

Efectos de dos programas de entrenamiento de potencia e hipertrofia sobre la densidad mineral ósea y la potencia media en personas con esclerosis múltiple durante 7 semanas. Estudio preliminar

Effects of a potency and hypertrophy training programs on bone mineral density and mean power in people with multiple sclerosis for 7 weeks. A preliminary study

Mónica Castellanos Montealegre¹, José Manuel García García¹, Marta Torres Pareja¹,
Cristina Castellanos Montealegre¹, Nuria Mendoza Láiz²

1 Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Castilla-La Mancha (Toledo), España.

2 Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Francisco de Vitoria (Madrid), España.

CORRESPONDENCIA:

Mónica Castellanos Montealegre
castellanos.monica@outlook.com

CÓMO CITAR EL ARTÍCULO:

Castellanos, M., García, J. M., Torres, M., Castellanos, C., & Mendoza, N. (2020). Efectos de dos programas de entrenamiento de potencia e hipertrofia sobre la densidad mineral ósea y la potencia media en personas con esclerosis múltiple durante 7 semanas. Estudio preliminar. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 15(43), pp 5-16.

Fecha Recepción: febrero de 2018 • Fecha Aceptación: septiembre de 2019

Resumen

La alteración en la conducción nerviosa que produce la EM conlleva un deterioro funcional. Concretamente, este deterioro produce pérdidas de masa muscular, densidad mineral ósea (DMO) y potencia, así como un aumento de la masa grasa. En general, el ejercicio físico ha mostrado mejoras a nivel funcional, sin embargo, el entrenamiento de fuerza parece mostrar los mejores resultados para estos parámetros. El propósito de este estudio fue evaluar los efectos de dos programas de entrenamiento de potencia e hipertrofia sobre la DMO y la potencia en personas con EM. Participaron 10 sujetos con EM con una media de edad de 56 años, de los cuales ocho eran mujeres y dos hombres. La muestra fue dividida en dos grupos de forma aleatoria. A cada grupo se le asignó un programa de entrenamiento de forma aleatoria. Se obtuvieron medidas de la DMO, potencia, fuerza y velocidad antes y después de ambos programas de entrenamiento. Se encontraron diferencias significativas en las variables DMO en el grupo de entrenamiento de hipertrofia (EH) y en la potencia del grupo de entrenamiento de potencia (EP). No se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos para ninguna del resto de variables. El entrenamiento de hipertrofia reduce la DMO y no mejora la potencia, fuerza y velocidad. Mientras que el entrenamiento de potencia mejora la potencia y no mejora la composición corporal de este tipo de población.

Palabras clave: Esclerosis múltiple, desmielinización, entrenamiento de fuerza, composición corporal, fuerza y potencia.

Abstract

The alteration in nerve conduction produced by MS leads to functional displacement. Specifically, this increase produces losses of muscle mass, bone mineral density (BMD) and power as well as an increase in fat mass. In general, physical exercise has shown improvements at the functional level, however, strength training seems to show the best results for these parameters. The purpose of this study was to evaluate the effects of two power and hypertrophy training programs on BMD and potency in people with MS. Ten subjects with MS participated with a mean age of 56 years, of which eight were women and two men. The sample was divided into two groups randomly. Each group is assigned a training program randomly. BMD, power, strength and speed measurements were obtained before and after both training programs. Differences were found in the BMD variables in the hypertrophy training group (EH) and in the potency of the power training group (PE). No differences found between both groups were found for any of the other variables. Hypertrophy training reduces BMD and does not improve power, strength and speed. While power training improves potency and does not improve the body composition of this type of population.

Key words: Multiple sclerosis, demyelination, strength training, body composition, strength and power.

Introducción

La esclerosis múltiple es una enfermedad autoinmune con carácter crónico que degenera el Sistema Nervioso Central. Se caracteriza por la aparición de lesiones inflamatorias con destrucción de la mielina y por alteraciones en la conducción nerviosa (Rampello, 2007; Terré-Boliart & Orient-López, 2007).

La pérdida de mielina dificulta la transmisión neurológica, provocando así el retardo de la conducción saltatoria entre axones, produciendo un aumento de la capacidad eléctrica, que el mecanismo principal de bloqueo de dicha conducción. Ello da lugar a una disminución o pérdida de la función (Klonoff, Clark, Oger, Paty & Li, 1999; Smith & McDonald, 1999).

Aún se desconoce la causa exacta por la que se desarrolla esta enfermedad, si bien parece implicar una combinación de susceptibilidad genética y un desencadenante no genético (Brust, 2007, citado por Goldenberg, 2012). Se sostiene que las células T efectoras auto-reactivas inician la cascada inflamatoria (Tejera-Alhambra et al., 2015) penetrando en la barrera hematoencefálica y atacando a la mielina.

La desmielinización del tejido nervioso que produce la EM causa una variedad de síntomas, dando lugar a un declive neurológico y funcional. Dichos síntomas incluyen (Kister et al., 2013): fatiga muscular excesiva, debilidad muscular, espasticidad, alteración del equilibrio, problemas de movilidad y temblor-coordinación. Las condiciones de discapacidad que supone sufrir esta enfermedad conducen a una inmovilización de estas personas y con ello cambios en su composición corporal (Rietberg, Brooks, Uitdehaag & Kwakkel, 2005), implicando así pérdidas de masa magra y densidad mineral ósea (DMO) o aumento de masa grasa (MG).

Se ha evidenciado que la EM está asociada con unos bajos niveles de vitamina D, la cual es esencial para mantener una sana DMO (Simpson et al., 2010). Las personas con EM tienen un alto grado de sufrir osteoporosis, sin embargo, la discapacidad física es el principal impulsor en la pérdida de masa ósea, junto con la duración de la enfermedad y dosis de tratamiento (Huang, Qi, DU, CHen & Yan, 2015).

Holmøy, Lindstrøm, Eriksen, Steffensen, y Kampman (2017) han podido evidenciar que solamente con suplementación de vitamina D con altas dosis semanales (20,000 UI por vía oral) no influyen sobre los marcadores de formación y reabsorción de masa ósea en personas con EM. Pilutti, Dlugonski, Sandroff, Klaren, y Motl (2014) observaron los efectos de la actividad física vía online en la que incluía un seguimiento mediante podómetro y monitorización de la intensidad de la actividad realizada. Se observaron aumentos

tanto en el contenido mineral óseo como en la DMO, siendo en esta un incremento del 0,9%. Existen evidencias recientes sobre la mejora de la fuerza muscular y la DMO con entrenamiento en plataforma vibratoria (Yang et al., 2018)

Otro impacto importante de esta enfermedad afecta a las características del músculo, ya que diversos estudios han demostrado una reducción del tamaño de la fibra muscular (Carroll, Gallagher, Seidle & Trappe, 2005) y una atrofia selectiva de fibras tipo II. Esto sugiere que puede ser una consecuencia de la EM inducida por la inactividad física y el envejecimiento (Wens et al., 2014), llevando a una reducción en la fuerza muscular, donde dichas deficiencias han afectado más a los miembros inferiores en comparación con los superiores (Schwid et al., 1999). En la fuerza muscular y la velocidad de la marcha se ha establecido una relación a nivel funcional (Thoumie, Lamotte, Cantalloube, Faucher & Amarenco, 2005), es decir una disminución en la fuerza muscular supone una pérdida de funcionalidad y calidad de vida.

