



REVISTA CUBANA DE MEDICINA DEL DEPORTE Y LA CULTURA FÍSICA

Versión On-line ISSN 1728-922X

VOLUMEN 12, NÚMERO 2, La Habana, Mayo-Agosto, 2017

Artículo de Revisión

Título: Riesgos cardiovasculares de la actividad y el ejercicio físicos

Title: Cardiovascular risks of physical activity and exercise

Autor:

López Galarraga Aldo Vicente \*

\* Médico especialista de 2do.Grado en Medicina Deportiva, Ms en Control Médico del Entrenamiento Deportivo, Profesor Consultante, Instituto de Medicina Deportiva

-E-mail: [avlopez43@inder.cu](mailto:avlopez43@inder.cu)

Recibido: 14 de Julio de 2017

Aprobado: 30 de Julio de 2017

## Resumen

**Introducción.** En general, los beneficios de la actividad física siempre que se realice de forma dosificada y controlada superan con creces los riesgos implícitos en su práctica. Sin embargo, se ha observado que el riesgo de complicaciones de enfermedades cardiovasculares existentes: hipertensión arterial y cardiopatía coronaria, aumenta transitoriamente durante la actividad física enérgica en comparación con el que se produce con otra intensidad. La "actividad física" no debe confundirse con el "ejercicio" y mucho menos con el "deporte".

**Objetivos.** Analizar críticamente la literatura publicada sobre los potenciales peligros cardiovasculares de la actividad o el ejercicio físico que se realice sin una adecuada prescripción y control así como proporcionar a profesionales de la salud la información necesaria para aconsejar a pacientes y practicantes de forma más precisa acerca de los beneficios y riesgos mediante una mejor comprensión y actualización del tema.

**Desarrollo.** Diversos estudios poblacionales han demostrado que frecuentemente los síntomas preventivos preceden las cardiopatías coronarias relacionadas con el ejercicio, pero algunos individuos y sus médicos pueden ignorar o evaluar inadecuadamente éstos, sobre todo en las personas habitualmente activas. El infarto agudo del miocardio y la muerte cardíaca súbita son relativamente frecuentes durante ejercicios físicos vigorosos desacostumbrados, particularmente en hombres y mujeres sedentarios con patología subclínica/o conocida e incluso en deportistas con entrenamiento de toda una vida se ha detectado que un ejercicio demasiado intenso y demasiado duradero como los entrenamientos para maratones y triatlones pudiera promover cambios estructurales en el remodelado cardíaco.

**Conclusión.** Se sugieren estrategias eficaces para reducir los riesgos de la actividad física y/o deportiva en/de eventos cardiovasculares que incluyen hasta las más recientes recomendaciones del Colegio Americano de Medicina del Deporte para la participación en un programa de ejercicios, así como la atención a diversos elementos de la prescripción.

**Palabras clave:** actividad física, ejercicio físico, riesgo, factores de riesgo, enfermedad cardiovascular, paradoja de beneficio-riesgo, estrategias eficaces

## Summary

**Introduction.** Generally, whenever done in a correct dosage and controlled physical activity benefits amply exceed risks implicit in physical activity practice. However, it has been noted that risk from complications of existing cardiovascular pathologies: arterial hypertension, coronary heart disease increase transitorily during vigorous physical activity compared with the one as a result of different intensity. "Physical activity" should not be confound with "exercise" and still less with "sport".

**Objectives.** To analyze critically published literature about potential cardiovascular dangers of physical activity or exercise performed without appropriate prescription and control and also to provide healthcare professionals with the information they need to

advise patients and practitioners more accurately about benefits and risks by a better comprehension and theme update.

**Development.** Several population studies have frequently shown that preventive symptoms precede exercise-induced coronary heart diseases, some individuals and his doctors may ignore or unsuitably evaluate them above all in usually active individuals. Acute myocardial infarction and sudden cardiac death are relatively frequent during unaccustomed vigorous physical exercise, particularly in sedentary women and men with subclinical or known cardiac disease. Even in sportsmen with a whole life training it has been observed that a too much intense and too long exercise like training sessions for marathon and triathlon may promote structural changes in cardiac remodeling.

**Conclusion.** Efficient strategies are suggested to reduce physical activity or exercise risks of cardiovascular events in which even the most recent American College of Sports Medicine recommendations for participation in an exercise program are included as well as to attend to several elements of exercise prescription.

**Key words:** physical activity, physical exercise, risk, risk factors, cardiovascular disease, benefit-risk paradox, efficient strategies

## INTRODUCCIÓN

En 1985, Caspersen, Powell & Christenson definen como “actividad física” a todo movimiento corporal producido por el sistema músculo esquelético con gasto de energía, que abarca a una amplia gama de actividades y movimientos que incluyen las cotidianas, como caminar en forma regular, tareas domésticas, jardinería, etc<sup>1</sup>. La "actividad física" no debe confundirse con el "ejercicio". Éste es una variedad o subclase de actividad física planificada, estructurada, repetitiva y realizada con un objetivo relacionado con la mejora o el mantenimiento de uno o más componentes de la aptitud física según Caspersen, Powell & Christenson<sup>1</sup>. En tanto que la aptitud física ha sido definida como una serie de atributos o características que la gente posee o adquiere en relación con la capacidad para realizar una actividad física<sup>1</sup>, las que se separan como componentes relacionados con la salud:

- Resistencia cardiovascular: la capacidad de los sistemas cardiovascular y respiratorio para suministrar oxígeno durante una actividad física sostenida.
- Composición corporal: distribución en cantidades relativas de músculo, grasa, hueso y otros componentes vitales del cuerpo.
- Fuerza muscular: la capacidad del tejido muscular para ejercer fuerza.

- Resistencia muscular: la capacidad del tejido muscular para continuar trabajando sin fatiga.
- Flexibilidad: límites del movimiento disponibles en una articulación<sup>2</sup>.

Y en relación con la destreza:

- Agilidad: la capacidad del cuerpo para cambiar de posición en el espacio con rapidez y precisión.
- Coordinación: la capacidad para usar los sentidos como la visión y la audición junto con otros órganos para realizar tareas de forma fácil y precisa.
- Equilibrio: el mantenimiento del equilibrio en posición estacionario o en movimiento.
- Potencia: la capacidad o tasa con la cual se puede realizar un trabajo.
- Tiempo de reacción: el tiempo transcurrido entre la estimulación y el comienzo de la respuesta a la misma.
- Rapidez: la capacidad para ejecutar un movimiento en un corto período de tiempo<sup>2</sup>.

La actividad física abarca el ejercicio, pero también a otras actividades que entrañan movimiento corporal y se realizan como parte de los momentos de juego, del trabajo, de formas de transporte activas, de las tareas domésticas y de actividades recreativas<sup>1,3</sup>.

Aumentar el nivel de actividad física es una necesidad social, no solo individual. Por lo tanto, exige una perspectiva poblacional, multisectorial, multidisciplinaria, y culturalmente idónea. Entonces, se trata de fomentar aquellos comportamientos que sean saludables y evitar las conductas consideradas como de riesgo. En este sentido, el ejercicio y la actividad física representan variables significativas vinculadas con el logro y mantenimiento de una vida saludable<sup>1</sup>.

Su práctica implica procesos fundamentales: mecánico y energético. Según sea el predominio mecánico, la actividad utilizará al sistema osteomioarticular para la realización de cualquier movimiento voluntario mientras que en el caso del predominio energético precisará de la participación de sistemas metabólicos en presencia o no del oxígeno. La utilización de un sistema metabólico u otro dependerá exclusivamente de la intensidad y duración de la actividad.

## **ADQUISICIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Se revisaron más de 100 artículos de la literatura científica en Inglés y Español sobre la temática, de últimos años del siglo pasado y del presente hasta la fecha en Clinical Key, Research Gate, Google, Google Scholar y EBSCO basada en el análisis documental.

## DESARROLLO

### Bases fisiológicas que sustentan la actividad y el ejercicio físicos.

La actividad física proporciona un estímulo que promueve adaptaciones muy específicas y variadas de acuerdo al tipo, intensidad y duración del ejercicio realizado en forma de dosis-respuesta. Por ello, es considerada, junto a la dieta, estresante por estimular metabólicamente y mecánicamente diversos sistemas corporales en diversos grados promoviendo adaptaciones morfológicas y bioquímicas variadas (Figura 1)<sup>4</sup>. En este contexto, el estrés de la actividad y el ejercicio físicos puede producir una respuesta positiva general, reflejada por una reducción del riesgo de enfermedad cardiovascular (ECV) por un lado y un incremento del rendimiento físico por el otro<sup>4,5</sup>. Sin embargo, estas actividades pueden también poner a diferentes tejidos bajo un estrés agudo.

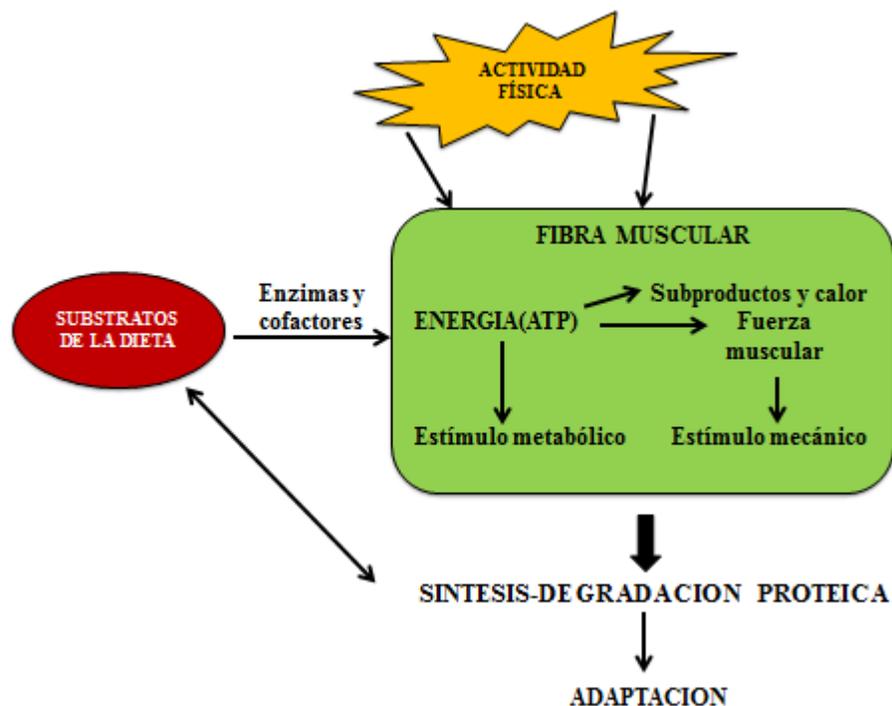


Figura 1. La Actividad física y la dieta como estresores metabólicos. Esquema adaptado de Am J Clin Nutr 2000; 72(suppl):512S–20S<sup>4</sup>.

