o en actividades agradables, que logren motivar y establecer el

hábito de la actividad física en estas edades, y que pueden convertirse en patrones que los acompañen durante toda la vida, garantizando que serán adultos más activos y saludables. Las actividades aeróbicas deben estar siempre incluidas.

De esta forma se colabora en el establecimiento de hábitos cardiosaludables en niños y en adolescentes a través del ejercicio que, acompañado indispensablemente de una alimentación saludable, permiten adquirir y mantener un buen estado de salud, una buena condición física y, por supuesto, un peso adecuado. Esta es la clave para combatir el RCV y metabólico, el sobrepeso, la obesidad, la hipercolesterolemia y la hipertensión arterial, entre otras.

La práctica de actividad física contribuye muy eficazmente en disminuir en los adolescentes la adicción a la comida, al alcohol, al tabaco y a las drogas.

Todo ello es fundamental para la consecución de ciudadanos sanos y activos que completa la familia y la escuela, que juegan en ello un papel muy importante. La alarmante situación actual en la que el sobrepeso y el sedentarismo ocupan espacios mayores, exige la importante sensibilización de los gobiernos de los distintos países para apoyar las políticas encaminadas a minimizar su efecto por medio de las diferentes instancias de sanidad, educación y deporte. Hay países que ya son ejemplo, y otros que están apostando para incrementar la prevención. Países como Noruega y Finlandia trabajan seriamente en ello. Es conocido el esfuerzo y la preocupación del Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad de España, que está organizando un programa para mejorar la situación en las edades escolares, haciendo énfasis en los hábitos de alimentación y en la práctica de actividad física y deporte. El Consejo Superior de Deportes también se ha adherido a ello.

Se ha demostrado científicamente la gran importancia que tiene que los niños, en edades comprendidas entre 5 y 10 años, adquieran hábitos sanos de vida, transmitiéndoles para ello patrones adecuados de alimentación y de actividad física, que les acompañarán en el futuro, ya que en la adolescencia resultará difícil educarlos al respecto.

Se considera importante resaltar que en niños y jóvenes que padecen enfermedades degenerativas crónicas, incluidas algunas de tipo congénito o adquirido, tales como cardiopatía congénita, diabetes del tipo 1, hipercolesterolemia familiar, exceso de peso, hipertensión arterial, asma bronquial y otras, es vital realizar diariamente actividad física para mejorar su estado de salud y su expectativa de vida. La condición física aeróbica o cardiorrespiratoria-metabólica de carácter leve-moderado o moderado juega un papel decisivo en la salud de estos jóvenes pacientes. Sugerimos utilizar la fórmula de Londreee & Moeschbenger para el cálculo del pulso del entrenamiento en estas edades, que es más conservadora, y que se sitúa entre 6 y 10 pulsaciones menos que la de la OMS.

En relación con el deporte de competición en edades tempranas, debemos recordar que el niño no es un adulto en miniatura. Por tanto, las cargas del entrenamiento y del sistema de competición deben estar acordes con las etapas de crecimiento y desarrollo del niño y del adolescente. A cada etapa del crecimiento y desarrollo corresponden características biológicas, psicológicas y capacidades funcionales mo-



toras propias, así como aspectos técnicos-tácticos adecuados del deporte que practiquen. Es indiscutible resaltar la necesidad de que no se debe someter a esfuerzos superiores a sus capacidades a los que tienen estas edades. Es vital establecer una buena relación entrenamiento-recuperación y un correcto control médico del entrenamiento. Con cierta frecuencia, se advierte que por el nivel de exigencia de los padres o entrenadores, el deporte de competición puede convertirse en un medio no saludable para el niño deportista, tanto en el aspecto biológico como en el psicológico. Invitamos al lector interesado en esta temática a consultar nuestro libro “Medicina y ciencias del deporte y actividad física”, en su capítulo 16, “Detección de talentos deportivos. Desarrollo y conducción al alto nivel. Consideraciones sobre el entrenamiento deportivo en niños y adolescentes”.

La fórmula de la OMS para el cálculo del pulso del entrenamiento en deportistas de rendimiento a partir de los 13 ó 14 años es recomendable.

## 6.2 Gestación y postparto. Beneficios de la condición aeróbica

Es un estado muy especial de la mujer y del niño en formación. Estudios realizados, corroboran que es importante la práctica de la CF aeróbica de forma leve-moderada a moderada, como puede ser caminar, acompañada de algunos ejercicios que fortalezcan los músculos que actúan en el momento del nacimiento del bebé. Las futuras madres que son practicantes activas de una disciplina deportiva podrían continuar en los primeros meses del embarazo, aunque de forma conservadora, disminuyendo la intensidad a medida que se va aproximando el parto, y aconsejando para la etapa final sólo el caminar y los ejercicios recomendados por su ginecólogo para este momento.

Las actividades como la equitación, los deportes de combate y de impactos, ejercicios de alta intensidad, aunque sean de práctica usual por la futura mamá, deben estar contraindicados. La CF aeróbica unida a una buena alimentación, y al no consumo de sustancias tóxicas, son aspectos importantes para la salud de la madre y del feto. La actividad física para la gestante favorece valores normales de glucemia, mejor peso corporal, control de la presión arterial, mejor perfil de los lípidos, todo lo cual incide positivamente en una gestación saludable, un parto fácil y el nacimiento de un niño sano.

El programa de ejercicio será muy personalizado y con aprobación del obstetra. De considerarse necesario, podría ser monitorizado por un especialista de la actividad física.

Las embarazadas con patologías cardiovasculares, diabéticas o con riesgos relacionados con éstas o que padecen alguna enfermedad, se les debe indicar programas relacionados con la CF cardiorrespiratoria-metabólica, con un enfoque médico multidisciplinar y por lo general usando la modalidad de caminar.

Es muy importante en el postparto continuar llevando un estilo de vida saludable e iniciar gradualmente la práctica de la CF aeróbica, con una alimentación equili-

brada, sin que ello afecte a la lactancia, e ir perdiendo de forma gradual el peso corporal adquirido durante la gestación, disminuyéndolo saludablemente a razón de 0,5 kg de peso/semana.

Se considera que es ideal caminar de forma continua de 30 a 45 minutos diarios, lo que aportaría los beneficios ya mencionados de la CF aeróbica. La fórmula sugerida en este caso para el cálculo del pulso del entrenamiento es la de la OMS. La natación es una opción satisfactoria para las gestantes, pues desarrolla su capacidad aeróbica mejorando su condición física global, pero debe hacerse siempre bajo autorización médica.

Sin duda, una futura madre que desde la niñez ha sido sana y activa tendrá todos los requisitos para acceder a una gestación saludable y a un parto feliz.

En las embarazadas se encuentran contraindicados deportes como la equitación, esquí, deportes de contacto y de fuerte impacto.

## 6.3 Envejecimiento: menopausia y adulto mayor. Beneficios de la CF aeróbica. Menopausia y ejercicio

En la menopausia disminuyen los niveles de estrógenos y progesterona, lo que ocasiona una reducción de la protección cardiovascular debida al cambio del perfil lipídico que, en ocasiones, se asocia con incremento del peso corporal. Todo esto actúa muy negativamente, simultaneado, por lo general, de mayor inactividad en la mujer, aparición de cuadros depresivos, aumento de la dependencia a la comida y, entre otros, trastornos del sueño. Paralelamente se facilita el aumento del riesgo cardiovascular y se incrementa la probabilidad de padecer una enfermedad cardiovascular o diabetes del tipo 2, acelerando inevitablemente el proceso del envejecimiento y con la aparición frecuente de afectaciones neurológicas y de osteoporosis.

Una forma saludable y efectiva de enfrentar estas consecuencias de la edad es, ciertamente, la práctica de ejercicio físico en el que predomine la CF aeróbica, incluyendo de forma gradual la CF musculoesquelética del tipo isotónico. Se ha constatado científicamente que produce beneficios evidentes, mejorando la condición física de la mujer y separando los molestos síntomas de esa etapa. Ayuda a controlar el peso, mejora el sueño, amortigua los procesos de ansiedad, angustias, etcétera, y es el remedio más viable y económico para sobrellevar con seguridad y estima esta edad de la mujer. Estimula, pues, todos los procesos que permiten contrarrestar los riesgos cardiovasculares y de otro tipo. Menopausia y ejercicio son términos que deberían ir entrelazados siempre, juntos constituyen una carta de garantía para la salud femenina.

### 6.3.1 Adulto mayor y ejercicio

El **envejecimiento en el adulto mayor** marca una declinación neuro-inmuno-endocrina, acompañada de una patente disminución de las capacidades funcionales, como son: la minoración de la resistencia aeróbica expresada por el  $VO_2$  máx./kg

(ver tablas 7 y 8 del capítulo 1) y la reducción evidente de las capacidades de fuerza, velocidad, flexibilidad y coordinación.

La disminución de las capacidades histomorfológicas y funcionales, así como de las motoras, y de las habilidades necesarias para coordinar las actividades cotidianas, conduce a una pérdida gradual de la salud y a un patente deterioro de la independencia y de la autoestima, siendo esto más manifiesto en las personas más inactivas.

En personas sedentarias se multiplican estos problemas propios del envejecimiento y se incrementan de forma negativa los efectos y complicaciones de las enfermedades presentes acelerando la aparición de otras nuevas. En estas edades son más comunes las enfermedades de carácter cardiovascular, respiratorio, metabólico, neurológico y las del aparato locomotor, como la artrosis y la osteoporosis.

La actividad física aeróbica es en realidad una opción inestimable que colabora eficazmente para lentificar o hasta revertir esos procesos, mejorando la edad biológica funcional. Programas personalizados para el desarrollo de la condición cardiorespiratoria-metabólica y la CF musculoesquelética isotónica contribuyen en la longevidad y en la calidad de vida del adulto mayor.

Evidencias científicas afirman que las personas mayores practicantes de CF aeróbica combinada con CF musculoesquelética isotónica poseen excelentes indicadores de salud y mejoran la condición física global, hasta poder llegar a tener una edad biológica funcional de entre 5 a 15 años menor que la de su edad cronológica.

En adultos de edad avanzada, la recuperación de la CF global colabora en mejorar la coordinación, el equilibrio, así como disminuye el riesgo de caídas, ayuda a prevenir o retrasar las enfermedades crónicas y aquellas otras asociadas al envejecimiento. Incrementan la longevidad, la calidad de la vida y la autoestima y perfeccionan la capacidad para vivir de forma independiente.

Se puede actuar prolongando la longevidad de dos maneras: evitando la causa de la muerte y frenando el envejecimiento. La primera aumenta la duración de la vida media y la segunda la vida total y, por ende, su calidad.

Diferentes trabajos científicos han demostrado que la velocidad del proceso de envejecimiento en personas activas puede ser frenada, o mantenida a niveles mínimos, si logramos mantener un buen estado de salud, por lo que existe mayor número de personas de avanzada edad en países desarrollados y en otros en vías de desarrollo. Si la ancianidad constituye una etapa más en la sucesión de la vida, hagamos de ella un periodo biológico saludable y digno. La Encuesta Nacional de Salud del Ministerio de Sanidad de España (2007) relaciona la inactividad física con un 7% del total de las muertes en España. Además, el estudio sobre Promoción del Ejercicio Físico de la Sociedad Española de Medicina Familiar y Comunitaria (SEMFYC) concluye que hay la certeza de que las personas activas viven 3 años más de media, con mejor calidad de vida y autonomía personal, que las inactivas. En las personas mayores, tan castigadas por la osteoporosis o por la artrosis, el ejercicio disminuye el dolor articular y facilita la movilidad, muy ligados a la autonomía personal para

las actividades cotidianas. Se ha demostrado que la actividad física reduce los riesgos de la discapacidad y el 50% en las fracturas.

Puede surgir la pregunta: ¿cuál es el mejor programa de actividad física para los adultos mayores?

Sería imprescindible realizar una evaluación médica integral, que permita diseñar un programa personalizado de actividad física y que se pueda planificar el trabajo de la semana de la siguiente forma:

- CF aeróbica: 60%.
- CF de fuerza de predominio isotónico: 20%.
- Flexibilidad-coordinación-equilibrio: 20%.

Para el cálculo del pulso del entrenamiento recomendamos la fórmula de la OMS, que es más conservadora que las restantes. Invitamos al lector a consultar el libro “Medicina y Ciencias del Deporte y Actividad Física” en su capítulo 8, “Envejecimiento: adulto mayor y mujer climatérica. Una propuesta de estilo de vida saludable desde la niñez”, donde se argumenta ampliamente la importancia de la actividad física en estas edades con la intención de mejorar los indicadores de salud, la expectativa y la calidad de vida del adulto mayor y de la mujer climatérica.

## 6.4 Recomendaciones y objetivos de la actividad física en los niños, los jóvenes, los adultos y los adultos mayores

Una vez más, en razón de su indiscutible importancia, queremos reiterar que la actividad física debe incorporarse a la vida del individuo desde la infancia, como parte esencial de un estilo de vida saludable. Consecuentemente presentamos a continuación algunos de los objetivos principales de la actividad física, distribuidos en cuatro grupos de edades, tal y como aparecen en el epígrafe, y según el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM):

- Infancia: desde los 5 años hasta la adolescencia.
- Jóvenes: adolescencia hasta los 25 años
- Adultos: de los 25 a los 65 años, aproximadamente.
- Adultos mayores o ancianos: más de 65 años.

### 6.4.1 Objetivos prioritarios de la actividad física en la infancia

- Colaborar en el crecimiento y en el desarrollo óptimo desde los puntos de vista óseo, articular y neuromuscular.
- Colaborar en el equilibrio psicológico, maduración afectiva, socialización e integración.
- Reducir factores de riesgo cardiovascular y metabólico.
- Establecer el esquema corporal y la coordinación motriz neuromuscular.
- Desarrollar el interés por la actividad física como parte del estilo de vida saludable.

- Desarrollar un nivel suficiente de capacidad física multilateral, con predominio de formas de juegos, sobre todo en menores de 10-12 años.
- Captación de futuros talentos para el deporte de competición.
- Ayudar a prevenir hábitos tóxicos.

#### **6.4.2 Objetivos prioritarios de la actividad física en los jóvenes**

- Reducir factores de riesgo cardiovascular y metabólico.
- Desarrollar un nivel suficiente de capacidad física global.
- Adquirir y mantener un estilo de vida saludable, siendo el ejercicio físico un componente de gran importancia.
- Ayudar a prevenir o abandonar hábitos tóxicos.
- Colaborar en el equilibrio psicológico, maduración afectiva, socialización e integración.
- Colaborar en conducir a futuros talentos hacia el alto rendimiento.

#### **6.4.3 Objetivos prioritarios de la actividad física en los adultos (25 a 65 años)**

- Disminuir la pérdida progresiva de las capacidades morfofuncionales. Mantener las condiciones cardiorrespiratoria-metabólicas, musculoesqueléticas y neuro-inmuno-endocrinas.
- Prevenir y tratar las enfermedades cardiovasculares y metabólicas (obesidad, dislipidemias, síndrome metabólico, diabetes mellitus tipo 2), así como determinados tipos de cáncer, degeneración del sistema nervioso central (Alzheimer, Parkinson).
- Prevenir y tratar enfermedades degenerativas del aparato locomotor (artrosis, osteoporosis).
- Ayudar a prevenir o abandonar los hábitos tóxicos.
- Mantener un estilo de vida físicamente activo, y ser ejemplo para hijos y nietos.
- Colaborar en preservar las funciones cognitivas y para mantener una mente saludable.
- Mantener el equilibrio psicológico y afectivo y, especialmente, la integración en la sociedad y en el seno familiar.

#### **6.4.4 Actividad física recomendada para los adultos**

- Ejercicio aeróbico y de acondicionamiento musculoesquelético dependiendo de las características propias de cada uno.
- Componentes: sesiones de 3 a 7 por semana, duración de 20 a 60 minutos e intensidad del 54 al 85% de la FC máx.
- La cantidad y calidad del ejercicio, según los componentes de duración, frecuencia e intensidad, serán definidos según los criterios de dosificación de la actividad física presentados en los capítulos 2 y 3.

- Actividad física informal (caminar, subir y bajar escaleras, trabajos de jardinería, tareas cosméticas, etcétera).
- Actividades deportivo-recreativas de fines de semana, con precauciones.

#### **6.4.5 Actividad física en el adulto mayor (más de 65 años). Objetivos principales**

- Disminuir la pérdida progresiva de las capacidades morfofuncionales. La actividad física puede mantener un nivel suficiente de la capacidad funcional general.
- Mantener la integridad del aparato locomotor para poder realizar las actividades cotidianas.
- Prevenir, tratar y rehabilitar las enfermedades cardiovasculares, respiratorias, metabólicas y osteoarticulares.
- Mantener un equilibrio en el sistema neuro-inmuno-endocrino.
- Colaborar en preservar las funciones cognitivas y mantener su mente sana, puesto que la adecuada estructura física y química del cerebro le permite en cada momento recibir la información del mundo exterior y registrarla, recordar pasadas experiencias, y la asociación en el cerebro de la información presente y pasada. Estos factores están interrelacionados y son independientes.
- Mantener el equilibrio psicológico y afectivo, así como la inserción social y familiar.

#### **6.4.6 Actividades recomendadas en el adulto mayor**

- Ejercicio aeróbico, ejercicios de flexibilidad y acondicionamiento muscular de bajo impacto osteomioarticular mediante un programa personalizado y conservador de una frecuencia diaria y a realizar en varias sesiones, con una duración entre 30 y 60 minutos, y una intensidad entre el 54 y el 75% de la FC máx.
- Actividad física informal: caminar, tareas domésticas, jardinería.

### **6.5 Casos especiales. Deportistas de alto rendimiento y profesiones extremas**

Los deportistas de alto rendimiento y de alta competición, al igual que los miembros de profesiones que exigen excelentes condiciones físicas, como militares, bomberos, policías, necesitan recomendaciones de cómo desentrenarse al abandonar el alto grado de exigencia de sus anteriores ocupaciones.

La CF aeróbica es el ejercicio de elección para garantizar a este grupo de población un futuro saludable al paso del tiempo.

Lamentablemente hay ocasiones en las que un profesional que se desvincula de las actividades que comúnmente realizaba modifica su forma de vida, disminuyendo su gasto energético, manteniendo y en algunos casos incrementado la ingesta calórica, lo que gradualmente le conduce a un exceso de peso y a un acrecentamiento del riesgo cardiovascular, en ocasiones acompañado de adicciones como el tabaco y el consumo de alcohol.

Los efectos de la adaptación fisiológica crónica a la práctica de determinados deportes durante muchos años, como sucede frecuentemente en la alta competición, requiere un programa acertado de “desentrenamiento”, con una adecuada dosis de ejercicio de predominio cardiorrespiratorio-metabólico para garantizar la salud. Tal sería el caso de deportistas que han practicado disciplinas que dependen fundamentalmente del entrenamiento de fuerza isométrica como los de halterofilia, o las especialidades de lanzamiento del atletismo o en deportes sometidos a largas temporadas deportivas como son los de equipo. Del mismo modo sucede en personas que en su profesión han padecido de extremo estrés físico y psicológico, y que al retirarse necesitan mantener un peso corporal saludable e incorporar a su nueva situación de forma habitual la práctica de ejercicio aeróbico como parte integrante de un estilo de vida cardiosaludable.

## **7. Beneficios de la CF cardiorrespiratoria-metabólica en la prevención y tratamiento de la enfermedad cardiovascular y del RCV**

La cardiopatía isquémica coronaria enfocada desde el punto de vista clínico-epidemiológico está considerada como la causa principal de mortalidad de las enfermedades cardiovasculares (ECV) y en la actualidad es la primera causa de muerte en muchas poblaciones.

Las enfermedades vasculares en su conjunto constituyen la primera causa de muerte de la población española, así como en los países desarrollados y en multitud de los países en vías de desarrollo. Los dos principales componentes de la enfermedad cardiovascular son la cardiopatía isquémica y la enfermedad cerebrovascular, que conjuntamente en España producen el 60% de la mortalidad cardiovascular total.

Como sabemos, la cardiopatía isquémica (CI) es la desproporción existente entre el aporte del flujo sanguíneo de oxígeno y la demanda del miocardio para realizar una actividad determinada, causada por cambios en la circulación coronaria.

Hay diferentes formas clínicas de clasificación de la CI: reposo, esfuerzo, mixta, vasoespástica, silente, infarto (agudo y crónico).

Sus principales consecuencias son el infarto agudo del miocardio y la angina de pecho, pero también puede manifestarse como muerte súbita.

En España, se producen alrededor de 150.000 ingresos anuales por infarto de miocardio y angina de pecho, de estos, aproximadamente, 70.000 por infartos.

Esta prevalencia es mucho mayor, porque hay que tener en cuenta que se calcula que entre el 30 y el 40% de las personas que sufren un infarto fallecen antes de llegar al hospital. El abordaje de esta patología es múltiple, e incluye como primera medida la necesidad de reducir el tiempo que transcurre desde la aparición de los primeros síntomas de un infarto hasta que se acude al centro hospitalario. Con ello, si se acude dentro de la primera hora, se puede llegar a reducir a la mitad la mortalidad de los infartados. Es la responsable del 85% de las muertes por el corazón.

## 7.1 Diagnóstico preventivo de la cardiopatía isquémica y de RCV

### *La aterotrombosis es una enfermedad territorial*

El 50% del infarto agudo del miocardio comienza sin antecedentes anteriores de angina de pecho y, en muchas ocasiones, por desconocimiento del paciente de la posibilidad de riesgo cardiovascular, o sea, sin antecedentes de historia anterior. Cuando existe un evento clínico precipitador agudo es cuando se inicia en estos casos el infarto del miocardio. Prácticamente el 50% de los pacientes que inician un IAM, fallecen como consecuencia del mismo.

De ahí, la importancia del diagnóstico preventivo de los RCV y de la CI silente, y, naturalmente, de un buen control médico y de un tratamiento adecuado y, de ser necesario, con la modificación del estilo de vida del paciente.

Las principales causas de la cardiopatía isquémica se deben, entre otros, a padecimientos tales como dislipidemia, hipertensión arterial, tabaquismo, diabetes mellitus, inactividad física, exceso de peso (sobrepeso-obesidad), malos hábitos nutricionales, herencia, estrés. Muchas de estas causas producen isquemia de forma directa, en tanto que otras, como el sedentarismo, los malos hábitos de nutrición o la obesidad, multiplican geométricamente el riesgo cardiovascular de padecer cardiopatía isquémica. A su vez, del 80 al 85% de las causas de enfermedad cerebrovascular tienen un origen isquémico por los mismos factores de riesgo de la cardiopatía isquémica, mientras, en el 20 al 25% hemorrágico restante es la hipertensión arterial la causa principal, siendo doble la acción patológica, esto es, isquémica y hemorrágica.

El estudio Framingham (Fuster, 2000) nos presenta la relación clínica de la aterotrombosis como una enfermedad sistémica que afecta a diferentes territorios; si un paciente sufre enfermedad coronaria, ésta se puede manifestar en un territorio determinado, como puede ser a nivel cerebral o en las extremidades inferiores, ya que la aterotrombosis es una enfermedad generalizada. El estudio Framingham nos muestra claramente cómo el enfermo que presenta un cuadro clínico con una claudicación isquémica en las piernas, si continúa durante 10 años, tiene un 43% de posibilidades de desarrollar enfermedad coronaria durante ese periodo, y el 21% de presentar enfermedad cerebrovascular en los 10 años próximos.

Si la primera manifestación es un infarto de miocardio, el 20% de los enfermos tendrá un accidente cerebrovascular en los inmediatos 10 años.

Si la forma de presentación inicial es un accidente cerebrovascular, el 34% desarrollará un episodio coronario en los siguientes 10 años.

La primera manifestación en cualquier territorio puede considerarse como un punto de alarma, ya que indica que pudiera existir otro predispuesto. Al tratarse de una enfermedad sistémica, cuando hay una manifestación clínica en varias regiones, la mortalidad de los pacientes puede ser muy elevada dependiendo de la localización donde predomine y de las asociaciones, lo que, lógicamente, hace que la supervivencia sea diferente.



Las acciones de prevención primaria, secundaria o terciaria sobre la enfermedad cardíaca repercuten sobre la enfermedad cerebrovascular y sobre el sistema circulatorio general. El objetivo es prevenir la mortalidad y la morbilidad consecuentes a estas entidades, mediante el cuidadoso manejo de sus factores de riesgo en la práctica clínica. Es preciso hacer énfasis en el papel importante del médico y de la enfermera en la prevención primaria, promocionando la necesidad de un estilo de vida saludable, basado en el incremento de los niveles de la CF cardiorrespiratoria-metabólica o aeróbica.

Sería muy importante que en la Atención Primaria de salud se lograra estratificar a toda la población respecto al RCV global, aplicando la escala SCORE. No obstante, como ya hemos expresado en el segundo epígrafe de este capítulo, los pacientes evaluados pueden ser estudiados de forma más completa utilizando los indicadores y los estudios anteriormente propuestos

No obstante, no resulta viable realizar este propósito de “forma masiva”, pero es posible estimular a los estamentos médicos y de enfermería para que, en lo posible y cada vez más, se logre una interacción más completa con la población cercana de estas valoraciones y estudios. Ello permitiría un despistaje y un trabajo preventivo mejores a corto y medio plazo. No solamente se favorecería a la población sino que, también, repercutiría en la reducción de los costes hospitalarios al disminuir la incidencia de estas enfermedades.

Un electrocardiograma de reposo normal no descarta en ocasiones una cardiopatía isquémica silente, ya que durante el ECG de reposo la frecuencia cardíaca de la persona se encuentra generalmente entre el 30 y el 60% de la frecuencia cardíaca máxima, y puede suceder que en determinados individuos, su área de diagnóstico se encuentre por encima del 80% de la FC máx. Por ello, la mejor opción ante una sospecha será realizar una prueba de esfuerzo cardiovascular máxima, como puede ser el test de Bruce modificado, en la cinta rodante, intentando conducir al paciente hasta el 100% de la FC máx. Este estudio no necesita de analizadores de gases durante el esfuerzo.

De ser positivo el diagnóstico de CI silente en la prueba de esfuerzo máximo, llevaría a realizar nuevos estudios que confirmen la patología, como puede ser la ecocardiografía de estrés, así como el aplicar otros métodos, como el estudio de esfuerzo cardiovascular máximo con contraste, mediante una coronariografía o una cardiorresonancia.

La prueba de esfuerzo es importante, ya que además de descartar una CI silente u otro problema cardíaco, permite conocer la respuesta hemodinámica durante el esfuerzo y la recuperación, así como el consumo máximo de oxígeno absoluto y relativo. En caso de diagnosticar un área de isquemia o de arritmias ventriculares de importancia durante el esfuerzo, permitiría diseñar un programa adecuado de ejercicio aeróbico, teniendo en cuenta que el pulso de entrenamiento del paciente permanezca alejado de la zona de isquemia, lo que se explicará más abajo (epígrafe 7.5.4).

El desarrollo de la CF cardiorrespiratoria-metabólica en la población tiene efectos directos sobre el músculo cardíaco y sobre el riesgo cardiovascular, y efectos glo-

bales sobre la enfermedad cardiovascular, tanto en la prevención como en el tratamiento y en la rehabilitación.

Recordar que se puede adicionar la CF musculoesquelética de tipo isotónica, cuando es viable desde el punto de vista médico, tal y como se expone en los capítulos 2 y 3.

## 7.2 Efectos directos de la CF aeróbica sobre el músculo cardiaco y arterias del corazón

- Mejora la eficiencia cardiovascular por el suministro de sangre y oxígeno al miocardio, disminuyendo la demanda de oxígeno.
- Reduce la FC en reposo, alargando el tiempo de diástole y facilitando el riego coronario (las arterias coronarias se llenan durante la diástole y se colapsan durante la sístole cardiaca).
- Mejora la calidad del gasto cardiaco en reposo, durante el ejercicio y en la recuperación. Incrementa el volumen sistólico.
- Aumenta el flujo de sangre circulante, mejorando el retorno venoso hacia el corazón.
- Reduce las arritmias ventriculares y sus complicaciones letales, sobre todo en el reinfarto.
- En condiciones de estenosis coronaria significativa, puede estimular el desarrollo de la circulación colateral coronaria.

## 7.3 Efectos directos de la condición física aeróbica sobre el RCV. Otras patologías crónicas y el envejecimiento

- Reduce la probabilidad de desarrollo de hipertensión arterial y desempeña un papel importante en su tratamiento. Disminuye la rigidez de las arterias y la resistencia periférica. Hace prevalecer estructuras colágenas, mejorando la flexibilidad de los vasos. Mejora la presión arterial diferencial durante el ejercicio.
- Disminuye los procesos de aterogénesis a nivel cardiovascular, cerebral y de la circulación general.
- Recuperación más rápida del sistema cardiorrespiratorio mediante esfuerzos de intensidad submáxima y máxima.
- Mejora el perfil de los lípidos, disminuyendo el colesterol total, el LDL-c, los triglicéridos y favorece el aumento del HDL-c (puede elevarse en un 5%, sólo con el ejercicio). Reduce el riesgo cardiovascular con la disminución del colesterol total y el incremento del HDL-c, así como con el aumento del porcentaje del HDL-c.
- Disminuye la glucemia, por el fenómeno de *insulin-like*, y también la insulinoresistencia y el hiperinsulinismo.
- Reducción del peso corporal, con disminución del porcentaje de grasa corporal y aumento del peso magro. Disminución de la circunferencia abdominal.
- Colabora en el equilibrio neuro-inmuno-endocrino.

- Mejora el intercambio gaseoso, favoreciendo la economía y capacidad respiratoria.
- Disminuye los efectos tóxicos del tabaquismo y colabora en el abandono de la adicción.
- Mejora la CF biológica global.

## 7.4 Hipertensión arterial y condición física aeróbica

La hipertensión arterial es una patología cardiovascular y, sin duda, un RCV importante de enfermedad cardíaca y cerebrovascular. La CF aeróbica ejerce efectos muy positivos sobre ella, a mencionar:

- Reducción de los riesgos de la hipertensión arterial y su corrección.
- Disminuye la activación de la elastasa, que es la que hace prevalecer las estructuras colágenas y aumentar la rigidez de los conductos vasculares, por lo que al disminuir la resistencia periférica mejora la flexibilidad de los vasos.
- Se asocia con una menor presión diastólica de reposo (3-15 mmHg) y también de una presión sistólica más baja (5-25 mmHg).
- Disminuye la presión arterial media.
- Disminuye el doble producto cardíaco.
- Disminuye la viscosidad sanguínea.
- Colabora en disminuir los factores de riesgo de la HTA, por lo que favorece su disminución.
- El ejercicio aeróbico y la dieta son capaces de controlar la hipertensión leve, y reducir la administración de fármacos en la hipertensión moderada y severa (el ejercicio aeróbico, en este último, debe de ser muy conservador).

El ejercicio dinámico (aeróbico) de baja y moderada intensidad tiene efectos muy favorables en el control y en la disminución de la hipertensión arterial. Ante cuadros de hipertensión severos, se recomienda primero estabilizar los valores de la misma para poder realizar actividad física.

Está demostrado que el desarrollo de la fuerza isométrica incrementa la presión en los pacientes hipertensos, por lo que está contraindicada.

El ejercicio físico para pacientes hipertensos debe ser diseñado con ejercicios en los que participen grandes grupos musculares como los de los miembros inferiores; además deben ser continuos y de intensidad leve a moderada, en modalidades como caminar o trotar. El trabajo con los miembros inferiores, que implica grandes grupos musculares, produce efectos hemodinámicos sobre la resistencia vascular, la presión arterial y la frecuencia cardíaca, favoreciendo la disminución de la presión arterial media y el aumento moderado de la presión arterial diferencial.

Como hemos explicado anteriormente, en las personas hipertensas, la intensidad del ejercicio debe estar comprendida en un rango entre el 54 y el 75% de la FC máx., no debiendo sobrepasar el 75%, ya que aumenta la liberación de las catecolaminas y, por ende, el aumento de la presión arterial.

Requieren especiales cuidados los pacientes que son hipertensos secundarios como consecuencia del padecimiento de enfermedades nefróticas. Éstos pueden realizar

actividad física aeróbica de forma muy moderada, pero sometidos a la aprobación de su especialista. De ser posible deben ser controlados por personal especializado. En la hipertensión arterial moderada o grado 2 debemos ser cuidadosos con la actividad física si el paciente llegara a tener valores cercanos al grado 3 de HTA (ver tabla 1 del capítulo 1).

Nuestra experiencia recomienda no indicar actividad física aeróbica en pacientes con valores de presión arterial por encima de 180 de máxima o de 110 de mínima. En el paciente hipertenso ha de extremarse el cuidado en el control de la dosis de la actividad física, en particular en lo referido a la intensidad y al tipo de ejercicio, para evitar de cualquier forma una crisis hipertensiva, arritmias, dolor precordial o accidentes cardiovasculares.

## 7.5 Rehabilitación cardiovascular postinfarto del miocardio

De forma breve, haremos mención a dos aspectos de importancia en la rehabilitación cardiovascular, uno relacionado con sus fases y otro con respecto a la estratificación del riesgo durante la rehabilitación del paciente infartado. Un tercer aspecto que abordaremos estará relacionado con la forma de cálculo de la intensidad del ejercicio para esta etapa.

### 7.5.1 Fases de la rehabilitación cardiovascular

La rehabilitación cardiovascular precisa, necesariamente, un abordaje multidisciplinar que comprende tratamiento medicamentoso, realización de actividad aeróbica, alimentación sana y soporte psicológico con la finalidad de recuperar la salud cardiovascular.

Desde el inicio del programa de rehabilitación se desarrolla la CF aeróbica de forma muy leve, que se podrá ir incrementando hasta alcanzar una intensidad moderada. El objetivo principal del programa de rehabilitación cardiovascular está dirigido a la incorporación del paciente de forma gradual a las actividades cotidianas que le permitan cierta independencia y a la mejora conjunta de su estado de salud, condición física global y autoestima.

La rehabilitación cardiaca comprende tres fases que a continuación se abordan brevemente:

#### *Fase I de rehabilitación: periodo hospitalario*

En esta primera etapa se recomienda realizar un trabajo muy ligero y de poca duración bajo prescripción y supervisión médica y de forma conservadora, hasta llegar, aproximadamente, a los 3 o 4 MET (10,5-14 ml de O<sub>2</sub>/kg/min) durante 3 a 5 días, o más, posteriores al cuadro agudo y en fase de regresión.

Esto equivale de 60 a 80 vatios/min en la bicicleta ergométrica.

Esta fase puede prolongarse unos 14 días, elevando gradualmente el nivel de ejercicio mediante un protocolo existente.

Durante esta primera fase de rehabilitación debe tenerse presente:

- Que se podría iniciar el ejercicio de una forma muy conservadora y con poca duración, para ir incrementando muy cuidadosamente la duración y la intensidad del ejercicio, en pacientes con  $> 3$  MET (10,5 ml O<sub>2</sub>/kg/min). Los valores  $< 4$  MET ( $< 14$  ml O<sub>2</sub>/kg/min) crean el factor de riesgo de poder padecer una descompensación cardíaca durante el ejercicio.
- Es un claro candidato para iniciar un programa de ejercicio, aquel paciente que al finalizar la fase I de rehabilitación postinfarto ha logrado alcanzar una capacidad  $> 4$  MET ( $> 14$  ml O<sub>2</sub>/kg/min), aunque lo ideal sería una vez conseguida una capacidad  $\geq 5$  MET.

Si el estado de salud del paciente lo permite, sería ideal realizar una prueba de esfuerzo cardiovascular submáxima antes de pasar a la segunda fase de rehabilitación.

### *Fase II de rehabilitación: periodo ambulatorio reciente*

En esta nueva fase, el programa de rehabilitación cardiovascular dependerá del estado de salud actual del paciente y de lo realizado durante el periodo de hospitalización (fase I).

Generalmente esta fase tendrá una duración de entre de 8 y 12 semanas, y siempre bajo supervisión médica.

El paciente en esta etapa debe llegar a alcanzar y superar los 5 MET ( $\geq 17,5$  ml O<sub>2</sub>/kg/min). Lo ideal sería que pudiera aproximarse a valores cercanos a los 8 MET (28 ml de O<sub>2</sub>/kg/min) al finalizar esta segunda etapa. En España, se realiza en los servicios de rehabilitación cardiovascular hospitalaria.

Antes de conceder el alta al paciente, y pasar a la tercera fase, se hace necesario realizar una prueba de esfuerzo cardiovascular de carácter máximo, si el estado de salud y funcional del paciente lo permite. De no ser así, al menos, de carácter submáximo.

Según nuestro criterio personal, se considera que esta segunda fase debería tener una duración aproximada de unas 24 semanas y no la de 8 a 12 que habitualmente estiman los criterios de las sociedades de cardiología. Nos fundamentamos, como ya se expuso en el capítulo 1, en que el paciente necesita aproximadamente de 24 semanas para transitar a una adaptación fisiológica de carácter crónico. Con ello se lograría la recuperación más adecuada del funcionamiento del sistema cardiovascular y la disminución del RCV. Esto sólo se logra mediante un programa personalizado de condición física aeróbica y con la introducción de elementos puntuales de la condición física de fuerza isotónica. Consideramos que menos de 24 semanas resultan insuficientes para esta segunda fase, porque no se logran las adaptaciones fisiológicas crónicas del ejercicio, que son las que traen aparejados los beneficios que, ya en anteriores ocasiones, hemos mencionado. En la actualidad son muy pocos los Centros de Salud que pueden realizar la fase III de rehabilitación, por lo que, con frecuencia, el paciente, se reincorpora al tra-

bajo o a sus actividades cotidianas sin haber logrado una auténtica rehabilitación.

Es necesario, al finalizar esta fase, realizar una prueba de esfuerzo cardiovascular para evaluar fehacientemente el estado en que el paciente pasa a la próxima fase.

### *Fase III de rehabilitación: periodo ambulatorio avanzado o comunitario*

Sería excelente que esta última fase se desarrolle en los Centros de Salud de Atención Primaria, pero en realidad y en la actualidad no se logra o sólo en un porcentaje muy pequeño.

Sería interesante crear un sistema de trabajo coordinado entre el Centro de Especialidades Médicas y sus Centros de Salud correspondientes que permitiera organizar y desarrollar la fase III de periodo ambulatorio avanzado en los Centros de Salud y en la comunidad, como se comenta ampliamente en el capítulo 7 del presente texto.

Esta fase debe ser incorporada de por vida en los pacientes afectados como parte de un estilo de vida saludable e individualizado.

En los Centros de Salud deberían crearse equipos multidisciplinarios formados por médicos de Atención Primaria, enfermera y fisioterapeuta, quienes, previa la superación de un curso de reanimación cardiopulmonar y otro de prescripción de la actividad física, estuvieran preparados para el diseño y control de esta fase de rehabilitación.

Los objetivos claros y concretos de esta fase serán: el incremento de la expectativa y de la calidad de vida del paciente, mejorando, de forma importante, la funcionalidad cardíaca, la disminución del RCV, la mejoría de la CF global y de la autoestima, todo lo cual disminuye las posibilidades de un reinfarcto del miocardio o de un accidente cerebrovascular.

Sería ideal alcanzar  $\geq 8$  MET ( $\geq 28$  ml de  $O_2$ /kg/min) en esta fase. Como mínimo las personas con alta discapacidad cardíaca deben llegar a conseguir valores superiores a los 5 MET, para que puedan gozar de independencia en la realización de sus actividades cotidianas.

En esta fase es importante alcanzar valores en la FC de reposo  $< 90$  minutos y una tensión arterial de reposo  $< 140/90$ , entre otros parámetros, y con todo ello lograr disminuir el RCV global y los principales factores de riesgo coronario que lo condujeron al IAM.

Anualmente, los pacientes postinfartados incluidos en esta última fase deberían, si fuera factible, repetir la prueba de esfuerzo cardiovascular.

## **7.5.2 Estratificación del riesgo cardiovascular con infartos del miocardio**

Es importante en el abordaje a la rehabilitación cardiovascular situarse en la estratificación del riesgo para evitar reinfarctos u otros accidentes cardiovasculares.

Estos se dividen en tres niveles de riesgo.

### I. De bajo riesgo:

- Paciente que ha sufrido un IAM no complicado o que ha sido sometido a un *by-pass*.
- Función sistólica normal, con una fracción de eyección (FE) del ventrículo izquierdo mayor del 50%.
- Paciente asintomático en reposo con una capacidad funcional que le permite llevar a cabo la mayoría de las actividades laborales y de tiempo libre.
- Ausencia de isquemia, insuficiencia ventricular izquierda o arritmias complejas durante la prueba de esfuerzo.
- Ausencia de lesiones estenóticas coronarias superiores al 50% o existencia de una buena revascularización coronaria.
- Normal tolerancia al ejercicio, con una capacidad funcional, para ambos sexos, mayor de 8 MET ( $VO_2$  máx./kg mayor de 28 ml  $O_2$ /kg/min) en una prueba de esfuerzo.

Algunos autores relacionan grupo de edad y valores de MET:

- Pacientes menores de 50 años: mayor de 10 MET ( $VO_2$  máx./kg > 35 ml/kg/min).
- Pacientes entre 50 y 59 años: mayor de 9 MET ( $VO_2$  máx./kg > 31,5 ml/kg/min).
- Pacientes entre 60 y 69 años: mayor de 7 MET ( $VO_2$  máx./kg > 28 ml/kg/min).

### II. De riesgo intermedio:

- Función sistólica con una FE entre 50 y 30%.
- Capacidad funcional de 4 a 8 MET ( $VO_2$  máx./kg: 14-28 ml/kg/min) en una prueba de esfuerzo.
- *Shock* o insuficiencia cardíaca congestiva durante un IAM ocurrido en los últimos 6 meses.
- Incapacidad para autocontrolar la FC.
- Isquemia inducida por la prueba de esfuerzo (depresión ST < 1 ó 2 mm).

### III. De riesgo elevado:

- Función ventricular muy disminuida (fracción de eyección menor al 30%).
- Arritmias ventriculares complejas que aparecen en reposo.
- Extrasístoles ventriculares complejas que aparecen o aumentan con el ejercicio.
- Hipotensión sistólica que surge en el esfuerzo.
- Capacidad funcional por debajo de 4 MET ( $VO_2$  máx./kg inferior a 14 ml/kg/min).
- IAM reciente (menos de 6 meses) que cursó con arritmias ventriculares severas.
- Isquemia miocárdica inducida por el ejercicio.
- Depresión del ST mayor a 2 mm.
- Pacientes que han sobrevivido a un paro cardíaco.

## 7.5.3 Acerca de la fórmula a utilizar en la rehabilitación cardíaca

Personalmente preferimos **aplicar la fórmula de la OMS para el cálculo de la frecuencia cardíaca máxima:  $FC\ máx. = 220 - edad$**  (ver capítulo 2, epígrafe 5), cuando se trata de programar el pulso de entrenamiento para un paciente con cardiopatía isquémica, con evento de infarto del miocardio o sin él, y que durante la prueba de

esfuerzo no presenta isquemia ni arritmias complejas, como ocurre con los pacientes de bajo riesgo en la estratificación de la rehabilitación post IAM.

No obstante, es interesante calcular también el pulso de entrenamiento por la fórmula de la reserva cardíaca máxima, aunque ésta es más intensa y, por tanto, hay mayor riesgo cardíaco. La ventaja de ésta es conocer de qué FC de reposo partimos. En pacientes con problemas cardiovasculares tratados con beta-bloqueadores, o con infarto reciente, arritmias severas, hipertensos, hay que tener muy en cuenta que no es posible ni recomendable que el paciente alcance valores elevados de FC durante el ejercicio; aquí el criterio del cardiólogo es fundamental para definir el protocolo a realizar durante la prueba de esfuerzo.

En condiciones de estabilidad a consecuencia del beta-bloqueador, se podrían realizar dos pruebas de esfuerzo, una con el beta-bloqueador y otra, posteriormente, con un medicamento que pueda sustituir al mismo y que permita la estabilidad cardiovascular, por una parte, y por la otra, lograr que el paciente pueda llegar al 100% de la FC máx. En realidad esto es mucho menos viable y sólo se intentaría de no existir presión asistencial y si abundan los recursos, como puede ser para determinadas investigaciones.

En el control del ejercicio del hipertenso con tratamiento de beta-bloqueador es necesario controlarla también con el apoyo de la percepción del esfuerzo.

#### **7.5.4 Cálculo del pulso de entrenamiento a partir del área de isquemia coronaria o de otro signo de positividad durante la prueba de esfuerzo cardiovascular**

Como ya hemos reiterado, es muy útil la realización de la prueba de esfuerzo (PE) cardiovascular funcional, siguiendo un protocolo de cargas progresivas de carácter máximo o submáximo, en pacientes que han sufrido un infarto agudo del miocardio u otra patología cardíaca. Con ello se puede llegar a definir los valores de la frecuencia cardíaca que presentaba durante el esfuerzo cuando apareció el área de isquemia coronaria o diagnosticar el área de positividad de la PE cardiovascular. Conociendo esta información, como ya queda dicho, se puede establecer el pulso de entrenamiento de un paciente concreto para el diseño de su programa de rehabilitación cardiovascular. En paciente sospechoso de cardiopatía isquémica silente se sugiere una PE cardiovascular, para descartar la CI silente y conocer el nivel de la CF aeróbica, así como su respuesta hemodinámica al ejercicio.

El pulso de entrenamiento, en caso de presencia de un área de isquemia coronaria u otra patología cardíaca durante la prueba de esfuerzo, nos permite identificar la frecuencia cardíaca del ejercicio en que se manifiesta el problema y se da por finalizada la prueba. Esa frecuencia es la identificada como FC máxima o “techo de pulsaciones cardíacas”, considerando entonces dicho valor como el 100% de la frecuencia cardíaca máxima como consecuencia de la zona de isquemia detectada durante la prueba. Se utiliza como referencia para prescribir el pulso del entrenamiento al diseñar el programa de actividad física aeróbica.



Varían los criterios para prescribir el pulso de entrenamiento máximo según las sociedades de cardiología. Por ejemplo, una variante sería considerar de 10 a 15 latidos por debajo del área de isquemia coronaria en la que se identificó su positividad en 152 latidos/minuto; el pulso de entrenamiento máximo se consideraría entre los 142 ó 137 latidos/minuto. Otro criterio es identificar el pulso de entrenamiento entre el 90 y el 85% del área donde ha sido identificada la isquemia; en este caso, si consideramos el 90% de la FC máxima del ejercicio, el pulso de entrenamiento máximo sería de 137 lat./min, y si por el contrario se considerara el 85% del área de isquemia, entonces el mismo sería de 129 lat./min.

A continuación, presentamos un ejemplo para ilustrar el cálculo del pulso de entrenamiento.

Se trataba de un hombre de 48 años, con un RCV moderado de 4, sedentario, portador de síndrome metabólico, que presenta obesidad leve, con antecedentes familiares de padre fallecido de IAM a los 50 años. Se le indica electrocardiograma de reposo, no detectándose signos de cardiopatía isquémica. No obstante, se realiza prueba de esfuerzo cardiovascular como primer nivel de despistaje de CI silente. El ECG de reposo es normal, pero no se descarta la CI en este caso, ya que la FC cuando se realiza un ECG de reposo en la mayoría de los pacientes, generalmente se encuentra  $\leq 60\%$  de la FC máx. En este ejemplo, si aplicamos la fórmula de la OMS, la FC máxima de este paciente sería de 172 lat./min, y en el ECG de reposo se detectaron 88 lat./min, lo que representa el 51,2% de la FC máx. Como se ha comentado anteriormente, una obstrucción coronaria pequeña pudiera no ser detectada en el ECG de reposo. Cuando el paciente realizó el test de Bruce modificado en el tapiz (ver tabla 32 en el capítulo 6), es cuando se le diagnostica el área de isquemia coronaria en los 152 lat./min, lo que equivale al 88,4% de la FC máx., y que fue detectado al inicio del tercer estadio, durante el séptimo minuto, dándose lógicamente por finalizada la prueba. Este diagnóstico de CI se confirmó posteriormente con otros estudios cardiacos realizados.

Para definir el pulso de entrenamiento es necesario considerar en este ejemplo los 152 lat./min como el 100% de la FC máx. del paciente, como ya se explicó con anterioridad.

Podrían tenerse en cuenta otros criterios para calcular el pulso de entrenamiento, pero en este caso preferimos seleccionar el más conservador, que es el de considerar la FC máxima de entrenamiento la que se encuentra en el 85% del área de isquemia identificada. Por ello se podría localizar el pulso de entrenamiento en el rango comprendido entre el 85 y el 75% del área de CI.

---

$$\begin{array}{l} 152 \longrightarrow 100\% \\ X \longrightarrow 85\% \\ X = 129 \text{ lat./min.} \end{array}$$

---

$$\begin{array}{l} 152 \longrightarrow 100\% \\ X \longrightarrow 75\% \\ X = 114 \text{ lat./min} \end{array}$$

---

Como podemos ver, en este paciente, el pulso de entrenamiento podría estar comprendido entre los 129 a los 114 lat./min. Este puede ser un criterio importante para iniciar un entrenamiento que permita el desarrollo de la CF aeróbica e ir me-

yorando la funcionalidad cardíaca. Si el programa de la CF aeróbica se cumple de forma adecuada, lográndose disminuir otros factores de RCV, el área de isquemia de este paciente antes de finalizar el programa de ejercicio de 24 semanas se podría localizar en una FC superior o incluso podría llegar a desaparecer. Esto se confirma con la realización de otra PE cardiovascular al finalizar el citado programa de 24 semanas.

Si se pudiera monitorizar al paciente durante el programa de ejercicios, se podría ir incrementando de forma gradual la FC del ejercicio hasta poder llevar el pulso del entrenamiento entre el 90 al 95% del área de isquemia, o sea, muy próximo a la pulsación máxima de ejercicio (152 lat./min), oscilando entre 137 y 144 lat./min. En cualquier caso sería interesante en estos pacientes que, al iniciar el programa aeróbico, se pudiera calcular lo que representaría en cantidad de pulsaciones, los porcentajes de 54, 60, 65 o el 70 de la FC máx., según la fórmula de la OMS.

En el ejemplo planteado, para una persona de 48 años, en que 172 lat./min representan el 100% de su FC máx., los porcentajes de intensidad del ejercicio antes mencionados, según la fórmula de la OMS, serían equivalentes a 93 lat./min para el 54%; 103 lat./min para el 60%; 112 lat./min para el 65% y 120 lat./min para el 70% de la FC máx. Es importante esto, en particular para pacientes con alto RCV y valores muy bajos de  $VO_2$  máx./kg, donde podríamos programar el pulso de entrenamiento con valores más moderados, incluso por debajo del pulso de entrenamiento mínimo que se había calculado a partir de la localización del área de isquemia coronaria.

