

Evaluación de un programa de entrenamiento de fuerza en personas con esclerosis múltiple

Evaluation of resistance training program patients with multiple sclerosis

Marta Torres Pareja¹, Diego Peinado Palomino¹, Jesús Vaquerizo García¹, Daniel Juárez Santos¹, Paula Esteban García¹, Nuria Mendoza Laiz²

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:

Marta Torres Pareja

marta_torres_39@hotmail.com

Recepción: diciembre 2017 • Aceptación: mayo 2019

CÓMO CITAR EL ARTÍCULO:

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_Deporte*, 14(42), 265-275.

Resumen

Objetivo: evaluar los efectos de un programa de 10 semanas de entrenamiento de fuerza muscular en pacientes con Esclerosis Múltiple. **Métodos:** con un grupo de once sujetos (7 mujeres y 4 hombres) con esclerosis múltiple, con un rango en la puntuación de la escala "Expanded disability status scale" entre 6 y 8, edad media de 46.45 ± 6.89 años, se realizó un programa de fuerza de 10 semanas, a razón de dos sesiones por semana, complementadas con una sesión fisioterapéutica. La muestra fue dividida entre participantes ambulantes y no ambulantes. Se llevaron a cabo mediciones de fuerza, equilibrio, composición corporal y calidad de vida antes y después del programa de intervención. **Resultados:** se encontraron diferencias significativas en las variables de carga (kg), fuerza media total (N), fuerza máxima (N), potencia media total (W) en la prueba press de banca y sentadilla en el grupo ambulante, y en el grupo no ambulante en test de extensión de hombro; y en las variables de relaciones interpersonales, salud física y psicológica, en el cuestionario "WHOQOL-BREF". No se observaron diferencias significativas en las variables de equilibrio y composición corporal. **Conclusiones:** un programa de entrenamiento de fuerza de 10 semanas de duración, en pacientes con esclerosis múltiple con una puntuación entre 6 y 8 en la escala "Expanded disability status scale" consiguió mejoras a nivel psicológico, social y físico. Con respecto a la fuerza, se encuentran mejoras que podrían mejorar la funcionalidad en la realización de las actividades de la vida diaria. Por otro lado, no se encontraron diferencias en el test del equilibrio y tampoco en la composición corporal de ambos grupos.

Palabras clave: Entrenamiento de fuerza, equilibrio, composición corporal y calidad de vida.

Abstract

Objective: To evaluate the effects of a 10-week resistance training program in patients. **Methodology:** A group of eleven subjects (7 women and 4 men) with multiple sclerosis with a range in the "Expanded disability status scale" score between 6 and 8, mean age 46.45 ± 6.89 years-old, participated in this investigation. It was carried out a 10-week resistance program, twice per week, complemented with a physiotherapy session. Sample was divided in walking group and in the non-walking group. Measurements of strength, balance, body composition and quality of life were taken before and after the intervention program. **Results:** Significant differences were found in the variables load (kg), total medium strength (N), maximum strength (N), total medium power (W) in the bench press and squat in the walking group and in shoulder extension test in the non-walking group; and interpersonal relationships, physical and psychological health, by the application of "WHOQOL-BREF" questionnaire. There were no significant differences in balance and body composition variables. **Conclusion:** The 10-week strength training program in patients with multiple sclerosis with a score between 6 and 8 on the scale "Expanded disability status scale" showed improvements at a psychological, social and physical levels. About strength variables, it was found improvements that could improve functionality in the activities of daily life. Furthermore, balance test and body composition did not show significant changes in both groups.

Key words: Resistance training, balance, body composition and quality of life.

Introducción

La Esclerosis Múltiple (EM) es una enfermedad autoinmune con carácter crónico y degenerativo del Sistema Nervioso Central (SNC) que afecta al cerebro y médula espinal (Ng, Miller, Gelin, & Kent-Braun, 2004; Rampello et al., 2007), provocando la inflamación y desmielinización de la materia blanca (Carvalho et al., 2003). Esta pérdida de mielina dificulta la transmisión neurológica, que causa una reducción o pérdida de función (Klonoff, Clark, Oger, Paty & Li, 1999). Esta enfermedad afecta principalmente a la población adulta joven, normalmente entre los 20 y 40 años, teniendo una probabilidad de desarrollar la enfermedad entre un 1.9 y un 3.1% más las mujeres que los hombres (Hernández, Romero & Izquierdo, 2011).

En la actualidad, se encuentra que en España 47.000 personas sufren esta enfermedad, 600.000 en Europa y 2.500.000 en todo el mundo, siendo el 70% de estos casos mujeres. Es una de las causas más frecuentes de la discapacidad neurológica en adultos jóvenes. No en vano, la esclerosis múltiple, después de los traumatismos, es la causa más frecuente de discapacidad en adultos jóvenes y de mediana edad (Hafler, 2004).

La causa concreta por la que se produce la enfermedad aún es desconocida, aunque se piensa que puede ser desencadenada por una respuesta autoinmune o incluso se apuntan a posibles causas medioambientales, virales y genéticas (Burks & Jhonson, 2000).

Su curso no se puede pronosticar, y puede variar mucho de una persona a otra, pero, a los 15 años desde el inicio de la enfermedad, el 50% de los afectados es incapaz de caminar de forma autónoma. En el curso de la enfermedad se ven afectados la mayor parte de los sistemas funcionales neurológicos (Páramo & Izquierdo, 2007), siendo las principales limitaciones en los pacientes de esclerosis múltiple las alteraciones motoras y la fatiga, aunque existen otros síntomas que a menudo pueden alterar indirectamente la actividad física, como trastornos visuales, oculomotores, alteraciones genéticas e intestinales (Calero, Hernández, López & Zafra, 2002).

Específicamente la inflamación, desmielinización y daño axonal provoca una transmisión inadecuada del impulso nervioso, dificultando así la contracción muscular. Esto a su vez reduce la capacidad de producir fuerza (Gallien et al., 2007), especialmente en el tren inferior (Lanzetta et al., 2004; Freeman et al., 2012), lo cual a su vez desemboca en una pérdida global del equilibrio, que se manifiesta especialmente en la marcha (Martin et al., 2006).

Durante muchos años, se recomendaba a los pacientes de EM evitar la actividad física por la fatiga y los trastornos térmicos que pudiesen ocasionar (De

Souza-Teixeira et al., 2009; Petajan et al., 1996). Sin embargo, hoy en día existe evidencia científica sobre que la frecuencia en la práctica de actividad física es un factor importante para obtener una mejora de la calidad de vida y la condición física, entre otros beneficios (Motl & Pilutti, 2012), llevándose a cabo programas de entrenamiento adecuados para personas con EM, atendiendo a diferentes parámetros (Solari et al., 1999 citado en Pérez, Sánchez, De Souza-Teixeira, & Fernández, 2007).

En esta línea, los cambios que se producen debido a la enfermedad se pueden atenuar con el entrenamiento de fuerza a corto plazo debido al efecto de este tipo de entrenamiento sobre los parámetros neuromusculares relacionados con la producción de fuerza, como puede ser el incremento del reclutamiento de las unidades motoras, la ratio de descarga y la sincronización de fibras musculares (Rice & Keogh, 2009). En base a esto, teniendo en cuenta, que los pacientes con EM muestran una mayor reducción de potencia del tren inferior que de fuerza máxima (Cruickshank, Reyes, y Ziman, 2015), y que esta parece estar más relacionada con deterioro de la función ambulatoria (Medina-Pérez, 2014), parece lógico pensar que dicho entrenamiento puede mejorar la funcionalidad en las actividades de la vida diaria y el equilibrio.