En la Figura 1 se presenta un esquema conceptual del estrés, el estímulo y la adaptación derivada a partir de la actividad física y los sustratos de la dieta en el músculo esquelético. Los hidratos de carbono, grasas y proteínas obtenidos tanto directamente a partir de la alimentación diaria como a partir de las reservas endógenas del cuerpo, proporcionan los sustratos que alimentan las reacciones químicas que son catalizadas por enzimas y cofactores. En este proceso, la energía química en los sustratos es convertida al tipo de energía química que las células pueden aprovechar, a saber el ATP. El ATP puede ser re sintetizado anaerómicamente por degradación de la glucosa o el glucógeno (glucólisis) en el citoplasma de las células, o puede ser re sintetizado aerómicamente mediante las reacciones químicas que ocurren dentro de las mitocondrias que consumen oxígeno. Estas reacciones metabólicas proceden a las velocidades requeridas para mantener las concentraciones de ATP en las células. Así, el incremento de la intensidad de ejercicio incrementa la tasa metabólica, lo que es reflejado por el incremento de la tasa de las reacciones químicas, el consumo de oxígeno, y la depleción de sustratos. La resíntesis de ATP durante el ejercicio señala una alteración en la homeostasis metabólica y proporciona un estímulo poderoso a las células que eventualmente causa que las mismas se adapten al entrenamiento aeróbico, generalmente alterando el equilibrio entre la síntesis y la degradación de proteínas determinadas<sup>3</sup>. En general se piensa que los incrementos en las proteínas mitocondriales dentro del músculo esquelético como resultado del entrenamiento de resistencia aeróbico son estimulados en algún aspecto por la resíntesis del ATP<sup>4,5</sup>.

En un sentido general, el estrés metabólico de la actividad física puede ser estimado por los flujos generados dentro del músculo en ejercicio en alguna o todas las reacciones ilustradas en la Figura 1. Es más común cuantificar la producción de ATP durante el ejercicio aeróbico continuo en estado estable midiendo el consumo de oxígeno de todo el cuerpo<sup>4</sup>. Sin embargo, cuando una persona levanta pesos, por un tiempo breve (entre 10 y 30 seg.), la resíntesis de ATP es derivada a partir del sistema del fosfágeno y la glucólisis anaeróbica (mayormente), mientras que el estrés del ejercicio es comúnmente estimado a partir de la fuerza muscular desarrollada. La fuerza muscular es proporcional a la carga levantada a

través de la extensión de un movimiento. Otra forma menos práctica y más específica de cuantificar diferentes aspectos del estrés metabólico durante la actividad física incluye la medición de la producción y consumo de sustratos, depleción de sustratos<sup>6</sup>, actividad enzimática en el músculo<sup>7</sup>, producción de calor<sup>8</sup>, o acumulación de metabolitos (lactato, ion hidrógeno, amonio, y hexosas monofosfatos)<sup>9</sup>. Es posible usar técnicas de biología molecular para probar el grado en el que la síntesis y degradación de proteínas específicas se altera por la actividad física aguda o el entrenamiento crónico mediante ejercicio<sup>10</sup>.

Los sustratos energéticos utilizados varían con el tipo de esfuerzo físico. No es solamente la sucesión de una serie de sistemas energéticos que "se encienden" y "se apagan" sino más bien, una mezcla continua con superposición de cada modo de transferencia energética con predominio de un tipo de fuente energética<sup>11</sup>. Sobre la base de la duración del esfuerzo se pueden establecer cuatro grupos de ejercicios:

- Ejercicios de menos de treinta segundos. La energía se obtiene predominantemente del sistema del fosfágeno. Esta fuente energética es mínima en personas de edad avanzada<sup>12</sup>. Aunque todos los deportes requieren de la utilización de los fosfatos de alta energía, muchas actividades dependen casi exclusivamente de este medio de transferencia tales como el fútbol americano, la halterofilia (8.2 Kcals/min<sup>-1</sup>), determinadas modalidades del atletismo, el béisbol y el voleibol<sup>11</sup>.
- Ejercicios de treinta segundos a minuto y medio. La energía predominante en este caso es la glicolisis anaerobia<sup>11,12</sup>. Tal es el caso de las carreras de 400 metros o 410 metros vallas las distancias cortas de la natación en todos sus estilos (20 Kcals/min<sup>-1</sup>, nadando a 4,8 km/hr).
- Ejercicios de minuto y medio a tres minutos. Donde la predominancia energética de la glicolisis anaerobia deja paso a la fosforilización oxidativa<sup>11,12</sup>. En este grupo se incluyen las pruebas de Atletismo medio fondo y el Ciclismo de pista (7,5 Kcals/min<sup>-1</sup>, pedaleando a 16 km/hr).
- Ejercicios de más de tres minutos. Donde prácticamente toda la energía la obtenemos de la fosforilización oxidativa y de la oxidación de los ácidos grasos. (18 Kcals/min<sup>-1</sup>, corriendo a 16 km/hr) Este es el sistema energético predominantemente utilizado en atletismo de fondo, maratón, triatlón o pruebas ciclísticas de ruta<sup>11,12</sup> (Figura 2).

La respuesta al estrés del ejercicio físico se considera como un Síndrome de Adaptación, y cuyo resultado podrá ser la forma deportiva o la sobrecarga, según sea la magnitud de la

carga aplicada. La sobrecarga se produce cuando la magnitud de la carga sobrepasa la capacidad del organismo. Aquí habría que considerar entonces los siguientes términos:

- Carga: se le denomina a la fuerza que ejerce el peso de un objeto sobre los músculos.
- Volumen: está representado por la cantidad de carga (kms recorridos, horas de duración).
- Intensidad: es el volumen de la carga en función del tiempo.
- Capacidad de trabajo: denota energía total disponible.
- Potencia: significa energía por unidad de tiempo<sup>13</sup>.

En el ejercicio físico se producen dos tipos de Adaptaciones:

- ✓ Adaptación aguda: es la que tiene lugar en el transcurso del ejercicio físico.
- ✓ Adaptación crónica: es la que se manifiesta por los cambios estructurales y funcionales de las distintas adaptaciones agudas (cuando el ejercicio es repetido y continuo), por ej. aumento del número de mitocondrias musculares, agrandamiento cardíaco, incremento del consumo máximo de oxígeno (MVO<sub>2</sub>), disminución de la frecuencia cardíaca, incremento de la capacidad oxidativa del músculo, etc<sup>13</sup>.

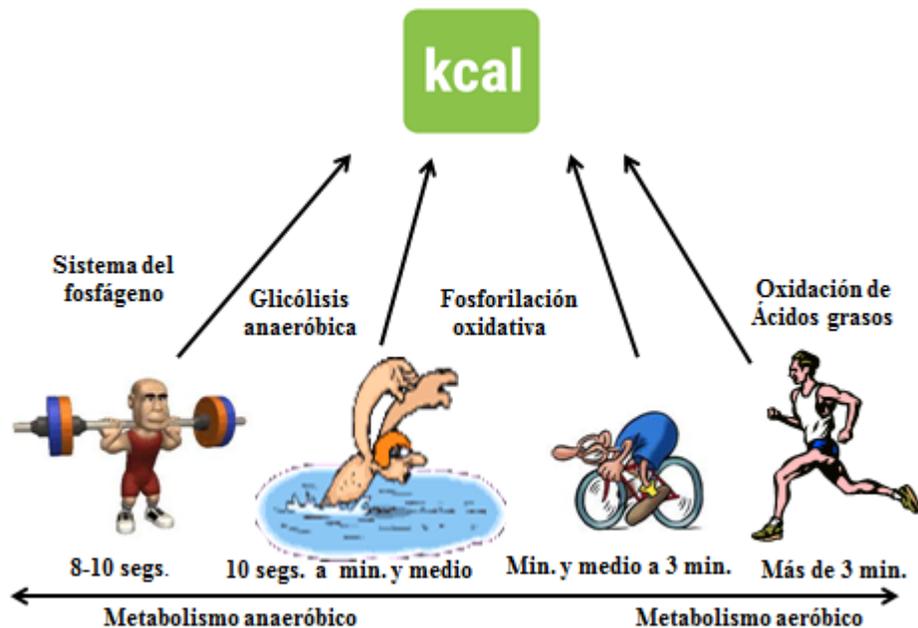


Figura 2. Consumo de energía en función de la duración del ejercicio y metabolismo implicado. Fuente: adaptada de Ejercicio físico en HTA y patologías concomitantes. Book (PDF Disponible). Madrid, Abril 2010<sup>12</sup>.

Aun cuando el ejercicio regular ayuda a proteger contra y tratar las enfermedades crónicas relacionadas con el envejecimiento, el riesgo de enfermedad cardiovascular (ECV) y de dificultades musculoesqueléticas (no son objeto de revisión en este documento) aumenta rápidamente durante la actividad física enérgica en comparación con el riesgo en otros momentos. La intensidad de diferentes formas de actividad física varía de una persona a otra y depende de lo ejercitado que esté cada cual y de su forma física. A menudo se utilizan los equivalentes metabólicos (MET) para expresar la intensidad de las actividades físicas. Los MET son la razón entre el metabolismo de una persona durante la realización de un trabajo y su metabolismo basal. Un MET se define como el costo energético de estar sentado tranquilamente en reposo y es equivalente a un consumo de 1 kcal/kg/h. Se considera entonces que la actividad física es ligera cuando el consumo calórico es  $< 3$  MET, moderada de 3-6 MET y enérgica o vigorosa cuando es  $> 6$  MET<sup>14</sup>.

