

Efectos del entrenamiento de fuerza muscular en mujeres postmenopáusicas con síndrome metabólico. Revisión sistemática

Effects of muscle strength training in postmenopausal women with metabolic syndrome. Systematic review

Nicolás Gómez-Álvarez¹⁻², Néstor Jofré-Hermosilla³, Carlos Matus-Castillo⁴, Gustavo Pavez-Adasme²

1 Universidad Mayor, Santiago. Chile.

2 Grupo de Investigación AFSYE, Pedagogía en Educación Física, Universidad Adventista de Chile. Chillán, Chile.

3 Universidad Santo Tomás, Concepción. Chile.

4 Departamento de Ciencias del Deporte y Acondicionamiento Físico, Universidad Católica de la Santísima Concepción. Chile.

CORRESPONDENCIA:

Nicolás Gómez-Álvarez

nicolasgomez@unach.cl

CÓMO CITAR EL ARTÍCULO:

Gómez-Álvarez, N., Jofré-Hermosilla, N., Matus-Castillo, C., & Pavez-Adasme, G. (2019). Efectos del entrenamiento de fuerza muscular en mujeres postmenopáusicas con síndrome metabólico. Revisión sistemática. *Cultura_Ciencia_Deporte*, 14(42), 213-224.

Recepción: julio 2017 • Aceptación: abril 2018

Resumen

Durante la menopausia, el riesgo de desarrollar síndrome metabólico se incrementa exponencialmente debido a los cambios hormonales y la edad avanzada; en este sentido, el ejercicio físico ha mostrado ser una herramienta eficaz en su tratamiento. El objetivo fue realizar una revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados para valorar los efectos del entrenamiento de fuerza muscular sobre los distintos parámetros del síndrome metabólico en mujeres postmenopáusicas. Para ello se realizó una revisión sistemática de la literatura en Pubmed, ScienDirect y SportDiscus utilizando las palabras: *Resistance training* y *metabolic syndrome* o *strength training* y *menopause*, dando un resultado de 530 artículos y seleccionando 9 de ellos que cumplieron con los criterios establecidos. Todos los estudios se realizaron en mujeres postmenopáusicas, implementando entrenamiento de fuerza muscular con grupo control, evaluación de algún componente del síndrome metabólico, y con la intensidad declarada. Luego los estudios fueron evaluados mediante la escala de PEDro. Los resultados muestran que el entrenamiento de fuerza muscular ha demostrado tener efectos positivos en la población post-menopáusicas, aumentando la masa muscular, mejorando el control de la glicemia, regulando los lípidos sanguíneos, presión arterial y, sobre todo, la puntuación global del síndrome metabólico, siendo una estrategia segura para implementar en esta población. Según esta revisión, los parámetros para prescribir la intensidad del ejercicio de fuerza muscular aún no se han logrado precisar.

Palabras Clave: Obesidad, menopausia, insulina, envejecimiento, entrenamiento de resistencia.

Abstract

During menopause, the risk of developing metabolic syndrome increases exponentially because of hormonal changes and old age. The aim is to perform a systematic review of randomized clinical trials to the effects of muscle strength training on the different parameters of the metabolic syndrome in postmenopausal women. A systematic review of the literature was performed in Pubmed, ScienDirect and SportDiscus using the words: *Resistance training* and *metabolic syndrome* or *strength training* and *menopause*, giving a result of 530 articles and selecting 9 of them that met the established criteria. All studies were performed in postmenopausal women, implementing muscle strength training with control group, evaluation of some component of metabolic syndrome, and with stated intensity. The studies were then evaluated using the PEDro scale. The results show that muscle strength training has been shown to have positive effects on the postmenopausal population, increasing muscle mass, improving glycemic control, regulating blood lipids, blood pressure and above all the overall metabolic syndrome score, being a safe strategy to implement in this population. According to this review, the parameters for prescribing the intensity of muscle strength exercise have not yet been determined.

Key words: Obesity, menopause, insulin, aging, resistance training.

Introducción

El síndrome metabólico (SM) fue descrito por primera vez en 1920 por Kylin, desde entonces ha sido llamado como Síndrome X, síndrome de resistencia a la insulina o el “cuarteto de la muerte” (Martínez, Alonso & Novik, 2009). Al día de hoy distintos organismos han definido el SM, llegando a un acuerdo entre sus componentes centrales: resistencia a la insulina, obesidad, hipertensión y dislipidemias, sin embargo no encuentran acuerdo en su medición y puntos de corte (Eckel, Grundy & Zimmet, 2005). Ver Tabla 1.

El problema del SM es transversal en todo el mundo y a todas las edades, sin embargo, las estadísticas muestran una mayor prevalencia después de los 60 años de edad, y en el caso de las mujeres postmenopáusicas, existe un aumento independiente de la edad (Polotsky & Polotsky, 2010; Rojas, Lopera, Cardona, Vargas & Hormaza, 2014; Stachowiak, Pertyński, & Pertyńska-Marczewska, 2015). Durante la menopausia las mujeres sufren alteraciones de las funciones hormonales, como, por ejemplo, incremento de la hormona folículo estimulante (FSH), disminución de la globulina fijadora de hormonas sexuales (SHBG) y de estradiol (E2), los cuales se han asociado a trastornos del metabolismo de los lípidos, metabolismo de los carbohidratos y

cambios en la composición corporal, aumentando de manera paralela a la edad el mayor riesgo de adquirir SM (Lobo, 2008; Rastogi et al., 2009; Rojas et al. 2014; Stachowiak et al, 2015). La Figura 1, muestra cómo la menopausia y la edad contribuyen al aumento de la prevalencia del SM.

Esta problemática mundial ha llevado a buscar distintas estrategias tanto preventivas como de tratamiento para contrarrestar esta tendencia, y el ejercicio físico ha demostrado ser una herramienta eficaz para el tratamiento y para la prevención del SM. Church (2011) encontró que 150 minutos de actividad física moderada por semana se asocian con menor prevalencia de SM y que, además, existe una relación inversa con la condición física. Otros estudios han resalado que la fuerza muscular se encuentra inversamente asociada con la prevalencia de SM, independiente del peso corporal y de la edad (Jurka, Lamonte, Barlow, Kampert, Church & Blair, 2005), así también hay evidencias de que la prevalencia del SM fue significativamente inferior en los niveles más altos de aptitud cardiorrespiratoria (Farrell, Cheng, & Blair, 2004).

Los beneficios del ejercicio físico están claros y bien documentados, sin embargo, la baja adherencia a programas de actividad física es un problema en la práctica clínica. Kimm, Glynn, McMahon, Voorhees, Striegel-