El aumento del sedentarismo en estas personas, provocado por su enfermedad, conduce a cambios en su composición corporal (Rietberg, 2005), implicando así pérdidas de masa magra y densidad mineral ósea (DMO) o aumento la de masa grasa (MG). La densidad mineral ósea (DMO) es especialmente importante, ya que la DMO total es menor en personas con EM que en personas sanas, factor asociado al riesgo de fractura (Dobson, Ramagopalan, & Giovannoni, 2012). 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 et al., 2015). Por tanto, las personas con EM tienen un alto riesgo de sufrir osteoporosis. Por otra parte, en la EM la debilidad y la rigidez muscular, junto con la descoordinación provocada por la espasticidad, llevan a la pérdida de estabilidad teniendo que modificar la postura corporal y el patrón de marcha (Ayán, 2006).

Según Pilutti et al. (2014), un programa de actividad física vía online en la que se incluye un seguimiento mediante podómetro y monitorización de la intensidad de la actividad realizada, encontró un aumento tanto en el contenido mineral óseo como en la DMO, siendo el incremento de esta del 0.9%. También existen evidencias recientes sobre la mejora de la fuerza muscular y la DMO con entrenamiento en plataforma vibratoria (Yang, et al., 2018).

Otro factor afectado por la enfermedad es la fuerza muscular. La investigación científica sobre esta materia ha demostrado que los pacientes con esclerosis múltiple muestran menores niveles de fuerza isométrica, isocinética e isotónica en comparación con personas sanas, siendo esta debilidad mayor en las extremidades inferiores (Petajan et al., 1996). Según Kent-Braun, Sharma, Weiner & Miller (1994), la disminución de fuerza en los pacientes de EM se debe a trastornos metabólicos musculares, por lo tanto, se debe intentar mejorar la fuerza, sobre todo de los grupos musculares no afectados, con objeto de compensar las deficiencias.

Actualmente aquellas metodologías encaminadas a mejorar la producción de fuerza parecen mostrar una reducción del deterioro de la contracción muscular provocado por la enfermedad (Dalgas et al., 2013; Kjølhedde et al., 2012). Concretamente, este entrenamiento se ha mostrado eficaz para mejorar la actividad muscular observada mediante electromiografía de superficie (Dalgas et al., 2013). Estas mejoras en la contracción muscular pueden suponer incrementos de la fuerza muscular de hasta un 36% dependiendo de la metodología de entrenamiento empleada (Jorgensen et al., 2017). Existen también estudios en los cuales, como resultados de un entrenamiento de fuerza los pacientes alcanzan un mayor equilibrio, coordinación y confianza en sí mismos (Summers, McCubbin & Manns, 2000).

Autores como Skjærbaek et al. (2013) han observado que los entrenamientos de fuerza de carácter progresivo con cargas submáximas provocan un menor aumento de la temperatura corporal en comparación con los entrenamientos aeróbicos o de resistencia, por lo que en pacientes en los que el aumento de calor suponga una pérdida de rendimiento, ánimo, etc., este tipo de entrenamiento sería el más recomendado.

Debido a todos los síntomas que presenta esta enfermedad relacionados con la fuerza como son la rigidez, descoordinación y la debilidad muscular, el objetivo del presente estudio fue evaluar los efectos de un programa de entrenamiento de 10 semanas de fuerza en pacientes con EM; planteando la hipótesis de que el trabajo realizado de fuerza en ese periodo de tiempo, mejora los niveles de fuerza, equilibrio y calidad de vida, manteniendo el nivel de DMO en personas con EM.

Metodología

Diseño de la investigación

La investigación se realizó a través de una metodología experimental, con un diseño preexperimental,

basándose en un Pre – Tratamiento – Post con un grupo, debido a la complejidad de captar a una gran muestra de estas características, al igual que en los estudios de De Souza-Teixeira et al. (2011), Dodd, Taylor, Denisenko y Prasad (2006), en los que tampoco se tuvo un grupo control.

Participantes

El estudio estuvo compuesto por un grupo experimental (n = 11), formado por 7 mujeres y 4 hombres con EM. Todos los participantes pertenecían a la Asociación de Esclerosis Múltiple de Toledo (ADEMTO) y asistían una vez a la semana a una sesión de fisioterapia de manera complementaria al entrenamiento donde realizaban sesiones de movilidad articular y tratamientos para la mejora de la espasticidad.

La muestra se dividió en dos grupos, un grupo ambulante (n = 7) y uno no ambulante (n = 4), en función de su clasificación en la escala “*Expanded disability status scale*” (EDSS) (Kurtzke, 1983). Para captar a dichos participantes se establecieron los siguientes criterios de exclusión: a) operación o fractura en alguno de los miembros superiores o inferiores en el último año, o b) presentar alguna condición médica de gravedad, como podría ser padecer dolencias cardiovasculares o pulmonares o úlceras por presión, en el caso de los no ambulantes.

Todos los sujetos realizaron el programa de entrenamiento de forma voluntaria. Los participantes firmaron una hoja de consentimiento informado en la que se informó a los mismos de los riesgos que podía producir la participación en la investigación.

Instrumentos

Tanto en el pre-test como del post-test se realizó una medición de la composición corporal con el densitómetro Lunar iDXA GE Healthcare (Shanghai, China). Esta prueba se realizó a primera hora de la mañana. Se analizó la masa total (MasaT), masa magra total (Masa MT), y masa grasa total (Masa GT), en kg; el porcentaje de masa grasa (Masa G%) y la densidad mineral ósea (DMO) en g/cm².

Después de realizar la densitometría se analizó la calidad de vida con el cuestionario “*World Health Organization Quality of Life*” (WHOQOL-BREF) (WHO, 1996). Está compuesto de 26 ítems, dos ítems generales sobre calidad de vida y satisfacción con el estado de salud, y 24 ítems agrupados en cuatro áreas: salud física (siete ítems), salud psicológica (seis ítems), relaciones sociales (tres ítems) y ambiente/entorno (ocho ítems). Utilizando una escala de tipo Likert del 1 (muy mal) al 5 (muy bien).

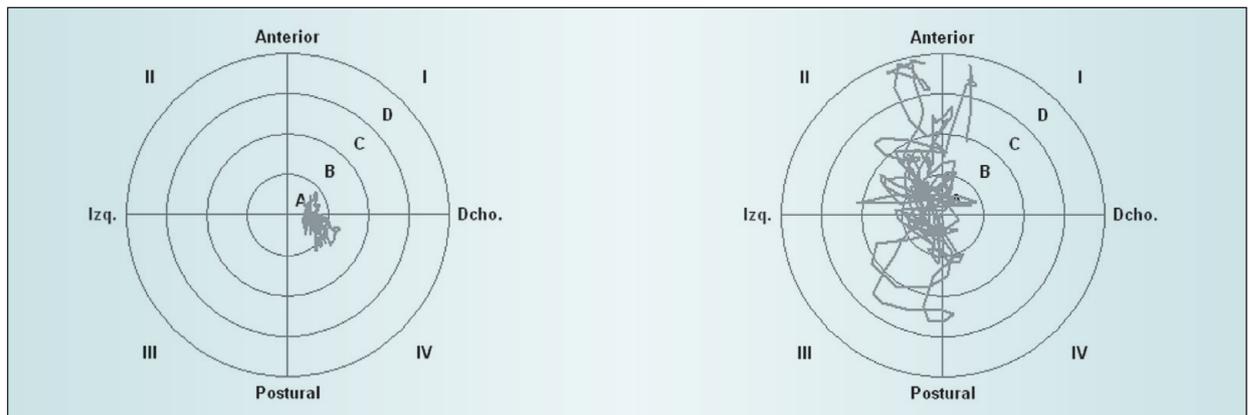


Figura 1. Desplazamiento en la plataforma de equilibrio. Estática (izquierda) / Liberada (derecha).

