

PAPEL DE LOS EJERCICIOS RESISTIDOS EN LA PREVENCIÓN DE LAS ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES EN MUJERES POSTMENOPÁUSICAS: REVISIÓN DE LITERATURA

The role of resistance exercises in the prevention of cardiovascular diseases in postmenopausal women: a review of literature

*Roberto Carlos Rebolledo-Cobos, **Bruno Costa Teixeira, ***Cleiton S. Correa.

Rebolledo-Cobos, R.C., Costa Teixeira, B., y Correa, C. (2015). Papel de los ejercicios resistidos en la prevención de las enfermedades cardiovasculares en mujeres postmenopáusicas: revisión de literatura. *Revista de Ciencias de la Actividad Física UCM*. N° 16 (1), 89-102.

RESUMEN

El objetivo de la revisión fue explicar los efectos fisiológicos derivados de los ejercicios resistidos que influyen en la prevención de las enfermedades cardiovasculares en mujeres postmenopáusicas, con base a la bibliografía con mayor relevancia científica. Los hallazgos permiten compendiar: En las postmenopáusicas las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte. Esta población es vulnerable al desarrollo de las enfermedades cardiovasculares, poseen protección endógena hormonal anti-aterogénica. Los riesgos cardiovasculares en postmenopáusicas se asocian directamente con alteraciones metabólicas, bajos niveles de actividad física y sobrepeso. Los ejercicios resistidos en postmenopáusicas pueden ser una estrategia que atenúa el riesgo asociado a la lipemia. En conclusión, los ejercicios resistidos se consideran reductores del riesgo cardiovascular en postmenopáusicas debido a su efecto de oxidación de lípidos, derivado del gasto energético total, incluyendo el consumo excesivo de oxígeno pos-ejercicio más prolongado que los ejercicios aeróbicos, atenuando los niveles lipídicos por más tiempo.

PALABRAS CLAVE

Postmenopausia; ejercicio resistido; enfermedades cardiovasculares; lipemia postprandial.

ABSTRACT

The aim of the review is to explain the physiological effects of resistance exercises that impact on the prevention of cardiovascular diseases in postmenopausal women, based on the most relevant literature. The findings lead us to summarize the following: In postmenopausal women, cardiovascular diseases are the leading cause of death. This population is vulnerable to the development of cardiovascular diseases because it does not have anti-atherogenic and anti-inflammatory endogenous hormonal protection. Cardiovascular risks in postmenopausal women are directly associated with metabolic disturbances, low levels of physical activity and overweight. Resistance exercises in postmenopausal women may be a strategy that mitigates the risk associated with dyslipidemia. In conclusion, resistance exercises are said to reduce cardiovascular risk in postmenopausal women due to their lipid oxidation effect, derived from total energy expenditure. This includes the excessive post-exercise consumption of oxygen which decreases lipemic levels over a longer period of time than in aerobic exercises.

Key words

Postmenopausage; resistance exercises; cardiovascular disease; postprandial lipemia.

* Programa de Fisioterapia, Universidad Metropolitana de Barranquilla, Colombia.

** Escuela de Educación Física, Universidad Federal de Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

*** Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões-URI, Campus São Luiz Gonzaga, Rio Grande do Sul, Brasil.



1. INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO DE TEMA

En las primeras décadas de la edad adulta, las mujeres tienen un riesgo significativamente menor de desarrollar enfermedades cardiovasculares (ECV) con relación a los hombres en la misma edad (Costa, Lima, Tagliari y Krueel, 2011; Tibana et al., 2013), aunque comparten varios de los factores de riesgo que predisponen el desarrollo de estas enfermedades, entre los que se pueden mencionar: los malos hábitos alimenticios, el sobrepeso u obesidad, el tabaquismo, la dislipidemia, altos niveles de homocisteína y fibrinógeno, bajos niveles de actividad física, Diabetes Mellitus tipo II y la Hipertensión Arterial (Costa et al., 2011). Sin embargo, pasada la menopausia, el nivel de riesgo se aumenta considerablemente con relación al de los hombres (Tibana et al., 2013). Este aumento de la vulnerabilidad está relacionado con la disminución de los niveles del estrógeno, hormona que parece ejercer un papel protector contra el padecimiento de las ECV en las mujeres, promocionando un perfil lipídico anti-aterogénico, perfil inmunológico anti-inflamatorio y por acción directa sobre las paredes de los vasos sanguíneos, evitando así la disfunción en el endotelio vascular coronario (Tibana et al., 2013; Rahbar y Nabipour, 2014).

Entre las enfermedades crónicas no transmisibles, las ECV son las principales causas de muerte, en la población femenina representan el 23% de las muertes totales a nivel mundial (Wooten et al., 2011; Agrinier et al., 2010). Distintivamente en las mujeres postmenopáusicas las ECV son la principal causa de muerte, el estado postmenopáusico ha sido catalogado como un factor de riesgo no modificable para el desenvolvimiento de enfermedad coronaria aterosclerótica (Rahbar y Nabipour, 2014).

Muchos son los determinantes biológicos y conductuales que en las mujeres influyen en la patogénesis de las ECV cuando se atenúa la producción de hormonas sexuales. Las alteraciones en el metabolismo asociados con los cambios fisiológicos y en los estilos de vida femenina son evidentes en este periodo,

el perfil lipídico sanguíneo con altos índices de lipoproteínas de baja y muy baja densidad representa un factor de riesgo transcendental para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, ya que comúnmente precede a la formación de la placa aterosclerótica y la respuesta inflamatoria subsiguiente, observado frecuentemente en mujeres postmenopáusicas con bajos niveles de actividad física y con obesidad (Park, Kim, Lee y Park, 2011; Pirillo, Norata y Catapano, 2014).

Varios estudios han demostrado que una sola sesión de ejercicio físico antes de ingerir una comida con altas concentraciones de grasas reduce la concentración de lípidos en la sangre (Kraus y Slentz, 2009; Trejo-Gutiérrez y Fletcher, 2007; Tsetsonis y Hardman, 1996; Sahade, França y Adan, 2013; Kokalas et al., 2005). La magnitud de dicha reducción parece estar estrechamente relacionada con el gasto energético utilizado durante y después de la sesión de ejercicio (Pinto, Lupi y Brentano, 2011).

