



## CARDIOLOGÍA DEL ADULTO - REVISIÓN DE TEMAS

# Entrenamiento de la fuerza muscular como coadyuvante en la disminución del riesgo cardiovascular: una revisión sistemática

## *Muscle strength training as co-adjutant in cardiovascular risk reduction: a systematic review*

Isabel A. Sánchez, FT.

Bogotá, DC., Colombia.

La fuerza muscular es una cualidad física importante dentro del desarrollo de las actividades básicas del ser humano, pese a que ha sido uno de los elementos poco trabajados dentro de la población con riesgo cardiovascular, debido a que no se poseen conceptos claros que hagan referencia a los efectos fisiológicos que se obtienen, los cuales siempre han sido motivo de discusión y de diferentes posturas para muchos investigadores.

El objetivo de este artículo es mostrar con claridad los efectos fisiológicos que se logran con el entrenamiento de la fuerza, a través de una revisión sistemática. Para ello se tuvieron en cuenta 54 artículos de diferentes bases de datos, con el fin de contemplar las distintas conceptualizaciones realizadas por aquellos autores que se han dedicado al estudio de esta cualidad física. Estos autores tuvieron en cuenta aspectos tales como el entrenamiento de la fuerza muscular y los beneficios que se obtienen tras el entrenamiento de la misma, haciendo especial énfasis en lo referente al sistema cardiovascular desde el punto de vista hemodinámico, a nivel del sistema metabólico. Así, analizaron variables tales como ritmo metabólico y sensibilidad a la insulina y perfil lipídico, a fin de dar a conocer los fundamentos fisiológicos que faciliten posteriormente emplearlas como herramienta que favorezca no sólo el retorno a la funcionalidad del individuo, sino que, de manera concomitante, permitan disminuir aquellos índices generadores de patologías que se consideran como desencadenantes de riesgos cardiovasculares, de forma potencial en la población con riesgo cardiovascular. Concluyen que para que la información sea más representativa, es importante incentivar a los investigadores en la realización de más estudios aplicativos, que permitan demostrar que el entrenamiento de la fuerza muscular logra contribuir a la reducción de factores de riesgo cardiovascular aunque de una forma más lenta que el entrenamiento aeróbico, pero igualmente favorable.

**PALABRAS CLAVE:** entrenamiento de la fuerza muscular, riesgo cardiovascular, efectos del entrenamiento de la fuerza.

Muscle strength is an important physical quality in the development of the basic activities of the human beings even though it has been one of the items little worked among, the population at cardiovascular risk, due to the fact that there are no clear concepts concerning the physiological effects obtained, these effects have always been a matter of discussion and of different opinions for many researchers. The objective of this article is to clearly show the physiological effects achieved by strength training, through a systematic review. 54 articles of different databases were reviewed in order to consider the different conceptualizations carried out by those authors who have been dedicated to the study of this physical quality. These authors took into account aspects such as muscle strength training

Universidad Manuela Beltrán. Grupo Ejercicio Físico y Deportes. Categoría B COLCIENCIAS.

Correspondencia: Isabel Adriana Sánchez. Dirección Avenida circunvalar No. 60-00. Tel: 5460600 ext. 1259- 1172. Celular: 3107542877. Correo: iasanchezumb@yahoo.es, isabel.sanchez@umb.edu.co,

Recibido: 02/04/2009. Aceptado: 26/06/2009.

and the benefits obtained by it, with special emphasis in the cardiovascular system from a hemodynamic point of view at the metabolic system level. Variables such as metabolic rate, insulin sensitivity, and lipid profile were analyzed, in order to recognize the physiological basis that may further facilitate its use as a tool that may favor not only the return of the individual to functionality, but that may also concurrently reduce those indexes generators of pathologies considered as triggers of cardiovascular risks, in people at cardiovascular risk. They conclude that to make the information more representative, it is important to encourage researchers in conducting further applicable studies that may show that muscle strength training contributes in the reduction of cardiovascular risk factors and that although it reduces them in a slower way compared to the aerobic training, it is equally favorable.

**KEY WORDS:** muscle strength training, cardiovascular risk, effects of strength training.

(Rev Colomb Cardiol 2009; 16: 239-248)

## Introducción

Los factores de riesgo cardiovascular se definen como un conjunto de alteraciones, que hoy se han incrementado en gran medida dentro de la población humana. Según la Organización Mundial de la Salud, en un estudio basado en los factores de riesgo cardiovascular y publicado en 2007, se afirmó, que estos factores generan enfermedades coronarias y cerebrovasculares, y conllevan un gran número de muertes en el mundo. De modo específico, en Estados Unidos la enfermedad arterial coronaria, se ha convertido en la primera causa de muerte en esta población, así como en otros países en desarrollo. Sin embargo, las alteraciones cardiovasculares, también se han transformado en una de las principales causas de muerte en países en vía de desarrollo (1, 28, 29).

Para el *Texas Heart Institute*, en su artículo: «Factores de riesgo cardiovascular» publicado en 2007, los factores de riesgo cardiovascular pueden dividirse en dos categorías:

1. Principales: en éstos los efectos deletéreos sobre la salud humana han sido clínicamente comprobados; aquí se consideran la edad, el género y las condiciones genéticas y familiares propias de cada individuo (55).

2. Contribuyentes: se definen como aquellos elementos que pueden dar lugar a un mayor riesgo cardiovascular, pero cuyo papel exacto aún no se ha definido, por ejemplo: diabetes mellitus, tabaquismo, hipertensión arterial e hipercolesterolemia. Cuantos más factores de riesgo estén inmersos en un individuo, mayor será la predisposición de desarrollar un evento patológico bien sea cardiovascular o cerebrovascular (2).

Para la OPS (3), los factores de riesgo que potencialmente puedan implicar afecciones de riesgo cardio-

vascular, ocupan el octavo lugar de morbilidad en las Américas, pero por las consecuencias nefastas que producen los mismos como el caso de la enfermedad cerebrovascular, poco a poco han ido ocupando el primer lugar de mortalidad, sumado a las patologías coronarias propiamente dichas.