## 7.6 Efectos beneficiosos de la CF cardiorrespiratoria-metabólica sobre la enfermedad cardiovascular.

### Resumen

- Reducción del riesgo cardiovascular, con disminución de los procesos de aterogénesis a nivel cardíaco, cerebral y de la circulación general. Ayuda a controlar y mejorar la sintomatología y el pronóstico de la enfermedad cardiovascular.
- Prevención y retraso del desarrollo de la hipertensión arterial, y disminución de los valores de tensión arterial en las personas hipertensas.
- Disminución de la mortalidad por cardiopatía isquémica y disminución también de la reincidencia del infarto, alargando la expectativa de vida y el bienestar del paciente.
- En la rehabilitación cardiovascular postinfarto se ha constatado que la mortalidad por enfermedad cardíaca disminuye entre un 20 y un 30% si se lleva a cabo una buena rehabilitación. El porcentaje aumenta hasta un 43% si el programa se cumple en su totalidad, no sólo en el aspecto del ejercicio físico.
- La rehabilitación cardíaca con predominio de la CF aeróbica en la insuficiencia cardíaca, o posterior a la implantación de un *stent*, o de una ablación, de una coronariografía, de la implantación de un marcapasos, o posterior a un trasplante, es vital para la recuperación del paciente, favoreciendo una mayor expectativa de vida.

## 8. Importancia del desarrollo de la CF aeróbica en diferentes patologías

A continuación destacamos la importancia de los efectos de la CF aeróbica en diferentes patologías o adicciones que, en ocasiones, tienen efectos cardiovasculares nocivos. En estos casos, aunque sometida a criterio médico, también se puede prescribir la fuerza isotónica.

### 8.1 Diabetes y beneficios de la condición física aeróbica

Hemos dedicado el **capítulo 5**, por su importancia, al desarrollo de la condición física cardiorrespiratoria-metabólica en la prevención y tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2 y en el tratamiento de la diabetes del tipo 1. Debemos recordar que el rango del porcentaje de la FC máx. en el paciente diabético debe estar comprendido entre el 54 y el 75%.

No obstante, abordaremos algunos de los beneficios de la CF aeróbica:

- El efecto directo de la lesión endotelial a causa de hiperglucemia, con una reacción inmunológica por acción antiinsulínica y alteración en la coagulación por agregación plaquetaria y trombosis vascular, disminuye notablemente por el efecto *insulin-like*, que la contracción muscular presenta como respuesta al ejercicio. Tiene el efecto potencial de aumentar la sensibilidad periférica a la insulina, incrementando la permeabilidad a la glucosa para su utilización energética; disminuyendo con ello la glucemia y, como consecuencia, reduce la producción de insulina por el páncreas, y, por lo tanto, aminora también la insulinoresistencia.
- Al aumentar el gasto energético por el ejercicio, se produce un efecto reductor del tejido graso y se afecta la tasa metabólica normal que, indirecta pero significativamente, disminuye la resistencia a la insulina.
- El ejercicio aeróbico y una nutrición saludable pueden ser el tratamiento de la diabetes mellitus del tipo 2 para determinados pacientes, pudiendo colaborar en la reducción de la ingestión de hipoglucemiantes orales y en la reducción de la dosificación de la insulina en los pacientes insulino dependientes, diabetes mellitus del tipo 1, o en pacientes del tipo 2 que necesiten la insulina.
- El ejercicio aeróbico, una nutrición saludable y un peso corporal adecuado son parte importante en la prevención de la diabetes del tipo 2, disminuyendo la incidencia de obesidad y del síndrome metabólico.
- En niños y jóvenes con diabetes del tipo 1, el ejercicio puede disminuir el riesgo de enfermedades cardiovasculares al modular los niveles de los lípidos. La actividad física en pacientes compensados puede reducir los requerimientos diarios de insulina.
- Hay que ser cuidadosos con las posibles complicaciones que puedan aparecer con la práctica del ejercicio físico, como puede ser la hipoglucemia, la hiperglucemia y la aparición de cuerpos cetónicos. No se debe iniciar un programa de

ejercicio físico si el paciente tiene cifras  $\geq 250$  mg de glucemia o presencia de cuerpos cetónicos.

- En el paciente diabético tipo 1 es muy importante la relación de la dosis de insulina con la ingestión calórica y con la dosis de actividad física. En el capítulo 6 se abordará este tema

## 8.2 Obesidad y beneficios de la condición física aeróbica

Los principales beneficios de la CF aeróbica en las personas con exceso de peso, sobrepeso y obesos se pueden resumir en:

- Disminuye el peso por disminución del porcentaje de grasa corporal, mejorando el porcentaje de peso magro, lo que estimula el incremento del gasto calórico como consecuencia de la actividad física.
- Se mejoran los valores hemoquímicos sanguíneos del metabolismo de los hidratos de carbono, lípidos y proteínas. Disminuye la insulinoresistencia, el hiperinsulinismo, mejorando así el perfil de los lípidos.
- Para obtener el peso adecuado y su mantenimiento se necesita la combinación del ejercicio aeróbico con una dieta saludable hipocalórica. De esta forma se normaliza la relación peso/estatura y se intenta alcanzar un índice de masa corporal menor de  $25 \text{ kg/m}^2$ .
- La CF aeróbica en el obeso favorece la disminución del RCV global y la incidencia de la diabetes mellitus del tipo 2.
- Colabora en disminuir la obesidad central, con reducción de la grasa abdominal.
- La CF aeróbica colabora disminuyendo la incidencia de las enfermedades degenerativas crónicas y sus complicaciones.

## 8.3 Síndrome metabólico y beneficios de la condición física aeróbica

Por supuesto, los pacientes diagnosticados con síndrome metabólico también se benefician, y mucho, con la práctica de actividad física aeróbica.

Por lo general son pacientes insulinoresistentes que se tornan gradualmente intolerantes a los carbohidratos. Su cuadro clínico se acompaña de obesidad central, en la mayoría de las veces asociada a obesidad ponderal con un IMC  $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ . Son portadores de dislipidemias e hipertensión arterial sistémica y en algunas ocasiones con hiperuricemia.

El pronóstico de estos pacientes no es bueno, pues tienden a convertirse en diabéticos del tipo 2, con futuras complicaciones cardíacas y cerebrovasculares graves, siendo éstas, finalmente, las causas fundamentales de mortalidad.

La CF aeróbica permite una adecuada y positiva intervención sobre la salud, disminuyendo el cuadro de ese síndrome, mejorando la expectativa de vida, los indicadores de salud y la calidad de vida de estos pacientes.

La actividad física mejorará sin duda el cuadro metabólico de la insulinorresistencia e hiperinsulinismo, mejorará también el perfil de los lípidos en general incrementando el HDL-c, y disminuyendo el colesterol total, el LDL-c y los triglicéridos, así como, también, disminuirá la obesidad androide y el peso corporal, regulando con ello la presión arterial.

El ejercicio físico debe ir acompañado de una alimentación sana de carácter restrictivo y de la eliminación de cualquier tipo de dependencia.

## 8.4 Cáncer y beneficios de la CF aeróbica

En este sentido se puede asegurar que:

- La actividad física estimula el peristaltismo reduciendo, por tanto, el tiempo de permanencia de sustancias potencialmente nocivas en el colon y disminuyendo la incidencia del cáncer en esa región.
- La actividad física aeróbica colabora en disminuir los efectos nocivos del tabaquismo y del exceso en la alimentación, que son dos factores de riesgo importantes en diferentes tipos de cáncer. A su vez, la actividad física disminuye la ansiedad por fumar y la bulimia.
- Poseer un estilo de vida sana proporcionado por actividad física, nutrición y sin tabaco actúa como prevención de diferentes tipos de cáncer y colabora, en los pacientes con predisposición genética, en que la aparición de éste sea más tardía y menos agresiva.
- La actividad física aeróbica colabora favoreciendo los mecanismos inmunológicos en pacientes con afecciones cancerígenas, pudiendo disminuir la incidencia de infecciones de repetición y mejorando la calidad de vida.
- Colabora en disminuir el estrés y la depresión, renovando la autoestima.
- En una investigación realizada por la Universidad de Harvard, durante 22 años de estudio longitudinal en 43.000 hombres, y divulgada en mayo de 2005, se demostró que la actividad física aeróbica disminuye significativamente la incidencia de tumores benignos y malignos de próstata, especialmente a partir de los 65 años.
- Los pacientes portadores de cáncer deben realizar actividad física dentro de un rango comprendido entre el 54 y el 70% de la FC máxima. Las personas que inician un programa de actividad física y son muy sedentarios o tienen una capacidad física muy baja para su edad y sexo pueden iniciarlo por debajo del 54% de la FC máx. Posteriormente se podría ir aumentando de forma gradual. Sería ideal realizar un test cardiopulmonar funcional submáximo antes de iniciar el programa de ejercicio físico, si su estado de salud lo permite y con la previa aprobación del médico de cabecera o del oncólogo.
- Los pacientes con tratamiento de quimioterapia no deben realizar ejercicio físico el día de la aplicación, ni en el siguiente. No obstante, las respuestas son muy individuales, y se deben tener en cuenta experiencias anteriores. Si se decide que al día siguiente puede realizar ejercicios, estos serán de carácter leve y con una duración que no exceda de 20 minutos.

## 8.5 Asma y beneficios de la CF aeróbica. Algunas consideraciones sobre la EPOC

La combinación del entrenamiento aeróbico de forma no intensa en las modalidades de caminata, trote, ciclismo y natación, con ejercicios respiratorios nos permite:

- Aumentar la broncodilatación, disminuyendo la frecuencia respiratoria con incremento del volumen corriente y de la ventilación alveolar. Se estimula el funcionamiento de alvéolos y capilares. Permanecen menos sustancias residuales en la sangre, ya que existe mayor circulación de oxígeno y menos de CO<sub>2</sub>. Disminuye el espacio muerto y se incrementa la capacidad vital. La respiración es más profunda, eficiente y económica.
- Incrementar la fuerza de los músculos respiratorios.
- Incrementar la CF global del sistema cardiorrespiratorio.
- Disminuir las crisis y la duración del asma, disminuyendo el estrés y mejorando el estado de salud general.

Debemos ser cuidadosos con el entrenamiento a temperaturas bajas y con ejercicios de intensidades elevadas. Deben evitarse zonas con contaminación ambiental, ya que pueden favorecer una crisis asmática de carácter reactivo.

Con cierta frecuencia se presentan deportistas jóvenes en la alta competición que son asmáticos, y es necesario educarlos para que puedan sobrellevar las altas intensidades del deporte.

A los pacientes con **EPOC**, y dependiendo del nivel de sus limitaciones respiratorias y de otras enfermedades asociadas, se les dosificará el ejercicio de una forma leve a moderada en cuanto a frecuencia, duración e intensidad, siendo la más apropiada la modalidad de caminar, combinándola siempre con ejercicios respiratorios. En ocasiones el paciente, por sus propias limitaciones cardiopulmonares, tiene también limitada su capacidad para andar. De ser necesario, el ejercicio se puede dividir en dos o más sesiones en el día, para garantizar su realización y conseguir que sea beneficioso.

## 8.6 Osteoporosis y beneficios de la CF aeróbica

Podemos referir que:

- La formación ósea es mayor que la reabsorción, aumentando la densidad mineral ósea (BMD), incrementando la masa ósea.
- Aumenta la condición física global.
- Mejora la fuerza y la resistencia muscular, así como la coordinación, lo que facilita la seguridad en la locomoción, lo cual favorece la disminución de caídas y fracturas en las personas mayores.
- Mejora la condición física global, la calidad de la vida y evita la incidencia de otras enfermedades degenerativas crónicas.

## 8.7 Artrosis y beneficios de la CF aeróbica

Podemos reseñar que:

- Reduce el dolor y la rigidez.
- Mejora el ángulo de recorrido de la articulación y su flexibilidad, favoreciendo así la fuerza y la resistencia muscular.
- Mejora las condiciones para la locomoción, la coordinación y el equilibrio.
- Previene contra nuevas zonas con artrosis por la falta de movilidad.
- Mejora la condición física global, la calidad de vida y evita la incidencia de otras enfermedades degenerativas crónicas que se multiplican por la inactividad física.

## 8.8 Beneficios psicológicos y CF aeróbica

- Algunos estados psicológicos, como la ansiedad y el estrés, pueden mejorar con la práctica de ejercicios aeróbicos, modificando variables psicofisiológicas.
- Los efectos negativos del estrés, como los incrementos de producción de catecolaminas y de cortisol, la producción endógena de colesterol con predominio del LDL-c y el incremento de los radicales libres oxidativos, pueden verse reducidos por la influencia de la actividad física aeróbica, que disminuye el estrés y la ansiedad.
- Se ha demostrado que resulta muy útil en el tratamiento de estados depresivos, ya que el ejercicio favorece la liberación de endorfinas, sustancias químicas del cerebro que permiten que las personas se sientan con mejor ánimo y, por tanto, con mayor sensación de bienestar. Autores de la Universidad Libre de Berlín (febrero de 2001) demostraron que pacientes con trastornos depresivos respondieron más rápidamente y con mejores resultados haciendo ejercicios moderados de condición cardiorrespiratoria que con medicamentos antidepresivos.
- Favorece las funciones intelectuales, reduciendo el tiempo de reacción para tareas mentales con participación de la memoria, así como mejora el humor, la motivación y la autoestima.
- La actividad física es un método de apoyo en programas de deshabituación de drogodependencia y de alcoholismo, así como del tabaquismo y de la bulimia.

## 8.9 Beneficios de la CF aeróbica en diferentes patologías del sistema neurológico, del sistema inmunológico y en otras enfermedades

La CF aeróbica se convierte en parte del tratamiento multidisciplinar de diferentes patologías como, entre otras, artritis reumatoides, lupus eritematoso, fibromialgia, esclerosis múltiple, síndrome de Guillain Barret, Alzheimer, Parkinson, pacientes transplantados, insuficiencia renal crónica, con la finalidad de mejorar la condición cardiorrespiratoria-metabólica y la locomoción, y tratando de estimular las capacidades como la fuerza, la flexibilidad, la coordinación y el equilibrio. La finalidad es

mejorar o compensar la patología y evitar la acumulación de factores de riesgo de enfermedad cardiovascular, respiratoria y metabólica u otras.

Convertir a estas personas en activas contribuye a que ganen autoestima y mejoren su expectativa de vida, bienestar, seguridad e independencia. Es fundamental el criterio médico para autorizar la introducción de la CF aeróbica y también, cuando sea posible, incluir poco a poco estímulos de fuerza isotónica.

## 8.10 Actividad física aeróbica en personas discapacitadas

Los principios de la CF aeróbica y sus beneficios se aplican a la mayoría de las personas discapacitadas en combinación con los programas de rehabilitación de la salud propios de su patología de base, con la finalidad de mejorar los indicadores de salud y como mejor forma de reinserción social, mejorando así sus capacidades morfológicas y funcionales, así como la autoestima y la calidad de vida.

## 8.11 Tabaquismo y beneficios de la CF aeróbica

- La actividad física aeróbica ayuda a disminuir la ansiedad y la dependencia al tabaco mejorando la autoestima del paciente y disminuyendo el estrés. Forma parte del tratamiento para dejar de fumar.
- El ejercicio aeróbico colabora para que, cuando el paciente deje de fumar, no aumente marcadamente de peso, ya que al ser portador de menos sustancias tóxicas el organismo asimila mejor la alimentación e incluso aumenta el apetito.
- En los fumadores y en los fumadores pasivos la actividad física ayuda a eliminar las sustancias tóxicas presentes en el organismo y que son causa directa de acumulación de radicales libres oxidativos que favorecen a las enfermedades degenerativas.
- Mejora la condición física cardiorrespiratoria y su perfil metabólico, así como su composición corporal.

## 8.12 Actividad física aeróbica en la rehabilitación de los drogodependientes

El ejercicio físico, indiscutiblemente, forma parte importante de un programa multidisciplinar para combatir la drogodependencia y para colaborar en evitar las recaídas del paciente. Entre sus beneficios podemos mencionar: favorece la disminución de la ansiedad por el no consumo, aumenta la seguridad y la autoestima, mejora la capacidad de trabajo físico (MET) e intelectual, ayuda a la desintoxicación del organismo (debido al incremento del intercambio gaseoso durante el ejercicio), favorece la reducción de otros factores de riesgo y patologías, así como en la compensación de estas enfermedades.

El ejercicio físico, como es bien sabido, libera endorfinas en el flujo sanguíneo, creando un estado de bienestar saludable en estos pacientes, lo que disminuye de forma indirecta la dependencia de las drogas, incluida a la dependencia de las bebidas alcohólicas.



## 8.13 SIDA y CF aeróbica. Beneficios

Los pacientes con VIH positivos que no se encuentren en fase terminal se benefician desde el punto de vista psicofisiológico, ya que se ha demostrado que existe una mejoría del sistema cardiorrespiratorio y metabólico, incluida la elevación del  $VO_2$  máx./kg y del sistema neuro-inmuno-endocrino. Se elevan los linfocitos B y T, en particular los CD 4 y CD 6, interviniendo en la mejora del sistema inmunológico. La actividad física mejora la composición corporal y el peso magro, disminuyendo la grasa corporal.

Ayuda a reducir el estrés, la ansiedad y la depresión, favoreciendo la recuperación de la autoestima y la calidad de vida de los enfermos.

Con la aparición de nuevas drogas y la combinación de éstas en el tratamiento de la enfermedad se produce un incremento patente de la expectativa y de la calidad de vida de estos pacientes.

No obstante, en estos últimos 8 años se ha observado un porcentaje elevado de estos pacientes que son sedentarios y que presentan un incremento del peso corporal y de la acumulación de grasa abdominal. Esta tendencia a la obesidad central no se debe sólo a la inactividad física o al incremento de la ingestión calórica, sino a la acción de los medicamentos del cóctel antiviral que se utiliza para detener la enfermedad y que contribuyen a la tendencia a la acumulación de grasa abdominal.

El aumento de la grasa central (obesidad androide) que, de forma general, se aprecia en estos pacientes puede facilitar a medio plazo la presencia del síndrome metabólico, lo que, a su vez, representa un serio problema para las enfermedades cardiovasculares y metabólicas. Esta nueva situación es una causa más que demuestra la importancia de la práctica de actividades aeróbicas y de otras modalidades deportivas y recreativas en estos pacientes.

### Puntos claves del capítulo

- *La inactividad física, los malos hábitos de alimentación y el exceso de peso son componentes importantes en la morbilidad y mortalidad de enfermedades cardiometabólicas, en la aparición de otras enfermedades degenerativas y en la aceleración del proceso biológico del envejecimiento.*
- *Mediante una adecuada intervención en la Atención Primaria podemos prevenir el síndrome metabólico, la disminución del RCV y de la enfermedad cardiometabólica.*
- *Es importante cumplir con las tres fases de la rehabilitación cardiovascular en pacientes con postinfartos del miocardio, así como tener en cuenta la estratificación de riesgo cardiovascular en el diseño del programa de ejercicio.*
- *Existen evidencias científicas de que la CF aeróbica o CF cardiorrespiratoria-metabólica dosificada de forma personalizada es fundamental para la salud en diversos grupos de estado de salud y en diferentes periodos de la vida.*

- *Existen diferentes variables biológicas que nos permiten conocer la respuesta del organismo a las cargas físicas del ejercicio y su repercusión sobre la salud.*
- *La CF aeróbica o fitness cardiorrespiratorio, es muy beneficiosa para los diferentes periodos biológicos de la vida, desde la niñez hasta el envejecimiento, incluidos, en su caso, la gestación y el postparto.*
- *Se hace necesario que en el seno familiar se transmita al niño la importancia de un estilo de vida sana, y esto debe ser firmemente apoyado por el trabajo de educación, prevención y actuación de los sectores de la salud, la educación y el deporte mediante la acción de sus gobiernos.*
- *Las personas que han sido deportistas de alto rendimiento, así como los que han trabajado en condiciones extremas de exigencias físicas y que abandonan la actividad al incorporarse a otra forma de vida, deben procurar seguir un estilo de vida sana donde la CF aeróbica es importante.*
- *La dosificación personalizada de la CF cardiorrespiratoria-metabólica y en diferentes patologías cardiometabólicas produce una reducción importante del RCV y de las enfermedades cardiovasculares y metabólicas, incrementando la expectativa y la calidad de vida, aplicando las evidencias científicas existentes en la práctica clínica.*
- *Con una buena intervención en la Atención Primaria podemos detectar cardiopatías isquémicas silentes en la población.*
- *La CF aeróbica dosificada de forma individualizada en diferentes enfermedades degenerativas crónicas, así como en diferentes tipos de adicciones y en otras patologías crónicas, mejoran la salud de estas personas, su CF global y su autoestima.*



# Capítulo 5.

## Ejercicio y control de la diabetes tipo 1 y 2.

### Efectos. Beneficios. Cuidados. Riesgos

---

*Objetivos principales de este capítulo:*

- *Presentar los beneficios y los cuidados relacionados con la prescripción de la condición física (CF) cardiorrespiratoria-metabólica en el diabético tipo 1.*
- *Demostrar la importancia de la CF aeróbica en la prevención de la diabetes mellitus (DM) tipo 2 y en el control de la diabetes de los tipos 1 y 2.*
- *Valorar los aspectos relacionados con la respuesta endocrinometabólica según la intensidad del ejercicio, su duración y especificidad.*
- *Definir los cuidados precisos en la dosificación del ejercicio en los casos de pacientes insulino dependientes, y su relación con la administración de insulina y de los suplementos nutricionales.*
- *Demostrar los beneficios de la CF aeróbica en la diabetes tipo 2.*

## **1. Importancia de la actividad física en la diabetes.**

### **Breve actualización**

Recordamos que la diabetes mellitus es una alteración metabólica de etiología múltiple caracterizada por hiperglucemia crónica, acompañada de trastornos del metabolismo de los hidratos de carbonos, de las grasas y de las proteínas, producidos por defectos de la secreción de insulina, de su acción periférica o de ambos.

Se diferencia fundamentalmente en DM del tipo 1 y DM del tipo 2.

### **1.1 Diabetes mellitus tipo 1**

Enfermedad autoinmune, donde el organismo destruye las células pancreáticas produciendo una ausencia absoluta de insulina. Existe un componente genético que es desencadenado por una infección viral. Generalmente se inicia en edad infantil y en la juvenil, con tendencia a la cetoacidosis diabética. La insuficiencia renal crónica (IRC) es la causante principal de muerte: constituye el 10% o menos de los casos de DM.

El ejercicio físico aeróbico se utiliza en casos compensados, pero siempre bajo indicación y vigilancia médica. Es muy importante la relación insulina-nutrición-ejercicio.

## 1.2 Diabetes mellitus tipo 2

Existe insulinoresistencia con insuficiencia relativa a la utilización de insulina por el tejido o déficit secretor, con o sin resistencia a la insulina.

Existe una predisposición genética asociada a malos hábitos de nutrición, sedentarismo y exceso de peso. Aparece generalmente en personas  $\geq 40$  años. Representa el 90% de la DM, siendo mayor en algunos países. Cada vez se observan más pacientes diabéticos tipo 2 en adolescentes e incluso en niños.

A su vez, el 90% de los pacientes con DM tipo 2 presenta exceso de peso y en su mayoría son obesos, muchos de ellos acompañados de síndrome metabólico (SM) y moderado o elevado riesgo cardiovascular (RCV).

La resistencia periférica a la insulina en la DM del tipo 2 se asocia a la hipertensión arterial (HTA), a la hiperlipoproteinemia y a la obesidad.

Los pacientes con DM tipo 2 tienen de tres a cuatro veces mayor riesgo a presentar complicaciones de aterosclerosis que la población normal, siendo portadores, finalmente, de enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares.

La causa principal de muerte es el infarto agudo del miocardio (IAM).

La actividad física aeróbica se encuentra indicada bajo prescripción médica y debe formar parte del estilo de vida de estos pacientes en unión de una nutrición sana.

## 1.3 Estado actual de la diabetes mellitus. Algunos datos y reflexiones

La diabetes mellitus es hoy un problema de salud creciente y serio, tanto en el mundo desarrollado como en el que está en vías de desarrollo.

- OMS, 2006. En 1994 existían 100 millones de personas con diabetes, en el año 2005 existieron 195 millones, se pronostican 239 millones en el 2010 y 300 millones en el 2025. Para el 2030 se esperan 366 millones, principalmente en países en vías de desarrollo.
- Secretaría de Salud EE.UU., 2003. Cada 3 minutos muere un paciente diabético y el Estado norteamericano dedica 125 billones de dólares anuales en el cuidado médico al paciente diabético. Existían 17 millones de diabéticos ( $\geq 90\%$  tipo 2); mayor susceptibilidad en la minoría de hispanos. Es la 4.<sup>a</sup> causa de mortalidad.
- Sociedad Americana de Diabetes (ADA), 2005. El 65% de los diabéticos fallece en EE.UU. a consecuencia de una enfermedad cardiovascular debido a la DM y a los RCV asociados a la DM tipo 2. En España se calcula que entre el 50 y el 80% de los diabéticos muere por enfermedad cardiovascular.
- Sociedad Española de Diabetes (SED), 2007. En España, en personas mayores de 30 años existe una prevalencia de 6 a 10 diabéticos por cada 100 habitantes. Otros opinan que es del 10 al 15%.
- SED, 2007. La incidencia de la DM en España se ha disparado en un 30% más en los últimos 10 años. El 25% de la población mayor de 70 años padece de DM.
- ADA, 2008. En EE.UU. la incidencia de DM tipo 1 hasta los 18 años es de uno por cada 300.

- La OMS, en el 2008, reportó que la DM del tipo 2 afecta a 200 millones de personas en el mundo.
- SED, 2009. Más de tres millones de personas en España padecen de diabetes y cada año persiste una tendencia al incremento.
- Estudio de Haffner (N. England, J. Med, 1998, 339). Demostró que el riesgo de padecer un evento cardiovascular para el paciente diabético tipo 2 sin enfermedad cardiovascular era similar al de un paciente no diabético que había sufrido un IAM. Esto se ha confirmado por estudios recientes (Evans *et al.*, BMJ, 2002, 324; Lee *et al.*, Circulation, 2004, 109).

Por la importancia de la elevada incidencia de la diabetes mellitus a nivel mundial, con predominio cada vez más acrecentado de la diabetes del tipo 2, y por estar ésta muy relacionada con la enfermedad cardiovascular y ser parte de la entidad cardiometabólica, se ha dedicado un capítulo del presente texto a la diabetes y a la innegable importancia del ejercicio aeróbico para estos pacientes.

Indudablemente, formando parte del estilo de vida del paciente diabético de los tipos 1 y 2, es necesario incorporar hábitos saludables de nutrición que, unidos al ejercicio aeróbico, se convierten en dos baluartes fundamentales para la prevención y el tratamiento de la diabetes y no olvidando, desde luego, al tratamiento medicamentoso cuando es necesario.

La actividad física, pues, es muy importante para el diabético, pero no cualquier tipo de programa de ejercicio mejora la enfermedad, pues incluso la mala dosificación puede poner en riesgo la salud del paciente desde el punto de vista metabólico y cardiovascular.

Antes de confeccionar un programa de ejercicio físico aeróbico personalizado para un paciente diabético, debe confirmarse que está compensado, siendo necesaria una evaluación clínica integral que permita conocer su estado de salud, el control de la patología y los factores de riesgo cardiovascular y metabólico y otras posibles complicaciones del diabético. Ello supone la exigencia de practicar estudios cardiovasculares de reposo y de esfuerzo, cuando estos últimos sean viables, así como estudios hemoquímicos y de composición corporal. En los diabéticos la actividad física se encuentra contraindicada con valores de glucemia  $\geq 250$  mg/dl ( $\geq 13,7$  mmol/l) y la presencia de cuerpos cetónicos, y especialmente en estados de descompensación de la enfermedad.

Para la prescripción del ejercicio físico habrá, además, de tenerse en cuenta: el estado de salud del paciente, la edad y su condición física inicial, el aporte energético-nutricional, su tratamiento medicamentoso (utilización de insulina o antidiabéticos orales) y hasta el estado emocional del paciente.

La prescripción del ejercicio físico para el paciente diabético tendrá carácter aeróbico con la finalidad de mejorar:

- El estado de salud integral del paciente.
- La condición física cardiorrespiratoria y metabólica.
- La condición física musculoesquelética del tipo isotónica.

Los programas de ejercicio deben contar en sus inicios con un protocolo de ejercicio aeróbico para 24 semanas, y con un adecuado seguimiento del paciente. Tendrán carácter personalizado, pues, como ya hemos mencionado, hay que tener en cuenta en su planificación: el estado de salud, la edad y la condición física inicial de la persona a quien va dirigido.

Ha quedado demostrado científicamente, como se expuso anteriormente, que, a partir de las 24 semanas sistemáticas de ejercicio aeróbico, ocurren interesantes cambios de adaptaciones fisiológicas crónicas al ejercicio que repercuten en la mejoría de la salud. Una vez finalizado el primer programa, se rediseñarán nuevos programas de similar duración que deberán ser adoptados como parte del estilo de vida del paciente diabético de por vida, para el mejor control de la enfermedad. Estos programas deberán ser diseñados con predominio aeróbico, es decir, mediante la condición física cardiorrespiratoria-metabólica a la que, según el criterio médico, se podrá adicionar la mejora de la condición musculoesquelética de tipo isotónica.

En estos pacientes es importante remarcar que el ejercicio físico en sus inicios debe tener un carácter claramente conservador. El paciente se irá adaptando al ejercicio gradualmente para evitar lesiones del sistema locomotor o sobrecargas del sistema cardiorrespiratorio y endocrinometabólico.

Una modalidad fácil y viable para la mayoría de pacientes diabéticos es la caminata, ya que es una forma de actividad de intensidad submáxima, de carácter leve-moderado o moderado, donde existen escasos riesgos de accidentes o de descompensación de esta afección. A medida que mejora la forma física del paciente y teniendo en cuenta su estado de salud y edad, podrán incluirse otras actividades de igual condición aeróbica, tales como trotar, montar en bicicleta, natación, entre otras, pero siempre bajo prescripción y seguimiento médico especializado y tratando de no sobrepasar el 75% de la frecuencia cardíaca máxima (% FC máx.) en el paciente diabético, lo que argumentaremos más adelante. Si fuera necesario, por las características del ejercicio físico a realizar, se puede sugerir que el paciente lo realice en compañía, como pudiera ser en la natación.

En caso de que el paciente tuviera limitaciones parciales o totales para la locomoción, podría realizar el ejercicio en el gimnasio o en instalaciones deportivas o de salud que dispongan de ergómetros para miembros superiores, o con algún "equipo" similar que disponga de adaptaciones que le permitan llevar un ritmo adecuado con sus miembros superiores, garantizando que el porcentaje de la FC máx. no sobrepase el 75%. Si las limitaciones en sus miembros inferiores son parciales por artrosis, problemas neurológicos, circulatorios, obesidad severa, etcétera, una opción buena es la piscina, nadando o haciendo gimnasia en ella; o también, la utilización de un cicloergómetro ajustado, con ejercicios físicos del tipo calisténico o ejercicios de fuerza limitados de carácter isotónico en forma de circuito. Esto se aplica con cierta frecuencia en pacientes diabéticos del tipo 2, ya que muchos de ellos presentan exceso de peso.

En pacientes diabéticos, sobre todo mayores de 35 años, bien controlados, puede indicarse la práctica de disciplinas tales como baloncesto, voleibol, *softbol*, pádel, tenis, sin exigencia de un nivel competitivo alto y siempre con la pertinente supervisión médica.

Un diabético joven y compensado y con una buena CF puede practicar deporte de competición, pero con mucho cuidado. El deportista diabético insulino dependiente debe tener una excelente educación y autocontrol sobre la enfermedad y dominar su relación entre la dosificación de insulina, la carga física del entrenamiento y de la competición y el aporte de suplementos de hidratos de carbono. Es muy importante el control de la glucemia y de la frecuencia cardiaca antes, durante y en la recuperación de las cargas físicas. En la actualidad hay bastantes deportistas de alta competición con estas características.

La actividad física, sobre todo la del tipo aeróbico, produce un efecto *insulin-like* durante la contracción muscular, estimulando los transportadores intracelulares de la glucosa (GLUT, sobre todo los GLUT 4), facilitando el aumento de la sensibilidad periférica a la insulina, incrementando la permeabilidad de la membrana a la glucosa para su utilización energética, que favorece la reducción de la glucemia, disminuyendo a su vez la insulinoresistencia y el hiperinsulinismo.

El trabajo educativo sobre el paciente permite enseñar a autocontrolar mejor la enfermedad. La aparición de nuevas tecnologías para el control de la glucemia, ya sea con el glucómetro, con el *holter* de glucemia o con la utilización de la bomba de insulina para los insulino dependientes, unido a las revisiones de la frecuencia cardiaca mediante pulsómetros o el control de la distancia recorrida con el podómetro, etcétera, permite una más efectiva vigilancia de la correcta relación del ejercicio con la enfermedad, y permite establecer un balance adecuado de las cargas del ejercicio y su respuesta biológica, teniendo en cuenta la relación medicamento-suplementos de hidratos de carbono (HC) y ejercicio.

La presente publicación puede acomodarse para el aprendizaje y actualización de la prescripción de actividad física en la diabetes para médicos especialistas de Atención Primaria y de otras especialidades médicas, y para profesionales de enfermería, fisioterapia, y de ciencias de la actividad física y deporte, quienes podrían ser los responsables encargados de controlar el ejercicio físico en estos pacientes. Estos programas de ejercicios son perfectamente aplicables, también, para personas con riesgo de padecer diabetes del tipo 2. Somos del criterio que los programas de ejercicio de 24 semanas para diferentes grupos de población, que presentamos en el capítulo 7, podrían ser aplicados en los Centros de Salud que tengan en sus proximidades áreas al aire libre, instalaciones deportivas o gimnasios.

## **2. Importancia del nivel de intensidad del ejercicio en el paciente diabético**

Se ha demostrado científicamente que la actividad física de intensidad leve a moderada y de duración prolongada de hasta 60 minutos, como la que se puede rea-



lizar siguiendo los programas de desarrollo de la CF cardiorrespiratoria-metabólica a una intensidad entre el 54 y el 70% de la FC máx. (40-65% del VO<sub>2</sub> máx.), estimula la producción de la hormona del crecimiento (GH).

Recordemos además, que la GH actúa sobre el páncreas disminuyendo la producción de insulina, por lo cual disminuye la insulina plasmática, sin afectación del nivel de glucosa sanguínea (glucemia), ya que el ejercicio moderado y prolongado aumenta la sensibilidad de los receptores de insulina durante la contracción muscular. Durante el ejercicio moderado y prolongado de hasta 60 minutos, se produce un fenómeno de *insulin-like* que se acompaña de una mayor avidez por la célula de la glucosa circulante, asegurando un trabajo más económico en la producción de insulina y mejorando con ello la efectividad en el control de la glucemia.

En el cambio de la sensibilidad celular por la glucosa colabora la enzima creatín kinasa, la cual activa la fracción beta del receptor de la membrana para la insulina. Al aumentar el gasto energético por el ejercicio se produce un efecto reductor de tejido graso y se afecta la tasa metabólica normal que de forma indirecta, pero significativa, disminuye la resistencia a la insulina. Ambos efectos se encuentran muy relacionados.

La hormona del crecimiento se opone a la acción de la insulina, pero logra mediante los efectos anteriores señalados favorecer el mantenimiento de los niveles de glucosa como aporte energético.

Por otro lado, resulta evidente que puede favorecerse el reemplazamiento de la vía energética glucídica que utiliza inicialmente la célula muscular, ya que la GH actúa sobre el tejido adiposo, ejerciendo un efecto lipolítico con la liberación en el plasma de ácidos grasos no esterificados. El ejercicio prolongado con una intensidad de trabajo entre el 54 y el 70% de la FC máx. posee acción directa sobre el metabolismo de los lípidos para la obtención de energía, todo lo cual interviene de forma indirecta en la disminución notable de la conversión del glucógeno muscular y hepático en glucosa para la obtención de energía.

Todo lo planteado hasta aquí fundamenta por qué realizar el ejercicio aeróbico a una intensidad moderada entre el 54 y el 75% de la FC máx. es útil, pues colabora en el control de la glucemia en el diabético.

Retomando lo ya planteado, insistimos en que la realización de ejercicios de intensidad moderada-intensa o intensa por encima del 75% de la FC máx., puede provocar en el diabético hiperglucemia que puede estar acompañada de cuerpos cetónicos. Al realizar ejercicio por encima del 75% de la FC máx., se produce:

- Estimulación de las catecolaminas, que aumentan el nivel de glucosa en sangre por dos motivos:
  - Por aumentar la conversión del glucógeno muscular y hepático en glucemia para dar respuesta a las necesidades energéticas.
  - Ya que produce un descenso de la secreción de insulina por el páncreas.
- Por encima del 75 al 80% de la FC máx. o de duración prolongada, se produce un aumento de la producción del glucagón, que incrementa los niveles de glucosa en sangre y disminuye marcadamente la secreción de insulina por el páncreas.

Como sabemos, la insulina y el glucagón son los componentes determinantes del flujo de combustible dentro y fuera de la célula.

Estas dos hormonas antagónicas desempeñan un papel clave en la regulación fina de muchos procesos metabólicos intermediarios, siendo el cociente insulina/glucagón el protagonista de la regulación metabólica.

Debemos tener en cuenta también que realizar ejercicio aeróbico con una duración por encima de 60 minutos, aunque estemos trabajando de forma moderada con una intensidad  $\leq 75\%$  de la FC máx., puede producir hipoglucemia en el diabético al caer los niveles de glucemia por el ejercicio.

Por otra parte, como consecuencia de la necesidad de regular la temperatura corporal después de 60 minutos de ejercicio continuo, se incrementan las pulsaciones por el aumento de las catecolaminas, para garantizar la irrigación sanguínea de la piel, con la intención de equiparar la temperatura corporal con la ambiental. Si los niveles de glucemia estaban normales, pero la frecuencia cardiaca aumenta por encima del 75% de la FC máx., podría sobrevenir de forma gradual una hiperglucemia. Debe tenerse siempre presente que el ejercicio prolongado en el paciente diabético tiene un límite que no debe rebasar los 60 minutos, pues pueden aparecer cuadros de descompensación de la diabetes. Su respuesta dependerá del estado de salud, de su condición física y de los niveles de glucemia en sangre durante el ejercicio, pudiendo manifestarse cuadros de hipoglucemia o hiperglucemia. En estos casos suele aparecer más frecuentemente la hipoglucemia.

Permanentemente hay que recordar, además, que los ejercicios de duración corta relativa y de intensidad elevada son perjudiciales para el paciente diabético, por su predominio anaeróbico láctico y su respuesta fisiológica. Durante el ejercicio intenso de característica anaeróbico-láctica, disminuye la producción hepática de glucosa, aumenta la captación de la misma y disminuyen los niveles de insulina, lo que puede producir hiperglucemia.

Como resumen se puede afirmar que en los diabéticos el ejercicio saludable y efectivo es el de intensidad leve-moderada o del tipo moderado entre el 54 y el 75% de la FC máx. (el 40 y el 70% del  $\text{VO}_2$  máx.) hasta 60 minutos, y que por el contrario, los de intensidad moderada-intensa o intensa superior al 75% no son recomendables para estos pacientes.

Se ha demostrado también que el hipertenso leve o moderado, sea diabético o no, no debe realizar ejercicio aeróbico o de otro tipo por encima del 75% de la FC máx., pues puede desencadenar un incremento de la presión arterial, a causa de la liberación de las catecolaminas.

Los pacientes con cifras tensionales  $\leq 160/100$  mmHg, deben trabajar a una intensidad  $\leq 75\%$  de la FC máx., que favorece las cifras de la presión arterial, siendo muy beneficioso en el tratamiento del hipertenso leve o moderado, a quien se puede indicar la realización de ejercicios aeróbicos entre el 54 y el 75% de la FC máx. Por el contrario, en el caso de hipertensión arterial severa, no se debe realizar ningún tipo de ejercicio hasta conseguir solucionar los valores de tensión arterial con tratamiento medicamentoso y reposo.

### 3. Efectos del ejercicio sobre el control de la diabetes. Riesgos del ejercicio

Durante el ejercicio, en un sujeto no diabético, se produce una disminución de la insulina y un aumento de glucagón, lo que permite la liberación hepática de glucosa. Para preservar la función del sistema nervioso central, los niveles de glucemia se mantienen bastante estables durante el ejercicio.

En la persona diabética con tratamiento, sobre todo de insulina, no se produce esta disminución durante el ejercicio, lo que conduce a una disminución de la producción hepática de glucosa y al aumento de la utilización periférica de la misma, con lo que se acrecienta el riesgo de hipoglucemia.

Si en el momento en que se realiza el ejercicio, los niveles de insulina endógena son bajos y hay una excesiva liberación de las hormonas contrainsulares, como el glucagón y la adrenalina, se incrementan los niveles de glucemia, produciéndose hiperglucemia y posibilitando la aparición de cuerpos cetónicos e, incluso, la precipitación de una cetoacidosis diabética.

Si en el momento del ejercicio hay un exceso de insulina, se limita o disminuye la liberación hepática de glucosa y se puede originar hipoglucemia.

En los DM tipo 1, debido al tratamiento de insulina exógena durante varios años, puede ocurrir una pobre producción de glucagón, lo que favorece la hipoglucemia.

Si siempre se ha insistido en que cualquier programa de acondicionamiento físico debe estar bien planificado, cuando se trata de un paciente diabético se asume una responsabilidad mayor al organizar un plan de actividad física.

Además, si los pacientes diabéticos no realizan los ejercicios físicos siguiendo las orientaciones del personal especializado, médico o de enfermería o de competentes profesores de deporte, se origina la posibilidad de que aparezcan cuadros de la enfermedad que suponen riesgos importantes, incluso para la vida del sujeto:

- Hipoglucemia (más marcado en el diabético del tipo 1).
- Hiperglucemia acompañados o no de cuerpos cetónicos (más marcado del tipo 1).
- Hipertensión arterial.
- Sobre todo en los adultos, se pueden precipitar enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares como: hipertensión arterial, dolor anginoso, infarto del miocardio, arritmias cardíacas, accidente cerebrovascular.
- Complicaciones tardías microvasculares de la DM, como el riesgo de desarrollar hemorragia retiniana y desprendimiento de retina en la retinopatía proliferativa del diabético.
- Aunque no se ha demostrado que el ejercicio intenso facilite la progresión de la nefropatía diabética, sí incrementa la proteinuria de forma transitoria.
- Los diabéticos con neuropatía periférica pueden padecer lesiones, heridas e infecciones dérmicas, con mayor frecuencia que los enfermos que no sean portadores de neuropatía periférica.

- Los pacientes diabéticos que padecen de neuropatía autonómica poseen predisposición para padecer hipotensión arterial posterior al ejercicio, especialmente en las personas que son sedentarias. Éstos presentan una mayor posibilidad de hipoglucemia, debido a una disminución de la respuesta a las hormonas catecolaminas y al glucagón. Estos pacientes se deshidratan con mayor facilidad. Debido a todo esto, el ejercicio está contraindicado en personas diabéticas que padecen una severa neuropatía autonómica.

## 4. Especificidad del ejercicio en el niño y adolescente diabético de tipo 1

Como en repetidas ocasiones, se resalta el muy importante principio de individualización del ejercicio, tanto como la nutrición y la dosificación de la insulina para pacientes especiales.

Se mantiene el criterio de que en el niño y en el adolescente la educación para la práctica de la actividad física saludable es vital, pues son edades en que resulta difícil el control de la nutrición, la administración de los medicamentos y el asumir las limitaciones propias de la enfermedad. Por ello, la realización de deportes en estas etapas juega un papel protagonista, siendo necesario que se acoja como una filosofía de calidad de vida y se aprenda desde la niñez o la adolescencia para llegar a conjugar hábilmente ejercicios, nutrición e insulina, y conseguir un mejor control de su enfermedad. Es necesario conseguir que el joven paciente y su familia adquieran un alto nivel de educación diabetológica para lograr establecer las pautas y estrategias relacionadas con la dosificación de la insulina, del ejercicio y de la alimentación, y las del control de la glucemia y de la frecuencia cardiaca, como respuestas biológicas al ejercicio. Las instrucciones deben ser muy individualizadas, pues hay que tener en cuenta el grado de control de la enfermedad, el tipo de tratamiento y la capacidad de autocontrol. La tolerancia al ejercicio del niño y del adolescente diabético es semejante a la de los otros sujetos de su misma edad, aunque su respuesta de hipoglucemia o hiperglucemia pueden poner en riesgo la salud.

Los ejercicios de base aeróbica, deben ser agradables y de interés para el niño y el adolescente. En la medida de que sean edades menores, debe administrarse una adecuada combinación de juegos deportivos o recreativos, que no deben ser muy intensos.

Se debe utilizar actividad anaeróbica, pero del tipo aláctica, por cuanto la duración de la intensidad del ejercicio nunca debe pasar de los 15 segundos —lo ideal es de 6 a 10 segundos—, garantizando también una buena recuperación de la FC (100 lat./min) entre una repetición y otra, para que la energía a utilizar sea a expensas del creatín fosfato (CrP) y no de la glucemia anaeróbica. En niños pequeños el ejercicio anaeróbico aláctico puede estar comprendido entre 4 y 8 segundos.

La sesión debe comenzar con un buen calentamiento previo, de menor intensidad y duración que la carga del ejercicio del tipo cardiorrespiratorio-metabólico, finalizando con una adecuada recuperación o vuelta a la calma.

Es importante el control de la FC y de la glucemia previa, así como la percepción del esfuerzo durante el ejercicio y de una buena recuperación posterior al mismo. La carga del ejercicio debe ser diaria, por lo menos de 30 minutos, y nunca mayor de 60 minutos continuos.

En los niños y en los adolescentes, para el calculo de la FC máx. y del pulso del entrenamiento, recomendamos la fórmula de Londeree & Moeschbenger [(FC máx. = 206 – (0,7 x edad)]. Para los adultos, recomendamos la de la OMS (FC máx. = 220 – edad). En cuanto al tipo de ejercicio, duración, intensidad y frecuencia será similar que lo recomendado para el diabético del tipo 2, pero con un óptimo control individual del paciente, velando siempre por una adecuada relación insulina-nutrición-ejercicio.

Para que la actividad física sea eficiente tienen que cumplirse una serie de requisitos, como periodicidad diaria, similitud de horarios, duración e intensidad apropiada del ejercicio, para favorecer la circulación sanguínea periférica con la finalidad de mejorar la oxigenación y nutrición celular.

Si logramos esto, garantizaremos el aporte energético durante el ejercicio y los niveles de glucemia necesarios en los diferentes momentos.

Debemos recordar que en condiciones de reposo, el 50% de la glucosa disponible es captada por el cerebro para preservar la función del sistema nervioso central, el 30-35% para otros tejidos (hematíes, riñón, bazo) y sólo del 15 al 20% es captada por los músculos. Durante el ejercicio se incrementa marcadamente la cantidad de glucemia para el trabajo de contracción muscular, manteniéndose bastante estable el suministro de glucemia al cerebro durante el ejercicio.

## 4.1 Efectos metabólicos del ejercicio en la diabetes tipo 1

Los factores que influyen son variados y complejos, y están relacionados con la dosis de insulina administrada, con la ingesta de hidratos de carbono y con la dosis de actividad física planificada, por lo que la repuesta metabólica del diabético tipo 1 dependerá de:

- Control habitual de la insulina, en cuanto a tipo de insulina, cantidad, horario y pauta de administración.
- Cantidad de carbohidratos ingeridos y la que se ingiere durante el ejercicio y posteriormente a éste.
- Especificidad o tipo de ejercicio, intensidad y duración del mismo.

Pero la variable principal de todos éstos es la disponibilidad de la insulina en sangre en el momento de comenzar el ejercicio. Si la insulina se ha inyectado subcutáneamente poco antes del ejercicio, su liberación continua va a impedir la necesaria disminución de los niveles de insulina, lo que produciría una hipoglucemia; esto ocurre si el ejercicio se realiza entre 30 a 90 minutos después de una inyección de insulina ultrarrápida, o de 2 a 3 horas después de una dosis de insulina rápida (regular), o en el momento de máxima acción de una insulina intermedia (NPH, NPL). Resumiendo, en esta situación en que hay mucha insulina circulante, el hígado no pro-

duce glucosa, no hay liberación de ácidos grasos, existiendo hipoglucemia. Para evitar, en este caso, una hipoglucemia marcada es necesario tomar suplementos de HC. En condiciones de hipoinsulinemia, cuando han pasado muchas horas desde la última inyección de insulina, se origina una importante producción hepática de glucosa por el déficit de insulina y por la acción de las hormonas de intensidad contrarreguladoras, como la GH, catecolaminas y cortisol, asociadas al ejercicio, lo que produce hiperglucemia. Si el ejercicio es intenso, se incrementa aún más la hiperglucemia. Esta situación de hiperglucemia se acompaña en muchas ocasiones de cuerpos cetónicos por la oxidación de ácidos grasos, debido a que el organismo se disocia al no poder obtener energía a partir de la glucemia, y no le queda más remedio que utilizar, como fuente energética para responder al ejercicio, las fuentes de ácidos grasos y de aminoácidos. En esta ocasión no existe insulina circulante o es muy deficiente, el hígado produce mucha glucosa, existe liberación masiva de ácidos grasos, con hiperglucemia, y con posibilidad de cetonemia y cetonuria.

## 4.2 Beneficios del ejercicio aeróbico en los niños, adolescentes y adultos con diabetes del tipo 1

Como se ha explicado anteriormente, la base del ejercicio aeróbico dirigido a la población reside en la intensidad, de leve a moderada del ejercicio, la participación de grandes grupos musculares en una forma dinámica y rítmica, generalmente de forma continua, y con una duración adecuada que no debe sobrepasar los 60 minutos.

El desarrollo de la condición física aeróbica produce enormes beneficios para estos pacientes, tanto en cada sesión como a medio y largo plazo.

En cada sesión de ejercicio se produce:

- Disminución de los niveles de glucemia durante y después del ejercicio.
- Disminución de los requerimientos posteriores de insulina.
- Se incrementa el gasto de energía.

A medio y largo plazo la actividad física garantiza:

- Mejora del perfil lipídico.
- Mejora de la hipertensión media y moderada.
- Mejora de la estabilidad cardiovascular.
- Incrementa la resistencia, velocidad, flexibilidad, coordinación y habilidades deportivas y lúdicas.
- Control del peso corporal y de la figura.
- Mejora la sensación de autoestima y bienestar.
- Compensación de la diabetes, longevidad y calidad de vida.