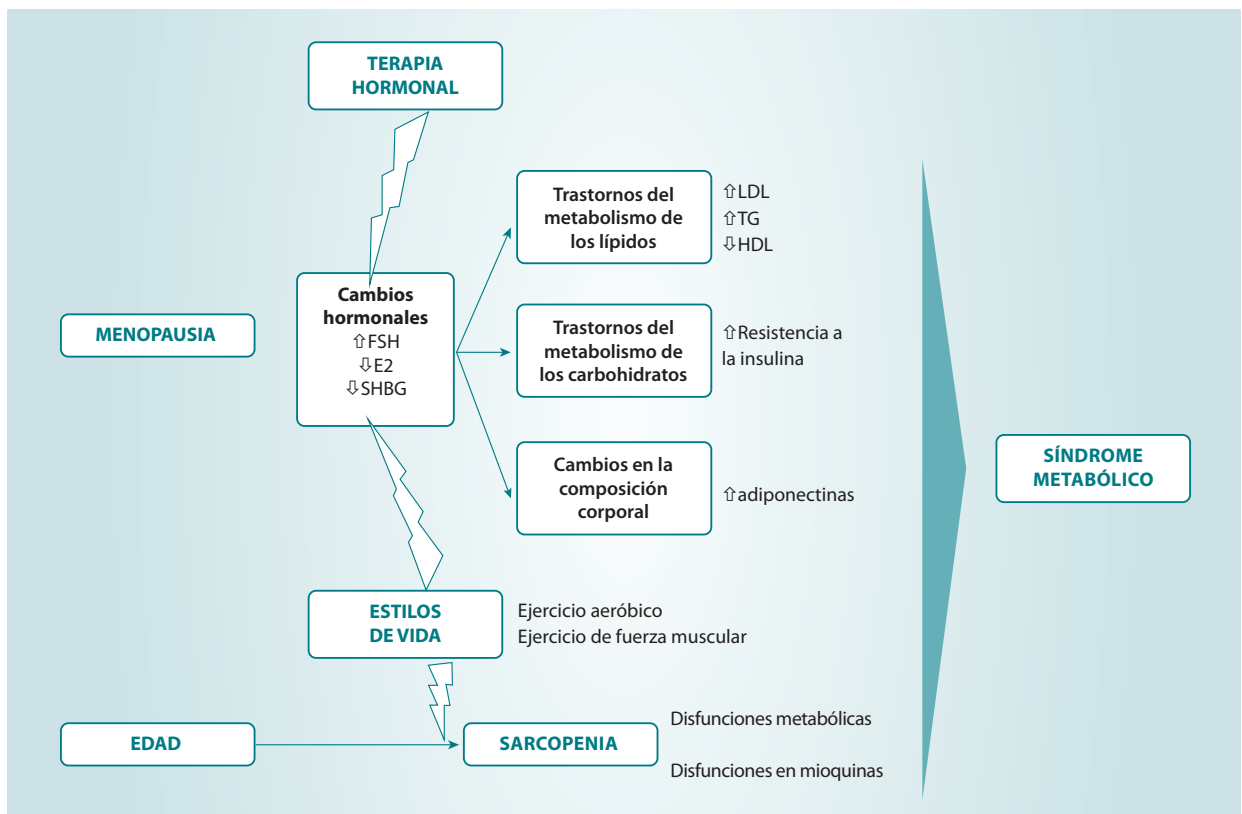


Figura 1. Influencia de la menopausia y la edad sobre el síndrome metabólico (Elaboración Propia).

Tabla 1. Comparación entre los criterios de clasificación del síndrome metabólico dados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), Grupo Europeo para el Estudio de la Resistencia a la Insulina (EIGR), National Cholesterol Education Program adult treatment panel III (NCEP ATP III), y Federación Internacional de Diabetes (IDF).

Medida Clínica	OMS	EIGR	NCEP ATP III	IDF
Resistencia a la insulina	DMT2, GAA, IGO o disminución de la sensibilidad a la insulina. Más 2 de los siguientes parámetros	Insulina plasmática > p75. Más dos de los siguientes parámetros	Ninguno, pero al menos 3 de los 5 siguientes	Ninguno
Obesidad Central	Razón cintura/cadera Hombre > 0.9 Mujer > 0.85 o IMC > 30	CA ≥ 94 cm en hombres ≥ 80 cm en mujeres	CA ≥ 102 cm en hombres ≥ 88 cm en mujeres	CA ≥ 90 cm en hombres ≥ 80 cm en mujeres. Más 2 de los siguientes criterios
Lípidos (mg/dl)	TG ≥ 150 o C-HDL < 35 en hombres o < 39 en mujeres	TG ≥ 150 o C-HDL < 39 en hombres y mujeres	TG ≥ 150 o C-HDL < 40 en hombres o < 50 en mujeres	TG ≥ 150 o C-HDL < 40 en hombres o < 50 en mujeres
Presión arterial (mmHg)	≥ 140 / 90	≥ 140 / 90	≥ 130 / 85	≥ 130 / 85
Glucosa	DMT2, GAA, IGO.	GAA, IGO, pero no DMT2,	≥ 110 mg/dl (incluida DMT2)	Glicemia en ayunas ≥ 100 mg/dl o DMT2 previamente diagnosticada.

DMT2: Diabetes Mellitus tipo 2; GAA; glucosa en ayuno alterado; IGO: intolerancia a la glucosa oral; IMC: Índice de masa corporal; TG: Triglicéridos; CA: Circunferencia abdominal.

Moore & Daniels (2006) mencionan que la principal razón para explicar esta baja adherencia es la falta de tiempo. Otros estudios mencionan que el 32,1% de las mujeres mayores practica o presenta algún interés en la práctica de actividad física, y muestra una preferencia por programas de ejercicio físico o de actividades acuáticas (Martín Rodríguez, González Rivera, Campos Izquierdo, del Hierro Pinés, & Jiménez-Beatty Navarro, 2013). Es por ello que encontrar alternativas que maximicen los beneficios del ejercicio físico en función del tiempo es necesario por las características que posee la población. Más aún cuando el 50% de la protección conferida a la actividad física para el desarrollo de enfermedades crónicas aún permanece sin explicación (Neufer et al., 2015), dejando abierta la pregunta del ¿cómo?, ¿cuándo?, y ¿qué ejercicio físico realizar?

Una revisión sistemática que analizó el rol del ejercicio físico en el tratamiento de diabetes mellitus encontró que gran parte de los estudios realizados se basaban en ejercicios de tipo aeróbico, sin embargo, los estudios que implementaban ejercicios de resistencia muscular mostraban un potencial en la mejora de la sensibilidad de la insulina, el gasto energético diario y la calidad de vida (Thent, Das, & Henry, 2013). La comparación entre estos métodos se ha realizado mediante distintos estudios; algunos muestran que el ejercicio de fuerza muscular es al menos igual o superior al de tipo aeróbico, mostrando diferencias en control glicémico, metabolismo basal y mejoras en el perfil lipídico (Cau-

za et al., 2005; Strasser & Pesta, 2013). Otra revisión sistemática y meta-análisis de ensayos clínicos aleatorizados (ECA) sobre los efectos del entrenamiento de fuerza muscular sobre la intolerancia a la glucosa, la obesidad y la diabetes mellitus encontró que reduce la hemoglobina glicosilada, reduce la masa grasa y la presión arterial; sin embargo, al definir la relación dosis-respuesta entre intensidad, duración y frecuencia de entrenamiento concluyó que es necesario realizar más investigaciones para determinar aquella relación (Strasser, Siebert, & Schobersberger, 2010).

El objetivo de esta investigación fue realizar una revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados para valorar los efectos del entrenamiento de fuerza muscular sobre los distintos parámetros del síndrome metabólico en mujeres postmenopáusicas.

Método

Búsqueda de literatura

Se realizó una búsqueda sistemática de artículos originales en las bases de datos correspondientes ScienceDirect, PubMed y SportDiscus, publicados entre el 2011 y 2016 en idioma inglés, en los que dentro de su título o palabras claves se encontraran los términos *Resistance training and metabolic syndrome* o *strength training and menopause*.

Tabla 2. Modelo de categorización de estudios según la intensidad utilizada en la prescripción del estudio.

Intensidad	Intensidad relativa % 1rm	Objetivo		
		Hipertrofia	Resistencia muscular	Fuerza
Muy liviana	< 30	Zona de Hipertrofia	Zona de Resistencia muscular	
Liviana	30-49			
Moderada	50-69			
Vigorosa	70-84		Zona de Fuerza	
Máxima	≥85			

RPE: Escala de Percepción del Esfuerzo; RIR: Percepción de Repeticiones de Reserva; RM: Repeticiones máximas.