La hipertensión arterial, el tabaquismo, la diabetes, la dislipidemia, la obesidad, el consumo de alcohol, la inactividad física, la alteración hormonal generada con la aparición de la menopausia, el consumo de anticonceptivos orales, entre otros, son los elementos que pueden desencadenar la aparición de enfermedades cardiovasculares.

Los incrementos en el índice de masa corporal y las medidas antropométricas se asocian con obesidad y producción de placas ateromatosas. Además, la evidencia científica sugiere que aquellos individuos que padecen enfermedades que conlleven síndrome metabólico, incrementan sus niveles de mortalidad si se asocian a enfermedades cardiovasculares (6, 30, 31).

Según el *American College of Cardiology* (4), dichos factores de riesgo se están convirtiendo en elementos que incrementan los ingresos y reingresos a instituciones hospitalarias, con lo que se generan altos costos para los sistemas de salud mundial, que se ven impactados por el tipo de tratamiento médico que se debe dar a cada caso en particular. Para Rossi (5), no siempre la presencia de algún factor de riesgo reflejará el valor predictivo del desenlace patológico en un individuo, pero si está claro que de la magnitud del riesgo cardiovascular, dependerá el desarrollo de enfermedades coronarias posteriores (36, 37).

Ahora bien, son muchos los estudios que manifiestan cómo a través de la prevención primaria y de la concienciación de los seres humanos en mejorar su

estilo de vida, se favorece la reducción del riesgo cardiovascular. Desde el punto de vista fisioterapéutico, las actividades se enfocan al entrenamiento físico, siendo la actividad aeróbica el pilar fundamental y siempre tenido en cuenta, en aras de disminuir factores de riesgo desencadenantes de posibles eventos cardiovasculares en un individuo, con resultados evidentes, con relación a la disminución de los niveles tanto de lípidos como de azúcares, al igual que de indicadores hemodinámicos como la tensión arterial y la frecuencia cardiaca. Esto resulta valioso para aquellos pacientes a quienes se les diagnosticó diabetes, hipercolesterolemia, sobrepeso e hipertensión arterial, entre otros.

Sin embargo, pocos autores toman el entrenamiento de la fuerza muscular como elemento que también favorezca y sea coadyuvante en la reducción del riesgo cardiovascular, desconociendo por completo sus efectos, los cuales podrían ser muy similares a los que se producen con el entrenamiento aeróbico (7).

En Colombia, y más específicamente desde el quehacer del Fisioterapeuta, son pocos los estudios que emplean la fuerza como herramienta de trabajo en pacientes con riesgo cardiovascular y sus acciones se enfocan más al manejo aeróbico, dejando el entrenamiento de la fuerza muscular para etapas posteriores, bien por miedo o por el simple desconocimiento de cómo realizarlo de manera segura, sin que represente un riesgo para estos individuos.

Según Camargo y colaboradores (8), el entrenamiento de la fuerza muscular, por muchos años había estado contraindicado en pacientes no sólo con eventos cardiovasculares instaurados, sino en pacientes con riesgo cardiovascular, por los riesgos hemodinámicos en relación a las cifras de tensión, las cuales se incrementarían con su realización y sobrecargarían al miocardio. Sin embargo, en su artículo sobre las implicaciones hemodinámicas, tras un entrenamiento de fuerza y resistencia con miembros superiores, concluyen que el manejo adecuado y el saber cómo entrenar esta cualidad, tendría efectos benéficos sobre los factores de riesgo cardiovascular (38).

Con base en lo expuesto, el objetivo principal de este artículo es realizar una revisión sistemática acerca de cómo a través del entrenamiento de la fuerza muscular, se obtienen efectos tan benéficos que favorecen la disminución de los factores de riesgo cardiovascular (32).

## Metodología

Para la elaboración del documento se realizó una búsqueda de artículos en bases de datos como:

- Sobreentrenamiento.com: se tuvieron en cuenta 26 artículos.
- PubMed: se tuvieron como referentes 18 artículos.
- Medline: se tuvieron en cuenta 6 artículos contemplados en publicaciones como: Revista de Antioquia, Revista Colombiana de Cardiología, Revista Salud Pública de Argentina y Revista de la Sociedad Española de Cardiología y de la Sociedad Argentina de Cardiología.
- Por último 5 artículos de *Journal of the American College of Cardiology*, para un total de 55 artículos.

Se emplearon como palabras claves: entrenamiento de la fuerza muscular, riesgo cardiovascular y efectos del entrenamiento de la fuerza muscular, teniendo en cuenta parámetros límite tales como el término técnico empleado en Inglés: *Training of muscle strength and Cardiovascular Risk*, lo que implicó que la búsqueda de la información no fuese sólo en Español.

Otros límites para el adecuado filtro de la información, consistieron en retomar artículos que estuviesen escritos a partir de 2000 con el fin de que la información fuese más actualizada; sin embargo también se resaltaron aquellos autores pioneros en el estudio del tema, cuyas revisiones marcaron la pauta para los escritos actuales. Para la elaboración de la revisión sistemática, se requirió de un período de tiempo de un semestre académico aproximadamente, necesario para la búsqueda y el análisis de la información recopilada.

Con relación a la revisión teórica 36% de los artículos incluidos pertenecen a España, 20% a Estados Unidos, 11% a Colombia, 7% a Argentina, 4% a Londres, 4% a Grecia, 4% a Italia y 14% restantes a países tales como Finlandia, Francia, Lituania, Japón, Cuba, Canadá y Dinamarca, donde se encontró un artículo por cada país.

Dentro de los criterios de inclusión se tuvieron en cuenta los artículos en donde se analizara el entrenamiento de la fuerza muscular aplicable a pacientes en riesgo cardiovascular y patología cardiovascular instaurada, así como artículos en donde se resaltaran los efectos fisiológicos obtenidos tras el entrenamiento de la misma en los factores desencadenantes de riesgo car-

diovascular. Se excluyeron aquellos que tuvieran como objetivo el manejo psicológico o que aplicaran el entrenamiento de fuerza en población sana o deportista.