Los ejercicios contra resistencias externas para el fortalecimiento muscular o ejercicios resistidos (ER), más allá de ser estrategias de mejoramiento estético, son la base de múltiples intervenciones de rehabilitación física, tratamiento de enfermedades degenerativas y también para el mantenimiento, mejoramiento y optimización funcional en distintas poblaciones (Artero et al., 2012; Arce y Welsch, 2007). Este tipo de ejercicio se considera de naturaleza intermitente, ya que la respuesta metabólica que este posee se caracteriza por su mayor variabilidad que los ejercicios aeróbicos, pudiendo utilizar una menor proporción de calorías durante su ejecución, pero también puede inducir un prolongado consumo excesivo de oxígeno post-ejercicio (CEOP), estimulando a una mayor oxidación de grasas durante la recuperación (Binzen, Swan y Manore, 2001; Haddock y Wilkin, 2006). Esta mayor variación parece ser una consecuencia de la posibilidad de diversas combinaciones que los ER proporcionan en volumen de entrenamiento, grupos musculares envueltos, intervalos de recuperación, velocidad de ejecución, nivel de condición física, edad y sexo (Pinto et al., 2011).



Debido a que en el estado postmenopáusico las alteraciones morfológicas, fisiológicas y conductuales encaminan al incremento de los factores de riesgo para el desenvolvimiento de las ECV, surge la necesidad de contrarrestar la progresión de dichos factores, mediante estrategias de fácil acceso, gran utilidad y de creciente relevancia, como el ejercicio físico. El conjunto de acciones corporales encaminadas al mejoramiento de las cualidades físicas pueden proporcionar un impacto benéfico sobre la salud cardiovascular, especialmente en poblaciones vulnerables como las mujeres postmenopáusicas.

La presente revisión fue motivada a raíz de la necesidad de consolidar una fundamentación teórico-científica válida, concerniente a la influencia positiva que ostentan los ER en la salud cardiovascular de las mujeres postmenopáusicas, para de esta manera justificar su necesaria e importante implementación en los programas de acondicionamiento físico. Sintetizando de forma metódica y basándose en la bibliografía más relevante y conspicua, el objetivo de esta revisión de literatura fue explicar el papel de los ER y sus efectos fisiológicos que pueden prevenir el desarrollo de ECV en mujeres postmenopáusicas.

2. DESARROLLO

2.1. Menopausia y Enfermedades Cardiovasculares

La menopausia se caracteriza por el cierre del ciclo menstrual ovulatorio de la mujer, presentándose con frecuencia entre los 47 a los 54 años de edad (Elliott, Sale y Cable, 2002). Fenómeno que generalmente es el resultado al agotamiento de los folículos ováricos, asociado a la resistencia de los ovarios a las acciones de la hormona folículoestimulante (FSH), encargada de estimular la producción de estrógeno (Lee et al., 2008). Durante el periodo donde se atenúa la producción de hormonas sexuales (periodo pre-menopáusico), los cambios fisiológicos, metabólicos, morfológicos y en los estilos de vida femenina

son evidentes, caracterizándose por: la disminución en el nivel de actividad física, el aumento de índice de masa corporal (IMC) con extensión de tejido adiposo central altamente inflamatorio (Lee et al., 2008), disminución de la densidad mineral ósea (Prasad et al., 2014), disminución en la masa muscular y producción de fuerza (sarcopenia) (dos Santos et al., 2014), disminución en el metabolismo basal (Polidoulis, Beyene y Cheung, 2012), el aumento de la Ghrelina (hormona con función de regulación del metabolismo energético) (Chedrau et al., 2014), aumento del estrés oxidativo (Rahbar y Nabipour, 2014), aumento de biomarcadores inflamatorios (Milewicz et al., 2006) y el aumento en las concentraciones de triglicéridos (TG) y lipoproteínas de baja densidad (LDL) y muy baja densidad (VLDL) o dislipidemia (Moreau, Deane, Meditz y Kohrt, 2013).

La dislipidemia se asocia de forma directa con el desarrollo de las ECV, ya que el alto contenido de lípidos en el torrente sanguíneo de forma crónica, induce a la disfunción del endotelio vascular coronario, a la formación de la placa aterosclerótica y la respuesta inflamatoria subsiguiente (LeMura et al., 2000; Gill y Hardman, 2003). La ingesta de alimentos con altas concentraciones de grasas aumenta la disponibilidad de los lípidos en el torrente sanguíneo, fenómeno conocido como lipemia postprandial (LPP), aumentando así las concentraciones plasmáticas de colesterol total, LDL y VLDL, conocidas por ejercer un papel protagónico en la patogénesis de la aterosclerosis (Kraus y Slentz, 2009, Sahade et al., 2013). En las mujeres postmenopáusicas los mecanismos hormonales de regulación lipémica son tenues e ineficientes, entre mayor sea la magnitud y duración de la LPP diaria, mayor serán las probabilidades de desenvolver ECV y los eventos catastróficos derivados de estas. Sin mecanismos exógenos o estrategias alternas que de forma paralela, induzcan a la disminución de la dislipidemia y la magnitud de la LPP, regulen el estrés oxidativo y la cantidad de marcadores inflamatorios sistémicos en la mujer postmenopáusica, lo más probable es que las ECV sean inevitables (LeMura et al., 2000).