Selección de los estudios

La selección de los estudios fue realizada en primera instancia con la lectura del *abstract* y luego por los materiales y métodos descritos en el estudio, de tal manera que cumplieran con los siguientes criterios de inclusión:

- Entrenamiento de fuerza muscular aplicado a mujeres en edad post-menopáusica (mujeres \geq 55 años).
- Protocolo del estudio cuenta con grupo control.
- Intensidad del entrenamiento declarada en función del porcentaje de una repetición máxima, de repeticiones máximas.
- Evaluación de al menos uno de los componentes del síndrome metabólico.
- Resultados en función de variables metabólicas asociadas al síndrome metabólico.

Los estudios seleccionados fueron categorizados en función de la intensidad utilizada con la clasificación que propone el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) en: Muy liviana <30% 1RM; Liviana 30-49% 1RM; Moderada 50-69% 1RM; Vigorosa 70-84 %1RM; y Máxima \geq 85% 1RM.

También se utilizó la clasificación según su objetivo dado por la intensidad en: Hipertrofia; Resistencia muscular y Fuerza (American College of Sport Medicine, 2009).

Evaluación de la calidad del estudio

Para evaluar el riesgo de sesgo se utilizó la escala de PEDro, la cual es una medida válida para la calidad de los ensayos clínicos aleatorizados (de Morton, 2009). Se realizó la búsqueda en la base de datos PEDro (<https://search.pedro.org.au/search>), adoptando aquellas puntuaciones. Una puntuación de 7 o mayor se considera de alta calidad, entre 5 o 6 la calidad es moderada y de 4 o menor se considera de mala calidad.

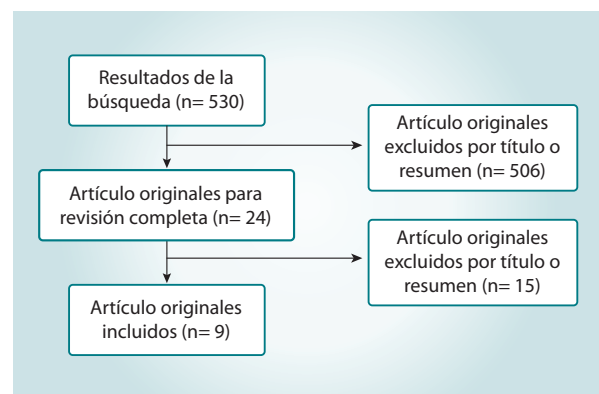


Figura 2. Diagrama de flujo correspondiente a la revisión sistemática (Elaboración propia).

Resultados

La búsqueda arrojó 530 artículos originales, de los cuales 24 fueron leídos completamente y solo 9 cumplieron con los criterios de inclusión. con los que se completó un formulario para extracción de datos que comprendía: semanas de entrenamiento, intensidad, muestra, número de repeticiones, número de series, pausa, número de ejercicios, principales resultados y conclusiones (Tabla 3).

La calidad según la escala de PEDro, arrojó 3 artículos con puntaje 4 (Soares et al., 2013; Silva et al., 2014; Tomeleri et al., 2016), considerados como de mala calidad, mientras que 4 obtuvieron puntaje 5 de calidad moderada (Wooten et al., 2011; Ribeiro et al., 2015; Gadelha, Paiva, Gauche, de Oliveira, & Lima, 2016; Shaw, Gouveia, McIntyre, & Shaw, 2016) y 2 obtuvieron 6 puntos siendo considerados de calidad moderada (Bonganha, Soares, Traina & Aparecida, 2011; Gelecek, İlçin, Subaşı, Acar, Demir & Örmən, 2012).

Descripción de los protocolos de entrenamiento utilizados en los estudios

Según los protocolos de entrenamiento declarados en los estudios incluidos, estos pueden ser categoriz

Tabla 3. Estudios que cumplieron con criterios de inclusión para analizar el efecto de la intensidad sobre las variables del síndrome metabólico en mujeres en la postmenopausia.

	Duración Semanas Días por semana	Muestra	Intensidad. Repeticiones máximas (RM)	Repeticiones / Series / Pausa (segundos)	Ejercicios	Conclusiones
Bonganha et al. (2011)	16 semanas 3 días/sem.	28 mujeres postmenopáusicas. Grupo control de 54.7± 3.9 años (n=11) y grupo de entrenamiento 52.7± 7.2 años (n= 17).	8 – 10 RM	10-8 / 3 / 60-90	10	El entrenamiento de fuerza muscular de 16 semanas fue efectivo en la promoción de cambios en la composición corporal y fuerza muscular. Sin embargo no afectó la tasa metabólica basal después de la intervención.
Wooten et al. (2011)	12 semanas 3 días/sem.	24 mujeres postmenopáusicas. Grupo control de 67± 0.6 años (n=12) y grupo de entrenamiento 64.4± 0.7 años (n= 12).	8RM	8 / 3 / Pausa no declarada	9	El entrenamiento de fuerza muscular proporciona a las mujeres postmenopáusicas obesas un enfoque no farmacológico para la reducción de lípidos sanguíneos y colesterol.
Gelecek et al. (2012)	12 semanas 3 días/sem	45 mujeres postmenopáusicas. Grupo control de 51.80 ± 3.65 años (n=21) y grupo de entrenamiento 54.33± 5.3 años (n= 24).	60% 1RM	8 -12 / 2 / 30 - 60		Tres meses de entrenamiento de resistencia a una intensidad moderada son beneficiosos en el control del IMC, presión arterial, consumo máximo de oxígeno y colesterol total.
Soares et al. (2013)	16 semanas 3 días/sem.	20 mujeres postmenopáusicas. Grupo control de 53 ± 5.7 años (n=10) y grupo de entrenamiento 53.40 ± 3.95 años (n= 24).	8-10 RM	10-8 / 3 / 60 - 90	8	El entrenamiento de fuerza muscular reduce la puntuación Z del síndrome metabólico, glicemia en ayunas, mejora la composición corporal y aumenta la fuerza muscular en mujeres posmenopáusicas.
Silva Correa et al. (2014)	12 Semanas 3 días/sem.	35 mujeres postmenopáusicas de 59.5 ± 6.3 años. Grupo de alto volumen (n= 11). Grupo de bajo volumen (n= 12). Y un grupo control (n=12)	15RM	15 / 3 / 40 15 / 1 / 40	8	Entrenamiento de un volumen mayor es más eficaz en el control del perfil lipídico en mujeres mayores que un volumen menor. Los resultados son similares en adaptaciones neuromusculares y morfológicas.
Riveiro et al. (2015)	24 Semanas 3 días/sem.	65 mujeres postmenopáusicas. Grupo experiencia en entrenamiento 70 ± 6.1 años (n=35) y grupo sin experiencia en entrenamiento 67.6 ± 5.7 años (n= 30).	8-15 RM	8- 15 / 3 / 60 – 180	8	Entrenamiento de resistencia muscular mejora el perfil metabólico de mujeres mayores. Periodos más largos de entrenamiento al parecer provoca reducciones más pronunciadas sobre marcadores inflamatorios.
Shaw et al. (2016)	6 Semanas	37 mujeres postmenopáusicas. Grupo control de 57.74 ± 2.83 años (n=18) y grupo de entrenamiento 60.44 ± 5.34 años (n= 19).	67 – 85% 1RM	12 / 3 / 30 -90	8	Entrenamiento de fuerza muscular hipertrófico de corta duración produce mejoras significativas en medidas cardiovasculares, antropométricas y de fuerza.
Tomeleri et al. (2016)	8 Semanas	38 mujeres postmenopáusicas. Grupo control de 66.8 ± 3.2 años (n=19) y grupo de entrenamiento 69.5 ± 4.7 años (n= 19).	10-15 RM	10-15 / 3 / 60 – 120	8	El entrenamiento de fuerza muscular promueve mejoras en los niveles inflamatorios, perfil lipídico y glucémico en mujeres mayores obesas.
Gadelha et al. (2016)	24 Semanas	38 mujeres postmenopáusicas. Grupo control de 67.27 ± 5.04 años (n=64) y grupo de entrenamiento 66.79 ± 5.40 años (n= 69).	60 – 80% 1RM	8-12 / 3 / 60	8	Entrenamiento de fuerza muscular es eficaz en mejorar la composición corporal en mujeres mayores, y podría mejorar fenotipos relacionados con la obesidad sarcopénica.