Con relación a los efectos derivados del entrenamiento de la fuerza sobre el sistema cardiovascular, las variables consideradas para el análisis fueron las que se relacionaron con las implicaciones sistémicas y el sistema metabólico, considerando puntualmente la influencia de tal entrenamiento sobre el perfil lipídico, el ritmo metabólico, la sensibilidad a la insulina y las variaciones hemodinámicas, elementos claves que se encuentran comprometidos dentro de la población en riesgo cardiovascular.

## Resultados

Como base fundamental, la revisión retomó los conceptos básicos de fuerza muscular y su entrenamiento aplicable a individuos en riesgo cardiovascular instaurado, así como los efectos benéficos del entrenamiento propio de la fuerza muscular a nivel sistémico, con el fin de estructurar y fundamentar cómo el entrenamiento de fuerza constituye un elemento facilitador en la reducción del riesgo cardiovascular.

### Fuerza muscular

Según Heredia (10), las capacidades físicas se clasifican en tres grupos:

1. Bioenergética: contempla lo concerniente a resistencia ya sea de orden aeróbico o anaeróbico.
2. Neuromuscular: contempla a la fuerza como su único elemento.
3. Anatómico-estructural: hace relación al *fitness* y a la flexibilidad, como condiciones básicas en los individuos.

Al indagar sobre los conceptos teóricos se encontró que a partir de las leyes físicas, la fuerza se define como aquella capacidad de un objeto de vencer u oponerse a una resistencia (56).

Con base en ello, Badillo (11, 33) afirmó que la fuerza muscular también se contempla como una capacidad física, la cual involucra para su ejecución no sólo los componentes óseos y musculares, sino al sistema nervioso, que tiene como fin preparar las estructuras encargadas de participar en la ejecución del acto motor.

Ahora bien, pese a que han sido variadas las investigaciones con relación a este tema, al igual que las diversas clasificaciones empleadas para esta cualidad, para este mismo autor, la fuerza muscular no debería subdividirse, ya que la fuerza «es solo una», pero, sí podría hablarse de manifestaciones de la fuerza, la cual se verá reflejada en tensión muscular, y tendrá variaciones a lo largo del recorrido articular, sin que aquellos elementos ya preconcebidos por algunos autores se vean modificados.

De otra parte, con relación al proceso involutivo, para González y colaboradores (12), la fuerza disminuye con la edad, lo cual se considera normal, fundamentalmente por la atrofia muscular que se produce por la incapacidad del músculo para generar fuerza, teniendo en cuenta que la velocidad de contracción y la potencia muscular entran en declive con la edad, así como por los procesos prolongados de inactividad física y reposo excesivo en cama.

Según Morales y colaboradores (13), el declive de la fuerza muscular se genera a partir de los 50 años de edad, debido a que la segregación de hormonas tales como la testosterona, disminuye y es la responsable de preservar los niveles de masa muscular en sí.

En la población con riesgo cardiovascular instaurado, el entrenamiento de la fuerza muscular ha resultado controvertido. Los fisiólogos y demás entes científicos afirmaron durante mucho tiempo, que el entrenamiento de esta cualidad podría tener efectos nocivos que involucran al sistema cardiovascular de forma directa, conllevando un incremento marcado en cuanto a cifras de tensión y demás componentes hemodinámicos propuestos. Es así como dentro de los programas de entrenamiento para pacientes en riesgo y patología cardiovascular instaurada, sólo se debía introducir el ejercicio aeróbico como el único modelo de entrenamiento a tener en cuenta en esta población (14, 34).

Sin embargo, es imprescindible comprender que para esta población ha resultado un misterio saber cómo deben realizarse los esfuerzos que demandan las actividades ya sean laborales o cotidianas, sin que esto implique un riesgo en el estado de vida. Villegas, en 2000, afirmó que hacia la década de los 90, para el *American College of Sports Medicine* se habían definido unos estándares de entrenamiento en pacientes con riesgo cardiovascular en donde el manejo que se abarcaba era netamente aeróbico (15, 52).

Por esta razón, hoy en día se estudia la influencia del entrenamiento de fuerza muscular en esta población, teniendo en cuenta la importancia que representa para ellos esta cualidad, al momento de realizar actividades básicas o laborales aún al punto tal de incluir pesos para su adecuación y fortalecimiento muscular.

Es entonces la fuerza muscular una cualidad importante dentro de la aptitud física general, que favorece el mantenimiento de la postura adecuada y la integridad articular, con lo cual se previenen las lesiones subsecuentes y se facilita el reintegro de los individuos a las actividades básicas y laborales de forma asertiva (8, 39, 40).

### Entrenamiento de la fuerza muscular en la población en riesgo cardiovascular

Es importante resaltar los lineamientos básicos contemplados por varios autores, sobre cómo se debe entrenar la fuerza muscular en pacientes que presenten algún factor de riesgo cardiovascular.

En 2007, Nacleyro estableció que el entrenamiento de fuerza muscular debe modificar las variables establecidas para la prescripción del ejercicio (modo, intensidad, frecuencia y duración), minimizando el riesgo de llegar a la fatiga o al agotamiento. Para este autor, se deben establecer de manera individual el porcentaje de carga a movilizar y el número de repeticiones a realizar; estos dos aspectos luego determinarán la intensidad a la cual se verá expuesto el individuo, que según el autor para esta población no deberá sobrepasar 30% del  $\text{VO}_2$  máximo (16, 35, 53).

Para Izquierdo (17), se deben renovar los conceptos que se tenían antes, con relación a los pacientes con factor de riesgo cardiovascular, en donde se manejaban intensidades superiores a las 10 RM (resistencia máxima), con múltiples repeticiones, ya que esto puede generar lesiones y efectos cardiovasculares contraproducentes en esta población. Los efectos benéficos en la población con riesgo cardiovascular, se verán mejor representados si se trabaja bajo un margen de seguridad, iniciando entre 4 a 6 RM, e ir progresando hasta las 8 a 10 RM, como máximo, con el fin de evitar efectos que pongan en riesgo al sistema cardiovascular en particular.