La absorción de los alimentos que consumimos diariamente, facilita el paso de la grasa alimentaria al torrente sanguíneo, desde donde se distribuye por todo el organismo (Cox-York et al., 2013). La LPP se caracteriza por el aumento sistémico de las lipoproteínas ricas en triglicéridos producido después de las comidas, con una duración entre seis a doce horas (Trejo-Gutierrez y Fletcher, 2007). Sin embargo, como para la gran mayoría de personas en países desarrollados o en vía de desarrollo, los intervalos entre comidas no sobrepasan las cuatro o seis horas y el nivel de grasas en los alimentos está por encima de lo recomendado, induciendo en la mayor parte del día, niveles elevados de grasas circundantes en el organismo. Situación que impacta sobre la función del endotelio vascular, deteriorándose en la misma proporción que aumenta la lipemia, principalmente en individuos sin protección endógena a la adhesión de grasas en los vasos sanguíneos como las mujeres postmenopáusicas (Henry et al., 2000; Gill, Mees, Frayn y Hardman, 2001). Este fenómeno se asocia con el aumento de la secreción de citoquinas precursoras de inflamación, moléculas de adhesión de alta expresión (ICAM-1, VCAM-1) y en la actividad de sustancias promotoras de oxidación (Chan, Pang, Romic y Watts, 2013).

Debido a esta cantidad de cambios, el estado postmenopáusico se ha identificado como un factor de riesgo independiente para padecer patologías cardiovasculares. Las mujeres postmenopáusicas poseen una mayor prevalencia de obesidad abdominal, hipertensión arterial y dislipidemia e hiperglicemia, lo que induce al aumento en el riesgo para desarrollar aterosclerosis y diabetes Mellitus tipo II (Elliott et al., 2003).

2.2. Lipemia Postprandial (LPP), Lipoproteínas y Riesgo Cardiovascular

La LPP se caracteriza por el aumento de lipoproteínas y quilomicrones como respuesta aguda a la ingesta de lípidos en una comida, con retorno a los niveles basales durante periodo de tiempo específico (Kolovou et al., 2006; Kolovou, Mikhailidis, Bilianou, Panotopoulos

y Nordestgaard, 2011), fenómeno que permite relacionar el efecto de las comidas ricas en lípidos y las enfermedades cardiovasculares. Los ácidos grasos libres (AG), los ácidos grasos no esterificados (NEFA) y los TG son por lo general las medidas que manifiestan la LPP, donde el aumento de estos marcadores de una manera rápida y significativa, refleja la respuesta fisiológica a la ingesta de alimentos ricos en grasas (Perez-Martinez, Delgado-Lista, Perez-Jimenez, y Lopez-Miranda, 2010).

Las lipoproteínas se han descrito con varias funciones importantes, incluyendo solubilizar y transportar los lípidos, generalmente sustancias hidrófobas del plasma acuoso. Los principales lípidos son los AG, el colesterol y los TG, estos últimos son el depósito de energía más importante que tiene el cuerpo, almacenado en el tejido adiposo y muscular (Kolovou et al., 2006). Existen cuatro clases principales de lipoproteínas conocidas, estas pueden ser separadas en dos grupos: un grupo rico en triglicéridos, de morfología más grande y menos densa, representada por los quilomicrones de origen intestinal (responsables del transporte de los lípidos absorbidos por la dieta, originados en el intestino y la circulación entero-hepática del hígado) y las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) de origen hepático (Kolovou et al., 2011); por otra parte, el segundo grupo lo incorporan las lipoproteínas ricas en colesterol y de menor tamaño, representadas por la lipoproteína de baja densidad (LDL) y de alta densidad (HDL) (Moreau et al., 2013, Pearson, Blair y Daniels, 2002).

Entre las cuatro clases de lipoproteínas mencionadas, principalmente las concentraciones de LDL y HDL son evaluadas para determinar la dislipidemia (condición patológica derivada de la alteración en el metabolismo de los lípidos), además se incluye en los análisis el colesterol total (CT) y los TG, marcadores que tienden a evidenciar las predisposiciones a enfermedades cardiovasculares. Los valores de referencia para el diagnóstico de la dislipidemia en adultos mayores de 20 años de edad se muestran en la Tabla I (LaRosa, Pedersen, Somaratne y Wasserman, 2013).



Tabla I. Valores de referencia de concentraciones de lípidos en la sangre.

Lípido	Valor mg/dl	Nivel
Colesterol Total	< 200	Óptimo
	200-239	Riesgoso
	≥ 240	Alto
LDL-Colesterol	< 100	Óptimo
	100-129	Conveniente
	130-159	Riesgoso
	160-189	Alto
	≥ 190	Muy alto
HDL-Colesterol	< 40	Bajo
	> 60	Alto
Triglicéridos	< 150	Óptimo
	150-200	Riesgoso
	201-499	Alto
	≥ 500	Muy alto

LDL: lipoproteína de baja densidad;
HDL: lipoproteína de alta densidad;
mg/dl: miligramos/decilitros.

La patogénesis de las enfermedades cardiovasculares está estrechamente relacionada con el fenómeno de la hiperlipemia postprandial (LaRosa et al., 2013). Experimentos con animales y humanos han demostrado que las células del endotelio vascular recogen restos de quilomicrones y LDL, la magnitud de la LPP con niveles muy elevados de estas lipoproteínas predicen la aterosclerosis sintomática o asintomática (Boyle, 2005; Kampoli, Tousoulis, Antoniadis, Siasos y Stefanadis, 2009).

La aterosclerosis es una enfermedad que se caracteriza por el engrosamiento de la pared arterial, inducida por la acumulación de grasas y fibras de colágeno, que evoca un proceso inflamatorio vascular crónico que suele disminuir calibre vascular y así la irrigación sanguínea a órganos vitales (Pearson et al., 2002). La génesis, crecimiento y espesado se produce gradualmente a través de un proceso que implica lesión endotelial, la proliferación de tejido, la infiltración y acumulación de lípidos derivados del plasma y la necrosis de los tejidos (Kampoli et al., 2009), fenómeno

que inicia en la primeras década de la vida y se acentúa después de la menopausia.