Los problemas del corazón a consecuencia de la actividad física se presentan en raras ocasiones. Entre estos problemas se encuentran las arritmias, el paro cardíaco súbito y el ataque cardíaco. Ocurren generalmente en personas que ya padecen ECV y a cualquier edad al realizar ejercicios enérgicos<sup>15</sup>.

Tanto el ejercicio de intensidad moderada como enérgica o ambas han sido tomadas en consideración para la confección de las guías de recomendaciones para un plan de ejercicios, siempre que el criterio del volumen total de energía gastada se cumpla<sup>16</sup>. Lo que no ha quedado muy claro es: ¿Para un mismo volumen de energía gastada está el ejercicio de intensidad enérgica asociado con reducción adicional en los riesgos? Según Shephard a inicios de este nuevo siglo, “Los datos al respecto no están claros debido a que la mayoría de los estudios epidemiológicos que examinan enfermedades crónicas resultantes y los ensayos clínicos al azar no han tomado en consideración al volumen total de gasto de energía<sup>17</sup>”. En la mayoría de los estudios donde se encontraba beneficio por un ejercicio de intensidad enérgica en comparación con uno de intensidad moderada existía también un

gran volumen de ejercicio para la intensidad energética. Por lo tanto, no quedaba claro si el beneficio agregado era debido a la intensidad energética per se o si los resultados eran simplemente el reflejo de un beneficio agregado por el mayor volumen de energía gastada<sup>16</sup>. Haskell y col. plantearon en 2007 que el ejercicio energético está asociado con la reducción en el riesgo para ECV y otras causas de mortalidad en comparación con el de moderada intensidad con similar gasto de energía (GE)<sup>14</sup>.

Goodman, Thomas y Burr<sup>18</sup> publicaron en 2013 una creciente evidencia, resultado de amplia revisión, que señala que una variedad de actividades físicas confiere cierto beneficio en un patrón de dosis-respuesta, demostrando un continuum de beneficio creciente y reducción del riesgo en la medida que se progresa de una actividad de baja intensidad a una más energética. En individuos saludables un ejercicio regular (3 a 5 veces por semana) de baja intensidad puede producir substanciales mejoras en la calidad de vida, composición corporal y factores de riesgo de ECV. Asimismo, una actividad física más energética ha sido asociada en el pasado con marcadas reducciones en el riesgo y en las tasas de mortalidad en individuos con diversas enfermedades crónicas. Un GE por una actividad física energética de al menos 1000 kcal por semana pero de forma óptima de valores cercanos a las 2000 kcal ha producido la mayor reducción del riesgo de ECV<sup>19</sup>.

### **La actividad física como generadora de eventos cardiovasculares**

A pesar de la evidencia arriba mencionada que apoya la participación en actividad física energética por largo tiempo como un medio de reducir la morbilidad y mortalidad a largo plazo<sup>19</sup>, toda sesión individual aguda incrementa el riesgo tanto de eventos cardiacos adversos no fatales como la muerte cardiaca súbita (MCS). Esta es la llamada “paradoja del riesgo del ejercicio”; las reducciones a largo plazo del riesgo obtenidas a través de la actividad física energética están ligadas a incrementos agudos y transitorios del riesgo<sup>18</sup>.

Numerosos reportes en la literatura médica y lega describen cómo adolescentes y adultos mueren súbitamente durante o inmediatamente después de la actividad física, independientemente de su historia de la práctica de la misma por largo tiempo. Dadas estas preocupaciones se requiere de una clara comprensión de los riesgos de la actividad física y la prueba de esfuerzo (no objeto de revisión aquí) para informar y mejorar las

intervenciones de despistaje con el propósito de reducir la probabilidad de eventos adversos sin restringir excesivamente los beneficios que la actividad física puede proporcionar<sup>18</sup> (Figura 3).

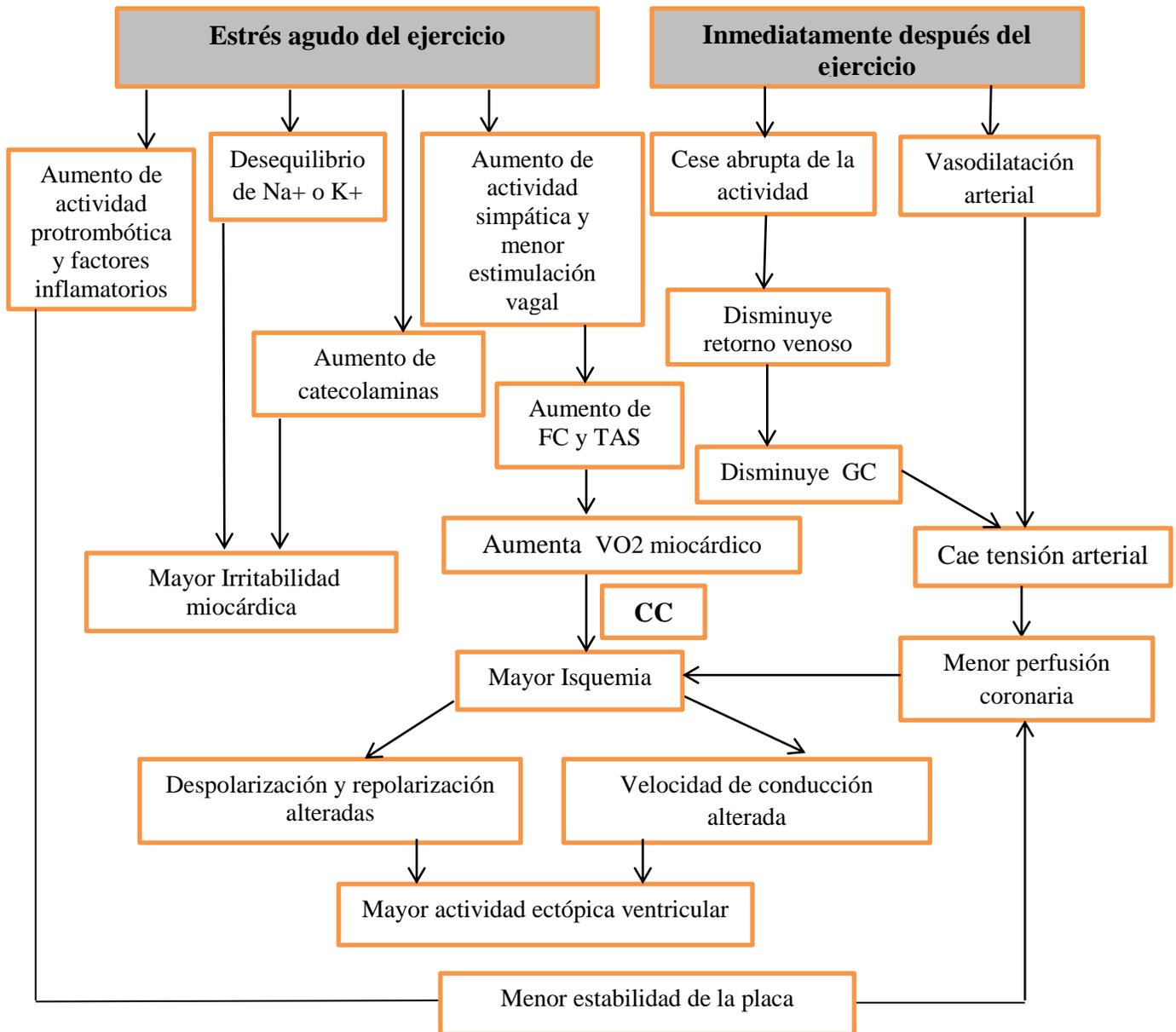


Figura 3. Factores que contribuyen al riesgo cardiovascular inducido por el ejercicio durante y después de una actividad física en sujetos con cardiopatía no manifiesta. FC indica frecuencia cardiaca; TAS, tensión arterial sistólica; VO<sub>2</sub>, consumo de oxígeno;

GC, gasto cardiaco; CC. Cardiopatía coronaria. Esquema adaptado de: Can Fam Physician. 2013 Jan; 59(1):46-9<sup>18</sup>.

Warburton y col<sup>20</sup>. han señalado recientemente que una paradoja de beneficio-riesgo se aplica cuando hay que considerar el volumen de ejercicio necesario para una buena salud. Un ejercicio enérgico puede rápidamente incrementar el riesgo a corto plazo de un evento cardíaco adverso como el infarto del miocardio y la MCS; sin embargo, la participación regular en una rutina de ejercicios también puede reducir a largo plazo el riesgo de mortalidad prematura. Los individuos activos físicamente exhiben reducciones de un 20 a 35% o más de la mortalidad prematura y de otras patologías crónicas. Aquí existe una relación del tipo dosis-respuesta entre la actividad física y la respuesta fisiológica; los mayores beneficios se logran cuando individuos previamente inactivos se vuelven más activos. No obstante, pudiera ocurrir en estos una atenuación del beneficio en el extremo final del continuum de intensidad del ejercicio (por ejemplo, para los eventos de ultra-resistencia).

El riesgo transitorio de un IM o MCS asociado a un ejercicio aeróbico enérgico se ha demostrado en diversos estudios<sup>21,22</sup>. También se ha señalado que los individuos presentan mayor riesgo para estos eventos cardíacos adversos cuando realizan ejercicios enérgicos que cuando son menos intensos o son sujetos inactivos. Este riesgo absoluto de presentar problemas cardiocirculatorios a consecuencia de la actividad física es mayor entre los adolescentes y los adultos jóvenes debido a la prevalencia de afecciones cardíacas congénitas ocultas o diagnosticadas. A diferencia de los adultos, en los cuales el ejercicio enérgico (costo energético  $\geq 6$  METs) parece reducir el riesgo absoluto de cardiopatía coronaria (CC), este ejercicio pudiera aumentar el riesgo de MCS en estos jóvenes con ECV oculta<sup>15</sup>. Los estudios que examinan su incidencia están limitados por el pequeño número de sus muestras y grandes intervalos de confianza<sup>22</sup>. Aunque la muerte súbita asociada al deporte es rara, con una incidencia de 1-3:100.000 habitantes/año, cuando la población se divide en deportistas y no deportistas, la tasa de MCS es casi el triple en deportistas (2.3 versus 0.9)<sup>23</sup>. El riesgo es especialmente alto en aquellos sujetos portadores de una anomalía de forma silente, es decir, que son asintomáticos. Las causas más frecuentes de muerte súbita en el deportista son la miocardiopatía hipertrófica, las

anomalías coronarias y la displasia arritmogénica del ventrículo derecho. Estas constituyen un problema de salud pública probablemente subestimado por la falta de registros adecuados para la cuantificación de su dimensión real<sup>24</sup>.