ados dentro de los objetivos propuestos por la ACSM como entrenamiento para el desarrollo de la resistencia muscular, hipertrofia y fuerza máxima (American College of Sport Medicine, 2009), por lo que las adaptaciones neuromusculares obtenidos por cada uno de los protocolos utilizados son tan diversas como las combinaciones de las variables de entrenamiento utilizados (Fry, 2004). En cuanto a la forma de prescripción de la intensidad en los distintos protocolos encontramos que el método basado en repeticiones máximas fue el más utilizado. Algunas investigaciones proponen que la realización de repeticiones al fallo muscular podrían maximizar las adaptaciones buscadas por el entrenamiento; sin embargo, se recomienda la no utilización de estas estrategias en sujetos novatos en el entrenamiento de fuerza muscular (American College of Sports Medicine, 2011; American College of Sport Medicine, 2009).

La Tabla 3 muestra las intensidades utilizadas en los estudios seleccionados, fluctuando entre intensidades moderada a vigorosa, es decir entre el 50-84% de 1RM (American College of Sport Medicine, 2009). Cuatro estudios utilizaron intensidades entre moderada a vigorosa (50-84% de 1RM): Ribeiro et al. (2015) prescribieron la intensidad en función de la experiencia en entrenamiento de fuerza de los sujetos dejando de 10-15 RM para sujetos experimentados y de 8-12 RM para novatos; Tomeleri et al. (2016) utilizaron intensidades entre 10-15RM; Shaw et al. (2016) prescribieron el entrenamiento entre el 67 y 85 % de 1RM y finalmente Gadelha et al. (2016) utilizaron intensidades entre el 60 y 80 % de 1RM, estos cinco últimos estudios encontramos características de un entrenamiento orientado a resistencia muscular e hipertrofia muscular (American College of Sport Medicine, 2009). En el caso de los otros cinco estudios las intensidades fueron más estables durante el periodo de entrenamiento, en el caso de Silva et al. (2014) y Gelecek et al. (2012) utilizaron solo intensidad moderada (50-69% de 1RM y 60 % 1RM respectivamente) dentro de su protocolo el cual se encuentra asociado a un entrenamiento con características de resistencia muscular, mientras que Soares et al. (2013), Bonganha et al. (2011) y Wooten et al. (2011) concentraron la intensidad del entrenamiento en vigorosa, utilizando entre 8 y 10 RM.

Relación entre intensidad, composición corporal y fuerza muscular

Según la NCEP-ATP III (2001), uno de los criterios para el diagnóstico de síndrome metabólico es una obesidad central marcada por un perímetro de cintura ≥ 88 cm en mujeres. Cuatro investigaciones evaluaron

Tabla 4. Efectos de del entrenamiento de resistencia muscular sobre las variables de composición corporal y fuerza muscular en mujeres en la postmenopausia.

	CC	MC	IMC	MM	MG	F
Bonganha et al. (2011)	↔	↔	↔	↑	-	↑
Wooten et al. (2011)	-	↔	↔	-	-	↑
Gelecek et al. (2012)	-	-	-	-	-	↑
Soares et al. (2013)	↔	↔	↔	↑	↓	↑
Silva et al. (2014)	↔	↔	↔	↑	↔	↑
	↔	↔	↔	↑	↔	↑
Ribeiro et al. (2015)	-	-	-	↑	↔	-
	-	-	-	↑	↓	-
Tomeleri et al. (2016)	-	-	-	↑	↓	↑
Shaw et al. (2016)	↓	↔	↓	-	↓	↑
Gadelha et al. (2016)	-	↔	↔	↑	↓	↑

CC: Circunferencia de cintura; MC: Masa corporal; IMC: Índice de masa corporal; MM: Masa magra; MG: Masa grasa; F: Fuerza
↓ significa que hubo una reducción estadísticamente significativa; ↔ no existieron cambios significativos; ↑ Aumentos significativos.

Tabla 5. Efectos de del entrenamiento de resistencia muscular sobre los lípidos en sangre en mujeres postmenopáusicas.

	CT	TG	HDL	LDL
Wooten et al. (2011)	↓	↓	↑	↓
Gelecek (2012)	↓	↔	↔	↔
Soares et al. (2013)	↔	↔	↔	↔
Silva et al. (2014)	↔	↓	↔	↔
	↔	↔	↔	↔
Ribeiro et al. (2015)	↔	↓	↑	↓
	↓	↓	↑	↓
Tomeleri et al. (2016)	↔	↔	↑	↓
Shaw et al. (2016)	↔	-	-	-
Gadelha et al. (2016)	-	-	-	-

CT: Colesterol Total; TG: Triglicéridos; HDL: High Density Lipoprotein Cholesterol; LDL: Low density Lipoprotein Cholesterol.
↓ significa que hubo una reducción estadísticamente significativa; ↔ no existieron cambios significativos; ↑ Aumentos significativos.

perímetro de cintura antes y después del entrenamiento (Bonganha et al. 2011; Silva Correa et al. 2014; Soares et al. 2013; Shaw et al. 2016) de los cuales solo uno encontró diferencias significativas luego de someter a los sujetos al entrenamiento de resistencia muscular (Shaw et al. 2016) utilizando intensidades entre 67 y el 85 % de 1 RM.

Otras variables asociadas a la composición corporal también fueron medidas que, sin ser parte de los criterios de diagnóstico del síndrome metabólico, sí pueden asociarse a factores de riesgo (Pattyn, Cornelissen, Toghi Eshghi, & Luc, 2013; Biolo, Cederholm, & Muscaritoli, 2014), este es el caso de la masa corporal, índice de masa corporal, masa magra, masa grasa. Solo un

estudio mostró diferencias significativas luego de la intervención en la masa corporal (Geleck et al., 2012) y dos estudios sobre el IMC (Geleck et al., 2012; Shaw et al., 2016). Sin embargo, se encontraron diferencias en la composición corporal, siendo una constante el aumento de la masa magra, indiferente del protocolo empleado (Bonganha et al., 2011; Shaw et al., 2016; Gadelha et al., 2016), mientras que los resultados sobre la masa grasa son diversos para las distintas intensidades, con una tendencia a mantenerse o a bajar.

Con los estudios seleccionados no se aprecia una relación entre la intensidad prescrita en entrenamiento de fuerza muscular sobre la circunferencia de cintura, mostrando una tendencia a mantenerse o a disminuir el criterio como factor de riesgo. Los efectos del entrenamiento de fuerza muscular pueden afectar de manera positiva la composición corporal.