## 4.3. Diferentes respuestas de la glucemia al ejercicio en el diabético tipo 1

- La glucemia *puede disminuir*: si existe un nivel de insulina elevado en sangre (hiperinsulinemia) por excesiva administración de ésta, o por realizar ejercicios prolon-

gados de moderada intensidad, generalmente por encima de 60 minutos. Esto ocurre también cuando la persona no ha ingerido la cantidad adecuada de hidratos de carbono, siendo más marcado cuando los valores de glucemia son bajos antes del ejercicio.

- La glucemia se *mantiene estable*: si el ejercicio es estable, de tipo aeróbico, con intensidad leve o moderada y de hasta 60 minutos de duración o de corta duración del tipo anaeróbico aláctico, y en ambos casos con un soporte adecuado en cuanto a la dosis de insulina utilizada, habida cuenta del momento en que se administró respecto al inicio del ejercicio y de la dosificación de los HC necesarios.
- La glucemia *aumenta*: si el ejercicio aeróbico es moderado-intenso o intenso por encima del 80% de la FC máx., o durante un ejercicio muy intenso, con predominio del tipo anaeróbico láctico, o como consecuencia de una ingesta excesiva de HC, o si ha sido deficitaria la dosificación de insulina en cuanto a la cantidad y al horario de administración respecto al inicio del ejercicio.

## 4.4 Riesgos potenciales del ejercicio en la diabetes del tipo 1

En la DM del tipo 1 existen tres riesgos de importancia para la práctica de la actividad física:

- Hipoglucemia precoz y tardía producida por el ejercicio.
- Hiperglucemia producida por el ejercicio.
- Cetoacidosis inducida por la actividad física.

### 4.4.1 Hipoglucemia precoz y tardía inducida por el ejercicio

Si el sujeto recibe un aporte adecuado de insulina puede producirse una hipoglucemia precoz por disminución de la producción hepática de glucosa y un consumo exagerado de la misma. Si la diabetes dura varios años se acompaña, además, de una disminución de glucagón que hace que la producción hepática de glucosa sea menor.

El ejercicio incrementa también la sensibilidad a la insulina y este efecto persiste durante horas, lo que explica que, junto al riesgo de hipoglucemias precoces, exista igualmente un mayor riesgo de hipoglucemias tardías. Las hipoglucemias tardías se producen después de 4 horas de la terminación del ejercicio y asimismo, aproximadamente, hasta unas 18 horas posteriores. Se han descrito incluso hasta de 24 horas después, y en todos estos casos como consecuencia del aumento de la sensibilidad a la insulina.

Es más frecuente en ejercicios muy prolongados y moderados-intensos, como maratón, senderismo, natación en distancias elevadas, ciclismo de carretera o de montaña, juegos intensos, como el fútbol o el tenis, y se observa más en niños y en jóvenes con poco entrenamiento o con poco rigor en el control de insulina-alimentación-ejercicio.

En personas diabéticas con predisposición a la hipoglucemia se deben monitorizar las glucemias posteriores al ejercicio, sobre todo antes de ir a la cama por la noche, ya que la hipoglucemia suele aparecer durante el sueño nocturno.

Se considera zona de riesgo alto de hipoglucemia en diabéticos tipo 1, cuando el ejercicio se practica en las primeras 2 horas de la administración de insulina ultrarrápida o después de 4 horas tras la inyección de insulina regular. En estos casos hay que disminuir la dosis de la insulina entre un 20 y un 50% dependiendo de la intensidad del ejercicio.

Los cuadros de hipoglucemia son menores en los diabéticos del tipo 2 en comparación con los del tipo 1, salvo que a los del tipo 2 se les suministre, para su control, insulina, y sobre todo, si está asociado a sulfonilureas, porque puede producir una inhibición hepática de glucosa.

#### **4.4.2 Hiperglucemia inducida por el ejercicio**

Generalmente en individuos sanos, el ejercicio de alta intensidad y de poca duración se asocia con una elevación transitoria de la glucemia, que alcanza el máximo entre 5 y 15 minutos después de finalizar el ejercicio y vuelve a los niveles pre-ejercicio a los 40 y 60 minutos. Se debe al aumento de catecolaminas y glucagón (hormonas contrarreguladoras de la insulina) y a una supresión de la liberación de insulina. Esto conduce a un aumento de la producción hepática de glucosa.

En el sujeto diabético la respuesta al ejercicio de alta intensidad es anormal y se provoca una hiperglucemia mayor que persiste más tiempo. A ello contribuye el que no aumentan las cantidades de insulina en el periodo post-ejercicio.

#### **4.4.3 Cetosis inducida por el ejercicio**

Ocurre cuando hay déficit de insulina durante el ejercicio. Ante la falta de insulina, disminuye el consumo periférico de glucosa y aumenta el metabolismo de las grasas.

En situación de hipoinsulinemia, debido a un tratamiento inadecuado, se pierde la inhibición de la glucólisis hepática, aumentando la producción de glucosa hepática. Además de que se incrementa la producción hepática de glucosa, se produce lipólisis y cuerpos cetónicos, todo lo cual conduce a hiperglucemia y cetosis.

La hiperglucemia y la aparición de cuerpos cetónicos pueden precipitar una cetoacidosis diabética.

### **5. Relación entre suplementos de alimentos, insulina y actividad física en la diabetes tipo 1**

Para tratar este importante epígrafe nos apoyamos en la consulta de fuentes especializadas actualizadas entre ellas: Raile, 1990; Ridel *et al.*, 2000 y 2006; Martin, 2000; American Diabetes Association, 2003, y Borrás, 2008.



Encabezamos esta exposición señalando que, de forma general, se recomienda no iniciar el ejercicio hasta 2 ó 3 horas posteriores a las comidas. Los suplementos de alimentos están indicados en función de la glucemia y se administran en forma de hidratos de carbono durante el ejercicio.

A continuación diferentes ejemplos:

- Con glucemias menores de 150 mg/dl, se recomienda tomar alimento antes del ejercicio, y comprobar que sus valores están por encima de 150 mg/dl.
- En el ejercicio moderado  $\leq 30$  minutos se debe ingerir 15 g de HC.
- En el ejercicio intenso  $\leq 30$  minutos se debe ingerir 30 g de HC.
- Con glucemias entre 150 y 250 mg/dl, nos encontramos en una situación ideal para la práctica del ejercicio físico, aunque lo óptimo es estar por debajo de los 200 mg/dl.
- En ejercicios de más de 30 minutos se requiere monitorizar la glucemia.
- Con glucemias superiores a 250 mg/dl no se puede realizar actividad física y, generalmente, estos valores de glucemia van acompañados de cuerpos cetónicos. La conducta a seguir es la administración de insulina y la prohibición de ejercicio físico.

Existen situaciones en que está contraindicada la práctica de la actividad física, como: descontrol de la DM o de una de sus complicaciones, valores de HTA  $> 160/100$ , arritmias, dolor precordial, cuadro febril, entre otros.

Dependiendo de la duración e intensidad del ejercicio, sea éste de tipo cíclico (continuo) o de tipo acíclico (fraccionado), se establecen algunas pautas para la administración de insulina y de suplementos de HC en el niño y en el adolescente diabéticos. No obstante, cabe, una vez más, recordar que la repuesta biológica al ejercicio es individual y no se puede establecer una conducta única. Para el debido control de la respuesta al ejercicio es necesario monitorizar la glucemia y la frecuencia cardiaca, y conseguir que el paciente sea capaz de percibir por sí mismo el grado del esfuerzo realizado.

A continuación, presentamos en la tabla 24 los valores de insulina y el consumo de suplementos de HC según sea la duración y la intensidad del ejercicio. En la tabla aparece el nivel de reducción de la insulina.

**Tabla 24. Pautas en los diabéticos tipo 1 según las características del ejercicio y su relación insulina-ingesta de HC.**

	Nivel de intensidad del esfuerzo del ejercicio								
	Leve			Moderado			Intenso		
	HC	IR	IL	HC	IR	IL	HC	IR	IL
15 min	No	No	No	No	No	No	20 g	No	No
30 min	No	No	No	30 g	No	No	40 g	30%	No
45 min	20 g	No	No	35 g	30%	No	50 g	50%	No
60 min	25 g	30%	No	40 g	50%	No	60 g	50%	20%
2 horas	50 g	30%	No	70 g	50%	20%	110 g	70%	40%
4 horas	80 g	30%	20%	120 g	70%	20%	120 g	70%	40%

HC: hidratos de carbono; IR: insulina rápida; IL: insulina lenta.

## 6. Eficiencia de la actividad física en el niño, en el adolescente y en el adulto diabético tipo 1. Consideraciones

Insistimos en que el ejercicio adecuado para los pacientes del tipo 1 debe ser de predominio cardiorrespiratorio-metabólico, de tipo leve-moderado o moderado, con una frecuencia diaria, en un mismo horario, y con igual duración e intensidad, de tal manera que se llegue a organizar, al menos en la mayoría de los casos, una cierta rutina que, junto con la dosificación de la insulina y la alimentación, contribuya a mejorar el control metabólico de la enfermedad.

### 6.1 Comentarios útiles acerca de la dosis de actividad física en los diabéticos tipo 1

- La tabla 24 puede ser muy útil, pero debemos insistir, para un mejor control metabólico, en que la respuesta biológica es individual, y que las características de la insulina y las respuestas propias de cada paciente también lo son.
- Es importante para el control de la diabetes del tipo I, monitorizar frecuentemente la frecuencia cardíaca (FC) junto a los controles de glucemia, tanto en condiciones de reposo como en diferentes momentos del ejercicio, durante algunos intervalos de descanso y al finalizar el mismo.
- En la inmensa mayoría de los trabajos consultados se concede muy poca importancia al control de la FC y a las características energéticas de la modalidad de la actividad deportiva que realiza el paciente diabético tipo 1.
- Las condiciones ambientales en las que se desarrolla el ejercicio también son importantes, debiéndose evitar las altas temperaturas, un alto grado de humedad, diferentes niveles de altitud, fuertes cambios de temperatura al realizar, entre otras, actividades acuáticas o subacuáticas.
- Hay una absoluta diferencia entre realizar actividades intensas en distancias cortas anaeróbicas alácticas, completadas por una adecuada recuperación entre las repeticiones o, por otra parte, cubrir esa misma distancia con muchas repeticiones y mala recuperación de la FC entre una repetición y otra, ya que deja de ser trabajo anaeróbico aláctico, convirtiéndose en anaeróbico láctico. Ello ocasiona una mayor necesidad de energía, con una mayor acumulación de lactato y una respuesta de frecuencia cardíaca superior. Debemos recordar que entre una repetición y otra el paciente debe tener una recuperación de la FC  $\leq 100$  lat./min. Dependiendo de la edad, una distancia para cubrir corriendo puede estar entre 10 y 30 m lisos en niños, y entre los 30 y 50 m lisos en los adolescentes y adultos.
- Igual situación concurre con el trabajo de musculación de desarrollo de la CF de fuerza isotónica en el gimnasio. Esto puede suceder si realizamos muchas repeticiones con un mismo grupo muscular, aunque fuera con poco peso, pero a su vez con poca recuperación, por lo que deja de ser ejercicio aláctico para pasar a tener un porcentaje mayor de predominio láctico.

- El entrenamiento de fuerza isométrica no es aconsejable, como se explicó en el capítulo 2. Y además, en los diabéticos del tipo 1, supone una importante activación de las hormonas contrarreguladoras, es decir, aquellas que elevan la producción de glucosa (cortisol, GH, catecolaminas), produciendo una hiperglucemia; por otra parte, el consumo de glucosa por parte del tejido muscular es muy bajo, debido a que el organismo obtiene la energía a partir del creatín fosfato o en pequeña cantidad de la glucosa almacenada como glucógeno en el músculo.
- Una distancia entre los 300 y los 800 m lisos desarrollada a una velocidad intensa conlleva un porcentaje elevado de la FC máx. para la obtención de la energía necesaria, con predominio del metabolismo anaeróbico láctico. Por ello se produce una respuesta endocrinometabólica, con liberación importante de catecolaminas, muy por encima del 75% de la FC máx., lo que, por supuesto, no resulta adecuado.
- Somos del criterio que deportistas de rendimiento que padecen diabetes tipo 1, y que compiten en disciplinas que no son de resistencia, y en particular acíclicas, como fútbol, voleibol, béisbol, baloncesto, judo, taekwondo, karate, u otras tan diferentes como la gimnasia, halterofilia, vela, tiro, atletismo de velocidad, necesitan entrenar, al menos tres veces a la semana y de forma adicional, ejercicio del tipo continuo y de baja intensidad, como es la resistencia regenerativa, entre 30 y 40 minutos a una intensidad comprendida entre el 60 y el 70% de la FC máx. Ello le permitirá un mejor control de la enfermedad y una mejor recuperación del entrenamiento y de la competición.
- También es aplicable en diabéticos del tipo 1 aunque no sean deportistas de rendimiento y que practiquen determinados deportes con intensidades por encima del 75% de la FC máx., si bien deben mantener una adecuada relación con suplementos de HC y con la dosis de insulina.
- La Sociedad Americana de Diabetes (ADA) y el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) han producido algunas normativas relacionadas con la especificidad del deporte que se practica, teniendo en cuenta la intensidad del ejercicio y su duración y respecto a las modificaciones necesarias en la dosis de insulina, acompañadas con las oportunas recomendaciones ante las posibles complicaciones que pudieran producirse por la práctica de las respectivas disciplinas deportivas.

Estos comentarios para los diabéticos del tipo 1 son válidos también en parte para los diabéticos del tipo 2, dependientes de insulina o de medicamentos orales anti-diabéticos e incluso para pacientes del tipo 2 que no necesiten medicación.

## 6.2 Trabajo educativo en la diabetes tipo 1 en edades infantiles y adolescencia

Es fundamental el trabajo desarrollado por el pediatra de Atención Primaria, por la familia, por la propia escuela, para educar gradualmente a los niños y adolescentes

diabéticos para conocer y autocontrolar la enfermedad, enseñándoles, incluso, a enfrentarse con las complicaciones.

Los campamentos para niños diabéticos coordinados por médicos con experiencia, sobre todo hasta los 14 años, resultan muy importantes para enseñar a lograr el autocontrol de la enfermedad y, cuando estén preparados, llevarlos a participar en algunas actividades extremas, como pueden ser, entre otras, el realizar actividades físicas en condiciones de temperaturas muy altas o muy bajas, o en grandes alturas con falta de oxígeno, como a partir de los 1.500 m sobre el nivel del mar.

## **7. Control de la diabetes mellitus tipo 2 mediante el desarrollo de la condición aeróbica**

### **7.1 Efectos metabólicos del ejercicio aeróbico en la diabetes tipo 2**

Como ya se ha analizado anteriormente, en esta enfermedad se padece de hiperinsulinismo e insulinoresistencia, y la dosificación en los casos de ejercicio aeróbico, de carácter leve-moderado o moderado, mejora enormemente la insulinosensibilidad y el RCV.

Se ha podido demostrar la eficacia de la CF cardiorrespiratoria-metabólica en la prevención de la diabetes tipo 2 en personas con alto riesgo, así como formando parte del tratamiento de los diabéticos del tipo 2. Actúa decisivamente en lo que pudiéramos llamar imaginariamente como “cura” de la enfermedad, ya que favorece la normalización de la glucemia y de la hemoglobina glucosilada, y consigue llevar a valores casi normales la sensibilidad de la insulina, con una marcada disminución del RCV.

### **7.2 Valores de glucemia en el diabético tipo 2 para la práctica de la actividad aeróbica**

Deberán observarse, al respecto, las siguientes recomendaciones:

- Con glucemias menores de 100 mg/dl se debe ingerir algo de alimento y no iniciar la actividad física hasta recuperar esos valores.
- Los valores adecuados de glucemia para la práctica de ejercicio físico deben situarse en el rango de entre 100 y 250 mg/dl.
- Los pacientes controlados y que no dependen de medicamentos pueden hacer actividad física con valores próximos a los 80 mg/dl. No obstante, deben llevar siempre consigo algún suplemento de HC.
- Cuando las glucemias son superiores a 250 mg/dl o en presencia de cuerpos cetónicos en orina, el ejercicio está contraindicado.

### 7.3 Utilización de insulina en pacientes diabéticos tipo 2 y su combinación con el ejercicio aeróbico. ¿Es necesario para el control metabólico de la enfermedad?

Investigaciones realizadas en el 2007 en EE.UU., demostraron, una vez más, que la pérdida de peso corporal mediante la combinación de ejercicio y restricción calórica es lo ideal.

La utilización de insulina en pacientes que tienen resistencia a la insulina con hiperinsulinismo puede producir valores elevados de insulina en sangre, produciendo un acúmulo importante de moléculas de grasa en los músculos y en el hígado, que incrementa aún más dicha resistencia.

El Instituto Nacional del Corazón, Pulmón y la Sangre de EE.UU. suspendió recientemente un ensayo clínico sobre diabetes y enfermedad cardiovascular después de conocer que más de 250 personas habían muerto tras recibir un tratamiento intensivo para situar sus niveles de glucosa por debajo de lo recomendado en las guías clínicas actuales. En muchos casos con utilización de insulina.

En los pacientes diabéticos tipo 2 que sean obesos o tengan sobrepeso, si necesitan para el control de la enfermedad apoyo de algún medicamento, tendrán una buena opción en el uso de metformin.

## 8. Beneficios de la actividad física aeróbica en los pacientes diabéticos del tipo 2

Para lograr la prevención y el control de la diabetes tipo 2 es importante que el paciente sea una persona activa con predominio de la CF aeróbica, que se alimente con la cantidad y calidad requerida, y que mantenga un peso corporal óptimo.

Ha quedado bien demostrado, desde el punto de vista fisiológico y de su repercusión clínica, que la mejora de esta condición física comporta un sinnúmero de beneficios para la salud, en particular para los pacientes con diabetes.

Entre los beneficios demostrados con evidencias tenemos los siguientes:

- El ejercicio aeróbico estimula los transportadores intracelulares de la glucosa (GLUT), especialmente los GLUT 4 del tejido muscular.
- El efecto *insulin-like* (insulínico) que tiene la contracción muscular al ejercicio, con el efecto potencial de aumentar la sensibilidad periférica a la insulina, incrementando la permeabilidad de la membrana a la glucosa para su utilización energética y disminuyendo la glucemia.
- Disminuye la insulinoresistencia, el hiperinsulinismo y la intolerancia a los HC.
- Al aumentar el gasto energético por el ejercicio, se produce un efecto reductor del tejido graso, lo que incrementa la tasa metabólica normal.
- La combinación del ejercicio y la nutrición restrictiva saludable produce reducción del peso corporal, del IMC, de la circunferencia abdominal, con disminución

de la grasa central a nivel subcutáneo y visceral, y disminución del porcentaje de grasa corporal.

- Mejora la eficiencia cardiovascular y respiratoria.
- Incremento del  $VO_2$  máx y del  $VO_2$  máx./kg (MET).
- Mejora el perfil de las lipoproteínas, disminuyendo las siguientes variables: colesterol total, LDL-c, triglicéridos, VLDL-c, relación colesterol total/HDL-c; y aumentando los valores de las variables: HDL-c y el porcentaje del HDL-c.
- Reducción de los riesgos de la HTA y corrección de la misma.
- Aumento de la actividad fibrinolítica del plasma y disminución de la agregación plasmática.
- Disminuyen los procesos de aterogénesis a nivel cardiovascular, cerebral y de la circulación general.
- Mejora la resistencia muscular, la flexibilidad, la coordinación, la locomoción y la seguridad para ejecutar las actividades cotidianas. Disminuye la dependencia.
- Mejora la figura corporal y la autoestima.
- Disminuye el estrés y la ansiedad por el comer.
- En los fumadores, disminuye la ansiedad por el tabaco y, por otra parte, colabora en disminuir los efectos tóxicos del mismo.
- Mejora el tránsito intestinal y el filtrado glomerular.
- Colabora en mejorar los indicadores de salud, la longevidad y la calidad de vida.
- Mejora la edad biológica funcional.

Como el paciente diabético tiene una alta incidencia en la enfermedad cardiaca, con tres o cuatro veces más probabilidades que la población no diabética de padecer cardiopatía isquémica, se mencionan seguidamente los efectos directos del ejercicio aeróbico sobre el músculo cardiaco y sobre las arterias del corazón:

- Mejora la eficiencia cardiovascular por el suministro de sangre y oxígeno al miocardio, disminuyendo la demanda de oxígeno.
- Reducción de las arritmias ventriculares y de las complicaciones letales de las mismas, sobre todo en pacientes infartados anteriormente.
- Reducción de la frecuencia cardiaca de reposo, alargando el tiempo de diástole y facilitando el riego coronario (las arterias coronarias se llenan durante la diástole y se colapsan durante la sístole cardiaca).
- En condiciones de estenosis coronaria significativa, puede estimular el desarrollo de la circulación colateral coronaria.
- Mejora la calidad del gasto cardiaco en reposo, durante el ejercicio y la recuperación. La frecuencia cardiaca disminuye en condiciones de reposo, al obtener un mayor llenado del ventrículo izquierdo, o sea, un volumen sistólico mayor, debido a la hipertrofia fisiológica del ventrículo izquierdo que se produce con el ejercicio con predominio aeróbico.
- A todo esto, le podemos adicionar lo ya analizado anteriormente en relación con la mejora de la presión arterial, disminución de los niveles de glucemia, así como

mejora importante del perfil de las lipoproteínas. En realidad existe una disminución importante del RCV, incluido el síndrome metabólico.

## 9. Objetivos de control en la diabetes mellitus del tipo 2

La Asociación Americana de Diabetes (ADA), en 2005, en su estado de posición expuso objetivamente y con bases científicas los “Objetivos de control en la diabetes mellitus del tipo 2” según aparece en la tabla 25.

Sobre esta propuesta se ha considerado interesante adicionar algunas variables e introducir algunas modificaciones, al incluir el VO<sub>2</sub> máx./kg, con un mayor nivel de exigencia con los valores del IMC y la circunferencia abdominal.

**Tabla 25. Objetivos de control en la DM tipo 2. Asociación Americana de Diabetes (2005). Modificada por Pancorbo, mayo 2005.**

Variables	Objetivos de control	Intensificar intervenciones
HBA1c	< 7	> 8
Glucemia basal y preprandial (mg/dl) (glucemia capilar)	90-130	> 130
Glucemia posprandial (mg/dl) (glucemia capilar)	< 180	> 180
Colesterol total (mg/dl)	< 185	> 230
LDL-c (mg/dl)	< 100	> 130
HDL-c (mg/dl)	> 40 M > 50 F	< 35 M < 45 F
Triglicéridos (mg/dl)	< 150	> 200
Presión arterial (mmHg)	< 130/80	> 14/90
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	< 26,5	≥ 30,0
Perímetro de abdomen (cintura) (cm)	< 94,0 M < 80,0 F	≥ 102,0 M ≥ 88,0 F
Consumo de tabaco	No	Sí
Hábitos de alimentación	Bueno	Deficiente
VO <sub>2</sub> máx./kg (ml de O <sub>2</sub> /kg/min) *	Clasificación de excelente o bien según la AHA	Clasificación de deficiente y muy deficiente de la AHA

\* De no ser posible realizar el estudio del consumo máximo de oxígeno relativo según la AHA (tablas 7, 8, 9 y 10 en el capítulo 1), podemos considerar la valoración de la condición física a través del test submáximo de 3 kilómetros de caminata (ver tablas 39 y 40 en el capítulo 6).

## 10. Cuidados y recomendaciones necesarios para la práctica de la actividad física y deporte en la diabetes de los tipos 1 y 2 y para otros estados de salud

Si bien es importante mantener el control de la enfermedad como requisito indispensable para la práctica de ejercicio físico, no es menos importante asumir ciertos cuidados en su realización, evitando así complicaciones asociadas.

Mencionaremos las siguientes:

- Llevar siempre consigo algo que identifique su patología.
- Conceder importancia a la educación del paciente en cuanto se refiere al control de la enfermedad.
- Seguimiento médico deportivo por el médico de Atención Primaria y, si fuera necesario, por el médico del deporte (más comentarios en el capítulo 7).
- Realizar el ejercicio sobre una superficie suave, sin irregularidades, evitando elevaciones. Realizar un circuito de ejercicio seguro y que cumpla con la distancia prevista. Tratar de que el ejercicio resulte agradable, con buena temperatura y evitar la contaminación ambiental.
- Seleccionar el ejercicio adecuado bajo autorización médica. Tanto en la diabetes como en otras afecciones, la modalidad más adecuada es la de caminar o trotar; pero en ocasiones, cuando los pacientes tienen dificultad con la marcha por complicaciones propias de su enfermedad, se deben buscar otras opciones, como nadar, hacer gimnasia dentro del agua, cicloergómetro ajustado, ergómetro de brazos, ejercicios calisténicos y de fuerza isotónica con poco peso...
- Conseguir una óptima relación entre la dosificación del medicamento, la ingesta de HC y la dosis del ejercicio. Mucho más importante en los insulinodependientes.
- Es imprescindible el control sistemático de la glucemia y de la FC antes, durante y después del ejercicio, evitando así cuadros de hipoglucemia o de hiperglucemia.
- Utilizar el calzado apropiado con calcetines deportivos que eviten roces desfavorables. Prestar mucha atención al pie del diabético o con lesiones cutáneas en los pies.
- Cambiar la ropa deportiva diariamente, prevaleciendo la higiene.
- Realizar el ejercicio en instalaciones deportivas o espacios libres adecuados.
- Contar con atención profesional personalizada cuando sea necesaria.
- Mantener una buena hidratación.
- Durante el ejercicio más intenso o prolongado ingerir con frecuencia bebidas isotónicas apropiadas y en cantidad suficiente, y suplementos de HC cuando fuera necesario.
- Los diabéticos tipo 1 deben administrar la insulina en zonas distantes de los grupos musculares principales que participan en el ejercicio, como p. ej.: en la región abdominal.
- Destacar la necesidad de ser capaz de percibir el grado de esfuerzo para un mejor control de la intensidad del ejercicio.
- La superficie donde vamos a realizar la actividad física.
- Tener muy en cuenta el clima y el horario, evitando condiciones extremas que lo puedan afectar. Reservar siempre, en lo posible, un mismo horario, haciendo de la práctica de la actividad física algo necesario pero agradable, y tener en cuenta el horario de la administración del medicamento, aún más en los insulinodependientes.
- Es bueno realizar el ejercicio siempre a la misma hora y sobre todo por la mañana, antes de la inyección previa a la comida en el caso de la DM tipo 1. Es necesario tener en cuenta la no coincidencia de la hora de hacer el ejercicio con los



picos de máxima acción de insulina. En el caso de la DM tipo 2 sin tratamiento de insulina es importante valorar la respuesta glucémica al ejercicio según la medicación que tenga el paciente. En casos de diabéticos tipo 2 controlados sin medicación, es más fácil el control y la adecuación del horario de ejercicio.

- El ajuste del tratamiento medicamentoso, especialmente en el insulino dependiente, se hará a partir de la experiencia individual y en los controles de los valores de glucemia antes, durante y después del ejercicio o deporte, ya que la respuesta glucémica a la carga física es muy individualizada, así como también lo son la relación medicamento-horarios-suplementos de HC y la relación tipo de ejercicio-duración-intensidad del ejercicio.
- Los pacientes que realizan natación deben ser supervisados y acompañados durante su práctica para evitar un accidente, al igual que aquellos que circulan por lugares alejados y con pocas posibilidades de asistencia inmediata, como puede ser en el ciclismo, en el remo, etcétera.
- No es recomendable la utilización de la sauna o del baño de vapor para reducir el peso corporal, ya que podría ocasionar serios trastornos metabólicos.
- Está contraindicado el uso de ropa adicional para aumentar la sudoración, como chubasqueros, plásticos, chándales, que en nada garantizan la reducción efectiva de peso. Con su uso solamente se logra una pérdida importante de líquido que puede llevar a una deshidratación acompañada de una importante pérdida de electrolitos.
- Evitar hacer actividades físicas, en condiciones tóxicas adicionales, como sería fumando o después del consumo de alcohol.
- Aquellos que realizan programas sistemáticos de ejercicio aeróbico pueden alternar con la práctica de deportes de fines de semana, como el ciclismo, pádel, deportes de equipo, golf, senderismo, pero siempre evitando intensidades elevadas, cumpliendo con las medidas de protección necesarias y previa autorización médica.
- Cuando por motivos de trabajo, estudio o de vacaciones se esté fuera del domicilio habitual, no se debe olvidar la ropa y el calzado deportivo utilizado para la actividad física en el circuito que podamos improvisar en el gimnasio del hotel, a la orilla de la playa, en áreas verdes, en instalaciones deportivas o en avenidas que sean seguras y con poca contaminación.
- Sería interesante que el paciente diabético fuera capaz de llevar su propio diario donde refleje las principales incidencias y los valores de sus indicadores de salud como forma idónea para el control y también la oportuna referencia médica.

## **11. Deportistas diabéticos de alto rendimiento. Comentarios**

Hace no demasiado tiempo, el porcentaje de deportistas de alto rendimiento con padecimientos de diabetes era mínimo, pero actualmente, con el desarrollo de los medicamentos, de las formas de control de la glucemia y de los medios utilizados

en los deportes, la práctica para ellos se hace más viable y existe mayor cantidad de deportistas diabéticos.

Por ello, debe existir una atención prioritaria por parte del personal médico y de los profesionales del deporte, que mayoritariamente deben conocer las características de esta patología, para apoyar y socorrer debidamente a los deportistas referidos en cualquier momento.

Se pueden encontrar estos deportistas en las más diferentes modalidades, lo mismo puede ser un joven talentoso en disciplinas como vela, natación, judo o tiro deportivo de 12 ó 14 años, como un jugador profesional de fútbol o de atletismo de 23 años.

En su inmensa mayoría se trata de deportistas jóvenes, portadores de diabetes mellitus del tipo 1, por lo que es fundamental que tengan un perfecto autocontrol y el conocimiento de su enfermedad, así como corresponde saberlo al colectivo de entrenadores y compañeros de equipo para actuar adecuadamente ante cualquier urgencia. El trabajo educativo es de máxima importancia y el deportista debe ser capaz de cumplir con todo lo que se ha expuesto en este capítulo. El médico del equipo deportivo debe garantizar todos los cuidados que exige la atención especializada, ayudando al deportista a vivir con calidad y a triunfar con la enfermedad.

La educación del estilo de vida es primordial según los principios que ya hemos explicado. Son aspectos vitales, entre otros, la nutrición, la correcta recuperación del entrenamiento, la utilización adecuada de la insulina, la higiene de su ropa deportiva y el uso de un óptimo calzado.

La intensidad de la actividad física durante el entrenamiento y las competiciones de alto rendimiento son factores que pueden descompensar la salud del deportista diabético, si no se toman las medidas necesarias, de ahí su especial atención. Indudablemente, en los deportistas de alto rendimiento las cargas del entrenamiento y de la competición son mucho más intensas y a ellas se suma el estrés competitivo.

En estos “grupos especiales” es imprescindible el control estricto de la enfermedad y mantener una óptima relación insulina-nutrición-carga física, tanto en el entrenamiento como en la competición, y conservar el control de los factores de riesgo del atleta.

Para ayudar a la recuperación del organismo y evitar la descompensación de la DM, al finalizar el entrenamiento y, si es posible, al finalizar la competición, se recomienda realizar entrenamiento de resistencia regenerativa trotando por un espacio de 20 a 30 minutos, y entre el 54 y el 70% de su FC máx. Es importante, si hay posibilidad, que estos deportistas, dentro de una sesión de entrenamiento, puedan entrenar de 2 a 3 veces por semana de forma continua en el umbral aeróbico de forma leve, entre el 70 y el 75% de la FC máx.

Este tipo de deportistas de alta competición suele ser más numeroso en deportes de equipo o de juego con pelota, como fútbol, baloncesto, voleibol, fútbol-sala, balonmano, béisbol, tenis, pádel y tenis de mesa.

No abundan deportistas diabéticos en la alta competición en disciplinas deportivas de resistencia, como natación, atletismo de fondo, ciclismo, triatlón, etcétera, ni en

disciplinas de resistencia con fuerza (remo, kayak-canoa), ni tampoco en los de fuerza rápida y velocidad, como halterofilia, las áreas de velocidad, saltos y lanzamientos de atletismo, debido a las exigencias de las cargas del entrenamiento.

También resulta difícil que atletas diabéticos puedan mantenerse en deportes de combate o en la gimnástica.

Aunque con menor frecuencia, aún se encuentran pacientes diabéticos del tipo 2 en el alto rendimiento, ya con cierta edad y a finales de su carrera deportiva. En estos casos depende de la disciplina deportiva el que puedan, o no, permanecer en la alta competición.

Deportes como el golf, bolos, tiro olímpico, pudieran ser la excepción, porque son disciplinas de poca intensidad en cuanto a la carga física, aunque conlleven un alto nivel de estrés, pero también con menor duración del entrenamiento y de la competición.

A estos deportistas se les debe vigilar, al igual que a los pacientes con DM tipo 2, su peso corporal, el control de sus valores de glucemia, sus factores de riesgo, la relación alimentación-medicación-ejercicio y la frecuencia cardíaca antes del ejercicio, durante y posteriormente en la recuperación.

Recomendamos la lectura del epígrafe 5 de este capítulo (“Relación entre suplementos de alimentos, insulina y actividad física en la diabetes del tipo 1”), así como no entrenar ni competir con valores de glucemia  $\geq 250$  mg/dl o con cuerpos cetónicos detectados, tanto en la DM del tipo 1 como del tipo 2.

Situaciones especiales como competir o entrenar en condiciones de altura media o alta, cambios importantes del clima, cambios en el régimen de alimentación en otro país, desfase de horario, viajes largos, etcétera, son cuestiones que el deportista, el médico del equipo y los entrenadores deben tener presentes, para que la enfermedad no se descompense y para que no baje el rendimiento deportivo.

Es muy importante recordar, sobre todo en los diabéticos del tipo 1 o en casos especiales del tipo 2, que necesitan insulina para el control de su enfermedad, que se trata de una sustancia con acciones similares a las de las sustancias anabólicas, calificada como sustancia prohibida por el Comité Olímpico Internacional (COI) y por la Agencia Mundial Antidopaje (WADA-AMA). Debido a esto, su médico debe informar con tiempo suficiente y cumplimentar los formularios establecidos por la Agencia Nacional Antidopaje, para evaluar su situación y enviar a la Agencia Mundial Antidopaje (WADA-AMA) y al Comité Médico de la TUE (Utilización Terapéutica Excepcional) los formularios solicitados para la evaluación del caso. Además, la federación deportiva nacional e internacional debe ser informada de la situación.

También es muy importante recordar que los pacientes diabéticos, sobre todo del tipo 2, pueden padecer hipertensión arterial y que algunos medicamentos para combatirla pueden ser considerados sustancias prohibidas o restringidas por la WADA-AMA, lo que, sin duda, debe tenerse en cuenta.

Los deportistas de alto rendimiento portadores de la diabetes mellitus del tipo 1 o del tipo 2 deben estar preparados para que, cuando llegue el retiro de la alta competición, puedan seguir enfrentando la enfermedad con un estilo de vida saludable,

donde la actividad física moderada del tipo aeróbico, una nutrición saludable, el control del peso y de la glucemia y el tratamiento médico, les ayudará a continuar llevando una vida normal y con calidad al margen del deporte de competición.

## **Puntos claves del capítulo**

- *La CF cardiorrespiratoria-metabólica es fundamental para la prevención y control de la diabetes tipo 2, formando parte de un estilo de vida saludable.*
- *La CF aeróbica es también muy importante en el control de la DM tipo 1, pero, por las características metabólicas de la enfermedad, es necesario extremar los cuidados.*
- *Las principales complicaciones de la diabetes como respuesta al ejercicio son la hipoglucemia, la hiperglucemia y los cuerpos cetónicos, siendo esto más marcado en los insulino dependientes.*
- *Es fundamental la relación dosis de insulina-suplementos de HC y prescripción de ejercicio físico para mantener los niveles de glucemia óptimos en los pacientes insulino dependientes.*
- *Es importante controlar el nivel de glucemia antes, durante y posterior al ejercicio, así como el control de la frecuencia cardiaca durante el ejercicio y la recuperación, para poder conocer el nivel de intensidad en que se ha trabajado y su repercusión biológica.*
- *Existen evidencias científicas de los beneficios de la CF aeróbica en la diabetes mellitus tipos 1 y 2, incluyendo la disminución del RCV y de otras complicaciones, evidenciándose una mejora de la calidad de vida y la disminución del uso de los medicamentos, incluida la reducción de insulina y de otros medicamentos orales antidiabéticos.*
- *Mediante la adecuada intervención de la Atención Primaria de salud, podemos detectar precozmente a pacientes portadores de diabetes mellitus del tipo 2.*
- *Cada vez más se observa mayor número de deportistas diabéticos en el deporte de alto rendimiento, lo que se ha hecho factible gracias al buen auto-control de la enfermedad realizado por el deportista y a la eficaz atención de su médico y de su entrenador.*



## Capítulo 6.

### Gasto energético.

Programas adecuados para pérdida de peso en la población.

CF aeróbica y alimentación saludable.

Test de laboratorio y de campo para calcular las necesidades energéticas, el gasto calórico, el consumo de oxígeno relativo y los MET durante el ejercicio

---

*Objetivos principales de este capítulo:*

- *Proponer, para la práctica clínica en la Atención Primaria, un protocolo sencillo y aplicable para calcular las necesidades energéticas diarias de la población y para la prevención y el tratamiento de la enfermedad cardiometabólica.*
- *Intercambiar sobre los principales componentes de una nutrición saludable.*
- *Describir la mejor estrategia para disminuir de peso corporal de forma progresiva y saludable en la población con exceso de peso.*
- *Presentar información actualizada sobre el gasto energético de diferentes actividades, modalidades de ejercicio y disciplinas deportivas.*
- *Describir diferentes protocolos de laboratorio y de campo para la obtención del consumo máximo de oxígeno relativo y de la condición física (CF), viables para el diagnóstico en la Atención Primaria.*
- *Proponer diferentes test de laboratorio y de campo que permiten diagnosticar de forma indirecta el  $VO_2$  máx. y submáximo/kg, los MET, así como las necesidades calóricas y el gasto energético de la población que resulten factibles en la práctica clínica de la Atención Primaria de salud.*

### **1. Cálculo del metabolismo basal y de las necesidades energéticas diarias. Propuesta para la práctica clínica en la Atención Primaria**

En este capítulo se presentan los elementos básicos de una adecuada estrategia para disminuir el peso corporal de forma saludable para aquellas personas que lo necesitan, y muy aplicable en los Centros de Salud de Atención Primaria.

El comienzo para poder diseñar una correcta estrategia para la pérdida de peso, parte del conocimiento, como herramientas básicas, de las verdaderas necesidades energéticas de la persona, mediante el cálculo de su metabolismo basal y de las necesidades calóricas diarias.

Las necesidades calóricas diarias dependen de varios factores, como: superficie corporal, edad, estado de salud, composición corporal actual (y a la que deseamos conducir a la persona), actividad laboral, actividad física (tipo, intensidad, duración, frecuencia), clima-temperatura.

En los niños, se acepta que las necesidades energéticas diarias durante el primer año de vida son de 1.000 calorías, añadiéndose, aproximadamente, 100 calorías más por cada año de edad. Durante la pubertad se adicionan 100 calorías hasta un máximo aproximado de 2.400 calorías para la mujer y de 2.800 para el hombre. Esto puede variar, dependiendo de la superficie corporal del individuo, de la edad y de la actividad física que realice en el trabajo, en el deporte o en otras actividades. Los deportistas de alto rendimiento en disciplinas deportivas como el remo necesitan, en ocasiones, 6.000 calorías/día.

El gasto energético aproximado de personas saludables con un peso adecuado y que realizan actividad física aeróbica moderada fluctúa, para hombres entre 2.500 a 3.200 cal/día, y para mujeres desde 2.000 a 2.800 cal/día.

El exceso de calorías o el defecto de algunos alimentos importantes, como los vegetales, frutas, pescados, están relacionados con las enfermedades degenerativas crónicas y sus factores de riesgo. Existen diferentes fórmulas indirectas para el cálculo del metabolismo basal que podemos utilizar en la Atención Primaria, que permiten determinar las necesidades calóricas diarias según diferentes grupos de población. Evidentemente, tendrán en cuenta la superficie corporal, la edad, el género, y el nivel de actividad física.

Los dos criterios que hemos seleccionado para el cálculo del metabolismo basal (MB) son los siguientes:

- La propuesta realizada por la FAO-OMS.
- La fórmula de Harris-Benedict.

## 1.1 Cálculo del metabolismo basal según la fórmula de la FAO y la OMS

En la tabla 26 presentamos el cálculo del MB utilizando la fórmula propuesta por la Organización Mundial de Alimentación y Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), que nos permite conocer las necesidades calóricas en condiciones de reposo.

En la tabla 27 se presenta la fórmula para el cálculo del MB de Harris-Benedict. Esta opción de cálculo, a nuestro parecer, es la más adecuada porque tiene en cuenta la estatura de la persona, que no valora la fórmula de la FAO-OMS.

**Tabla 26. Ecuación del cálculo del MB según FAO-OMS.**

Edad (en años)	Hombres	Mujeres
< 3	MB = 60,9 P - 54	MB = 61 P - 51
3-10	MB = 22,7 P + 495	MB = 22,5 P + 499
10-18	MB = 17,5 P + 651	MB = 12,2 P + 746
18-30	MB = 15,3 P + 679	MB = 14,7 P + 496
30-60	MB = 11,6 P + 879	MB = 8,7 P + 829
> 60	MB = 13,5 P + 487	MB = 10,5 P + 596

P: peso en kg; E: edad en años; MB: metabolismo basal.

**Tabla 27. Ecuación del cálculo del MB de Harris-Benedict (más utilizada).**

$$\text{MB de mujeres} = 655 + (9,6 \times P) + (1,8 \times A) - (4,7 \times E)$$

$$\text{MB de hombres} = 66 + (13,7 \times P) + (5 \times A) - (6,8 \times E)$$

P: peso en kg; A: altura en cm; E: edad en años; MB: metabolismo basal.

## 1.2 Cálculo de las necesidades energéticas diarias

De forma indirecta podemos calcular las necesidades energéticas diarias, a partir del MB obtenido mediante algunas de las fórmulas anteriores.

En la tabla 28 aparece el cálculo de las necesidades energéticas utilizando el nivel de intensidad de la actividad y el sexo.

**Tabla 28. Necesidades energéticas según actividad física promedio en kcal/día para adultos sanos (FAO-OMS 1985).**

Hombres:	MB x 1,55 = actividad ligera
	MB x 1,78 = actividad moderada
	MB x 2,10 = actividad intensa
Mujeres:	MB x 1,56 = actividad ligera
	MB x 1,64 = actividad moderada
	MB x 1,82 = actividad intensa

La clasificación del nivel de actividad física (AF), según la necesidad energética (NE) producida durante la realización de diferentes actividades laborales, recreativas o deportivas, propuesta por la FAO-OMS, 1985, es la siguiente:

- **Actividad ligera:** oficinistas, profesionales, empleados, amas de casa.
- **Actividad moderada:** industria ligera, amas de casa sin útiles mecánicos de limpieza, estudiantes, dependientes de almacén, soldados sin servicio activo, obreros de construcción, trabajadores agrícolas, pescadores.
- **Actividad intensa\*:** trabajadores forestales, leñadores, soldados en servicio activo, deportistas, bailarinas, mineros, herreros, obreros de la construcción pesada.

\* Se exceptúan los deportistas de alto rendimiento y de alta competición, ya que estos tienen otro nivel de exigencia y para ellos se aplican otras opciones de cálculo.



La información de las necesidades energéticas que aparece en la tabla 28 es válida para las tablas 26 y 27 para el cálculo indirecto de las necesidades energéticas diarias de una persona.

Durante el resto del capítulo se presentarán algunos ejemplos de la utilidad de la información que figura en las tablas 27 y 28.

## **2. Algunas reflexiones sobre nutrición saludable**

### **2.1 Alimentación no saludable y programas no adecuados para bajar de peso**

Se considera alimentación no saludable aquella en que, de forma reiterada, abundan alimentos ricos en proteína y grasa animal, como son las carnes rojas, los embutidos y algunos mariscos, y la mayoría de las comidas rápidas donde predominan las hamburguesas, las salsas, las comidas fritas, los dulces elaborados, casi siempre acompañados de refrescos gaseosos o bebidas alcohólicas. También se incluyen los alimentos enlatados, el consumo exagerado de pastas, panes, pizzas, golosinas, etcétera. Las personas que se alimentan siguiendo ese patrón tienen, por lo general, una sobrealimentación, no sólo dañina por el exceso de calorías, sino también perjudicial por la inadecuada distribución de los macronutrientes. Aproximadamente hay un 40% de grasas y de éstas la mitad o más de la mitad son ricas en ácidos grasos saturados; un 20% o más de proteínas, con un porcentaje elevado de proteína animal; y sólo un 40% de carbohidratos, con predominio de azúcares industriales. Generalmente esta alimentación es pobre en frutas y hortalizas, y, por tanto, deficiente en vitaminas y minerales, que son los que aportan gran cantidad de antioxidantes y de fibras.

Con respecto al aporte de calorías por los macronutrientes, se puede referir que 1 gramo de lípidos representa 9 calorías (kilocalorías), 1 gramo de proteínas 4 calorías y 1 gramo de hidratos de carbono (carbohidratos) representa 4 calorías.

En cuanto a las bebidas alcohólicas podemos afirmar que 1 gramo de alcohol aporta 7 calorías extra.

Este estilo de alimentación no saludable acarrea un déficit importante de micronutrientes, en relación con el consumo insuficiente de frutas y verduras, que origina la producción de un desbalance metabólico importante a expensas del estrés oxidativo metabólico, con gran cantidad de radicales libres oxidativos (RLO) y pobre en agentes antioxidantes.

Lamentablemente, muchas de estas personas, además de alimentarse inadecuadamente, incluyen otros hábitos dañinos, como el consumo de tabaco, de cafeína, u otros, y son en muchos casos muy sedentarios. Con ello aumentan considerablemente el riesgo a padecer obesidad, hipertensión, problemas óseos, enfermedades cardiovasculares, y hasta diabetes mellitus tipo 2, por no mencionar otras patologías serias del sistema nervioso central y la aceleración del envejecimiento.

En la actualidad se ha extendido mucho esta forma de alimentación y ello se nota en el aumento del peso corporal que se evidencia en mayor cantidad de niños y jóvenes. He aquí por qué la actuación sobre esta problemática se hace cada vez más urgente. Además, el uso abusivo de ordenadores, juegos electrónicos, entre otros, ejercen una influencia negativa, que reducen al mínimo el gasto calórico y no compensan la mayor frecuencia de la alta cantidad de calorías consumidas.

Por otra parte, se ha comprobado que el ejercicio físico que se realiza durante las clases de educación física en las escuelas y colegios no es suficiente para evitar el sobrepeso o la obesidad. En ocasiones se ha detectado que los escolares reciben un exceso de calorías porque la comida elaborada en los comedores escolares no es saludable. A ello se añaden los efectos de las máquinas expendedoras de bebidas y alimentos sitos en las propias escuelas, que constituyen en la actualidad un serio problema de salud; si a esto se une la inactividad física y las escasas sesiones de educación física a la semana y a su poca efectividad real, se conforma un ciclo negativo que favorece, indudablemente, el incremento no saludable de peso en niños y en adolescentes.

Resulta interesante destacar que un porcentaje elevado de los niños que poseen sobrepeso u obesidad llegan a convertirse en adultos obesos y a padecer enfermedades degenerativas de las que hemos mencionado. Recientemente el Ministerio de Sanidad y Política Social de España, en julio del 2010, anunció la iniciación de un plan de medidas respecto a las máquinas expendedoras de alimentos y bebidas en las escuelas, y una seria propuesta de mejora de las ofertas en calidad y cantidad de alimentos en los comedores escolares; se calcula que en más del 50% de estos comedores no se ofrece una alimentación sana. De forma gradual, el Ministerio de Sanidad y las diferentes instituciones del Estado están trabajando para aplicar la mejor solución.

La preocupación de regímenes adelgazantes no adecuados aplicados en la población desde hace muchos años constituye una preocupación para las autoridades de sanidad y de otras instituciones en muchos países. Así, como ejemplo, se llegó en enero de 2001 al consenso entre el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), el AHA, el ADA y el ACSM y otros, para divulgar y alentar la solución de la problemática, haciendo patente que la mayor parte de los regímenes adelgazantes que se promocionaban para personas con sobrepeso u obesas eran, por lo general, totalmente ineficaces y en ocasiones hasta dañinos para la salud. Muchos de ellos hacen perder un porcentaje de peso corporal, pero a expensas del peso magro y con afectación del agua corporal y del peso muscular. Diferentes regímenes propuestos a los norteamericanos, desde la dieta del Dr. Atkin hasta la del Dr. Dean Ornish, pasando por los sistemas Weight Watchers, fueron analizados por el USDA, que ha compilado trabajos científicos longitudinales en relación con los efectos de estas dietas, concluyendo que repercuten negativamente sobre la salud de las personas, además de no ser mantenibles por mucho tiempo y siendo además inadecuado el porcentaje de grasa corporal que se pierde.

La conclusión a que llegaron aquellas organizaciones fue que los programas más saludables de nutrición para la salud y para la pérdida de peso son aquellos en que

se consumen pocas grasas, con una buena distribución de hidratos de carbono y de proteínas. La investigación demostró que la restricción dietética moderada, que no sobrepase nunca una tasa de 500 calorías, según las necesidades diarias, conduce a la pérdida de peso corporal mantenida, inclusive si la persona no realiza ejercicios. Esta recomendación se combina con una actividad física leve o moderada de carácter aeróbico, con lo que se ayuda a disminuir de peso o a mantener el peso corporal una vez alcanzado, con la incorporación de los efectos adicionales que provocan el desarrollo de la CF aeróbica en la prevención y tratamiento de diferentes enfermedades.

## 2.2 Importancia de una alimentación saludable como parte de una estrategia de calidad de la vida

Diferentes instituciones internacionales y nacionales como la OMS, la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición del Ministerio de Sanidad, la AHA, la ADA, entre otras, recomiendan que una nutrición saludable está asegurada por: el consumo diario de 5 raciones de frutas y hortalizas frescas, de 2 a 3 vasos de leche o yogur, de 6 a 11 raciones de cereales y similares, del consumo de productos bajos en grasa animal; y con relación a las proteínas, debe consumirse carne magra y aves de corral de 2 a 3 veces a la semana, así como pescado de 3 a 4 veces a la semana, frutos secos, aceite de oliva de forma moderada, consumo bajo de sal. Se calcula que las personas que ingieren sobre las 2.000 calorías diarias deben beber aproximadamente 2 litros y medio de agua.