También otros informes han descrito la fisiopatología que contribuye a la MCS inducida por el ejercicio. El consenso general es que con mucho la mayoría de las MCS inducidas por el ejercicio en mayores de 30 a 35 años de edad son secundarias a las complicaciones agudas de la aterosclerosis, en tanto que las MCS en sujetos más jóvenes se atribuyen más a menudo a trastornos estructurales del miocardio o trastornos de conducción. Éstos incluyen enfermedades genéticas heredadas para la mayoría de los hallazgos anatomopatológicos en los casos de MCS. Los trastornos de la conducción eléctrica podrían ser una causa “oculta” de muerte en los atletas jóvenes a pesar de una histología normal, porque raramente se examinan exhaustivamente los sistemas de la conducción y raramente se detectan anomalías a la inspección en la autopsia<sup>18</sup>.

La enfermedad aterosclerótica está asociada con más de un 80% de MCS relacionada con el ejercicio en mayores de 35 años de edad y con más del 95% en mayores de 40 años. Los resultados de la autopsia generalmente indican un infarto anterior del miocardio o uno agudo, pero la evidencia de trombosis coronaria no siempre se identifica. La identificación temprana de una enfermedad sigue siendo el factor limitante para la prevención, dado el hecho de que en la mayoría de las MCS ningún síntoma anterior se informa y no se ha realizado ningún despistaje previo a la actividad física<sup>25</sup>. La naturaleza oculta de enfermedad coronaria sigue siendo un desafío en los procedimientos de despistaje. Es probable que la MCS involucre una progresión aguda y rápida en el estado de la enfermedad sin advertir inmediatamente en el momento que precede a la muerte<sup>15</sup>.

Consecuentemente, una determinación previa del perfil de riesgo global podría ayudar a minimizar el riesgo de eventos adversos durante el ejercicio enérgico. Varios factores con las asociaciones sugeridas con el riesgo cardiovascular inducido durante y después de una actividad física enérgica que merecen ser tomadas en consideración se incluyen en la Figura 3.

Algunos de estos factores de riesgo, como perfusión deficiente e isquemia secundaria al aglutinamiento de la sangre después del ejercicio, pueden evitarse por la adopción de prácticas preventivas. Por ejemplo, el aglutinamiento de la sangre se disminuye a través de la evitación del cese abrupto de una actividad enérgica y la realización de una marcha lenta o de pedaleo ciclístico durante la fase de “enfriamiento” (para facilitar el retorno venoso por la vía de los músculos de la pierna) mientras el gasto cardíaco regresa a los niveles de reposo (Figura 3).

### **Respuesta de la tensión arterial (TA) al ejercicio**

La medición de la TA durante el ejercicio es uno de los elementos utilizados para la evaluación indirecta de la respuesta cardiovascular al esfuerzo físico. Los mecanismos implicados en la variación de la TA al ejercicio parecen ser de dos tipos: hemodinámicos y humorales. Este efecto, sería debido a disminución del GC, y de la actividad simpática que afecta al endotelio, a modificaciones en el sistema renina-angiotensina-aldosterona (reducción del volumen plasmático y aumento en la excreción de sodio) y a aumentos en la prostaglandina E<sup>26</sup>.

La disminución de la TA, tras el ejercicio, es un hecho observado tanto en normotensos como en hipertensos. Sin embargo, para algunos investigadores, este efecto parece ser pequeño, en lo que se refiere al descenso de la tensión arterial diastólica (TAD), cuando esta se mide en reposo (3-15 mm Hg). Otros investigadores han observado que el efecto del ejercicio sobre la tensión arterial sistólica (TAS) es más acusado entre individuos de 41 a 60 años, mientras que el efecto de la reducción de la TAD se produce independiente de la edad del paciente<sup>26,27</sup>. Además, algunos investigadores preconizan que el ejercicio coadyuva al tratamiento de la HTA en hemodializados por trasplante renal y diabéticos. En el caso de los ancianos hipertensos se observa una elevación de TAS durante el ejercicio, con menor variación de la TAD, manteniéndose las diferencias que se hallaban presentes en reposo<sup>28</sup>.

Esto ha permitido que la actividad física haya sido incluida en el tratamiento de la HTA como agente preventivo, antes de su aparición, así como tratamiento no farmacológico de la HTA ligera. Sin embargo, es necesario conocer los niveles más apropiados de ejercicio

físico en función del tipo de esfuerzo físico (Figura 2) y del grado de severidad de la HTA<sup>26,27</sup>.

Parece ser que la reacción aguda de la TA al ejercicio depende del tipo, intensidad y duración del mismo. Los ejercicios, aunque rara vez se realizan de forma pura, pueden ser clasificados de forma genérica en:

- Dinámicos: contracturas repetidas de grandes grupos musculares con cambios en la longitud de las fibras, y cambios mínimos sobre la tensión muscular dentro de un metabolismo muscular aeróbico.
- Estáticos o isométricos: contracturas mantenidas sin modificación de la longitud dentro de un metabolismo muscular anaeróbico<sup>28</sup>.

Durante la realización de ejercicio dinámico en pacientes normotensos, se produce un aumento del GC debido a un incremento en la TAS y la frecuencia cardiaca. Esto hace que la TAS ascienda, mientras que la TAD se mantiene o disminuye. La resistencia vascular periférica total calculada cae progresivamente y en proporción al aumento del consumo máximo de oxígeno y la presión arterial<sup>28</sup>. De esta manera, durante el ejercicio aeróbico, el GC aumenta, la resistencia vascular periférica disminuye por la vasodilatación y la tensión arterial media (TAM) aumenta moderadamente. A medida que el número de músculos empleados en el ejercicio disminuye, la respuesta tensional se asemeja a un patrón de ejercicio estático<sup>26,29</sup>.

En hipertensos que realizan ejercicio dinámico, el 70% de los grupos muestran una disminución significativa de la TAS siendo la reducción media del orden de 10,5 mm de Hg con cifras iniciales de 154 mm Hg. Sobre la TAS la reducción media es de 8,6 mm Hg con unos valores iniciales de 98 mm Hg. Con este ejercicio la respuesta tensional durante el ejercicio máximo puede ser de  $\pm 10$  mm de Hg para ambas tensiones arteriales (sistólica y diastólica)<sup>28,30</sup>.

En los sujetos hipertensos no medicados, una sola sesión de ejercicio dinámico suele producir un aumento normal de la TAS, siendo el valor absoluto, durante el ejercicio, más

alto que en los sujetos normotensos. Con el ejercicio, la TAD del hipertenso no cambia o aumenta muy poco, debido probablemente a una alteración en la respuesta vasodilatadora<sup>29</sup>.

Con el ejercicio isométrico, aunque no existe un consenso tan asentado como para el ejercicio dinámico<sup>31</sup>, parece ser que se produce en un primer momento un aumento de la tensión sanguínea diastólica (TAD) junto con un aumento brusco de la frecuencia cardiaca, que se cree es debido a un incremento en las resistencias periféricas asociado a un aumento del gasto cardiaco<sup>28</sup>. Esta elevación de las cifras tensionales parecen ser algo mayor que la que se produce durante la marcha o con el trote suave, permaneciendo dentro de los límites tolerables, según han demostrado las investigaciones de Kelemen y colaboradores<sup>32</sup>. En todo caso debe mantenerse la contracción de los grupos musculares al menos por encima del 20% de la fuerza máxima posible, y durante el tiempo máximo posible. En relación con la práctica deportiva la TA aumenta, tanto la sistólica como la diastólica, con escasa tendencia a estabilizarse en deportes de corta duración y elevada intensidad<sup>31</sup>.

Sin embargo, para cargas de peso bajas (10 a 25% del peso máximo levantado), no se encuentran diferencias en la respuesta tensional entre normotensos e hipertensos límite (130/139 de TAS y 80-89 de TAD). En general, se puede afirmar que, los resultados sobre la TA basal, son similares a los hallados con la utilización de ejercicio aeróbico. Sin embargo, algunos autores no recomiendan su realización con tensiones arteriales en grados 2 (160-179 de TAS y 100-109 de TAD) y 3 (TAS  $\geq$  180 y TAD  $\geq$  110)<sup>32</sup>. De acuerdo con un trabajo desarrollado por Hans y Holley, en los hipertensos con (TAS) entre 140 y 100 mm de Hg y diastólica entre 90 y 95 mm de Hg, el trabajo con circuito de pesas de muchas repeticiones y poca carga, no se producen en ningún caso elevaciones superiores a los 190 mm de Hg para la (TAS) y de 106 mm de Hg para la (TAD)<sup>32</sup>.

La respuesta normal de la TAS al ejercicio de intensidad creciente es dependiente del sexo (mayor en el masculino) y de la edad (mayor con el avance de la edad). El incremento promedio de la TAS es de alrededor de 10 mm de Hg<sup>33</sup>. Luego de un ejercicio máximo, la TAS generalmente decae debido a una rápida disminución del GC, regresando normalmente a los valores de reposo o por debajo al cabo de 6 min e incluso pudiera permanecer por debajo de los niveles previos por varias horas. Cuando el ejercicio es

terminado abruptamente, algunos individuos saludables manifiestan rápidos descensos en la TAS debido a centralización venosa (particularmente en la posición de pie) y en una fase tardía post-ejercicio incrementan la resistencia vascular sistémica a fin de emparejar la reducción en el GC<sup>33</sup>. Esta respuesta hemodinámica post-ejercicio hace destacar la importancia de un período de enfriamiento activo siempre que sea posible para evitar una hipotensión con consecuencias a veces graves.

En relación con la intensidad del ejercicio realizado, se ha visto que durante el ejercicio con una intensidad cercana al umbral del lactato, se observa un aumento marcado de la liberación de renina y de catecolaminas. Por el contrario, un ejercicio de baja intensidad y larga duración pueden reducir la (TAS) y mejorar el tono cardiovascular sin evocar una respuesta vasoconstrictora. Este dato se encuentra avalado por los estudios de Steffen y colaboradores, quienes observaron que la TA aumenta, cuando se realiza ejercicio con alto nivel de estrés y a alta intensidad, dato que no se observa con ejercicios realizados a baja intensidad y con niveles bajos de estrés medioambiental<sup>34</sup>.