En caso de la fuerza muscular, todas las intensidades mostraron un incremento en los sujetos sometidos a la intervención; sin embargo, es importante destacar que los niveles de ganancia de fuerza tienen una relación lineal con la intensidad, sobre todo en aquellos sujetos más experimentados.

Relación entre intensidad y lípidos en sangre

Según el ATP III, los criterios relacionados con los lípidos en sangre asociados al síndrome metabólico corresponden a colesterol HDL (<40 mg/dl para hombres o < 50 mg/dl en mujeres) y triglicéridos (≥ 150 mg/dl), entre los estudios analizados solo Gadelha et al. (2016) y Bonganha et al. (2011) no midieron lípidos en sangre durante su intervención.

Los efectos del entrenamiento de fuerza muscular sobre los triglicéridos no parecieran tener una relación con la intensidad, y solo dos estudios mostraron una disminución significativa, tanto en sujetos experimentados como novatos utilizando intensidades moderadas a vigorosas distribuidas en una periodización clásica de las cargas, y utilizando las recomendaciones de ACSM (Wooten et al., 2011; Ribeiro et al., 2015). En el resto de los estudios no registraron cambios significativos en la concentración de triglicéridos, con una tendencia a mantenerse luego de la intervención. Ver Tabla 5.

El colesterol HDL ha mostrado responder de manera beneficiosa al aumentar su concentración o al menos a mantenerlo estable. Wooten et al. (2011), Ribeiro et al. (2015) y Tomeleri et al. (2016) encontraron que un programa de fuerza muscular logró aumentar significativamente los niveles de colesterol HDL utilizando intensidades de moderada a vigorosa y con un volumen alto de entrenamiento. Otros estudios que utili-

Tabla 6. Efectos del entrenamiento de resistencia muscular sobre el metabolismo de la glucosa en mujeres en la postmenopausia.

	GA
Soares et al., (2013)	↓
Silva et al., (2014)	↔
	↔
Ribeiro et al., (2015)	↓
	↓
Tomeleri et al., (2016)	↓
Shaw et al. (2016)	↓
Gadelha et al., (2016)	-

GA: Glucosa en Ayuna.

↓ significa que hubo una reducción estadísticamente significativa; ↔ no existieron cambios significativos; ↑ Aumentos significativos.

Tabla 7. Efectos del entrenamiento de resistencia muscular sobre la presión arterial en mujeres en la post menopausia.

	PAS	PAD
Geleck et al. (2012)	↓	↔
Soares et al., (2013)	↔	↔
Silva et al., (2014)	-	-
	-	-
Riveiro et al., (2015)	-	-
	-	-
Tomeleri et al., (2016)	-	-
Shaw, et al. (2016)	↓	↓
Gadelha et al., (2016)	-	-

PAS: Presión Arterial Sistólica; PAD: Presión Arterial Diastólica.

↓ significa que hubo una reducción estadísticamente significativa; ↔ no existieron cambios significativos; ↑ Aumentos significativos.

zaron igualmente intensidades moderada a vigorosa mostraron aumentos sin llegar a ser estadísticamente significativas (Soares et al., 2013; Silva et al., 2014).

Otros parámetros analizados son el colesterol total y el colesterol LDL, encontrando que en aquellos estudios que utilizaron cargas progresivas entre moderada a vigorosa mostraron reducciones significativas en colesterol LDL (Geleck et al., 2012; Ribeiro et al., 2015).

Relación entre Intensidad y Metabolismo de la Glucosa

De los estudios analizados solo Gadelha et al. (2016) no controló la glucosa dentro de su intervención, y de los que controlaron glucosa, solo Silva et al. (2014) no encontró diferencias significativas en glucosa en ayunas luego de la intervención utilizando intensidades moderadas, mientras que aquellas intervenciones que utilizaron intensidades moderadas a vigorosas, o solo vigorosas, registraron cambios significativos en la glucosa en ayunas.

Relación entre intensidad y presión arterial

Solo 3 estudios analizaron el efecto del entrenamiento de fuerza muscular sobre la presión arterial (Geleck et al., 2012; Soares et al., 2013; Shaw et al., 2016) y solo Shaw et al. (2016) y Geleck et al. (2012) encontraron cambios significativos utilizando intensidades moderadas a vigorosas (Tabla 7), sin embargo, los otros estudios analizados sobre las mujeres postmenopáusicas no muestran cambios significativos luego del entrenamiento de fuerza muscular utilizando intensidades moderadas a vigorosas (Soares et al., 2013).

Relación entre z-score del síndrome metabólico y la intensidad

La puntuación Z del síndrome metabólico se obtiene de una ecuación que utiliza las cinco variables del síndrome metabólico obtenidos de un sujeto específico (Soares et al., 2013).

$$Z\text{-score} = [(50 - HDL)/14.1 + (TG - 150)/90.1] + [(fasting\ blood\ glucose - 100)/11.3] + [(perímetro\ de\ cintura - 88)/7] + [(mean\ arterial\ pressure - 100)/14.1]$$

El único estudio que utilizó la ecuación corresponde a Soares et al. (2013) quien encontró que utilizando intensidades vigorosas 10-8 RM se redujo de manera significativa el z-score, independientemente de encontrar cambios significativos en cada una de las variables por sí solas.

Discusión

El objetivo de esta investigación fue realizar una revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados para valorar los efectos del entrenamiento de fuerza muscular sobre los distintos parámetros del síndrome metabólico en mujeres postmenopáusicas.

La relevancia de determinar los beneficios y posibles relaciones dosis-respuesta es crucial para el trabajo clínico con mujeres postmenopáusicas. Esto permite adoptar la estrategia más adecuada para las diferencias fisiológicas-mecánicas y psicológicas individuales de la población.

Los estudios seleccionados en esta revisión utilizaron intensidades de moderada a vigorosa (50% y el 84% de 1RM) y los mecanismos de prescripción en base al % de 1RM, repeticiones máximas y escalas de percepción del esfuerzo. Utilizar distintas formas de prescribir la intensidad en el entrenamiento ha mostrado tener una gran variabilidad en las respuestas

al entrenamiento de fuerza muscular. Grosicki et al. (2014) determinaron que existe una alta variabilidad en el número de repeticiones máximas dadas por intensidades submáximas al comparar adultos jóvenes con adultos mayores, lo que podría cambiar las características del entrenamiento empleado. Anteriormente Richens & Cleather (2014) también encontraron diferencias entre atletas de diferentes disciplinas al determinar el número de repetición máxima para cierto porcentaje de una repetición máxima. Estas diferencias en la prescripción del entrenamiento pueden afectar directamente la respuesta, tanto aguda como crónica, provocada por el ejercicio al generar distintos estímulos en el músculo esquelético (Coffey & Hawley, 2007; Egan & Zierath, 2013), es por ello que al utilizar las distintas estrategias de prescripción de la intensidad del ejercicio es necesario conocer las características propias de la población objetivo.

Según el alcance de este estudio no se encontraron revisiones sistemáticas o meta-análisis que orienten sobre una prescripción de la intensidad del entrenamiento de fuerza en la mujer post menopáusica. Strasser (2010), al realizar un meta-análisis de 13 ensayos clínicos aleatorizados, concluyó que existen efectos positivos sobre el síndrome metabólico, sin embargo, no logró establecer una relación entre dosis-respuesta debido a datos insuficientes y una heterogeneidad en los resultados según protocolos de entrenamiento. Una posible solución ante las limitaciones y complicaciones presentadas en la prescripción de la intensidad del entrenamiento de fuerza muscular puede ser una reciente escala de percepción del esfuerzo basado en repeticiones de reserva (Helms, Cronin, Storey & Zourdos, 2016; Zourdos et al., 2016), la que busca integrar las tres estrategias de prescripción mencionadas anteriormente y que son las más utilizadas en los distintos estudios.