En las mujeres postmenopáusicas, las altas concentraciones lipídicas en la sangre predicen los eventuales acontecimientos cardiovasculares que pueden ser catastróficos. Sin protección hormonal, se vuelven indispensables crear hábitos de vida saludables que incluyan la disminución de ingesta de grasas y la realización periódica de ejercicio físico, ya que disminuyen el riesgo de desarrollar las ECV. La realización de ejercicio físico antes de ingerir una comida con altas concentraciones de grasas reduce la LPP (Sahade et al., 2013). Esta atenuación parece relacionarse con la repercusión metabólica durante y después de la sesión de ejercicio. También se ha demostrado que restringir la ingesta de alimentos ricos en grasas en el periodo postprandial, produce el aumento de la lipoproteinlipasa (LPL) en el tejido adiposo, una enzima clave en la hidrólisis de triglicéridos y lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) (Poehlman, Dvorak, DeNino, Brochu y Ades, 2000). Por consiguiente, es posible que la atenuación de la lipemia no solamente se pueda atribuir al ejercicio físico, sino también a una falta de energía corporal global.

2.3. Influencia de los ejercicios resistidos (ER) en el nivel de lipoproteínas de mujeres postmenopáusicas

Los ER se basan en movimientos en contra de resistencias externas (pesas, bandas elásticas, etc.), son considerandos de naturaleza intermitente, ya que la respuesta metabólica que este tipo de ejercicios posee se caracteriza por su mayor variabilidad que en los ejercicios aeróbicos. Esta variabilidad esta principalmente enmarcada en el gasto energético (GE) total de la sesión de ER, pudiendo utilizar una menor proporción de calorías durante su ejecución, pero induce un prolongado consumo excesivo de oxígeno post-ejercicio (CEOP), estimulando a una mayor oxidación de grasas durante el periodo de recuperación después del ejercicio (Binzen et al., 2001). Se considera el GE total inducido por una sesión ejercicio físico, a la energía gastada



durante la ejecución de los movimientos en el ejercicio sumada a la energía utilizada durante la recuperación después del mismo, fenómeno inducido por la deuda de oxígeno ocasionada por los diferentes mecanismo metabólicos de obtención de energía (Borsheim y Bahr, 2003).

La mayor variación en el GE total inducido por el ER, parece ser una consecuencia de la posibilidad de diversas combinaciones que proporciona en volumen de entrenamiento, intensidad, grupos musculares envueltos en la ejecución de los movimientos, intervalos de recuperación, velocidad de ejecución, nivel de condición física, edad y sexo (Pinto et al., 2011). El ER como estrategia para la prevención de enfermedades cardiovasculares y metabólicas en mujeres postmenopáusicas tendría su justificación debido a su repercusión sobre la asimilación de lípidos en el organismo, principalmente después de la ejecución del ejercicio.

Los ER han mostrado eficacia en la reducción de las concentraciones séricas de colesterol total, TG y LDL, así como el aumento de las concentraciones de HDL (Campbell et al., 2009), una lipoproteína que puede disminuir las concentraciones de colesterol de las arterias y transportarlo de vuelta al hígado para su excreción. No obstante, resultados de otros estudios discrepan, alegando que en diferentes periodos de entrenamiento físico con ER (por ejemplo, 8-20 semanas) no se producen efectos sobre las concentraciones de lípidos y lipoproteínas en el plasma (Kelley y Kelley, 2009). Las contradicciones y conflictos de la literatura sobre las conclusiones anteriores, se deben a las diferencias en las características del plan de entrenamiento, influenciado por el tipo de resistencia (máquinas, peso libre o bandas elásticas), el volumen total (número de series y repeticiones), la intensidad del trabajo realizado y las características de los participantes.

Pocos estudios han intentado describir las respuestas del ER en las concentraciones lipémicas en mujeres postmenopáusicas. El estudio de Fahlman et al. (2002), analizo las respuestas del ejercicio físico sobre concentraciones de lípidos en mujeres

postmenopáusicas con sobrepeso y con más de 70 años. Fueron asignados al azar dos grupos que llevarían a cabo 10 semanas de intervención, un grupo que realizaría un plan de entrenamiento aeróbico (tres días a la semana con una duración de 20 a 50 minutos, a una intensidad del 70% de la frecuencia cardíaca de reserva); y otro grupo con ER (3 días a la semana, 1 a 3 series de 8 ejercicios diferentes con ocho repeticiones máximas). Los resultados finales mostraron que el grupo experimental con entrenamiento aeróbico obtuvo un aumento significativo en las concentraciones séricas de colesterol total y HDL, además de una reducción concomitante de LDL y los TG. En el grupo de ER se halló también un aumento en las concentraciones de HDL y una reducción en las concentraciones de colesterol total, LDL y TG. No obstante los valores relativos de disminución o aumento de los marcadores lipídicos y en las lipoproteínas fueron más significativos para el grupo de entrenamiento aeróbico.

Elliott et al. (2002), examinó los efectos de 8 semanas con ER (3 días a la semana, 3 series de 6 repeticiones al 80% de 10 de la fuerza máxima) sobre las concentraciones lipémicas en mujeres postmenopáusicas entre 49 y 62 años de edad. A pesar del aumento significativo en la fuerza muscular al finalizar el estudio, se asoció los cambios en los lípidos séricos y en las lipoproteínas a la terapia de reemplazo hormonal a la cual estaban sometidos los sujetos del estudio, factor que influye de una manera importante en los resultados y no permite evidenciar el efecto real de su intervención sobre los marcadores lipídicos.

El trabajo de Wooten, et al. (2011), observó que después de 12 semanas de ER en mujeres postmenopáusicas sin terapia de reemplazo hormonal, se redujo significativamente las concentraciones sanguíneas de colesterol total y LDL, aunque no se produjo diferencia alguna en la composición corporal y en el IMC con relación a un grupo control.