Tras esto los valores de fuerza isocinética se valoraron con el dinamómetro isocinético Biodex System 3 Pro (Biodex Medical System, Inc. Shirley, New York), midiendo el pico par en newton/metro (N/m). El grupo ambulante realizó un ejercicio del miembro superior e inferior, mientras que el grupo no ambulante solo realizó un ejercicio del tren superior debido a la pérdida de funcionalidad en el tren inferior. Los ejercicios realizados en el miembro superior fueron, una abducción/aducción de hombro y en el miembro inferior una flexo-extensión de rodilla. La posición del paciente en el dinamómetro se adaptó de forma óptima para aislar los grupos musculares que eran objeto de estudio, e impedir la posibilidad de compensación o implicación de otra musculatura distinta a la propia de estudio, realizando una fijación mediante cinchas lo más estables y seguras posibles a cada participante.

Una vez colocado el sujeto en la posición correcta antes del inicio de la prueba, se ejecutó un calentamiento, siguiendo a Medina-Pérez et al. (2014). Este consistía en realizar 10 repeticiones de forma lenta y progresiva, provocando así la adaptación de la musculatura de los pacientes con EM. A continuación, se realizó el test de esfuerzo máximo dejando un descanso de 2 minutos entre el calentamiento y el inicio de este. Los dos ejercicios isocinéticos se realizaron con un protocolo isocinético bilateral, con movimiento concéntrico/concéntrico. Se realizaron tres series de cuatro repeticiones. Cada una de estas series se realizaba a distintas velocidades (300/300 °/s; 240/240 °/s; 180/180°/s) con 10 segundos de descanso entre serie y un frenado de 7, para obtener una menor tensión en la articulación al ejecutar el movimiento. El rango de movimiento (ROM) de la articulación implicada fue establecido según la funcionalidad de los pacientes, siendo imprescindible una perfecta alineación entre el eje de rotación de la articulación sometida a estudio y el eje de rotación del dinamómetro.

A continuación, con la plataforma de equilibrio Biodex Balance System SD PRIM (Biodex Medical System, Inc. Shirley, New York) se llevaron a cabo los diferentes test de estabilidad. Se llevaron a cabo dos pruebas, la primera con la plataforma fija y la segunda con la plataforma liberada. Se realizaban 3 repeticiones de cada una, haciendo la media de las tres para obtener el valor final. En las pruebas con plataforma fija y liberadas se analizó el índice de estabilidad general (IEG y LEG, respectivamente), el índice anteroposterior (IAP y LAP, respectivamente) y el índice medio-lateral (IML y LML, respectivamente). En este caso, se debe considerar que cuanto menor sea la puntuación en este test, mayor es la estabilidad del sujeto, tomando el centro de la diana como puntuación 0 y considerando cada una de las anillas de la diana como un punto más, es decir, la puntuación podría variar de 0 a 4 puntos. En la figura 1 se encuentra un ejemplo del desplazamiento que se produce durante estas pruebas.

Posteriormente, se utilizó el EV PRO Isocontrol Dinámico 5.2 Quasar Control S.L. (Quasar Control S.L., Madrid) para medir la fuerza isotónica en el test de 1RM en sentadilla y press de banca en el grupo ambulante en la multipower Innovate (Telju Fitnes, Toledo). En el grupo no ambulante el test de 1RM se ejecutó en una máquina de poleas realizando un ejercicio de extensión de hombro (Telju Fitnes, Toledo). En estos test se registró la carga (kg), la velocidad media (Vm) en m/s, la fuerza media total (FmT) en N; la potencia media total (PmT) en W; y la fuerza máxima (Fmáx) en N.

Todos los participantes realizaron una sesión de familiarización con los instrumentos de evaluación antes del pre-test, ejecutando una repetición de cada test sin llegar a finalizarlo, ayudándoles a conocer el funcionamiento de estos, pero evitando así, una adaptación a los propios instrumentos antes de comenzar con la evaluación inicial. Para formalizar el procedimiento de medición se realizó una prueba piloto para

Tabla 1. Análisis clínico-funcional de la muestra.

Sujeto (n)	Edad (años)	Peso (kg)	Talla (cm)	Años con EM	Tipo de EM	Lado Afectado	Ambulante
1	48	84	184	12	RR	Izquierdo	SÍ
2	42	51	160	24	RR	Derecho	SÍ
3	38	60	175	3	RR	Derecho	SÍ
4	58	58	160	12	PP	Igual	SÍ
5	53	58	163	15	RR	Izquierdo	SÍ
6	49	73	165	18	RR	Izquierdo	SÍ
7	52	58	160	20	SP	Derecho	SÍ
8	35	71	170	17	SP	Izquierdo	NO
9	49	63	164	22	SP	Izquierdo	NO
10	38	68	165	18	SP	Derecho	NO
11	49	75	165	22	SP	Izquierdo	NO
Media ± DS	46.45 ± 6.89	65.36 ± 9.70	166.45 ± 7.37				

n (muestra); kg (kilogramos); cm (centímetros); EM (Esclerosis Múltiple).

tener en cuenta el tiempo de duración de las pruebas en su conjunto, en la que participaron dos sujetos, uno de cada grupo para poder asignar los ejercicios adecuados dependiendo de la funcionalidad de los mismos, además de fijar la velocidad media para ambos grupos en el dinamómetro isocinético.

Procedimiento

Los participantes realizaron un programa de preparación física enfocado a la fuerza resistencia progresiva, siguiendo las pautas de la bibliografía revisada. En ambos grupos sus sesiones se dividieron en calentamiento, parte principal y vuelta a la calma. En el grupo ambulante las sesiones comenzaban con 5' de ejercicio cardiovascular en tapiz rodante o cicloergómetro, seguida de los ejercicios planificados para el programa de intervención. Durante el programa de entrenamiento los pacientes realizaron tres series de seis repeticiones de cada uno de los siguientes ejercicios al 60% RM del miembro inferior (leg extensión, leg curl, prensa ½ squat, flexo-extensiones de gemelo, chest press y jalón polea) y del miembro superior (elevaciones laterales, frontales, remo con mancuerna, curl alterno y simultáneo). Con objeto de ajustar las cargas de entrenamiento durante el programa de intervención se realizó una revalorización del test 1RM a las 5 semanas de entrenamiento. En el grupo no ambulante, su calentamiento estaba compuesto por ejercicios de movilidad articular (cuello, hombros, tronco, brazos, muñecas y dedos), su parte principal del entrenamiento estaba compuesta de tres series de seis repeticiones de cada uno de los siguientes ejercicios al 60% del RM del miembro superior (press militar, elevaciones laterales del hombro y frontales, curl de bíceps y extensión de tríceps), para complementar esta parte el grupo no ambulante realizaba también dorsal y pectoral con bandas elásticas y ejercicios isométricos para el

cuello. Al finalizar la sesión para la vuelta a la calma, ambos grupos, realizaron estiramientos de la musculatura implicada. Los materiales que se utilizaron para el desarrollo de las sesiones de entrenamiento fueron máquinas de gimnasio, colchonetas, gomas elásticas, pesas, toallas, balones y fitball. Además, se realizó un seguimiento de la fatiga y sensaciones que experimentaban los sujetos de manera verbal durante el desarrollo y el final de la sesión, como aspecto informativo para establecer un control sobre ellos. Este programa se complementó con una sesión de fisioterapia impartida por los especialistas de ADEMTO, trabajando la movilidad articular y la espasticidad.