Pese a las dificultades en la categorización de intensidades, los rangos más utilizados dentro de los protocolos fueron entre moderada a vigorosa y en forma de periodización clásica, la cual coincide con las conclusiones encontradas por Leite et al. (2010), que mencionan que el entrenamiento de orientación hipertrófica podría ser el que mas beneficios aporta a la población postmenopáusica considerando sus efectos sobre la masa muscular y parámetros antropométricos como el perímetro de cintura.

La composición corporal

Durante la menopausia las mujeres pueden aumentar entre 2 a 2,5 kg en un curso de 3 años, llevando a un aumento del peso y de la obesidad visceral (Rastogi et al., 2009; Polotsky & Polotsky, 2010; Stachowiak et al.,

2015), sin embargo, solo en un estudio se encontraron cambios estadísticamente significativos, con una disminución del perímetro de cintura utilizando intensidades moderadas a vigorosas (Shaw et al., 2016).

La ganancia tanto en masa muscular como fuerza máxima voluntaria fue en todos los niveles de intensidad o protocolos utilizados, no obstante, no fue posible comparar el tamaño del efecto de acuerdo a la intensidad prescrita. Sin embargo, la literatura es clara y mantiene un consenso en una relación dosis-respuesta en el adulto mayor, encontrando que la ganancia en masa muscular es mayor entre 51-69% del 1RM, mientras que la fuerza máxima entre el 70-85% de 1RM. (American College of Sport Medicine, 2009; Borde et al., 2015).

Estos incrementos significativos en la masa muscular parecen ser mucho más importantes al considerar que la masa muscular es responsable del 30% de la tasa metabólica basal (Egan & Zierath, 2013) y que la pérdida de masa muscular con la edad es más acentuada en mujeres que en hombres luego de la menopausia (Lee & Lee, 2013). Además, se ha asociado con una disminución de un 2,3 % de la tasa metabólica basal por año después de los 20 años y un 4% a partir de los 50 años, afectando la regulación de la glucosa y la homeostasis energética (Cleasby, Jamieson, & Atherton, 2016). Estudios muestran que la atrofia muscular puede disminuir el 30% del gasto energético en ejercicio y el 6% en reposo (Biolo et al., 2014). Un estudio realizado por Lee & Lee (2013) en mujeres menopáusicas, mostró una relación lineal entre masa muscular y calidad muscular con la severidad de los síntomas de la menopausia y por lo tanto en el SM.

Los efectos del entrenamiento de fuerza muscular parecen estar condicionados por el tiempo que se prolongue, influyendo en el tamaño de los efectos sobre el perímetro de cintura (Strasser et al., 2012). Según Stachowiak et al. (2015), Los cambios en el metabolismo energético y principalmente el aumento de la obesidad de tipo androide, junto con una disminución del metabolismo basal, es considerado el principal factor en el aumento explosivo del síndrome metabólico en mujeres menopáusicas, por lo que los cambios en la composición corporal pueden ser la principal razón para prescribir el entrenamiento de fuerza muscular en esta población.

Presión arterial y Lípidos

En esta revisión los cambios sobre el perfil lipídico y presión arterial producidos por el entrenamiento de fuerza muscular son contradictorios (Wooten et al., 2011; Geleck et al., 2012; Soares et al., 2013; Shaw et

al., 2016), no mostrando una relación con la intensidad prescrita en el protocolo. Silva et al. (2014) no encontró consistencia en los resultados del entrenamiento de fuerza sobre el perfil lipídico; sin embargo, es posible que tenga un efecto favorable, considerando que clínicamente un aumento de 1% de colesterol HDL se asocia con una disminución de riesgo de enfermedad coronaria entre un 2% a un 3% (Pattyn et al. 2013).

En el caso de la presión arterial se ha encontrado una correlación positiva con la frecuencia semanal y duración del entrenamiento de fuerza muscular (Strasser et al., 2010), pero recientemente Lemes et al. (2016) no lograron establecer una relación estadísticamente significativa entre presión arterial y ejercicio de fuerza muscular; sin embargo, según sus resultados existe una reducción de 4,1 mm Hg luego de una intervención y que una reducción de 2mm Hg puede reducir hasta un 7% el riesgo de enfermedades cardiovasculares. Durante años los ejercicios de orientación aeróbica fueron los más utilizados en sujetos hipertensos y estuvo contraindicado el entrenamiento de fuerza muscular, pero en los últimos años son varios los estudios que lo han asociado con un aumento en la biodisponibilidad de óxido nítrico, disminución en el stiffness arterial y una mejor regulación por parte del sistema nervioso simpático.

Metabolismo de la glucosa

En cuanto a la relación entre intensidad y glucosa en ayunas podemos ver que solo el estudio de Silva et al. (2014) no registró cambios significativos utilizando intensidades moderadas, mientras que aquellos que combinaron intensidades moderada a vigorosa o solo vigorosa encontraron cambios significativos positivos en la glucosa en ayuna. Strasser et al. (2010) realizaron una revisión de SM y entrenamiento de fuerza muscular encontrando efectos incluso en intensidades bajas (<50% 1RM), pero mediante un meta-análisis no logró establecer una relación entre intensidad y efectos sobre el SM. Si bien es cierto que no se encontraron investigaciones que relacionen la intensidad del ejercicio de fuerza muscular con el efecto sobre la glucosa en ayunas, sí se confiere a esta modalidad de entrenamiento un efecto positivo sobre la resistencia a la insulina independiente del tipo de población (Roberts, Hevener, & Barnard, 2013). Estos efectos parecen estar mediados por el aumento de la cantidad de transportadores GLUT en los músculos activos, disminuyendo la resistencia a la insulina y regulando la glucosa en ayunas (Strasser & Pesta, 2013).

Estos beneficios sobre el metabolismo de la glucosa queda en evidencia en un estudio prospectivo realiza-

do sobre 32.000 hombres, que mantuvieron un control periódico durante 18 años. Sus resultados evidencian que aquellos sujetos que realizaban más de 150 minutos de ejercicio de fuerza muscular independiente del ejercicio aeróbico reducían un 34% el riesgo de diabetes tipo 2 y en aquellos que poseían un IMC ≥ 30 una reducción del 60% en el riesgo de diabetes (Grøntved, Rimm, Willett, Andersen, & Hu, 2012).

Los efectos del entrenamiento de fuerza muscular en cada uno de los componentes del síndrome metabólico parecen ser contradictorios, pero el estudio de Soares et al. (2013) encontró que mediante una puntuación global del SM, independiente del análisis individual por cada uno de sus componentes, la suma de estos beneficios son significativos en la reducción del SM.

Limitaciones

Aún existe un bajo volumen de investigaciones realizadas sobre mujeres postmenopáusicas con síndrome metabólico influyendo así en la baja cantidad de estudios analizados y calidad limitada según la escala de PEDro. En el entrenamiento de fuerza aún faltan criterios unificados para prescribir la intensidad del entrenamiento de fuerza muscular en mujeres postmenopáusicas, encontrando diferentes formas de cuantificar la intensidad del entrenamiento.

Conclusiones

De acuerdo a la literatura analizada y respondiendo al primer objetivo de esta revisión sistemática podemos establecer que el entrenamiento de fuerza muscular ha demostrado tener efectos positivos en la población post-menopáusicas, aumentando la masa muscular, mejorando el control de la glicemia, regulando los lípidos sanguíneos, presión arterial y sobre la

puntuación global del síndrome metabólico; por tanto, es una intervención válida para el tratamiento o prevención del síndrome metabólico.