Para aquellas personas que no lo tengan contraindicado, el consumo responsable de vino tino puede realizarse, pues garantiza protección cardiovascular favoreciendo el incremento del HDL-c con disminución del colesterol total y mejora del perfil del lipidograma. Se conoce que el vino tinto es rico en polifenoles, particularmente en quercitinas y resveratrol, y es muy rico en antioxidantes, lo que explica su efecto protector. Estudios epidemiológicos relacionan la ingestión de polifenoles con la disminución del riesgo de cardiopatía coronaria y de algunos tipos de cáncer.

Debido a todo esto, se resaltan los beneficios de la dieta mediterránea que en sus fundamentos es semejante a lo recomendado por la OMS y la AHA.

La distribución de la calidad de los macronutrientes en porcentaje según la OMS, en su aporte independiente a la cantidad de calorías diarias necesarias, debe seguir la siguiente distribución:

- Carbohidratos: 50 a 60% del total de las calorías (no abusar de azúcares simples).
- Lípidos: 25 a 30% (2/3 partes de monoinsaturadas y poliinsaturadas; grasa saturada < 10%).
- Proteínas: 10 a 15% (en ciertas etapas de la vida pueden estar aumentadas cerca del 20% o en dietas muy hipocalóricas).

Cuando se va a planificar una propuesta de alimentación sana sobre la base de la cantidad y calidad aceptada de los alimentos, resulta imprescindible tener en cuenta el estado de salud, la edad, los hábitos de alimentación, el nivel de actividad física,

y hasta la situación social, cultural y económica, de manera que sea lo más viable y eficiente posible.

Para que la nutrición sea equilibrada se necesitan también micronutrientes de calidad y el aporte del agua.

Las comidas deben distribuirse entre 5 ó 6 veces en el día. Lo perfecto sería que la comida del mediodía fuera la de mayor aporte calórico con mayor participación de proteínas. Una distribución calórica en el día podría ser:

- Desayuno: 20-25% del total de calorías.
- Merienda a media mañana: 5%.
- Comida: 35% (principal aporte de calorías y de proteínas).
- Merienda a media tarde: 5%.
- Cena: 25 a 30% (rica en carbohidratos saludables).
- Merienda: 5%.

El consumo de frutas y hortalizas frescas de forma diaria, tal y como recomienda la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición del Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad, es muy ventajoso, como ya se ha explicado, por su alto contenido de antioxidantes. Una ración de fruta equivale de 120 a 200 g y una ración de hortaliza de 150 a 200 g. Estudios recientes han confirmado que el consumo de dos manzanas diarias (aproximadamente 300 g) puede contribuir a reducir el colesterol en un 10%.

Por otra parte, las frutas y las hortalizas constituyen un aporte importante de hidratación debido a que más del 75% de su peso es agua. Son ricas en vitaminas, minerales y fibras. Son recomendables para las meriendas pues, al ser bajas en calorías y al tener un efecto de llenado, ayudan a compensar las ansias de comer y no aumentan el peso. Son alimentos protagonistas de las dietas encaminadas a bajar de peso.

Sin duda, la infancia es la etapa de la vida precisa para establecer hábitos alimentarios saludables que favorezcan el adecuado crecimiento y el desarrollo del niño y del adolescente acompañados de buenos indicadores de salud. Es insustituible el papel de la actividad física en estas edades para garantizar una infancia y una juventud saludables.

La nutrición sana es un elemento vital para la salud de la población moderna, es imprescindible para obtener y mantener una buena forma física y para evitar que se desarrollen las enfermedades cardiovasculares y metabólicas que, cada vez más, están afectando a nuestra población en todas las edades.

### **3. Programas adecuados de pérdida de peso corporal. Alimentación saludable restrictiva y CF aeróbica**

#### **3.1 Programas deseables de pérdida de peso corporal**

Son programas nutricionales moderadamente hipocalóricos, equilibrados y saludables que, combinados con actividades físicas aeróbicas, estimulan la pérdida má-

xima de tejido graso y mínima de tejido magro. Por lo general estos programas son perfectamente sostenibles, pues las exigencias de la disminución de la ingesta no resultan drásticas. Si las personas logran interiorizar su importancia y los adoptan como una vía de salud y de estética, pueden mantenerse toda la vida como parte importante de un estilo de vida saludable.

A través de los años hemos sido testigos de comportamientos muy errados e irresponsables para la disminución del peso corporal. Muchas han sido las dietas concebidas para este fin pero, por lo general, ninguna saludable ni efectiva. Numerosos han sido los casos de deportistas y de bailarinas que, a través de nuestra experiencia profesional, han luchado para lograr a toda costa un peso adecuado, con formas irracionales de alimentación. Casi siempre han estado acompañados por serios problemas hormonales, por graves trastornos digestivos y por obsesiones y agobios de todo tipo, acompañados de lesiones del aparato locomotor. Finalmente, ni que decir cabe de la gran merma de su rendimiento; estos programas se hacen verdaderamente insostenibles cuando no se realizan cumpliendo normas sanas.

Cuando la reducción de peso es necesaria, la reducción calórica se impone; pero está demostrado científicamente que llevar solamente la dieta hipocalórica no es suficiente.

La combinación perfecta es la reducción saludable de calorías, con la realización responsable de actividad física. Aquí reside la verdadera efectividad de estos programas.

Para ello deben tenerse en cuenta algunas consideraciones:

- Garantizar un balance calórico negativo, que no sobrepase las 1.000 kcal/día total, teniendo en cuenta ejercicio y alimentación. Como media, perder entre 650 a 750 kcal/día es una estrategia buena y saludable.
- La reducción de la alimentación nunca debe ser mayor de 500 kcal/día; por ejemplo, si una persona necesita, por las características propias de su superficie corporal, edad, sexo y tipo de actividad física que realiza, unas 3.000 kcal/día, se le podría reducir el consumo hasta 2.500 kcal/día.
- Una pérdida de peso de 0,5 a 1 kg/semana garantiza que, en la pérdida de 1 kg de peso, del 80 al 85% sea a expensas de peso graso, de una forma saludable y viable. En un programa saludable de reducción de peso corporal, el porcentaje de la pérdida de peso magro es sólo del 15 al 20% del peso total que se pierde.
- La disminución del 10% del peso corporal en personas con exceso de peso representa en 6 meses la reducción de un 60% de las posibilidades de ser portador de enfermedades como obesidad, síndrome metabólico, diabetes tipo 2, dislipidemia, hipertensión arterial, enfermedad cardiovascular, colaborando, en cualquier caso, en el control de las mismas.

La pérdida de 3.500 kcal en la semana representa una disminución aproximada de 0,5 kg de peso, por lo que la pérdida de 7.000 kcal equivaldría a 1 kg de pérdida de peso corporal.

Queda demostrado que una estrategia adecuada de disminución de peso es combinar una nutrición moderadamente hipocalórica, equilibrada y saludable con la realización de actividad física aeróbica, lo que se asocia con la disminución de 0,5 a 1 kg de peso semanal, y se considera una opción sostenible.

Al restringir aproximadamente unas 500 kcal/día, en una semana se dejarían de consumir unas 3.500 calorías, lo que garantizaría una disminución de peso de, aproximadamente, 0,5 kg en la semana.

Si se logra, por ejemplo, que un paciente camine 30 minutos, a un ritmo moderado de aproximadamente 100 m por minuto de forma diaria, podría estar gastando alrededor de 180 kcal/día, lo que ocasionaría una pérdida, más o menos, de 1.260 kcal a la semana, lo que equivaldría a unos 0,35 kg semanales. Si a esto añadimos que se han reducido 500 kcal/día de la ingesta de alimentos, que equivale a un total de 3.500 calorías a la semana, representará una pérdida de 0,5 kg a causa de la reducción alimentaria; esto unido a la reducción de 0,35 kg producida por el ejercicio, garantizará una pérdida de peso de unos 0,85 kg de peso en 7 días. Evidentemente las cifras manejadas en este ejemplo ayudan a comprender las ventajas saludables de esta combinación.

El consumo de bebidas alcohólicas en un programa de pérdida de peso debe ser reducido porque conllevan un alto aporte calórico.

Puede ser recomendable realizar un ejercicio extra posterior a la cena, caminando de 15 a 20 minutos de forma leve si las condiciones lo permitieran. Esto retrasa el irse a la cama y permite gastar calorías que impiden el aumento de peso.

Debemos incluir ejercicios dirigidos a los músculos abdominales para reducir la obesidad androide o el riesgo a la misma y además fortalecen la estabilidad de la columna vertebral.

Es importante lograr que los nuevos hábitos alimenticios y de ejercicio se conviertan en parte del estilo de vida de cada persona de forma permanente e individualizada, sólo así se garantizará el peso adecuado y la salud.

¡Qué importante es lograr, en el seno de la familia, que los abuelos y los padres “muevan a los niños”, y que éstos, a su vez, muevan a los abuelos y a los padres, unido a una buena alimentación! Esta sumatoria de todos dará, como resultado, salud y calidad de vida.

## 3.2 Cálculo de las necesidades energéticas diarias y propuestas de ajuste calórico

A continuación, presentaremos dos casos que ilustrarán la forma de cálculo del metabolismo basal y de las necesidades energéticas, tomando como base la información de las tablas 27 y 28.

En el desarrollo de este capítulo se presentarán diferentes ejemplos de cómo calcular el gasto energético para diferentes actividades cotidianas, y para otras modalidades de ejercicios y disciplinas deportivas.

**Ejemplo del cálculo de las necesidades energéticas (NE) usando la ecuación de Harris-Benedict (tabla 27) para el MB en hombres y las NE a partir de las indicaciones de la FAO-OMS (tabla 28).**

---

**Hombre de 47 años, diabético tipo 2 y obeso, que pesa 95 kg con una altura de 1,77 m, IMC: 30,5 kg/m<sup>2</sup>. Hombre de negocio, sedentario. Clasificación del nivel de AF de ligera, por lo que le corresponde 1,55.**

---

**Ecuación del MB de Harris-Benedict (tabla 27) para hombres**

$$\text{MB hombres} = 66 + (13,7 \times P \text{ kg}) + (5 \times A \text{ cm}) - (6,8 \times E \text{ a})$$

$$\text{MB} = 66 + (13,7 \times 95 \text{ kg}) + (5 \times 177 \text{ cm}) - (6,8 \times 47 \text{ a})$$

$$\text{MB} = 66 + 1.301,5 + 885 - 319,6 = 1.933,5 \text{ kcal/día}$$

**Cálculo de necesidad energética (NE) = MB x nivel de AF**

$$\text{NE} = 1933,5 \times 1,55 = 2.996,9 \text{ kcal/día}$$

**Como se trata de una persona obesa, le sugerimos reducir 500 calorías a partir de sus necesidades.**

$$\text{Ajuste energético} = 2.996,9 - 500 = 2.496,9 \text{ kcal}$$

Se le podrá indicar entonces al paciente, una dieta hipocalórica restrictiva de 2.500 calorías diarias, unido a un programa individualizado de actividad física para el desarrollo de la CF aeróbica de 24 semanas.

---

**Ejemplo del cálculo de las necesidades energéticas (NE) a partir de la ecuación de Harris-Benedict para el MB en mujeres.**

---

**Mujer de 38 años, portadora de síndrome metabólico, con un peso de 75 kg, altura de 1,60 m, con sobrepeso grado 2, al tener un IMC: 29,3 kg/m<sup>2</sup>. De ocupación profesora, y se considera sedentaria. Clasificación del nivel de AF de ligera, por lo que le corresponde 1,56.**

---

**Ecuación de MB de Harris-Benedict para mujeres**

$$\text{MB mujeres} = 655 + (9,6 \times P \text{ kg}) + (5 \times A \text{ cm}) - (4,7 \times E \text{ a})$$

$$\text{MB} = 655 + (9,6 \times 75 \text{ kg}) + (5 \times 160 \text{ cm}) - (4,7 \times 38 \text{ a})$$

$$\text{MB} = 655 + 720 + 288 - 178,6 = 1.484,7 \text{ kcal/día}$$

**Cálculo del NE = MB x nivel de AF (aplicando la tabla 27)**

$$\text{NE} = 1484,7 \times 1,56 = 2.316,1 \text{ kcal/día}$$

**Como se trata de una persona con sobrepeso, sugerimos una reducción de 500 calorías según sus necesidades.**

$$\text{Ajuste energético} = 2.316,1 - 500 = 1.816,1 \text{ kcal}$$

Se le podrá indicar entonces a la paciente una dieta hipocalórica restrictiva moderada de 1.800 calorías diarias, unido a un programa individualizado de actividad física para el desarrollo de la CF aeróbica moderada de 24 semanas.

---

## 4. Gasto energético y ejercicio

Es importante poder realizar un balance energético aproximado de la cantidad de calorías ingeridas y de las consumidas, no sólo en la práctica deportiva o en la actividad física, sino también en la actividad diaria para, con estos datos, poder organizar una mejor estrategia de alimentación.

Si lo que se quiere es confeccionar un programa de pérdida de peso, nos permite conocer cuánto ha sido el gasto energético a partir del ejercicio realizado, para una adecuada restricción de la nutrición de forma saludable y equilibrada, pero que no debe sobrepasar las 500 kcal/día. A una persona obesa o con sobrepeso, con un consumo aproximado de 2.500 kcal/día, se le debe reducir la ingesta sólo hasta las 2.000 kcal/día, como ya se explicó con anterioridad.

Diferentes investigaciones han demostrado que reducir el gasto energético a partir del entrenamiento de la CF cardiorrespiratoria-metabólica de carácter moderado, es importante para prevenir o tratar enfermedades cardiovasculares y metabólicas, como son, entre otras: la obesidad, el síndrome metabólico, la diabetes, la hipertensión arterial, la dislipidemia, la cardiopatía isquémica.

Se confirma que:

- El gasto energético con predominio del entrenamiento aeróbico de 1.300 kcal/semana produce una mejora importante de la CF cardiorrespiratoria y metabólica, disminuyendo el riesgo cardiovascular (RCV).
- El gasto energético con predominio del entrenamiento aeróbico de 1.500 kcal/semana puede detener la progresión de lesiones ateroscleróticas en personas portadoras.
- El gasto energético con predominio del entrenamiento aeróbico de 2.000 kcal/semana, que equivale a alrededor de 300 minutos, puede llevar a la regresión de algunas lesiones coronarias en personas portadoras de cardiopatía isquémica, y en personas sanas refuerza de forma importante la protección cardiovascular.

Las modalidades de caminata y trote, en particular la caminata, son las de elección para los programas de actividad física que se proponen para aplicar en los Centros de Salud, en espacios al aire libre o en instalaciones deportivas próximas.

Media hora diaria de actividad física puede ser suficiente para evitar un gran número de enfermedades graves, entre ellas: problemas cardiacos, diabetes, y hasta algunos tipos de cáncer, como el de mama y el de colon. Caminar puede ser una excelente opción porque es una actividad que apenas tiene riesgos y no causa daño alguno, ni siquiera para aquellas personas que no estén “en forma”. Pero de elegir otra opción, también sería igualmente útil para la salud.

A continuación se muestran variantes de gasto energético semanal y acumulación de minutos/semana de la CF aeróbica para una persona de 70 kg de peso:

- Caminar 30 minutos a una velocidad de 6 km/h consume unas 186 kcal/día, por lo que realizarlo diariamente, o sea, 7 veces a la semana, garantiza un gasto energético semanal de 1.300 kcal, que equivale a un total de 210 minutos a la semana.
- Caminar 45 minutos a una velocidad de 6 km/h consume más o menos 250 kcal, por lo que realizarlo 6 veces a la semana supone 1.500 kcal semanales y un total de 270 minutos a la semana.
- Caminar 60 minutos a una velocidad de 6 km/h consume aproximadamente 370 kcal, por lo que realizarlo 6 veces a la semana representa 2.220 kcal semanales y un total de 360 minutos a la semana.
- Trotar 45 minutos a una velocidad de 10,2 km/h consume alrededor de 607 kcal por lo que realizarlo 4 veces a la semana representa un gasto energético de 2.428 kcal semanales y un total de 180 minutos a la semana.

Debemos explicar que caminar a razón de 6 km/hora equivale a caminar 100 metros por minuto, lo cual representa un buen promedio de traslación, sobre todo para personas mayores de 40 años. El ejercicio que se realiza caminando tiene un carácter submáximo, aunque no cabe duda que para algunas personas, a consecuencia de su baja CF, no pueden llevar un ritmo de intensidad a razón de 6 km/h.



Trotar o correr a una velocidad de 10,5 km/h puede ser una actividad de intensidad submáxima para una persona con buena CF aeróbica, mientras que para otra con menor CF puede ser de intensidad máxima.

A continuación, en las tablas 29 y 30 aparecen los valores del gasto energético asociados a diferentes variables relacionadas con las modalidades de caminata y trote-carrera calculados por investigadores de la Clínica de Cleveland.

**Tabla 29. Gasto energético aproximado en la modalidad caminata en superficies sin inclinación o en la cinta sin inclinación.**

Vel. km/h	Vel. m/min	Tiempo realizado en 1 km	VO <sub>2</sub> kg ml de O <sub>2</sub> kg/min	MET	Gasto calórico kcal/min	Distancia en metros recorrida en 30 min	Gasto calórico en 30 min kcal/min
3,0	50	20 min 00 s	7,0	2,0	2,5	1.500	75
3,6	60	16 min 36 s	8,5	2,4	3,0	1.800	90
4,2	70	14 min 12 s	10,4	3,0	3,7	2.100	111
4,8	80	12 min 30 s	12,5	3,5	4,3	2.400	129
5,4	90	11 min 06 s	15,0	4,2	5,2	2.700	156
5,7	95	10 min 30 s	16,2	4,6	5,7	2.850	171
<b>6,0</b>	<b>100</b>	<b>10 min 00 s</b>	<b>17,6</b>	<b>5,0</b>	<b>6,2</b>	<b>3.000</b>	<b>186</b>
6,3	105	9 min 30 s	19,0	5,4	6,7	3.150	201
6,6	110	9 min 00 s	20,5	5,8	7,2	3.300	216
6,9	115	8 min 36 s	22,1	6,3	7,8	3.450	234
7,2	120	8 min 18 s	23,8	6,8	8,5	3.600	255

**Tabla 30. Gasto energético aproximado en la modalidad trote-carrera en superficies sin inclinación o en la cinta sin inclinación.**

Vel. km/h	Vel. m/min	Tiempo realizado en 1 km	VO <sub>2</sub> kg ml de O <sub>2</sub> kg/min	MET	Gasto calórico kcal/min	Distancia en metros recorrida en 30 min	Gasto calórico en 30 min kcal/min
7,2	120	8 min 18 s	23,8	6,8	8,5	3.600	255
7,5	125	8 min 00 s	25,5	7,3	9,1	3.750	273
7,8	130	7 min 36 s	27,3	7,8	9,7	3.900	291
8,1	135	7 min 24 s	30,5	8,7	10,8	4.050	324
8,4	140	7 min 06 s	31,5	9,0	11,2	4.200	336
9,0	150	6 min 36 s	33,5	9,5	11,8	4.500	354
9,6	160	6 min 12 s	35,4	10,1	12,6	4.800	378
10,2	170	5 min 48 s	37,5	10,8	13,5	5.100	405
10,8	180	5 min 30 s	39,5	11,2	14,0	5.400	420
11,4	190	5 min 12 s	41,5	11,8	14,7	5.700	441
12,0	200	5 min 00 s	43,5	12,4	15,5	6.000	465
12,6	210	4 min 42 s	45,5	13,0	16,2	6.300	486
13,2	220	4 min 30 s	47,5	13,5	16,8	6.600	504
13,8	230	4 min 18 s	49,5	14,0	17,5	6.900	525
14,4	240	4 min 06 s	51,5	14,7	18,3	7.200	549
15,0	250	4 min 00 s	53,5	15,2	18,8	7.500	564
15,6	260	3 min 54 s	55,5	15,8	19,8	7.800	594

Estos valores en su conversión a kcal/min, así como los de otras variables, no son exactos, pero resultan bastante aproximados, por lo que son útiles. El error puede estar en relación con el peso corporal, que puede ocasionar una diferencia en el gasto energético entre dos personas que desarrollen la misma velocidad al caminar o trotar, en un mismo tiempo, pero con pesos corporales diferentes. Por ejemplo, una persona que pese 85 kg tendrá un mayor gasto energético que otra que pese 70 kg al trasladarse a la misma velocidad y en igual distancia.

Se puede obtener el gasto energético de forma indirecta de manera algo más exacta, mediante el valor del  $\text{VO}_2$  máx./kg (consumo máximo de oxígeno relativo) o los MET (tasa de equivalente metabólico), obtenidos mediante test de laboratorio o de campo de forma directa o indirecta. No obstante, la diferencia no es tan marcada, por lo que podemos guiarnos por las tablas 29 y 30.

En las tablas 31 y 32 presentamos información sobre el gasto calórico en diferentes actividades.

**Tabla 31. Gasto calórico en diferentes tipos de actividad física, incluidas algunas disciplinas deportivas.**

Actividad	Gasto calórico (calorías/minutos)			
	1 min	30 min	45 min	60 min
Trabajo ligero en casa	2-2,5	60-75	90-105	120-150
Trabajo moderado en casa	4-5	75-120	113-180	150-240
Trabajo fuerte en casa	5-6	120-150	180-225	240-300
Juego de bolos	4-5	75-120	113-180	150-240
Tenis de pareja, voleibol, ballet, tenis de mesa, bádminton, aerobic de bajo impacto, calistenia	5-6	120-150	180-225	240-300
Tenis individual	7-8	210-240	315-360	420-480
Esquí acuático	8-10	240-300	360-450	480-600
Ciclismo 13 km/h	4-5	75-120	113-180	240-300
Ciclismo 16 km/h	6-7	180-210	270-315	360-420
Ciclismo 19,5 km/h	8-10	240-300	360-450	480-600
Ciclismo 21 km/h	10-11	300-330	450-495	600-660

**Tabla 32. Gasto energético en diferentes actividades, incluidos algunos deportes.**

Actividades	kcal/kg/min	Actividades	kcal/kg/min
Sueño	0,9	Paseo a caballo (trote)	4,2
Metabolismo basal	1,0	Natación 500 m/h	4,4
Descanso sentado	1,0	Tenis de mesa	5,4
Descanso de pie	1,2	Ciclismo 15 km/h	5,4
Marcha 3 km/h	2,5	Remo 6 km/h	7,4
Marcha 4,5 km/h	2,8	Tenis	8,0
Natación 16 m/min	3,0	Ciclismo 30 km/h	12,0
Ciclismo 9 km/h	3,5	Carrera 15 km/h	12,1
Marcha 6 km/h	3,7	Carrera 20 km/h	57,6
Golf 6 hoyos/h	4,0	-	-

Los deportistas de alta competición, dependiendo de su estatura, peso corporal, porcentaje de peso magro y de las necesidades energéticas de la disciplina depor-

tiva en determinada etapa de entrenamiento o en la competición, la edad y sexo, pueden tener una necesidad de ingesta calórica entre 3.000 a 6.000 kcal/día.

## 5. Diferentes protocolos de laboratorio y campo para valorar el consumo máximo de oxígeno

### 5.1 Test de esfuerzo cardiovascular en el laboratorio

Mucho se hablado de este test y de los valores que reporta. Su objetivo principal es, precisamente, poder valorar el estado funcional y de salud cardiorrespiratorio-metabólico.

Otros nombres utilizados son: ergometría funcional y ergoespirometría funcional cuando es acompañada con analizador de gases.

Tipo de esfuerzo: máximo o submáximo. Siempre monitorizado con electrocardiograma (ECG).

Modalidades más utilizadas: cinta, bicicleta ergométrica.

Diferentes protocolos son utilizados en la población y en el deporte.

Variables más importantes: ECG de reposo, durante el test y en la recuperación; seguimiento de la frecuencia cardiaca (FC) y de la presión arterial (PA) durante el reposo, el test y en la recuperación; obtención del gasto cardiaco y del doble producto cardiaco; el trabajo realizado es medido en: vatios, kgm, julios, kcal y se logra la obtención de variables metabólicas de forma directa o indirecta.

De forma directa \* e indirecta:  $VO_2$  máx.,  $VO_2$  máx./kg (MET),  $PO_2$ , potencia.

#### *Objetivos principales*

- Es muy utilizado como un primer nivel de despistaje para descartar cardiopatía isquémica (CI) silente.
- También se usa para identificar en pacientes portadores de CI, la zona actual de isquemia durante el ejercicio. Se incluyen pacientes con infarto del miocardio para conocer la zona de isquemia.
- Útil para identificar una reacción hipertensiva durante el ejercicio.
- Muy utilizado para valorar la condición física cardiorrespiratoria-metabólica, a partir de los valores de  $VO_2$  máx./kg o de los MET, para determinado grupo de edad, sexo y estado de salud.
- De gran utilidad para diseñar el pulso de entrenamiento con vistas a prescribir actividad física correctamente planificada.
- Es importante realizarla antes de iniciar un programa de actividad física, y mucho más cuando se trata de personas sedentarias y con riesgo cardiovascular moderado o elevado, o mayores de 35 años.

---

\* De forma directa (ergoespirometría): volumen espiratorio (VE), umbral aeróbico, umbral anaeróbico (UA), coeficiente respiratorio. En el deporte de competición, en ocasiones se incluye la obtención de lactato al final del test.

### *Crterios para la culminación de la prueba de esfuerzo*

- Cuando se llega a alcanzar la frecuencia cardiaca programada.
  - Cuando aparecen alteraciones en el ECG. Desplazamiento del segmento ST > 2 mm.
  - Si aparecen arritmias cardiacas graves.
  - Si apareciera un dolor anginoso que aumenta con el ejercicio.
  - Si existiera disnea respiratoria mayor de 40 frecuencias por minuto.
  - Cuando aparecen valores de presión arterial mayores de 250/120 o una disminución progresiva  $\leq 20$  mmHg, en un estadio superior de carga.
  - Marcadamente la disminución de la PA es a nivel sistólico, lo que está demostrando un agotamiento del miocardio, siendo un criterio para detener la prueba.
- Se utilizan diferentes protocolos para su realización, el más utilizado en la población es el test de Bruce modificado, que presentamos en la tabla 33. Otros protocolos de referencia en la población son el Bruce, el Mini Bruce, el Balke, el Kattus, que se realiza en el tapiz o cinta. En el cicloergómetro, el más utilizado es el protocolo de Astrand.

**Tabla 33. Protocolo de Bruce modificado.**

Estadio	Velocidad (km/h)	Elevación (%)	Tiempo (min)
1	2,7	0	3
2	2,7	5	3
3	2,7	10	3
4	4,0	12	3
5	5,5	14	3
6	6,7	16	3
7	8,0	18	3
8	8,8	20	3
9	9,6	22	3

En el protocolo de Bruce modificado, se obtiene la PA en el segundo minuto de cada estadio. Siempre este test se realiza monitorizado con ECG. Puede utilizarse la ergoespirometría, pero no es necesaria.

En personas jóvenes, activas y sanas se puede aplicar otro tipo de protocolo, como el protocolo progresivo de incremento máximo de rampa con una inclinación de sólo el 1%. Estos tipos de test se realizan siempre monitorizados con ECG, y pueden estar acompañados de ergoespirometría. Este es uno de los test que se utilizan en el deporte de alta competición. Otros protocolos que también se utilizan en el alto rendimiento son el de Astrand y el de Mader en la cinta o tapiz.

#### **5.1.1 Obtención de $VO_2$ máx./kg indirecto mediante la fórmula de Bruce**

A continuación, consideramos interesante presentar las diferentes fórmulas, según Bruce, que se aplican para obtener el consumo máximo de oxígeno relativo a partir del protocolo que él propone para la prueba de esfuerzo (ver tabla 33).

**Hombre activo (ml de O<sub>2</sub>/kg/min)**

$$VO_2 \text{ máx./kg} = (\text{tiempo en minutos} \times 3,78) + 0,19$$

**Mujer (ml de O<sub>2</sub>/kg/min)**

$$VO_2 \text{ máx./kg} = (\text{tiempo en minutos} \times 3,36) + 1,06$$

**Hombre sedentario (ml de O<sub>2</sub>/kg/min)**

$$VO_2 \text{ máx./kg} = (\text{tiempo en minutos} \times 3,29) + 4,07$$

**Cardiópata (ml de O<sub>2</sub>/kg/min)**

$$VO_2 \text{ máx./kg} = (\text{tiempo en minutos} \times 2,33) + 9,48$$

### 5.1.2 Eficiencia y potencia del individuo entrenado

A continuación, mediante dos ejemplos, se puede apreciar cómo dos individuos diferentes llegan a realizar un esfuerzo máximo en el test de Bruce modificado y se hace evidente una diferencia marcada en el cumplimiento de la carga física que aparece en cuanto a cantidad y calidad, así como en los valores del VO<sub>2</sub> máx./kg de ambos.

Es oportuno recordar del capítulo 1 que:

$$GC = VS \times FC$$

$$VO_2 = VS \times FC \times \text{dif.}_{a-v} O_2$$

Obtención del VO<sub>2</sub> máx. indirecto mediante el protocolo de Bruce modificado:

Para ello aplicaremos la fórmula, según Bruce, que corresponde a un hombre activo y la que corresponde a un hombre sedentario.

Hombre *activo* y aparentemente saludable, de 46 años, que llega al final del 4.º estadio, o sea, a los 12 minutos, culminando el test con 172 lat./min, que equivale al 99,5% de la FC máx.

$$VO_2 \text{ máx./kg} = (\text{tiempo en minutos} \times 3,78) + 0,19 = 45,5 \text{ ml O}_2/\text{kg}/\text{min}$$

Hombre *sedentario* y con RCV moderado de 41 años que consigue llegar solamente hasta el primer minuto del 3.º estadio del test, o sea, sólo 7 minutos, en un test máximo al 101,1% de la FC máx. con 181 lat./min.

$$VO_2 \text{ máx./kg} = (\text{tiempo en minutos} \times 3,29) + 4,07 = 27,1 \text{ ml O}_2/\text{kg}/\text{min}$$

En la tabla 34 se presenta la diferencia entre ambas personas de un mismo grupo de edad y del mismo sexo, según los criterios del AHA para hombres y grupo etario de 40 a 49 años.

**Tabla 34. VO<sub>2</sub> máx./kg de la AHA. Sexo masculino (ml O<sub>2</sub>/kg./min).**

Edad	Muy deficiente	Deficiente	Regular o promedio	Bien	Excelente
40-49 años	< 20	20-26	27-35	36-44	> 45
			<b>sedentario</b>		<b>activo</b>
			<b>27,1</b>		<b>45,5</b>

Ante un mismo esfuerzo máximo intenso en la ergometría, en este caso en la cinta y siguiendo el protocolo de Bruce modificado, se observa que el hombre de 46 años, que es activo y saludable, ha logrado una potencia de trabajo mayor durante el esfuerzo (culminando el 4.º estadio con una duración de 12 minutos), con valores de 45,5 ml O<sub>2</sub>/kg/min, equivalente a 13 MET, considerado como un esfuerzo máximo (99,5% de la FC máx.), lo que significa una valoración de excelente para su grupo de edad y sexo, según la clasificación de la AHA.

A diferencia del otro sujeto, más joven, de 41 años, sedentario, con RCV moderado, que culminó el test con una potencia de trabajo menor (paró en el primer minuto del 3.º estadio), o sea, trabajó sólo 7 minutos en un esfuerzo máximo para él, 101,1% de la FC máx. alcanzando entonces una valoración promedio de 27,1 ml O<sub>2</sub>/kg/min (7,74 MET), muy próxima a la de deficiente.

### 5.1.3 Contraindicaciones de la ergometría

- Está contraindicada en los primeros 14 días posteriores a un infarto agudo de miocardio (IMA).
- Ante cuadros anginosos progresivos.
- De existir taquirritmia ventricular o supraventricular no controlada.
- Ante una insuficiencia cardiaca congestiva no compensada.
- En caso de hipertensión arterial severa. No se debe iniciar cuando existen valores de presión sistólica (PS) > 200 o presión diastólica (PD) > 110 mmHg.
- En cuadros de hipertensión pulmonar grave.
- Ante una embolia pulmonar o infarto pulmonar (3 meses).
- Cuando existe bloqueo aurículo-ventricular avanzado de segundo o tercer grado.
- Ante cuadros de estenosis aórtica severa.
- En caso de aneurisma disecante de la aorta.
- Ante una miocarditis o pericarditis aguda.
- Si hay antecedentes de fenómenos tromboembólicos recientes.
- Cuando se manifiestan enfermedades metabólicas descompensadas (diabetes mellitus, hipertiroidismo, etcétera).
- Ante cuadros de asma con broncoconstricción severa.
- En presencia de enfermedades infecciosas agudas.
- Ante la existencia de limitaciones físicas o psíquicas que dificulten la prueba.

## 5.2 Test de campo para la valoración funcional mediante test de caminata y trote-carrera

A continuación traemos a colación algunos test propios para caminata y trote-carrera que permiten valorar la CF aeróbica de forma submáxima o máxima, mediante el tiempo realizado para determinadas distancias, según valoración con su mismo grupo etario y sexo. El tiempo realizado en la distancia del test nos puede dar información sobre el estado funcional del sujeto, tanto en test submáximos como máximos.

A estos resultados de tiempo se les puede aplicar fórmulas para obtener el consumo máximo o submáximo de oxígeno relativo de forma indirecta, que nos permite además conocer los MET y el gasto energético, entre otros indicadores de interés, como el consumo máximo o submáximo de oxígeno absoluto y el pulso de oxígeno. Existen diferentes fórmulas para obtener el consumo de oxígeno, como la de Cooper, la de Tokmakidis, la del ACSM. Los test de caminata son de carácter submáximo, generalmente por debajo del 70% de la FC máx.; los de trote o de carrera son en muchas ocasiones máximos ( $\geq 100\%$  de la FC máx.) o cercanos al máximo, lo que puede resultar peligroso para diferentes grupos de riesgo dado, entre otras causas, por su RCV, edad e inactividad física, ya que puede conducir a una lesión muscular, a una crisis hipertensiva, a un infarto del miocardio y hasta a la muerte súbita.

A continuación se enumeran algunos test de caminata y de trote-carrera:

- Test de caminata para diferentes grupos de edades y sexo, que permiten valorar la CF aeróbica de forma submáxima:
  - Cooper de 4,8 km, test del Colegio Médico de Canadá de 3 km, test de Pancorbo (2005) para diferentes distancias: 1, 2, 3, 4, 5 y 6 km.
- Test de trote-carrera para diferentes grupos de edades y sexo, que permite valorar la CF aeróbica de forma submáxima o máxima:
  - Cooper de 2.400 m para diferentes grupos de edad y sexo, test de Cooper de 12 minutos, test de Cooper de la milla (1.604 m), test de Tokmakidis (desde los 200 m lisos hasta la maratón), test de Pancorbo (2005) para diferentes distancias: 1, 2, 3, 4, 5 y 6 km y diferentes grupos de edad y sexo.

En personas con RCV y en personas mayores no es recomendable realizar test de trote-carrera sin previa prueba de esfuerzo cardiovascular máxima.

Nuestra experiencia personal nos llevó a diseñar programas de actividad física de 24 semanas en que aplicamos los test propuestos de caminata o de trote-carrera, dependiendo de las características de salud, edad y CF aeróbica inicial. Estos test permiten valorar de forma indirecta la CF aeróbica de los pacientes.

A continuación se describen los principales.

### *Test de caminata (Pancorbo, 2005)*

Esta propuesta de test nos permite:

- Valorar, a través del tiempo realizado, la CF aeróbica. Puede afirmarse que es un test de carácter submáximo, de tipo moderado a moderado-intenso, y que puede ser útil para cualquier grupo de estado de salud.
- Está diseñado para diferentes grupos de edad: 13-19, 20-29, 30-39, 40-49, 50-59 años,  $\geq 60$  años, para los dos sexos y para distancias que van desde 1 km hasta los 6 km.
- De forma indirecta y utilizando la fórmula del ACSM podemos calcular el  $VO_2$  submáximo/kg y los MET.

- También resulta interesante la respuesta de la FC y su recuperación, el comportamiento de la PA, el gasto energético calculado de forma indirecta y, en caso de pacientes diabéticos, la glucemia, entre otras variables.
- Por experiencia propia, nos resultan muy útiles los test de caminata de 1 y 3 km.
- En el capítulo 7 se expondrá en qué momento del programa de 24 semanas se utilizan los test de caminata para obtener la mayor eficacia.
- En ocasiones, al no poder contar con la posibilidad inmediata de hacer una prueba de esfuerzo cardiovascular máxima en pacientes con RCV moderado o importante, se realiza un test de caminata de 1 km, que permite valorar las condiciones en que se encuentra la CF aeróbica del paciente sin riesgo para su salud, ya que se trata de un test de carácter submáximo y que raramente pudiera estar en el 75% de la FC máx. Unido a ello, se tomarán las oportunas medidas preventivas por parte de los profesionales de la salud que aplican el test.

En las tablas 35, 36, 37 y 38 aparecen las valoraciones para los test de caminata.

**Tabla 35. Test de caminata de 1 km. Sexo masculino (Pancorbo, 2005).**

Valoración	13-19 años	20-29	30-39	40-49	50-59	≥ 60 años
Excelente	≤ 9'	≤ 9'10'	≤ 9'20''	≤ 9'30''	≤ 9'40'	≤ 9'50''
Bien	9'01''-10'	9'11''-10'10''	9'21''-10'20''	9'31''-10'30''	9'41''-10'40''	9'51''-10'50''
Promedio	10'01''-11'	10'11''-11'10''	10'21''-11'20''	10'31''-11'30''	10'41''-11'40''	10'51''-11'50''
Deficiente	11'01''-12'	11'11''-12'10''	11'21''-12'20''	11'31''-12'30''	11'41''-12'40''	11'51''-12'50''
Muy deficiente	> 12'	> 12'10''	> 12'20''	> 12'30''	> 12'40''	> 12'50''

**Tabla 36. Test de caminata de 1 km. Sexo femenino (Pancorbo, 2005).**

Valoración	13-19 años	20-29	30-39	40-49	50-59	≥ 60 años
Excelente	≤ 9'10''	≤ 9'20''	≤ 9'30''	≤ 9'40''	≤ 9'50''	≤ 10'
Bien	9'11''-10'10''	9'21''-10'20''	9'31''-10'30''	9'41''-10'40''	9'51''-10'50''	10'01''-11'
Promedio	10'11''-11'10''	10'21''-11'20''	10'31''-11'30''	10'41''-11'40''	10'51''-11'50''	11'01''-12'
Deficiente	11'11''-12'10''	11'21''-12'20''	11'31''-12'30''	11'41''-12'40''	11'51''-12'50''	12'01''-13'
Muy deficiente	> 12'10''	> 12'20''	> 12'30''	> 12'40''	> 12'50''	> 13'

**Tabla 37. Test de caminata de 3 km. Sexo masculino (Pancorbo 2005).**

Valoración	13-19 años	20-29	30-39	40-49	50-59	≥ 60 años
Excelente	≤ 27'	≤ 27'30''	≤ 28'	≤ 28'30''	≤ 29'	≤ 29'30''
Bien	27'01''-30'	27'31''-30'30''	28'01''-31'	28'31''-31'30''	29'01''-32'	29'31''-32'30''
Promedio	30'01''-33'	30'31''-33'30''	31'01''-34'	31'31''-34'30''	32'01''-35'	32'31''-35'30''
Deficiente	33'01''-36''	33'31''-36'30''	34'01''-37'	34'31''-37'30''	35'01''-38'	35'31''-38'30''
Muy deficiente	> 36'	> 36'30''	> 37'	> 37'30''	> 38'	> 38'30''

**Tabla 38. Test de caminata de 3 km. Sexo femenino (Pancorbo 2005).**

Valoración	13-19 años	20-29	30-39	40-49	50-59	≥ 60 años
Excelente	≤ 27'30''	≤ 28'	≤ 28'30''	≤ 29'	≤ 29'30''	≤ 30'
Bien	27'31''-30'30''	28'01''-31'	28'31''-31'30''	29'01''-32'	29'31''-32'30''	30'01''-33'
Promedio	30'31''-33'30''	31'01''-34'	31'31''-34'30''	32'01''-35'	32'31''-35'30''	33'01''-36'
Deficiente	33'31''-36'30''	34'01''-37'	34'31''-37'30''	35'01''-38'	35'31''-38'30''	36'01''-39'
Muy deficiente	> 36'30''	> 37'	> 37'30''	> 38'	> 38'30''	> 39'



Test de trote o carrera (Pancorbo, 2005)

- Nos permite valorar la CF a partir del tiempo realizado. Generalmente es un test máximo y puede ser útil para personas saludables y activas.
- Está diseñado para diferentes grupos de edad: 13-19, 20-29, 30-39, 40-49, 50-59 años, ≥ 60 años, para ambos sexos y para distancias que pueden ir desde 1 hasta los 6 km. Corrientemente utilizamos las distancias de 3 y de 5 km.
- A través del mismo podemos calcular el VO<sub>2</sub> máx./kg y los MET de forma indirecta utilizando la fórmula del ACSM, mediante test máximo o submáximo, y también la respuesta de la FC y su recuperación, la respuesta de la PA, el gasto energético mediante fórmula indirecta y en pacientes diabéticos los valores de glucemia, además de otras variables.
- Si fuera un test máximo (≥ 90% de la FC máx., próximo al 95%), podemos comparar el VO<sub>2</sub> máx./kg obtenido indirectamente con los valores aceptables para la edad y sexo según los criterios de clasificación del AHA.
- En el capítulo 7 se expondrá en qué momento del programa de 24 semanas utilizamos los test de trote-carrera, según el programa que estemos utilizando para el desarrollo de la CF cardiorrespiratoria-metabólica.

A continuación, en las tablas 39, 40, 41 y 42 aparecen las valoraciones para los test de trote y carrera.

**Tabla 39. Test de trote-carrera de 3 km. Sexo masculino (Pancorbo, 2005).**

Valoración	13-19 años	20-29	30-39	40-49	50-59	≥ 60 años
Excelente	≤ 11'15"	≤ 12'30"	≤ 13'45"	≤ 15'	≤ 16'15"	≤ 17'30"
Bien	11'16"-15'	12'31"-16'15"	13'46"-17'30"	15'01"-18'45"	16'16"-20'00"	17'31"-21'15"
Promedio	15'01"-18'45"	16'16"-20'	17'31"-21'15"	18'46"-22'30"	20'01"-23'45"	21'16"-25'
Deficiente	18'46"-22'30"	20'01"-23'45"	21'16"-25'	22'31"-26'15"	23'46"-27'30"	25'01"-28'45"
Muy deficiente	> 22'30"	> 23'45"	> 25'	> 26'15"	> 27'30"	> 28'45"

**Tabla 40. Test de trote-carrera de 3 km. Sexo femenino (Pancorbo, 2005).**

Valoración	13-19 años	20-29	30-39	40-49	50-59	≥ 60 años
Excelente	≤ 12'30"	≤ 13'45"	≤ 15'	≤ 16'15"	≤ 17'30"	≤ 18'45"
Bien	12'31"-16'15"	13'46"-17'30"	15'01"-18'45"	16'16"-19'00"	17'31"-21'15"	18'46"-21'30"
Promedio	16'16"-20'	17'31"-21'15"	18'46"-22'30"	19'01"-21'45"	21'16"-25'	21'31"-24'30"
Deficiente	20'01"-23'45"	21'16"-25'	22'31"-26'15"	21'46"-24'30"	25'01"-28'45"	24'31"-27'15"
Muy deficiente	> 23'45"	> 25'	> 26'15"	> 24'30"	> 28'45"	> 27'15"

**Tabla 41. Test de trote-carrera de 5 km. Sexo masculino (Pancorbo, 2005).**

Valoración	13-19 años	20-29	30-39	40-49	50-59	≥ 60 años
Excelente	≤ 18'45"	≤ 20'50"	≤ 22'55"	≤ 25'	≤ 27'05"	≤ 29'10"
Bien	18'46"-25'	20'51"-27'05"	22'56"-29'10"	25'01"-31'15"	27'06"-33'20"	29'11"-35'25"
Promedio	25'01"-31'15"	27'06"-33'20"	29'11"-35'25"	31'16"-37'30"	33'21"-39'35"	35'26"-41'40"
Deficiente	31'16"-37'30"	33'21"-39'35"	35'26"-41'40"	37'31"-43'45"	39'36"-45'50"	41'41"-47'55"
Muy deficiente	> 37'30"	> 39'35"	> 41'40"	> 43'45"	> 45'50"	> 47'55"

**Tabla 42. Test de trote-carrera de 5 km. Sexo femenino (Pancorbo, 2005).**

Valoración	13-19 años	20-29	30-39	40-49	50-59	≥ 60 años
Excelente	≤ 20'50"	≤ 22'55"	≤ 25'	≤ 27'05"	≤ 29'10"	≤ 31'15"
Bien	20'51"-27'05"	22'56"-29'10"	25'01"-31'15"	27'06"-33'20"	29'11"-35'25"	31'16"-37'30"
Promedio	27'06"-33'20"	29'11"-35'25"	31'16"-37'30"	33'21"-39'35"	35'26"-41'40"	37'31"-43'45"
Deficiente	33'21"-39'35"	35'26"-41'40"	37'31"-43'45"	39'36"-45'50"	41'41"-47'55"	43'46"-60'00"
Muy deficiente	> 39'35"	> 41'40"	> 43'45"	> 45'50"	> 47'55"	> 60'00"

## 6. Obtención indirecta del VO<sub>2</sub> máx./kg, MET y gasto energético de forma indirecta mediante test de campo

Las tablas 29 y 30 presentadas en este capítulo nos permiten conocer aproximadamente el VO<sub>2</sub> máx./kg, los MET y el gasto energético, pero consideramos que la información que brindamos a continuación resulta más precisa a estos efectos.

### 6.1 Cálculo indirecto del VO<sub>2</sub> máx./kg y su conversión en MET

Existen diferentes fórmulas para calcular el consumo máximo de oxígeno relativo. La fórmula del ACSM permite su cálculo de forma indirecta mediante test de campo.

Esta fórmula resulta adecuada para aplicar en la población activa y sedentaria, y también puede ser válida para pacientes con diferentes estados de salud, y para los diferentes grupos de edades y ambos sexos.

Ninguna fórmula indirecta puede ser exacta para el cálculo de los valores del VO<sub>2</sub> máx./kg durante un test de campo. Indudablemente que se trata de una opción más, que es válida y que puede aplicarse tanto para la modalidad de trote-carrera como para la de caminata. En nuestro criterio, la fórmula del ACSM es una buena opción.

Puede llegar a tener categoría de test máximo para los protocolos de trote-carrera comparándose los valores obtenidos con los que reporta la clasificación del AHA. En el trote-carrera también es aplicable la fórmula del ACSM a partir de la distancia de 2 km en adelante y, en particular, a partir de los 3 km durante un esfuerzo máximo.

La fórmula del ACSM que a continuación se presenta es para diferentes grupos de edad y sexo:

$$\text{VO}_2 \text{ máx./kg} = \frac{(\text{Distancia en m} \times 60 \times 0,2) + 3,5}{\text{Tiempo en segundos}} = \text{ml O}_2/\text{kg}/\text{min}$$

El resultado nos permite conocer el VO<sub>2</sub> máx./kg, y a partir del mismo, los MET, las kcal/min y las kcal consumidas durante el tiempo de duración del ejercicio.

Para conocer el gasto energético realizado durante el esfuerzo que se obtuvo a partir de los valores de consumo máximo o submáximo de oxígeno relativo, lo convertimos en su equivalente de MET.

$$\text{MET} = \frac{\text{VO}_2/\text{kg}}{3,5}$$

## 6.2 Obtención del gasto energético durante el esfuerzo

Mediante la siguiente fórmula podemos conocer el gasto energético (GE) indirecto durante el esfuerzo:

$$\text{Gasto energético} = \frac{\text{MET} \times 1,25 \times \text{peso corporal kg}}{60} = \text{kcal/min}$$

Con esta fórmula podemos llegar a conocer la cantidad de calorías consumidas en 1 minuto. Para conocer la cantidad total del consumo de calorías, tenemos que multiplicarlos por la cantidad de minutos con sus fracciones de segundos expresados en número decimal, o sea, en caso de 30 minutos y 30 segundos, se multiplicarían las calorías en 1 minuto por 30,5 minutos, ya que 30 segundos, representa la mitad de 1 minuto. En otros casos, que los segundos no están próximos a la cifra correspondiente, se utilizan las cifras cercanas, ejemplo, 30 minutos y 20 segundos, sería aproximadamente 30,33 minutos.

El gasto energético total se obtiene de la siguiente fórmula:

$$\text{GE total} = \text{GE kcal/min} \times \text{tiempo realizado}$$

## 6.3 Ejemplos prácticos para calcular el $\text{VO}_2$ máx./kg, los MET y el gasto energético de forma indirecta mediante los test de campo

En un futuro, y a partir del protagonismo que ya ha cobrado la actividad física para la salud, se podría habilitar, quizás, en los Centros de Salud de Atención Primaria, un grupo de trabajo en el que, dentro de sus acciones, se incluya la prevención y el tratamiento de la enfermedad cardiometabólica. Para ello se sugeriría la utilización de test simples, pero fiables y económicos, que permitan la valoración de los diferentes grupos poblacionales calculando los valores del  $\text{VO}_2$  máx./kg, los MET y el gasto energético de diferentes actividades. Para ello, teniendo en cuenta los factores que durante el capítulo se han mencionando, se prescribiría la dosis de actividad física adecuada.

A continuación, y a manera de ejemplo, se presentan dos casos.

### 6.3.1 Caso A. Mujer

Mujer con sobrepeso, de 48 años, con un peso corporal de 74 kg, hipertensión arterial grado 1, colesterol límitrofe, con test ergométrico máximo monitorizado

normal, con valores de  $VO_2$  máx./kg de 26,1 ml/kg/min, y evaluada como regular o promedio, según la clasificación del AHA.

A esta paciente se le aplica el test de caminata de 3 km, al finalizar el programa de las 24 semanas, el cual realizó en 29 minutos y 10 segundos con una evaluación de "bien". Ver test de caminata de 3 km (tabla 38).

Es considerado un test de campo de esfuerzo submáximo para su edad, con una respuesta de 120 latidos/minuto, lo que equivale al 68,2% de la FC máx.

Convirtiendo los 3 km a metros y el tiempo en segundos, para un total de 1.750 segundos, aplicando la fórmula del ACSM:

$$VO_2 \text{ máx./kg} = \frac{(3.000 \text{ m} \times 60 \times 0,2) + 3,5}{1.750} = 20,6 \text{ ml } O_2/\text{kg}/\text{min}$$

$$MET = \frac{VO_2/\text{kg}}{3,5} = \frac{20,6}{3,5} = 5,9$$

El tiempo realizado en la prueba equivale a un valor de **5,9 MET**.