### **Efectos del entrenamiento sobre la tensión arterial**

El ejercicio físico se relaciona con una disminución de la morbimortalidad cardiovascular. Un factor implicado en este fenómeno podría ser el descenso de la TA que lleva aparejado la realización de ejercicio. Sin embargo, los estudios que pretenden demostrar una relación entre el descenso de la TA y el ejercicio físico mantenido son escasos y de metodología discutible<sup>28</sup>.

Como indica Martin Escudero<sup>12</sup> en su revisión sobre el tema, el entrenamiento parece ser que tiene un efecto hipotensor tanto en hipertensos como en normotensos. Este efecto hipotensor, del ejercicio aeróbico con la hipertensión ligera, a pesar de que se produce en el 75% de los pacientes con HTA, es independiente de factores como el peso, masa corporal y frecuencia cardiaca entre otros<sup>28,35</sup>. El efecto del entrenamiento físico y su respuesta hipotensora parece estimarse en una bajada de 4 mm de Hg tanto para la TAS como la TAD en los normotensos y de 11 para la TAS y 6-8 en la TAD en los hipertensos<sup>28,35</sup>.

Esta disminución de la TA parece que se hace menos evidente para los hombres que para las mujeres y si lo analizamos en obesos, estos obtienen un descenso menor de la presión sistólica<sup>29</sup>. Las personas de edad entre los 35 y 60 años obtienen mejores resultados (en un 75% de los casos) que en los adolescentes y en los adultos mayores<sup>35</sup>.

La mayoría de los estudios indican que el entrenamiento con ejercicio isométrico (anaeróbico) no conlleva cambios persistentes en la TA. Esto hace pensar que el entrenamiento de fuerza no altera significativamente la TA en normotensos y que en el hipertenso límite el descenso de la TA, es similar a la que ocurre en los primeros. Estos resultados también se han encontrado en varones adolescentes hipertensos tras dos meses de un programa de levantamiento de pesas<sup>32</sup>.

En resumen, algunos estudios han encontrado descensos limitados de la TA con el entrenamiento de fuerza, aunque con efecto levemente inferior al que se consigue con el ejercicio dinámico. Sin embargo, no se han llevado a cabo estudios que comparen directamente ambos tipos de entrenamiento. Tampoco hay evidencia demostrada de que la realización de entrenamiento de fuerza pueda elevar la TA ni que esté asociado a un aumento de la morbilidad cardiovascular. Es más, se ha visto que el entrenamiento de pesas en hipertensos leves ayuda a disminuir la presión basal, mejorando la composición corporal, el consumo máximo de oxígeno y la fuerza<sup>32</sup>.

### **Bases fisiopatológicas de los riesgos asociados al ejercicio físico enérgico**

La actividad física regular es ampliamente abogada por la comunidad médica en parte debido a que una substancial evidencia epidemiológica y clínica y ciencia básica sugieren que esta actividad dentro de un programa de entrenamiento retrasa el desarrollo de aterosclerosis y reduce la incidencia de CC<sup>9</sup>. Sin embargo, la actividad física enérgica también puede incrementar de forma aguda y transitoria el riesgo de IM y MCS en individuos susceptibles<sup>36</sup>.

Como lo ha señalado el Dr. Benjamin Levine<sup>37</sup>, “si se hace demasiado ejercicio, podría ser perjudicial pues aunque los atletas de resistencia viven mucho más que los que no lo son;

en general, un 20 % más que los que no son corredores, la evidencia también muestra que hacerlo en exceso pone en riesgo la salud”.

El mito de que la resistencia cardiovascular en exceso es buena para el corazón se arraigó cuando, en 1977, el Dr. Thomas Bassler<sup>38</sup> proclamó audazmente que "completar un maratón confiere inmunidad contra un ataque cardíaco". Esta opinión de Bassler sobre la inmunidad contra una aterosclerosis coronaria fatal proporcionada por la carrera de larga distancia ya no es aceptada<sup>39</sup>.

Sin embargo, muchos corredores tradicionales (e incluso muchos doctores) todavía creen que esto es verdad. En cambio, un creciente número de estudios en atletas de resistencia<sup>37,40</sup> ha demostrado en los últimos años los peligros del ejercicio cardiovascular en exceso, incluyendo los siguientes:

- Los corredores de maratones y triatlones tienden a sufrir de cicatrices en el tabique de su corazón<sup>40,41</sup>.
- Los atletas de resistencia de toda una vida, tienden a tener más calcificaciones en las arterias coronarias<sup>40</sup> que lo que se esperaría ver en las personas con factores de bajo riesgo.
- Los atletas de resistencia veteranos tienen un riesgo de cinco veces mayor de tener una fibrilación auricular, un ritmo cardíaco irregular peligroso que puede progresar en un paro cardíaco completo.
- Algunos atletas de resistencia también presentan taquicardia ventricular (un ritmo cardíaco superior a los 120 latidos por minuto), lo que puede ocasionar una fibrilación ventricular y ser causa de muerte cardíaca repentina.
- Un ejercicio de resistencia en exceso durante los años de juventud, posiblemente incrementa el riesgo de desarrollar problemas cardíacos en el futuro. Un estudio sueco<sup>42</sup> encontró que los hombres que, a la edad de 30 años, han hecho ejercicio intensamente por más de cinco horas por semana comparados con menos de una hora por semana, fueron un 19 % más propensos en haber desarrollado un latido cardíaco irregular (un factor clave en el riesgo de derrame cerebral) para el momento que lleguen a mediados de los 40 años.

Algunos estudios en corredores de larga distancia, incluyendo el maratón, han alertado sobre un posible daño biventricular evaluado mediante biomarcadores cardiacos y ecocardiografía<sup>43,44,45</sup> (Figura 4). Según La Gerche y col. el ejercicio de resistencia produce disfunción aguda del ventrículo derecho no así del izquierdo. Aun cuando la recuperación a corto plazo es completa los cambios estructurales crónicos y la disminución de la función del ventrículo derecho eran evidentes en algunos de los atletas con más años de entrenamiento. La importancia clínica a largo plazo de esto requiere de más estudios<sup>46</sup>.

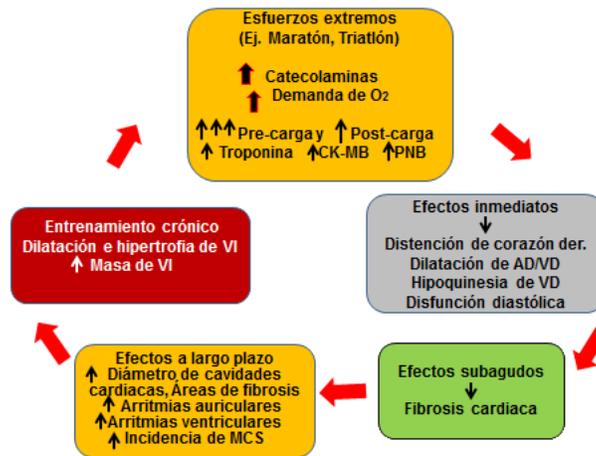


Figura 4. Propuesta de fisiopatogénesis de la cardiomiopatía en deportistas de resistencia.

PNB: péptido natriurético tipo B; CK-MB: creatinquinasa MB; VI: ventrículo izquierdo;

VD: ventrículo derecho; AD: aurícula derecha; MCS: muerte cardíaca súbita. Fuente:

adaptada de Mayo Clin Proc. 2012; 87(6):587-95<sup>40</sup>.

Aun cuando existe una considerable demostración epidemiológica de que el ejercicio crónico puede ayudar a proteger contra el desarrollo de una ECV y sus secuelas, se ha reportado que la actividad física enérgica puede precipitar IM o paro cardíaco en determinados individuos<sup>33</sup>.

Los hallazgos fisiopatológicos sugieren que el incremento de las demandas miocárdicas ocasionadas por el ejercicio enérgico pueden precipitar eventos cardiovasculares en sujetos con o sin afecciones conocidas u ocultas. El simultáneo incremento del consumo de oxígeno (VO<sub>2</sub>), acortamiento de la diástole y el tiempo de perfusión coronaria ocasionan deficiencias transitorias del tejido subendocárdico, fenómenos que pueden ser ocasionados

por una disminución del retorno venoso tras la terminación abrupta del ejercicio. Las isquemias silenciosas o sintomáticas, el desequilibrio Na/K, el incremento de catecolaminas y la circulación de ácidos grasos libres pueden ser arritmogénicos. La opinión de que la actividad física enérgica puede activar un infarto agudo de miocardio, particularmente entre las personas habitualmente sedentarias con cardiopatía latente o conocida, también se ha demostrado por diversos estudios<sup>33</sup>.

Esto puede ocurrir por vía de aumentos abruptos en la frecuencia cardíaca y la TAS, un espasmo inducido de la arteria coronaria en segmentos arteriales enfermos, o la torcedura de las arterias coronarias epicárdicas llevando a la ruptura de placas ateroscleróticas vulnerables y la oclusión trombótica de un vaso coronario. El ejercicio enérgico puede además ocasionar la ruptura y el desprendimiento de placas que posteriormente generan los eventos cardiovasculares mencionados antes<sup>45</sup>.

En los últimos años, las investigaciones emergentes nos han proporcionado toda una nueva comprensión de lo que el cuerpo requiere en términos de ejercicio, y muchos de nuestros conceptos anteriores han tenido que modificarse. Ahora está claro que hacer demasiado ejercicio puede ser un duro golpe para la salud pues aunque el ejercicio regular disminuye el riesgo cardiovascular en un factor de dos o tres el ejercicio vigoroso prolongado (por ejemplo, durante las carreras de larga distancia), eleva el riesgo cardíaco en siete veces lo que podría desencadenar eventos cardíacos y provocar daños al corazón incluso después de haber concluido el ejercicio<sup>46</sup>.