Análisis de Datos

Para llevar a cabo el análisis de datos de este estudio se utilizó el paquete estadístico SPSS® V. 21.0 para Windows 7 (SPSS Inc., Chicago, IL, EE.UU.). En primer lugar, se realizó la prueba de Shapiro-Wilk, debido al tamaño y características de la muestra con el fin de analizar la distribución de los datos y verificar su normalidad. Aquellas variables que seguían una distribución normal se les aplicó la Prueba T de Student para muestras relacionadas, con un intervalo de confianza del 95%. En cambio, a aquellas variables que presentaron una distribución no paramétrica se utilizó la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas, estableciendo un nivel de significación de $p \leq 0.05$. Para cada variable se calculó la media, la desviación estándar (SD), el error típico de la media (ET) y el tamaño del efecto (ES) como estadísticos descriptivos.

Resultados

En la Tabla 1 se pueden encontrar los datos relativos a un análisis clínico-funcional de la muestra del estudio.

Tabla 2. Resultados de la prueba realizada con el dinamómetro isocinético.

n	Variable	PRE media	SD	ET	ES	POST media	SD	ET	ES	SIG. ^b	IC 95% Inf.	IC 95% Sup.
11	Pico Par Brazo Abducción Derecho 300	27.06	16.16	5.39	-1.73	40.01*	22.29	7.43	-1.79	0.014	-22.51	-3.40
11	Pico Par Brazo Aducción Derecho 300	26.54	13.93	4.64	-0.69	43.04	37.08	12.36	-1.98	0.201	-43.78	10.78
11	Pico Par Brazo Abducción derecho 240	30.54	19.35	6.45	-2.01	39.96	26.64	8.88	-1.74	0.084	-20.40	1.58
11	Pico Par Brazo Aducción Derecho 240	37.41	25.15	8.38	-1.83	44.00	30.91	10.30	-1.89	0.058	-18.64	-0.54
11	Pico Par Brazo abducción Derecho 180	30.38	21.23	7.08	-2.11	38.96*	24.12	8.04	-1.77	0.037	-16.48	-0.68
11	Pico Par Brazo aducción Derecho 180	32.59	22.09	7.36	-1.88	39.20	27.87	9.29	-1.91	0.163	-16.53	3.31
11	Pico Par Brazo abducción Izquierdo 300	28.78	13.87	4.62	-1.60	42.10*	19.00	6.33	-0.57	0.035	-25.45	-1.19
11	Pico Par Brazo aducción Izquierda 300	31.06	13.72	4.57	-1.26	41.74	27.09	9.03	-0.86	0.061	-28.63	-0.75
11	Pico Par Brazo abducción Izquierda 240	31.57	18.84	6.28	-1.53	46.77	21.72	7.24	-0.40	0.072	-32.11	1.71
11	Pico Par Brazo aducción izquierdo 240	29.90	22.77	7.59	-1.41	40.17	25.08	8.36	-0.85	0.120	-23.86	3.33
11	Pico Par Brazo Abducción Izquierdo 180	31.90	19.60	6.53	-1.51	43.19	20.53	6.84	-0.49	0.105	-25.55	2.98
11	Pico Par Brazo Aducción Izquierdo 180	28.56	19.26	6.42	-1.26	38.01	22.54	7.51	-0.68	0.076	-20.17	1.26
7	Pico Par Pierna derecha extensión 300	54.98	23.79	9.71	-2.38	69.97	36.42	14.87	-1.98	0.154	-37.94	7.97
7	Pico Par Pierna derecha flexión 300	34.23	23.75	9.70	-2.29	37.00	22.68	9.26	-2.18	0.367	-9.94	4.41
7	Pico Par Pierna Derecha extensión 240	60.98	40.07	16.36	-2.34	66.63	38.82	15.85	-2.23	0.471	-24.29	12.99
7	Pico Par Pierna Derecha flexión 240	34.88	25.22	10.30	-2.27	35.90	24.01	9.80	-2.21	0.818	-11.81	9.78
7	Pico Par Pierna Derecha extensión 180	65.72	40.78	16.65	-2.36	70.28	46.50	18.98	-2.35	0.529	-21.95	12.81
7	Pico Par Pierna Derecha flexión 180	35.18	22.78	9.30	-2.33	37.13	25.22	10.29	-2.35	0.662	-12.75	8.85
7	Pico Par Pierna Izquierda extensión 300	55.55	30.67	12.52	-1.91	49.88	23.57	9.62	-2.21	0.314	-7.35	18.69
7	Pico Par Pierna Izquierda flexión 300	31.45	27.76	11.33	-2.04	35.82	23.06	9.42	-1.74	0.347	-15.18	6.45
7	Pico Par Pierna Izquierda extensión 240	55.95	36.97	15.09	-2.19	50.88	29.25	11.94	-2.29	0.304	-6.31	16.44
7	Pico Par Pierna Izquierda flexión 240	34.00	26.15	10.68	-2.22	32.58	21.49	8.77	-1.49	0.829	-14.60	17.43
7	Pico Par Pierna Izquierda extensión	63.23	46.58	19.02	-2.20	61.37	36.39	14.86	-2.22	0.815	-17.57	21.30
7	Pico Par Pierna Izquierda flexión 180	35.40	25.05	10.23	-2.17	34.47	23.80	9.72	-1.91	0.872	-13.16	15.03

Diferencias significativas entre el pre y el post * $p \leq 0.05$ /** $p \leq 0.01$.

n (muestra); SD (Desviación estándar); ET (Error típico de la media); ES (Tamaño del efecto); SIGb (Significación bilateral); IC (Intervalo de confianza).

Tabla 3. Resultados del test 1RM-Press de banca.

n	Variable	PRE	SD	ET	ES	POST	SD	ET	ES	SIG. ^b	IC 95% Inf.	IC 95% Sup.
7	Carga (kg) (MS)	24.42	16.2	6.61	-1.55	30.50**	19.01	7.76	-1.93	0.004	-15.27	-5.02
7	Vm (m/s) (MS)	0.18	0.01	0.00	-0.65	0.18	0.01	0.01	-0.78	0.741	-0.013	0.010
7	FmT (N) (MS)	240.2	159.34	65.05	-1.25	299.86**	187.64	76.6	-1.79	0.005	-91.39	-27.91
7	PmT (W) (MS)	39.9	31.58	12.89	-2.38	55.40**	30.02	12.26	-2.38	0.003	-22.81	-8.18
7	Fmáx (N) (MS)	324.78	190	77.57	-2.39	419.34**	220.92	90.19	-2.37	0.001	-130.32	-58.79

Diferencias significativas entre el pre y el post * $p \leq 0.05$ /** $p \leq 0.01$.

n (muestra); SD (Desviación estándar); ET (Error típico de la media); ES (Tamaño del efecto); SIGb (Significación bilateral); IC (Intervalo de confianza); Miembro superior (MS); V (Velocidad); m (media); F (Fuerza); T (Total); P (Potencia); máx. (máxima); kg (Kilogramos); m/s (metros/segundo) N (Newton); W (Wattios).