Según Chulvi y colaboradores (18), previo al entrenamiento de la fuerza muscular, se deben tener en cuenta factores tales como:

1. Familiarizar a los sujetos con los elementos o equipos con que serán evaluados y luego trabajarán.
2. No evaluar el mismo grupo muscular más de tres veces, ya que esto puede agotar al paciente y hará que el resultado sea subjetivo.
3. Trabajar con cargas que vayan por debajo de 45% a 50% de la RM, buscando que las adaptaciones primarias, las cuales en inicio serán de tipo neural, se den de forma óptima.
4. No superar en 5 el número de series en el inicio.

Lo anterior siempre deberá ir precedido de un calentamiento al inicio del entrenamiento de esta cualidad, con el fin de preparar los sistemas involucrados en el movimiento corporal humano.

En 2007, para Heredia y colaboradores basar el entrenamiento de la fuerza muscular partiendo del concepto de 1 RM, era algo subjetivo y que debería ampliarse, ya que para que un sujeto realice esta RM, dependerá de su velocidad de ejecución y a la vez del número de repeticiones que haga. Para la población en riesgo cardiovascular, el esfuerzo será uno de los marcadores, es decir que el grado de exigencia será menor y en lo posible bajo la supervisión y con ayuda de la persona a cargo, lo que para el autor se denomina esfuerzo supramáximo y garantiza un margen de seguridad que evitará el fenómeno de Valsalva, delicado en esta población (19).

Los cambios en la fuerza, la tasa de producción de fuerza y el control muscular, son factores que todos los profesionales de la salud inmersos dentro del entrenamiento físico, deberían contemplar durante el entrenamiento de la fuerza muscular, puesto que estos elementos disminuyen con la edad, específicamente la capacidad de remodelación de las unidades motoras (20).

Para la escritora Drinkwater (21), cuyo enfoque va más hacia la mujer, en especial aquellas que atraviesan por la menopausia, afirma que se debe tener especial cuidado con los programas de entrenamiento que se aplican en ellas. Para esta autora resulta claro que la menopausia trae consigo elementos que desencadenan alteraciones de orden metabólico, por lo que los niveles de colesterol y triglicéridos se elevan tras este proceso. La mayoría de estas pacientes tiende a asumir un comportamiento sedentario, lo cual potencializa el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares; sin embar-

go, en ellas se deben optimizar todas las cualidades físicas, siendo la fuerza una de las más importantes. Para ella, la fuerza muscular deberá ser prescrita por un profesional altamente capacitado y formularse de manera individual, con cargas seguras, mientras los procesos adaptativos corporales entran en acción, e ir progresando en el nivel de esfuerzo, lo que se verá reflejado posteriormente en cuanto a fuerza.

Cabe resaltar que muchas de las actividades que abarcan el quehacer de los seres humanos, hoy en día involucran la aplicación de la fuerza muscular, y es mucha la controversia sobre cómo debería ser su entrenamiento, si se tiene en cuenta que la población inmersa son individuos con riesgo cardiovascular (41, 42).

### Efectos fisiológicos tras el entrenamiento de la fuerza muscular

Resulta muy claro para los profesionales de la salud, reconocer los efectos fisiológicos que se logran con la realización de ejercicio, principalmente el aeróbico, teniendo en cuenta que éste ha sido el recurso empleado durante décadas, más en la población con factores de riesgo cardiovascular. No obstante, el trabajo y entrenamiento de la fuerza muscular para esta población siempre ha sido un «mito», puesto que aún se desconocen los efectos propios de la misma, los cuales han sido pieza clave de discusiones y debates en este campo (49, 50).

Ramírez (9), afirma que en la actualidad se conocen los beneficios del ejercicio físico aeróbico en la población con riesgo cardiovascular, así como en aquellos que padecen algún evento coronario. Pese a ello, el ejercicio físico y de fuerza se deberá formular como si fuera un medicamento, con base en los principios de la prescripción para determinar el grado de tolerancia de los individuos al mismo.

Ahora bien, es necesario plantear las diversas posiciones asumidas por aquellos investigadores que se han introducido y experimentado en el campo del entrenamiento de la fuerza muscular, en poblaciones con algún factor de riesgo cardiovascular propiamente dicho. Para esto se busca plantear las implicaciones y modificaciones que se obtienen con el entrenamiento de la fuerza muscular a nivel hemodinámico y metabólico, que se mencionaron al comienzo de este artículo y se convierten en elementos a investigar dentro de la población con riesgo cardiovascular (43).

### Implicaciones hemodinámicas

Serra (14) afirma que el trabajo de fuerza y las diferentes actividades en donde se involucren grupos musculares pequeños, logra desencadenar un incremento en el consumo de oxígeno ( $\text{VO}_2$ ) y que a partir de ello las variables hemodinámicas como frecuencia cardiaca y tensión arterial empiezan a verse temporalmente comprometidas, por lo cual tal entrenamiento debe manejarse con cuidado, teniendo en cuenta que el gasto cardiaco incrementaría de forma proporcional, conforme se eleve el  $\text{VO}_2$ . Así, el autor sostiene que tales modificaciones son de orden temporal, ya que de lo contrario se generarían efectos no muy benéficos a nivel del sistema cardiovascular. Ahora, es claro para el mismo autor que muchas actividades físicas que demandan el empleo de la fuerza en esta población, pueden trabajarse siempre y cuando exista un condicionamiento aeróbico previo a todos los sistemas orgánicos involucrados. Por ende, los efectos del entrenamiento de la fuerza dependerán del tipo de trabajo muscular, la intensidad, el tiempo y la duración del programa.