Los hallazgos inmediatos de una sola sesión de ejercicios resistidos sobre el nivel de lipoproteínas muestran también resultados



divergentes, y en mujeres postmenopáusicas son efímeros los estudios de este tipo. No obstante, para hombres adultos jóvenes Wallace et al. (1991), encontró una reducción significativa en las concentraciones de TG (20%), además de un aumento en la HDL (11%) dentro de las primeras 24 horas después de una sesión de ejercicios resistidos, con alto volumen e intensidad moderada (7 ejercicios de 3 series y 12 repeticiones al 80% de la fuerza máxima). También encontró que después de una sesión de bajo volumen y alta intensidad (7 ejercicios con 1-5 repeticiones máximas), no se producen cambios significativos en los lípidos séricos y las lipoproteínas. Posteriormente Hill et al. (2005), observaron en hombres sanos un aumento en el HDL inmediatamente después de una sesión de ejercicios resistidos con alto volumen e intensidad (3 series de 8 ejercicios con 10 repeticiones máximas).

2.4. Ejercicios resistidos y lipemia postprandial

La realización de ejercicio aeróbico 15 a 18 horas antes de ingerir una comida rica en grasas puede atenuar la respuesta de la LPP (Tsetsonis y Hardman, 1996; Gill et al., 2001), ya que el total de la energía gastada durante la sesión de ejercicio aeróbico es el principal factor influyente en la reducción de LPP. Ahora bien, con relación al ER, la cantidad de estudios que han pretendido evidenciar los efectos de adaptaciones proporcionadas por los ER o en su defecto, las variaciones de una sola sesión de ER en la LPP es mucho menor. Sin embargo, los ER son ampliamente recomendados por asociaciones de salud para mejorar la calidad de vida, control de peso y la prevención de diversas enfermedades crónicas (Durstine, Grandjean, Cox y Thompson, 2002).

Hasta la fecha, son escasos los estudios que trataron de evidenciar los efectos de los diferentes volúmenes de entrenamiento (número de series y repeticiones) dentro de una sesión de ER en la LPP después de 14 a 16 horas, mostrando resultados divergentes, alegando disminución o ningún cambio de la

LPP (Tabla II). Cabe señalar que cada uno de los estudios utilizó enfoques experimentales diferentes en poblaciones adultas sanas, por lo tanto, los efectos del entrenamiento de la fuerza en LPP aún no han sido descritos con claridad absoluta.

Petitt et al. (2003), encontró una sesión de ER de alto volumen (10 ejercicios, 3 series, al 70% de una repetición máxima) disminuye de manera significativa la disposición de triglicéridos postprandiales. En contraste Shannon et al. (2005), examinó la influencia que proporcionada por tres volúmenes diferentes de ER (una, tres y cinco series de diez repeticiones) en la magnitud de la LPP, sin embargo no encontró ninguna diferencia significativa en ningún grupo después de realizar la sesión con relación a los marcadores lipémicos postprandiales. Los sujetos experimentales consumieron proporcionalmente más energía y grasa en comparación con el grupo control la noche antes de la prueba de tolerancia a la grasa, la modificación en la dieta pudo haber aumentado la posibilidad de enmascarar el efecto real de los ER sobre la respuesta lipémica. Por otra parte, los autores del mismo estudio basaron sus hallazgos en una muestra mixta de hombres y mujeres, lo que indujo a respuestas de la LPP diferentes entre los sexos, dato no tenido en cuenta en el diseño metodológico del estudio.

En el trabajo Zafeiridis et al. (2007), se demostró el efecto de una sesión de ER en la respuesta de los triglicéridos en el periodo postprandial. Observaron una reducción en el total de los triglicéridos en un periodo de 6 horas después de realizar una sesión de ER, en este estudio el GE por sesión de ER en los sujetos oscilo entre 0.76 y 1.46 Mega julios (MJ). El mismo autor ha completado recientemente un estudio que examinó el efecto de un protocolo con el ejercicio aeróbico y otro con ER con un promedio de GE total de 5.1 MJ. Los resultados apuntaron a una disminución del 12% y 18% en la LPP respectivamente, evidenciando una atenuación mayor en el ER con relación al ejercicio aeróbico sobre las concentraciones lipémicas.



Tabla II. Hallazgos de estudios que evidencian las repercusiones de una sesión de ER sobre la LPP en adultos jóvenes sanos.

Autor	Año	% RM	Nº de Reps.	Nº de ejercicios	Nº de Series	Intr. Recuperación (min)	Tiempo total por sesión	GE sesión (MJ)	↓ LPP- TG, con relación al control (%)
Petitt et al. ⁴⁶	2003	70	10	10	3	2	88	1,7 (± 0,25)	14 (p= 0,05)
		75	10	8	1	1	20	0,57 (± 0,10)	NS
Shannon et al.	2005	75	10	8	3	1	48	1,72 (± 0,10)	NS
		75	10	8	5	1	90	2,58 (± 0,29)	NS
Burns et al.	2005	80	10	11	4	2	88	2,3 (± 0,20)	NS
Zaifeiridis et al.	2007	90	12	8	2	1,5	39	0,76 (± 0,2)	20 (p= 0,017)
		90	12	8	4	1,5	79	1,40 (± 0,2)	24 (p=0,004)
Singhal et al.	2009	100-80	8	10	3	3	90	1,57 (±)	NS
		50	16	10	3	2,3	90	1,81 (±)	35 (p= 0,014)

Abreviaturas: %RM: intensidad de los ejercicios derivadas del % de 1 repetición máxima; Intr.: intervalo; GE: gasto energético; Reps: repeticiones; LPP: lipemia postprandial; TG: triglicéridos; Mj: megajulios NS: no significativo. El símbolo ↓ representa la disminución relativa de la Lipemia Postprandial después de la intervención en los diferentes estudios.

Los estudios de Shannon et al. (2005) y Burns et al. (2005), evidencian reducción en las concentraciones de la LPP después de realizar ejercicios de fuerza con GE de 1,7 y 2.5 MJ respectivamente, aunque no muestra variaciones significativas con la magnitud de la LPP con relación a la del grupo control. No obstante, nos permite interpretar que la proporción en el GE de una sesión de ER es un factor influyente en la disminución de los niveles lipídicos en el organismo. El GE durante la ejecución del ER y la prolongación derivada en la recuperación, determina un GE total conveniente para el metabolismo de grasas. En relación con la variable intensidad, Singhal et al. (2009), fueron los únicos que evaluaron el efecto de una sesión de ER en la LPP con dos intensidades diferentes, encontrando disminución en los niveles lipémicos postprandiales en el entrenamiento con ER de alta intensidad.