Conocidos los MET, podemos hacer el cálculo del gasto energético indirecto.

La fórmula que utilizamos es de la ACSM, para diferentes grupos de edad y sexo.

$$\text{Gasto energético} = \frac{MET \times 1,25 \times \text{peso corporal kg}}{60} = \text{kcal}/\text{min}$$

Sustituyendo la expresión con la información, tenemos:

$$\text{Gasto energético (GE)} = \frac{5,9 \times 1,25 \times 74}{60} = 9,1 \text{ kcal}/\text{min}$$

**EI GE** que se promedió en el test de caminata fue de 9,1 kcal/min.

Para conocer el GE indirecto:

$$GE \text{ total} = GE \text{ kcal}/\text{min} \times \text{tiempo realizado}$$

Como el tiempo en el test de caminata de 3 km fue de 29 minutos y 10 segundos, lo aproximamos a 29,16 (llevado a tiempo decimal basado en lo que representan 60 segundos) para conocer el gasto calórico durante ese tiempo. El producto de esto es:

$$GE \text{ total} = 5,9 \text{ MET} \times 29,16 \text{ minutos} = \mathbf{172,4 \text{ kcal}}$$

Podemos afirmar entonces que el tiempo realizado por la paciente durante el tests necesitó de un GE total de 172,4 kcal.

Si deseamos conocer el consumo submáximo absoluto se puede obtener:

$$\begin{aligned} VO_2 \text{ submáximo absoluto} &= VO_2 \text{ submáximo relativo en ml} \times \text{peso en kg} = \\ &= 20,6 \times 74 = \mathbf{1.524,4 \text{ ml } O_2/\text{kg}/\text{min}} \end{aligned}$$

Para la obtención del pulso de oxígeno ( $PO_2$ ) submáximo, será mediante la fórmula:

$$PO_2 = VO_2 \text{ submáximo absoluto}/FC \text{ del test} = 1.524,4/120 = \mathbf{12,7 \text{ ml } O_2/\text{sístole}}$$

### 6.3.2 Caso B. Varón

Varón de 37 años, normopeso, activo y con RCV bajo, con un peso corporal de 78 kg y un  $VO_2$  máx./kg de 43,1 ml/kg/min para una evaluación de “bien” según la clasificación del AHA (ver tabla 8), que se alcanzó con el 100% de la FC máx. durante la prueba de esfuerzo. Este paciente realizó el test de trote de 5 km, con un tiempo de 23 minutos, que corresponde a una valoración de “bien” (tabla 41). Este test de trote se realizó también mediante un esfuerzo máximo, finalizando con una FC de 185 lat./min, que representa el 101,1% de la FC máx.

El tiempo de 23 minutos expresado en segundos: 1.380 segundos.

$$VO_2 \text{ máx./kg} = \frac{(5.000 \text{ m} \times 60 \times 0,2) + 3,5}{1.380} = 43,5 \text{ ml } O_2/\text{kg}/\text{min}$$

$$MET = \frac{VO_2/\text{kg}}{3,5} = \frac{43,5}{3,5} = 12,4 \text{ MET}$$

$$VO_2 \text{ máx.} = 43,5 \text{ ml } O_2/\text{kg}/\text{min} \times 78 \text{ kg} = 3.393 \text{ ml } O_2/\text{kg}/\text{min}$$

$$PO_2 = 3.393 \text{ ml } O_2/\text{kg}/\text{min}/185 \text{ lat./min} = 18,3 \text{ ml } O_2/\text{sístole}$$

$$\text{Gasto energético (GE)} = \frac{12,4 \text{ MET} \times 1,25 \times 78 \text{ kg}}{60} = 20,15 \text{ kcal}/\text{min}$$

El gasto energético durante el esfuerzo en los 5 km que duró el test de trote fue:

$$\text{GE total: } 20,15 \times 23 \text{ minutos} = 463,5 \text{ kcal total}$$

Como puede apreciarse, en este caso, los valores de  $VO_2$  máx./kg en el test de trote son muy similares a los obtenidos en la prueba de esfuerzo mediante el protocolo de Bruce modificado, en cuanto a valores y en cuanto a su clasificación. Correlacionando ambos intentamos demostrar la validez de los dos.

Somos conscientes de su fundamento y de su aplicación.

Recordemos que un test de trote máximo se puede aplicar en personas sanas y con buena condición física, lo que abordaremos en el capítulo 7.

## 6.4 Algunas consideraciones sobre los test de campo

Antes de iniciar el test, tanto submáximo, como el de caminata, o el máximo o cercano al máximo, como es de trote-carrera, debe obtenerse en condiciones de reposo los valores de la FC y la PA. En caso de pacientes diabéticos, es preciso conocer también sus valores de glucemia en condiciones de reposo. En caso de la existencia de alguna patología cardiorrespiratoria, de una cardiopatía isquémica, de alguna insuficiencia cardíaca o de enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), es necesario conocer los niveles de saturación de oxígeno en condiciones de reposo.

En estos tipos de test de campo, como también en ciertas actividades continuas, como pueden ser la natación y el ciclismo, podemos conocer otras variables biológicas de importancia, como es la FC de la recuperación y el porcentaje que representan, por ejemplo, los valores de la FC en el 5.º minuto de la recuperación con respecto a la FC durante el test. También se realiza la toma de los valores de la PA durante el test y la recuperación; se puede llegar a conocer el esfuerzo del sujeto a través de su propia percepción y realizar el control de la glucemia en los diabéticos, tanto al finalizar el test como durante la recuperación, y, de ser interesante, la obtención de lactato posterior al mismo.

## **7. Algunas consideraciones sobre los MET y su aplicación en la práctica médica**

Los MET, asociados con el  $\text{VO}_2$  máx./kg, constituyen indicadores de importancia de predicción de salud. A lo largo de este libro, se ha incidido en el concepto de MET y en su repercusión y utilidad para las valoraciones propuestas.

En la literatura médica se utiliza con mucha frecuencia los MET con referencia a la población saludable o a determinadas patologías. En el caso del deporte de competición se utiliza más el  $\text{VO}_2$  máx./kg.

### **7.1 MET como unidad de medida funcional durante la prueba cardiovascular de esfuerzo y predicción de expectativa de vida**

El  $\text{VO}_2$  máx./kg o su equivalente en MET, que se obtiene, fundamentalmente, de los resultados en pruebas cardiovasculares de esfuerzo máximo o submáximo, sobre todo en las de carácter máximo, constituye un biomarcador de referencia para predecir la evolución de determinada patología y su expectativa de vida, como se ha podido apreciar a lo largo de estos capítulos.

A partir de la información representada en las tablas 21 y 22 de este capítulo, de los estudios realizados por Myers y de los trabajos de Kokkinos, y siguiendo los criterios del AHA y del ACSM (tablas 7, 8, 9 y 10 en el capítulo 1) se demuestra con evidencia que poseer valores excelentes o buenos de los MET y del  $\text{VO}_2$  máx./kg son predictores de salud, de expectativa de vida, de disminución del RCV y de diferentes patologías. Por lo contrario, valores bajos de MET son pronósticos de riesgo de mortalidad elevada.

Esta información nos permite prescribir determinadas actividades físicas, ya que, por ejemplo, se considera que una persona que obtiene en la prueba de esfuerzo valores de 6 MET o más puede iniciar de forma gradual actividades de fuerza isotónica, si no tiene ninguna afección patológica que lo contraindique.

Los MET alcanzados durante la prueba de esfuerzo se pueden correlacionar con la FC y de ahí obtener información adicional para la prescripción de la dosis ne-

cesaria de ejercicio incluida en la intensidad del mismo a partir de la frecuencia cardíaca.

## 7.2 MET como unidad de intensidad del ejercicio

A partir de la intensidad del ejercicio que realizamos, por ejemplo, en una distancia determinada y en un tiempo determinado, en las modalidades de caminata o de trote, podemos conocer la cantidad de MET que hemos obtenido, como hemos analizado en este capítulo y en otros anteriores.

Conocemos de la clasificación de la intensidad del ejercicio ante una actividad física deportiva, recreativa o laboral, diferenciándola en:

- Intensidad leve: < 3 MET.
- Intensidad moderada: 3 a 6 MET.
- Intensidad alta o vigorosa: > 6 MET.

Esta es una buena clasificación de la intensidad del ejercicio a partir del valor metabólico ante una actividad determinada. Esta clasificación permite identificar la necesidad metabólica de MET cuando se realizan diferentes actividades en el trabajo, en casa, durante las actividades de ocio o en los programas de actividad física o en la práctica de disciplinas deportivas.

Diferentes autores refieren que la actividad física de intensidad moderada (3 a 6 MET) que desarrolle la CF aeróbica es la principal para prescribir ejercicio cuando el fin es prevenir y mejorar la salud en pacientes portadores de enfermedades degenerativas y con riesgo.

Sobre esto hay, en general, un acuerdo de forma, pero debe ponderarse cuidadosamente este concepto cuando se receta ejercicio aeróbico para la población ya que, en realidad, valores de entre 3 a 6 MET abarcan un rango de intensidad muy amplio en algunos grupos de personas, puesto que ha de tenerse en cuenta el estado de salud, la edad y su CF aeróbica actual.

Para los que tienen menos salud, con disminución de la CF aeróbica y más edad, realizar un programa de actividad física por encima de 4,5 MET durante varios minutos y de forma continua al inicio de un programa de actividad física puede ser demasiado intenso y hasta perjudicial, e incluso para algunos puede llegar a constituir un riesgo. En algunos casos se hace necesario iniciarlo con una dosis de intensidad más leve, de entre 3 a 3,5 MET, y hasta por debajo de los 3 MET, en pacientes con salud deficiente y con una CF aeróbica muy disminuida. Cuando se está revisando la dosis del ejercicio, se debe controlar la intensidad por la frecuencia cardíaca que debe tener el paciente al desarrollar una determinada actividad de modalidad aeróbica, en este caso, la caminata, no así los MET.

Un sencillo ejemplo ilustrativo: caminar a una velocidad de 1 minuto cada 100 m, o sea, 30 minutos para 3 km de distancia, representa una velocidad de 6 km/h, y esto equivale a un coste metabólico de 5 MET. Para poder llevar una intensidad moderada que nos garantice 5 MET caminando, hay que tener una CF aeróbica submáxima buena según la edad e incluso, para personas mayores de 60 años,

estaría muy próximo a excelente, y aún más si ese ritmo se mantuviera durante 60 minutos continuos, que corresponde a caminar a 6 km en una hora.

En las tablas 29 y 30 de este capítulo se presentan diferentes niveles de intensidad en las modalidades de caminata y de trote publicados por el ACSM. En la tabla 29, en relación a la modalidad de caminata, observamos que caminar a una velocidad de 4,2 km/h representa sólo 3 MET, mientras que caminar a una velocidad de 6,75 km/h equivale aproximadamente a los 6 MET; esto no es posible para el grupo de población saludable y activa de más de 50 años donde, por lo general, se recomienda un ejercicio de intensidad verdaderamente moderada y saludable.

Otra cuestión sometida a consideración es la duración del ejercicio y cómo mantener su intensidad durante el tiempo de ejecución, logrando que no implique un mayor esfuerzo biológico. Es diferente, por supuesto, llevar un ritmo de 5 MET caminando durante 10 minutos continuos, que durante 30 minutos o, ni qué decir, cuando se extiende a 60 minutos de forma continua; para ello sería indispensable una buena CF aeróbica y una buena o aceptable salud. De igual forma ocurre en la modalidad de trote, siendo diferente mantener un ritmo de trote a 11,5 MET durante 15 minutos, que durante 45 minutos continuos, en cuyo caso para lograrlo se necesita una muy buena condición física aeróbica y salud.

En cualquiera de las dos modalidades, caminata o trote, si la persona no tiene ni una buena condición física ni una adecuada salud, a medida que avance el tiempo de duración del ejercicio, se producirá una respuesta biológica natural con ajustes neuro-endocrinos con liberación de hormonas, entre ellas las catecolaminas, que producen una elevación de la frecuencia cardiaca que le permitirá mantener la velocidad de traslación; por ello, mantendría la misma cantidad de MET, pero con un mayor esfuerzo biológico, que podría resultar perjudicial. Otra situación sería que la persona, al no poder responder a las exigencias del ejercicio, redujera la intensidad del ejercicio, disminuyendo con ello los MET y el consumo máximo de oxígeno relativo. Dependiendo de los problemas de salud, podrían aparecer cuadros de incremento de la presión arterial en los hipertensos, trastornos con los niveles de carácter moderado entre el 60 y el 75%, glucemia en los diabéticos, afectaciones del aparato locomotor, dificultades respiratorias, dolor anginoso, entre otras.

Resumiendo, estamos de acuerdo, como concepto, el considerar que hacer un ejercicio entre 3 a 6 MET es una actividad moderada, pero no debe generalizarse por igual para los diferentes colectivos de población.

En realidad, determinar la dosis correcta del ejercicio aeróbico para cada persona, y en particular para las que tienen problemas de salud y baja condición física, sólo es posible con el adecuado control de la intensidad del ejercicio mediante la FC y su duración.

En el próximo y último capítulo podrán apreciarse diferentes programas de actividad física de 24 semanas para diferentes grupos poblacionales, donde se conjugan la modalidad del ejercicio, la duración, la intensidad y la frecuencia, dividido en cinco grandes grupos.



En el grupo 1, donde se ubican las personas con menos salud y menor CF aeróbica, se indica al inicio del programa de actividad física una intensidad del ejercicio de entre 4 a 4,5 MET, o en ocasiones menor. Sería un logro para personas de este grupo poder culminar a las 24 semanas con un coste metabólico del ejercicio alrededor de los 5 MET durante 40 ó 50 minutos de caminata continua y con una FC adecuada entre el 60-75% de la FC máx.

## **Puntos claves del capítulo**

- *Es importante en la Atención Primaria contar con protocolos que permitan calcular las necesidades energéticas diarias para personas con exceso de peso.*
- *Una alimentación saludable y equilibrada es fundamental para garantizar la longevidad de la población, como parte de un estilo de vida saludable y en unión al desarrollo de la CF cardiorrespiratoria-metabólica. Son dos baluartes de importancia para enfrentar la enfermedad cardiometabólica.*
- *La mejor forma para disminuir de peso corporal es combinar de forma personalizada y mantenida la CF aeróbica moderada con una dieta equilibrada y restrictiva que nunca debe ser menor de 500 kcal diarias según las necesidades.*
- *Un programa excelente para la reducción del peso es conseguir la disminución de entre 0,5 a 1 kg de peso semanal.*
- *El desarrollo y mantenimiento de la CF aeróbica es fundamental para estabilizar el peso corporal.*
- *Para el cálculo de la reducción del peso corporal debemos conocer lo que significa el gasto energético en las diferentes actividades del día con referencia a la duración e intensidad.*
- *Las pruebas de esfuerzo cardiovascular de laboratorio realizadas en el tapiz rodante o en el cicloergómetro son fundamentales para conocer el estado cardiovascular integral del paciente, incluido el  $VO_2$  máx./kg, así como para el despistaje de la cardiopatía isquémica, la respuesta hemodinámica y para el pulso de entrenamiento.*
- *Deberían utilizarse en la Atención Primaria con mucha mayor frecuencia.*
- *Los test de campo de carácter submáximo pueden convertirse en un magnífico aliado en la práctica clínica de la Atención Primaria para evaluar la condición física de diferentes grupos de población*
- *Los test que hemos diseñado de caminata y de trote-carrera se pueden aplicar en la Atención Primaria, facilitando el diagnóstico del nivel de actividad física.*
- *En el futuro sería interesante disponer en la Atención Primaria de un grupo interdisciplinario para la prevención y tratamiento de la enfermedad cardiometabólica, que sea capaz de dosificar y controlar programas de ejercicio aeróbico personalizados, mediante la aplicación de simples protocolos de campo, que permitan obtener de forma indirecta y económica, variables de interés*

como, entre otras, el consumo máximo de oxígeno relativo, los MET el gasto energético.

- Los MET es un concepto importante para conocer el nivel de CF aeróbica de una persona durante una prueba de esfuerzo cardiovascular máxima o sub-máxima que actúa como predictor de salud y de riesgo relativo de mortalidad. Es útil también para conocer el nivel de intensidad de una actividad, así como el nivel de intensidad con que se desarrolla un ejercicio dosificado. Los MET no deben sustituir el control de la intensidad del ejercicio por la FC.



## Capítulo 7.

### Dosificación del ejercicio cardiosaludable.

### Programas personalizados de actividad física para diferentes grupos de estado de salud de la población en la práctica clínica. Criterios médicos. Reflexiones

---

*Objetivos principales de este capítulo:*

- *Proponer para la práctica clínica en la Atención Primaria programas diferentes para el desarrollo de la condición física (CF) aeróbica para diferentes grupos de población a partir del estado de salud, la edad y la condición física inicial.*
- *Diseñar un sistema para evaluar el nivel de condición física aeróbica mediante test de caminata y de trote-carrera.*
- *Facilitar al médico de Atención Primaria y a otros profesionales de la salud la información necesaria para prescribir ejercicio físico de forma personalizada.*
- *Presentar casos que demuestren las evidencias cardiosaludables que se manifiestan tras un programa de 24 semanas.*
- *Aprender a diferenciar los criterios propuestos mediante la presentación de cuadros clínicos.*
- *Proponer un proyecto de intervención en la Atención Primaria.*
- *Sugerir algunas modificaciones a introducir a medio plazo para lograr la mejor actuación sobre la población, favoreciendo sus indicadores de salud.*

#### **1. Criterio médico para la selección del mejor programa de ejercicio para los diferentes grupos de población**

Proporcionar al médico de Atención Primaria y a su equipo interdisciplinar herramientas básicas para su actuación efectiva sobre la población, en relación con la prevención, control y rehabilitación de algunas enfermedades degenerativas crónicas como las ya mencionadas en capítulos anteriores. En el presente se exponen y analizan diferentes programas de actividad física diseñados según nuestra dilatada experiencia profesional de muchos años, que consideramos muy útiles para prescribir ejercicio de forma saludable y personalizada para la población, con predominio de la CF cardiorrespiratoria-metabólica. Se acumula a nuestra inestimable

experiencia de haber podido trabajar por más de 20 años, tanto en mi país de origen, Cuba, y durante 4 años en Brasil, con diferentes grupos de población en la Atención Primaria, y la suerte de haber podido colaborar en la formación y coordinación de grupos interdisciplinarios. Y a la par participar en la formación y actualización académica universitaria de profesionales de la salud y también en la elaboración de interesantes proyectos de investigación del tipo I+D+i en Cuba, Brasil y España. Por otra parte, y muy importante, el acceso a información científica de actualidad basada en evidencias científicas, lo cual me ha permitido integrar conocimientos teóricos y prácticos.

Las circunstancias citadas me permiten diseñar y proponer la aceptación de cinco grupos poblacionales diferenciados, teniendo en cuenta el estado de salud, la edad y la condición física inicial y, consecuentemente, cinco programas diferentes de actividad física con predominio aeróbico que garantizarían al paciente la dosis necesaria de actividad física. Estos programas son sencillos de interpretar, son perfectamente viables, reproducibles y económicos, y están fundamentados en evidencias científicas.

La utilización de estos programas requiere, como requisito básico, conocer y evaluar el estado de salud de la persona y, por tanto, el padecimiento de una o más enfermedades y el nivel de compensación de las mismas o de sus complicaciones, prestando una especial atención a las patologías cardiovasculares y metabólicas, así como a los factores de riesgo de estas enfermedades. Se manejará, también, la tabla SCORE de riesgo cardiovascular (RCV) de la Guía Europea, junto a otros modificadores de riesgo, que producen un aumento en la clasificación del mismo. Muy importante será también considerar como riesgo la hiperglucemia y la microalbuminuria no controlada en el diabético, la hipertensión grado 2 ó 3 difícil de controlar, la hipercolesterolemia elevada con un perfil deficiente con valores muy disminuidos de HDL-c, y valores elevados de LDL-c, valores altos de triglicéridos y relación colesterol total/HDL-c desfavorable. Es fundamental evaluar la presencia del síndrome metabólico y otros factores de riesgo como: el exceso de peso, el tratarse de una persona sedentaria, la historia familiar de enfermedad cardiovascular prematura y personas asintomáticas o no, con pruebas de arteriosclerosis preclínica. A toda esta evaluación añadimos la edad del paciente y el sexo, ya que en la mujer la menopausia es un factor de consideración por su repercusión biológica y psicológica en algunos casos.

Al planificar un ejercicio de forma personalizada es importante obtener información sobre la condición física del paciente, evaluada por una prueba de esfuerzo máxima. Si esto no fuera posible, en la mayoría de los casos se podría conseguir aplicando un test submáximo, como puede ser un test de caminata.

La “**dosis de actividad física**” destinada para una persona dependerá de los factores englobados en la denominación **FITT**: frecuencia, intensidad, tiempo y tipo de ejercicio, y éstas, a su vez, se corresponden con los principios de individualidad, progresión y mantenimiento del ejercicio.

Es interesante traer a colación lo expresado por Myers, 1997: “Los seres humanos estamos programados para hacer ejercicio, debido a los genes heredados de nues-

tros antepasados que hace 10.000 años se dedicaban a la recolección y a la caza". Resulta curioso considerar que es vital recuperar el nivel de actividad física de las personas formando parte de un estilo de vida saludable, lo que, en cierto modo, justifica el fundamento de nuestra propuesta.

Para hacer más factible la aceptación de la dosis de ejercicio necesaria proponemos utilizar la caminata para los grupos 1 y 2, que en nuestra clasificación incluyen a los pacientes con menos salud y menos activos, así como también a algunos adultos mayores.

En el grupo 3 predominará la caminata y se le iría adicionando el trote, cuando se refiera a personas más sanas y generalmente más activas que las de los grupos 1 y 2.

En el grupo 4 se incluyen aquellos que con sólo un pequeño estímulo inicial de caminata podrían casi de inmediato pasar a un trabajo más intenso con el trote, porque incluiría a personas saludables y con mejor CF.

El grupo 5 incluye la población más saludable, la más activa y relativamente la más joven, que podría ser practicante de actividad física o de algún deporte, pero a la que podría ser necesario educar adecuadamente respecto a la dosis necesaria de CF aeróbica, combinándola con otras modalidades de actividad física o de otras disciplinas deportivas.

Los programas que hemos diseñado tienen una duración inicial de 24 semanas, para lograr el inicio de la adaptación fisiológica crónica al ejercicio que, en este caso, es la adaptación fisiológica al desarrollo de la CF cardiorrespiratoria-metabólica, lo que permite ir mejorando los indicadores de salud y de CF de las personas conforme se ha evidenciado a lo largo de este libro.

El desarrollo de la CF cardiorrespiratoria-metabólica, asociada a la CF musculoesquelética de tipo isotónica, puede ser muy beneficiosa, como ya se ha explicado, siempre y cuando las condiciones físicas y de salud de la persona lo permitan, con especial cuidado en los programas de ejercicios diseñados para los grupos 1 y 2. En el capítulo 4 y bajo el epígrafe 7.1 se proponen los estudios iniciales que deberían ser realizados en el Centro de Salud para diagnosticar el estado de salud de cada persona, permitiendo identificar en qué grupo debe ser incluido según nuestra propuesta. Sería ideal poder realizar una prueba de esfuerzo cardiovascular a los pacientes clasificados en los grupos 1 y 2.

Los pacientes de los diferentes grupos, pero en particular los tres primeros, deben ser evaluados de forma sistemática por el médico de Atención Primaria, y sobre todo con un adecuado seguimiento por la enfermera, con vistas a un mejor trabajo educativo y de control de la actividad física y de la salud de la persona. En el epígrafe 6.4 del capítulo 6 se muestra cómo utilizar los test de caminata y de trote, para conocer el nivel del esfuerzo realizado y la respuesta biológica a la adaptación del ejercicio físico aeróbico.

Queremos aclarar que nuestra clasificación de los cinco grupos no tiene relación directa con los tres que aparecen en la clasificación del RCV de la tabla SCORE, de la Guía Europea.

Debemos diferenciar, que en nuestra clasificación a los tres primeros grupos les corresponden los programas de actividad física más conservadores, como consecuencia de sus propios problemas de salud. Los del grupo 1 son los de más baja capacidad física y menos saludables. Como ya mencionamos, los de este grupo, en unión a los del grupo 2, deben realizar el ejercicio que le ha prescrito el profesional adecuado, con la monitorización de la enfermera o del fisioterapeuta del Centro de Salud, debidamente informados y actualizados acerca de estos programas. Los programas para estos dos primeros grupos son de intensidad leve a moderada, siendo la modalidad principal, como ya indicamos, la caminata o el paseo. Las personas con menos problemas de salud y mejor CF aeróbica, a medida que avance el programa podrán ir realizándolo de forma independiente.

Los del grupo 3 iniciarán el programa de actividad física en el Centro de Salud controlados por los profesionales de Atención Primaria, pero a medida que mejore su estado de salud y la CF, se podría coordinar con profesionales de la actividad física en instalaciones deportivas, para conseguir la continuidad del mismo. Para lograr una colaboración efectiva, este personal debe conocer las bases y los requisitos del programa, así como las características del paciente.

Los programas 3, 4 y 5 serán realizados por pacientes más saludables y activos, sobre todo los del grupo 4 y 5. Una vez evaluado e identificado su perfil de salud y planificada su dosis correcta de ejercicio, podrá realizarlo de forma independiente en las instalaciones deportivas o en áreas verdes libres menos contaminadas, o hasta en su propia casa.

No nos cansamos de repetir que el ejercicio físico debe ser parte integrante del estilo de vida de todas las personas. Una vez culminado el primer programa de 24 semanas y cumpliendo con el principio de mantenimiento de la actividad física, debe corresponderle nuevos programas ajustados de 24 o más semanas. Pero si bien se alcanzan beneficios con la realización de los mismos, de igual manera, al abandonarlos, se pierden gradualmente las capacidades ganadas.

Con el tiempo puede suceder que pacientes de un grupo pasen al inmediato superior, gracias a la mejora de la salud y de sus capacidades en general.

La experiencia en la prescripción y en el control de estos programas permite en ocasiones hacer algunas modificaciones en los componentes de duración, frecuencia e intensidad, sobre todo en los dos primeros grupos, e incluso introducir alguna otra modalidad de ejercicio como complemento o variar la dosis de actividad física.

Para garantizar el efecto beneficioso del ejercicio debemos considerar ciertos aspectos importantes, como la superficie del terreno en que se realiza la caminata o el trote, debiendo evitarse superficies irregulares o muy duras, debe escogerse un área segura, libre de contaminación ambiental o muy poca y en un horario que permita una temperatura agradable. Es inexcusable el utilizar ropa y calzado adecuado y velar por una buena hidratación.

Cuando se inicia un nuevo programa, como continuación de otro ya superado, se empleará generalmente con la misma duración, la misma intensidad e iguales frecuencias del ejercicio que el anterior programa en su última semana. De forma gradual se

irán modificando los componentes y la inclusión de nuevos tipos de ejercicios para el desarrollo de la CF aeróbica, para el desarrollo de la fuerza isotónica, y en la práctica de otras modalidades deportivas. Insistimos, el mantenimiento de los mismos tiene como objetivo llegar a convertir el ejercicio físico en parte del estilo de vida de la persona, logrando la conservación de la salud y de la CF global a lo largo de toda la vida. En ocasiones, por complicaciones propias del estado de salud del paciente y al tener una CF aeróbica bastante deficiente, pudiera ocurrir que el segundo programa de 24 semanas no sea ajustado en ninguno de sus componentes, sino que se mantenga la estrategia y las características del primer programa, para lograr mejorar el estado de salud y la CF de una manera más moderada. En personas con serios problemas de salud y muy baja CF aeróbica, puede que se necesiten muchos programas con sólo la modalidad de caminata y a ritmo muy leve.

También podría ocurrir que algunos pacientes con esas características, muy baja capacidad física y complicaciones propias de alguna de sus enfermedades, en lugar de beneficiarse con la realización del programa, tengan eventualmente que parar o retrasarlo ante la aparición de algún evento que contraindique de alguna forma la actividad física. Podrían, entonces, ajustarse algunos de los componentes, ya sea disminuyendo la duración, la intensidad o la frecuencia. Incluso podría diseñarse “algo especial”, disminuyendo la duración del paseo, pero aumentando su repetición en el propio día, o sea, con dos sesiones de ejercicio al día.

En nuestra experiencia ello ocurre muy aisladamente. Por lo general, las personas tienden a reaccionar favorablemente ante la realización de la actividad física, mejorando y superando sus condiciones aunque sólo sea moderadamente.

Si por determinados problemas de salud, o por compromisos de tiempo, la persona deja de hacer ejercicio en 1 semana o más, se podrá reiniciar de nuevo el programa según el criterio del profesional o repetir las pautas de la última semana realizada e ir incorporando nuevamente la planificación prevista para las semanas restantes. Por ejemplo, si una persona ha dejado de hacer ejercicio en la semana 3 del programa aproximadamente durante una semana, se le podría indicar reiniciar nuevamente el mismo, pero si, por el contrario, lo abandona momentáneamente por un tiempo aproximado de 2 semanas en la semana 12, podría reiniciar el mismo a partir de la planificación de la semana décima o undécima, salvo criterios que aconsejen lo contrario.

Ciertamente es muy diferente reiniciar un programa de ejercicio para una persona del grupo 3 que para otra del grupo 1. A las personas de los grupos 1 y 2, por sus propias limitaciones físicas, les cuesta más trabajo reiniciar la actividad física después de una cierta suspensión. Hay que prestar el mayor cuidado a ello y no intentar violentar las semanas, pues podría resultar hasta peligroso para estos sujetos.

En el epígrafe 9 de este capítulo presentaremos dos casos a manera de ejemplo, que pueden demostrar los beneficios, en general, que reportan para la salud y para la condición física la realización de actividad física aeróbica, por simple comparación con las condiciones que aparecían al inicio del programa.

Pacientes muy sedentarios responderán muy positivamente a pequeños estímulos de ejercicios leves y moderados, mejorando la condición física cardiorrespiratoria-meta-



bólica, la resistencia muscular, la flexibilidad, la velocidad de reacción, la coordinación, el equilibrio, la seguridad de sus movimientos, así como las habilidades necesarias para las actividades cotidianas, su composición corporal y su autoestima.

Antes de iniciar la actividad física, debemos realizar un buen calentamiento con ejercicios leves o moderados para los principales grupos musculares y articulares, acompañados de ejercicios de flexibilidad y, al culminar la actividad aeróbica, también es saludable realizar en una caminata una breve recuperación, a ritmo más suave, y unido a ejercicios respiratorios y de estiramientos.

## 2. Programa de actividad física para el grupo 1. Consideraciones principales

### 2.1 Criterio médico para la definición del grupo 1

Como ya se ha dicho, a este grupo le corresponde el programa de ejercicio más conservador y en él se incluyen:

- Pacientes en el inicio de la fase II de rehabilitación cardiovascular posterior a un infarto agudo de miocardio (IAM) o en los inicios de la rehabilitación después de alguna otra enfermedad cardíaca.
- Diabéticos del tipo 1 ó 2, no controlados adecuadamente, pero en los que las cifras de glucemia no sobrepasen los 250 mg.
- Hipertensos grado 2, con cifras aproximadas  $\leq 160/100$  mmHg.
- Pacientes con enfermedad cerebrovascular.
- Pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC).
- Personas  $\geq 50$  años, sedentarias y RCV elevado, y en algunos casos con RCV moderado. Se incluyen pacientes con síndrome metabólico.
- Pacientes sedentarios con obesidad mórbida o severa.
- Personas  $\geq 65$  años, saludables, pero relativamente sedentarias o sedentarias.
- En otras patologías en que el paciente se encuentre compensado, como son: inmunodepresión, enfermedades neurológicas, enfermedades autoinmunes, neoplasias, entre otras, y las cuales han estado acompañadas de periodos largos de sedentarismo.
- Valores muy deficientes o deficientes de  $VO_2$  máx./kg para su grupo de edad y sexo según la clasificación del AHA \* (ver en el capítulo 1 las tablas 7, 8, 9 y 10).

---

\* Es ideal poder realizar una prueba de esfuerzo cardiovascular para este grupo de alto riesgo. Si no fuera posible hacerlo de forma inmediata, se podría realizar un test de caminata de 1 km, en la 1.<sup>a</sup> ó 2.<sup>a</sup> semana del programa, para conocer, al menos, la CF aeróbica submáxima. Importante conocer la frecuencia cardíaca (FC) y la presión arterial (PA) de reposo, así como al culminar el test, y al 5.<sup>o</sup> minuto de la recuperación. Si el paciente fuera diabético, debe realizarse el control de la glucemia en iguales condiciones, así como la saturación de oxígeno en caso de enfermedad cardiovascular o respiratoria. En caso que fuera necesario, el paciente podría estar monitorizado con ECG, así como con *holter* de FC o de PA. En personas con muy baja capacidad, se podría posponer esta determinación para la 3.<sup>a</sup> ó 4.<sup>a</sup> semana del programa.

## 2.2 Programa de actividad física (AF) de 24 semanas

- **Modalidad:** caminata u otra modalidad aeróbica de muy baja intensidad.
- **Frecuencia:** como mínimo 3 veces a la semana en su inicio, incrementando gradualmente hasta llegar a una frecuencia diaria.
- **Duración:** iniciar con 10 minutos continuos, e ir aumentando de forma gradual 2 minutos por semana. Con la progresión del programa se puede llegar a caminar de forma continua hasta los 40 ó 50 minutos.
- **Intensidad:** un elemento importante de estos programas es la intensidad, que oscilará entre el 54 y el 60% de la frecuencia cardíaca máxima (FC máx.) en las primeras 12 a 14 semanas. A medida que mejore la CF se podrá ir superando la velocidad de traslación, por lo que irá aumentando de forma paulatina la intensidad del ejercicio, pudiendo llegar hasta los 70-75% de la FC máx. Al inicio del programa, el paciente promedia, aproximadamente, cada 100 metros entre 1 min 10 s y 1 min 30 s, progresando gradualmente hasta culminar alrededor de 1 min y 1 min 20 s por cada 100 m, para una distancia de 4.000 m (4 km) o 5.000 m (5 km). Lo ideal sería poder promediar 1 minuto por cada 100 m al final del programa, pero no es este el objetivo principal. Al ultimar el programa podría ser capaz de caminar entre 5 ó 4 km, de forma continua y a un buen ritmo. En algunos casos son capaces de caminar 60 minutos continuos al culminar el programa.

## 2.3 ¿Qué debemos evitar al prescribir AF?

- En sus inicios no se debe sobrepasar el 60% de la FC máx. y nunca, durante el desarrollo del programa, del 70 al 75%.
- Inicialmente la duración del ejercicio no debe superar los 10 minutos.
- Por lo general, la CF y el estado de salud de estos pacientes sólo permiten ejercicios que tengan carácter de leve a moderado.
- Se deben evitar los riesgos innecesarios que pudieran provocar: arritmias, hipertensión arterial (HTA), dolor precordial, hiperglucemia o hipoglucemia.
- Los diabéticos con valores altos de glucemia, por encima de 250 mg, presencia de cuerpos cetónicos en la orina, o valores de glucemia por debajo de los 100 mg, no deberán realizar ninguna actividad física hasta la normalización de esos valores entre 100 a 250 mg en la diabetes tipo 2. En los insulino dependientes es obligatorio poseer valores mínimos entre 120 y 150, y máximos de hasta 250 mg.
- Pacientes hipertensos grados 2 y 3, con valores de PA por encima de 170/110, no pueden realizar ninguna actividad física. El valor ideal para iniciar la realización de actividad física es  $\leq 160/100$ .
- Para realizar cualquier tipo de AF los pacientes de este grupo necesitan tener un estado de salud compensado.

## 2.4 Diseño del programa de CF aeróbica del grupo 1

A continuación, en la tabla 43, aparece el programa diseñado de 24 semanas que tiene en cuenta las características de los pacientes comprendidos en el grupo 1

y está previsto para la modalidad de caminata. Son actividades muy viables y fundamentadas con evidencias. Se puede desarrollar en un circuito en la calle, en un parque, en un área verde, en una instalación deportiva o en un gimnasio. Repetidamente se ha indicado que a medida que se hacen evidentes las mejoras de la condición física, se puede aumentar ligeramente la frecuencia en la semana, así como el tiempo de duración del ejercicio. En este grupo no se deben incluir modalidades como natación, ciclismo o remo, aunque se pudieran realizar algunas actividades muy leves en el agua, preferentemente monitorizadas por profesionales. Complementariamente se puede indicar el realizar algunas actividades en casa, subir y bajar algunos escalones e ir aumentando la actividad, intentando ser cada día más participativo y por consecuencia menos sedentario. Por lo general, en la mayoría de las sesiones del programa de ejercicio general, en pacientes con mayor deterioro físico, debe ser monitorizado por profesionales de la salud y del deporte.

**Tabla 43. Programa I de CF cardiorrespiratoria-metabólica.**

Programa I	Semanas	% FC máx.	Tiempo minutos	Frecuencia semanal
Etapa de acondicionamiento	1-2	54-60%	10-12	3-4
	3-4	54-60%	14-16	3-4
	5-6	54-60%	18-20	4-5
Etapa de mejora aeróbica	7-8	54-60%	22-24	4-5
	9-10	54-60%	26-28	4-5
	11-12	54-60%	30-32	5-6
	13-14	60-65%	34-36	5-6
	15-16	60-65%	38-40	5-7
	17-18	60-70%	42-44	5-7
	19-20	60-70%	46-48	5-7
	21-22	60-75%	50-52	5-7
23-24	60-75%	50-52	5-7	

## 2.5 Valoración funcional del grupo 1 mediante test de caminata

- Es muy aconsejable para los pacientes de este grupo la realización de un test de esfuerzo cardiovascular monitorizado con electrocardiograma (ECG) del tipo Bruce modificado u otro similar antes del inicio del programa de actividad física y una vez culminado repetirlo como forma de control.
- Los test de caminata son verdaderamente útiles para dicha valoración siendo recomendable aplicarlos, entre ellos:
  - Test de 1 km entre la 1.<sup>a</sup> a la 3.<sup>a</sup> semana del programa de AF (ver tablas 35 y 36).
  - Test de 3 km en la semana 12 del programa (ver tablas 37 y 38). Se registra el tiempo del kilómetro 1.
  - Test de 3 km en la semana 24 del programa.

## 2.6 Recomendaciones de estos programas

Existen afecciones patológicas en las que no es recomendable la práctica de ejercicio, pudiendo formularse inclusive criterios invalidantes para la práctica del mismo.

### 2.6.1 Angina de pecho

- Pacientes con esta patología necesitan, antes de incorporarse al programa de ejercicio, que ésta tenga un carácter estable. Sería muy bueno que pudieran, antes de realizar el programa de actividad física, haber logrado al menos en la prueba de esfuerzo cardiovascular una intensidad con un valor superior a 4 MET ( $> 14 \text{ m/kg/min}$ ) sin que presente ninguna molestia.
- Por otro lado, la intensidad del ejercicio a realizar ha de situarse entre los 10 a los 15 latidos por debajo de la frecuencia cardiaca en la que usualmente tiende a aparecer el dolor anginoso en el paciente.

### 2.6.2 Riesgo cardiovascular elevado. Algunas reflexiones

En pacientes portadores de patologías cardiovasculares, hay que extremar los cuidados a la hora de prescribir AF, pudiendo en algunos casos tener criterios inhabilitantes. A mencionar:

- Ante una función ventricular muy disminuida, con fracción de eyección del ventrículo izquierdo (VI)  $< 30\%$ .
- Ante un IAM reciente (menos de 6 meses) que cursó con arritmias ventriculares severas.
- Ante un reinfarto.
- Muy cuidadosos con pacientes que presentan insuficiencia cardiaca.
- En pacientes con arritmias ventriculares complejas que aparecen en el reposo, es prácticamente invalidante la práctica de actividad física.
- Resulta también difícil en aquellos pacientes con extrasístoles ventriculares complejas que aparecen o aumentan con el ejercicio.
- Las crisis hipertensivas son invalidantes al momento de iniciar el programa de actividad física.
- Atención también ante la hipotensión sistólica que aparece en el esfuerzo.
- Muy cuidadosos con pacientes que tienen una capacidad funcional por debajo de los 5 MET ( $\text{VO}_2 \text{ máx./kg} < 17,5$ ), pudiéndole indicar sólo pequeños estímulos.

### 2.6.3 Recomendaciones: diabetes mellitus tipo 1

Es extremadamente importante una adecuada relación insulina/nutrición/ejercicio. La actividad física es decisiva para la calidad de vida del paciente diabético, sin embargo, existen aspectos que tienen que ser tomados en consideración de manera muy responsable, para evitar que el ejercicio cause daño a este paciente tan excepcional. La glucemia debe tener valores ideales mínimos entre 120 y 150 mg y, como máximo, 250 mg.

Es imprescindible el control de glucemia si el ejercicio continuo superara los 30 minutos.

Son muy necesarios una buena hidratación y los suplementos adecuados de hidratos de carbono (HC) durante el ejercicio y posterior a éste.

Hay que tener cuidado durante el ejercicio ante la posibilidad de manifestación de cuadros de: hipoglucemia, descompensación con hiperglucemia y cuerpos cetónicos. Debemos tener también estos cuidados con los pacientes del tipo 2 que dependen de insulina.

Como observamos en el capítulo 5, debemos tomar las precauciones necesarias con los diabéticos, sean insulino dependientes o no.

## 2.7 Criterios de exclusión para el entrenamiento de fuerza isotónica

- La aparición de una respuesta hemodinámica anormal o de cambios isquémicos en el ECG durante el ejercicio.
- Insuficiencia ventricular izquierda de importancia.
- Capacidad funcional máxima menor a 6 MET ( $VO_2$  máx./kg < 21 ml/kg/min) alcanzada en la prueba de esfuerzo cardiovascular.
- Ante procesos de hipertensión no controlada o arritmias de reposo de importancia.
- En caso de enfermedades no controladas.

## 2.8 Breve consideración con respecto a la tabla 43 del programa I

En relación a la tabla 43, relacionada con el programa I, consideramos oportuno hacer algunas aclaraciones que faciliten su interpretación, por ejemplo:

- Cuando nos referimos en la columna de semanas a la semana 1 y 2 con respecto al % de la FC máx., significa que el ejercicio a desarrollar en cualquier día de esas semanas debe estar comprendido entre el 54 y el 60% de la FC máx.
- Con respecto al tiempo, nos referimos, por ejemplo, que en las sesiones de la primera semana caminará 10 minutos y durante la segunda se planifican 12 minutos para cada día de esa semana.
- Teniendo como referencia las mismas semanas, pero según la frecuencia del ejercicio, en ambas se debe realizar actividad física de entre 3 a 4 sesiones a la semana, e ir aumentando gradualmente hasta alcanzar de 5 a 7 frecuencias semanales a partir de la semana 15.

Esta forma de interpretar la tabla se repite en las semanas finales, o sea, en las semanas 23 y 24, el % de la FC máx. oscilaría del 60 al 75% en cualquiera de las sesiones; el paciente realizaría el ejercicio durante 50 minutos en la semana 23 y durante 52 minutos en la semana 24, y la frecuencia del ejercicio oscilaría entre 5 y 7 días para ambas semanas.

Estas observaciones son válidas también para las tablas 44, 45 y 46 que se presentan más adelante en este capítulo, y que se corresponden con los programas II, III y IV de la CF cardiorrespiratoria-metabólica, respectivamente.

### 3. Programa de actividad física para el grupo 2. Consideraciones principales

#### 3.1 Criterio médico para la definición del grupo 2

A este grupo le corresponden programas de ejercicios menos conservadores, ya que las personas clasificadas dentro de este grupo tienen mejor estado de salud y su condición física no está tan deteriorada como los pacientes que se incluyen en el grupo 1. No obstante, la intensidad del ejercicio será de nivel leve a moderado.

Este grupo lo componen:

- Pacientes que se encuentran en la fase de rehabilitación de un IAM, o de otras enfermedades cardíacas compensadas.
- Pacientes con diabetes tipo 1 ó 2 bien controlada.
- Pacientes con valores de HTA  $\leq 160/100$  mmHg o con valores compensados de las cifras de HTA.
- Pacientes con obesidad moderada o severa y con pocos factores de riesgo.
- Pacientes  $\geq 35$  años, con RCV moderado, acompañado de síndrome metabólico, con un índice de masa corporal (IMC)  $\geq 27$  kg/m<sup>2</sup>. Fuertes antecedentes familiares de RCV, incluida diabetes mellitus (DM) tipo 2.
- Personas saludables  $\geq 50$  años aunque no muy activas o con RCV moderado. Incluidos pacientes con síndrome metabólico.
- Pacientes con valores de VO<sub>2</sub> máx./kg deficiente o promedio para su grupo de edad y sexo, según la clasificación del AHA.

#### 3.2 Programa de AF de 24 semanas

- **Modalidad:** caminata u otra modalidad aeróbica de moderada intensidad.
- **Frecuencia:** como mínimo 3 veces a la semana al inicio, incrementando gradualmente hasta lograr una frecuencia diaria.
- **Duración:** iniciar con 10 minutos continuos, e ir aumentando de forma gradual 2 minutos por semana en las primeras 4 semanas. A partir de la 5.<sup>a</sup> semana se podría incrementar 4 minutos en las semanas impares y 2 en las pares. Con la progresión del programa se puede llegar a alcanzar los 50 minutos en la semana 15 y a partir de ahí se podría caminar a mayor velocidad. En caso de personas con sobrepeso u obesos es ideal andar durante 60 minutos continuos.
- **Intensidad:** otro aspecto importante de estos programas es la *intensidad*. La misma debe planificarse entre el 54 al 60% de la FC máx. en las primeras 8 a 10 semanas, aunque consideramos que las personas de este grupo podrían iniciar los programas de actividad física desde el inicio en el 60% de la FC máx. A medida

que mejore la CF, podrá superarse la velocidad de traslación, lo que se expresa en un aumento de la intensidad del ejercicio, pudiendo llegar hasta los 70 ó 75% de la FC máx. Se puede iniciar la caminata a una intensidad de 1 min 5 s o hasta 1 min 20 s/100 m, progresando paulatinamente hasta culminar entre 1 min y 1 min 10 s por cada 100 m, para una distancia entre 5 y 6 km. Al culminar el programa sería óptimo que el paciente pudiera llegar a estar preparado para andar de forma continua entre 5 y 6 km y promediando 1 minuto por cada 100 m lisos. En algunos casos han mejorado tanto la CF y la salud que son capaces de promediar algo menos de 1 minuto por cada 100 m.

- Bajo indicación médica se puede incluir el ejercicio de fuerza isotónica, una vez avanzado el programa.

### 3.3 ¿Qué debemos evitar al prescribir AF?

- Debemos ser conscientes de que los ejercicios no deben sobrepasar el 60% de la FC máx. en sus inicios, no debiendo nunca exceder el 75%.
- Son similares los cuidados a los ya presentados para el grupo 1, sobre todo en relación a pacientes con problemas cardiovasculares y diabéticos, velando siempre por sus valores de glucemia y de presión arterial y, por supuesto, evitando la aparición de arritmias, dolores precordiales, etcétera.
- Bajo criterio médico se pueden incluir otras modalidades de ejercicios continuos y no continuos, incluido juegos, de forma moderada.

### 3.4 Diseño del programa de CF aeróbica del Grupo 2

El diseño del programa correspondiente al grupo 2 aparece en la tabla 44, desarrollándose a través de la modalidad de caminata. Las mismas recomendaciones que se presentaron en el epígrafe 2.4 para el grupo 1 se tienen en cuenta para este grupo, aunque de forma menos conservadora. El programa de ejercicio debe ser monitorizado por profesionales de la salud y del deporte en la mayoría de las frecuencias del ejercicio.

**Tabla 44. Programa II de CF cardiorrespiratoria-metabólica.**

Programa II	Semanas	% FC máx.	Tiempo minutos	Frecuencia semanal
Etapa de acondicionamiento	1-2	54-60%	10-12	3
	3-4	54-60%	14-16	3-4
	5-6	54-60%	20-22	4-5
Etapa de mejora aeróbica	7-8	54-60%	26-28	4-5
	9-10	60-65%	32-34	4-5
	11-12	60-65%	38-40	5-6
	13-14	60-70%	44-46	5-6
	<b>15-16</b>	60-70%	<b>50-52</b>	5-7
	17-18	60-70%	<b>56-60</b>	5-7
	19-20	60-75%	<b>60</b>	5-7
	21-22	60-75%	<b>60</b>	5-7
23-24	60-75%	<b>60</b>	5-7	

### 3.5 Valoración funcional del grupo 2 mediante test de caminata

- Muy aconsejable para este grupo de pacientes la realización de un test de esfuerzo cardiovascular del tipo Bruce modificado u otro similar, antes del inicio del programa de actividad física y una vez finalizado el mismo, de ser posible.
- Los test de caminata pueden resultar muy útiles para realizar dicha valoración, siendo aconsejable aplicarlos en sus diferentes variantes:
  - Test de 1 km entre la 1.<sup>a</sup> y la 3.<sup>a</sup> semana del programa de AF (ver tablas 35 y 36).
  - Test de 3 km en la 9.<sup>a</sup> semana del programa (ver tablas 37 y 38). Se registra el tiempo del kilómetro 1.
  - Test de 3 km en la semana 16.
  - Test de 3 km en la semana 24 del programa.

### 3.6 Recomendaciones ante determinadas patologías

Similares a las del grupo 1.

### 3.7 Criterios de exclusión para el entrenamiento de fuerza isotónica

Similares a los del grupo 1.

## 4. Programa de actividad física para el grupo 3. Consideraciones principales

### 4.1 Criterio médico para la definición del grupo 3

Como es de suponer, los pacientes de este grupo tienen una condición física superior a los de los grupos anteriores. Pueden ser portadores de alguna patología, pero compensada. El programa del grupo 3 resulta de una combinación de caminata y de trote sugerido para personas con mejores indicadores de salud y con una mejor condición física para su grupo de edad y sexo, en comparación con los de los programas anteriores.

La población correspondiente a este grupo posee valores del  $\text{VO}_2$  máx./kg calificados de bien o excelente para su grupo de edad y sexo, según la clasificación del AHA y pueden ser portadores de algunas patologías como:

- Diabetes tipo 1 ó 2 compensada.
- Enfermedad cardíaca bien controlada.
- Hipertensos  $\leq 140/90$ .
- Pacientes con exceso de peso, ya sea sobrepeso o hasta una obesidad leve.