En 2011, se publicó un estudio de un grupo de hombres de edad avanzada (>50 años) que estaban en buen estado de salud. Todos eran miembros del club de los 100 Maratones, es decir, los atletas que han corrido un mínimo de 100 maratones. Lejos de mostrar beneficios cardiovasculares se encontró que la mitad de los atletas estudiados, que eran los que habían entrenado más intensamente y por más tiempo, mostraron algo de cicatrización en el músculo cardíaco<sup>41</sup>.

La Gerche<sup>47</sup>, en una reciente revisión afirma que existe una creciente evidencia de que altos niveles del ejercicio intenso pudieran ser deletéreos para el corazón. La investigación sugiere que un ejercicio demasiado intenso y demasiado duradero como los entrenamientos

para maratones y triatlones pudiera promover cambios estructurales en el remodelado cardiaco, lo cual potencialmente pudiera llevar a latidos cardíacos anómalos y fibrilación auricular. Se subraya que esta investigación se refiere a un ejercicio de resistencia de alta intensidad, no a la rutina típica de ejercicio con fines de mejor aptitud física.

En su análisis este investigador excluyó las condiciones heredadas y se enfocó en si el ejercicio puede producir un cambio en el corazón que puede servir como causa de arritmias en su lado derecho. Sin embargo, La Gerche señaló que la investigación sobre este tema es limitada y requiere de más estudios para comprender mejor los riesgos<sup>47</sup>. "Las respuestas con respecto a si el ejercicio extremo proporciona una Plenitud de Salud no están completas y el surgimiento de preguntas es válido", dijo. "Dado que ésta es una preocupación que afecta a una gran proporción de la sociedad, es algo que merece la inversión. La falta de grandes estudios posibles de personas comprometidas con altos volúmenes y el ejercicio de alta intensidad representa la deficiencia más grande en la literatura hasta la fecha y, aunque tal trabajo constituye un desafío logístico y financiero, muchas preguntas seguirán siendo controversias hasta que tales datos surjan"<sup>47</sup>.

Así mismo, Eijsvogels, Fernandez y Thompson<sup>48</sup> también han revisado en 2016 las causas y la incidencia de eventos cardiacos relacionados con el ejercicio de resistencia así como los efectos agudos sobre la función cardiovascular, las consecuencias del ejercicio sobre biomarcadores cardiacos como la creatinquinasa, las troponinas cardiacas y los péptidos natriuréticos cardiacos. Esta revisión examina además el impacto del ejercicio de resistencia sobre la calcificación y aterosclerosis coronaria, la frecuencia de fibrilación auricular en atletas envejecidos y la posibilidad de que este tipo de ejercicio pudiera ser peligroso en individuos con predisposición genética a tales anomalías cardiacas como el síndrome del QT largo, la cardiomiopatía de ventrículo derecho y la cardiomiopatía hipertrófica (Figura 4). Este estudio es de gran valor pues reporta todos los potenciales efectos cardiovasculares del ejercicio de resistencia.

Las adaptaciones cardiacas al ejercicio de resistencia, generalmente consideradas benignas, han llevado al término "corazón de atleta" que pueden incluir el agrandamiento de las cuatro cavidades cardiacas<sup>49</sup> pero esta noción, a partir de las malas adaptaciones

potenciales a un ejercicio de toda la vida, pudiera no ser totalmente correcta<sup>50,51</sup>. No obstante, los autores consideran que esta hipótesis justifica su consideración científica y continuar investigando al respecto<sup>48</sup>.

### **Evaluación y estratificación de los riesgos vinculados con patologías**

La base para estratificar a los sujetos en categorías de riesgos bajo, moderado y alto según la Octava Edición de las Guías para Pruebas de Esfuerzo y Prescripción de la ACSM (2010, p. 23)<sup>1,52</sup> provee un delineamiento sencillo para establecer los estratos de riesgo como sigue:

- Riesgo Bajo: individuos asintomáticos que no posean más de un factor de riesgo para las CC.
- Riesgo Moderado: individuos asintomáticos con dos o más CC.
- Riesgo Alto: individuos con uno o más síntomas de enfermedad cardiovascular, pulmonar o metabólica.

La información correspondiente se extrae principalmente del examen médico y pruebas de esfuerzo (estas no son objeto de revisión aquí) realizadas previamente al potencial participante antes de su posible incorporación en un programa de ejercicio. No obstante, la fuente principal para determinar tales niveles, o estratos de riesgos, procede de los datos recolectados en los cuestionarios sobre salud y estilos de vida que se requieren completar previamente<sup>53</sup>. Además, las categorías de estratificación consideran si existen factores de riesgo y su cantidad para cardiopatías coronarias.

La estratificación de los riesgos se asocia con la intensidad del ejercicio que habrá de prescribirse, con el fin de evaluar la necesidad del examen médico precedente al inicio del entrenamiento físico. Para poder asegurar un mayor nivel de seguridad para los sujetos que pertenecen al programa de ejercicio o actividad física, el especialista de Medicina Deportiva debe estar adecuadamente capacitado para poder detectar las personas que poseen un nivel de alto riesgo de patologías cardiovasculares, y para determinar los síntomas de disturbios cardio-circulatorios. Por tal razón, es de crucial importancia que el personal profesional (que incluye a los licenciados de Cultura Física) posea un adecuado conocimiento que le permita la interpretación del historial médico, los signos, y síntomas

que requieran la evaluación por un médico, antes de que un participante sintomático, categorizado de riesgo moderado hasta un nivel alto, inicie un programa de actividad física.

### **Estrategias de prevención**

En 1995 el informe publicado por los Centros para el Control y Prevención de las Enfermedades (o CDC, siglas en inglés) y el ACSM presentó por primera vez las recomendaciones de salud pública con respecto a la actividad física<sup>54</sup> (Ver Tabla I en Anexos). El documento enfatizaba la práctica diaria de actividades físicas a una moderada intensidad (de 3 a 6 METs). Además, se recomendaba regularidad y la acumulación de las actividades físicas no continuas durante el curso del día por 30 minutos o más. Sesiones cortas de actividades físicas pueden contribuir al tiempo total.

### **Prescripción del ejercicio**

El propósito de la evaluación de salud en la etapa de pre participación en el ejercicio propuesta por el ACSM es identificar a los individuos que pueden estar en riesgo elevado de muerte cardíaca súbita y/o infarto agudo de miocardio relacionados con el ejercicio. Sin embargo, algunos estudios recientes estudios han sugerido que seguir las pautas propuestas puede resultar en remisiones médicas excesivas y en una barrera para la práctica del ejercicio<sup>55</sup>. Hay evidencia considerable además, que el ejercicio es seguro para la mayoría de las personas y tiene muchos beneficios asociados con la salud y la aptitud; los eventos cardiovasculares relacionados con el ejercicio suelen estar a menudo precedidos de signos y/o síntomas de aviso; y los riesgos cardiovasculares asociados con el ejercicio disminuyen en la medida en que los individuos se vuelven más físicamente activos/aptos<sup>56</sup>.

Es por ello que en el 2015 el ACSM<sup>56</sup> propone un nuevo modelo de evaluación de salud previa a la participación en un programa de ejercicios basado en tres factores: 1) el nivel actual de actividad física de los individuos, 2) la presencia de signos o síntomas y/o enfermedad cardiovascular, metabólica, o renal conocida, y 3) la intensidad del ejercicio deseada, en la medida en que estas variables se han identificado como los moduladores del riesgo de eventos cardiovasculares relacionados con el ejercicio (Tabla II).

Identificar los factores de riesgo cardiovasculares sigue siendo un objetivo importante de prevención y manejo de la enfermedad global, sin embargo, perfilarlos no se incluye ya en el proceso de evaluación de salud previa a la participación en el ejercicio.

La estratificación del riesgo de los individuos para una ECV según Octava Edición de las Guías para Pruebas de Esfuerzo y Prescripción de la ACSM (2010)<sup>1,52</sup> no se incluye más en el nuevo proceso de evaluación de salud previa a la participación en un programa de ejercicios del ACSM. Tampoco se hacen recomendaciones específicas de examen médico o prueba de esfuerzo sobre la base de la clasificación del riesgo. Los individuos son remitidos a su facilitador de salud (mejor un especialista en Medicina del Deporte) para recibir aprobación médica para la participación en un programa de ejercicios. Los neumópatas tampoco son automáticamente remitidos para recibir aprobación médica antes de iniciarse en un programa de ejercicios.

En la Tabla II se describe el nuevo algoritmo para la evaluación de salud previa a la participación en un programa de ejercicios. En este los individuos asintomáticos físicamente activos de forma regular sin patología cardiovascular (es decir, cardíaca, vascular periférica, cerebrovascular), metabólica (es decir, Diabetes Mellitus tipo 1 ó 2) o renal conocida pueden continuar su programa habitual de ejercicios según tolerancia de acuerdo a las pautas de la Novena Edición de las Guías para la Prescripción del Ejercicio aceptadas por el ACSM en 2014<sup>57</sup>.

## **CONCLUSIONES**

La literatura revisada suministra una fuerte evidencia de que los riesgos por permanecer físicamente inactivo, sobre todo en aquellos individuos con enfermedades crónicas, son sustanciales mientras que la actividad física y el ejercicio contribuyen significativamente al logro y mantenimiento de una vida saludable y pueden adaptarse en cuanto a tipo, su intensidad y su duración de modo que se logre un efecto del tipo dosis-respuesta. Sin embargo, si bien el “estrés” asociado a la actividad física practicada de forma regular puede producir una respuesta positiva general, reflejada por una reducción del riesgo de ECV por un lado y un incremento del rendimiento físico por el otro, durante el ejercicio enérgico a

diferencia de otros tipos, dado su mayor costo energético puede también provocar un “estrés agudo” que conlleve daño<sup>5,16</sup>.

La controversia a través de los años ha estado en si es el volumen o es la intensidad el responsable del incremento del riesgo cardiovascular. En la mayoría de los estudios que reportaban beneficio por un ejercicio de intensidad energética en comparación con uno de intensidad moderada existía también un gran volumen de ejercicio. En consecuencia, no quedaba claro si el beneficio agregado era debido a la intensidad energética per se o si los resultados eran simplemente el reflejo de un beneficio agregado por el mayor volumen de energía gastada. A pesar de la evidencia existente que apoya la participación en actividad física energética por largo tiempo como un medio de reducir la morbilidad y mortalidad a largo plazo, toda sesión individual aguda incrementa el riesgo tanto de eventos cardiacos adversos no fatales como de IM y la MCS. Es la llamada “paradoja del riesgo del ejercicio”; las reducciones a largo plazo del riesgo obtenidas a través de la actividad física energética están ligadas a incrementos agudos y transitorios del riesgo<sup>14,17,26</sup>.