Jiménez (22) sostiene que el entrenamiento de la fuerza podría producir efectos muy similares a los generados con el entrenamiento aeróbico, pese a que son pocos los estudios con población involucrada que brindan información al respecto. Sin embargo para este autor y continuando con el estudio de las implicaciones hemodinámicas, la frecuencia cardiaca, tras el entrenamiento de la fuerza muscular, produce un incremento temporal en los valores de la frecuencia cardiaca asociados a la estimulación simpática, que desencadena un aumento progresivo en los niveles de catecolaminas plasmáticas (adrenalina), la cual se da e incrementa con cada contracción muscular. Obviamente, estos incrementos se ven de manera más representativa cuando se trabajan intensidades que van por encima de 40% de la RM.

Continuando con la tensión arterial, el entrenamiento de fuerza ya sea dinámico o estático, tiende a elevar las cifras de tensión de forma temporal. Tal elevación dependerá de la intensidad, el porcentaje de músculos involucrados dentro de la contracción y la duración de la misma. De este modo, es importante tener claro que para entrenar este tipo de población las variables tales como intensidad de la carga y duración de cada contracción, las deberá controlar un profesional experto con el fin de contrarrestar efectos deletéreos a nivel del sistema cardiovascular.

De acuerdo con lo anterior, para Warburton (23), el entrenamiento de fuerza muscular con sus debidas consideraciones a largo plazo, podría implicar una reducción de los valores de tensión arterial por la adaptación progresiva del sistema cardiovascular al entrenamiento. Manifiesta que, pese a las investigaciones desarrolladas en donde se contempla la relación existente entre fuerza muscular y tensión arterial, los resultados no han sido bien controlados, lo que incrementa el margen de error de los mismos. No obstante, para este autor el mecanismo asociado a la reducción de la tensión arterial al parecer se correlaciona con la fuerza que ejecutará el corazón para vencer las resistencias vasculares, la cual tiende a disminuir con el entrenamiento progresivo. Las elevaciones de las cifras de tensión tras la elevación de la carga, serán intermitentes y no sostenidas como las generadas con el ejercicio aeróbico, y por ello es importante resaltar que esto se puede modificar si se intervienen las variables de volumen y carga en pacientes con riesgo cardiovascular.

### Implicaciones metabólicas

Los cambios metabólicos que se generan con el entrenamiento de la fuerza muscular según los autores consultados, tienen que ver en gran medida con el metabolismo de carbohidratos y proteínas en el músculo-esquelético. Según Jiménez (26), el músculo es una estructura activa que consume energía y tiene un papel protagónico en la modificación del estado metabólico basal de los individuos. Para el autor el entrenamiento de la fuerza incrementa el ritmo metabólico en todos los individuos, con el fin de dar inicio a una contracción muscular específica, por lo que debe existir ante todo una adecuada preparación y acondicionamiento músculo-tendinoso, previo a toda actividad. Por ende, en el trabajo de fuerza muscular se incrementa el consumo de nutrientes circulantes en la sangre, por lo que se evitaría de una u otra manera, la adhesión de azúcares y grasas al organismo, favoreciendo la lisis de los nutrientes de reserva que se emplearían en cubrir y proporcionar energía en las demás funciones orgánicas.

Al analizar las implicaciones sobre el perfil lipídico, Tucker y colaboradores (24) afirmaron que involucrar durante el entrenamiento de fuerza gran cantidad de grupos musculares con ejercicios poliarticulares, incrementaría el consumo de macronutrientes, con el posterior incremento de HDL cardioprotector, tras la realización de ejercicios de fortalecimiento muscular, siendo el HDL un elemento que influye notablemente en el consumo de lípidos orgánicos, produciendo modificaciones en la

composición corporal. Esto sólo se produce en aquellos individuos que realizan un entrenamiento de fuerza muscular de forma regular, si bien la significancia con relación a los datos obtenidos tras la realización de ejercicio aeróbico, nunca será similar (44, 45).

Llama la atención que para Warburton (23), no se ha establecido de manera concluyente que el entrenamiento de la fuerza muscular mejore los niveles de lípidos, sobre todo en población con riesgo cardiovascular, en los cuales su índice de grasa y elevación de los mismos siempre ha estado. Esto contrapone totalmente lo expuesto por el autor referenciado anteriormente, lo cual es atribuible en gran medida a la falta de estudios serios con esta población.

Otro aspecto importante dentro de las implicaciones metabólicas obtenidas con el entrenamiento de la fuerza muscular, es el de la sensibilidad a la insulina.

Jiménez (22) afirmó que el entrenamiento de la fuerza muscular incrementa la sensibilidad a la insulina, la cual optimiza su acción orgánica debido a la intervención de las catecolaminas, siendo de nuevo la adrenalina la que favorece el catabolismo y consumo de macronutrientes. A su vez, el porcentaje de masa muscular involucrada en los procesos de contracción muscular, desempeña un papel importante en la magnitud de nutrientes que se consumirán con el fin de soportar la acción del músculo en el trabajo de fuerza (51).

Ahora bien, Lafontaine (27) aseveró que la contracción muscular incrementa la captación de glucosa a partir de las células musculares en pacientes con diabetes mellitus tipo 2, en quienes existe resistencia a la insulina, lo que incrementa los niveles de glucosa sérica total. Pero, el entrenamiento de fuerza muscular, acompañado de una ganancia de masa muscular, tiende a mejorar la sensibilidad a la insulina, por lo que los niveles de glucosa sérica tenderían a disminuir de manera favorable, y esto se considera un punto a favor en la disminución del riesgo cardiovascular asociado a diabetes mellitus (46, 47).

Esto es de suma importancia, ya que la acción de la insulina y la sensibilidad de la misma, tienden a disminuir, más aún cuando el paciente con riesgo cardiovascular se encuentra en reposo prolongado en cama.