Los mecanismos subyacentes a estas pérdidas de fuerza se han observado que pueden tener mayor adherencia al deterioro de los mecanismos neuronales, como son una activación de las unidades motoras en los músculos de las extremidades inferiores entre un 47-93% durante contracciones voluntarias máximas, siendo en sujetos sanos de un 94-100% (Ng, Miller, Gelinis & Kent-Braun, 2004; Kjølhede, Vissing & Dalgas, 2012).

La actividad física se desaconsejaba para esta enfermedad con el fin de preservar la energía y no aumentar la fatiga ni la temperatura corporal (Slawta et al., 2002). Hoy en día se ha demostrado que produce beneficios en la mejora de los síntomas causados por la EM; a pesar de que tras realizar ejercicio el número o intensidad de los síntomas aumenten en el 40% de las personas, se ha demostrado que es temporal y que estos se normalizan a la media hora tras el ejercicio (Smith, Adeney-Steel, Fulcher & Longley, 2006; Dalgas, Stenager & Ingemann-Hansen, 2008).

En general el ejercicio físico es beneficioso para esta enfermedad, que afecta principalmente a mujeres de edad avanzada, y gracias a programas de ejercicio con múltiples objetivos se han observado mejoras en el estado funcional de estas (Carrasco-Poyatos & Reche-Orene, 2018). Sin embargo, diversos autores concuerdan con que el entrenamiento de fuerza dos veces a la semana produce mejoras sobre la fatiga, movilidad, fuerza y calidad de vida de personas con EM (Latimer-Cheung et al., 2013; Torres et al., 2019). Para evitar la disminución de la fuerza muscular se debe realizar entrenamiento de fuerza, ya que

Tabla 1. Análisis clínico-funcional de la muestra.

Participantes	Edad	Peso (kg)	Talla (cm)	Años con EM	Tipo de EM
1	37	86	161	27	Secundaria Progresiva
2	56	54	161	21	Secundaria progresiva
3	52	55	181	30	Secundaria Progresiva
4	70	49	152	15	Secundaria Progresiva
5	70	83	164	23	Secundaria Progresiva
6	56	61	161	20	Secundaria Progresiva
7	56	74	177	18	Secundaria Progresiva
8	60	66	155	27	Secundaria Progresiva
9	60	80	165	25	Secundaria Progresiva
10	56	61	161	11	Secundaria Progresiva

se ha demostrado mejoras tras realizar programas de entrenamiento. Moradi et al. (2015) en su estudio observó que tras ocho semanas de entrenamiento de fuerza se producen mejoras tanto en la fuerza muscular como en la función ambulatoria en personas con EM leve o moderada.

Tras un análisis de diferentes estudios relacionados con la esclerosis múltiple y el entrenamiento de fuerza con una intensidad entre el 35-70% del RM en personas con Parkinson y EM se han observado mejoras en la potencia muscular (Paul, Canning, Song, Fung, & Sherrington, 2014; Medina-Pérez, Souza-Teixeira, Fernández-Gonzalo, & Paz-Fernández, 2014). Por ello con este estudio se pretenden observar los efectos en la DMO y la potencia en personas con esclerosis múltiple de dos programas de entrenamiento: potencia e hipertrofia.

Métodos

Muestra

El estudio está formado por un grupo experimental (n = 10) compuesto por 8 mujeres y 2 hombres con EM (tabla 1). Todos pertenecían a la Asociación de Esclerosis Múltiple de Toledo (ADEM-TO) y asistían una o dos veces por semana a sesiones de fisioterapia de manera complementaria al entrenamiento. La muestra se

dividió en dos grupos de forma aleatoria, a cada grupo se le asignó un entrenamiento de fuerza, un grupo de entrenamiento de hipertrofia (EH) (n = 5) y otro de entrenamiento de potencia (EP) (n = 5). Para la captación de participantes en el estudio se utilizaron una serie de criterios.

Criterios de inclusión:

- Personas con 3 años como mínimo de EM.
- Capacidad de ambulación.
- Edad comprendida entre los 35 y 60 años.

Criterios de exclusión:

- Operación o fractura en algún miembro superior o inferior.
- Presentar alguna enfermedad cardiovascular, pulmonar o infecciosa que limite la realización de ejercicio físico.

Instrumentos

El material utilizado para la realización de los test de evaluación tanto en el pre-test, como del post-test fue:

- Lunar iDXA GE Healthcare (Shanghai, China): se trata de una máquina de absorción de rayos X-Dual, midiendo la masa grasa, magra y densidad mineral ósea.
- EV PRO Isocontrol Dinámico 5.2 Quasar Control S.L. (Madrid): es un encoder rotatorio, de fácil manejo para el entrenamiento y evaluación de deportistas, así como para la investigación (Hernando, 2012).

Procedimiento

Protocolo de valoración

Para comenzar el estudio se organizó una reunión con los participantes y encargados de la Asociación, se les informó sobre el programa de entrenamiento y las pruebas que se les iba a llevar a cabo. Todos los participantes firmaron un documento de consentimiento de participación voluntaria. El estudio se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias del Deporte de Toledo, las instalaciones utilizadas fueron la sala de musculación para los entrenamientos y la prueba del 1RM, y el laboratorio de Rendimiento y Readaptación deportiva para la densitometría ósea (DXA).

Se citó a los participantes en el laboratorio para llevar a cabo la prueba DXA, medición del peso y talla y rellenar el formulario de datos personales. Para ello fue exigido a los participantes realizar estas mediciones en ropa interior y sin ningún tipo de objeto metálico para evitar errores en la prueba DXA. Una vez finalizada esa prueba se pasó a realizar un test de 1RM en la máquina de extensión de cuádriceps donde se utilizó el Isocontrol. Previo a los test de valoración, los participantes realizaron diez minutos de ejercicio aeróbico ligero en elíptica a modo de calentamiento. La progresión de la carga comenzaba con bajos pesos y un alto número de repeticiones hasta conseguir el peso máximo en una sola repetición. Como se puede observar en la tabla 2 los pesos aumentaban de 5 en 5kg (mínimo peso posible de aumento) en función de la fuerza muscular de cada sujeto, por lo tanto, en función del nivel de fuerza el peso inicial variaba dentro de esos rangos. Para consolidar este procedimiento, fue realizada una pequeña prueba piloto para tener en cuenta el tiempo de duración de ambas pruebas. Para ello participaba un sujeto de cada grupo de entrenamiento elegidos al azar. Realizados los pre-test a todos los sujetos, se llevaron a cabo los programas de intervención y tras ello se volvieron a realizar los post-test.

Entrenamiento de hipertrofia y potencia

Fisiológicamente la fuerza muscular se entiende como la capacidad de producir tensión que tiene el músculo, esta tensión es algo interno (fuerza interna) que puede o no tener relación con un objeto externo (fuerza externa), es decir, es la acción muscular sobre una resistencia externa (peso corporal o cualquier otra resistencia o artefacto ajeno al sujeto) a lo que se denomina fuerza aplicada (González-Badillo & Ribas, 2002).

Tabla 2. Progresión de la carga en la prueba 1RM. Elaboración propia de Castellanos, M. (2016). Trabajo fin de máster. UCLM.