En el caso de las mujeres postmenopáusicas, es escasa la evidencia respecto al efecto sobre la lipemia postprandial del entrenamiento físico con ER o una sesión de estos ejercicios. Sería de gran relevancia para investigaciones futuras, examinar el efecto de diferentes volúmenes de ER en la LPP sin la eliminación de eventos relacionados con el ejercicio, incluyendo el déficit de energía, alteraciones fisiológicas, metabólicas y hormonales para el caso de las mujeres postmenopáusicas. Así mismo, comprobar la respuesta de los diferentes sexos y adicionalmente estratificar los rangos etarios para dilucidar el real comportamiento de la LPP después de los ER en estas poblaciones.

3. CONSIDERACIONES PRÁCTICAS

Los ER proporcionan grandes posibilidades en cuanto a su implementación en programas de acondicionamiento físico, debido su diversificación en la aplicación. Entre los factores que influyen en la respuesta fisiológica de una sesión con este tipo de ejercicios se pueden mencionar: el número de ejercicios, los grupos musculares intervinientes, la velocidad de ejecución del movimiento, la intensidad, tiempo de intervalo de recuperación, número de series y el número de repeticiones (Pinto

et al., 2011). Durante el un programa de entrenamiento de la fuerza con sesiones de ER a través múltiples semanas de aplicación, el volumen total de entrenamiento es un factor concomitante que determina las repercusiones morfológicas y fisiológicas en los diferentes sistemas corporales de quien lo ejecuta. Sin embargo, está bien establecido que la implementación frecuente de dosis pequeñas de ER, garantizan considerables atenuaciones en los factores de riesgo cardiovasculares y de esta manera, impactan de forma positiva en la salud del individuo quien lo ejecuta (Trejo-Gutierrez y Fletcher, 2007).

El GE total de una sesión de ER que implique el reclutamiento de muchos grupos musculares, puede influir en mayor medida que una sesión con menor reclutamiento neuromuscular sobre la asimilación de lípidos durante el CEOP después de la sesión, y así, en la atenuación de la LPP. Desde una perspectiva clínica, las mujeres postmenopáusicas necesariamente deben ejercitar sus músculos esqueléticos a través de los ER para combatir la creciente connotación entre la LPP, la sarcopenia y el aumento en el IMC con los riesgos en las patogénesis cardiovasculares y metabólicas.

El profesional del ejercicio debe conocer los mecanismos fisiológicos que los diferentes tipos de entrenamiento físico proporcionan en la prevención de enfermedades y adaptaciones funcionales de las mujeres postmenopáusicas. En una sociedad que cada vez envejece más, la prescripción del ejercicio de fortalecimiento muscular en adultos ha mostrado ser una estrategia que disminuye significativamente la proporción de lipoproteínas (VLDL y LDL) y lípidos (TG y colesterol) pro-aterogénicas en el torrente sanguíneo, además de ser la principal estrategia de mantenimiento y progresión funcional en adultos mayores, incluyendo las mujeres postmenopáusicas.

Los programas sociales que promueven la actividad física y el movimiento corporal humano en la tercera edad, adulto mayor o las mujeres postmenopáusicas, deben hacer un énfasis en clarificar que las actividades aeróbicas como caminar, correr o andar



en bicicleta deben ser complementadas o potencializadas con ejercicios específicos para el fortalecimiento muscular. Promover la salud cardiovascular a través de los ER tiene su justificativa desde sus beneficios funcionales consecuentes al estímulo musculoesquelético, evidenciados en la disminución de la sarcopenia y aumento de la fuerza máxima, fenómeno que mejora la calidad de vida y el riesgo de caídas y lesiones osteomusculares. De forma paralela, están los beneficios metabólicos, fundamentados en la reducción en la disponibilidad de lípidos causantes de ECV, efecto que aunque su evidencia es discreta en la actualidad, es un campo de estudio que invita a los profesionales en el ejercicio físico y salud, a realizar futuras investigaciones que dilucidan cada uno de los factores intervinientes en la relación entre los ER, la LPP y las ECV.

4. CONCLUSIONES

El déficit hormonal de las mujeres de edad avanzada aumenta notablemente el riesgo al padecimiento de enfermedades metabólicas y cardiovasculares. Aunque aún hay poca evidencia, los ER serían relativamente importantes en las mujeres postmenopáusicas debido a su contribución en la disminución a corto y largo plazo de los marcadores lipídicos asociados a la patogénesis de enfermedades cardiovasculares. La energía consumida durante la recuperación después de una sesión de ER es un factor que atenúa las concentraciones de lípidos en la sangre varias horas después de la ejecución de este. Los efectos del ER sobre la LPP requieren investigación adicional. Ningún estudio ha investigado las adaptaciones proporcionadas por varios volúmenes de ER después de un periodo de 12 o más semanas de entrenamiento en esta población. Hasta el día de hoy, los estudios solo se refieren a las respuestas agudas de una sesión de ER. Sin embargo la tendencia sobre la LPP del trabajo de fortalecimiento muscular es hacia la disminución, y así, en la disminución del riesgo en la patogénesis de las ECV.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrinier, N., Cournot, M., Dallongeville, J., Arveiler, D., Ducimetière, P., Ruidavets, J. y Ferrières, J. (2010). Menopause and modifiable coronary heart disease risk factors: a population based study. *Maturitas*, 65(3), 237-243.
- Arce, A. y Welsch, E. (2007). High and Low Volume Resistance Training and Vascular Function. *International Journal of Sports Medicine*, 28(3), 217-221.
- Artero, E., Lee, D., Lavie, C., España-Romero, V., Sui, X., Church, T. y Blair, S. (2012). Effects of muscular strength on cardiovascular risk factors and prognosis. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 32(6), 351-358.
- Binzen, C., Swan, P. y Manore, M. (2001). Postexercise oxygen consumption and substrate use after resistance exercise in women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(6), 932-938.
- Borsheim, E. y Bahr, R. (2003). Effect of Exercise Intensity, Duration and Mode on Post-Exercise Oxygen Consumption. *Sports Medicine*, 33(14), 1037-1060.
- Boyle, J. (2005). Macrophage activation in atherosclerosis: pathogenesis and pharmacology of plaque rupture. *Current Vascular Pharmacology*, 3(1), 63-68.
- Burns, S., Corrie, H., Holder, E., Nightingale, T. y Stensel, D. (2005). A single session of resistance exercise does not reduce postprandial lipaemia. *Journal of Sports Sciences*, 23(3), 251-260.
- Campbell, W., Haub, M., Wolfe, R., Ferrando, A., Sullivan, D., Apolzan, J. e Iglay H.B. (2009). Resistance training preserves fat-free mass without impacting changes in protein metabolism after weight loss in older women. *Obesity (Silver Spring)*, 17(7), 1332-1339.