En cuanto a los parámetros de intensidad y su relación dosis-respuesta, aún no parece estar clara su prescripción; sin embargo, gran parte de las investigaciones utilizan intensidades entre moderadas a vigorosas. Vemos necesario realizar ensayos clínicos aleatorizados de buena calidad metodológica y protocolos claros en cuanto a intensidad para valorar esta variable como determinante de los efectos del entrenamiento de fuerza muscular sobre el síndrome metabólico en mujeres post-menopáusicas.

Los profesionales de la actividad física, pueden encontrar en el entrenamiento de la fuerza muscular, una alternativa segura para elaborar programas de ejercicio físico orientados a la población postmenopáusica con síndrome metabólico, considerando intensidades de moderadas a vigorosas.

Orientaciones para futuras investigaciones:

- Definir orientaciones para prescribir la intensidad del entrenamiento de fuerza muscular en la población posmenopáusicas considerando los distintos cambios asociados a la post-menopausia.
- Utilizar intensidades livianas o muy livianas en futuras investigaciones para identificar sus efectos sobre los componentes del síndrome metabólico.
- Realizar más estudios clínicos aleatorizados con mayor calidad para establecer orientaciones claras sobre la relación dosis respuesta, considerando intensidad, volumen, densidad, velocidad de ejecución, duración.

Conflictos de Intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

BIBLIOGRAFÍA

- Albarelloa, R., Bouffleur Farinha, J., Reckelberg Azambuja, C., & Lopes dos Santos, D. (2016). Efeitos do treinamento resistido sobre o perfil lipídico de indivíduos com síndrome metabólica. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 10(3), 142-146 doi:10.1016/j.ramd.2014.11.004
- American College of Sport Medicine. (2009). Position Stand: Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(3), 687-708. doi:10.1249/MSS.0b013e3181915670
- American College of Sports Medicine. (2011). Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(7), 1334-1359. doi:10.1249/MSS.0b013e318213febf
- Biolo, G., Cederholm, T., & Muscaritoli, M. (2014). Muscle contractile and metabolic dysfunction is a common feature of sarcopenia of aging and chronic diseases: From sarcopenic obesity to cachexia. *Clinical Nutrition*, 3(5), 737-748. doi:10.1016/j.clnu.2014.03.007
- Bonganha, V., Soares, M., Traina, M., & Aparecida, V. (2011). Response of the Resting Metabolic Rate after 16 Weeks of Resistance Training in Postmenopausal Women. *Rev Bras Med Esporte*, 17(5), 350-353. doi:10.1590/S1517-86922011000500011
- Borde, R., Hortobagyi, T., & Granacher, U. (2015). Dose-Response Relationships of Resistance Training in Healthy Old Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 45(12), 1693-720. doi:10.1007/s40279-015-0385-9
- Cauza, E., Hanusch-Enserer, U., Strasser, B., Ludvik, B., Metz-Schimmerl, S., Pacini, G., & Haber, P. (2005). The Relative Benefits of Endurance and Strength Training on the Metabolic Factors and Muscle Function of People With Type 2 Diabetes Mellitus. *Arch Phys Med Rehabil*, 86(8), 1527-1533. doi:10.1016/j.apmr.2005.01.007
- Church, T. (2011). Exercise in Obesity, Metabolic Syndrome, and Diabetes. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 53(6), 412-418. doi:10.1016/j.pcad.2011.03.013
- Cleasby, M., Jamieson, P., & Atherton, P. (2016). Insulin resistance and sarcopenia: mechanistic links between common co-morbidities. *Journal of Endocrinology*, 229(2), 67-68. doi:10.1530/JOE-15-0533
- Coffey, V., & Hawley, J. (2007). The Molecular Bases of Training Adaptation. *Sport Medicine*, 37(9), 737-763. doi: 10.2165/00007256-200737090-00001
- Eckel, R., Grundy, S., & Zimmet, P. (2005). The metabolic syndrome. *The Lancet*, 365(9468), 1415-1428. doi:10.1016/S0140-6736(05)66378-7
- de Morton, N. (2009). The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Australian Journal of Physiotherapy*, 55(2), 129-133. doi:10.1016/S0004-9514(09)70043-1
- Egan, B., & Zierath, J. (2013). Exercise Metabolism and the Molecular Regulation of Skeletal Muscle Adaptation. *Cell Metabolism*, 17(2), 162-184. doi:10.1016/j.cmet.2012.12.012.
- Farrell, S., Cheng, Y., & Blair, S. (2004). Prevalence of the Metabolic Syndrome across Cardiorespiratory Fitness Levels in Women. *Obesity Research*, 12(5), 824-830. doi: 10.1038/oby.2004.99
- Fry, A. (2004). The Role of Resistance Exercise Intensity on Muscle Fibre Adaptations. *Sports Medicine*, 34(10), 663-679. doi: 10.2165/00007256-200434100-00004
- Gadelha, A., Paiva, F., Gauche, R., de Oliveira, R., & Lima, R. (2016). Effects of resistance training on sarcopenic obesity index in older women: a randomized controlled trial. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 65, 168-173. doi:10.1016/j.archger.2016.03.017.
- Gelecek, N., İlçin, N., Subaşı, S., Acar, S., Demir, N., & Örmən, M. (2012). The Effects of Resistance Training on Cardiovascular Disease Risk Factors in Postmenopausal Women: A Randomized- Controlled Trial. *Health Care for Women International*, 33(12), 1072-1085. doi:10.1080/07399332.2011.645960
- Grøntved, A., Rimm, E., Willett, W., Andersen, L., & Hu, F. (2012). A Prospective Study of Weight Training and Risk of Type 2 Diabetes in Men. *Arch Intern Med*, 172(17), 1306-1312. doi:10.1001/archinternmed.2012.3138
- Grosicki, G., Miller, M., & Marsh, A. (2014). Resistance exercise performance variability at submaximal intensities in older and younger adults. *Clinical Interventions in Aging*, 9, 209-218. doi:10.2147/CIA.S55719.
- Helms, E., Cronin, J., Storey, A., & Zourdos, M. (2016). Application of the Repetitions in Reserve-Based Rating of Perceived Exertion Scale for Resistance Training. *National Strength and Conditioning Association*, 38(4), 42-49. doi:10.1519/SSC.0000000000000218
- Jurka, R., Lamonte, M., Barlow, C., Kampert, J., Church, T., & Blair, S. (2005). Association of Muscular Strength with Incidence of Metabolic Syndrome in Men. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(11), 1849-1855. doi:10.1249/01.mss.0000175865.17614.74
- Kimm, S., Glynn, N., McMahon, R., Voorhees, C., Striegel-Moore, R., & Daniels, S. (2006). Self-Perceived Barriers to Activity Participation among Sedentary Adolescent Girls. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(3), 534-540. doi:10.1249/01.mss.0000189316.71784.dc
- Lee, J.-Y., & Lee, D.-C. (2013). Muscle strength and quality are associated with severity of menopausal symptoms in peri- and post-menopausal women. *Maturitas* 76(1), 88-94. doi:10.1016/j.maturitas.2013.06.007.
- Leite, R., Prestes, J., Pereira, G., Shiguemoto, G., & Perez, S. (2010). Menopause: Highlighting the Effects of Resistance Training. *Int J Sports Med*, 31(11), 761-767. doi:10.1055/s-0030-1263117.
- Lemes, Í., Henrique, P., Nogueira, S., Pastre, C., Machado, A., & Netto, J. (2016). Resistance training reduces systolic blood pressure in metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis of randomized-controlled trials. *British Journal of Sports Medicine*, 50(23); 1438-1442. doi:10.1136/bjsports-2015-094715
- Lobo, R. (2008). Metabolic syndrome after menopause and the role of hormones. *Maturitas*, 60(1), 10-18. doi:10.1016/j.maturitas.2008.02.008
- Martínez, G., Alonso, R., & Novik, V. (2009). Metabolic Syndrome. Clinical and pathophysiological basis for a rational therapeutical approach. *Rev Med Chil*, 137(5), 685-694. doi: 10.4067/S0034-98872009000500014
- Martín Rodríguez, M., González Rivera, M., Campos Izquierdo, A., del Hierro Pinés, D., & Jiménez-Beatty Navarro, J. (2013). Expectativas en la demanda latente de actividad física de las mujeres y hombres mayores en España. . CCD. *Cultura_Ciencia_Deporte*, 5(15), 141-150. doi:10.12800/ccd.v5i15.107
- NCEP - ATP III. (2001). Expert Panel on detection, evaluation and treatment of high blood cholesterol in adults. Executive Summary of the Third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation and treatment of high blood cholesterol. *JAMA*, 285(19), 2486-2497. doi:10.1001/jama.285.19.2486
- Neufer, D., Bamman, M., Muoio, D., Bouchard, C., Cooper, D., Goodpaster, B., Paughlin, M. (2015). Understanding the Cellular and Molecular Mechanisms of Physical Activity-Induced Health Benefits. *Cell Metabolism*, 22(1), 4-11. doi: 10.1016/j.cmet.2015.05.011
- Pattyn, N., Cornelissen, V., Toghi Eshghi, S., & Luc, V. (2013). The Effect of Exercise on the Cardiovascular Risk Factors Constituting the Metabolic Syndrome. *Sports Med.*, 43(2); 121-132. doi:10.1007/s40279-012-0003-z
- Polotsky, H., & Polotsky, A. (2010). Metabolic Implications of Menopause. *Semin Reprod Med*, 28(5), 426-434. doi:10.1055/s-0030-1262902
- Prado, P., Alves, A., Corrêa, L., Furlanetto, R., Martins, F., Lera, C., Lera, F. (2016). Effect of resistance training on muscular strength and indicators of abdominal adiposity, metabolic risk, and inflammation in postmenopausal women: controlled and randomized clinical trial of efficacy of training volume. *American Aging Association*, 38(40). doi:10.1055/s-0030-1262902.
- Rastogi, R., Dobs, A., Ouyang, P., Vaidya, D., Bertoni, A., Gapstur, S., & Hill Golden, S. (2009). The Association of Endogenous Sex Hormones, Adiposity, and Insulin Resistance with Incident Diabetes in Postmenopausal Women. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 94(11), 4127-4135. doi:10.1210/jc.2009-0910.