Repeticiones	Pesos
10	5-20 kg
8	10-25 kg
6	15-30 kg
4	20-35kg
3	25-40kg
2	30-45kg
1	>35 kg

La fuerza muscular es un concepto complejo, ya que implica una gran variedad de tipos de entrenamiento. A pesar de que todos influyen en el desarrollo de la capacidad de la fuerza, están compuestos por factores diferentes, magnitudes de cargas distintas, así como diversas metodologías específicas para su entrenamiento y desarrollo (tabla 3). Los métodos de entrenamientos de la fuerza van a estar determinados por los objetivos propuestos, ya sean de tipo neurológico o estructural (Ravé, Abella & Valdivielso, 2014)

El entrenamiento de fuerza orientado al desarrollo de la hipertrofia es el resultado de un balance positivo de la síntesis proteica. El principal objetivo es el aumento de la masa muscular y una reducción de la grasa corporal. Se pueden producir incrementos en la producción de lactato, ya que los tiempos de recuperación son cortos (Reina-Ramos & Herrera, 2014; Ravé et al., 2014; Earle & Baechle, 2016)

Otro método es el EP, cuyo enfoque es la resistencia empleada y la velocidad de movimiento. La potencia muscular se podría definir como la fuerza aplicada en un tiempo determinado, o bien el tiempo empleado en aplicar una fuerza (Monteiro, 2013). Esto significa que un mismo valor de potencia puede obtenerse desplazando muy poco peso muy rápido, o movilizándolo muchos kg muy despacio. Dicho entrenamiento tiene como objetivo reclutar el número máximo de unidades motoras con una frecuencia de descarga óptima (Zatsiorsky & Kraemer, 2006).

Para evaluar la fuerza de forma dinámica se utiliza la repetición máxima (1RM), definida como la cantidad de kilos que una persona puede mover solo una vez en un ejercicio determinado (Balsalobre & Jiménez, 2014). Para analizar la manifestación de la fuerza se puede hacer a través de:

- *Curva fuerza-velocidad (Cf-v)*, relación entre la fuerza aplicada y la velocidad conseguida en distintas cargas. Se puede observar el efecto positivo del entrenamiento si la gráfica se desplaza hacia la derecha y hacia arriba, es decir, cuando se puede conseguir la misma velocidad con cargas más altas o desplazar una misma carga a mayor velocidad (Izquierdo, 2006).

Tabla 3. Magnitud de la carga del entrenamiento de hipertrofia y potencia. Elaboración propia de Castellanos, M. (2016). Trabajo fin de máster. UCLM.

	Hipertrofia	Potencia
Intensidad	65-80% del RM	30-70% del RM
Series	2-4	2-5
Repeticiones	6-12	1-6
Descansos	1-2 minutos	2-4 minutos
Parámetros de ejercicios	Ángulo de tracción y empuje y la posición de las extremidades tienen una gran influencia en la activación de la musculatura a trabajar.	Los ejercicios deben ser ejecutados a altas velocidades.

Tabla 4. Sesión de entrenamiento ambos programas de entrenamiento. Primeras dos semanas. Elaboración propia de Castellanos, M. (2016). Trabajo fin de máster. UCLM.

	Hipertrofia	Potencia
Calentamiento	5' elíptica 3s x 10r sentadilla 3s x 10r extensión de cuádriceps	5' elíptica 3s x 10r sentadilla 3s x 10r extensión de cuádriceps
Parte Principal	4s x 14r /1'd al 65% del RM Extensión de cuádriceps Sentadilla 3s x 10r/30"d Zancada Equilibrio cuadrupedia Flexión de cadera decúbito supino Elevación de pelvis Flexión plantar	3s x 6r/3-4' al 40% del RM *Ejecución a la máxima velocidad Extensión de cuádriceps Sentadilla 3s x 10r/1'd *Ejecución a la máxima velocidad Zancada Equilibrio cuadrupedia Flexión de cadera decúbito supino Elevación de pelvis Flexión plantar
Vuelta a la calma	Estiramientos: Cuádriceps, isquiotibiales, gemelos, abductores, glúteo.	Estiramientos: Cuádriceps, isquiotibiales, gemelos, abductores, glúteo.

s: series; r: repeticiones; d: descansos; RM: repetición máxima.

Tabla 5. Progresión de la carga durante 7 semanas. Elaboración propia de Castellanos, M. (2016). Trabajo fin de máster. UCLM.

	EH	EP
Semana 1 y 2	4s x 14r/1'd al 65% del RM	4s x 6r/3-4'd al 40% del RM
Semana 3 y 4	4s x 12r/1'd al 70% del RM	3s x 6r/3-4'd al 50% del RM
Semana 5 y 6	4s x 10r/1'd al 75% del RM	4s x 5r/3-4'd al 60% del RM
Semana 7	4s x 8r/1'd al 80% del RM	3s x 4r/3-4'd al 70% del RM

s: series; r: repeticiones; d: descansos; RM: repetición máxima

- *Curva potencia (C.P)*: Se deriva de la curva f-v, relación entre la potencia (vatios) y la carga superada. Si el entrenamiento es capaz de desviar la curva hacia la derecha y arriba, aumentará el área de la curva, o lo que es lo mismo mejorará la C f-v.

Protocolo de intervención

Se llevaron a cabo dos programas de entrenamiento de fuerza (hipertrofia y potencia) en la sala de musculación de la Facultad de CC. Del Deporte. Los horarios

se fijaron en días saltados a la semana en función de la disponibilidad horaria de los participantes y de la instalación. Los programas de entrenamiento tuvieron una duración de siete semanas, realizando dos sesiones por semana junto con las sesiones de fisioterapia en ADEM-TO como complemento al programa.

Las sesiones se componían de calentamiento, parte principal y vuelta a la calma. El calentamiento estaba compuesto por: cinco minutos de ejercicio aeróbico en elíptica, tres series de diez repeticiones de sentadillas y extensión de cuádriceps. Es similar en ambos

Tabla 6. Diferencias entre el Pre- y Post- en la composición corporal en el EH. ****Diferencias significativas entre el pre y post $p \leq 0,05$.**

Variable	Media	Desviación estándar	Tamaño del efecto	Porcentaje de diferencias	Sig. ^b
Pre_Masa magra total	36.88	8.03	.03	.9%	.196
Post_Masa magra total	37.22	7.87			
Pre_Masa grasa total	29.45	8.35	.04	-1%	.124
Post_Masa grasa total	28.99	8.25			
Pre_Densidad ósea	2.03	.39	-.04	-1%	.035**
Post_Densidad ósea	2.01**	.39			

grupos para evitar posibles influencias de este en los resultados. La parte principal constaba de los mismos ejercicios en ambos grupos, sin embargo, las características de la carga de trabajo difieren según el objetivo de fuerza a trabajar (tabla 4). En cuanto a la vuelta a la calma se realizaron estiramientos de dicha musculatura implicada. La progresión de la carga (tabla 5) se varió cada dos semanas para una mejor asimilación del estímulo (aumento de la carga).

Variables

Como *variables independientes* se encuentran ambos programas de entrenamiento. Sin embargo, las principales *variables dependientes* analizadas en el estudio han sido a través de los instrumentos utilizados. Dichas variables se obtienen de los programas incluidos en el equipo utilizado:

Densitometría ósea (DXA), aquellas relacionadas con la composición corporal: Masa magra (g/cm^2), Masa grasa (g/cm^2), Densidad mineral ósea (g/cm^2).

Isocontrol (Rubio et. al. 2007) prueba de 1RM: Carga máxima (Kg), carga con el mayor valor de Potencia Media Total (Kg), fuerza Media Total (N), velocidad Media Total (m/s), potencia Media Total (w).