- También para personas  $\leq 50$  años o de mayor edad, saludables y con una buena capacidad física y en algunos casos con RCV moderado. Se pueden incluir pacientes con síndrome metabólico.

## 4.2 Programa de AF de 24 semanas

- **Modalidad:** caminata combinado con trote u otra modalidad aeróbica.
- **Frecuencia:** como mínimo 3 veces a la semana, incrementándola gradualmente hasta conseguir una frecuencia diaria.
- **Duración:** se debe iniciar el programa con 10 minutos continuos, e ir progresivamente aumentando 2 minutos por semana en las semanas pares, y en las impares, a partir de la tercera semana, aumentar 4 minutos de la modalidad utilizada. Con la progresión del programa se podría llegar a caminar de forma continua hasta 40 minutos en la semana 11.

En la semana 12 se mantienen los 40 minutos caminando y se adicionan 2 minutos en la modalidad de trote. A partir de la semana 13 se mantienen también los 40 minutos caminando y se aumentan 2 minutos en el trote, por lo que en la semana 16, al computar el tiempo total, la persona estaría andando 40 minutos y trotando unos 10 minutos, haciendo un total de 50 minutos continuos.

A partir de la semana 17 se practica una disminución de 2 minutos en la modalidad de paseo cada semana, y se incrementa en 2 minutos la modalidad de trote; por lo tanto, a partir de la semana 17 se mantienen los 50 minutos de ejercicio continuo. De tal manera, que en la semana 23 podrían realizarse 26 minutos de caminata y 24 minutos en la modalidad de trote. En la semana 24 se disminuyen 4 minutos de caminata y se incrementan 4 minutos en el trote.

En el caso de personas con sobrepeso u obesos sería ideal realizar ejercicios aeróbicos hasta los 60 minutos continuos; por lo tanto, se podría mantener 40 minutos caminando a partir de la semana 17, e ir aumentando el trote de forma similar 2 minutos por semana hasta la semana 20, en la que se llegaría a trotar 20 minutos, totalizando los 60 minutos continuos combinando ambas modalidades. A partir de la semana 21 se podría ir mejorando la velocidad de traslación tanto de la caminata como del trote.

- **Intensidad:** para este programa, la intensidad del ejercicio conforme a las necesidades de las personas que en él se incluyen se ha planificado, generalmente, entre el 54 y el 70% de la FC máx. en las primeras 11 semanas. No obstante, cabe la consideración de que desde el inicio puede estar planificada a partir del 60% de la FC máx.

A partir de la semana 12 se puede incrementar la FC máx., entre el 60 y el 75%, incluso más próxima al 75% cuando ya el paciente se encuentre trotando.

En caso de pacientes no diabéticos ni hipertensos y con buena condición física, podrían realizar trotes a partir de la semana 19 a una intensidad próxima al 80 u 85% de la FC máx.

El paciente, en sus inicios, puede promediar su ejercicio a razón de 1 min a 1 min 10 s/100 m, progresando paulatinamente hasta llegar a cubrir los 100 metros en 1 minuto o menos.

Se podrá adoptar como criterio, para incorporar en el trote a los pacientes, cuando estos sean capaces de andar a la velocidad promediada anteriormente. Al incorporar la modalidad de trote a partir de la semana 12 a razón de 4 min a 3 min 15 s en pistas de 400 m lisos, y así sucesivamente hasta promediar al final, aproximadamente, entre 3 min 30 s y 3 min cada pista o menos.

Si la persona está en condiciones de poder llegar a trotar cada pista de 400 m a razón de 3 min 30 s/pista, podría llegar a realizar ocho pistas en 28 minutos al final del programa, que equivale a una distancia próxima a 3,2 km; si trotara a razón de 3 min/pista, alcanzaría a realizar algo más de nueve pistas, lo que corresponde a una distancia próxima a los 3,6 km, en la modalidad de trote o *footing*.

- Bajo indicación y supervisión médica se pueden incluir ejercicios de fuerza isotónica desde las primeras semanas del programa.

### 4.3 ¿Qué debemos evitar al prescribir AF?

- Debemos ser conscientes de que los ejercicios no deben sobrepasar el 60% de la FC máx. en las primeras 2 semanas, no debiendo nunca exceder del 75% en las primeras semanas, salvo para aquellos pacientes donde exista criterio médico. Los pacientes que tengan buena salud y buena CF aeróbica, pueden entrenar próximo al 85% de la FC máx., una vez que hayan mejorado su condición física global y el programa en la modalidad de trote ha avanzado. En estos casos, se podrían realizar test de trote próximos a la FC máx.
- Se tendrán similares cuidados a los presentados para los grupos 1 y 2, cuando se trate de pacientes con problemas cardiovasculares y diabéticos, manteniendo siempre el control sobre los valores de glucemia y de presión arterial, y evitando posibles arritmias, o dolores precordiales.
- Bajo criterio médico se pueden incluir otras modalidades de ejercicios continuos y no continuos, como juegos de forma moderada y también entrenamiento de fuerza isotónica.

### 4.4 Diseño del programa de CF aeróbica del grupo 3

El diseño del programa correspondiente al grupo 3 aparece en la tabla 45, y en él se planifica su desarrollo combinando las modalidades de caminata y de trote. En este programa tendremos en cuenta las mismas recomendaciones que se presentaron en el epígrafe 3.4 del grupo 1 aunque, como es lógico, tienden a ser menos conservadoras que las del grupo 2. La etapa de acondicionamiento físico es más corta que las dos anteriores, ya que se trata de personas con menos problemas de salud y mejor CF aeróbica. El programa de ejercicio debe ser monitorizado por profesionales de la salud y del deporte en algunos momentos del desarrollo del programa.

**Tabla 45. Programa III de CF cardiorrespiratoria-metabólica.**

Semanas	% Frecuencia cardiaca máxima	Caminata minutos	Trote-carrera minutos	Vel. del trote/pista 400 m/lisos	Total de min del programa	Frecuencia semanal
1-2	54-70%	10-12	-	-	10-12	3-4
3-11 *	54-70%	16-40	-	-	16-40	4-6
12 **	60-75%	40	2	No se tiene en cuenta	42	4-6
13-16 ***	60-75%	40	4 a 10	3'15" a 4'00"	44-50	5-7
17-23 ****	60-75%	38 a 26	12 a 24	3'00" a 3'30"	50	5-7
24 *****	60-75%	22	28	3'00" a 3'30"	50	5-7

El acondicionamiento físico del programa está previsto sólo para las dos primeras semanas.

\* En las semanas impares entre las semanas 3 y 12, se va aumentando la duración en 4 min y en las semanas pares en 2 min.

\*\* En la semana 12 se mantienen los 40 min alcanzados, y se incluyen 2 de trote.

\*\*\* Entre las semanas de la 13 a la 16 se mantienen los 40 min alcanzados, y se incrementan 2 min cada semana en la modalidad de trote, llegando a realizar 50 min de actividad continua combinando la caminata y el trote en la semana 16.

\*\*\*\* Entre las semanas 17 y 23 se programa disminuir 2 min de caminata y se incrementa 2 min en el trote, manteniéndose los 50 min del ejercicio mediante la combinación caminata/trote.

\*\*\*\*\* En la semana 24 se programa disminuir 4 min de caminata y aumentar 4 min de trote, para mantener 50 min de ejercicio total, de ellos 22 de caminata y 28 de trote.

- En las personas con sobrepeso u obesos es excelente realizar ejercicios aeróbicos hasta 60 minutos continuos, pudiéndose mantener 40 minutos caminando a partir de la semana 17; ir aumentando el trote de forma similar, 2 minutos por semana, hasta la semana 20, en la que se llegaría a trotar 20 minutos, lo que equivale a 60 minutos continuos combinando ambas modalidades. A partir de la semana 21 se podría ir aumentando la velocidad en ambas modalidades.
- En el paciente del grupo 3, y según criterio médico, puede incluirse el desarrollo de la CF de fuerza isotónica desde sus inicios e ir adicionando otras disciplinas deportivas a medida que transcurra el programa.

## 4.5 Valoración funcional del grupo 3 mediante test de caminata y de trote-carrera

- Como se ha mencionado anteriormente, siempre resultará útil, de ser posible, la realización de un test de esfuerzo del tipo Bruce modificado antes del inicio del programa de actividad física, e inmediatamente finalizado el mismo.
- Los test de caminata y de trote son muy útiles para realizar dicha valoración siendo aconsejable aplicarlos en las siguientes variantes:
  - Test de 1 km de caminata en la 1.<sup>a</sup> semana del programa de AF (ver tablas 35 y 36).
  - Test de caminata de 3 km en la semana 8.<sup>a</sup> del programa (ver tablas 37 y 38). Se registra el tiempo del kilómetro 1.
  - Test de caminata de 3 km en las semanas 16 y 23.

- Test de trote 3 km en las semanas 19 y 24 del programa (ver tablas 39 y 40). Bajo autorización médica.

## 4.6 Recomendaciones frente a determinadas patologías

De forma general, son válidas las que se han presentado para los grupos 1, 2 y 3.

## 5. Programa de actividad física para el grupo 4. Consideraciones principales

### 5.1 Criterio médico para la definición del grupo 4

Este programa ha sido previsto para personas con muy buen estado físico, por lo general son más jóvenes y excepcionalmente pueden ser portadores de alguna afección patológica en extremo compensada.

Entre ellos:

- Personas con valores de  $VO_2$  máx./kg calificadas de excelente o bueno para su grupo de edad y sexo, según la clasificación del AHA o del ACSM.

Por lo general:

- Personas  $\leq 40$  años, aunque puede indicarse para personas de mayor edad, pero con muy buen estado de salud y excelente condición física.
- Peso normal o con sobrepeso  $\leq 27$  kg/m<sup>2</sup> del IMC.
- En jóvenes diabéticos con la enfermedad controlada y sin complicaciones asociadas y óptima CF, así como, excepcionalmente, en portadores de otras patologías con valores de  $VO_2$  máx./kg de excelente. En estos casos siempre bajo criterio médico.

### 5.2 Programa de AF de 24 semanas

- **Modalidad:** predominio de la modalidad de trote-carrera u otra modalidad aeróbica de una intensidad similar.
- **Frecuencia:** como mínimo 3 veces a la semana del tipo aeróbico, incrementándose de forma gradual hasta alcanzar una frecuencia diaria, sobre todo para pacientes con sobrepeso y para determinadas patologías.
- En relación a la **duración** y a la **intensidad** del programa:
  - Que la velocidad al caminar sea  $\leq 1$  min/100 m en las tres primeras semanas del programa.
  - Se puede introducir el trote en la 2.<sup>a</sup> semana.
  - En algunas de las sesiones, dentro de una misma semana, se podría aumentar la distancia de trote, dependiendo del nivel de cada paciente.
  - La velocidad del trote-carrera que proponemos por semanas resulta un valor aproximado por cada pista de 400 m lisos al que aparece en la tabla 46.
  - Aquellas personas con excelente CF y buen peso corporal podrían combinar ambas modalidades entre 30 y 50 minutos.

- La velocidad a desarrollar en el trote-carrera para cada persona debe corresponderse con el porcentaje máximo de la FC planificada.
- Algunas consideraciones de interés:
  - Los pacientes diabéticos no deben sobrepasar el 75% de la FC máx., para evitar algunas complicaciones. Si lo hicieran, se recomienda que, una vez finalizada la actividad física, logren realizar una adecuada recuperación activa alrededor del 60 al 70% de la FC máx., por lo menos, trotando una distancia de un 1 km. Es muy importante en estos pacientes el control frecuente de sus niveles de glucemia.
  - En esta propuesta de programa se pueden incluir otras modalidades de ejercicios o disciplinas deportivas de carácter continuo y no continuo, incluso hasta de carácter competitivo. El grado de intensidad de los mismos dependerá indudablemente de la edad, CF y estado de salud.
  - Además de entrenar la fuerza isotónica, pueden entrenar también la isométrica.
  - Los pacientes jóvenes, con buena salud y peso normal, y con una CF excelente, pueden serles suficiente la realización de tres a cuatro frecuencias a la semana de CF aeróbica para garantizar el mantenimiento necesario de la salud y dedicar otras sesiones de ejercicio a otro tipo de actividad física.

### 5.3 ¿Qué debemos evitar al prescribir AF?

En general deben tenerse en cuenta las mismas consideraciones que han sido expuestas para grupos anteriores.

### 5.4 Diseño del programa de CF aeróbica del grupo 4

El diseño de este programa de actividad física de 24 semanas correspondiente al grupo 4 aparece en la tabla 46. En él se planifica el desarrollo combinado de la caminata y del trote-carrera pero, sobre todo, con predominio de esta última. La etapa de acondicionamiento abarca las dos primeras semanas. El programa de ejercicio puede ser monitorizado en sus inicios por los licenciados de ciencias de la actividad física y deporte o por los técnicos de actividad física y animación deportiva (TAFAD) de las instalaciones deportivas. Una vez iniciado, pueden autocontrolarse por sí mismos desarrollando los componentes del programa, excepto en los momentos de los controles previstos del mismo mediante los test propuestos.

En caso de pacientes con determinadas patologías, deben ser controlados por personal especializado.

### 5.5 Valoración funcional del grupo 4 mediante test de caminata y de trote-carrera

- Insistimos nuevamente que, de ser posible, resulta muy útil la realización de un test de esfuerzo cardiovascular del tipo progresivo máximo antes de iniciar el programa de las 24 semanas e inmediatamente después de finalizado éste.

**Tabla 46. Programa IV de CF cardiorrespiratoria-metabólica.**

Semanas	% Frecuencia cardiaca máxima	Caminata minutos	Trote-carrera minutos	Vel. del trote/pista 400 m/lisos	Total de min del programa	Frecuencia semanal
1	60-70%	20	-	-	20	3-4
2	60-75%	20	10	2'30"-3'30"	30	3-5
3	65-75%	10	20	2'30"-3'30"	30	5-7
4	65-75%	-	30	2'30"-3'30"	30	5-7
5-9	70-85%	-	30-40	2'00"-3'30"	30-40	5-7
10-16	70-85%	-	30-50	< 2'-3'30"	30-50	5-7
17-24	70-85%	-	30-50	< 2'-3'00"	30-50	5-7

- Los test de caminata y de trote son también muy válidos para dicha valoración en cualquiera de sus variantes:
  - Test de caminata de 3 km en las semanas 1 y 12 del programa de AF (ver tablas 37 y 38).
  - Test de 3 km de trote-carrera en las semanas 14 y 20 del programa (ver tablas 39 y 40).
  - Test de 5 km de trote-carrera en las semanas 17 y 24 (tablas 41 y 42).

## 5.6 Recomendaciones ante determinadas patologías

De forma general, las que hemos presentado para los grupos 1, 2 y 3 son también aplicables, a pesar de que, por lo general, estos pacientes del grupo 4 son personas saludables y con poco RCV.

## 6. Programa de actividad física para el grupo 5. Consideraciones principales

### 6.1 Criterio médico para la definición del grupo 5

Las personas clasificadas en este grupo son portadoras, generalmente, de buena salud, menores de 25 años, y con buena condición física para su grupo de edad y sexo. Pueden clasificarse algunas personas de mayor edad, pero con buena condición física.

A pesar de sus cualidades, pueden acudir a un Centro de Salud para someterse a algún estudio previo, para consultar al médico pidiendo orientación sobre el tipo de actividad física que podría realizar y si la que realizan es apropiada para su edad o condición física, o consejo ante alguna molestia apreciada durante el ejercicio. Y hasta, en algunos casos, para informarse acerca de algún suplemento nutricional en relación con su composición corporal, su rendimiento físico y la estética, y finalmente, sobre otros intereses relacionados con la actividad física y en muchos casos vinculados con la salud.

Por ello se considera interesante incluir los intereses específicos de este grupo. Igual que en los grupos anteriores, es necesario diagnosticar adecuadamente el estado de salud del individuo. Nos lo da la historia clínica actualizada y en la que se incluyen los antecedentes personales y familiares, el examen físico y el estilo de vida, acompañada de análisis clínicos y de un ECG de reposo. En caso de algún hallazgo de importancia, se indicarían los protocolos establecidos, y una vez caracterizados, se puede diferenciar el programa de actividad física a seguir. En estos casos, puede que se ajuste más a los de los grupos 3 ó 4, dependiendo del diagnóstico realizado (ver las tablas 45 y 46, respectivamente).

En este apartado la mayoría de las personas de referencia son personas saludables, jóvenes y varios de ellos practicantes de alguna modalidad de ejercicio o deportiva, a los cuales se les debe recomendar desarrollar al menos 3 veces a la semana la CF aeróbica.

Las personas comprendidas en el grupo 5 pueden ser atendidas en las propias instalaciones deportivas por los licenciados de ciencias del deporte y actividad física o por los TAFAD, una vez que conocen cómo planificar la misma.

Lo que diferencia a las personas de este grupo es el nivel de su condición física, pues, por lo general, se compone de gente joven y con buena salud.

En este grupo pueden encontrarse jóvenes que realizan poca actividad física o incluso sedentarios, junto a otros que practican con poca frecuencia algún deporte como fútbol, baloncesto, pádel, judo, karate, golf, o que practican una sola modalidad como el fisiculturismo o el atletismo de medio fondo o de fondo, disciplinas, por otra parte, completamente diferentes en cuanto a los riesgos y beneficios reportados a la salud.

## 6.2 Algunas recomendaciones para los clasificados dentro del grupo 5

Podemos encontrar diferentes subgrupos dentro de este grupo que a continuación describiremos.

### 6.2.1 Jóvenes sedentarios o relativamente inactivos sanos

A éstos se les podrá indicar un programa intermedio de CF aeróbica según lo planificado para los grupos 3 y 4, y que incluya gradualmente ejercicio de fuerza isotónica o isométrica y alguna disciplina deportiva. Se les puede aplicar un test de caminata de 3 km en la 1.<sup>a</sup> semana para conocer la CF aeróbica de la que partimos. Aproximadamente a las 8 semanas se les puede aplicar un test de evaluación, esta vez de 5 km de caminata, y sucesivamente, si se evidencia la mejora de su CF aeróbica, un test de trote de 3 km, y más adelante otro de 5 km de trote-carrera. De esta forma se va evaluando y controlando la condición física y las mejoras alcanzadas con la aplicación sistemática de la actividad física planificada.

## **6.2.2 Practicantes acíclicos de un deporte 1 ó 2 veces a la semana**

Entre estas disciplinas deportivas tenemos como ejemplos: fútbol, baloncesto, balonmano, voleibol, tenis, pádel, judo, kárate, gimnasia, tiro con arco, entre otras; se les puede recomendar un programa del tipo IV (tabla 46), que les garantice trotar 3 veces a la semana al menos durante 30 minutos. Se les puede dedicar un test de caminata de 3 km en la 1.<sup>a</sup> semana para conocer la CF aeróbica de partida y en la 3.<sup>a</sup> semana un test de trote-carrera de 3 km. Más adelante, o sea, desde la semana 12 a la 18 de desarrollo de la CF aeróbica, convendría realizar otro test de trote-carrera, en este caso de 5 km.

## **6.2.3 Practicantes de fisiculturismo, halterofilia o en las áreas de lanzamiento de atletismo**

En estos se puede planificar la misma propuesta anterior, aunque como, por lo general, estas personas tienen una CF aeróbica baja o promedio, se puede proponer un ajuste al programa de actividad física aeróbica, según lo planificado para los grupos 3 y 4, analizados anteriormente en las tablas 45 y 46. Estos practicantes de fuerza isométrica se pueden someter a un test de evaluación de la modalidad de caminata de 3 km en la 1.<sup>a</sup> semana, para conocer su CF aeróbica. A medida que mejoren su CF aeróbica, se pueden evaluar con un test de 5 km de caminata y posteriormente, a las 12 semanas, aplicar un test de trote-caminata de 3 km. Más adelante, y dependiendo del criterio del profesional de ciencias de la actividad física y el deporte, se podría evaluar aplicando un test de 5 km de trote-carrera.

## **6.2.4 Practicantes extremos de distancias largas**

Por lo general se corresponden con distancias de medio fondo o fondo de atletismo, ciclismo, natación entre otras modalidades cíclicas de carácter fuertemente aeróbicas, y que poseen, por lo tanto, una excelente CF aeróbica. A éstos se les puede indicar otro tipo de actividad suplementaria, como algún deporte de juego tal como baloncesto, pádel, y adicionar un poco el ejercicio de fuerza. Con respecto al desarrollo de la CF aeróbica, se puede recomendar alternar con otra modalidad del tipo aeróbico, para que no siempre estén trabajando a predominio de determinados grupos musculares y articulares, y que con el paso de los años puedan tener lesiones por sobreuso, como es el caso de los corredores de larga distancia; en este caso sería interesante que algunas de las sesiones aeróbicas las combine con la natación. Estos practicantes se pueden evaluar, mediante test de trote de 5 km en la 1.<sup>a</sup> semana, para conocer la CF aeróbica de que partimos, y realizar otros controles de test de trote-carrera de 5 km, cada 12 ó 24 semanas.

A estos deportistas, federados en su mayoría, se les debe recomendar realizar estas actividades en superficies suaves, regulares, para evitar lesiones del aparato locomotor.



En realidad, en estos cuatro subgrupos del grupo 5 se pueden incorporar otros test como el de 1 RM (una repetición máxima de fuerza) o un test indirecto de fuerza máxima como es el test de Brzycki, sobre todo para los subgrupos 1, 2 y 4 de este grupo 5.

### 6.3 Recomendaciones generales para el grupo 5

Con el convencimiento de su eficacia, se insertan a continuación unas recomendaciones de utilidad para los componentes del grupo 5:

- Es fundamental desarrollar la CF cardiorrespiratoria-metabólica (aeróbica), desde edades tempranas de forma gradual, por su importancia para la salud actual y la futura, y debe ser considerada como parte del estilo de vida saludable de las personas.
- Pueden incluirse otras actividades deportivas o modalidades de ejercicios físicos, pero al menos garantizar de 3 a 4 sesiones a la semana de CF aeróbica de una duración aproximada a 30 minutos o más, de forma continua y a un ritmo de intensidad adecuado.
- Pueden practicarse otras actividades deportivas para lograr obtener una buena CF global y un buen estado de salud.
- Es importante acudir al médico de Atención Primaria ante cualquier señal de alerta de salud y al menos realizar controles médicos una vez al año.
- Los pertenecientes a este grupo deben ser valorados cada 24 y 48 semanas por el profesional de ciencias de la actividad física y el deporte, e ir introduciendo las modificaciones necesarias al programa de ejercicio. Esta valoración puede estar apoyada por un reconocimiento médico.
- Una consideración muy importante implica el consumo de una alimentación saludable y la cuidadosa utilización de los suplementos nutricionales, evitando, por supuesto, otras adicciones. Los fisiculturistas suelen ser muy asiduos al uso de suplementos que, generalmente, aparejan serias perturbaciones en la salud, siendo imprescindible educarlos en este sentido. En ocasiones, sin conocerlo, han estado consumiendo sustancias prohibidas que son productos dopantes. En nuestra experiencia profesional, se han encontrado ejemplos lamentables respecto a su uso con lesiones u otros problemas de salud irreversibles.
- Previamente a su adscripción como deportistas en alguna federación, es imprescindible un “Reconocimiento médico de aptitud para la práctica deportiva” (RMAPD). En la actualidad, un grupo de expertos en Medicina del Deporte, convocado por la Subdirección General de Deporte y Salud del Consejo Superior de Deportes (CSD), están examinando la mejor propuesta, en la que se incluyen los estudios a realizar de forma primaria y los nuevos estudios a incluir en los casos de algún riesgo detectado en la primera valoración. El documento de RMAPD irá acompañado de las contraindicaciones absolutas o relativas para la práctica deportiva para todas o para determinadas disciplinas deportivas. Es un esfuerzo loable del CSD para disminuir los accidentes en el deporte, incluida la incidencia de la muerte súbita en el deporte (MSD).

## **7. ¿Qué características debe tener el diseño de un segundo programa?**

Una vez han finalizado el primer programa diseñado de 24 semanas, los pacientes deben ser nuevamente evaluados por procedimientos médicos que permitan conocer su estado “actual” de salud.

Seguidamente se procede a rediseñar un nuevo programa de actividad física personalizado que se ajuste a las nuevas características del paciente, con objetivos superiores, que podrán ser cumplidos gracias a la mejora alcanzada de la condición física general a través del primer programa y del estado de salud. Está científicamente comprobado que se logran mejoras evidentes, como hemos expresado a lo largo de este libro.

Se tendrá en cuenta nuevamente: la especificidad del ejercicio y las modalidades a utilizar, así en cuanto a su frecuencia semanal, duración e intensidad, y siempre cumpliendo los principios de individualización, progresión y mantenimiento.

En el primer epígrafe de este séptimo capítulo se abordan algunas características sobre el segundo programa de 24 semanas y sobre los sucesivos, respetando el principio de mantenimiento, imprescindible para que la actividad física continúe favoreciendo la salud y la mejora de la condición física global, y como elementos insustituibles que garantizan longevidad y calidad de vida.

Recordemos que, dependiendo del estado de salud y de la CF aeróbica de cada paciente, se fijarán, para cada persona, las características del programa.

Con respecto a los pacientes clasificados dentro de los grupos 1 y 2, los nuevos programas deben ser planificados con una duración de 24 semanas sin sobrepasarla, para que así, sucesiva y progresivamente, se vayan realizando e intercalando los ajustes necesarios en el tiempo, intensidad y frecuencia, pero cuidadosamente, sin violentar las características específicas de estos pacientes.

Con respecto a los grupos 3 y 4, personas con menores riesgos y, por tanto, con mejor salud, se puede alargar la duración de los programas hasta 32 ó 36 semanas, intercalando las modificaciones o ajustes que se consideren oportunos según los avances logrados.

Los del grupo 5 pueden extenderse desde las 24 a las 48 semanas, coordinado esto principalmente por el licenciado en ciencias de la actividad física y auxiliado por el médico del deporte.

## **8. Importancia de una adecuada técnica al caminar, de un correcto calentamiento y de una buena recuperación al ejercicio. Otras consideraciones**

Seguidamente se ofrecen algunos elementos importantes que permiten la realización más eficiente del ejercicio y disminuye las posibilidades de lesiones o de sobrecargas, u otras afectaciones biológicas. Veamos:

## 8.1 Técnicas recomendadas para caminar

Es importante que los profesionales de la salud y de la actividad física conozcan y orienten algunas características precisas para caminar de forma rápida y eficiente que se muestran a continuación:

- Al inicio del programa, sobre todo del I y el II, la intensidad al caminar no debe ser intensa.
- Una vez acondicionado el propio organismo, se debe intentar caminar con paso enérgico y a un ritmo estable. Si llega al punto de no poder mantener una conversación, se hace necesario reducir el ritmo, sobre todo para las personas que están ejecutando programas del tipo I o II.
- Mantener la cabeza erguida. Levantar el pecho y los hombros.
- Mantener la espalda recta y contraer ligeramente los músculos abdominales.
- Los pies deben apuntar en línea recta hacia delante.
- Dejar que los brazos cuelguen a los lados. Para aumentar la velocidad de la caminata, doblar los codos y poner los brazos en ángulo de 90°, dejando que los brazos suban y bajen desde la cintura hasta la altura del pecho. Según criterio médico, sobre todo en los programas II, III y IV, se podría elevar los brazos con pesos adicionales entre 0,5 y 2 kg en estos dos últimos sólo cuando estamos ejecutando la modalidad de caminar. Se debe iniciar con pesos de 0,5 kg, sobre todo en los programas II, o sea, para pacientes del grupo 2, cuando exista criterio médico. En estos casos se puede ir aumentando de forma gradual hasta llegar a los 2 kg.
- Apoyar el peso del cuerpo primero sobre el talón y progresivamente hacia la punta de los pies. Que el paciente no ande con los pies planos o sólo sobre la punta de los pies, ya que puede causar dolores y fatiga.
- El paciente debe dar pasos largos, pero sin forzar y dentro de sus posibilidades. Para ir una velocidad mayor es mejor dar pasos más rápidos que pasos más largos.
- El paciente, cuando ande más deprisa o al subir una cuesta, debe inclinarse hacia delante.

Podemos llevar el control de la velocidad al relacionar la distancia con el tiempo transcurrido. Por ejemplo, caminar a razón de 1 minuto los 100 m planos, equivale a 6 km/h, y a ese ritmo caminamos 3 km en 30 minutos o 6 km en 60 minutos. Otra manera de valorar la velocidad consiste en controlar la cantidad de pasos, siempre y cuando no estemos en una pendiente. Se pueden usar los siguientes parámetros:

- Caminar despacio = 80 pasos por minuto.
- Caminar enérgico = 100 pasos por minuto.
- Caminar rápido = 120 pasos por minuto.
- Carrera = más de 120 pasos por minuto.

No obstante, debemos recordar que en personas con baja condición física caminar aproximadamente a unos 100 pasos puede resultar muy rápido y hacerlo próximo a los 110 ó 120 pasos sería casi como correr.

La utilización de podómetros o marcadores del paso sirven para medir la distancia recorrida durante el ejercicio, lo que nos permite conocer la cantidad de kilómetros recorridos durante el día, incluyendo todas nuestras actividades cotidianas, y permite calcular de forma indirecta el gasto energético del día, incluyendo el programa de ejercicio.

## 8.2 Sobre algunas unidades internacionales

Cuando estamos fuera de casa y en países que consideran como unidades de distancias la milla y la yarda, debemos tener en cuenta algunas medidas como:

- 1 milla = 1,61 kilómetros (km).
- 1 km = 0,62 millas.
- 3 km = 1,86 millas.
- 6 km = 3,72 millas.
- 1 milla = 1.760 yardas = 5.280 pies.
- 1 yarda = 0,91 metros (m).
- 100 yardas = 91,4 metros.

Si caminamos a un buen ritmo, de al menos 1 minuto cada 100 m, estamos caminando la hora al menos en 6 km, o sea, 3,72 millas.

## 8.3 Ejercicios recomendados para las etapas previas y posteriores al programa aeróbico de caminata o trote. Calentamiento y recuperación

### 8.3.1 Ejercicios de calentamiento o de preparación para la carga física

Los ejercicios que proponemos forman parte del programa nacional de rehabilitación cardiovascular para la fase 3 de Mantenimiento de Rehabilitación Cardiovascular diseñado por el Centro Nacional de Rehabilitación del Instituto Cubano de Cardiología y Cirugía Cardiovascular, y que presentamos en la tabla 47.

Los ejercicios que proponemos pueden ser sustituidos por otros con objetivos similares, como son los de la gimnasia de mantenimiento, aunque siempre teniendo en cuenta las características de los pacientes de cada uno de los cinco grupos.

Previo al calentamiento, si fuera posible, sería muy bueno conocer la frecuencia cardíaca de reposo relativo, y de interés los valores de la presión arterial. Los controles de la FC son necesarios, ya que durante el calentamiento debe ser menor que la que se obtiene como respuesta a la carga física. En estos programas, la carga física está representada por las modalidades de caminata y de trote. En pacientes diabéticos es importante el control de la glucemia previo al ejercicio.

**Tabla 47. Propuesta de un programa de calentamiento o de preparación previa a la carga física.**

Posición de las piernas	Ejercicios
1. Piernas separadas a la anchura de los hombros, manos a la cintura, vista al frente.	Flexión del cuello adelante y atrás.
2. Igual a la anterior.	Rotación del cuello derecha.
3. Igual a la anterior.	Circunducción del cuello (derecha e izquierda).
4. Piernas separadas a la anchura de los hombros, manos a los lados del cuerpo, vista al frente.	Elevación de los brazos por el frente arriba (inspiración), bajarlos lateralmente a la posición inicial (expirando). En ocasiones puede estar acompañado de un pequeño peso entre 0,5 a 2 kg, siguiendo el criterio médico.
5. Piernas separadas a la anchura de los hombros, manos en los hombros, vista al frente.	Circunducción de los hombros al frente y atrás.
6. Igual a la del ejercicio 4.	Flexión lateral del tronco con brazo homólogo a la flexión al lado del cuerpo y el otro a la axila (inspiración); regresa a posición inicial.
7. Igual al ejercicio 1.	Circunducción de cadera a la derecha e izquierda.
8. Igual al anterior.	Circunducción del tronco a la derecha e izquierda.
9. Tendido*.	Abdominales.
10. Tendido en decúbito supino, manos al lado del cuerpo, piernas semiflexionadas.	Respiración diafragmática.
11. Piernas separadas a la anchura de los hombros, brazos extendidos al frente con apoyo de manos en la cama.	Elevación sobre la punta de los pies (inspiración); volver a la posición inicial (expirando).
12. Igual a la anterior.	Sentadillas.
13. Igual a la del ejercicio 1.	Inclinación atrás del tronco (inspirando) y flexión al frente del mismo (expirando).
14. Igual a la del ejercicio 1.	Extensión de un brazo al frente, llevándolo al lado y atrás con movimiento de rotación del tronco, vista la mano (inspiración), regresar a punto inicial (expirando); alternar.
15. Igual a la del ejercicio 4.	Elevación del cuerpo sobre punta de pies con extensión de brazos al frente (inspiración); regresar al punto inicial (expirando).
16. Igual a la del ejercicio 1.	Asalto lateral. Alternando.
17. De lado a la espaldera, con apoyo del brazo más cercano.	Con el pie extendido al frente, circunducción de tobillos a la derecha e izquierda.
18. Posición de marcha.	Caminata leve con ejercicios respiratorios de recuperación durante 2 minutos. Inmediatamente de haber culminado el calentamiento, se debe obtener la frecuencia cardiaca (FC) del ejercicio a nivel carotídeo o mediante un pulsómetro durante 10 segundos y comenzar de inmediato la carga física aeróbica del programa de caminata o de trote, o de otra modalidad, según el programa que le corresponda.

\* Los ejercicios dirigidos a los músculos abdominales cumplen dos objetivos fundamentales: por una parte está dirigido a disminuir de forma local la grasa acumulada en la circunferencia abdominal y disminuir centímetros a nivel local unido al ejercicio de la CF aeróbica, que lo logra pero de forma global. Como conocemos, la circunferencia abdominal es un RCV. Por otra parte, los ejercicios abdominales, colaboran en mejorar la funcionalidad y estabilidad de la columna lumbosacra. Los ejercicios deben ser bien dirigidos, para evitar lesiones, sobre todo porque mal ejecutado puede sobrecargar la columna.

En ocasiones, los ejercicios dirigidos al abdomen, no sólo son parte del calentamiento, sino que se les debe dedicar mayor atención y pueden formar parte de las sesiones de las cargas específicas del día, sobre todo en personas con exceso de peso.

### 8.3.2 Ejercicios de recuperación posterior

Una vez culminada la carga física aeróbica, que es la parte principal del programa de ejercicio, debe evaluarse la FC a nivel carotídeo o mediante el pulsómetro para conocer la intensidad con que se ha finalizado. Se podría acompañar de una toma de glucemia, si existiera criterio profesional y condiciones para ello, en el caso de pacientes diabéticos.

Formando parte de la recuperación, se puede recomendar, una vez culminada la carga física, lo siguiente:

- Caminar o trotar de forma leve con menor intensidad de la carga física aeróbica, combinándolo con ejercicios respiratorios profundos y con una duración de entre 4 y 5 min.
- Seleccionar cuatro o cinco ejercicios de flexibilidad, mediante estiramientos, para finalizar la sesión de ejercicio del día. Se recomiendan estiramientos de: tendón de la corva, pantorrilla, cuádriceps, cadera, lumbar, tríceps, hombros. Para evitar lesiones, se sugiere cuidar la duración del estiramiento en el inicio de 10 segundos y como máximo de 30. Se puede repetir de 3 a 5 veces cada ejercicio. Coincidiendo con esto, el paciente debe respirar por la nariz mientras soporta la posición. Si existen antecedentes de cirugías de cadera, o de columna lumbosacra, se precisa autorización médica. Los ejercicios de flexibilidad pueden ser sustituidos 2 ó 3 veces a la semana por el taichí, que, además de mejorar la coordinación y la flexibilidad, favorece también la resistencia muscular y colabora a disminuir el estrés.
- Es importante realizar ejercicios respiratorios en la recuperación.
- Inmediatamente después de la recuperación, si fuera de interés, se podría obtener, como interesantes indicadores de salud, la FC, la PA y, en casos de diabéticos, la glucemia.

## 9. Análisis de intervención médica en dos pacientes con RCV moderado y elevado medio

Para ello se utilizarán dos ejemplos de actuación en dos de nuestros pacientes, que ilustran y argumentan, en cierta medida, todo lo que de una u otra forma se ha expuesto. Ambos fueron muy disciplinados y eran conscientes de que necesitaban modificar el estilo de vida para ser personas más saludables y con mayor expectativa de vida y calidad de la misma. En muchas ocasiones esto no sucede así, y el fracaso de la intervención médica en la mayoría de los casos se debe a que el paciente no ha ganado en conciencia de su problema de salud. A ello se debe la importancia de la intervención médica y de su equipo interdisciplinario en casos como los que les presentaremos, y el trabajo de seguimiento a lo largo de la intervención, donde el trabajo educativo del personal de enfermería resulta de gran importancia en la Atención Primaria de salud.

### 9.1 Mujer con RCV moderado al inicio del estudio

- Mujer de 38 años, peso corporal de 75 kg y estatura de 1,60 m. Profesora universitaria, sedentaria, fumadora ocasional.

- **Antecedentes patológicos familiares (APF):** madre y abuela materna con DM tipo 2, ambas con hipertensión arterial y dislipidemia. Abuela fallecida por IAM.
- **Antecedentes patológicos personales (APP):** diabetes gestacional, con dos macrosfetos. Su IMC de 29,3 kg/m<sup>2</sup> (sobrepeso grado 2), circunferencia abdominal de 94 cm (obesidad androide), grasa corporal 34,6%. Hipertensión arterial grado 1: 135/90 mm de Hg. En los resultados de laboratorio clínico: glucemia basal 117 mg/dl, colesterol 226 mg/dl, HDL-c 37 mg/dl, triglicéridos 260 mg/dl mmHg. No se observa cardiopatía isquémica ni otra alteración de relevancia en el ECG de reposo ni durante la prueba de esfuerzo. Ergometría funcional en la cinta mediante el protocolo de Bruce modificado que culminó en el 98% de su FC máx. Presentó respuesta hipertensiva durante el test. La condición física fue deficiente para su grupo de edad y sexo con un valor del VO<sub>2</sub>/kg de 27,9 ml/kg/min, muy cercano al valor promedio (ver tabla 7 de la AHA en el primer capítulo).
- **Diagnóstico:** síndrome metabólico. Los hallazgos del estudio incrementan considerablemente el RCV anteriormente identificado, por lo que existe un alto riesgo de enfermedad cardiovascular y de diabetes mellitus tipo 2.  
Dos elementos importantes en la intervención es lograr que la paciente incorpore una dieta saludable y un programa de actividad física aeróbica de forma personalizada, mediante un programa inicial de 24 semanas.

### 9.1.1 Programa personalizado de nutrición saludable

Si aplicamos la fórmula para el cálculo del metabolismo basal (MB), según la de Harris-Benedict (tabla 27 del capítulo 6) y la necesidad energética (NE) mediante la fórmula de la FAO-OMS (tabla 28 del capítulo 6), tenemos:

---

$$\text{MB mujeres} = 655 + (9,6 \times P) + (1,8 \times A) - (4,7 \times E)$$

$$\text{MB} = 655 + (9,6 \times 75) + (1,8 \times 160) - (4,7 \times 38) = 655 + 720 + 288 + 178,6 =$$

$$\text{MB} = 1.484 \text{ kcal/día}$$

---

En este caso se considera que el gasto energético de la profesión de la paciente es ligero y su nivel de actividad física es pobre, bajo criterio de persona sedentaria, por lo que corresponde multiplicar el metabolismo basal obtenido por la constante 1,56, según corresponde en la tabla 28.

$$\text{Necesidad energética (NE)} = 1.484 \times 1,56 = 2.315 \text{ kcal/día}$$

Como es una paciente con sobrepeso, restamos al cálculo de la necesidad energética unas 500 kcal/día, que es lo sugerido para un programa de dieta restrictiva saludable, correspondiéndole un consumo calórico de unas 1.815 kcal/día.

Esta restricción se fundamenta en las indicaciones de la OMS para una estrategia para la pérdida de peso de forma saludable y equilibrada, con un consumo proporcional de hidratos de carbono, lípidos y proteínas como el que describimos en el capítulo 6, según las recomendaciones de la OMS, y con una frecuencia sana de comidas al día (ver capítulo 4, epígrafe 3).

### 9.1.2 Programa de 24 semanas de CF aeróbica

Teniendo en cuenta el estado de salud, la edad y la CF aeróbica inicial de la paciente, se clasifica conservadoramente dentro del grupo 2, aunque podría incluirse hasta en el grupo 3. Debido a que la consideramos en sus inicios del grupo 2, le corresponderá entonces el programa II de CF cardiorrespiratoria-metabólica.

Desde los inicios del programa II, se adoptó el criterio de que, dependiendo de cómo respondiera en las primeras semanas a la actividad física aeróbica y a la restricción alimentaria, se podrían introducir modificaciones al programa, logrando incorporar paulatinamente algunos elementos del programa III. En realidad se procedió así con una evolución satisfactoria, contando en el gimnasio con la supervisión y el apoyo de profesionales de la actividad física. Antes de la mitad del programa, ya podía ser clasificada como del grupo 3. El programa que presentamos en la tabla 48 se realizó en el gimnasio del Centro de Medicina del Deporte y en la pista de atletismo de la Universidad.

**Tabla 48. Programa II-III de CF cardiorrespiratoria-metabólica.**

Programa II	Semanas	% FC máx.	Tiempo minutos	Frecuencia semanal
Etapa de acondicionamiento	1-2	54-60%	10-12	3
	3-4	54-60%	14-16	4-5
	5-6	54-65%	20-22	4-5
Etapa de mejora aeróbica	7-8	60-70%	26-28	4-5
	9-10	60-70%	32-34	4-5
	11-12	60-70%	38-40	5-6
	13-14	60-75%	44-46	5-7
	15-16	60-75%	50-52	5-7
	17-18	60-80%	56-60	5-7
	19-20	60-80%	60	5-7
	21-22	60-80%	60	5-7
23-24	60-85%	60	5-7	

### 9.1.3 Estudio comparativo de las variables biológicas de la paciente

A continuación, en las tablas 49 y 50, se muestran los cambios tan favorables logrados por la paciente con la aplicación del programa personalizado de 24 semanas, donde la actividad física de predominio aeróbico y una alimentación restrictiva saludable fueron decisivas, acompañada en todo momento por profesionales de la salud y de la actividad física. A lo largo de este periodo, la paciente fue seguida en consultas médicas y de enfermería donde se controló la evolución de la misma, con el seguimiento de su salud, toma de la FC, PA, peso corporal, cálculo del IMC, circunferencia abdominal y evaluación de los test de campo, entre otros; incluyendo en la semana 12 estudios de laboratorio clínico.



**Tabla 49. Comparación de las variables hemoquímicas.**

Variables	Estudio inicial	Posterior al programa de 24 semanas
HbA1c (%)	6,4	5,7
Glucemia (mg/dl)	117	92
Colesterol total (mg/dl)	226	193
LDL-c (mg/dl)	137	115
HDL-c (mg/dl)	37	50
Triglicéridos (mg/dl)	260	130
Índice colesterol/HDL-c	6,1	3,86
Ácido úrico (mg/dl)	5,4	4,8

**Tabla 50. Comparación de las variables clínicas, morfológicas y funcionales.**

Variables	Estudio inicial	Posterior al programa de 24 semanas
Peso (kg)	75,0	62,5
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	29,3	24,4
Reducción del peso corporal (%)	-	16,7
Circunferencia abdominal (cm)	94	83
Grasa corporal (%)	34,6	25,2
Presión arterial reposo (mmHg)	135/90	120/80
Test de Bruce. VO <sub>2</sub> máx./kg	27,9	38,0
ml O <sub>2</sub> /kg/min. Valoración AHA	Deficiente	Bien
Test de caminata de 3 km.	31'50"	29'15"
Valoración	Regular	Bien
Semana	Semana 8	Semana 23

El cambio observado en los indicadores de salud en las tablas 49 y 50 fueron muy favorables, disminuyendo un porcentaje considerable del RCV, desapareciendo el síndrome metabólico, mejorando la protección cardiaca y disminuyendo el riesgo inmediato a padecer diabetes del tipo 2. Durante la intervención mejoraron de forma importante los perfiles lipídico y glucémico, así como la presión arterial. El IMC disminuyó también de forma considerable, pasando de la clasificación de sobrepeso grado 2, muy próxima a la obesidad, a la clasificación de normopeso, al finalizar las 24 semanas.

Su condición física aeróbica y global mejoró de forma notable, como se evidencia en los resultados de los valores obtenidos mediante los protocolos de Bruce modificado, en los test de caminata de 1 y 3 km y en el de trote de 3 km. La combinación saludable del programa aeróbico y de una dieta restrictiva y equilibrada permitió que gradual y saludablemente redujera 12,5 kg en 24 semanas, a un promedio aproximado de 0,5 kg/semana.

Del total del peso disminuido, 10,25 kg fueron a expensas de la grasa corporal que representó el 82% y que confirma la eficacia del programa. Fue una paciente disciplinada y voluntariosa en extremo, lo que ayudó a que el programa fuera tan efectivo. En la semana 20 decidimos aumentar la ingesta calórica a 2.000 kcal/día, ya que se había incrementado la duración y la intensidad del ejercicio. Cuando inició la ac-

tividad física abandonó el tabaco. La paciente es consciente de que es portadora de RCV de moderado a alto y de que en el futuro tiene mayores posibilidades de padecer diabetes del tipo 2 y de enfermedad cardiovascular. Esto fue, al parecer, lo que definió la sistematicidad y responsabilidad con que asumió su nuevo estilo de vida, concienciándose de que esta es la forma más segura de prevenir o de lenticificar la aparición de estas enfermedades.

### **9.1.4 Análisis de los resultados de los protocolos de Bruce modificado y de los estudios de campo**

Por medio de este ejemplo, y aprovechando la información presentada en las tablas 51, 52, 53 y 54, se han mostrado los interesantes cambios de la adaptación fisiológica al programa de desarrollo de la CF cardiorrespiratoria-metabólica.

Como ya se expuso, se inició un programa II, que fue ajustado sobre la marcha según la respuesta fisiológica de la paciente, adecuándolo a un programa III. A partir de la semana 17 se fue introduciendo, en determinadas sesiones semanales, la modalidad trote-carrera en pista y en cinta en el gimnasio, combinándola en la misma sesión con la caminata o utilizando estas modalidades indistintamente en días de la semana. Desde la semana 12 se fue adicionando, en el gimnasio, entrenamiento para el desarrollo de la CF isotónica de fuerza.

En la tabla 51 presentamos el comportamiento funcional del protocolo de Bruce modificado (ver tabla 33, capítulo 6), realizado en dos ocasiones, la primera antes de iniciar el programa y la segunda inmediatamente en la semana siguiente al culminar el programa. Es significativo que a medida que transcurría su ejecución, fueron mejorando todos los indicadores: el incremento del consumo máximo de oxígeno relativo ante un esfuerzo mayor, con una respuesta hemodinámica más fisiológica y económica, y a pesar de tener que vencer el esfuerzo mayor dado por los estadios y el tiempo de duración del test. Paralelamente se mejoraba su estado de salud, disminuyendo el RCV y metabólico, como se puede constatar en las tablas 49 y 50. El  $VO_2$  máx./kg aumenta considerablemente por dos motivos: uno, por la mejora del consumo máximo de oxígeno absoluto y otro, por la disminución del peso corporal.

Para la obtención del  $VO_2$  máx./kg se utilizó la fórmula presentada en el capítulo 6, y que se utiliza en los protocolos de Bruce para el sexo femenino:

$$VO_2 \text{ máx./kg} = (\text{tiempo en minutos} \times 3,36) + 1,06$$

En la tabla 52 aparecen los resultados de los diferentes test aplicados. Observamos cómo, a medida que transcurre el programa aeróbico, mejora de forma importante la condición física global, superando por consiguiente el tiempo realizado en una misma distancia.

En la tabla 53 se presentan los valores del test de caminata de 3 km, que es una prueba de carácter submáximo (ver tabla 38 del capítulo 6). Se comparan los estudios de la 8.<sup>a</sup> semana con los de la semana 23, o sea, la penúltima del programa.

**Tabla 51. Protocolo de Bruce modificado. Estudio comparativo de variables.**

Variables	Estudio inicial antes del programa	Una semana posterior a la culminación del programa de 24 semanas
Culminación del test en cuanto al estadio y minutos	Antes de culminar el estadio 3, en el 8.º minuto	Antes de culminar el estadio 4, en el 11.º minuto
FC reposo	88 lat./min	70 lat./min
FC máxima programada	182	182
FC durante el test	179	184
% FC máx.	98,3%	101,0%
FC recuperación al 5.º minuto en comparación con la FC máx. del test	143 lat./min (79,8%)	118 (64,1%)
PA reposo	135/90 mmHg	120/80 mmHg
PA al culminar el test	210/115	210/85
PA diferencial al culminar el test	95	125
PA media al culminar el test	146,7	126,7
PA recuperación al 6.º	160/95	140/80
Alteraciones en el ECG durante el test de Bruce	Arritmia supraventricular moderada y ventricular dispersa	Arritmia supraventricular dispersa en el 90%, posteriormente desaparece
Síntomas durante el test	-	-
VO <sub>2</sub> máx.	2.092,5 ml O <sub>2</sub> /kg/min	2.375,0
VO <sub>2</sub> máx./kg	27,9 ml O <sub>2</sub> /kg/min Deficiente según AHA	38,0 Bien según AHA
MET	9,3	12,7
Pulso de oxígeno	11,7 ml de O <sub>2</sub> /sístole ventricular	12,8

Recordar que pulso de oxígeno (PO<sub>2</sub>) se obtiene por la fórmula:

$$PO_2 = VO_2 \text{ máx. en ml/FC durante un test máximo}$$

Aprovechamos también para recordar cómo obtenemos la presión arterial media:

$$\text{Presión arterial media (PAM)} = \frac{\text{PA sistólica} + (2 \times \text{PA diastólica})}{3}$$

Como se disponía de las condiciones organizativas y materiales pudimos realizar controles aplicando diferentes estudios de campo, combinando test de caminata y de trote-carrera durante las 24 semanas y combinando modalidades de ambos grupos.