Por otra parte, en relación con los efectos de la actividad física y el ejercicio sobre la TA como prescripción no farmacológica, algunos estudios han encontrado descensos limitados con el entrenamiento de fuerza (ejercicio estático), aunque con efecto levemente inferior al que se consigue con el ejercicio dinámico. Sin embargo, no se han llevado a cabo estudios que comparen directamente ambos tipos de entrenamiento. Tampoco hay evidencia demostrada de que la realización de entrenamiento de fuerza pueda elevar la TA basal sino más bien disminuirla<sup>15</sup>.

En los últimos años, las investigaciones emergentes nos han proporcionado toda una nueva comprensión de lo que se requiere en términos de ejercicio, y muchos de nuestros conceptos anteriores han tenido que modificarse. Ahora está claro que hacer demasiado ejercicio puede ser un duro golpe para la salud. Pues aunque el ejercicio regular disminuye el riesgo cardiovascular en un factor de dos o tres veces el ejercicio energético prolongado como durante los eventos deportivos de ultra resistencia (maratones y triatlones), eleva el riesgo cardíaco en siete veces que podría desencadenar eventos cardiacos y dañar al corazón a largo plazo después de haberlo concluido. Sin embargo, investigadores como La

Gerche y Ejsvogels y col. han señalado que los estudios sobre este tema son limitados y se requiere seguir investigando para comprender mejor los riesgos del ejercicio energético extremo<sup>47,48</sup>.

Las nuevas recomendaciones del ACSM para la evaluación de salud previa a la participación en un programa de ejercicios enfatizan un importante mensaje de salud de que la actividad física regular es para todos y busca quitar barreras innecesarias para adoptar y mantener un programa de ejercicios estructurado, un estilo de vida que abraza la actividad física habitual, o ambos. El riesgo para los eventos cardiovasculares agudos relacionados con el ejercicio es más alto entre los individuos habitualmente sedentarios con ECV conocida u oculta que realizan una desacostumbrada actividad física de intensidad energética. Por eso, las nuevas pautas del ACSM<sup>56</sup> para la evaluación de salud previa a la participación en un programa de ejercicios se enfocan en evaluar 1) el nivel individual actual de actividad física, 2) la presencia de signos y/o síntomas de enfermedad cardiovascular, metabólica, o renal conocida, y 3) la intensidad deseada del ejercicio. Además, el riesgo de eventos cardiovasculares relacionados con el ejercicio puede ser reducido mucho más probablemente por la atención cuidadosa a una prescripción segura y efectiva del ejercicio que 1) aplica el principio FITT-VP del ejercicio (de **frecuencia, intensidad, tiempo, tipo, volumen y progresión**), incorporando una fase de transición progresiva (de 2 a 3 meses), durante la que se aumentan gradualmente la duración e intensidad de ejercicio, 2) defiende los adecuados procedimientos de calentamiento y enfriamiento, 3) promueve la educación de advertir signos y/o síntomas (por ejemplo, dolor o presión en el pecho, cefalea ligera, palpitaciones y/o arritmias del corazón, respiración corta inusual), 4) anima a los individuos sedentarios a comprometerse con una frecuente caminata a ritmo rápido para moverlos de la cohorte menos físicamente activa a la físicamente activa, y 5) aconseja a los individuos físicamente inactivos evitar una actividad física energética, cerca de la intensidad máxima y desacostumbrada.

Por último estas nuevas recomendaciones del ACSM para la evaluación de salud previa a la participación en un programa de ejercicios están actualizadas con cuanta investigación al respecto se encuentra disponible y busca simplificar el proceso eliminando la necesidad de

depuración médica y/o realización de pruebas de esfuerzo en muchos individuos, sobre todo cuando se contempla la realización de ejercicio de intensidad baja a moderada.

Estas pautas suelen ser actualizadas periódicamente por esta organización a fin de reglamentar la participación en la actividad y el ejercicio físicos.

## Referencias Bibliográficas

1. Lopategui Corsino E. Prescripción de ejercicio. Delineamientos más recientes: American College of Sports Medicine (ACSM), 2014. Saludmed.com: Ciencias del Movimiento Humano y de la Salud. Recuperado de: <http://www.saludmed.com/rxejercicio/rxejercicio.html>
2. American College of Sports Medicine [ACSM]. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription (8va. ed., pp., 166-167, 207-224). Philadelphia, PA: Lipincott Williams & Wilkins 2010.
3. Brown Rodgers A. Ejercicio y Actividad Física Instituto Nacional sobre el Envejecimiento. Publicación 10-4931s Septiembre 2010. Disponible en: <http://www.nia.nih.gov.Espanol>.
4. Coyle EF. Physical activity as a metabolic stressor. *Am J Clin Nutr* 2000; 72(suppl):512S–20S.
5. Holloszy JO, Coyle EF. Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. *J Appl Physiol* 1984; 56(4):831-38
6. Costill DL, Coyle EF, Dalsky G, Evans W, Fink W, Hoopes D. Effects of elevated plasma FA and insulin on muscle glycogen usage during exercise. *J Appl Physiol* 1977; 43(4):695-9.
7. Putman CT, Spriet LL, Hultman E, Lindinger MI, Lands LC, McKelvie RS, et al. Pyruvate dehydrogenase activity and acetyl group accumulation during exercise after different diets. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism* 1993; 265(5), E752-E760.
8. Webb P, Saris WHM, Schoffelen PFM, Van Ingen Schenau GJ, Ten Hoor F. The work of walking: a calorimetric study. *Med Sci Sports Exerc* 1988; 20(4):331-37.
9. Hultman E, Greenhaff PL, Ren J-M, Soderlund K. Energy metabolism and fatigue during intense muscle contraction. *Biochem Soc Trans* 1991; 19: 347-53.
10. Essig DA. Contractile activity–induced mitochondrial biogenesis in skeletal muscle. *Exerc Sport Sci Rev* 1996; 24:289–319.
11. Mc Ardle WD KF, Katch VL. Fisiología del ejercicio. Energía, nutrición y rendimiento humano. Alianza Editorial SA. 1986; ed. Madrid, 119-137.

12. Martín Escudero P. Ejercicio físico en HTA y patologías concomitantes. Book (PDF Disponible). Madrid, Abril 2010. ISBN: 978-84-691-xxxx-x.
13. Firman G. Fisiología del ejercicio físico. Corrientes, Argentina: Facultad de Medicina de la UNNE, 2000.
14. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc.* 2007; 39(8):1423–34.  
Disponible en: doi: 10.1161/circulationaha.107.185649
15. Thompson PD, Franklin BA, Balady GJ, Blair SN, Corrado D, Mark Estes NA, et al. Exercise and acute cardiovascular events. Placing the risks into perspective: A Scientific Statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism and the Council on Clinical Cardiology. *Circulation.* 2007; 115(17):2358–68.
16. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults. Guidance for Prescribing Exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011; 43(7):1334-59.
17. Shephard RJ. Absolute versus relative intensity of physical activity in a dose-response context. *Med Sci Sports Exerc.* 2001; 33(Suppl 6):S400–18; discussion S19–20.
18. Goodman J, Thomas S, Burr JF. Cardiovascular risks of physical activity in apparently healthy individuals. Risk evaluation for exercise clearance and prescription. *Can Fam Physician.* 2013 Jan; 59(1):46-9.
19. Paffenbarger RS, Lee IM. A natural history of athleticism, health and longevity. *J Sports Sci* 1998; 16(Suppl):S31-45.
20. Warburton DE, Taunton J, Bredin SS, Isserow S. The risk-benefit paradox of exercise. *BC Medical Association Journal* 2016; 58:210-18.
21. Franklin BA, Billecke S. Putting the benefits and risks of aerobic exercise in perspective. *Curr Sports Med Rep* 2012; 11:201-8.

22. Corrado D, Basso C, Rizzoli G, Schiavon M, Thiene G. Does sports activity enhance the risk of sudden death in adolescents and young adults? *J. Am. Coll. Cardiol.* 2003; 42:1959-63.
23. Corrado D, Basso C, Pavei A, Michieli P, Schiavon M, Thiene G. Trends in sudden cardiovascular death in young competitive athletes after implementation of a preparticipation screening program *JAMA* 2006; 296:1593-601.
24. Pelliccia A, Zipes DP, Maron BJ. Bethesda Conference #36 and the European Society of Cardiology Consensus Recommendations revisited. A comparison of U.S. and European criteria for eligibility and disqualification of competitive athletes with cardiovascular abnormalities. *J Am Coll Cardiol* 2008; 24:1990-6.
25. De Noronha SV, Sharma S, Papadakis M, Desai S, Whyte G, Sheppard MN. Aetiology of sudden cardiac death in athletes in the United Kingdom: a pathological study. *Heart* 2009; 95(17):1409-14.
26. Serra-Grima J. Prescripción de ejercicio físico para la salud. Paidotribo S.A ed. Barcelona, 1999.
27. Vilella A. Actividad física y salud (I). *Medicina integral: Medicina preventiva y asistencial en atención primaria de la salud* 1992; 20(8), 418-423.
28. Egocheaga Cabello I, Martell Claros N. Hipertensión y ejercicio. *Hipertensión* 1994; 11(6):226-34.
29. Pescatello L, Kulikowich JM. The aftereffects of dynamic exercise on ambulatory blood pressure. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33(11):1855-61.
30. Gordon N. Hypertension. *ACSM'S. Exercise management for persons with chronic diseases and disabilities.* Human Kinetics ed. USA, 1997.
31. Boraita A, Baño Rodrigo A, Berrazueta Fernández J, Lamiel Alcaine R, Luengo Fernández E, Manonelles Marqueta P, et al. Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología sobre la actividad física en el cardiópata. *Rev Esp Cardiol* 2000; 53:684-726.
32. Marcos-Becerro J. *Ejercicio, forma física y salud.* Madrid: Eurobook SL, 1994.
33. Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, Farquhar WB, Kelley GA, Ray ChA. Exercise and Hypertension. *American College of Sports Medicine Position Stand.* *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 533-53.