Tabla 4. Resultados del test 1RM-Sentadilla.

n	Variable	PRE	SD	ET	ES	POST	SD	ET	ES	SIG. ^b	IC 95% Inf.	IC 95% Sup.
7	Carga (kg) (MI)	28.25	20.96	8.56	-2.28	41.75**	24.74	10.1	-2.24	0.002	-19.15	-7.84
7	Vm (m/s) (MI)	0.38	0.05	0.02	0.01	0.39	0.03	0.01	-0.36	0.585	-0.05	0.03
7	FmT (N) (MI)	279.14	205.42	83.86	-2.27	422.76**	248.5	101.45	-2.21	0.002	-206.08	-81.15
7	PmT (W) (MI)	105.51	78.22	31.93	-2.34	170.39**	97.19	39.68	-2.27	0.002	-91.45	-38.29
7	Fmáx. (N) (MI)	352.14	256.47	104.7	-2.27	544.67**	342.51	139.83	-2.29	0.005	-295.58	-89.46

Diferencias significativas entre el pre y el post * $p \leq 0.05$ /** $p \leq 0.01$.

n (muestra); SD (Desviación estándar); ET (Error típico de la media); ES (Tamaño del efecto); SIGb (Significación bilateral); IC (Intervalo de confianza); Miembro inferior (MI). V (Velocidad); m (media); F (Fuerza); T (Total); P (Potencia); máx. (máxima); kg (Kilogramos); m/s (metros/segundo) N (Newton); W (Wattios).

Tabla 5. Resultados del test 1RM-Extensión de hombro.

n	Variable	PRE	SD	ET	ES	POST	SD	ET	ES	SIG. ^b	IC 95% Inf.	IC 95% Sup.
4	Carga (kg) (MS)	23.75	11.09	5.54	-1.55	40.00*	15.81	7.91	-1.93	0.023	-28.18	-4.31
4	Vm (m/s) (MS)	0.51	0.03	0.01	-0.65	0.46	0.05	0.02	-0.78	0.122	-0.021	0.111
4	AmT (m/s ²) (MS)	1.86	0.12	0.06	-0.22	1.8	0.31	0.15	-1.24	0.8	-0.55	-0.66
4	FmT (N) (MS)	196.06	36.59	18.3	-1.25	366.77*	93.53	46.77	-1.79	0.014	-276.4	-64.93

Diferencias significativas entre el pre y el post * $p \leq 0.05$ /** $p \leq 0.01$.

n (muestra); SD (Desviación estándar); ET (Error típico de la media); ES (Tamaño del efecto); SIGb (Significación bilateral); IC (Intervalo de confianza); Miembro superior (MS). V (Velocidad); m (media); F (Fuerza); T (Total); A (Aceleración); kg (Kilogramos); m/s (metros/segundos) N (Newton).

Tabla 6. Resultados de las pruebas en la plataforma de equilibrio.

n	Variable	PRE	SD	ET	ES	POST	SD	ET	ES	SIG. ^b	IC 95% Inf.	IC 95% Sup.
7	IEG	1.57	1.03	0.42	0.66	2.63	2.08	0.85	1.11	0.165	-2.75	0.618
7	IAP	1.05	0.82	0.33	0.37	1.53	1.19	0.49	0.84	0.078	-1.04	0.07
7	IML	0.88	0.77	0.31	0.60	1.65	1.73	0.71	1.01	0.237	-2.23	0.70
7	LEG	3.37	1.53	0.63	-0.65	3.3	2.46	1.00	1.37	0.945	-2.30	2.43
7	LAP	2.12	1.25	0.51	-1.14	1.7	0.99	0.40	1.58	0.475	-0.97	1.80
7	LML	2.12	0.88	0.36	0.16	2.48	2.14	0.87	1.28	0.636	-2.24	1.50

Diferencias significativas entre el pre y el post * $p \leq 0.05$ /** $p \leq 0.01$. I (Índice);

n (muestra); SD (Desviación estándar); ET (Error típico de la media); ES (Tamaño del efecto); SIGb (Significación bilateral); IC (Intervalo de confianza); I (Índice); L (liberada).EG (estabilidad general); AP (anteroposterior); ML (medio-lateral).

Tabla 7. Resultados de la prueba de composición corporal.

n	Variable	PRE	SD	ET	ES	POST	SD	ET	ES	SIG. ^b	IC 95% Inf.	IC 95% Sup.
11	MasaT (kg)	66.44	10.36	3.28	-0.93	66.71	11.5	3.64	-0.97	0.652	-1.59	1.05
11	Masa MT (kg)	40.34	7.64	2.41	-1.59	40.35	8.64	2.73	-1.63	0.968	-1.01	0.46
11	Masa GT (kg)	23.87	6.22	1.97	0.46	24.18	7.24	2.29	0.48	0.491	-0.94	0.80
11	Masa G%	37.09	7.05	2.23	1.34	37.27	8.37	2.65	1.27	0.709	-0.54	1.18
11	DMO (g/cm ²)	1.09	0.15	0.05	-1.01	1.09	0.14	0.05	-1.03	0.933	-0.01	0.01

Diferencias significativas entre el pre y el post * $p \leq 0.05$ /** $p \leq 0.01$.

n (muestra); SD (Desviación estándar); ET (Error típico de la media); ES (Tamaño del efecto); SIGb (Significación bilateral); IC (Intervalo de confianza); T (Total); M (Magra); G (Grasa); % (porcentaje); kg (Kilogramo); g/cm (gramos/centímetros).

Resultados obtenidos en la evaluación de la fuerza isométrica

En la tabla 2 se representan las variables correspondientes al dinamómetro isocinético. Se valoró el movimiento del miembro superior en todos los participantes y el miembro inferior en el grupo ambulante.

Resultados obtenidos en la evaluación de la fuerza isotónica

Los resultados del test de 1RM en press de banca se muestran en la tabla 3 y los del test de sentadilla en la tabla 4. Estos fueron realizados por el grupo ambulante. Se encontró en ambos casos diferencias significativas en la mayoría de las variables analizadas. El grupo no ambulante realizó el test de 1RM en extensión de hombro, mostrando también diferencias significativas (tabla 5).

Resultados obtenidos en la evaluación del equilibrio

En la tabla 6 se representa el test con la plataforma en estático en las tres primeras filas de variables y el test con la plataforma liberada en las tres siguientes. Estos test únicamente fueron realizados por el grupo ambulante.

Al comparar el pre y post no se observaron diferencias significativas.

Resultados obtenidos en la evaluación de la composición corporal

Los resultados que se presentan en la tabla 7 están relacionados con la medición de la composición corporal de ambos grupos. No se han encontrado diferencias significativas en ninguna de las variables establecidas.