- Richens, B., & Cleather, D. (2014). The relationship between the number of repetitions performed at given intensities is different in endurance and strength trained athletes. *Biol. Sport*, 31(2), 157-161. doi:10.5604/20831862.1099047
- Ribeiro, A., Tomeleri, C., Souza, M., Pina, F., Schoenfeld, B., Nascimento, M., Cyrino, E. (2015). Effect of resistance training on C-reactive protein, blood glucose and lipid profile in older women with differing levels of RT experience. *American Aging Association*, 37 (6). doi:10.1007/s11357-015-9849-y
- Roberts, C., Hevener, A., & Barnard, J. (2013). Metabolic Syndrome and Insulin Resistance: Underlying Causes and Modification by Exercise Training. *Compr Physiol.*, 3(1), 1-58. doi:10.1002/cphy.c110062.
- Rojas, S., Lopera, J., Cardona, J., Vargas, N., & Hormaza, M. (2014). Síndrome metabólico en la menopausia, conceptos clave. *Revista Chilena de obstetricia y ginecología*, 79(2), 121-128. doi:10.4067/S0717-75262014000200010
- Shaw, B., Gouveia, M., McIntyre, S., & Shaw, I. (2016). Anthropometric and cardiovascular responses to hypertrophic resistance training in postmenopausal women. *Menopause*, 23(11), 1176-1181. doi:10.1097/GME.0000000000000687
- Silva Correa, C., Costa Teixeira, B., Bittencourt, A., Lemos, L., Lemes Marques, N., Radaelli, R., Silveira Pinto, R. (2014). Effects of high and low volume of strength training on muscle strength muscle volume and lipid profile in postmenopausal women. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 12(2), 62-67. doi:10.1016/j.jesf.2014.07.001.
- Silva, C., Costa, B., Bittencourt, A., & Reischak-Oliveira, Á. (2014). Effects of strength training on blood lipoprotein concentrations in postmenopausal women. *Jornal Vascular Brasileiro*, 13(4), 312-317. doi:10.1590/1677-5449.0083
- Soares, M., Bonganha, V., Cassaro, F., Paes de Barro, R., Lixandrão, M., Romano, F., Libardi, C. (2013). Sixteen weeks of resistance training can decrease the risk of metabolic syndrome in healthy postmenopausal women. *Clinical Interventions in Aging*, 8, 1221-1228. doi:10.2147/CIA.S44245
- Stachowiak, G., Pertyński, T., & Pertyńska-Marczewska, M. (2015). Metabolic disorders in menopause. *Prz Menopauzalny*. 14(1), 59-64. doi:10.5114/pm.2015.50000
- Strasser, B. (2013). Physical activity in obesity and metabolic syndrome. *Ann N Y Acad Sci.*, 1281(201), 141-159. doi:10.1111/j.1749-6632.2012.06785.x
- Strasser, B., & Pesta, D. (2013). Resistance Training for Diabetes Prevention and Therapy: Experimental Findings and Molecular Mechanisms. *BioMed Research International*, 20(2). doi:10.1155/2013/805217
- Strasser, B., Arvandi, M., & Siebert, U. (2012). Resistance training, visceral obesity and inflammatory response: a review of the evidence. *Obesity reviews*, 13(7), 578-591. doi:10.1111/j.1467-789X.2012.00988.x
- Strasser, B., Siebert, U., & Schobersberger, W. (2010). Resistance Training in the Treatment of metabolic syndrome. *Sports Medicine*, 40(5), 397-415. doi:10.2165/11531380-000000000-00000.
- Thent, Z. C., Das, S., & Henry, L. J. (2013). Role of Exercise in the Management of Diabetes Mellitus: the Global Scenario. *PLoS ONE*, 8(11). doi:10.1371/journal.pone.0080436
- Tomeleri, C., Lemes, A., Souza, M., Schiavoni, D., Schoenfeld, B., Venturini, D., Cyrino, E. (2016). Resistance training improves inflammatory level, lipid and glycemic profiles in obese older women: A randomized controlled trial. *Experimental Gerontology*, 84, 80-87. doi:10.1016/j.exger.2016.09.005
- Zourdos, M., Klemp, A., Dolan, C., Quiles, J., Shau, K., Jo, E., Blanco, R. (2016). Novel resistance training-specific rating of perceived exertion scale measuring repetition in reserve. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(1), 267-275. doi:10.1519/JSC.00000000000001049
- Wooten, J., Phillips, M., Mitchell, J., Patrizi, R., Pleasant, R., Hein, R., Barbee, J. (2011). Resistance Exercise and Lipoproteins in Postmenopausal Women. *International Journal Sports Medicine*, 32(1), 7-13. doi:10.1055/s-0030-1268008