Análisis de datos

Se utilizó el paquete estadístico SPSS® V. 21.0 para Windows 7 (SPSS Inc., Chicago, IL, EE. UU.). Para comenzar se realizó la prueba de Shapiro-Wilk, debido al tamaño y características de la muestra con el fin de analizar la distribución y normalidad de los datos. Para las variables edad, peso y altura se calcularon los estadísticos descriptivos (media, desviación estándar y error típico de la media). Tras comprobar que todas las variables seguían una distribución normal se aplicó la prueba T de Student para muestras relacionadas (con un intervalo de confianza del 95%) con el fin de observar cambios entre el Pre- y Post- de cada grupo. Se utilizó la Prueba T de Student para muestras inde-

pendientes para analizar diferencias entre un grupo y otro, estableciendo un nivel de significación de $p \leq 0,05$. Por otro lado, para observar cual ha sido el alcance de nuestros resultados tras aplicar ambos tipos de entrenamiento se calculó el tamaño del efecto en todas las variables medidas.

Resultados

Resultados obtenidos en la evaluación de la densitometría ósea (DXA).

Los resultados de la prueba de densitometría para la composición corporal se pueden observar en la tabla 6 para el grupo de potencia, donde no se han encontrado diferencias significativas para ninguna variable. Sin embargo, en el EH (tabla 6) se han encontrado diferencias significativas en la densidad ósea. Tras comparar los resultados de ambos grupos de entrenamiento en la prueba de densitometría no se han encontrado diferencias significativas en ninguna de las variables analizadas en relación a la composición corporal.

Resultados obtenidos en la evaluación del Isocontrol

En el test de 1RM en el EP (tabla 7) podemos observar diferencias significativas entre el pre y post de la variable *potencia media total (w)* para la *carga con el mejor valor de potencia (kg)*. No se han observado diferencias significativas en ninguna de las variables entre el pre y post del grupo de hipertrofia ni en la comparación entre ambos grupos.

A pesar de no encontrar diferencias significativas en la mayoría de variables de la prueba 1RM de ambos grupos se ha utilizado la curva f-v para observar la manifestación de la fuerza (N) y la velocidad de desplazamiento en las todas cargas de la prueba. Para ello se han analizado solamente los datos de un sujeto de cada grupo de entrenamiento.

La figura 1 muestra los datos del sujeto perteneciente al GH. En la gráfica se observa una ligera mejora en

Tabla 7. Diferencias entre el Pre- y Post- en la velocidad, fuerza y potencia del EP. ****Diferencias significativas entre el pre y post $p \leq 0,05$.**

Variable	Media	Desviación estándar	Tamaño del efecto	Porcentaje de diferencias	Sig. ^b
Pre_Carga Máxima	28.00	15.25	.20	14%	.099
Post_Carga Máxima	32.00	16.05			
Pre_Fuerza Media Total	277.05	151.99	.20	14%	.107
Post_Fuerza Media Total	316.80	161.34			
Pre_Velocidad Media Total	.30	.14	-.05	-3%	.642
Post_Velocidad Media Total	.29	.13			
Pre_Potencia Media Total	94.45	89.25	.10	14%	.256
Post_Potencia Media Total	107.92	104.85			
Pre_Carga mejor valor potencia	21.00	13.87	.20	14%	.208
Post_Carga mejor valor potencia	24.00	14.75			
Pre_Potencia Media Total	126.56	105.26	.20	21%	.038**
Post_Potencia Media Total	153.87**	96.80			
Pre_Velocidad Media Total	.57	.12	.40	10%	.388
Post_Velocidad Media Total	.63	.13			
Pre_Fuerza Media Total	211.56	140.76	.20	18%	.186
Post_Fuerza Media Total	250.59	169.73			

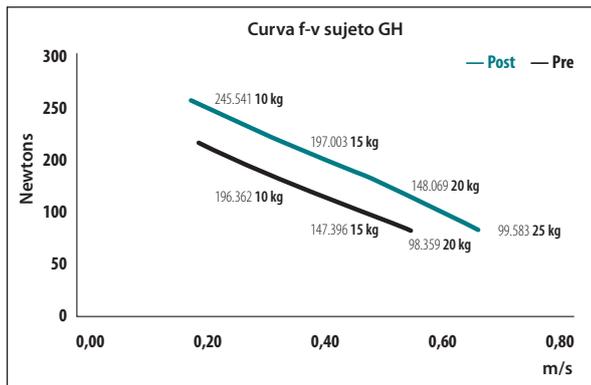


Figura 1. Curva fuerza-velocidad del sujeto n°1. Grupo entrenamiento de hipertrofia. Comparación del análisis pre y post de la prueba 1RM en la velocidad (m/s) y fuerza (N).

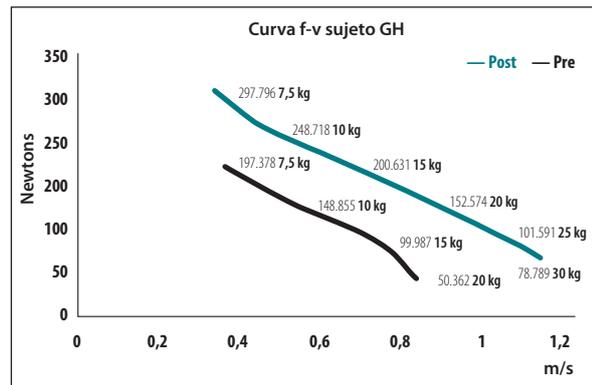


Figura 2. Curva fuerza-velocidad del sujeto n°6. Grupo entrenamiento de potencia. Comparación del análisis pre y post de la prueba 1RM en la velocidad (m/s) y fuerza (N).

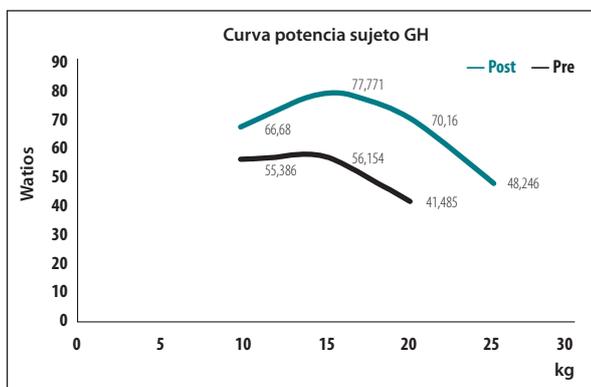


Figura 3. Curva potencia del sujeto n°1. Grupo entrenamiento de hipertrofia. Comparación del análisis pre y post de la prueba 1RM en la potencia (W) y las cargas (kg).

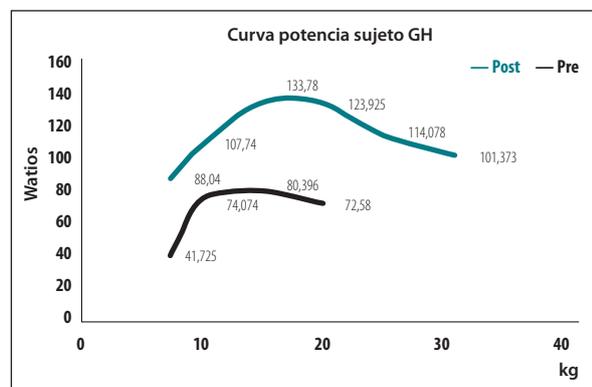


Figura 4. Curva potencia del sujeto n°6. Grupo entrenamiento de potencia. Comparación del análisis pre y post de la prueba 1RM en la potencia (W) y las cargas (kg).

la velocidad de desplazamiento de las cargas y un aumento de la carga máxima tras el programa de entrenamiento. Sin embargo, la figura 2 muestra el sujeto del GP donde el desplazamiento hacia la derecha de la curva roja (post-entrenamiento) es aún mayor que en la figura 1, esto refleja que, las cargas han sido desplazadas a una mayor velocidad y se ha producido un mayor aumento de la carga máxima en comparación con el sujeto del GH.