Doloezal y colaboradores (25) aseguran, por último, que el entrenamiento de la fuerza incrementa de manera progresiva el ritmo metabólico de reposo y la oxidación

de las grasas, reafirmandose en la posición de los otros autores, quienes concluyen que para que sean evidentes estos efectos, se deben controlar elementos como el número de músculos y articulaciones empleados así como el tiempo y la frecuencia del trabajo muscular. No obstante, aunque esto no arroja datos tan significativos con relación a los obtenidos con el ejercicio aeróbico, podría verse optimizado si existieran programas en donde se buscara la combinación de las dos modalidades, en pro de garantizar una disminución significativa de los elementos que conllevan la disminución de los factores de riesgo cardiovascular.

## Discusión

De acuerdo con la revisión, se observa que con base en la definición de fuerza muscular, es claro para la mayoría de autores que ésta se considera como una cualidad física indispensable para el desarrollo de actividades implicadas dentro del contexto funcional normal, siendo definida como la capacidad muscular que se opone a una resistencia. Sin embargo, este concepto se ha ampliado y ya se habla de la fuerza como una cualidad de orden neuromuscular, y no sólo como un componente individual del sistema osteomuscular, lo cual es relevante puesto que incluir al sistema nervioso como el centro controlador de las actividades musculares es el primer paso, ya que sin éste la precisión, velocidad y calidad de la contracción muscular no serían las adecuadas (54).

Durante mucho tiempo se ha hablado de tipos de fuerza y se han contemplado fuerza máxima, fuerza de potencia y fuerza de resistencia, como las tres clases básicas de esta cualidad. Sin embargo, Badiello, en 1996, consideró que la fuerza no debería subdividirse en clases o tipos, sino que deberían contemplarse las manifestaciones de la misma. Ahora, autores como Heredia, 2006, son claros cuando afirman que es muy difícil cambiar las concepciones que durante mucho tiempo han enmarcado el abordaje de cientos de profesionales de la salud, pero que es importante ampliar los conceptos y dar cabida a nuevos elementos que eleven el conocimiento y generen discusiones tendientes a proponer nuevas temáticas investigativas.

Otros dos aspectos importantes y que poco se habían tenido en cuenta, son aquellos relacionados en primera instancia con el proceso de envejecimiento, ya que esta cualidad llega a un punto de declive, a pesar de que las personas hayan practicado alguna actividad física o se

hayan ejercitado durante su vida. Esta cualidad se deteriora con el transcurrir de los años, lo cual es normal; el otro aspecto se relaciona con la influencia de los procesos hormonales, por ejemplo, de acuerdo con lo que menciona Morales, en 2008 y Drinkwater en 2006, en donde se correlacionan la actividad hormonal con la capacidad de producción de fuerza. Se afirmó que tras los declives en la producción de testosterona en los hombres y con la llegada de la menopausia en las mujeres, la capacidad del músculo para generar fuerza, tiende a ser menor, con lo cual se correlacionaron dos variables: los cambios o procesos hormonales con relación a la capacidad de producir fuerza muscular y se enmarcaron estos dos elementos como importantes y de gran relevancia al momento de entrenarla.

Con base en los datos obtenidos con relación al entrenamiento de la fuerza muscular en pacientes con riesgo cardiovascular, cabe resaltar que todos los autores coinciden en que durante mucho tiempo el ejercicio aeróbico había sido la herramienta clave para el manejo de esta población, sin embargo, sus implicaciones en cuanto a ganancia de fuerza son mínimas. Llama la atención que dentro de lo investigado, sólo Serra, en 2008, manifestó que durante el manejo de pacientes con riesgo cardiovascular, el ejercicio aeróbico es la única herramienta a contemplar con esta población debido a las implicaciones hemodinámicas concebidas, además de las confusiones generadas por varios autores que aún no han mostrado investigaciones con resultados relevantes.

Aún así, los demás autores hablan de que existe la forma de que esta cualidad, deje de ser un mito a la hora de trabajar con esta población, basando el entrenamiento de la misma en los marcadores establecidos para la prescripción del ejercicio. Jiménez, 2003, es aún más arriesgado al afirmar que tras el entrenamiento de la fuerza se podrían producir efectos tan similares a los generados con el ejercicio aeróbico, lo cual da cabida a discusiones con relación a lo planteado.

La carga e intensidad de la fuerza que se debe aplicar en pacientes con riesgo cardiovascular, para la mayoría de los autores debe ser manejada por debajo de 30% de la RM. Para todos, este es el margen de seguridad con que se evitan efectos deletéreos, sobre todo en el sistema cardiovascular, que en últimas es el más afectado e involucrado. Otros autores contemplan la posibilidad de combinar las dos modalidades de ejercicio con el fin de reducir el margen de riesgo durante el entrenamiento de fuerza. En síntesis, la carga de entrenamiento y la inten-

sidad del mismo, deben tener un margen de seguridad, puesto que el paciente con riesgo cardiovascular es considerado como un individuo frágil, para quien la exigencia nunca será similar a la impuesta a un paciente sano, y por ende, se debe progresar con base en la tolerancia mostrada por el mismo (48).

Adicionalmente, parte de los autores que han estado a favor de contemplar la fuerza muscular como herramienta que favorezca la disminución del riesgo cardiovascular, afirma que los procesos contráctiles no se han de generar en forma continua sino intermitente, por lo tanto, los efectos sobre el sistema cardiovascular, nunca serán nefastos en esta población, sumado a que de antemano se hayan modificado las intensidades de carga y repeticiones trabajadas por el paciente.

Finalmente, con relación a los efectos generados con el entrenamiento de la fuerza muscular, gran parte de los autores indican que los efectos van dirigidos hacia la influencia sobre composición corporal, tensión arterial, frecuencia cardíaca, volumen sistólico y metabolismo basal. Pese a que los efectos nunca serán similares a los obtenidos con el ejercicio aeróbico, es claro que sí existen cambios en estos indicadores y los mismos se modifican con el entrenamiento de la fuerza muscular. Aunque esto resulta interesante, para que los Fisioterapeutas incluyan tal entrenamiento como elemento coadyuvante en la disminución de los riesgos cardiovasculares, hacen falta más investigaciones que aborden el tema y muestren resultados más concisos.