Tabla 8. Datos sobre la prueba del cuestionario de calidad de vida.

n	Variable	PRE	SD	ET	ES	POST	SD	ET	ES	SIG. ^b	IC 95% Inf.	IC 95% Sup.
11	S. Física	23.80	7.13	2.25	0.96	27.80**	5.47	1.73	0.82	0.002	-6.78	-1.22
11	S. Psicológica	21.40	6.28	1.98	0.47	25.00**	3.53	1.12	0.54	0.009	-6.60	-0.59
11	R. Interpersonales	10.60	3.34	1.06	-0.17	12.10**	2.88	0.91	0.05	0.002	-2.77	-0.23
11	Ambiente/Entorno	29.70	5.89	1.86	0.25	31.10	6.51	2.06	0.75	0.084	-5.52	2.72

Diferencias significativas entre el pre y el post * $p \leq 0.05$ / ** $p \leq 0.01$.

n (muestra); SD (Desviación estándar); ET (Error típico de la media); ES (Tamaño del efecto); SIG^b (Significación bilateral); IC (Intervalo de confianza); S (Salud); R (Relaciones).

Resultados obtenidos en la evaluación de la calidad de vida

En la tabla 8 y figura 2 representa los resultados relacionados con el cuestionario de calidad de vida realizado al grupo ambulante y no ambulante, mostrando la figura las barras de error y encima de estas la desviación típica. Cabe destacar que existen cambios significativos en las variables de salud física, salud psicológica y en las relaciones interpersonales, teniendo en cuenta que el entrenamiento no ha tenido ninguna influencia relevante sobre el entorno de los participantes.

Discusión

Los principales hallazgos de este estudio tras un programa de entrenamiento de fuerza realizado en pacientes con esclerosis múltiple la mejora significativa en las variables de carga (kg), fuerza media total (N), fuerza máxima (N), potencia media total (W), y en las variables de relaciones interpersonales, salud física y psicológica, en el cuestionario "WHOQOL-BREF".

Si bien existen una gran variedad de entrenamientos físicos que han sido aplicados con éxito en esta población, actualmente aquellas metodologías encaminadas a mejorar la producción de fuerza parecen mostrar los mejores resultados para reducir el deterioro de la contracción muscular provocado por la enfermedad (Dalgas et al., 2013; Kjolhede et al., 2012).

Fuerza

En este estudio, aparecen diferencias significativas en la evaluación del dinamómetro isocinético, solo en la medición de abducción de brazo, a la velocidad de 300°/s (derecho e izquierdo) y a la velocidad de 180°/s (derecho), no encontrándose diferencias en el resto de velocidades ni en el miembro inferior. Dalgas et al. (2010) analizó el efecto de 12 semanas de

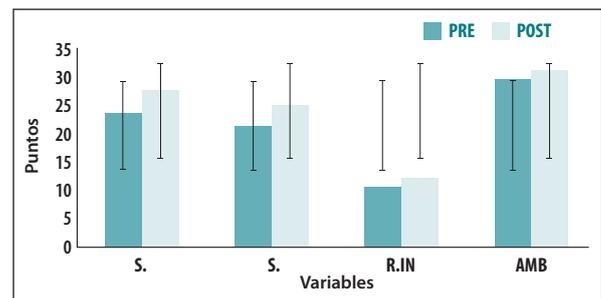


Figura 2. Cuestionario de calidad de vida "WHOQOL-BREF" en el grupo ambulante y no ambulante en el pre/post. S. (Salud); R. (Relaciones).

entrenamiento de fuerza isotónica, no encontrando tampoco mejoras en la medición de la fuerza isocinética, al igual que nuestro estudio. Esto podría indicar además de, una adaptación al instrumento a la hora de realizar el post-test, que el trabajo realizado en las sesiones de entrenamientos no lleva a mejorar el tipo de fuerza que se trabaja en este caso. Por tanto, hubiese sido conveniente quizás incluir en las sesiones una parte de entrenamiento con el dinamómetro isocinético.

En la evaluación de la fuerza isotónica sí que se encontraron diferencias significativas en todas las variables medidas, excepto en la velocidad media total, así como una significación estadística para la fiabilidad y reproducibilidad a la hora de realizar el test en el pre y post. Estas mejoras en la contracción muscular pueden suponer incrementos de la fuerza muscular de hasta un 36% dependiendo de la metodología de entrenamiento empleada (Cruickshank, Reyes, y Ziman, 2015; Jorgensen et al., 2017).

La mayoría de los estudios publicados solamente realizan un trabajo de fuerza isotónica en el tren inferior, encontrando diferencias significativas entre el pre y el post (Dalgas et al., 2010; De Souza-Teixeira et al., 2009; Gutiérrez et al., 2005; White et al., 2004 citado en Pérez et al., 2007). Aun así se puede comparar el presente estudio con el de Dodd et al. (2006), Dodd et al. (2011) y Taylor et al. (2006), ya que el procedimiento establecido es similar al de la presente investiga-

ción, realizando un entrenamiento de 10-15 repeticiones máximas, el cual mostró un aumento significativo de la fuerza en ambos miembros.

Estudios como los de Fimland et al. (2010), Medina-Pérez et al. (2014) o Pérez et al. (2007) observaron diferencias significativas en la fuerza muscular de sus participantes, utilizando otros programas de entrenamiento diferentes a los de este estudio, como bandas elásticas o trabajo isométrico. Aunque todos los estudios están desarrollados en un periodo de entre 6 y 12 semanas de entrenamiento, no todos obtienen resultados satisfactorios en la medición de la fuerza como es en el caso de dos estudios (De Souza-Teixeira et al., 2011; Sabapathy et al., 2011) en el que no se encontró diferencias significativas en la fuerza muscular, pero sí en la funcionalidad de los participantes.

Equilibrio

Según Summers et al. (2000), el entrenamiento de fuerza mejora el equilibrio, encontrando estudios afines a este hecho y otros contradictorios. En el estudio de Gutiérrez et al. (2005) se observaron diferencias significativas en el equilibrio después de un entrenamiento de fuerza durante 8 semanas. También se encontraron diferencias en el estudio de Sabapathy et al. (2011), en el que se realizó un trabajo combinado aeróbico y de fuerza durante 8 semanas, pero en dicho estudio asociaron las mejoras del equilibrio a los ejercicios de condición aeróbica.

En el presente estudio, en la medición del equilibrio se puede observar una tendencia a empeorar la estabilidad, sin saber con certeza si esto puede ser indicativo del entrenamiento de fuerza, o debido a las elevadas temperaturas climatológicas que hubo durante las mediciones del post, ya que debido a la sintomatología que tiene las personas con esclerosis múltiple afectan directamente a su movilidad. En cambio, haciendo mención del estudio de Pérez et al. (2007), obtiene resultados similares a los de la presente investigación, al no observar diferencias significativas entre el pre y post-test en la medición del equilibrio. Por lo tanto, quizás fuese necesario añadir al programa de entrenamiento ejercicios aeróbicos o propios del equilibrio para la mejora de este.

Composición corporal

Tras el programa de entrenamiento no se han encontrado diferencias en la composición corporal, como ocurre con el estudio de Dalgas et al. (2010), que utilizaron como medición los pliegues cutáneos y la bioimpedancia bipolar de tren superior.