Se ha utilizado la curva potencia para plasmar las mejoras en esta variable. En la figura 3, sujeto del GH, se puede observar cómo tras 7 semanas de entrenamiento se ha conseguido modificaciones positivas en la gráfica, pero no lo suficientes para hacerlas significativas. Se ha observado una mínima mejora para el pico máximo de potencia en este sujeto con respecto a las mediciones pre entrenamiento.

En la figura 4, sujeto del GP, existe una notable diferencia en los resultados tras el entrenamiento. Se puede observar como la curva roja sufre un gran desplazamiento hacia la derecha y hacia arriba, esto quiere decir que hay una mejora de la fuerza y la potencia ante velocidades más bajas y cargas más altas. Ambos picos máximos de potencia tras el programa de entrenamiento han aparecido en cargas más altas siendo más notable en el GP.

Discusión

En el presente estudio se fijó como objetivo evaluar los efectos de dos programas de entrenamiento de fuerza de potencia e hipertrofia sobre la densidad mineral ósea y la potencia media de personas con EM durante siete semanas.

Algunas de las limitaciones que se han podido encontrar en este trabajo es el tamaño de la muestra, debido a que es un tipo de población demasiado específica como para adquirir un gran número de sujetos. Otra limitación sería la falta de un grupo control como ocurre en otros estudios revisados en la literatura (Romberg, et al., 2004; Moradi, et al., 2015; Medina-Pérez, et al., 2014; Fimland, et al., 2010; Kyrolainen, et al., 2005; Eftekhari, Mostahfezian, Etemadifar & Zafari, 2012). En este estudio tampoco se encontrarían cambios en el grupo control, aunque se hubiera creado, ya que, al no utilizar ninguna intervención en dicho grupo, la muestra no tiende a mejorar, debido a las características de la enfermedad. Se siguen publicando actualmente artículos de estudios similares sin incluir grupo control (Balachandran, Krawczyk, Potiaumpai & Signorile, 2014; Karpatkin, et al., 2016) lo que fortalece la idea inicial anteriormente comentada.

En la evaluación de la composición corporal a través del DXA no se han encontrado diferencias significativas en ninguna de las variables excepto en la DMO entre el pre y post entrenamiento dentro del grupo de hipertrofia. Curiosamente estas diferencias no son debidas a un aumento de la DMO tras el entrenamiento sino a pérdidas en dicha masa. Se ha calculado también el tamaño del efecto para conocer la relevancia de esas diferencias entre el pre y post en la DMO del EH. El resultado ha sido de -0.04 para esta variable, lo que supone que, existe solamente un 1% de pérdidas en la DMO del grupo de EH.

Partiendo de la base de que las personas con EM tienen una DMO menor en comparación con personas sanas, el índice normal para este tipo de población estaría en torno a 1.14 - 1.15 g/cm² (Batista, et al., 2012), siendo la media de nuestros participantes mayor al índice normal 2.09 g/cm² para el grupo de potencia (sin cambios tras el post) 2.03 y 2.01 g/cm² en el pre y post respectivamente para el grupo de hipertrofia.

La literatura científica ha demostrado que la masa muscular y grasa están asociadas con la salud ósea en poblaciones sin EM, siendo la masa muscular mayor predictor de la DMO en mujeres jóvenes (Blain, et al., 2001; MacInnis, et al., 2003). A pesar de ello la edad puede afectar a estos resultados ya que la masa grasa tiene una mayor predicción de la DMO en mujeres postmenopáusicas. Los hallazgos de Mojtahedi, Snook, Motl y Evans (2008) en su estudio sugieren que tanto la masa muscular y grasa potencialmente contribuyen a la DMO en población con EM.

Formica, Cosman, Nieves, Herbert y Lindsay (1997) compararon la composición corporal de mujeres sanas y con EM, y apreciaron que las que sufrían EM tuvieron un déficit del 8% en el contenido mineral óseo total del cuerpo en comparación con las sanas –asociado con la gravedad de la enfermedad–. Tras varios estudios analizando la composición corporal en pacientes con EM y en controles sanos, siendo los porcentajes de contenido mineral óseo, masa grasa y masa muscular similares, se ha demostrado que en las extremidades inferiores de personas con EM existen aumentos en el porcentaje de grasa y disminuciones de la DMO y masa muscular; estos hallazgos sugieren que existe riesgo de sufrir osteoporosis para este tipo de población. (Sioka, et al., 2011; Wens et al., 2014)

Los factores que estos autores y diversos estudios relacionan con el aumento de sufrir osteoporosis en personas con EM son: deficiencia de vitamina D, uso de glucocorticoides que causa catabolismo del músculo esquelético y principalmente la falta de actividad física en la vida diaria (Mojtahedi, et. al., 2008; Sioka, et al., 2011).

Aunque esta enfermedad suponga efectos negativos en la composición corporal, el ejercicio físico ha mostrado mejoras en esta variable (Balachandran, et al., 2014). Diferentes autores han evaluado los efectos del entrenamiento en plataforma vibratoria durante 8 semanas en el riesgo de caídas y la DMO en personas con EM, obteniendo mejoras significativas en ambas variables con tamaños de efectos entre 0.5 y 1 (Pilutti, et al., 2014; Yang, et al., 2018). Por tanto, entre un 45-60% de los sujetos mejoraron su DMO.

De acuerdo a todo ello, nuestros hallazgos muestran resultados contrarios a la literatura, dando lugar a pérdidas tras el programa de EH. Sin embargo, al ser pequeño el tamaño del efecto y la muestra utilizada podrían ser relevantes otros factores como la edad de los sujetos, sexo, dosis de tratamiento o avance de la enfermedad. Otro factor con gran influencia en los resultados es la carga de entrenamiento, ya que autores como Fontaine (2016) destaca la importancia del uso de la carga adecuada para el mantenimiento de la DMO.

La evaluación de la fuerza en la prueba 1RM fue medida a través del Isocontrol, donde solo se han encontrado diferencias significativas entre el pre y post entrenamiento en la variable de potencia media total del grupo de potencia. En el resto de las variables (cargas máximas, carga mejor valor de potencia, velocidad y fuerza media total) no se han encontrado diferencias significativas ni para cada grupo ni comparándolos entre ellos. Cabe destacar que esas diferencias en la potencia media total son datos adquiridos de aquellas cargas donde los valores de potencia han alcanzado el punto más alto (carga mejor valor de potencia). Sin embargo, esta variable, con un 0.2 de tamaño de efecto, muestra que se ha aumentado un 21% la potencia media total en los participantes del grupo de EP tras las pruebas del 1RM.

Un aspecto clave para trabajar y mejorar los valores de potencia es la velocidad de ejecución (velocidad a la que se desplaza una resistencia) ya que tiene una gran influencia sobre el reclutamiento de las unidades motoras de un músculo (Enoka, 2002 extraído de Izquierdo, 2006) y mayor será la intensidad de trabajo. Esto se puede ver reflejado en la curva fuerza-velocidad, ya que el área bajo la curva indica la potencia muscular, si la curva se desplaza hacia la derecha y arriba aumentará el área y por tanto la potencia (Izquierdo, 2006).