## Conclusiones

Los factores de riesgo cardiovascular, aún siguen siendo causales de desórdenes orgánicos que tienden a convertirse en elementos potencialmente generadores de afecciones coronarias y cerebrovasculares. Sin embargo, aunque se ha incursionado en gran manera, en planes de manejo y tratamiento, si no existe una concienciación en la población involucrada, los índices de morbilidad y mortalidad irán en aumento.

Pese a que existen modelos de intervención fisioterapéutica, basados en la aplicación de ejercicio aeróbico y con la finalidad de mejorar la condición física de esta población, la representación existente en cuanto a fuerza muscular es mínima, teniendo en cuenta que tal cualidad resulta de gran importancia para el retorno de estos individuos a la funcionalidad.

A pesar de los estudios realizados, el entrenamiento de la misma es discutible por el temor a generar daño en

estos pacientes, así como por la preocupación y gran desconocimiento de cómo entrenarla. Aunque varios autores coinciden en que deben hacerse más investigaciones en este campo, es relevante el hecho de que sí se puede emplear tal entrenamiento como elemento coadyuvante para reducir el riesgo cardiovascular, a pesar de que los efectos suelen verse a largo plazo; éste contribuye a que sea retomada y aplicada por parte de los profesionales de Fisioterapia y a su vez ellos mismos disminuyan el temor a manejarla partiendo de las bases presentadas en esta revisión.

Una de las falencias de esta revisión fue la escasa información obtenida, puesto que muchos escritos hablan del beneficio del ejercicio aeróbico en esta población. Otro aspecto fue el poco contenido temático encontrado en las bases de datos, las cuales sólo permiten el acceso a partes de una investigación y no al contenido total de las mismas, creando desventaja.

Por lo tanto esta revisión permite crear elementos de discusión en torno al entrenamiento de la fuerza muscular, así como abrir la invitación a los Fisioterapeutas colombianos a investigar y sumar esfuerzos en pro de nuevas opciones de tratamiento respaldadas en el conocimiento científico.

## Bibliografía

1. Organización Mundial de la Salud. Factores de riesgo cardiovascular. Rev Esp Cardiol. [online] 2007.
2. Morrison A, et al. Cardiovascular risk factors. Factores de riesgo cardiovascular. J Texas Heart Institute. Division of Epidemiology and community health. [online] 2007; 166 (1).
3. O.P.S. Principales pesos de causa de mortalidad en las Américas. Rev Panam Salud Púb [online] 2004; 16.
4. Morrow JR, et al. Physical activity interventions. J Am Coll Sports Med [online] 1997; 15 (4).
5. Rossi R, et al. Prognostic role of flow mediated dilatation and cardiac risk factors in menopausal women. J Am Coll Cardiol [online] 2007; 51 (10): 997-1002.
6. See R, et al. The association of differing measures of overweight and obesity with prevalent atherosclerosis The Dallas Heart Study. J Am Coll Cardiol [online] 2007; 50 (8): 752- 759.
7. Jiménez A, et al. Mujer y entrenamiento de fuerza. [online] 2007. Grupo Sobreentrenamiento. Publice Standard 2007.
8. Camargo D, et al. Respuestas hemodinámicas con el entrenamiento de resistencia y fuerza muscular con miembros superiores. en la rehabilitación cardíaca. Rev Colomb Cardiol [online] 2006; 13: 2.
9. Ramírez H. Medicina del ejercicio. Rev Col Méd [online] 1997; 28: 2.
10. Heredia J, et al. Mitos y realidades del entrenamiento de fuerza y salud. [online] 2006. Grupo Sobreentrenamiento. Publice Standard 2006. Ptd: 611.
11. Badillo. Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. 1996. Disponible en: www.universidad-uedep.org. España. Ed. INDE Publicaciones.
12. González JM. Sugerencias e indicaciones del entrenamiento de fuerza en los ancianos. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte 2000; 1.
13. Morales, et al. Ejercicio físico. Efectos del entrenamiento. Rev Soc Esp Cardiol. [online]. 2008; 61 : 5.