**Tabla 52. Test de campo mediante los test de caminata y de trote-carrera.**

Test de caminata o trote-carrera	Semana del programa en la que se realiza	Tiempo y evaluación
Caminata de 1 km	1. <sup>a</sup>	11'03" regular
Caminata de 1 km *	8. <sup>a</sup>	10'00" bien
Caminata de 3 km *	8. <sup>a</sup>	31'50" regular
Caminata de 3 km	16. <sup>a</sup>	31'02" bien
Caminata de 3 km	19. <sup>a</sup>	29'52" bien
Caminata de 3 km	23. <sup>a</sup>	29'15" bien
Trote-carrera de 3 km	18. <sup>a</sup>	20'35" regular
Trote-carrera de 3 km	24. <sup>a</sup>	17'20" bien

\* Aprovechamos la realización del test de caminata de 3 km de la 8.<sup>a</sup> semana, para valorar nuevamente el comportamiento en la distancia de 1 km.

**Tabla 53. Test de caminata de 3 km. Estudio comparativo de variables.**

Variables	En la semana 8. <sup>a</sup>	En la semana 23. <sup>a</sup>
Tiempo realizado en los 3 km. de caminata	31'50'' regular	29'15'' bien
VO <sub>2</sub> submáximo/kg	18,8 ml O <sub>2</sub> /kg/min	20,5
MET	5,37	5,85
Velocidad (km/h)	5,65	6,12
FC reposo (lat./min)	82	72
FC test	132	124
% FC máx. (182 lat./min)	72,5%	68%
FC recuperación al 5.º minuto en comparación con la FC submáx. del test	95 (71,9%)	76 (61,3%)
PA reposo (mmHg)	130/85	120/80
PA posterior al test	140/85	130/75
PA al 6.º minuto de la recuperación	130/80	120/80

Recordar que el VO<sub>2</sub> obtenido y que aparece en la tabla 52 resulta de la fórmula del ACSM que presentamos en el capítulo 6:

$$\text{VO}_2 \text{ máx./kg} = \frac{(\text{Distancia en m} \times 60 \times 0,2) + 3,5}{\text{Tiempo en segundos}} = \text{ml O}_2/\text{kg/min}$$

Esta fórmula es aplicable tanto para test máximo como para uno submáximo. El test que nos ocupa en este caso es submáximo.

La velocidad de traslación se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{Distancia en metros}}{\text{Tiempo en segundos}} = \text{m/s}$$

Si queremos expresar la velocidad de traslación en km/h, se multiplican los m/s por la constante 3,6, como se explicó en el capítulo 2.

Según los criterios de clasificación adoptados le corresponde en la semana 8 una valoración de regular o promedio, y en la penúltima una valoración de bien.

Existe una mejora no sólo en el tiempo, sino también en los indicadores fisiológicos como consecuencia de las adaptaciones crónicas al ejercicio.

En la tabla 54 se puede observar la respuesta fisiológica al test de trote-carrera de 3 km (ver tabla 40 del capítulo 6), que podemos considerarlo como un test máximo, a partir de los valores alcanzados de FC en los dos test aplicados que se muestran en la tabla 54. Comparamos los estudios realizados en la semana 18 y en la semana 24. Al igual que en la tabla 54, existe una mejora no sólo del tiempo sino también de los indicadores fisiológicos, debido a las adaptaciones crónicas al ejercicio. En la tabla 54, como en la 53, se evidencia que la frecuencia cardiaca y la presión arterial tienen mejores valores tanto en condiciones de reposo como durante el ejercicio y en la recuperación.

Al ser una prueba de exigencia máxima, podemos extrapolar los valores obtenidos de VO<sub>2</sub> máx./kg durante los test de campo a los criterios de clasificación del AHA (tabla 7, capítulo 1). Ambos comportamientos alcanzan valoraciones de bien, pero en el se-

gundo test se aprecia un comportamiento superior, pese a tener sólo 7 semanas más de desarrollo de la CF aeróbica. Se aplicó la fórmula del Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) para la obtención del consumo máximo de oxígeno.

**Tabla 54. Test de trote-carrera de 3 km. Estudio comparativo de variables.**

Variables	En la semana 18	En la semana 24
Tiempo realizado en los 3 km. de trote-caminata	20'35" regular	17'20" bien
VO <sub>2</sub> máx./kg	29,1 ml O <sub>2</sub> /kg/min	34,6 bien
MET	8,31	9,88
Velocidad (km/h)	8,74	10,38
FC reposo (lat./min)	74	70
FC máx.	182	182
FC test	177	186
% FC máx. (182 lat./min)	97,2%	102,2%
FC recuperación al 5.º minuto en comparación con la FC submáx. del test	132 (74,5%)	120 (64,5%)
PA reposo (mmHg)	125/80	120/80
PA posterior al test	190/85	190/80
PA al 6.º minuto de la recuperación	145/80	130/75

Podemos concluir afirmando que la paciente ha evolucionado muy favorablemente observándose los efectos de la actividad física. Al finalizar este primer programa, ha dejado de estar incluida en la clasificación del síndrome metabólico; no obstante, según sus antecedentes, no se descarta que pueda revertir nuevamente a esta situación, así como que existan posibilidades de riesgo de DM tipo 2 y de enfermedad cardiovascular. Queda pendiente mejorar la circunferencia abdominal para disminuir el riesgo por obesidad androide y para ello debe incrementar la cantidad de ejercicios abdominales en el nuevo programa.

Ha sido positiva la mejora del perfil del lipidograma, así como de los valores de glucemia, de presión arterial, de peso corporal y de su composición con la reducción del porcentaje de grasa corporal. Se ha producido una notable mejora de las variables hemodinámicas y del incremento marcado del VO<sub>2</sub> máx./kg, y su equivalente metabólico en MET.

El nuevo programa de 24 semanas se ajustará a las nuevas condiciones biológicas y clínicas.

Por ejemplo, la nutrición podrá reorientarse, pudiéndose aproximar a una dieta normocalórica. Y el programa de ejercicio, podría alternar la modalidad de caminata con la de trote, y reduciendo, incluso, las sesiones del ejercicio a 5 frecuencias a la semana, con una intensidad de entre el 60 y el 85% de la FC máx. y con una duración de entre 30 y 45 minutos por sesión, y llegando, en ocasiones, a caminar hasta 60 minutos. Deben incluirse en este nuevo programa otras actividades, como el desarrollo mayor de la fuerza isotónica, insistir en los ejercicios abdominales, practicar su disciplina deportiva, el tenis o pádel, y realizar, entre otras, modalidades aeróbicas como bicicleta, natación, baile aeróbico.

Es necesario continuar insistiendo en la necesidad de mantener el estilo de vida adoptado para el mejor control de su enfermedad y salvaguardar mejores expectativas de vida.

## 9.2 Varón diabético con RCV moderado

- Varón de 47 años, ingeniero proyectista, diabético, con hábitos de alimentación no adecuados y sedentario.
- *Antecedentes patológicos familiares (APF)*: madre y hermano mayor con DM tipo 2. Ambos padecen obesidad, hipertensión y dislipidemia. Madre fallecida por infarto cerebrovascular y hermano hace 3 años con un IAM.
- *Antecedentes patológicos personales (APP)*: portador de diabetes tipo 2 no compensada debidamente y obesidad leve. No fumador, con 95 kg de peso, estatura de 1,77 m. El paciente no tiene buenos hábitos de alimentación, ingiere con cierta frecuencia bebidas alcohólicas, principalmente cerveza acompañando a la comida. Presenta un IMC de 30,5 kg/m<sup>2</sup> y una circunferencia abdominal de 114 cm. Grasa corporal de 31,2%. En los resultados de laboratorio clínico: glucemia basal de 138 mg/dl, colesterol 220 mg/dl, HDL-c 34 mg/dl, triglicéridos 194 mg/dl, Hb glucosilada 8,2%. Hipertensión arterial: 140/95 mmHg. No se observa cardiopatía isquémica ni ninguna alteración de relevancia en el ECG de reposo ni durante la prueba de esfuerzo. La ergometría funcional según el protocolo de Bruce culminó en el 102% de su FC máx. Presentó respuesta hipertensiva durante el test. La condición física fue clasificada de regular o de promedio para su grupo de edad y sexo con valores del VO<sub>2</sub>/kg de 27,1 ml/kg/min, relativamente deficiente (20-26,9) (ver tabla 8 de la AHA en el primer capítulo). Para la diabetes, se le administra una combinación de insulina + metformin, debido a la falta de control de la glucemia, y para la HTA un antihipertensivo de la familia del sartan (ECA-2).
- **Diagnóstico**: diabético tipo 2, obeso, con síndrome metabólico y RCV elevado. Los hallazgos del estudio incrementan considerablemente el RCV diagnosticado por que existe un alto riesgo de enfermedad cardiovascular y de complicaciones propias de la diabetes mellitus tipo 2 al no estar compensada.

### 9.2.1 Programa personalizado de nutrición saludable

Aplicando la fórmula para el cálculo del metabolismo basal, según la de Harris-Benedict (tabla 27 del capítulo 6) y la necesidad energética mediante la fórmula de la FAO-OMS (tabla 28 del capítulo 6):

---

$$\text{MB hombres} = 66 + (13,7 \times P) + (5 \times A) - (6,8 \times E)$$

$$\text{MB} = 66 + (13,7 \times 95 \text{ kg}) + (5 \times 177) - (6,8 \times 47) = 1.933 \text{ kcal/día}$$

---

Calculando la necesidad energética para una persona de actividad ligera:

$$\text{NE} = \text{MB} \times 1,55 = 1.933 \times 1,55 = 3.000 \text{ kcal/día}$$

Como se trata de una persona obesa que necesita disminuir de peso, se le indica una restricción dietética inicial de 500 kcal/día, por lo que su dieta quedará sobre

los **2.500 kcal/día**, lo que le permitirá, unido al programa de ejercicio, disminuir aproximada y saludablemente entre 0,5 y 0,7 kg/semana.

Se actuó sobre el paciente, trasmitiéndole las recomendaciones para una alimentación saludable, similares a las presentadas en el epígrafe 2 del capítulo 6, basadas en los criterios de la OMS.

### 9.2.2 Programa de 24 semanas de CF aeróbica

Considerando el estado de salud, la edad y la CF aeróbica inicial del paciente, se le ha podido clasificar dentro del grupo 2, por lo que se le indicó el programa II de CF cardiorrespiratoria-metabólica. Desde inicios del programa II se le aplicó el criterio, al igual que en el caso anterior, dependiendo de la respuesta al ejercicio y a la restricción alimentaria, de que se podían ir introduciendo algunas modificaciones del programa, sobre todo en cuanto a la duración del ejercicio aeróbico y a la frecuencia de las sesiones en la semana. En realidad así ocurrió, y el paciente fue evolucionando muy bien y mostrando voluntad y ganas de enfrentar su situación de salud. A partir de la semana 13 se incrementó la duración y la distancia a recorrer en la modalidad de caminata. A partir de la semana 18 se incluyeron además algunos estímulos con la modalidad de trote, aunque siempre de forma conservadora y no permitiendo que la intensidad del ejercicio sobrepasara el 75% de la FC máx., ya que se trata de un paciente diabético e hipertenso. A partir de la semana 14 se comenzó el desarrollo de la fuerza isotónica. El programa que aparece en la tabla 55 se realizó en el gimnasio del Centro de Medicina del Deporte y en la pista de atletismo de la Universidad.

**Tabla 55. Programa II de CF cardiorrespiratoria-metabólica.**

Programa II	Semanas	% FC máx.	Tiempo minutos	Frecuencia semanal
Etapa de acondicionamiento	1-2	54-60%	10-12	3-4
	3-4	54-60%	14-16	4-5
	5-6	54-60%	20-22	4-6
Etapa de mejora aeróbica	7-8	54-60%	26-28	4-6
	9-10	60-65%	32-34	5-7
	11-12	60-65%	38-40	5-7
	13-14	60-70%	44-48	5-7
	15-16	60-70%	52-56	5-7
	17-18	60-75%	60	5-7
	19-20	60-75%	60	5-7
	21-22	60-75%	60	5-7
23-24	60-75%	60	5-7	

### 9.2.3 Estudio comparativos de las variables biológicas del paciente

A continuación, en las tablas 56 y 57, aparecen los cambios tan favorables que el paciente presentó al completar con esfuerzo el programa personalizado de ejercicios. No cabe duda de que la actividad física con predominio aeróbico y una ali-

mentación restrictiva y saludable fueron decisivas. Durante la realización del programa el paciente estuvo permanentemente acompañado en consultas médicas y de enfermería, siguiendo su evolución a través de los valores de la FC, la PA, el peso corporal, el cálculo del IMC, la circunferencia abdominal y la evaluación de los test de campo, entre otros. Se incluyeron en la semana 12 estudios de laboratorio clínico.

Para el debido control, durante la intervención de 24 semanas, se aplicaron los test programados para el programa II: en la primera semana el de 1 km; en la semana 9.<sup>a</sup> el de los 3 km, en que se aprovecha para controlar nuevamente el tiempo realizado en la distancia de 1 km, y se repiten los test de 3 km en las semanas 16 y 24. A continuación se presentan ambas tablas, la 56 y la 57:

**Tabla 56. Comparación de las variables hemoquímicas.**

Variables	Estudio inicial	Posterior al programa de 24 semanas
HbA1c (%)	8,2	5,6
Glucemia basal (mg/dl)	138	96
Colesterol total (mg/dl)	220	182
LDL-c (mg/dl)	147	111
HDL-c (mg/dl)	34	42
Triglicéridos (mg/dl)	194	145
Índice colesterol/HDL-c	6,5	4,3
Triglicéridos/HDL-c	5,7	3,4
Ácido úrico (mg/dl)	6,6	6,0

**Tabla 57. Comparación de las variables clínicas, morfológicas y funcionales.**

Variables	Estudio inicial	Posterior al programa de 24 semanas
Peso (kg)	95,5	83,2
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	30,5	26,6
Pérdida de peso corporal (kg)	-	12,2 kg
Reducción del peso corporal (%)	-	12,8%
Circunferencia abdominal (cm)	119	97
Grasa corporal (%)	31,2	22,3
Presión arterial reposo (mmHg)	140/95	125/80
Protocolo de Bruce modificado	27,1 regular	39,9 bien
VO <sub>2</sub> máx./kg	102% FC máx.	100% FC máx.
ml O <sub>2</sub> /kg/min		
MET	7,74	11,4
Test de caminata de 3 km	31'25"	28'50"
Valoración	Bien	Bien
Semana	Semana 9	Semana 24

En la tabla 56 se pueden apreciar cambios muy favorables con la mejora del perfil de los lípidos y de la glucemia.

Observamos en la tabla 57, regreso a valores normales, quedando aún, en zona de pequeño riesgo la circunferencia abdominal, que ha pasado de obesidad an-



droide a riesgo de obesidad androide. El IMC se ha transformado de obesidad leve a sobrepeso grado 1 y el porcentaje de grasa corporal ha pasado de obesidad a sobrepeso. Se ha logrado una reducción de peso de 12,3 kg, correspondiendo al 84% de grasa corporal por cada kilogramo de peso corporal perdido, lo cual es ideal para los programas de reducción de peso. Se perdió peso saludablemente a un ritmo de 0,5 kg/semana. La presión arterial se normalizó y el consumo de oxígeno relativo pasó de evaluación de regular muy próxima a deficiente, según la clasificación del AHA (tabla 8, capítulo 1). En este caso, el paciente llegó sólo al primer minuto del tercer estadio, o sea, sólo venció 7 minutos de la prueba de esfuerzo cardiovascular antes de iniciar el programa. Al culminar las 24 semanas logró ya la evaluación de bien, incrementando de forma notable el  $VO_2$ /kg/min en 12,2 ml, que es equivalente a un aumento de 3,66 MET. La eficiencia biológica y mecánica en el test de caminata de 3 km, pasó de un tiempo inicial de 31 min 25 s a un tiempo al final de 28 min 50 s, mejorando su traslación en 2 min 35 s.

Para el cálculo del  $VO_2$  máx./kg a partir del protocolo de Bruce modificado, se utilizó la siguiente fórmula para hombre sedentario:

$$VO_2 \text{ máx./kg} = (\text{tiempo en minutos} \times 3,29) + 4,07$$

y la utilizada al finalizar el programa para hombre activo:

$$VO_2 \text{ máx./kg} = (\text{tiempo en minutos} \times 3,78) + 0,19$$

Se puede afirmar que en este paciente diabético también concurren los efectos favorables de la adaptación crónica al ejercicio, que se podrían evidenciar a través de tablas similares a las presentadas en el caso anterior, pero que no mostramos para evitar repeticiones, en cuanto a indicadores, valoraciones, criterios, etcétera. Al finalizar el primer programa, en este paciente se evidencia, según sus nuevas características, su exclusión del síndrome metabólico. No obstante, insistimos en que, de acuerdo con sus antecedentes, y si se abandona el estilo de vida adoptado, puede revertir a la situación anterior. Únicamente han quedado por mejorar tres indicadores: IMC, circunferencia abdominal y LDL-c.

El nuevo programa será ajustado a sus nuevas condiciones biológicas y clínicas. Por ejemplo, la nutrición podrá reajustarse de tal manera que, según sus necesidades, quede próxima a una dieta normocalórica. Con respecto al programa de ejercicio físico, se alternaría la modalidad de caminata con la de trote, pudiéndose reducir las sesiones del ejercicio a 5 frecuencias a la semana, con una intensidad próxima al 75% de la FC máx., aunque lo ideal, al ser diabético, es que realice la actividad física de forma diaria. La duración del ejercicio debe ser entre 30 y 50 minutos por sesión, llegando en ocasiones a caminar hasta 60 minutos, aunque recordando lo imprescindible que es mantener adecuadamente la hidratación y la toma de los suplementos de hidratos de carbono.

En el nuevo programa debe incluirse el desarrollo de la fuerza isotónica, y seguir insistiendo en los ejercicios abdominales con la finalidad de disminuir la grasa abdominal, seguir reduciendo el riesgo de la obesidad androide, así como mejorar la

estabilidad de la columna. Se recomienda alguna actividad deportiva de preferencia como el fútbol-sala, tenis, pero de forma no competitiva y moderada, así como la práctica de otras modalidades como natación y bicicleta, recordando su condición de paciente diabético. A un paciente de este tipo, por su edad y condición actual de salud y CF global, se le puede sugerir el practicar, además, deportes como el pádel o el golf, si ello fuera de su interés.

Al paciente, en la semana 13, le fue retirado el tratamiento con insulina al lograr compensar la enfermedad, que ya se estaba reduciendo a partir de la semana 4.<sup>a</sup> Al comienzo de la semana 19 se le disminuyó a la mitad la dosis del metformin como hipoglucemiante y le fue suspendido el valsartán como hipotensor. Al final de este primer programa de actividad física se le sugirió suspender el consumo de metformin.

Es necesario concienciar a la persona de la necesidad de mantener este estilo actual de vida de forma permanente como vía idónea para el mejor control de la diabetes y de sus complicaciones.

Indudablemente, el paciente evolucionó muy favorablemente con la introducción de la actividad física aeróbica, observándose sus efectos y los de una nutrición sana, como queda evidenciado científicamente.

### 9.3 Breves conclusiones de los dos ejemplos

Podemos afirmar que la mejoría tan significativa de los dos ejemplos se debe a una adecuada intervención médica y a una sensibilidad muy alta de los pacientes, lo cual permitió hacer una modificación importante en los estilos de vida correspondientes de cada uno. En muchas ocasiones, pese a que la intervención de salud sea buena, los pacientes no responden con esa disciplina. Estos pacientes han sido atendidos por mí y mi grupo de trabajo, y podemos evidenciar que la mejoría del cuadro de salud, desde el punto de vista clínico, hemoquímico, fisiológico y morfológico, no sólo es por haber introducido la actividad física, sino por una modificación saludable y de forma personalizada del estilo de vida, donde la nutrición balanceada y el ejercicio se convierten en dos baluartes importantes de la salud, unido a la eliminación de otras adicciones, como son el tabaquismo y la ingesta de bebida alcohólica.

## 10. Diferentes situaciones relacionadas con los programas de actividad física aeróbica

### 10.1 Presentación de casos clínicos

Los casos clínicos que se presentan están extraídos de la realidad, a forma de ejemplo, y están relacionados con las soluciones expuestas en la tabla 58.

**Paciente 1. Mujer diabética tipo 2, de 52 años, sedentaria, con obesidad moderada, síndrome metabólico, hipertensión grado 1, portadora de RCV elevado.**

Presenta ciertas dificultades para lograr compensar sus valores de glucemia, al no llevar un estilo de vida sano. En la ergometría funcional máxima presenta como resultado valores de  $VO_2$  máx./kg con categoría de deficiente, llegando al 94% de la FC máx. Presentó reacción hipertensiva durante el test de Bruce, aunque no se diagnostica isquemia coronaria.

¿Qué tipo de programa le corresponde?

---

**Paciente 2. Varón de 55 años, dado de alta de la fase I de rehabilitación cardiovascular posterior a un infarto agudo de miocardio que ha evolucionado bien.**

Se le realiza una ergometría submáxima mediante el protocolo de Bruce submáximo, hasta el 85% de la FC máx., observándose dos extrasístoles ventriculares diseminadas con buena recuperación. Presenta valores promedios de  $VO_2$  máx./kg, pese a ser un test submáximo.

Se propone el programa adecuado para iniciar la rehabilitación de la fase II por 24 semanas.

---

**Paciente 3. Mujer hipertensa grado 2 controlada, de 54 años, con sobrepeso y que hace 1 año se le ha instalado la menopausia.**

En la ergometría funcional máxima presenta como resultado valores promedio de  $VO_2$  máx./kg, llegando al 97% de la FC máx. Presentó reacción hipertensiva durante el test de Bruce. No es positivo de cardiopatía isquémica.

¿Qué tipo de programa le corresponde?

---

**Paciente 4. Varón saludable de 65 años, sin dificultades para la locomoción, activo, normopeso.**

En la ergometría funcional máxima presenta un  $VO_2$  máx./kg, clasificado de bueno, llegando solo al 90% de la FC máx., siguiendo el criterio médico conservador.

¿Qué tipo de programa le corresponde?

---

**Paciente 5. Varón de 65 años, sedentario, con obesidad moderada y RCV elevado.**

En la ergometría funcional se observa isquemia coronaria con depresión de 2 mm del ST en el 88% de la FC máx. Valores deficientes de  $VO_2$  máx./kg, con respuesta hipertensiva durante el test de Bruce, observándose durante la recuperación extrasístoles ventriculares aisladas. Se le indica ecocardiografía con estrés, confirmándose el resultado. Se diagnostica la cardiopatía isquémica.

¿Qué tipo de programa le corresponde? ¿Cómo calcular el pulso de entrenamiento de seguridad para este paciente? Proponer el diseño del programa.

---

**Paciente 6. Mujer de 59 años, sedentaria, con angina de pecho inestable, con función de eyección ventricular izquierda < 30%.**

¿Qué tipo de programa le corresponde?

---

**Paciente 7. Mujer de 52 años, con poca actividad física, con síndrome metabólico y RCV moderado.**

En la ergometría funcional máxima presenta como resultado un  $VO_2$  máx./kg calificado de bien, llegando al 100% de la FC máx., con reacción hipertensiva al esfuerzo.

¿Qué tipo de programa le corresponde?

---

**Paciente 8. Mujer de 55 años, activa, saludable, normopeso y en periodo menopáusico.**

En la ergometría funcional máxima presenta valores de  $VO_2$  máx./kg de resultado excelente.

¿Qué programa le corresponde?

---

**Paciente 9. Varón diabético tipo 2 no controlado, de 66 años, con cuadros frecuentes de hipoglucemia e hiperglucemia, acompañado en ocasiones de cuerpos cetónicos y microalbuminuria. Hipertensión grado 2, portador de cardiopatía isquémica.**

En la ergometría funcional máxima presenta como resultado un  $\text{VO}_2$  máx./kg deficiente, con zona isquémica en el 80% de la FC máx.

¿Qué tipo de programa le corresponde? Proponer el diseño.

---

**Paciente 10. Varón diabético de 55 años que debe iniciar, según criterio médico, la fase II de rehabilitación cardiovascular postinfarto de miocardio.**

En la ergometría funcional submáxima se observa isquemia coronaria en el 83% de la FC máx., y presenta un  $\text{VO}_2$  máx./kg muy deficiente, lo que es lógico en la etapa de rehabilitación en que se encuentra.

¿Qué tipo de programa de actividad física le corresponde? ¿Cómo calcular el % de la FC máx. pertinente?

---

**Paciente 11. Varón diabético tipo 2 controlado, de 48 años, sedentario, con obesidad leve, portador de RCV moderado.**

Se solicita cita para realizar prueba de esfuerzo cardiovascular, pero no existe disponibilidad hasta, al menos, dentro de 3 meses.

¿Qué tipo de programa le corresponde?

---

**Paciente 12. Varón hipertenso grado 2 controlado, de 46 años, con sobrepeso grado 1, poco activo.**

Se solicita cita para realizar prueba de esfuerzo cardiovascular, pero no existen posibilidades hasta dentro de 2 meses.

¿Qué tipo de programa le corresponde?

---

**Paciente 13. Varón de 37 años, saludable, que en ocasiones practica actividad física, con un IMC de 26,8 kg/m<sup>2</sup>.**

¿Qué tipo de programa le corresponde?

---

**Paciente 14. Mujer diabética insulino dependiente controlada, de 21 años, normopeso, estudiante universitaria, de actividad moderada.**

¿Qué tipo de programa le corresponde?

---

**Paciente 15. Varón saludable de 24 años con sobrepeso (IMC 26,7), pero a expensas de un peso magro, por practicar fisiculturismo 5 veces a la semana. No realiza ningún otro tipo de ejercicio. Antecedentes de padre y hermano mayor hipertensos.**

¿Qué tipo de programa le corresponde?

---

**Paciente 16. Mujer saludable de 18 años, que practica judo 2 veces a la semana. Antecedente de madre obesa y con diabetes de tipo 2 controlada.**

¿Qué tipo de programa le corresponde?

---

**Paciente 17. Varón adolescente, estudiante, de 13 años, obeso, sedentario, con antecedente de padre hipertenso y diabético tipo 2.**

¿Qué tipo de programa le corresponde?

---

**Paciente 18. Varón de 62 años, sedentario, con RCV elevado, incluido síndrome metabólico, presenta obesidad moderada.**

No le es posible de inmediato hacer prueba de esfuerzo cardiovascular.

¿Qué tipo de programa le corresponde?

---

**Paciente 19. Varón de 75 años, activo, normopeso, hiperuricemia.**

¿Qué tipo de programa le corresponde?

**Paciente 20. Mujer de 32 años, normopeso, que trabaja como mensajera de correo, por lo que es una persona activa por su propio trabajo, con hipercolesterolemia de 220 mg/dl, y con buen nivel HDL-c de 55 mg/dl, para un índice colesterol total/HDL-c de 4.**

¿Qué tipo de programa le corresponde?

## 10.2 Relación entre los casos clínicos presentados y los programas personalizados de ejercicio

A continuación, en la tabla 58, se organizan de forma resumida y a manera de comprobación, las preguntas derivadas de los casos clínicos presentados, con las res-

**Tabla 58. Resumen solución de casos clínicos.**

Preguntas	Respuestas según se considere	
	Grupo de población en el que clasifica el paciente según sus características	Programa de ejercicio a prescribir
Caso 1	Grupo 1	Programa I
Caso 2	Grupo 2	Programa II
Caso 3	Grupo 3	Programa II
Caso 4	Grupo 3	Programa III
Caso 5	Grupo 1	Programa I
Caso 6	No, debido a los problemas serios de salud.	No
Caso 7	Grupo 3	Programa III
Caso 8	Grupo 4	Programa IV
Caso 9	No, debido a los problemas serios de salud.	No
Caso 10	Grupo 1	Programa I
Caso 11	Grupo 3	Programa III
Caso 12	Grupo 2	Programa II
Caso 13	Grupo 4	Programa IV
Caso 14	Grupo 4	Programa IV
Caso 15	Grupo 5	Programa IV
Caso 16	Grupo 5	Programa IV
Caso 17	Grupo 3	Programa III
Caso 18	Grupo 1	Programa I
Caso 19	Grupo 2	Programa II
Caso 20	Grupo 5	Programa IV

puestas a las mismas, teniendo en cuenta los grupos en que se clasifican estos pacientes y el tipo de programa de ejercicio a recomendar según su perfil de salud y de vida.

## 11. Estudio de intervención en la Atención Primaria. Curso de formador de formadores

A continuación, presentaremos parte de nuestra experiencia en estudios de intervención, así como en la docencia y en la investigación con respecto a la importancia de la actividad física en la prevención y tratamiento del RCV, la enfermedad cardiovascular y metabólica. Consideramos que ello pudiera ser de interés para diferentes áreas de la sanidad y del deporte, pero sobre todo para la Atención Primaria; es una pequeña contribución que deseamos hacer de forma modesta a nuestros colegas de la salud y de la actividad física.

### Observaciones

Lograr compensar los valores de glucemia con una adecuada relación alimentación y ejercicio.

-

Valorar, en el transcurso, incluir elementos del programa III.

-

Se considera el 84% de la FC máx. como el 100%, a causa de la isquemia detectada.

Sólo pequeños estímulos, bajo monitorización médica. Cuando exista criterio, se podría iniciar el programa I.

-

-

Necesario compensar la DM tipo 2 y atender la CI. Una vez que se estabilice, se podría prescribir el programa I.

Se considera el 85% de la FC máx. como el 100%, debido a la isquemia detectada.

Tener en cuenta que no debe pasar del 75% de la FC máx.

Realizar prueba de esfuerzo cardiovascular cuando corresponda.

Valorar, en el transcurso del programa, incluir elementos del programa III. Realizar la prueba de esfuerzo cardiovascular cuando corresponda.

-

Tener en cuenta que no debe sobrepasar del 75% de la FC máx. frecuentemente. Diabéticos jóvenes activos e insulinodependientes, en ocasiones sobrepasan este valor. Cuando esto ocurra, deben finalizar su entrenamiento con una carga de resistencia generativa (entre el 60 y el 70% de la FC máx.).

Importante incluir CF aeróbica 3 ó 4 veces a la semana.

Importante incluir CF aeróbica 3 veces a la semana.

Valorar, en el transcurso del programa, el incluir elementos del programa III.

Tan pronto como sea posible, realizar prueba de esfuerzo cardiovascular.

-

Importante incluir CF aeróbica 3 veces a la semana, así como desarrollar 2 veces a la semana la CF de fuerza isotónica.

## 11.1 Estudio de intervención en la Atención Primaria de salud

A continuación, presentamos la propuesta que hicimos en el mes de junio de 2010 al Instituto de Salud de la Consejería de Salud de Madrid, a partir de las reuniones de trabajo que efectuamos con anterioridad con la Dra. Maravillas Izquierdo, coordinadora del Plan de Salud Cardiovascular. Esta propuesta se fundamenta en los estudios de intervención en la Atención Primaria y en los proyectos de investigaciones que hemos dirigido en Cuba y en Brasil con buenos resultados, mostrando evidencias clínico-epidemiológicas en la mejora de la salud de la población estudiada.

Esta nueva propuesta tenía como finalidad iniciarla en el primer semestre de 2011. En el texto del proyecto que a continuación presentamos queremos aclarar que, cuando nos referimos a tres programas de actividad física, nos referimos precisamente a los de la CF aeróbica para los grupos 1, 2 y 3, es decir, serían los programas I, II y III, que hemos presentado anteriormente en las tablas 43, 44 y 45. La intervención que proponemos es la que debemos realizar en los Centros de Salud de la Atención Primaria para caracterizar a la población. Somos conscientes de que, en la actualidad, no resulta factible la realización de pruebas de esfuerzo cardiovasculares a todos los pacientes. En el estudio de intervención estarían comprendidos los test de campo en las modalidades de caminata y trote, conforme a las características de los tres programas que hemos presentado en este capítulo.

A continuación la propuesta del proyecto.

---

### TÍTULO DEL PROYECTO O ESTUDIO DE INTERVENCIÓN

**“Intervención en la prevención de la enfermedad cardíaca y reducción del RCV en la Atención Primaria en pacientes con sobrepeso y obesidad”**

Dr. Armando E. Pancorbo Sandoval

### RESUMEN

En la actualidad, los conceptos de actividad física, nutrición y salud se consideran, cada vez más, entrelazados entre sí y asociados a lo que concebimos como longevidad y calidad de vida, constituyendo una auténtica vía de enfrentamiento contra las enfermedades degenerativas crónicas y el proceso de envejecimiento.

El proyecto que ahora presentamos se vincula a la Atención Primaria para 100 pacientes con riesgo cardiovascular (RCV) de la ciudad de Madrid, con una calificación de riesgo (*score*) entre 3 y 6 o sea: de moderado a alto. Se estudiaría una población de 50 personas de ambos sexos en un grupo de edad comprendida entre los 50 y los 59 años, y que podría ser seleccionada en cinco Centros de Salud.

Al inicio, a mediados y al final de la investigación confeccionaremos la historia clínica completa y mantendremos el seguimiento con los estudios analíticos y cardiovasculares en reposo y durante el esfuerzo, y los test de campo a realizar en cada grupo.

La “intervención de salud” sobre los pacientes se efectuaría mediante acciones para mejorar su estilo de vida, concienciándoles de la importancia evidente de ser personas más activas mediante programas personalizados de actividad física, con predominio del desarrollo de la condición física cardiorrespiratoria-metabólica durante 24 semanas, de emplear una alimentación sana y de permanecer libre de adicciones como el tabaquismo.

El programa de actividad física personalizado a realizar en la intervención es de característica cardiorrespiratoria y metabólica durante 24 semanas, diseñado a partir de tres posibles opciones; fue realizado por el asesor principal de este estudio.

La “intervención de salud” sería coordinada principalmente por el personal de enfermería que, tras un curso de formación que impartiríamos, serían capaces de dosificar y controlar el programa de actividad física personalizado.

Antes de iniciar el estudio se impartiría un curso de actualización de 25 horas presenciales a los médicos de Atención Primaria, enfermeras y fisioterapeutas que participarían en la investigación y a otros que se convertirían en formadores en sus propias áreas de salud.

Profesionalmente tenemos experiencia en proyectos similares, lo que nos permite introducir de forma rápida los resultados en la Atención Primaria con un enfoque interdisciplinar.

Podemos considerar que el curso de formador de formadores se debería incluir como parte de este estudio de actuación.

## **HIPÓTESIS DEL ESTUDIO**

La prescripción de actividad física personalizada, con predominio del desarrollo de la condición física cardiorrespiratoria-metabólica, en la población con riesgo cardiovascular que se realiza con una intensidad de ejercicio de leve a moderada, mediante un programa de 24 semanas de forma estable, según las indicaciones del Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM), garantiza al grupo de población indicado efectos positivos de adaptaciones fisiológicas de carácter crónico. Permite reducir de forma importante el RCV e incrementa la variable del consumo máximo de oxígeno relativo ( $VO_2$  máx./kg), que actúa como un importante predictor de los incrementos de expectativa y de calidad de vida. En el proyecto que proponemos se confirmará que pacientes con valores más altos del  $VO_2$  máx./kg o de su equivalencia metabólica en MET, mejorarán sus indicadores de salud, aminorando el RCV global y en muchos casos disminuirá su calificación (*score*), bien sea en puntos dentro del mismo grupo o pasando a un grupo con menor RCV, especialmente los que se identificaron como de alto y moderado riesgo global al inicio del estudio. Todo ello favorecerá la disminución de las posibilidades de un evento cardiovascular y también, de forma independiente, los factores de riesgo cardiovascular.

Por otra parte, al inicio del estudio se obtendrán nuevos hallazgos de patologías y de RCV, que no se encuentran incluidos dentro de la escala SCORE, lo que incrementa aún más el RCV. Al culminar el programa de intervención de 24 semanas, muchos de estos hallazgos podrían desaparecer, tales como el sedentarismo, la obesidad o el síndrome metabólico, y otros podrían llegar a compensarse.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

- Contribuir a extender y dinamizar en la Comunidad, a través del estudio piloto que proponemos, la importancia de la actividad física en la población y la prescripción del ejercicio por el médico y la enfermera de Atención Primaria según el estado de salud, la edad y la condición física de los diferentes grupos de población.

### **Objetivos específicos**

- Confirmar el papel protagonista del profesional de enfermería de Atención Primaria en las acciones de educación y prevención de salud.
- Impartir como parte de este proyecto o estudio, un curso de formador de formadores, que permitiría actualizar a los profesionales de la Atención Primaria y que trabajaría en el estudio de actuación garantizando, a la vez, la reproducción del curso en las diferentes áreas de salud de la Comunidad de Madrid.
- Diagnosticar preventivamente al inicio en la población a estudiar, entre otros, nuevos elementos del RCV, incluido el síndrome metabólico, el bajo nivel de condición física y la diabetes mellitus tipo 2.
- Comprobar la alta incidencia del síndrome metabólico en pacientes con RCV en la población estudiada.
- Diagnosticar preventivamente la cardiopatía isquémica silente mediante la prueba de esfuerzo cardiovascular, evitando infartos del miocardio existentes sin conocimiento previo de los pacientes y de sus médicos.
- Demostrar que el desarrollo de la condición física cardiorrespiratoria-metabólica personalizada es la mejor dosis de ejercicio con la finalidad de hacer acciones de prevención, tratamiento y rehabilitación de la enfermedad cardiometabólica y del RCV.
- Confirmar la eficiencia de este modelo de intervención en la Atención Primaria para disminuir el RCV, así como la incidencia de enfermedades cardiovasculares y de la diabetes del tipo 2 que



permitiría en el futuro aplicar paulatinamente este modelo en la Comunidad de Madrid y servir de referencia para España.

- Disminuir el RCV de esta población al culminar la intervención de 24 semanas y mejorar su expectativa y calidad de vida.
- Reducir la incidencia de enfermedad cardiovascular en la población estudiada instaurando un estilo de vida saludable con un adecuado programa de salud, donde la actividad física personalizada es la variable protagonista.
- Disminuir la puntuación inicial de la tabla SCORE en parte de los pacientes de la muestra, con respecto a sus indicadores de salud, al culminar la intervención de 24 semanas, incluida la disminución de otros RCV detectados al inicio del programa, como el síndrome metabólico, el exceso de peso y la inactividad física.
- Demostrar que el incremento alcanzado en los valores del consumo máximo de oxígeno relativo o MET está asociado a la disminución del RCV y, en general, a la mejora del estado de salud de la población estudiada.
- Demostrar la importancia del trabajo interdisciplinario en la Atención Primaria entre el médico de Atención Primaria, la enfermera y el fisioterapeuta.

## **METODOLOGÍA Y DISEÑO**

### **Sujetos de estudio. Variables. Recogida y análisis de datos. Limitaciones del estudio**

Se propone realizar una selección aleatoria de 50 pacientes con RCV de clasificación (*score*) entre 3 y 6. Se aplican a todos los programas personalizados de actividad física a partir de la propuesta de los componentes y según los principios del Colegio Americano de Medicina del Deporte y de la propia experiencia del asesor principal de este estudio. Es, además, un estudio explicativo, experimental, longitudinal y prospectivo.

La muestra de estudio sería seleccionada con un **RCV entre 3 y 6**. Se propone que la investigación se realice en cinco Centros de Salud seleccionados de la Comunidad de Madrid.

Imprescindible el consentimiento escrito de los pacientes, siempre que cumplieran con los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

#### **Criterios de inclusión**

- Edades situadas entre los 50 y los 59 años de edad en ambos sexos.
- Presentando las características de RCV moderado o de RCV elevado, o sea, puntuando entre 3 y 6. Incluidos los diabéticos del tipo 2 compensados, hipertensos grado 1 y grado 2, igualmente compensados, portadores de trastornos en el perfil lipídico, entre otros.
- Pacientes que posean un índice de masa corporal (IMC) entre 27,0 a 39,9 kg/m<sup>2</sup>, es decir, dentro de la clasificación de sobrepeso grado 2, obesidad leve y obesidad moderada.
- Pacientes comprometidos en realizar el programa de actividad física durante las 24 semanas de duración que no tengan problemas evidentes para realizar el ejercicio físico en la modalidad de caminar y que, además, estén dispuestos a cumplir con los estudios médicos que se planifican.

#### **Criterios de exclusión**

- Pacientes con enfermedad cardíaca o cerebrovascular diagnosticada.
- Pacientes por debajo o por encima del IMC que se ha propuesto en los criterios de inclusión.
- Pacientes hipertensos grado 3 ( $\geq 180$  sistólica y/o  $\geq 110$  mm de Hg de diastólica).
- Pacientes con problemas con la locomoción.
- Pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica.
- Pacientes con problemas metabólicos u otra enfermedad descompensada, por ejemplo: diabéticos del tipo 2 con microalbuminuria o un control irregular de la glucemia.
- Diabéticos del tipo 1.

Se determinó seleccionar los pacientes comprendidos entre los 50 y los 59 años por ser edades con un porcentaje muy elevado de RCV, resultando interesante actuar para disminuirlo y reducir lógicamente la incidencia y las complicaciones de las enfermedades cardiovasculares. Este tipo de intervención es una propuesta seria en la Atención Primaria de salud para modificar el estilo de vida de una forma saludable y donde la actividad física es un elemento de relevancia. Debe repercutir significativamente en la calidad de vida de los grupos en estudio, pudiendo en el futuro ser

importante para la disminución de las complicaciones de salud y, por ende, de la expectativa y de la calidad de vida de los pacientes.

Los pacientes se clasificarían en tres grupos de actividad física, grupos 1, 2 y 3, dependiendo del estado de salud, la edad y la condición física inicial, siguiendo los criterios de clasificación del Dr. Pancorbo (2006), según los cuales: los de menos salud y menor CF aeróbica se clasifican en el grupo 1; los de mejor estado de salud y superior CF se integrarán en el grupo 3; los del grupo 2 serán los que se encuentran en condiciones intermedias con respecto al estado de salud y la CF. A cada uno de estos grupos le corresponden programas diferentes de actividad física que identificaremos como programas I, II y III, respectivamente, diseñados por el propio Dr. Pancorbo (2006).

Esta clasificación del programa de actividad física es independiente de la clasificación de la tabla SCORE de RCV.

Las variables a estudiar serían:

- Analítica: lípidograma (colesterol total, LDL-c, triglicéridos, HDL-c, índice colesterol total/HDL-c), glucemia, Hb glucosilada, ácido úrico, creatinina, TGP, TGO, proteína C reactiva, insulina basal, durante tres momentos diferentes: antes del inicio del programa, en la semana 13 y en la semana siguiente al culminar el programa de 24 semanas. El hemograma y la cituria al inicio y final del estudio. En caso de diabéticos se realizaría microalbuminuria.
- Control del peso corporal y del índice de masa corporal. Circunferencia abdominal (CA). A evaluar en cada una de las consultas.
- Electrocardiograma (ECG) de reposo. Presión arterial (PA) y frecuencia cardiaca de reposo (FC de reposo). El ECG se realizará al inicio y al final de la investigación. El control de la FC y de la PA de reposo en todas las consultas.
- Consumo máximo de oxígeno absoluto y relativo, y la conversión de esta última en MET, a partir del estudio de prueba de esfuerzo cardiovascular máximo aplicando el protocolo de Bruce modificado en la cinta. A partir de este test también valoramos, durante el esfuerzo y en la recuperación, el comportamiento del ECG, de la PA y de la FC.
- El nivel de condición física submáxima que se determinará por el test de caminata de 1 km y de 3 km para los tres grupos de pacientes 1, 2 y 3. Para los pacientes del grupo 3, se realizaría, también en las últimas semanas del programa, un test de 3 km de trote (Pancorbo, 2005).
- Comportamiento del RCV al inicio, durante y al final del proyecto a partir de la escala de calificación (score).

En el caso de pacientes en los que se diagnostica en el inicio una cardiopatía isquémica silente, mediante el protocolo de Bruce modificado en la cinta, serán encaminados a seguir otros protocolos de cardiología, aunque podrían ser invitados a continuar en la investigación.

Dirigidas a las enfermeras de la investigación se programarán consultas, donde se recoge la información que se presenta en la tabla 1 de este proyecto, señalando importantes acciones de promoción, educación, prevención, prescripción y control de los factores de RCV. Cada enfermera tendría asignado un grupo de cinco pacientes, según lo que se defina por el colectivo de investigadores.

El personal de enfermería, además de colaborar en la prescripción de forma personalizada de la actividad física y su control, practicaría acciones educativas, como ya se ha indicado, incluyendo consejos sobre alimentación saludable, así como indicaciones relacionadas con algunas adicciones.

Para garantizar el trabajo con mayor calidad y bajo un criterio único de intervención, se planificará un curso de 25 horas coordinado por el Dr. Pancorbo y la Dra. Izquierdo dirigido a las enfermeras del proyecto, así como a los médicos de Atención Primaria que colaborarían en el mismo.

La propuesta sería trabajar con cinco Centros de Salud, preferentemente de una misma área de salud, pudiendo ser seleccionados 10 pacientes por cada Centro. En cada centro dos enfermeras, cada una de las cuales atendería a cinco pacientes del grupo seleccionado.

Los 10 pacientes de cada Centro de Salud serían seleccionados por el médico de Atención Primaria con el apoyo de las enfermeras a partir de la escala de calificación (score), teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión que se han presentado. Se cumplirían los criterios de ética y bioética médica al informar a los pacientes y recibir su consentimiento por escrito.

Los pacientes de la muestra llevarán un diario médico desde el inicio hasta culminar las 32 semanas, en donde están incluidas las 24 semanas del programa de actividad física, que les acompañará durante el estudio, y las enfermeras controlarían el cumplimiento del mismo. En este diario se debe

recoger semanalmente la información sobre: peso corporal, FC de reposo, PA de reposo, criterios de cómo se están adaptando al ejercicio, aspectos de su alimentación, ingestión de fármacos, nivel de sueño, percepción de su estado de salud y cualquier otra información de interés.

Cada Centro de Salud seleccionado dispondría de un grupo de trabajo compuesto por un médico de Atención Primaria y dos enfermeras. En los centros donde existan posibilidades, se incorporaría un fisioterapeuta y un licenciado de ciencias de la actividad física y el deporte.

Las consultas de los pacientes se efectuarían en los Centros de Salud de la ciudad de Madrid, así como los estudios de analítica y de electrocardiografía en reposo. La prueba ergométrica en la cinta mediante el test de Bruce modificado se realizaría en un hospital de la Seguridad Social o se concertaría con una institución privada, siendo informado el estado cardiovascular de cada paciente incluida la respuesta en el ECG, la respuesta hemodinámica y la obtención del consumo de oxígeno relativo o MET.

Los pacientes realizarían el programa de actividad física en las proximidades de su Centro de Salud, en instalaciones al aire libre, en el mejor circuito posible, que reúna las características necesarias con una superficie en condiciones seguras; se planificará el ejercicio en el mejor horario, evitando en lo posible la contaminación y con ropa y calzado deportivo adecuado. El programa sería asesorado y controlado por la enfermera con su grupo de pacientes. La actividad física podría ser realizada también en un gimnasio cercano al Centro de Salud. Sería interesante incorporar a estos grupos de trabajo un licenciado de ciencias de la actividad física y del deporte de las instalaciones deportivas próximas.

Los test de caminata de 1 y de 3 km serían aplicables a los tres grupos, grupo 1, grupo 2 y grupo 3, permitiéndonos evaluar la condición física de los pacientes de cada grupo de edad y sexo de forma submáxima, tanto al inicio, a mediados y en la última semana del programa de ejercicio. Los test de campo se aplicarían en diferentes momentos del estudio. A los pacientes del grupo 3 se les añadiría en las semanas finales del programa la realización del test de trote de 3 km.

Al final de este epígrafe, en la tabla 1, proponemos el diseño de la estrategia del proyecto de investigación.

Para el análisis bioestadístico, se aplicaría el test de Student (test t) para muestras pareadas, fundamentándonos en la exigencia de esta prueba, es decir, en la exigencia de homogeneidad de varianzas (test de Fisher). Como nivel de significación se podría adoptar como valor de probabilidad el valor  $p \leq 0,05$ .

Se emplearía la prueba de Kolmogorov-Smirnov en Siegel para determinar si la distribución de la muestra es ajustable o no a una curva normal, o sea, es un test de bondad de ajuste.

Para todo el procesamiento estadístico se podría utilizar el paquete estadístico SPSSV, versión 12, para Windows u otra superior.

Se podrían utilizar 21 variables para su análisis significativo de forma comparativa, obtenidas al inicio y al final de la investigación después de las 24 semanas de actuación. Las 21 variables desde el punto de vista significativo pudieran ser: peso corporal (P), índice de masa corporal (IMC), circunferencia abdominal (CA), frecuencia cardiaca de reposo (FC), presión arterial sistólica (PAS) de reposo, presión arterial diastólica (PAD) de reposo, glucemia (G), hemoglobina glucosilada (HbG), triglicéridos (T), colesterol total (C), LDL-c, HDL-c, índice de colesterol total/HDL-c (C/T), índice de triglicéridos/HDL-c, ácido úrico (AU), creatinina (Cr), insulina basal (Ib), test de caminata (TC), consumo máximo de oxígeno absoluto ( $VO_2$  máx.), consumo máximo de oxígeno relativo ( $VO_2$  máx./kg), MET.

Para identificar el resultado de la variable al inicio del estudio, bastaría sólo con la sigla de identificación de la propia variable, por ejemplo, para el peso corporal se identifica como P al inicio de la investigación y como Pf, al final del estudio, y así sucesivamente para cada una de las 21 variables utilizadas para los análisis pareados, significativos o no.

Utilizaremos al inicio, así como durante toda la investigación y al final de la misma, la escala SCORE de RCV.

Se propone utilizar tablas descriptivas para analizar la importancia de la intervención desde el punto de vista cuantitativo y cualitativo, así como para describir hallazgos médicos de interés.

La información original se recopilaría e introduciría en hojas de cálculo Excel y los resultados serían presentados en forma de tablas.

Estas variables nos permitirían cuantificar las modificaciones obtenidas en los indicadores de salud de los pacientes que conformaron nuestro universo de estudio después de la intervención de salud

practicada. Se comparan por cada uno de los pacientes las variables biológicas y de RCV antes de iniciar el programa y al culminar el mismo.

Las limitaciones del estudio estarían centradas principalmente en la posibilidad de contar con la cantidad de pacientes y con el personal de enfermería necesario. También pueden encontrarse limitaciones en algunos de los estudios propuestos y con la asesoría necesaria. Es necesario también un apoyo bioestadístico.

El grupo de estudio se seleccionaría en el mes de enero de 2011, y se realizarían los estudios iniciales entre los meses de marzo y abril de 2011. El programa de actividad física se podría iniciar entre los meses de marzo y abril de 2011.