Analizando nuestros resultados se puede observar (figuras 1 y 2) una mejora de la potencia en ambos grupos, aunque en el caso del grupo hipertrofia las diferencias entre el pre y post no sean significativas. Esto es debido a que en el entrenamiento de potencia incluye la velocidad de ejecución.

Para conseguir aumentar la potencia se puede hacer bien a través de la mejora de la fuerza, la velocidad o ambas, sin embargo, la literatura de este campo recomienda buscar la mejora de la fuerza, ya que cuando se realizan acciones musculares con la extremidad inferior la máxima potencia se consigue con resistencias comprendidas entre el 60-70% del 1RM (Kraemer & Ratamess, 2004). Con lo cual, para conseguir mejoras en la potencia, debido a, un aumento de la fuerza se debería trabajar con cargas altas (González-Badillo & Ribas 2002).

Nuestros hallazgos muestran mediante la curva de potencia (figuras 3 y 4) una mejora de la potencia, siendo solo significativas en el grupo de potencia. Estas mejoras son debidas al aumento tanto de la velocidad como de la fuerza, ya que ambos valores han aumentado tras el entrenamiento. Varios autores ponen en duda la afirmación anterior “se debe de buscar la mejora de la fuerza para aumentar la potencia”, ya que, se ha demostrado que en personas con EM la velocidad de contracción es un predictor más fuerte del desempeño funcional que la fuerza (Sayers, Guralnik, Thombs & Fielding, 2005; Pojednic et al., 2012).

Varios autores, como Balachandran et al. (2014), en su estudio compararon un entrenamiento de alta velocidad (circuito) con un entrenamiento tradicional de fuerza hipertrofia en personas mayores con sarcopenia, donde el grupo de alta velocidad consiguió mejoras en la potencia debidas principalmente al componente de la velocidad, reflejando estas mejoras con un tamaño del efecto de 1,3 para el grupo de alta velocidad y 0,5 para el de hipertrofia. Al compararse ambos grupos se obtuvo un tamaño del efecto de 0,9 en favor al grupo de alta velocidad. Sin embargo, la literatura científica en personas mayores afirma que estos resultados pueden diferir en función de la carga aplicada y la progresión de esta, ya que en la utilización de cargas bajas, como aplicaron estos autores (50% del 1RM), los aumentos son considerablemente más bajos que aquellos estudios que utilizaron cargas mayores (70-80% del 1RM) durante los entrenamientos de potencia (Marsh, Miller, Rejeski, Hutton & kritchovsky, 2009; Bottaro, Machado, Nogueira, Scales & Veloso, 2007; Ramirez-Campillo et al., 2014).

Siguiendo en esta línea, Medina-Pérez et al. (2014) analizaron los efectos de un entrenamiento de fuerza sobre la potencia y fuerza muscular de personas con EM; el protocolo aplicado fue de pocas repeticiones entre el 35-70% de la contracción isométrica voluntaria máxima. Este estudio no mostró mejoras en la fuerza muscular en contraste con el estudio de De Souza-Teixeira et al. (2009), donde sí se produjeron aumentos

en esta variable. A pesar de la falta de estudios sobre este tipo de población se plantea la hipótesis de que estas discrepancias entre los dos estudios anteriores sean debidas al tamaño de la muestra, variabilidad en la afectación de los sujetos y factores asociados a la enfermedad como la fatiga.

También se mostraron mejoras en la potencia media en concordancia a nuestros resultados. Estos datos concuerdan con investigaciones previas mostrando aumentos de potencia en pacientes con EM tras un entrenamiento de fuerza (De Souza-Teixeira, et al., 2009). Sin embargo, no se ha demostrado una relación entre la ganancia de potencia y el área transversal del músculo, con lo cual estas adaptaciones se asocian a mecanismos neuronales (Dalgas, et al., 2010), afectando estos incrementos de potencia positivamente a la calidad de vida de estas personas (Pereira, et al., 2012).

Un descubrimiento clave en el trabajo de Medina-Pérez et al. (2014) fue que los participantes con EM fueron capaces de preservar al menos durante 12 semanas las adaptaciones de entrenamiento de potencia. Este entrenamiento supone un aumento de la

unidad neural máxima en los músculos de las extremidades inferiores, preservando así la plasticidad neural en estos pacientes (Dalgas, 2013). Concretamente, formar un patrón más eficiente del reclutamiento de unidades motoras. En relación a nuestros resultados se aconsejaría el entrenamiento de potencia como más efectivo para personas con EM, ya que, produce mejoras en la potencia, lo que da lugar a un aumento en la conducción nerviosa de acciones musculares.

Conclusiones

Se ha conseguido analizar los efectos que producen el entrenamiento de potencia e hipertrofia en personas con EM, influyendo en los siguientes aspectos: el entrenamiento de potencia no ha producido cambios en la composición corporal de personas con EM, sin embargo, tras el entrenamiento de hipertrofia se han reducido los niveles de DMO. El entrenamiento de hipertrofia no produce mejoras en la fuerza, velocidad y potencia. Si se han observado mejoras en la potencia media total tras el entrenamiento de potencia.

BIBLIOGRAFÍA

- Balachandran, A., Krawczyk, S. N., Potiaumpai, M., y Signorile, J. F. (2014). High-speed circuit training vs hypertrophy training to improve physical function in sarcopenic obese adults: a randomized controlled trial. *Experimental gerontology*, 60, 64-71. doi:10.1016/j.exger.2014.09.016
- Balsalobre, C., y Jiménez, P. (2014). *Entrenamiento de fuerza: Nuevas perspectivas metodológicas*. Madrid, España: Ed. Carlos Balsalobre-Fernández.
- Batista, S., Teter, B., Sequeira, K., Josyula, S., Hoogs, M., Ramathan, M., Benedict, R., y Weinstock-Guttman B. (2012). Cognitive impairment is associated with reduced bone mass in multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal*, 18(10), 1459-1465. doi:10.1177/1352458512440206
- Blain, H., Vuillemin, A., Teissier, A., Hanesse, B., Guillemin, F., y Jeandel, C. (2001). Influence of muscle strength and body weight and composition on regional bone mineral density in healthy women aged 60 years and over. *Gerontology*, 47(4), 207-212. doi:10.1159/000052800
- Bottaro, M., Machado, S. N., Nogueira, W., Scales, R., y Veloso, J. (2007). Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men. *European journal of applied physiology*, 99(3), 257-264. doi:10.1007/s00421-006-0343-1
- Brust, John C. M. (2007). *Current Diagnosis and Treatment in Neurology*. London, England. In: Brust JCM, ed.
- Carrasco-Poyatos, M., & Reche-Orene, D. (2018). Efectos de un programa de acondicionamiento físico integrado en el estado funcional de mujeres mayores. (Effects of an integrated physical training program in old women functional condition). *Cultura, Ciencia y Deporte*, 13(37), 31-38. doi:10.12800/ccd.v13i37.1036
- Carroll, C. C., Gallagher, P. M., Seidle, M. E., y Trappe, S. W. (2005). Skeletal muscle characteristics of people with multiple sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 86(2), 224-229. doi:10.1016/j.apmr.2004.03.035
- Dalgas, U., Stenager, E., y Ingemann-Hansen, T. (2008). Review: multiple sclerosis and physical exercise: recommendations for the application of resistance, endurance and combined training. *Multiple Sclerosis Journal*, 14(1), 35-53. doi:10.1177/1352458507079445
- Dalgas, U., Stenager, E., Jakobsen, J., Petersen, T., Overgaard, K., y Ingemann-Hansen, T. (2010). Muscle fiber size increases following resistance training in multiple sclerosis. *Multiple sclerosis*, 16(11), 1367-1376. doi:10.1177/1352458510377222
- Dalgas, U., Stenager, E., Lund, C., Rasmussen, C., Petersen, T., Sørensen, H., Ingemann-Hansen, T., y Overgaard, K. (2013). Neural drive increases following resistance training in patients with multiple sclerosis. *Journal of neurology*, 260(7), 1822-1832. doi:10.1007/s00415-013-6884-4
- De Souza-Teixeira, F., Costilla, S., Ayan, C., García-López, D., González-Gallego, J., y De Paz, J. A. (2009). Effects of resistance training in multiple sclerosis. *International journal of sports medicine*, 30(04), 245-250. doi:10.1055/s-0028-1105944
- Earle, R. W., y Baechle, T. R. (2016). *Manual NSCA: Fundamentos del entrenamiento personal*. Badalona, España: Paidotribo.
- Eftekhari, E., Mostahfezian, M., Etemadifar, M., y Zafari, A. (2012). Resistance training and vibration improve muscle strength and functional capacity in female patients with multiple sclerosis. *Asian journal of sports medicine*, 3(4), 279-284.
- Enoka, R. M. (2002). *Neuromechanics of human movement*. USA: Ed. Human Kinetics.
- Fimland, M. S., Helgerud, J., Gruber, M., Leivseth, G., y Hoff, J. (2010). Enhanced neural drive after maximal strength training in multiple sclerosis patients. *European journal of applied physiology*, 110(2), 435-443.
- Fontaine, S. (2016). *Lower extremity torque predicts functional performance in multiple sclerosis patients* (Doctoral dissertation). McGill University. Canada.
- Fornica, C. A., Cosman, F., Nieves, J., Herbert, J., y Lindsay, R. (1997). Reduced bone mass and fat-free mass in women with multiple sclerosis: effects of ambulatory status and glucocorticoid use. *Calcified tissue international*, 61(2), 129-133.