- Chan, D., Pang, J., Romic, G. y Watts, G. (2013). Postprandial hypertriglyceridemia and cardiovascular disease: current and future therapies. *Current Atherosclerosis Report*, 15(3), 309-313.
- Chedraui, P., Pérez-López, F., Escobar, G., Palla, G., Montt-Guevara, M., Cecchi, E. ... Simoncini, T. (2014). Circulating leptin, resistin, adiponectin, visfatin, adipsin and ghrelin levels and insulin resistance in postmenopausal women with and without the metabolic syndrome. *Maturitas*, 79(1), 86-90.
- Costa, R., Lima, A., Tagliari, M. y Krueel, L. (2011). Effects of resistance training on the lipid profile in obese women. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 51(1), 169-177.
- Cox-York, K., Sharp, T., Stotz, S., Bessesen, D., Pagliassotti, M. y Horton, T. (2013). The effects of sex, metabolic syndrome and exercise on postprandial lipemia. *Metabolism*, 62(2), 244-254.
- dos Santos, E., Gadelha, A., Safons, M., Nóbrega, O., Oliveira, R. y Lima, R. (2014). Sarcopenia and sarcopenic obesity classifications and cardiometabolic risks in older women. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 59(1), 56-61.
- Durstine, J.L., Grandjean, P.W., Cox, C.A., Thompson, P.D. (2002). Lipids, lipoproteins, and exercise. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 22(4), 385-398.
- Elliott, K., Sale, C. y Cable, N. (2002). Effects of resistance training and detraining on muscle strength and blood lipid profiles in postmenopausal women. *British Journal of Sports Medicine*, 36(5), 340-344.
- Fahlman, M., Boardley, D., Lambert, C. y Flynn, M. (2002). Effects of endurance training and resistance training on plasma lipoprotein profiles in elderly women. *Journal of Gerontology Series B Psychol Science and Social Science*, 57(2), B54-60.
- Gill, J. y Hardman, A. (2003). Exercise and postprandial lipid metabolism: an update on potential mechanisms and interactions with high-carbohydrate diets (review). *Journal of Nutritional Biochemistry*, 14(3), 122-132.
- Gill, J., Mees, G., Frayn, K. y Hardman, A. (2001). Moderate exercise, postprandial lipaemia and triacylglycerol clearance. *European Journal of Clinical Investigation*, 31(3), 201-207.
- Haddock, B. y Wilkin, L. Resistance training volume and post exercise energy expenditure. *International Journal of Sports Medicine*, 27(2), 143-148.
- Henry, N. (2000). Nonpharmacologic management of low levels of high-density lipoprotein cholesterol. *The American Journal of Cardiology*, 86(12A), 41-45.
- Hill, S., Bermingham, M. y Knight, P. (2005). Lipid metabolism in young men after acute resistance exercise at two different intensities. *Journal of Sciences and Medicine in Sports*, 8(4): 441-445.
- Kampoli, A., Tousoulis, D., Antoniadis, C., Siasos, G. y Stefanadis, C. (2009). Biomarkers of premature atherosclerosis. *Trends Molecular Medicine*, 15(7), 323-332.
- Kelley, G. y Kelley, K. (2009). Impact of progressive resistance training on lipids and lipoproteins in adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. *American Journal of Preventive Medicine*, 48(1), 9-19.