Hay que tener en cuenta que la DMO es menor en personas con EM que en personas sanas, estando el índice normal entre 1.14 - 1.15 g/cm² (Batista et al., 2012), siendo la media de nuestros participantes de 1.09 ± 0.14 g/cm². Aunque no se han encontrado estudios en los que se realicen una medición de DMO antes y después de un trabajo de fuerza, se puede observar un mantenimiento de esta variable durante las 10 semanas de trabajo, siendo este resultado positivo para la muestra de la presente investigación.

Calidad de vida

Por último, hacer mención a lo que puede llegar a tener mayor relevancia en este tipo de población, la calidad de vida. Este aspecto es vital en las personas con cualquier tipo de discapacidad, ya que a partir de él desempeñan con mayor o menor dificultad las actividades de la vida diaria. La literatura actual revela que el 54% de las personas con esclerosis múltiple ven limitadas sus actividades diarias y en el 83% de los casos sus síntomas han afectado en el rendimiento laboral mostrando también un impacto positivo sobre otros síntomas de la enfermedad, tales como la fatiga percibida (8.2%) y la calidad de vida (8.3%) (Cruickshank, Reyes, y Ziman, 2015). En el presente estudio se puede observar que el hecho de formar y trabajar en grupo da resultados positivos y significativos tras el programa de entrenamiento en las variables de salud física, salud psicológica y relaciones interpersonales, resultados muy similares a los estudios Dodd et al. (2006) y Dodd et al. (2011).

Además, los participantes concluyeron el estudio con unas sensaciones muy positivas hacia la actividad física, mostrando una mejora de los factores motivacionales, el autoconcepto y la confianza en sí mismos para realizar las actividades de la vida diaria.

Algunas de las limitaciones relacionadas con el estudio pueden ser que el tamaño de la muestra es pequeño; que existen una gran variedad de entrenamientos que han sido aplicados a este tipo de población, pero ningún entrenamiento ha sido estandarizado, si bien actualmente aquellas metodologías encaminadas a mejorar la producción de fuerza parecen mostrar los mejores resultados para reducir el deterioro de la contracción muscular provocado por la enfermedad (Dalgas et al., 2013; Kjølhed et al., 2012); y sobre todo el no tener un grupo control. No obstante, si se tiene en cuenta la revisión bibliográfica realizada sobre el tema, muchos de los estudios no utilizan grupo control (De Souza-Teixeira et al., 2011; Dodd, Taylor, Denisenko, & Prasad, 2006; Gutiérrez et al., 2005; Pérez et al., 2007; Sabapathy, Minahan, Turner, & Broadley, 2011; Taylor,

Dodd, Prasad, & Denisenko, 2006;) y los estudios que sí lo utilizan muestran un mantenimiento de las variables valoradas en el mismo al no realizar ningún tipo de intervención por las características de la enfermedad (Dalgas et al., 2010; Fimland, Helgerud, Gruber, Leivseth, & Hoff, 2010; Medina-Pérez, De Souza-Teixeira, Fernandez-Gonzalo, & de Paz-Fernández, 2014).

Conclusiones

Tras el programa de entrenamiento de fuerza realizado en pacientes con EM los resultados muestran que este tipo de trabajo contribuye a la mejora de la fuer-

za muscular, manteniendo su densidad mineral ósea. Además, existen transferencias positivas del trabajo físico realizado en el programa de entrenamiento con la mejora de la calidad de vida de los participantes mejorando aspectos psicológicos y sociales. El programa de entrenamiento no responde a mejoras en el equilibrio, ni a la totalidad de todas las variables de fuerza isocinética.

Teniendo en cuenta las anteriores conclusiones se pueden crear protocolos de entrenamiento de fuerza para las personas con EM en el intervalo 6-8 según la escala EEDSS, actualmente inexistentes, con el objetivo de ayudar en el tratamiento multidisciplinar de este colectivo para reducir la sintomatología que padecen.

BIBLIOGRAFÍA

- Ayán, C.L. (2006). *Esclerosis Múltiple y Ejercicio Físico*. Sevilla: Wanceulen.
- Batista, S., Teter, B., Sequeira, K., Josyula, S., Hoogs, M., Ramathan, M., Benedict, R.H.B., & 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
- Burks, J. S. & Jhonson, K.P. (2000). *Multiple Sclerosis: Diagnosis, Medical Management and Rehabilitation*. Demos Publication. New York.
- Calero, M. D., Hernández, I., López, E., & Zafra, I. (2002). *Actuación del fisioterapeuta en esclerosis múltiple*. Granada: Alcalá.
- Carvalho, A., Sant'Anna, G., Santos, C. S., Frugulhetti I. P., León, S. A., & Quirico-Santos, T. (2003). Determinação de autoanticorpos para antígenos de mielina no soro de pacientes HLA-DQB1*0602 com esclerose múltipla. *Arquivo de neuro-psiquiatria*, 61(4), 968-973.
- Cruickshank, T. M., Reyes, A. R., & Ziman, M. R. (2015). A systematic review and meta-analysis of strength training in individuals with multiple sclerosis or Parkinson disease. *Medicine*, 94(4), e411. doi:10.1097/MD.0000000000000411
- Dalgas, U., Stenager, E., Jakobsen, J., Petersen, T., Overgaard, K., & 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., Sorensen, H., & 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., Ayán, C., García-López, D., Gonzalez-Gallego, J., & De Paz-Fernández, J. (2009). Effects of resistance training in multiple sclerosis. *International Journal of Sports Medicine*, 30(4), 245-250. doi:10.1055/s-0028-1105944
- De Souza-Teixeira, F., Gonzalo, R. F., Murúa, J. A. H., Bresciani, G., Gutiérrez, A. J., & Fernández, J. A. D. P. (2011). Elastic band training for multiple sclerosis patients: a pilot study. *Journal of Physical Therapy Science*, 23(2), 307-311. doi:10.1589/jpts.23.307
- Dobson, R., Ramagopalan, S., & Giovannoni, G. (2012). Bone health and multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal*, 18(11), 1522-1528. doi:10.1177/1352458512453362
- Dodd, K., Taylor, N., Denisenko, S., & Prasad, D. (2006). A qualitative analysis of a progressive resistance exercise programme for people with multiple sclerosis. *Disability & Rehabilitation*, 28(18), 1127-1134. doi:10.1080/09638280500531842
- Dodd, K., Taylor, N., Shields, N., Prasad, D., McDonald, E., & Gillon, A. (2011). Progressive resistance training did not improve walking but can improve muscle performance, quality of life and fatigue in adults with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *Multiple Sclerosis Journal*, 17(11), 1362-1374. doi:10.1177/1352458511409084
- Enrat Prim (SD). Biodex Balance System. Revisado el 2 de junio de 2014. Federación Internacional de Esclerosis Múltiple (MSIF). Revisado el 5 de mayo de 2014; Disponible en: <http://www.msif.org/es/>.
- Fimland, M., Helgerud, J., Gruber, M., Leivseth, G., & Hoff, J. (2010). Enhanced neural drive after maximal strength training in multiple sclerosis patients. *European journal of applied physiology*, 110(2), 435-443. doi:10.1007/s00421-010-1519-2.
- Freeman, J., Fox, E., Gear, M., & Hough, A. (2012). Pilates based core stability training in ambulant individuals with multiple sclerosis: protocol for a multi-centre randomised controlled trial. *BMC neurology*, 12(1), 19. doi:10.1186/1471-2377-12-19
- Gallien, P., Nicolas, B., Robineau, S., Pétrilli, S., Houedakor, J., & Durufle, A. (2007, July). Physical training and multiple sclerosis. In *Annales de réadaptation et de médecine physique. Elsevier Masson*, 50(6), 373-376. doi:10.1016/j.annrmp.2007.04.004
- GE Healthcare. Lunar iDXA. Revisado el 2 de junio de 2014.
- Gutiérrez, G., Chow, J., Tillman, M., McCoy, S., Castellano, V., & White, L. (2005). Resistance training improves gait kinematics in persons with multiple sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 86(9), 1824-1829. doi:10.1016/j.apmr.2005.04.008
- Hafner, D. (2004). Multiple Sclerosis. *Journal of clinical investigation*, 113(6), 788-794.
- Hernández, F. J., Romero, J. M. & Izquierdo, G. (2011). ¿Está aumentando la incidencia de la esclerosis múltiple a nivel mundial? *Revista Española de Esclerosis Múltiple*, 3(19), 5-12.
- Huang, Z., Qi, Y., Du, S., Chen, G., & 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
- Jørgensen, M. L. K., Dalgas, U., Wens, I., & Hvid, L. G. (2017). Muscle strength and power in persons with multiple sclerosis—a systematic review and meta-analysis. *Journal of the neurological sciences*, 376, 225-241. doi:10.1016/j.jns.2017.03.022
- Kent-Braun, J. A., Sharma, K. R., Weiner, M. W., & Miller, R. G. (1994). Effects of exercise on muscle activation and metabolism in multiple sclerosis. *Muscle Nerve*, 17(10), 1162-1169. doi:10.1002/mus.830171006
- Kjølhede, T., Vissing, K., & 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. & Li, D. (1999). Neuropsychological performance in patients with mild multiple sclerosis. *Journal Nervous Mental Disease*, 179(3), 127-131. doi:10.1097/00005053-199103000-00002
- Kurtzke, J. F. (1983). Rating neurologic impairment in multiple sclerosis: an expanded disability status scale (EDSS). *Neurology*, 33(11), 1444-1444. doi:10.1212/WNL.33.11.1444