- Goldenberg, M. M., (2012). Multiple sclerosis review. *Pharmacy and Therapeutics*, 37(3), 175.
- González-Badillo J. J. & Ribas, J. G. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza*. Barcelona, España: Inde.
- Holmøy, T., Lindstrøm, J. C., Eriksen, E. F., Steffensen, L. H., y Kampman, M. T. (2017). High dose vitamin D supplementation does not affect biochemical bone markers in multiple sclerosis—a randomized controlled trial. *BMC neurology*, 17(1), 67. doi:10.1186/s12883-017-0851-0
- Huang, Z., Qi, Y., Du, S., Chen, G., y Yan, W. (2015). BMI levels with MS Bone mineral density levels in adults with multiple sclerosis: a meta-analysis. *International Journal of Neuroscience*, 125(12), 904-912. doi:10.3109/00207454.2014.988332
- Izquierdo, M. (2006). Influencia del Volumen y la Intensidad en el Entrenamiento de la Fuerza y Potencia Muscular. *PubliCE Standard*. Recuperado de: <https://g-se.com/influencia-del-volumen-y-la-intensidad-en-el-entrenamiento-de-la-fuerza-y-potencia-muscular-745-sa-q57cfb2717e41f>
- Karpatkin, H. I., Cohen, E. T., Klein, S., Park, D., Wright, C., y Zervas, M. (2016). The Effect of Maximal Strength Training on Strength, Walking, and Balance in People with Multiple Sclerosis: A Pilot Study. *Multiple Sclerosis International*, 2016, 1-6. doi:10.1155/2016/5235971
- Kister, I., Bacon, T. E., Chamot, E., Salter, A. R., Cutter, G. R., Kalina, J. T., y Herbert, J. (2013). Natural history of multiple sclerosis symptoms. *International journal of Multiple Sclerosis care*, 15(3), 146-156. doi:10.7224/1537-2073.2012-053
- Kjølhede, T., Vissing, K., y Dalgas, U. (2012). Multiple sclerosis and progressive resistance training: a systematic review. *Multiple Sclerosis Journal*, 18(9), 1215-1228. doi:10.1177/1352458512437418
- Klonoff, H., Clark, C., Oger, J., Paty, D., y Li, D. (1999). Neuropsychological performance in patients with mild multiple sclerosis. *Journal of Nervous and Mental Disease*, 179 (3), 127-131. doi:10.1097/00005053-1999103000-00002
- Kraemer, W. J., y Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Medicine and science in sports and exercise*, 36(4), 674-688.
- Kyröläinen, H., Avela, J., McBride, J. M., Koskinen, S., Andersen, J. L., Sipilä, S., Takala, T. E., y Komi, P. V. (2005). Effects of power training on muscle structure and neuromuscular performance. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 15(1), 58-64. doi:10.1111/j.1600-0838.2004.00390.x
- Latimer-Cheung, A. E., Ginis, K. A. M., Hicks, A. L., Motl, R. W., Pilutti, L. A., Duggan, M., Wheeler, G., Persad, R., y Smith, K. M. (2013). Development of evidence-informed physical activity guidelines for adults with multiple sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 94(9), 1829-1836. doi:10.1016/j.apmr.2013.05.015
- MacInnis, R. J., Cassar, C., Nowson, C. A., Paton, L. M., Flicker, L., Hopper, J. L., Larkins, R. G., y Wark, J. D. (2003). Determinants of bone density in 30-to 65-year-old women: a co-twin study. *Journal of bone and mineral research*, 18(9), 1650-1656. doi:10.1359/jbmr.2003.18.9.1650
- Marsh, A. P., Miller, M. E., Rejeski, W. J., Hutton, S. L., y Kritchevsky, S. B. (2009). Lower extremity muscle function after strength or power training in older adults. *Journal of aging and physical activity*, 17(4), 416-443.
- Medina-Perez, C., de Souza-Teixeira, F., Fernandez-Gonzalo, R., y de Paz-Fernandez, J. A. (2014). Effects of a resistance training program and subsequent detraining on muscle strength and muscle power in multiple sclerosis patients. *NeuroRehabilitation*, 34(3), 523-530. doi:10.3233/NRE-141062
- Mojtahedi, M. C., Snook, E. M., Motl, R. W., y Evans, E. M. (2008). Bone health in ambulatory individuals with multiple sclerosis: impact of physical activity, glucocorticoid use, and body composition. *Journal of rehabilitation research and development*, 45(6), 851. doi:10.1682/JRRD.2007.10.0159
- Monteiro, L. F. (2013). *Análisis de las diferencias de los indicadores de fuerza explosiva, potencia y resistencia a la fuerza explosiva en judokas de élite y sub-élite (Tesis doctoral)*. Universidad de Castilla-La Mancha, Toledo, España.
- Moradi, M., Sahraian, M. A., Aghsaie, A., Kordi, M. R., Meysamie, A., Abolhasani, M., y Sobhani, V. (2015). Effects of eight-week resistance training program in men with multiple sclerosis. *Asian journal of sports medicine*, 6(2). doi:10.5812/asjms.6(2)2015.22838
- Ng, A. V., Miller, R. G., Gelinas, D., y Kent-Braun, J. A. (2004). Functional relationships of central and peripheral muscle alterations in multiple sclerosis. *Muscle & nerve*, 29(6), 843-852. doi:10.1002/mus.20038
- Paul, S. S., Canning, C. G., Song, J., Fung, V. S., y Sherrington, C. (2014). Leg muscle power is enhanced by training in people with Parkinson's disease: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*, 28(3), 275-288. doi:10.1177/0269215513507462
- Pereira, A., Izquierdo, M., Silva, A. J., Costa, A. M., González-Badillo, J. J., y Marques, M. C. (2012). Muscle performance and functional capacity retention in older women after high-speed power training cessation. *Experimental gerontology*, 47(8), 620-624. doi:10.1016/j.exger.2012.05.014
- Pilutti, L. A., Dlugonski, D., Sandroff, B. M., Klaren, R. E., y Motl, R. W. (2014). Internet-delivered lifestyle physical activity intervention improves body composition in multiple sclerosis: preliminary evidence from a randomized controlled trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 95(7), 1283-1288. doi:10.1016/j.apmr.2014.03.015
- Pojednic, R. M., Clark, D. J., Patten, C., Reid, K., Phillips, E. M., y Fielding, R. A. (2012). The specific contributions of force and velocity to muscle power in older adults. *Experimental gerontology*, 47(8), 608-613. doi:10.1016/j.exger.2012.05.010
- Ramírez-Campillo, R., Castillo, A., Carlos, I., Campos-Jara, C., Andrade, D. C., Álvarez, C., Martínez, C., Castro-Sepúlveda, M., Pereira, A., Marques, M. C., y Izquierdo, M. (2014). High-speed resistance training is more effective than low-speed resistance training to increase functional capacity and muscle performance in older women. *Experimental gerontology*, 58, 51-57. doi:10.1016/j.exger.2014.07.001
- Rampello, A., Franceschini, M., Piepoli, M., y Antenucci, R. (2007). Effect of aerobic training on walking capacity and maximal exercise tolerance in patients with multiple sclerosis: a randomized crossover controlled study. *Physical therapy*, 87(5), 545. doi:10.2522/ptj.20060085
- Ravé, G., Abella, P., y Valdivielso, N. (2014). *Entrenamiento Deportivo*. Madrid, España: Panamericana.
- Reina-Ramos, C., y Herrera, R. D. (2014). Entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo e hipertrofia muscular. RICYDE. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 10(38), 366-382. doi:10.5232/ricyde2014.03806
- Rietberg, M. B., Brooks, D., Uitdehaag, B. M., y Kwakkel, G. (2005). *Exercise therapy for multiple sclerosis*. The Cochrane Library.
- Gómez-Piriz, P. T. (2004). Desarrollo de la potencia en miembros inferiores en futbolistas. Red: *revista de entrenamiento deportivo*, 18(3), 5-11.
- Romberg, A., Virtanen, A., Ruutinen, J., Aunola, S., Karppi, S. L., Varara, M., Surakka, J., Pohjolainen, T., y Seppänen, A. (2004). Effects of a 6-month exercise program on patients with multiple sclerosis: A randomized study. *Neurology*, 63(11), 2034-2038. doi:10.1212/01.WNL.0000145761.38400.65
- Sayers, S. P., Guralnik, J. M., Thombs, L. A., y Fielding, R. A. (2005). Effect of leg muscle contraction velocity on functional performance in older men and women. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(3), 467-471. doi:10.1111/j.1532-5415.2005.53166.x
- Schwid, S. R., Thornton, C. A., Pandya, S., Manzur, K. L., Sanjak, M., Petrie, M. D., McDermon, M. P., y Goodman, A. D., (1999). Quantitative assessment of motor fatigue and strength in multiple sclerosis. *Neurology*, 53(4), 743-743. doi:10.1212/WNL.53.4.743
- Simpson, S., Taylor, B., Blizzard, L., Ponsonby, A. L., Pittas, F., Tremlett, H., Dwyer, T., Gies, P., y Van der Mei, I. (2010). Higher 25-hydroxyvitamin D is associated with lower relapse risk in multiple sclerosis. *Annals of neurology*, 68(2), 193-203. doi:10.1002/ana.22043
- Sioka, C., Fotopoulos, A., Georgiou, A., Papakonstantinou, S., Pelidou, S. H., Kyritsis, A. P., y Kalef-Ezra, J. A. (2011). Body composition in ambulatory patients with multiple sclerosis. *Journal of clinical densitometry*, 14(4), 465-470. doi:10.1016/j.jocd.2011.04.012
- Slawta, J. N., McCubbin, J. A., Wilcox, A. R., Fox, S. D., Nalle, D. J., y Anderson, G. (2002). Coronary heart disease risk between active and inactive women with multiple sclerosis. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(6), 905-912. doi:10.1097/00005768-200206000-00001
- Smith, K. J., y McDonald, W. I. (1999). The pathophysiology of multiple sclerosis: the mechanisms underlying the production of symptoms