- Kokalas, N., Petridou, A., Nikolaidis, I. y Mougios, V. (2005). Effect of aerobic exercise on lipaemia and its fatty acid profile after a meal of moderate fat content in eumenorrhoeic women. *British Journal of Nutrition*, 94(5): 698-704.
- Kolovou, G., Anagnostopoulou, K., Pavlidis, A., Salpea, K., Iraklianos, S., Hoursalas I. ... Cokkinos, D.V. (2006). Metabolic syndrome and gender differences in postprandial lipaemia. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation*, 13(4), 661-664.
- Kolovou, G., Mikhailidis, D., Bilianou, H., Panotopoulos, G. y Nordestgaard, B. (2011). Definition of postprandial lipaemia. *Current Vascular Pharmacology*, 9(3), 292-301.
- Kraus WE, Slentz CA. Exercise training, lipid regulation, and insulin action: A tangled web of cause and effect. *Obesity (Silver Spring)* 2009, 17 (3), S21-26.
- LaRosa, J., Pedersen, T., Somaratne, R. y Wasserman, S. (2013). Safety and effect of very low levels of low-density lipoprotein cholesterol on cardiovascular events. *American Journal of Cardiology*, 111(8), 1221-1229.
- Lee, C., Carr, M., Murdoch, S., Mitchell, E., Woods, N., Wener, M. ... Brunzell, J. (2009). Adipokines, inflammation, and visceral adiposity across the menopausal transition: a prospective study. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 94(4), 1104-1110.
- LeMura, L., von Duvillard, S., Andreacci, J., Klebez, J., Chelland, S. y Russo, J. (2000). Lipid and lipoprotein profiles, cardiovascular fitness, body composition, and diet during and after resistance, aerobic and combination training in young women. *European Journal of Applied Physiology*, 82, 451-458.
- Milewicz, T., Rajtar, R., Fedak, D., Kolasinska-Kloch, W., Krzysiek, J., Banach, T., Thor, T. (2006). TNFalpha and SVcam plasma levels during standard exercise test are higher in postmenopausal women with hypercholesterolemia. *Przegl Lekarski*, 63(8), 650-653.
- Moreau, K., Deane, K., Meditz, A. y Kohrt, W. (2013). Tumor necrosis factor- α inhibition improves endothelial function and decreases arterial stiffness in estrogen-deficient postmenopausal women. *Atherosclerosis*, 230(2), 390-396.
- Park, S., Kim, J.Y., Lee, J. y Park, H.Y. (2011). Elevated oxidized low-density lipoprotein concentrations in postmenopausal women with the metabolic syndrome. *Clinical Chemical Acta*, 412(5), 435-440.
- Pearson, T., Blair, S. y Daniels, S. (2002). AHA Guidelines for Primary Prevention of Cardiovascular Disease and Stroke: 2002 Update: Consensus Panel Guide to Comprehensive Risk Reduction for Adult Patients Without Coronary or Other Atherosclerotic Vascular Diseases. American Heart Association Science Advisory and Coordinating Committee. *Circulation*, 106(2), 388-391.
- Perez-Martinez, P., Delgado-Lista, J., Perez-Jimenez, F. y Lopez-Miranda, J. (2010). Update on genetics of postprandial lipemia. *Atherosclerosis Supplements*, 11(1), 39-43.
- Petitt, D., Arngrimsson, S. y Cureton, K. (2003). Effect of resistance exercise on postprandial lipemia. *Journal of Applied Physiology*, 94(5), 694-700.
- Pinto, R., Lupi, R. y Brentano, M. (2011). Metabolic responses to strength training: an emphasis on energy expenditure. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 13(2), 150-157.



- Pirillo, A., Norata, G. y Catapano, A. (2014). Postprandial lipemia as a cardiometabolic risk factor. *Current Medical Research and Opinion*, 30(8), 1489-1503.
- Poehlman, E., Dvorak, R., DeNino, W., Brochu, M. y Ades, P. (2000). Effects of resistance training and endurance training on insulin sensitivity in nonobese, young women: A controlled randomized trial. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 85(3): 2463-2468.
- Polidoulis, I., Beyene, J. y Cheung, A. (2012). The effect of exercise on pQCT parameters of bone structure and strength in postmenopausal women- a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Osteoporos International*, 23(1), 39-51.
- Prasad, M., Reriani, M., Khosla, S., Gössl, M., Lennon, R., Gulati, R. ... Lerman, A. (2014). Coronary microvascular endothelial dysfunction is an independent predictor of development of osteoporosis in postmenopausal women. *Vascular Health and Risk Management*, 10, 533-538.
- Rahbar, A. y Nabipour, I. (2014). The relationship between dietary lipids and serum visfatin and adiponectin levels in postmenopausal women. *Endocrine, Metabolic and Immune Disorders Drug Targets*, 14, 84-92.
- Sahade, V., França S. y Adan, L.F. (2013). The influence of weight excess on the postprandial lipemia in adolescents. *Lipids in Health and Diseases*, 12, 17-21.
- Shannon, K., Shannon, R., Clore, J., Gennings, C., Warren, B. y Potteiger, J.A. (2005). Resistance exercise and postprandial lipemia: The dose effect of differing volumes of acute resistance exercise bouts. *Metabolism*, 54(6), 756-763.
- Singhal, A., Trilk, J., Jenkins, N., Bigelman, K. y Cureton, K. (2009). Effect of intensity of resistance exercise on postprandial lipemia. *Journal of Applied Physiology*, 106(3), 823-829.
- Tanasescu, M., Leitzmann, M., Rimm, E., Willett, W., Stampfer, M. y Hu, F. (2002). Exercise type and intensity in relation to coronary heart disease in men. *JAMA*, 288(2), 1994-2000.
- Tibana, R., Pereira, G., de Souza, J., Tajra, V., Vieira, D., Campbell, C. ... Prestes, J. (2013). Resistance training decreases 24-hour blood pressure in women with metabolic syndrome. *Diabetology and Metabolic Syndrome*, 5(1), 27-32.
- Trejo-Gutierrez, J.F. y Fletcher, G. (2007). Impact of exercise on blood lipids and lipoproteins. *Journal of Clinical Lipidology*, 1(3), 175-181.
- Tsetsonis, N.V. y Hardman, A.E. (1996). Effects of low and moderate intensity treadmill walking on postprandial lipaemia in healthy young adults. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 73(5), 419-426.
- Wallace, M., Moffatt, R., Haymes, E. y Green, N. (1991). Acute effects of resistance exercise on parameters of lipoprotein metabolism. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(2), 199-204.
- Wooten, J., Phillips, M., Mitchell, J., Patrizi, R., Pleasant, R., Hein, R. ... Barbee, J. Resistance exercise and lipoproteins in postmenopausal women. *International Journal of Sports Medicine*, 32(1), 7-13.
- Zafeiridis, A., Goloi, E., Petridou, A., Dipla, K., Mougios, V. y Kellis, S. (2007). Effects of low- and high-volume resistance exercise on postprandial lipaemia. *British journal of Nutrition*, 97(4), 471-477.



Zafeiridis, A., Sarivasiliou, H., Dipla, K. y Vrabas, I.S. (2010). The effects of heavy continuous versus long and short intermittent aerobic exercise protocols on oxygen consumption, heart rate, and lactate responses in adolescents. *European Journal of Applied Physiology*, 110(5), 17-26.



Dirección para correspondencia:

Roberto Carlos Rebolledo Cobos
Fisioterapeuta, Universidad Metropolitana de
Barranquilla, Colombia.

Contacto:
robertocareco@hotmail.com

Recibido: 20-11-2014
Aceptado: 06-05-2015