14. Serra R. Entrenamiento físico en la rehabilitación cardiaca. 2008 [online]. Grupo Sobreentrenamiento. Publice Standard.
15. Villegas J. Prevención en patología cardiovascular. 2000. Artículos Fundación Valle de Lili. Archivo de Noticias [online].
16. Nacleyo F. Programación e integración del entrenamiento de la fuerza en la preparación de los deportes de conjunto. 2007 [online]. Grupo Sobreentrenamiento. Publice Standard.
17. Izquierdo M. Entrenamiento de la fuerza en personas mayores. 2007 [online]. Grupo Sobreentrenamiento. Publice Standard. Pid: 868.
18. Medrano C, et al. Evaluación de la fuerza para la salud. 2007 [online]. Grupo Sobreentrenamiento. Publice Standard. Pid: 778.
19. Heredia J, et al. Determinación de la carga de entrenamiento para mejorar la fuerza orientada a la salud. 2007 [online]. Grupo Sobreentrenamiento. Publice Standard.
20. Bellow J et al. Remodelación de las unidades motoras en relación con la edad. 2006. [online]. Estados Unidos. Grupo Sobreentrenamiento. Publice Standard. Pid: 714.
21. Drinkwater B. El ejercicio y la mujer posmenopáusica. 2006 [online]. Estados Unidos. Grupo Sobreentrenamiento. Publice Standard.
22. Jiménez A. Entrenamiento de fuerza y salud: efectos positivos efectos de los cambios producidos por el entrenamiento de fuerza en la salud. 2003 [online]. España. Grupo Sobreentrenamiento. Publice Standard.
23. Warburton. The effects of changes in musculoskeletal fitness on health.. J Applied Physiol Nutr Metabol [online] 2001; 26 (2): 161-216.
24. Tucker LA et al. Strength training and hypercholesterolemia: an epidemiologic study of 8499 employed men.. Am J Health Prom Indexado en Pubmed. [online] 1996; 11 (1): 35-41.
25. Dolezal, et al. Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate (BMR) in non-dieting individuals. 1998. J Med Science Sports Exer [online] 2000; 32 (7): 1202-1207.
26. Jiménez A. Fuerza y salud. La aptitud músculo-esquelética, el entrenamiento de fuerza y la salud. Editorial Ergo: Barcelona, España; 2003 [online]. Grupo Sobreentrenamiento. Publice Standard.
27. Lafontaine T. Fuerza y acondicionamiento en pacientes con diabetes mellitus tipo II. 2007 [online]. Estados Unidos. Grupo Sobreentrenamiento. Pid: 780.
28. Fajardo, et al. Prevalencia de los factores de riesgo cardiovascular en la localidad de Los Mártires – Bogotá.. Rev Méd UNAL [online] 2000; 51 (4): 198-202.
29. Grant AM, et al. Cardiovascular disease. Physician attitudes toward prevention and treatment. Canadá. J Am Heart Assoc [online] 2000; 11 (1): 35-41.
30. Gami AS, et al. Metabolic syndrome and risk of incident cardiovascular events and death and systematic review and meta – analysis of longitudinal studies. J Am Coll Cardiol [online]. 2006; 49 (4): 403-414.
31. Tay J, et al. Metabolic effects of weight loss on a very-low-carbohydrate diet compared with an isocaloric high-carbohydrate diet in abdominally obese subjects. J Am Coll Cardiol 2007; 51 (1): 59-67.
32. Jiménez A. Entrenamiento personal. Bases, fundamentos y aplicaciones. 2ª. Edición. Barcelona: Editorial INDE; 2005.
33. Jiménez A. Estudio de la aptitud músculo-esquelética, nivel de actividad física y relaciones con el comportamiento en una población físicamente activa, y efectos a corto plazo de dos modelos de periodización del entrenamiento de la fuerza en mujeres. Tesis Doctoral. Dep. de Fisioterapia. Universidad de León. España. [online]. 2003. Grupo Sobreentrenamiento. Publice Standard.
34. Hernández R. Beneficios del ejercicio con pesos en pacientes con cardiopatía isquémica mayores de 60 años. [online] 2007. Grupo Sobreentrenamiento. Publice Standard.
35. Rosales W. Entrenamiento aeróbico y de fuerza en la rehabilitación cardiaca. [online] 2001. Grupo Sobreentrenamiento. Publice Standard. Pid: 2.
36. Bathula R, et al. Ethnic differences in heart rate. Am Heart Assoc [online] 2008. Londres. Indexado en Pubmed. PMID 18414771.
37. Franklin B, et al. Rehabilitación del paciente cardiaco en el siglo XXI. [online] 2003. Grupo Sobreentrenamiento. Publice Standard. Pid: 223.
38. Duncan E, et al. Prescribing exercise at varied levels of intensity and frequency: a randomized trial. Archiv intern Med [online] 2005; 165 (20): 2362-2369.
39. Pollock ML. Resistance training for health and disease: introduction. Med Scienc Sports Exercise [online] 1999; 31 (1): 10-11.
40. Kell RT. Musculoskeletal fitness, health outcomes and quality of life. [online]. Sports Med 2001; 31 (12): 863-873.
41. Mustafá A, et al. Estrés oxidativo y ejercicio físico. [online] 2005. Grupo Sobreentrenamiento. Publice Standard. Pid: 558.
42. Ferrero JS. Repercusiones del entrenamiento de la fuerza sobre el corazón. Rev Esp Med 1997: 26–33.
43. Mayumi E, et al. Increased blood pressure levels relative to subjective feelings of intensity of exercise determined with the Borg scale in male patients with hypertension. [online]. Clin Exper Hypertension. 2008; 30 (3): 191-201.
44. Jeppense J, et al. Insulin resistance, the metabolic syndrome, and risk of incident cardiovascular disease. A population-based study. J Am Diabet Assoc [online] 2006; 28 (2): 385-390.
45. Tay J, et al. Metabolic effects of weight loss on a very-low-carbohydrate diet compared with an isocaloric high-carbohydrate diet in abdominally obese subjects. Journal Of The Am Coll Cardiol [online] 2007; 51 (1): 59-67.
46. Mytas DZ, et al. Diabetic myocardial disease pathophysiology. Early diagnosis and therapeutic options. J Diabet Complicat 2008; 23 (4): 273-282.
47. McDonald MR et al. Impact of diabetes on outcomes in patients with low and preserved ejection fraction heart failure. Eur Heart Cardiol 2008; 29 (11): 1377-1385.
48. Kadoglou NP, et al. Cardio respiratory capacity is associated with favorable cardiovascular risk profile in patients with type 2 diabetes. [online]. 2008. Indexado en Pubmed. PMID 18413173.
49. Bourjeily G, et al. Exercise training in chronic obstructive pulmonary disease. Clin Chest Med 2000; 21 (4): 763-781.
50. Zaliunas R. Prevalence of metabolic syndrome components in patients with acute coronary. [online] 2007.
51. Bruckert E. Obesidad abdominal: a health threat. [online] 2008.
52. Stuempfle K. Consecuencias fisiológicas del reposo prolongado en cama. Grupo Sobreentrenamiento. Publice Premium. [online] 2008.
53. Sánchez, et al. Inspiratory muscle training in patients with COPD: effect on dyspnea, exercise performance, and quality of life. Rev Chest [online] 2001; 120 (3): 748-756.
54. Juárez S, et al. Efectos del desentrenamiento de la fuerza. Grupo Sobreentrenamiento. Publice Standard. [online] 2007. Pid: 836.
55. Azar G. Factores de riesgo y prevención. Apuntes del curso a distancia de rehabilitación cardiovascular. 7ª. Edición. Argentina. 2008. Grupo Sobreentrenamiento.
56. Zaragoza C. Manual de física para fisioterapia. Editor Rubio Esteban. España; 1984.