- and the natural history of the disease. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 354(1390), 1649-1673. doi:10.1098/rstb.1999.0510
- Smith, R. M., Adeney-Steel, M., Fulcher, G., y Longley, W. A. (2006). Symptom change with exercise is a temporary phenomenon for people with multiple sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 87(5), 723-727. doi:10.1016/j.apmr.2006.01.015
- Terré-Boliart, R., y Orient-López, F. (2007). Tratamiento rehabilitador en la esclerosis múltiple. *Revista de Neurología*, 44(7), 426-31.
- Tejera-Alhambra, M., Casrouge, A., De Andrés, C., Seyffferth, A., Ramos-Medina, R., Alonso, B., Veg, J., Fernández-Paredes, L., Albert, M. L., y Sánchez-Ramón, S. (2015). Plasma biomarkers discriminate clinical forms of multiple sclerosis. *PloS one*, 10(6), e0128952. doi:10.1371/journal.pone.0128952
- Thoumie, P., Lamotte, D., Cantalloube, S., Faucher, M., y Amarenco, G. (2005). Motor determinants of gait in 100 ambulatory patients with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal*, 11(4), 485-491. doi:10.1191/1352458505ms1176oa
- Tintoré, M., Rovira, A., Martínez, M. J., Rio, J., Díaz-Villoslada, P., Brieva, L., et al. (2000). Isolated demyelinating syndromes: comparison of different MR imaging criteria to predict conversion to clinically definite multiple sclerosis. *American Journal of Neuroradiology*, 21(4), 702-706.
- Torres, M., Peinado, D., Vaquerizo, J. Juárez, D., Esteban, P., & Mendoza, N. (2019). Evaluación de un programa de entrenamiento de fuerza en personas con esclerosis múltiple. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 14(42), 265-275.
- Vierck, J., O'Reilly, B., Hossner, K., Antonio, J., Byrne, K., Bucci, L., y Dodson, M. (2000). Satellite cell regulation following myotrauma caused by resistance exercise. *Cell biology international*, 24(5), 263-272. doi:10.1006/cbir.2000.0499
- Wens, I., Dalgas, U., Vandenabeele, F., Krekels, M., Grevendonk, L., & Eijnde, B. O. (2014). Multiple sclerosis affects skeletal muscle characteristics. *PLoS One*, 9(9), e108158. doi:10.1371/journal.pone.0108158
- Yang, F., Finlayson, M., Bethoux, F., Su, X., Dillon, L., y Maldonado, H. M. (2018). Effects of controlled whole-body vibration training in improving fall risk factors among individuals with multiple sclerosis: A pilot study. *Disability and rehabilitation*, 40(5), 553-560. doi:10.1080/09638288.2016.1262466
- Zatsiorsky, V. M., y Kraemer, W. J. (2006). *Science and practice of strength training*. IL: Human Kinetics.