



*EFECTOS DE UN PROGRAMA COMBINADO DE
FUERZA Y EQUILIBRIO SOBRE LA MOVILIDAD
FUNCIONAL Y LA FATIGA PERCIBIDA EN
PACIENTES CON ESCLEROSIS MÚLTIPLE*

**MÁSTER EN ALTO RENDIMIENTO DEPORTIVO Y
SALUD**

TRABAJO DE FIN DE MASTER

2016/2017

Alicia López López

Tutor investigación
Dr. Francisco David Barbado Murillo.

1. Introducción

La esclerosis múltiple (EM) es una enfermedad inflamatoria crónica autoinmune del sistema nervioso central de origen multifactorial (Soyuer, Mirza & Erkorkmaz, 2006). La enfermedad suele aparecer entre los 20 y 40 años estimándose que su prevalencia sea de entre 20 y 150 casos por cada 100.000 personas (Finlayson, Peterson & Cho, 2006) principalmente mujeres en una relación de 3:1 respecto a los hombres (Compston & Coles, 2008). Se caracteriza por la presencia de múltiples placas de desmielinización distribuidas a lo largo del cerebro y la médula espinal (Compston & Coles, 2008), las cuales afectan a diversos sistemas como el vestibular o el sistema visual (Tomruk, Uz, Kara & Idiman, 2016). La EM conlleva multitud de síntomas asociados, de los cuales la fatiga percibida así como la pérdida de equilibrio son de los considerados más importantes, tanto por su alta prevalencia como porque suponen un grave impedimento para la realización de actividades de la vida diaria (Heine, van de Port, Rietberg, van Wegen & Kwakkel, 2015; Finlayson et al., 2006; Nilsagard, Koch, Nilsson & Forsberg, 2014; Forsberg, Koch & Nilsagard, 2016).

El deterioro del equilibrio y de la marcha es uno de los signos auto-percibidos por los pacientes de EM como más incapacitantes para el desempeño diario (Gunn, Markevics, Haas, Marsden & Freemn, 2015; Monjezi, Negahban, Takali, Yadollahpour & Majdinasab, 2016). Esta pérdida de funcionalidad es debida a la aparición de diversos factores neuromusculares asociados a la inflamación, desmielinización y destrucción del sistema nervioso central (SNC), tales como la debilidad muscular y espasticidad, así como el deterioro visual y somato-sensorial (Cattaneo et al., 2002). La dificultad para mantener el equilibrio supone un aumento de las caídas cuya prevalencia está entre el 52 – 55 % en esta población (Finlayson et al., 2006). Este hecho supone, por un lado, un aumento del coste sanitario, y por otro, una pérdida de calidad de vida por parte del

paciente (Coote, Hogan & Franklin, 2013). Siguiendo esta línea, y como afirma Davies et al. (2016), la movilidad, así como el control postural son fundamentales para la realización óptima de las actividades de la vida diaria, siendo objetivo prioritario en las distintas terapias farmacológicas y no farmacológicas propuestas. De entre estas últimas destacan los programas de acondicionamiento físico los cuales han demostrado su efectividad para la mejora del equilibrio. En el meta-análisis realizado por Gunn, Markevics, Haas Marsden & Freeman (2015) se analizó la efectividad de diferentes programas de entrenamiento para reducir las caídas y mejorar el equilibrio, observándose lógicamente que aquellos programas basados principalmente en la realización de ejercicios de equilibrio y tareas funcionales tenían unos efectos superiores en comparación a otras metodologías (fuerza, resistencia aeróbica, etc.). Por tanto, este tipo de entrenamiento es el considerado como el más beneficioso para la reducción de caídas y la mejora del equilibrio en personas con EM. Sin embargo, diversos autores han indicado que el entrenamiento de fuerza puede ser utilizado como un medio complementario eficaz para mejorar el equilibrio (Broekmans et al., 2010; Monjezi et al., 2016); especialmente cuando se realiza a máxima velocidad (Medina Pérez et al., 2016). Tal como se ha observado en otras poblaciones, como en ancianos (Rice & Keogh, 2009). Si bien los efectos de este tipo de entrenamientos sobre el equilibrio no son tan grandes como los observados en programas de entrenamiento específicos, muestran efectos positivos (Broekmans et al., 2010; Monjezi et al., 2016). Por tanto, tal como se ha constatado en otras poblaciones como en personas mayores (Churchward et al., 2015), el entrenamiento de la fuerza combinado con el de equilibrio puede ser una herramienta complementaria eficaz para incrementar en mayor medida las mejoras en capacidad funcional provocadas por los entrenamientos específicos de equilibrio (Churchward et al., 2015). Sin embargo, bajo nuestro conocimiento, los

programas de entrenamientos mixtos que combinen ambas metodologías (fuerza y equilibrio) han sido poco explorados.