34. Steffen PR, Sherwood A, Gullette EC, Georgiades A, Hinderliter A, Blumenthal JA. Effects of exercise and weight loss on blood pressure during daily life. *Med Sci Sports Exercise* 2001; 33(10):1635-40.
35. Hagberg J, Park JJ, Brown MD. The role of exercise training in the treatment of hypertension. *Sports Med* 2000; 30 (3):193-206.
36. Albert CM, Mittleman MA, Chae CU, Lee IM, Hennekens CH, Manson JE. Triggering of sudden death from cardiac causes by vigorous exertion. *N. Engl. J. Med.* 2000; 343:1355-61.
37. Levine B. Can Intensive Exercise Harm the Heart? The Benefits of Competitive Endurance Training for Cardiovascular Structure and Function. *Circulation.* 2014; Sept 15,130(12):987-91. Disponible en: <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.114.008142>
38. Bassler TJ. Marathon running and immunity to atherosclerosis. *Ann NY Acad Sci.* 1977; 301:579-92.
39. Shephard RJ. Narrative Review. The developing understanding of human health and fitness: 3. The Classical Era. *Health & Fitness Journal of Canada* 2012; 5(2):3-29.
40. O'Keefe JH, Patil HR, Lavie CJ, Magalski A, Vogel RA, McCullough PA. Potential Adverse Cardiovascular Effects from Excessive Endurance Exercise. *Mayo Clin Proc.* 2012; 87(6):587-95.
41. Wilson M, O'Hanlon R, Prasad S, Deighan A, MacMillan P, Oxborough D, et al. Diverse patterns of myocardial fibrosis in lifelong, veteran endurance athletes. *J Appl Physiol.* 2011; 110: 1622–6.
42. Drca N, Wolk A, Jensen-Urstad M, Larsson SC. Atrial fibrillation is associated with different levels of physical activity levels at different ages in men. *Heart* 2014; 100:1037-42. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1136/heartjnl-2013-305304>
43. Siegel AJ, Stec JJ, Lipinska I, Van Cott EM, Lewandrowski KB, Ridker PM, et al. Effect of marathon running on inflammatory and hemostatic markers. *Am J Cardiol.* 2001 Oct 15; 88(8):918-20.
44. Neilan TG, Januzzi JL, Lee-Lewandrowski E, Ton-Nu TT, Yoerger DM, Jassal DS, Lewandrowski KB, Siegel AJ, Marshall JE, Douglas PS, Lawlor D, Picard MH, Wood MJ: Myocardial injury and ventricular dysfunction related to training levels

- among nonelite participants in the Boston marathon. *Circulation*. 2006, 114:2325-33. Disponible en: DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.106.647461
45. Thompson PD. The cardiovascular complications of vigorous physical activity. *Arch. Intern. Med.* 1996; 156:2297–2302.
46. La Gerche A, Burns AT, Mooney DJ, Inder WJ, Taylor AJ, Bogaert J, et al. Exercise-induced right ventricular dysfunction and structural remodelling in endurance athletes. *Eur Heart J*. 2012, 33:998-1006. Disponible en: doi:10.1093/eurheartj/ehr397
47. La Gerche A. The potential cardiotoxic effects of exercise. *Canad J Cardiol*. 2016; 32(4):421-8. Disponible en: <http://doi:10.1016/j.cjca.2015.11.010>
48. Eijssvogels TM, Fernandez AB, Thompson PD. Are There Deleterious Cardiac Effects of Acute and Chronic Endurance Exercise? *Physiol Rev* 2016 Jan; 96(1):99-125. Disponible en: <http://doi:10.1152/physrev.00029.2014>
49. Pelliccia A, Culasso F, Di Paolo FM, Maron BJ. Physiologic left ventricular cavity dilatation in elite athletes. *Ann Internal Med* 1999; 130:23–31.
50. Breuckmann F, Mohlenkamp S, Nassenstein K, Lehmann N, Ladd S, Schmermund A, et al. Myocardial late gadolinium enhancement: prevalence, pattern, and prognostic relevance in marathon runners. *Radiology* 2009; 251:50–7.
51. Mewton N, Liu CY, Croisille P, Bluemke D, Lima JA. Assessment of myocardial fibrosis with cardiovascular magnetic resonance. *J Am Coll Cardiol* 2011; 5(7): 891–903.
52. American College of Sports Medicine [ACSM]. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription (8va. ed., pp., 166-167, 207-224). Philadelphia, PA: Lipincott Williams & Wilkins 2010.
53. Lopategui Corsino E. Actividad física: Evolución y delineamientos más recientes. *Saludmed.com: Ciencias del Movimiento Humano y de la Salud*. 2016. Disponible en: <http://www.saludmed.com/actividadfisica/actividadfisica.html>
54. Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C, et al. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine [Abstract]. *Journal of*

the American Medical Association, 1995; 273(5):402-7. Recuperado de:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7823386>

55. Franklin BA. Preventing exercise-related cardiovascular events: is a medical examination more urgent for physical activity or inactivity? *Circulation*. 2014; 129:1081–4.
56. Riebe D, Franklin BA, Thompson PD, Garber CE, Whitfield GP, Magal M, et al. Updating ACSM's Recommendations for Exercise Preparticipation Health Screening. *Med Sci Sports Exerc*. 2015; 47(8):2473–9.
57. Pescatello LS, Arena R, Riebe D, Thompson PD. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 9th ed. Philadelphia (PA): Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins Health; 2014.

## ANEXOS

Tabla I. Modelo de Actividad Física para mantener una apropiada salud. Fuente: Journal of the American Medical Association, 1995; 273(5):402-7.

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
Intensidad moderada	3 - 6 METS ó 150-200 kcal • min <sup>-1</sup>
Acumulación diaria de actividades físicas	30 min o más por día
Intermitente	Sesiones cortas de actividades físicas
Regularidad	Incorporación diaria a la actividad física, preferiblemente todos los días

Tabla II. Nuevo algoritmo para el proceso de evaluación de salud previa participación en un programa de ejercicios aerobios. Fuente: adaptada de Med Sci Sports Exerc. 2015; 47(8):2473–9.

RECOMENDACIONES PARA PARTICIPACION EN EJERCICIO REGULAR §					
NO			SI		
No enfermedad CV1), metabólica2) o renal <u>Y</u> no sinus o síntomas3) sugestivos de enfermedad CV1), metabólica2) o renal.	Enfermedad CV1), metabólica2) o renal conocida <u>Y</u> asintomático.	Cualquier síntoma 3) sugestivo de enfermedad CV 1), metabólica 2) o renal independientemente del status patológico.	No enfermedad CV1), metabólica2) o renal <u>Y</u> no signos o síntomas3) de enfermedad CV1), metabólica2) o renal.	Enfermedad CV1), metabólica2) o renal conocida <u>Y</u> asintomático.	Cualquier signo o síntomas3) sugestivos de enfermedad CV1), metabólica2) o renal independiente del status patológico.
Depuración médica4) no necesaria.	Depuración médica4) recomendada.	Depuración médica4) recomendada.	Depuración médica4) no necesaria.	Depuración médica 4) para intensidad del ejercicio no necesaria. Depuración médica4) recomendada (dentro de los últimos 12 meses si no hay cambios en signos/síntomas) antes de empezar intensidad de ejercicio energética***	Suspender el ejercicio y buscar depuración médica4).
Intensidad del ejercicio de ligera a moderada recomendada. Pudiera progresar gradualmente a una intensidad energética siguiendo las pautas $\theta$ del ACSM	Luego de depuración médica4) se recomienda intensidad del ejercicio de ligera* a moderada**. Pudiera progresar según tolerancia siguiendo pautas $\theta$ del ACSM	Luego de depuración médica4) se recomienda intensidad del ejercicio de ligera* a moderada**. Pudiera progresar según tolerancia siguiendo pautas $\theta$ del ACSM	Continuar intensidad de ejercicio moderada** o energética***. Pudiera progresar gradualmente siguiendo pautas $\theta$ del ACSM	Continuar intensidad moderada** del ejercicio. Luego de depuración médica4) pudiera progresar gradualmente según tolerancia siguiendo pautas $\theta$ del ACSM	Pudiera reincorporarse al ejercicio luego de depuración médica4). Progreso gradual según tolerancia siguiendo pautas $\theta$ del ACSM

### Leyenda

§ Participación en el ejercicio, realizando actividad física estructurada y planificada por al menos 30 min a una intensidad moderada y frecuencia de al menos 3 días/sem<sup>-1</sup> por al menos 3 meses.

\* Ejercicio de ligera intensidad, de un 30 a <40% de la FC de reserva o el VO<sub>2</sub> de reserva, de 2 a <3 METs, un nivel de Esfuerzo Percibido de 9-11, una intensidad que produce incrementos no significativos en la FC y la ventilación.

\*\* Ejercicio de intensidad moderada de un 40 a un 60% de la FC de reserva o el VO<sub>2</sub> de reserva, de 3 a <6 METs, un nivel de Esfuerzo Percibido de 12-13, una intensidad que produce incrementos significativos en la FC y la ventilación.

\*\*\* Ejercicio de intensidad vigorosa de ≥60% de la FC de reserva o el VO<sub>2</sub> de reserva, de ≥6 METs, un nivel de Esfuerzo Percibido de 14, una intensidad que produce incrementos significativos en la FC y la ventilación.

1) ECV, cardiaca, vascular periférica, o enfermedad cerebrovascular.

2) Enfermedad metabólica, Diabetes Mellitus tipo 1 y 2.

3) Signos y síntomas, en reposo o durante la actividad; incluyen dolor, malestar en el pecho, cuello, mandíbula, brazos u otras áreas que puedan resultar de una isquemia; respiración deficiente en reposo o con un esfuerzo ligero; vértigo o síncope; ortopnea o disnea paroxística nocturna; edema en los tobillos; palpitaciones o taquicardia; claudicación intermitente; soplo cardiaco conocido; fatiga inusual o respiración deficiente con actividades habituales.

4) Depuración médica, aprobación por un profesional de la salud para participar en un programa de ejercicios.

Ø Pautas del ACSM para Pruebas de Esfuerzo y Prescripción del Ejercicio. 9na. Edición, 2014.