- Lanzetta, D., Cattaneo, D., Pellegatta, D., & Cardini, R. (2004). Trunk control in unstable sitting posture during functional activities in healthy subjects and patients with multiple sclerosis. *Archives Physical Medicine Rehabilitation, 85*(2), 279-283. doi:10.1016/j.apmr.2003.05.004
- López, L. M. (2013). Esclerosis múltiple y ejercicio físico. En: J. López-Chicharro & A. Fernández, (Ed.), *Fisiología del Ejercicio*, (3ª Reimpresión, pp. 939-947). Madrid: Médica Panamericana.
- Marcus, J. F., Shalev, S. M., Harris, C. A., Goodin, D. S. & Josephson, S. A. (2012). Severe hypercalcemia following vitamin D supplementation in a patient with multiple sclerosis: a note of caution. *Archives Neurology, 69*, 129-132. doi:10.1001/archneuro.2011.01199
- Martínez, E.G. (2010). Composición corporal: Su importancia en la práctica clínica y algunas técnicas relativamente sencillas para su evaluación. *Revista Científica Salud Uninorte, 26*(1), 98-116. doi:81715089011
- Martin, C. L., Phillips, B. A., Kilpatrick, T. J., Butzkueven, H., Tubridy, N., McDonald, E., & Galea, M. P. (2006). Gait and balance impairment in early multiple sclerosis in the absence of clinical disability. *Multiple Sclerosis Journal, 12*(5), 620-628. doi:10.1177/1352458506070658
- Medina-Pérez, C., De Souza-Teixeira, F., Fernandez-Gonzalo, R., & 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, 20*, 10-20. doi:10.3233/NRE-141062
- Motl, R. & Pilutti, L. (2012). The benefits of exercise training in multiple sclerosis. *Nature Reviews Neurology, 8*(9), 487-497. doi:10.1038/nrneuro.2012.136
- Ng, A.V., Miller, R. G., Gelin, D., & 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
- Páramo, M. D. & Izquierdo, G. (2007). Fatiga en la esclerosis múltiple. *Revista Española de Esclerosis Múltiple, 1*(5), 19-27.
- Pérez, C., Sánchez, V., De Souza-Teixeira, F., & Fernández, J. (2007). Effects of a resistance training program in multiple sclerosis Spanish patients: a pilot study. *Journal of sport rehabilitation, 16*(2), 143-152.
- Petajan, J. H., Gappmaier, E., White, A. T., Spencer, M. K., Mino, L., & Hicks, R. W. (1996). Impact of aerobic training on fitness and quality of life in multiple sclerosis. *Ann Neurology, 39*, 432-441. doi:10.1002/ana.470390405
- Pilutti, L. A., Dlugonski, D., Sandroff, B. M., Klaren, R. E., & 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
- Rampello, A., Franchesini, M., Piepoli, M., Antenucci, R., Lenti, G., Olivieri, D., & Chetta, A. (2007). Effect of aerobic training on walking capacity and maximal exercise tolerance in patients with multiple sclerosis: randomized crossover controlled study. *Physical Therapy, 87*(5), 545-555. doi:10.2522/ptj.20060085
- Rice, J. & Keogh, J. W. (2009). Power training: can it improve functional performance in older adults? A systematic review. *Int J Exerc Sci, 2*(2), 131-151.
- Rietberg, M. B., Brooks, D., Uitdehaag, B. M., & Kwakkel, G. (2005). Exercise therapy for multiple sclerosis. The Cochrane Library.
- Sabapathy, N., Minahan, C., Turner, G., & Broadley, S. (2011). Comparing endurance-and resistance-exercise training in people with multiple sclerosis: a randomized pilot study. *Clinical rehabilitation, 25*(1), 14-24. doi:10.1177/0269215510375908
- Skjærbaek, A. G., Møller, A. B., Jensen, E., Vissing, K., Sørensen, H., Nybo, L., ... & Dalgas, U. (2013). Heat sensitive persons with multiple sclerosis are more tolerant to resistance exercise than to endurance exercise. *Multiple Sclerosis Journal, 19*(7), 932-940. doi:10.1177/1352458512463765
- Solari, A., Filippini, G., Gasco, P., Colla, L., Salmaggi, A., La Mantia, L., Farinotti, M., Eoli, M., & Mendozzi, L. (1999). Physical rehabilitation has a positive effect on disability in multiple sclerosis patients. *Neurology, 52*, 57-62.
- Summer, L. S., McCubbin, J. A. & Manns, P. J. (2000). The effects of resistance exercise on balance and gait speed in adults with multiple sclerosis. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 33*(5), S130.
- Taylor, N., Dodd, K., Prasad, D., & Denisenko, S. (2006). Progressive resistance exercise for people with multiple sclerosis. *Disability & Rehabilitation, 28*(18), 1119-1126. doi:10.1080/09638280500531834
- White, L. J., McCoy, S. C., Castellano, V., Gutiérrez, G., Stevens, J. E., Walter, G. A., & Vandeborne, K. (2004). Resistance training improves strength and functional capacity in persons with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis, 10*, 668-674. doi:10.1191/1352458504ms1088oa.
- World Health Organization - WHO. (1996). Geneva: Disponible en: www.who.int/mental_health/media/en/76.pdf
- Yang, F., Finlayson, M., Bethoux, F., Su, X., Dillon, L., & 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.