Se aplicaría la siguiente metodología al inicio:

- Selección de los pacientes por el médico de Atención Primaria y las enfermeras de cada uno de los cinco Centros de Salud seleccionados.
- Consulta inicial, donde se indican los estudios a los pacientes de:
  - Analítica y cardiovascular. Se efectúan los estudios hemoquímicos descritos anteriormente, así como un ECG de reposo y una ergometría funcional máxima mediante test de Bruce modificado en la cinta. Los estudios de analítica y ECG se realizan en los Centros de Salud. El protocolo de Bruce modificado se cumpliría en una institución hospitalaria. Estos estudios se practicarían en la semana posterior a la consulta inicial. La enfermera designada para el estudio se encargaría de recoger la información de los mismos.
  - Consulta de integración por parte de la enfermera, donde se procesa toda la información recogida en la primera consulta y de los estudios realizados. En esa semana se hace entrega por escrito a los pacientes de un programa personalizado de 24 semanas de actividad física para el desarrollo de la CF cardiorrespiratoria-metabólica, así como de las recomendaciones necesarias sobre actividad física y nutrición, y de los factores de riesgos cardiovasculares detectados. Se actualizaría el tratamiento médico actual. En esta consulta se culmina la primera fase de la intervención. Está previsto que en cada consulta se atiendan 10 pacientes, con un tiempo aproximado de 20 a 30 minutos por cada uno.
- Después de haber culminado el programa del estudio, los pacientes tendrían otras 24 semanas de mantenimiento, donde podrán ser citados para consultas o para algunos estudios finales.
- La duración total del estudio de intervención por paciente sería de 32 semanas, desde la primera consulta antes de iniciar el programa hasta la última donde se da por finalizado el proyecto, y se aprovecha para entregar a cada paciente un segundo programa de actividad física.
- Al organizarse el estudio con cinco grupos de trabajo, desde el comienzo de las acciones médicas hasta la consulta final con el último grupo, se abarcaría un total de 32 semanas.
- Las enfermeras que participarán en el proyecto de investigaciones podrían tener asignadas 10 horas a la semana, incluidas las consultas, y al menos un control a la semana del programa de caminata de su grupo de pacientes.

**Tabla 1. Programación de la intervención de las enfermeras por semanas.**

Grupos de pacientes por consultas y estudios médicos	Inicio y culminación de los programas personalizados de 24 semanas de la población estudiada							Consultas y estudios finales de la investigación		
	Semanas							Semanas		
	IPP	CSE5	CSE9	EATC	CSE14	CSE19	FPP	CEF	EACTC	CEFI <sub>n</sub>
Grupo 1	1	5	9	13	14	19	24	25	26	28
Grupo 2	2	6	10	14	15	20	25	26	27	29
Grupo 3	3	7	11	15	16	21	26	27	28	30
Grupo 4	4	8	12	16	17	22	27	28	29	31
Grupo 5	5	9	13	17	18	23	28	29	30	32

**Legenda y descripción de los procedimientos médicos de la tabla**

Los números que aparecen en las columnas de la tabla representan las semanas en las que se desarrollan las diferentes actividades del estudio para cada grupo de pacientes a partir del primer día

del inicio de la intervención. Se describe desde el inicio, con la cita a consulta, hasta la última actividad programada. Aparecen, además, las principales actividades para los cinco grupos de 10 pacientes, para un total de 50.

A continuación describiremos las siglas que aparecen en la tabla, por las cuales se identifican las consultas y estudios a realizar.

- **IPP.** Inicio del programa personalizado, diseñado para cada paciente. Este programa tendrá, como ya se ha explicado, una duración de 24 semanas. IPP coincide con la primera semana del programa, iniciándose un lunes. Se le aplica en esa semana el test de 1 km.
- **CES5.** Consulta de seguimiento de educación y control de enfermería. Se realiza en la cuarta semana de iniciado el programa personalizado para cada paciente, a cargo de la enfermera principal del grupo. Se trata de una consulta de seguimiento, para valorar cómo se encuentra el mismo en la cuarta semana de iniciado el programa. Se atienden a los 10 pacientes del Centro de Salud que corresponde.
- **CES9.** Consulta de seguimiento de educación y control de enfermería en la novena semana de haberse iniciado el programa personalizado. Se atiende a los 10 pacientes del grupo que corresponde. En esta consulta, entre otras acciones, se realizan controles de: presión arterial, frecuencia cardiaca en reposo, peso corporal, circunferencia abdominal, IMC, entre otros, así como se valora el estado de salud del paciente y cómo se ha ido adaptando a su nuevo estilo de vida.
- **EATC.** Estudios de analítica y test de caminata de 3 km. A realizarse en la decimotercera semana para cada uno de los pacientes. En el test de caminata se debe registrar también el tiempo en el kilómetro 1.
- **CES14.** Consulta de seguimiento, educativa y de control por parte de la enfermera en la decimocuarta semana de haberse iniciado el programa personalizado. Se atiende a los 10 pacientes del grupo que corresponda. En esta consulta, entre otras acciones, se realizan controles de: presión arterial, frecuencia cardiaca en reposo, peso corporal, circunferencia abdominal, IMC, entre otros, así como de valoración del estado de salud del paciente y cómo ha continuado adaptándose al nuevo estilo de vida. Se valoran, además, los resultados de la analítica y del test de caminata de 3 km que se realizan en la decimotercera semana del programa.
- **CES19.** Consulta de seguimiento, de educación y control por parte de la enfermera en la decimonovena semana de haberse iniciado el programa personalizado. En esta consulta, entre otras acciones, se realizan controles de: presión arterial, frecuencia cardiaca en reposo, peso corporal, circunferencia abdominal, IMC, así como de valoración del estado de salud del paciente y de cómo ha ido repercutiendo de forma general el programa de ejercicios que ha realizando durante todas esas semanas.
- **FPP.** Fin del programa personalizado de 24 semanas. Es la última semana del mismo.
- **CEF.** Consulta de enfermería del programa final. Se realiza en la vigesimoquinta semana de haberse iniciado el programa personalizado. Se atiende a los 10 pacientes del Centro de Salud que corresponde. En esta consulta, entre otras acciones, se realizan controles de: presión arterial, frecuencia cardiaca en reposo, peso corporal, circunferencia abdominal, IMC, entre otros, y valoración del estado de salud del paciente y las repercusiones que se han evidenciado a partir de la ejecución del programa de salud. Se indican estudios a los pacientes.
- **EACTC.** Estudio de analítica y cardiovascular. Se indican estudios hemoquímicos descritos anteriormente, así como ECG de reposo. De ser necesario y posible se prescribe una ergometría funcional máxima mediante test de Bruce modificado en la cinta. Se indicaría repetir el test de caminata de 3 km. Estos estudios se realizarían en la vigesimosexta semana de haber iniciado el programa personalizado. La enfermera principal del estudio se encarga de recoger los resultados de los mismos.
- **CEFin.** Consulta final médica y de enfermería, evaluativa del programa de 24 semanas realizado por cada enfermera. En esta última consulta del médico y del personal de enfermería con sus pacientes se podría realizar una evaluación final de cada uno, haciéndole entrega por escrito de un segundo programa personalizado de actividad física de 24 semanas, así como de otras recomendaciones y, según el caso, de otros factores de riesgo cardiovasculares detectados. Se podría actualizar, si corresponde, el tratamiento médico. Esta consulta se realizaría en la vigesimooctava semana de haber iniciado el programa de actividad física. Con la misma culmina la intervención. En cada consulta se atienden 10 pacientes, con un tiempo promedio de 20 minutos cada uno.

## 11.2 Curso de formación. Estudios de intervención en la Atención Primaria. Proyectos I+D+i

Antes de iniciar un estudio de intervención en la Atención Primaria de salud de este tipo, se hace necesario impartir un curso, dirigido a diferentes profesionales de la salud y de la actividad física para, de forma integral e interdisciplinaria, introducir conocimientos nuevos y actualizar otros, que permitan el abordaje óptimo de la citada intervención.

El Consejo Superior de Deportes (CSD), en su Plan Integral de Actividad Física y Deporte, ofrece una excelente propuesta al Ministerio de Sanidad y Política Social, en la que se incluyen programas de formación dirigidos a la Atención Primaria de salud, que tienen en cuenta diferentes modalidades docentes y entre ellas la de Formador de formadores.

Esto permitirá en un futuro, a corto y medio plazo, crear una base académica en los profesionales de la salud y de la actividad física, que permitiría realizar estudios de actuación o de intervención en la Atención Primaria de salud, que dé al respecto viabilidad a la realización de proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), demostrando con evidencias científicas la importancia de la actividad física aeróbica y de la nutrición saludable.

## 12. Algunas reflexiones sobre la importancia de la actividad física en la población

Consideramos importante dejar bien sentados algunos aspectos que pueden, en cierta medida, apoyar el papel de la actividad física en la actual sociedad moderna. Creemos que es tarea de todos y, más aún, de quienes pueden ayudar a orientar y a educar a la población en lo imprescindible, como es el modificar los estilos de vida desde la infancia. Tanto en el personal sanitario, como en aquellos especializados en la actividad física y el deporte, recae de manera muy directa esta responsabilidad. Es una llamada urgente y una tarea de primer orden hacia todos los organismos implicados.

### 12.1 Red cardiosaludable de centros e instituciones

Pensamos modestamente que sería interesante que tanto el Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad, en unión con el Consejo Superior de Deportes, puedan elaborar una guía en la que se recoja y valoren los principales aspectos que caracterizarían lo que sería una entidad cardiosaludable. Se tendrían en cuenta, entre otros: los criterios de nutrición, el nivel de actividad física, el exceso de peso, las áreas libres de tabaco y muchos otros. De este modo se podrían evaluar las diferentes instituciones o centros de enseñanza en todos los aspectos, los centros de atención a mayores, los centros hospitalarios, las empresas y tantos otros, en todas las comunidades, con el fin de lograr lo que se identificaría como

una Red Cardiosaludable. Somos conscientes de que para lograr esto se necesitan grandes esfuerzos y un trabajo de conjunto, pero que, dada la repercusión que tendría y los excelentes resultados que se producirían, vale la pena conseguirlo.

La familia juega un papel decisivo, transmitiendo de generación en generación la importancia de la alimentación sana y de la práctica sistemática de actividad física, y sin dudas es el núcleo donde se debe iniciar este trabajo educativo y mantener en la educación del niño y del adolescente.

Por otra parte, los tres sectores de la sociedad protagonistas en los que recae el peso mayor de este trabajo son el Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad, el Ministerio de Educación y el Consejo Superior de Deportes, como también las autonomías y los ayuntamientos mediante sus dependencias de sanidad, educación y deporte.

Siendo la familia la piedra angular de la sociedad, parece fundamental *“lograr la complicidad”* entre abuelos, padres y nietos, para que todos adopten un estilo de vida saludable que garantice desde la niñez la existencia de personas saludables, activas, con buenos hábitos de alimentación y de vida.

A finales del siglo pasado nació en São Paulo (SP), Brasil, un movimiento de actividad física de carácter educativo y social con el nombre de “Agita São Paulo”, que ha movilizó a los diferentes sectores de la sociedad. Encabezado por el Dr. Matsudo y su grupo de trabajo, se extendió por otras ciudades brasileñas, dando lugar a “Agita Brasil” y pronto por otras ciudades y países de América, Europa, Oceanía, Asia y África, dando lugar a la ONG **Red internacional de Agita Mundo**, que ha sido respaldada por la OMS y la UNESCO. Es, con toda certeza, un modelo interesante a seguir, por lo que es probable que su filosofía de trabajo pueda ser validada e incorporada en España.

## 12.2 Importancia del Centro de Salud y su relación con las instalaciones deportivas. Perspectivas de los centros de medicina del deporte

El Consejo Superior de Deportes ha presentado una excelente propuesta dirigida a la Atención Primaria en relación al Plan Integral de Actividad Física y Deporte para diferentes grupos de población, que serviría para apoyar el trabajo del personal sanitario. Dentro de este plan se pretende diseñar cursos de formación que permitan fortalecer el trabajo en los Centros de Salud en relación con la actividad física, para que sus médicos y enfermeras puedan educar y prescribir actividad física a la población y con el correspondiente seguimiento del paciente. Esta formación permitirá a su vez estrechar las relaciones de trabajo con el licenciado en ciencias de la actividad física y el deporte, al que también estarían dirigidos estos cursos. Todo ello permitirá ofertar actividad física a la población de forma más adecuada y saludable. Todo esto en un futuro permitirá la coordinación del trabajo entre los Centros de Salud y las instalaciones deportivas para lograr el



objetivo de disminuir, de forma notable, la inactividad física en la población española.

Por otra parte, sería interesante que los Servicios Médicos de las empresas y las Mutualidades deban integrarse en un futuro en este sistema con la finalidad de colaborar en mejorar los indicadores cardiosaludables de la población española.

Por otra parte, los centros de medicina del deporte de las autonomías, de los ayuntamientos y de las entidades privadas de la especialidad, en coordinación con las instalaciones deportivas, podrían colaborar con los Centros de Salud en el seguimiento de los pacientes de la Atención Primaria.

### 12.3 Propuesta de un nuevo servicio o unidad en el sistema de sanidad

Proponemos a medio plazo la creación en los Centros de Especialidades de un nuevo servicio médico que se podría identificar como “Servicio o Unidad de Prevención y Rehabilitación de Enfermedades Cardiometabólicas”, que estaría equipado con un laboratorio de prueba de esfuerzo y un pequeño gimnasio de actividad física, que tendría entre sus principales funciones:

- Realizar la fase II de rehabilitación cardiovascular en coordinación con el Servicio de Cardiología del Hospital base al que pertenece el Centro de Especialidades. A su vez, el Centro de Especialidades, a través de este nuevo servicio o unidad que proponemos, coordinaría con los Centros de Salud incluidos en su radio de acción, para el seguimiento adecuado de los pacientes infartados cuando pasen a la fase III de su rehabilitación. Se incluyen pruebas de esfuerzo cardiovascular para conocer el estado del paciente y para el diseño del pulso de entrenamiento de cada uno, permitiéndonos además conocer el nivel de su CF aeróbica.
- Apoyar a los Centros de Salud, mediante pruebas de esfuerzo cardiovascular, en la evaluación de pacientes con RCV moderado o elevado, que son remitidos desde la Atención Primaria con la finalidad, entre otras, de detectar como un primer nivel de despistaje una cardiopatía isquémica silente y otras patologías cardiovasculares, y de cómo conocer el nivel de la condición física aeróbica de los sujetos.
- Asesorar a los Centros de Salud en lo referente a los programas de actividad física en la población.

Sin dudas, esta Unidad o Servicio de Prevención y Rehabilitación de Enfermedades Cardiometabólicas debe estar muy vinculada con los Centros de Salud.

En relación a este nuevo servicio, explicaremos que:

- Estaría conformado por dos laboratorios:
  - Laboratorio de prueba de esfuerzo cardiovascular, con electrocardiografía de reposo y de esfuerzo, un ergómetro, que podría ser de cinta, o un cicloergómetro eléctrico, o incluso un cicloergómetro mecánico del tipo Monark, y un desfibrilador. No es necesario un analizador de gases para la prueba de esfuerzo en



este tipo de laboratorio, pero, si existieran condiciones, se podrían adquirir para algunas de estas unidades. Un local de 4 x 4 m, o sea, 16 m<sup>2</sup> sería suficiente.

– Laboratorio-gimnasio “*cardiosaludable*” que en cuanto a equipamiento no necesita grandes recursos, conformado por equipos de gimnasio no sofisticados para el desarrollo de la CF aeróbica y la CF de fuerza isotónica. Un local de 40 m<sup>2</sup> es suficiente.

- Para este servicio se requiere cuatro profesionales, que según nuestro criterio podrían ser: un médico especialista en educación física y el deporte, una enfermera, un fisioterapeuta y un licenciado en ciencias de la actividad física y el deporte. Previamente todos recibirían actualizaciones sobre rehabilitación cardiovascular, reanimación cardiorrespiratoria, electrocardiografía de reposo y del ejercicio, prueba de esfuerzo cardiovascular y dosificación de la actividad física y su control en la Atención Primaria. El médico sería el jefe del servicio.

Este nuevo servicio o unidad proporcionaría importantes beneficios a la población, y sería un eslabón clave para la prevención primaria y secundaria de la enfermedad cardiometabólica y del RCV.

Si inicialmente no fuera posible la inclusión en los Centros de Especialidades, se podría anexionar en centros hospitalarios, garantizando desde allí la fase II de rehabilitación cardiovascular y su vinculación con los Centros de Salud subordinados a dicha entidad hospitalaria.

Otra opción es crear alguna estructura vinculada a los Centros de Salud y de Especialización, así como hospitalarias, que permita realizar las acciones propuestas.

De cualquier forma, consideramos imprescindible mantener la propuesta de los dos laboratorios y de los cuatro profesionales de la salud y de la actividad física, donde el médico especialista en medicina de la educación física y el deporte sería el jefe del Servicio o Unidad de Prevención y Rehabilitación de Enfermedades Cardiometabólicas.

## 12.4 Estratificación del riesgo cardiovascular

Consideramos muy útil la utilización de las tablas de riesgo SCORE que aparecen dentro de la Guía Europea de Prevención Cardiovascular en la práctica clínica, para valorar el RCV global a 10 años en la Atención Primaria. Es práctico y factible tanto para la Atención Primaria como para las Mutualidades y los Servicios Médicos de las empresas capaces de realizar tareas de prevención y de vigilancia de la salud integrales.

Es interesante lo que plantea acerca de que el riesgo cardiovascular puede ser más alto cuanto mayor sean algunos de los factores de riesgos y la descompensación de algunas patologías, por ejemplo, entre otros, el sedentarismo, la obesidad, la obesidad central, el síndrome metabólico, la diabetes, el HDL-c bajo, y los triglicéridos altos. Esto permite a los profesionales de la salud disponer de otros criterios en cuanto al RCV.

Existen otras tablas de gran valor para el cálculo del RCV y muy utilizadas, como la de Framingham y la de la Sociedad Americana del Corazón (AHA).

Como hemos podido apreciar a lo largo de este libro, ha quedado fundamentada con evidencias científicas la importancia que tiene poseer valores excelentes o buenos de  $\text{VO}_2$  máx./kg o su equivalente en MET como un biomarcador importante de predicción de expectativa y de calidad de vida.

A partir de las evidencias demostradas y de nuestra propia experiencia, y en relación con la importancia de los valores del  $\text{VO}_2$  máx./kg, realicé una propuesta de clasificación, tanto del riesgo cardiovascular como del riesgo metabólico, que aparece en mi libro anterior editado en el 2008, titulado: “Medicina y Ciencias del Deporte y Actividad Física”, en sus capítulos 6 y 7. En el mismo, se describen diferentes variables de RCV, considerando el nivel de actividad física y el consumo máximo de oxígeno relativo como dos elementos que disminuyen o aumentan el RCV. La valoración del  $\text{VO}_2$  máx./kg se obtiene a partir de la prueba de esfuerzo cardiovascular en la que se aplica la clasificación del AHA para su grupo de edad y sexo. En ella definimos que alcanzar clasificación de excelente en esta prueba permite restar 3 puntos al RCV, y alcanzar una clasificación de bien restaría al mismo 1 punto, por lo cual estos valores del consumo máximo de oxígeno relativo disminuiría el RCV. Una clasificación de promedio o de regular no puntuaría.

Por el contrario, tener una clasificación deficiente en la prueba aumentaría 1 punto el RCV, y una valoración de muy deficiente aportaría 3 puntos al RCV, aumentando, por consiguiente, el mismo.

En caso de no poder realizar la prueba de esfuerzo cardiovascular, se pueden sustituir por los test de caminata o trote que se han presentado anteriormente en el libro actual.

## 12.5 “Guía de la dosis del ejercicio cardiosaludable en la práctica clínica”

Hemos elaborado, como un anexo de este libro y a manera de guía, un material simple, didáctico, de bolsillo, que pueda convertirse verdaderamente en una herramienta de consulta rápida por parte del personal de la Atención Primaria y de otros profesionales de la salud y de la actividad física y también para las Mutualidades de salud y los Servicios Médicos de vigilancia de salud de las empresas.

La guía ofrecerá información eficiente y rápida al profesional que prescribe y controla la actividad física.

### Puntos claves del capítulo

- *Los programas personalizados de 24 semanas para el desarrollo de la CF cardiorrespiratoria-metabólica, diseñados a partir del estado de salud, la edad y la condición física inicial, tienen una acción cardiosaludable marcada.*

- *De forma práctica, se han logrado identificar muy bien las características entre los cinco grupos de población, a los que les corresponde un programa personalizado de CF aeróbica.*
- *Los programas diseñados permiten prescribir la dosis de ejercicio para cada paciente, garantizando mejoras en la salud y en su CF global, evitando, entre otras, lesiones del aparato locomotor o complicaciones cardiovasculares.*
- *Los test de caminata y de trote permiten una correcta valoración del desarrollo del programa de ejercicio para cada etapa, según el tiempo alcanzado y su clasificación de edad y sexo.*
- *La actividad física aeróbica se convierte en parte del estilo de vida de la persona.*
- *Los pacientes muy sedentarios responderán muy positivamente con pequeños estímulos de ejercicio, mejorando así la CF global y con ello: la condición física cardiorrespiratoria-metabólica, la resistencia muscular, la flexibilidad, la velocidad de reacción, la coordinación, el equilibrio, la seguridad en los movimientos, su composición corporal, así como las habilidades necesarias para dar respuesta a las actividades cotidianas, la autoestima, la mejora de la salud y de su calidad de vida.*
- *Este sistema permitirá que el médico de Atención Primaria y de otras especialidades pueda ser capaz de prescribir ejercicio físico con sólidos fundamentos, como ha quedado demostrado en este libro al presentar evidencias cardiosaludables.*
- *Para lograr un cambio de estilo de vida y mejorar el estado cardiovascular de la población española es necesario el apoyo de todas las instituciones, liderando los Ministerios de Sanidad, de Educación y el Consejo Superior de Deportes. Para el futuro se puede considerar la creación de una Red Cardiosaludable.*
- *En el seno de la familia es fundamental que, desde la niñez, todos tomemos conciencia de la importancia de un estilo de vida saludable.*
- *Los Centros de Salud son el eslabón fundamental en la prevención del riesgo cardiovascular.*
- *Es importante una acertada coordinación del trabajo de los Centros de Salud con las instalaciones deportivas.*
- *El deporte español, a partir de su institución rectora, el Consejo Superior de Deportes, cuenta con profesionales capacitados que pueden ser protagonistas de esta estrategia; ellos son el médico especialista en medicina de la educación física y el deporte y el licenciado en ciencias de la actividad física y el deporte.*
- *Valorar en un futuro la creación de un Servicio o Unidad de Prevención y Rehabilitación de Enfermedades Cardiometabólicas en el Centro de Especialidades o en centros hospitalarios, o una unidad de salud muy relacionada a éstos y al Centro de Salud, que apoyaría eficientemente el trabajo de la Atención Primaria y la secundaria en algunas patologías.*

- *El consumo máximo de oxígeno relativo o sus equivalentes se deben tener en cuenta en la estratificación del riesgo cardiovascular como un factor más de riesgo o de protección ante las enfermedades cardiometabólicas u otras degenerativas. Se convierte en un biomarcador de excelencia de predicción.*
- *Consideramos que la “Guía de la dosis del ejercicio cardiosaludable en la práctica clínica” será de utilidad.*



## Bibliografía recomendada

Agencia Española de Seguridad Alimentaria. Estrategia para la nutrición, actividad física y prevención de la obesidad (NAOS). 2005.

Ainsworth BE, Haskell WL, With MC et al. Compendium of physical activities codes and MET intensities, *Med Sci Sports Exerc*, 2000; 32(suppl. 9): S498-504.

Alison K. Increasing physical activity in people with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. April, 2003; 26:1.186-92.

American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. Guidelines for cardiac rehabilitation and secondary prevention programs. Champaign IL, Human Kinetics, 2004.

American College of Sports Medicine. Posición y Opiniones. Los programas apropiados y no apropiados de pérdida de peso. Ed. ACSM, 1989; 11-5.

American College of Sports Medicine. Guidelines for exercise testing and prescription (4ed). Lea & Febiger, 1991.

American College of Sports Medicine. Physical activity , physical fitness, and hypertension, position stand. *Med Sci Sports Exerc*, 1993; 25:1-10.

American College of Sports Medicine. Osteoporosis and exercise position stand. *Med Sci Sports Exerc*, 1995; 2:1-7.

American College of Sports Medicine. Exercise management for person with chronic diseases and disabilities. Champaign IL, Human Kinetics, 1997.

American College of Sports Medicine. Position stand. The recommend quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy. *Med Sci Sport Exerc*, 1998; 30:975-91.

American College of Sports Medicine. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sport Exerc*, 1998; 30:992-1.008.

American College of Sports Medicine (ACSM). Appropriate intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2001; 33:2.145-56.

American College of Sports Medicine. Manual de pesquisas das diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2003.

American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription, 7th ed, Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins, 2006.

American Diabetes Association. Type2 diabetes in children and adolescents. American Diabetes Association. *Pediatrics*, 2000; 105:671-80.

American Diabetes Association. Position Statement. Physical activity/ Exercise and Diabetes Mellitus. *Diabetes Care*, 2003; 26(suppl. 1):73-7.

American Diabetes Association (ADA). Standards of Medical Care in Diabetes (Position Statement). *Diabetes Care*, 2005; 28(suppl. 1):4-36.

American Diabetes Association. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care*, January 2010; 33(suppl. 1):S62-S9.

American Heart Association (AHA) and American College of Sports Medicine (ACSM). Scientific Statement. Recommendations for cardiovascular screening, staffing, and emergency policies at health/fitness facilities. *Circulation*, 1998; 97:2.283-93.

American Heart Association and American College of Sports Medicine. Joint Position Statement: Exercise and acute cardiovascular events: placing the risks into perspective. *Med Sci Sports Exerc*, 2007; 39:886-97.

American Heart Association (AHA). Metabolic Syndrome. What is the Metabolic Syndrome? Estado de Posición del AHA. Septiembre 2004.

Andersen RE, Wadden TA. Effects of lifestyle vs. structured aerobic exercise in obese woman. A randomised trial. *JAMA*, 2001; 281:335-40.

Astrup A et al. Low fat diets and energy balance: how does the evidence stand in 2002? *Proceedings of the Nutrition Society*, 2002; 61(2):299-309.

Bauman A, Craig CL. The palce of physical activity in the WHO Global Strategy on Diet and Physical Activity. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 2005; 2:10.

Blair SN, Hardman, A. Special issue: Physical activity, health an well –being – an international scientific consensus conference. *Res Quart Exerc Sport*, 1995; 66:127-34.

Blair SN. Physical inactivity: the biggest public health problem of the 21 st century, *Br J Sports Med*, 2009; 43:1-2.

Bodde AE, Seo DC, Frey G. Correlation between physical activity and self -rated health status of non-elderly adults with disabilities. *Prev Med*, 2009 Dec; 49(6):511-4.

Borrás MV. Pautas y estrategias para el ejercicio en el niño y adolescente diabético. Curso de avanzada de la FUCAMDI. Toledo, España, marzo 2008.

Braith RW, Stewart KJ. Resistance exercise training. Its role in the prevention of cardiovascular disease. *Circulation*, 2006; 113:2.642-50.

Brandon LJ, Boyette LW, Lloyd A et al. Resistive training and long-term function in older adults. *J Aging Phys Act*, 2004; 12:10-28.

Buchanan, T. Prevention of type 2 diabetes: what is it really? *Diabetes Care*, 2003 April; 26:1.306-8.

Buttler L, Furber S, Phongsavan P et al. Effects of pedometers –based intervention on physical activity nivels after cardiac rehabilitation controlled trial. *J Cardiopulm Rehabil Prev*, 2009 Mar; 29(2):105-14.

Centers For Disease Control and Prevention (CDC), EEUU. Cardiovascular Disease Risk. Factors and related preventive health practice among adults with and without diabetes. Utah: 1988-1993. MMWR, 1995 Nov; 49(43):805-9.

Centers For Disease Control and Prevention (CDC), EEUU. Strength training among adults aged  $\geq 65$  years. United States, 2001. MMWR Morb Mortal Wkly Rep, 2004; 53:25-8.

Centers For Disease Control and Prevention (CDC), EEUU. Trends in leisure time physical inactivity by age, sex and race/ethnicity -United States- 1994-2004. MMWR, 2005; 54:991-4.

Centers For Disease Control and Prevention (CDC), EEUU. Adult participation in recommended levels of physical activity: United States, 2001 and 2003. MMWR, 2005; 54:1.208-12.

Chao A, Connell CJ, Jacobs EJ et al. Amount, type and timing of recreational physical activity in relations to colon and rectal cancer in olde adults. The Cancer Preventions Study II. Nutrition Cohort. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev, 2004; 13:2.187-95.

Coldit GA. Economic cost obesity and inactivity. Med Sci Sports Exerc, 2000; 115:587-97.

Consejo Superior de Deportes de España. Plan Integral de Promoción del Deporte y la Actividad Física. Actividad Física y Salud. Abril 2008.

Consejo Superior de Deportes de España. Plan Integral para la Actividad Física y el Deporte. A + D. Junio 2009.

Consejo Superior de Deportes de España. Actívate aconseja Salud. Plan Director. Abril 2010.

Consenso SEEDO 2000 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de Criterios de Intervención terapéutica. Med Clin (Barc), 2000; 115:587-97.

Currie C, Roberts CH, Morgan A et al. Young people's Health in Context. Health Behaviour in School-aged Childen (HBSC) study: international Report from the 2001-2002 survery. Copenhagen: Wordl Health Organization, 2004.

Daniels SR, Morrison JA, Sprecher DL et al. Association of body fat distribution and cardiovascular risk factors in children and adolescent. Circulation, 1999; 99:541-5.

Darren W, Crystal N, Shannon B. Health benefits of physical activity: the evidence. CMAJ, 2006; 174(6).

Department of Health PA, Health Improvement and Prevention: At Least Five a week evidence on the Impact of Physical Activity and its Relations with Health. A Report from the Chief Medical Officer London: Department of Health, 2004.

Di Pietrol L, Dziura JL, Blair SN. Estimated change in physical activity level (PAL) and prediction of 5-year weight change in men: the Aerobics Center Longitudinal Study. Int J Obes Relat Metab Disord, 2004; 28:1.541-7.

Dishman RK. Gene-Physical activity interactions in the etiologic of obesity: behavioural considerations. Obesity (Silver Spring ) 2008 Dec; 16(suppl. 3): S60-5.



Dishman RK, Dejoy DM, Wilson MG et al. Dose relation between goal setting , theory-based correlates of goal setting and increases in physical activity during a work-place trial. *Health Educ Res*, 2009 Aug 4.

Donnelly JE, Jacobsen DJ, Heelan KS et al. The effects of 18 months of intermittent vs continuous exercise on aerobic capacity, body weight and composition, and metabolic fitness in previously sedentary, moderately obese females. *Int J Obesity Relat Metab Disord*, 2000; 24:566-72.

Duncan MJ, Spence JC, Mummery WK. Perceived environment and physical activity: a meta-analysis of selected environmental characteristics. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 2005; 2:11.

Ekelund LG et al. Physical fitness as a predictor of cardiovascular mortality in asymptomatic North American men: the Lipid Research Clinics Mortality Follow-up Study. *N England J Med*, 1988; 319:1.379-84.

Elsawy B, Higgins KE. Physical Activity guidelines for older adults. *Am Fam Physician*, 2010 Jan 1; 81(1):55-9.

Estudio de impacto económico de la práctica deportiva en el gasto sanitario. Congreso Internacional sobre Actividad Física y Salud. Atlas Sport Consulting, 2006.

European Society of Hypertension-European Society of Cardiology guidelines for the management of arterial hypertension. Guidelines Committee. *Journal of Hypertension*, 2003; 21:1.011-53.

Evans JM, Wang J, Morris AD. Comparison of cardiovascular risk between patients with type 2 diabetes and those who had myocardial infarction: cross sectional and cohort studies. *BMJ*, 2002; 324:939-42.

Fagard RH. Exercise characteristics and the blood pressure response to dynamic physical training. *Med Sci Sports and Exerc*, 2001; 33(suppl.):484-92.

Fogelholm M, Kukkonen N, Harjula K. Does physical activity prevents weight gain: a systematic review. *Obesity Reviews*, 2002; 1:95-111.

Fuster V. La aterotrombosis: el gran desafío en el mundo de la biomedicina (S.L.). Esteve, 2000.

Fuster V, Corbella J. La ciencia de la Salud. Mis consejos para una vida sana. Editorial Planeta. 2006.

Geenhalght,T. Papers that summary other papers systematic reviewss and meta-analisyse. *BMJ*, 1997; 315:672-5.

Gellish R, Gosilin BR, Olson RE et al. Longitudinal modeling of the relationship between age and maximal heart rate. *Med Sci Sports Exerc*, 2007; 39:822-9.

Gill TP, Rangan AM, Webb KL. The weight of evidence suggest that soft drinks are a major issue in childhood obesity. *Med J Aust*, 2006; 184:263-4.

Glenny A et al. A systematic review of the interventions for the treatment of obesity, and the maintenance of weight loss. *International Journal of Obesity and Related Disorders*, 1997; 21:715-37.

Goran MI, Theuth MS. Energy expenditure, physical activity, and obesity in children. *Pediatr Clin North Am*, 2001; 48:931-53.

Grupo de trabajo de la UE. Directrices de actividad física de la Unión Europea. Bruselas. 2008.

Guía Europea de Prevención Cardiovascular en la Práctica Clínica. Adaptación Española del CEIPOC. Ministerio de Salud y Consumo de España, 2008.

Guías ALAD 2000 para el diagnóstico y manejo de la Diabetes Mellitus tipo 2 con medicina basada en evidencia. *Rev Asoc Lat Diab*, 2002; supl. 1 (ed. extraordinaria).

Gustafson SL, Godfield GS, Paluch RA et al. Parental correlates of physical activity in children and early adolescents. *Sports Med*, 2006; 36:79-97.

Haffner SM, Letho S, Ronnema T, Pyorata K et al. Mortality from coronary heart disease in subjects with type 2 diabetes and in nondiabetic subjects with and without prior myocardial infarction. *N England J Med*, 1998; 339:229-43.

Haffner SM. The prediabetic problem: development of nondiabetic insulinodependent diabetes mellitus and related abnormalities. *J Diabetes Complic*, 2002; 11:69-76.

Hagber JM, Park JJ, Brown MD. The role of exercise training in treatment of hypertension. And update. *Sport Medicine*, 2001; 30:193-206.

Halverstadt D, Phares DA, Roth S et al. Interleukin-6 genotype is associated with high-density lipoprotein cholesterol responses to exercise training. *Biochim Biophys Acta*, 2005; 1734:143-51.

Hartley LH, Lee M. ¿Cómo hacer ejercicio? Harvard Medical School. Edit. Gayban Grafic, 2004.

Hernández L, Fernández JA, Quilers J et al. Análisis de la Actividad Física en escolares en medio urbano. Colección ICID del Consejo Superior de Deporte de España, N.º 55, 2010.

Ho JE, Paultre F, Mosca L. Diabetes Mellitus a Cardiovascular Disease Risk Equivalent for Fatal Stroke in Woman? *Stroke*, 2003; 34:2812-6.

Hu FB, Segal JR, Rich-Edwards JW et al. Walking compared with vigorous physical activity and risk of type 2 diabetes in women: a prospective study. *J Am Med Assoc*, 1999; 282:1433-9.

International Expert Committee. International Expert Committee report on the role of the A1C assay in the diagnosis of diabetes. *Diabetes Care*, 2009; 32:1327-34.

Jago R, Ness A, Emmett P et al. Obesogenic diet and physical activity: independent or associated behaviours in adolescents? *Public Health Nutr*, 2009 Dec; 3:1-9.

Janssen I, Katzmarzyk PT, Óbice et al. Comparison of overweight and obesity prevalence in school-aged youth from 34 countries and their relationships with physical activity and dietary patterns. *Obes Rev*, 2005; 6:123-32.

Kannel BW. Una perspectiva sobre los factores de riesgo en las enfermedades cardiovasculares. In: Buck, C: El desafío de la epidemiología. Washington, DC: OPS, 2002.

Kannel BW. Una perspectiva sobre los factores de riesgo en las enfermedades cardiovasculares. In: Buck, C: El desafío de la epidemiología. Washington, DC: OPS, 2002.

Karvonen J, Vuorima T. Heart rate and exercise intensity during sports activities sport Med, 1988; 5:3.003-12.

Kownowler WC et al. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention of metformin. N England J Medicine, 2002; 346:393-403.

Kruger J, Yore MM, Khole HW. Physical activity levels and weight control status by body mass index, among adults. National Health and Nutrition Examination Survey 199-2004. Int J Behav Nutr Phys Act, 2008; 5:25.

Lee CD, Folsom AR, Pankow JS, Brancati FL. Cardiovascular Events in Diabetic and Nondiabetic Adult with or without history of Myocardial Infarction. Circulation, 2004; 109:855-60.

Lee IM, Skerret PJ. Physical activity and all-cause mortality: what is the dose-response relation? Med Sci Sports Exerc, 2001;33:S459-71: discussion S493-54.

Lee IM, Sesso HD et al. Relative intensity of physical activity and risk of coronary heart disease. Circulation, 2003; 107:1.110-6.

Libro blanco sobre el deporte. Comisión Europea. Belgium: Comunidades Europeas. 2007.

Lindholm L et al. Cost-effectiveness analysis with defined budget. How to distribute resources for the prevention of cardiovascular disease? Health Policy, 2002; 48:155-70.

Livingstone MB. Childhood obesity in Europe: a growing concern. Public Health Nutr, 2001; 4:109-16.

Marcos JF, Moreno B. Sobrepeso y Obesidad. Problemas y Soluciones. Rev. Archivos de Medicina del Deporte, España, 2001; 82:151-63.

Martin B, Draznin MD. Type 1 Diabetes and Sport Participation. Strategies for training and competition safely. The Physician and Sport Medicine 2000; 28 (12).

Martinez JA. Body-weight regulation: causes of obesity. Proceedings of the Nutrition Society, 2001; 59(3):337-44.

May-Davis ES, D'Agostino R. Intensity and amount of physical activity in relation to insulin sensitivity. The insulin. Resistance atherosclerosis study. JAMA, 2001; 279: 669-74.

Mckanzie JA, Weiss IA, Ghiu A et al. Influence of the interleukin -6 -174 G/C gene polymorphism on exercise training induced changes in glucose tolerance indexes. J App Physiol, 2004; 97:1.338-42.

Ministerio de Sanidad y Consumo y Ministerio de Educación y Ciencia de España. Actividad física y salud en la infancia y la adolescencia. Guía para todas las personas que participan en su educación. 2008.

Moore GE. The role of exercise prescription in chronic disease. *Br J Sports Med*, 2004 Feb; 38(1):6-7.

Mortalidad global atribuible según su fracción atribuible a los 10 principales factores. Health Statistics and Informatics, WHO, 2004.

Myers JN. Essentials of cardiopulmonary exercise testing. Champaign IL, Human Kinetics, 1996.

Myers, JN, Prakash M, Froelicher V et al. Exercise Capacity and Mortality among men referred for exercise testing. *N. England J Med*, 2002; 346:793-801.

NAOS. Obesos durante al menos otra década. Balance de la estrategia NAOS. Ministerio de Sanidad de España. Madrid, febrero 2008.

Nielsen PJ, Hafdhil AR, Con VS et al. Meta-analysis of the effect of exercise interventions on fitness outcomes among adults with type 1 and types 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract*, 2006 Nov; 74 (2):111-20.

OMS. Global Burden of Diabetes 1995-2025: Prevalence, Numerical Estimates and Projections (Impacto global de la Diabetes 1995-2025). Organización Mundial de la Salud, 2007.

Ortega FB, Ruiz JR, Moreno LA et al. Low level of physical fitness in Spanish adolescents. Relevance for future cardiovascular health (AVENA study). *Rev Esp Cardiol*, 2005; 58:898-909.

Pancorbo A, Díaz O, Bello, L. Proyecto de desarrollo del Centro provincial de Atención al Diabético y Riesgo Cardiovascular de Matanzas. Ministerio de Sanidad de Cuba y Fundación Mundial de Diabetes (WDF-Novo Nordisk), 2006.

Pancorbo, A. Medicina y Ciencias del Deporte y Actividad Física. Edit. Ergon, Madrid, 2008. Capítulos 1 al 8:1-220.

Pancorbo A, Pancorbo EL. Actividad física y nutrición en la prevención y tratamiento de la obesidad, síndrome metabólico y diabetes mellitus tipo 2. 2008. En fase de edición por el Instituto de Endocrinología de Cuba.

Pancorbo EL, Pancorbo A. Intervención de salud. Programa individualizado de salud en pacientes obesos y diabéticos del tipo 2. Tesis para optar por el título de médico especialista de primer grado en Medicina Física y Rehabilitación. 2008.

Pancorbo A, Pancorbo EL, Baluja J. Intervención en la Atención Primaria: diagnóstico preventivo del síndrome metabólico, de la diabetes tipo 2 y de la cardiopatía isquémica silente. Modificación del estilo de vida: actividad física cardiosaludable y nutrición. 2008. En fase de edición.

Pancorbo A. Proyecto de Intervención en la prevención de la enfermedad cardiaca y reducción del RCV en la Atención Primaria en pacientes con sobrepeso y obe-

sidad. Entregado al Servicio de Análisis e Intervención en Salud Pública. Instituto de Salud de la Consejería de Sanidad de Madrid, junio 2010.

Penedo FJ, Schneiderman N, Dahn JR et al. Physical activity interventions in the elderly: Cancer and comorbidity. *Cancer Invest*, 2004; 22:51-67.

Pescatello LS, Franklin BA, Farquhar et al. American College of Sport Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc*, 2004 Mar; 36(3): 533-53.

Pescatello LS. Exercise and hypertension: recent advances in exercise prescription. *Curr Hypertens Rep* 2005 Aug; 7(4):281-6.

Physical Activity Guidelines Advisor Committee. Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report , 2008. Washington, DC. Department of Health and Human Services, 2008.

Pollock ML, Wilmore JH. Exercise I health and disease. Evaluation and prescription for prevention and rehabilitation. Philadelphia, WB Saunders Company, 1990.

Pollock ML, Franklin BA, Balady GJ et al. Resistance exercise in individuals with an without cardiovascular disease. *Circulation*, 2000; 101, 828.

Primates P et al. Association between of smoking and blood pressure: evidence from servery for England. *Hypertension*, 2001; 37:187-93.

Raile K. Physical activity and competitive sports in children and adolescent with type 1 diabetes. *Letter, Diabetes Care*, 1999; 22(11).

Ramsbottom R, Ambler A, Potter J et al. The effects of 6 months training on leg power, balance and, functional mobility of independently living adults over 70 years old. *J Aging Phys Act*, 2004; 12:497-510.

Reaven G. Metabolic Syndrome: pathophysiology and implication for management of cardiovascular disease. *Circulation*, 2002; 106:286-8.

Riddoch CJ, Bo Anderson L, Wedderkopp N et al. Physical activity levels and patterns of 9-and 15 -yr-old European Children. *Med Sci Sport Exerc*, 2004; 36:86-92.

Ridell MC, Iscoe KE. Physical activity, sport and pediatric diabetes. *Pediatric Diabetes*, 2006; 7:60-70.

Ridell MC, Bar O, Hollidge M et al. Glucose ingestion and substrate utilization during exercise in boys with IDDM. *J Appl Physiol*, 2000; 88:1.239-46.

Rivas E, Ponce O, Hernández A. Programa Nacional de Rehabilitación Cardiovascular. Instituto Nacional de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Ministerio de Salud de Cuba. 2008.

Rodes RE, Warburton DE, Murray H. Characteristics of physical activity guidelines and their effect on adherence a review of randomized trials. *Sport Med*, 2009; 39(5):355-75.

Roger et al. Prognostic value of treadmill exercise testing: a population -based study in Olmsted Country, Minnesota. *Circulation*, 2001; 98:2.836-41.

- Ronda MU. Post exercise blood pressure reduction in elderly hypertension patients. *J Am Coll Cardiol*, 2002; 39:676-82.
- Ross R, Dagnone D, Jones PJ et al. Reduction in obesity and related conditions after diet-induced weight loss or exercise-induced weight loss in men. A randomized, controlled trial. *Ann Intern Med*, 2000; 133:92-103.
- Ross R, Freeman JA, Jansenn I. Exercise alone in an effective strategy for reducing obesity and related comorbidities. *Exerc Sport Sci Rev*, 2000; 28:165-70.
- Roux L, Pratt M, Tengs TO et al. Cost effectiveness of community –based physical activity interventions. *Am J Prev Med*, 2008; 35(6):578-88.
- Rowland TW. The pediatrics and exercise prescription. *Pediatr Exerc Sport*, 2004; 75:413-22.
- Ruston D et al. National Diet and Nutrition Survey: adults aged 19 to 64 years. Volume 4, Nutritional status (anthropometry and blood analyses), blood pressure and physical activity. 2004, TSO: London.
- Sady SP, Carpenter MW. Aerobic exercise during pregnancy. Special consideration. *Sport Medicine*, 1989; 7:357-75.
- Saftlas AF, Logsdon-Sackett N, Wang W et al. Work, leisure-time physical activity, and risk of preeclampsia and gestational hypertension. *Am J Epidemiol*, 2004; 160:758-65.
- Saltin, B, Boushell R, Secher N et al. Exercise and circulation in health and disease. Champaign IL, Human Kinetics, 2000.
- Schoeller D, Shay K, Kusner R. How much physical activity is needed to minimize weight gain in previously obese women? *Am J Clin Nutr*, 1997; 66:551-6.
- Secretaría de Salud de EE.UU. Informe relacionado a la Obesidad y Diabetes Mellitus. 2005.
- Serra L, Ribas L, Aranceta J et al. Childhood and adolescent obesity in Spain . Result of the kid study (1998-2000). *Med Clin (Barc)*, 2003; 121:725-32.
- Shephard RJ. The scientific basis of exercise prescribing for the very old. *J Am Geriatric Soc*, 1990; 38:62-70.
- Shephard RJ. Consumo máximo de oxígeno. En: *La Resistencia en el deporte*. Ed. Paidotribo. 2000.
- Sigal R, Kenny G, Wasserman D et al. Physical activity/exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 2004; 27:2.518-39.
- Slentz CV, Duscha BD, Johnson JL et al. Effects of the amount of exercise on body weight, body composition, and measures of central obesity: STRRIDE-A randomized controlled study. *Arch Intern Med*, 2004; 164:31-9.
- Sociedad Española para el estudio de la Obesidad, Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición (SEEN), Sociedad Española de Arteriosclerosis (SEA). Consenso sobre Obesidad, 2004.

Sociedad Española para el estudio de la Obesidad (SEEDO). Declaración de Zaragoza, 2007.

Stainles J. Coronary Risk Factors. *J Intern*, 1990; suppl. 1.

Strong WB, Malina RM, Blimkie CJ et al. Evidence based physical activity for school-age youth. *J. Pediatrics*, 2005; 146:732-7.

Swain DP, Franklin BA. Comparison of cardioprotective benefits of vigorous versus moderate intensity aerobic exercise. *Am J Cardiol*, 2006; 97:141-7.

Szapary PO, Bloedon LT, Foster GD. Physical Activity and its effects on lipids. *Curr Cadilol Rep*, 2003; 5:488-92.

Talama R, Yang, Vikari J et al. Physical fitness and physical activity from childhood: 21-year tracking study. *Am J Prev Med*, 2005; 28:267-73.

The Metabolic Syndrome as predictor of type 2 Diabetes. The San Antonio Heart Study. *Diabetes Care*, 2005; 26:3.153-9.

The Seven Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure. *JNC Hypertension*, 2003; 42:1.206-52.

Tokmakidis SP, Zois CE, Volakilis KA et al. The effects of a combined strength and aerobic exercise program on glucose control and insulin action in women with type 2 diabetes. *Eur J Appl Physiol*, 2004; 92:437-42.

Tounian P, Aggoun Y, Dubern B et al. Presence of increased stiffness of the common carotid artery and endothelial dysfunction in severely obese children: a prospective study. *Lancet* 2001; 358:1.400-4.

Trinite T, Loveland-Cherry C, Marion L. The US Preventive Services Task Force: a evidence-based resource for nurse practitioners. *J Am Acad Nurse Pract*, 2009; 21(6): 301-6.

Tuomilenhto J et al. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med*, 2001; 344: 1.343-50.

Ukkola O, Rankinen T, Rice T et al. Interactions among the beta 2-and beta 3-adrenergic receptor genes and total body fat and abdominal fat level in the Heritage Family Study. *Int. Obes Relat Metab Disord*, 2003; 27:389-93.

Vaccaro O, Eberly LE, Neaton JD, Yang L, et al. Impact of Diabetes and Previous Myocardial Infarction on Long-term Survival of the Multiple Risk Factor Intervention Trial. *Arch Inten Med*, 2004; 164:1.438-43.

Velasco P, et al. The relation between physical activity and metabolism central in type 2. *Diabetes whit 20 years of evolutions. Diabetes Care*, 2003; 26:1.648-50.

Wagner MB. Aspectos básicos da medicina embasada em evidências. *J Pediatria (Rio de Janeiro)*, 2002; 74(5):419-72.

Wannmethese SG, Shaper AG. Patterns of alcohol intake and risk of stroke in middle-aged British men. *Stroke*, 2001; 27:1.033-9.

Wannamethee SG, Shaper AG, Lennon L. Cardiovascular disease mortality in older men with diabetes and in men with coronary heart disease. *Heart*, 2004; 90:1.398-403.

- Warburton DE, Nicol CW, Bredin SS. Health benefits of physical activity: the evidences. *CMAJ*, 2006; 174:801-9.
- Warburton DE , Katzmarzyk PT, Rhodes RE et al. Evidence-informed physical activity guidelines for Canadian adults. *Can J Public Health*, 2007; 98(suppl. 2):S16-68.
- Wedderbopp N, Froberg et al. Cardiovascular risk factors cluster in children and adolescents with low physical fitness. The European You Heart Study (EYHS). *Pediatric Exercise Science*, 2003; 15:243-56.
- WHO MONICA Project, Risk factors. *International Journal of Epidemiology*, 1989; 18 (suppl. 1):46-55.
- Wood D. European and American recommendation for heart disease prevention. *Eur Heart J*, 2001; 19:12-9.
- World Health Organization, Obesity: preventing and managing the global epidemic. WHO Technical Report Series 894. 2000: Geneva.
- World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. WHO Technical Report, 2004.
- World Health Organization. Nutrition, physical activity and the prevention of obesity. Belgium, 2007.
- Zimmet PZ, Alberti G. The Scerse: The American Diabetes Association/ European Association for the study of Diabetes Shot Across the Bow of the metabolic Syndrome. *Medscape Diabetes & Endocrinology*, 2005; 7.







1107013109