La fatiga es, junto al equilibrio, el signo más común en pacientes con EM y también uno de los más incapacitantes (Zajicek et al., 2010). Se ha identificado como el principal factor que produce el cese laboral en personas con EM (Pilutti, Greenlee, Motl Nickrent & Petruzzello, 2013). Es, por tanto, un factor clave para lograr una mejora en la calidad de vida. En la literatura, las intervenciones no farmacológicas llevadas a cabo para mitigar este efecto son diversas de entre las que destaca nuevamente las terapias físicas como una herramienta eficaz (Asano, & Finlayson, 2014). Sin embargo, actualmente son diversas las terapias físicas llevadas a cabo con este objetivo sin que haya un consenso claro acerca de cuál de ellas es la mejor. Según el meta-análisis realizado por Heine et al. (2015), se llega a la conclusión de que el efecto de la actividad física sobre la fatiga depende del tipo de ejercicio realizado; mostrándose ligeramente superiores los entrenamientos de resistencia aeróbica frente a los de fuerza. No obstante, se reseña que esta evidencia puede estar sesgada por la escasez de literatura referente al entrenamiento de fuerza, tal como se afirma también en el meta-análisis realizado por Cruickshank, Reyes & Ziman (2015). A la luz de este meta-análisis, se puede extraer la conclusión de que el entrenamiento de fuerza parece mejorar la percepción de la fatiga y reducir la debilidad muscular, que a su vez es uno de los factores que influyen en el deterioro del control postural y en la capacidad funcional. Además, el entrenamiento de fuerza aumenta en menor medida la temperatura corporal en los pacientes de EM que el entrenamiento de resistencia aeróbica. El incremento de la temperatura corporal influye de forma negativa en esta población debido al síntoma de Uhthoff, el cual puede provocar la exacerbación de los síntomas que presenta el paciente de EM (Crompton & Coles, 2008). A pesar de la eficacia que presentan los programas de fuerzas sobre la

fatiga percibida (Cruickshank et al., 2015; Dodd et al., 2011; Hayes, Gappmaier & LaStayo, 2011), aún existen pocos estudios que permitan inferir que metodologías de entrenamiento de la fuerza son las más adecuadas para la reducción de la percepción de fatiga en personas con EM. De entre las metodologías de fuerza para la mejora de la fatiga percibida, un estudio exploratorio reciente (Kierkegaard et al., 2016) destaca la necesidad de aplicar cargas cercanas a la máxima capacidad del paciente (una repetición máxima – 1RM) como el mejor medio para mejorar dicho síntoma. Concretamente, en este estudio se observó cómo un entrenamiento de alta intensidad (80% de 1RM) redujo en gran medida los niveles de citoquinas en sangre (menor respuesta inflamatoria) el cual estuvo asociado a una gran reducción de la fatiga percibida. A pesar de estos hallazgos, aún no existen evidencias suficientes que permitan identificar esta metodología de entrenamiento como el mejor medio para mejorar la fatiga percibida.

Por tanto, en base a las carencias presentadas, el objetivo del presente trabajo fue analizar los efectos de un programa anual de entrenamiento combinado de fuerza máxima y equilibrio sobre la capacidad funcional y la fatiga percibida.

2. Método.

2.1. Participantes.

El presente estudio fue publicitado en las asociaciones de Esclerosis Múltiple de Elche (AEMEC) y de Alicante (ADEMA). 32 personas aceptaron participar, las cuales fueron divididos en base a su disponibilidad para realizar la intervención en dos grupos: un grupo de intervención (n=20) y un grupo control (n=15). La edad media de los sujetos fue de $45,31 \pm 8,9$, siendo mujeres 28 y varones 4. Todos los participantes en el estudio habían sido diagnosticados de EM con anterioridad por un neurólogo. Además, criterios de inclusión fueron: personas con Expanded Disability Status Scale (EDSS) \leq

4, que fueran capaces de andar durante 6 minutos con o sin ayuda auxiliar. Los criterios de exclusión fueron estado de embarazo, que los sujetos padecieran una lesión osteoarticular y persona que no estuvieran libres de exacerbación de síntomas por lo menos 3 meses. Todos los sujetos firmaron un formulario de consentimiento informado. Además, el presente trabajo junto con el consentimiento informado firmado por los participantes, fue aprobado por el Órgano Evaluador de Proyectos de la Universidad Miguel Hernández de Elche.

Tabla 1. Datos descriptivos de la muestra [media (desviación típica)].

	Intervención	Control	<i>p</i>
EDSS	2.74 (0.86)	2.04 (1.22)	0.066
Edad	45.11 (8.88)	45.62 (8.97)	0.875
Peso	63.56 (7.63)	64.60 (10.24)	0.744
Altura	163.03 (8.75)	162.03 (8.49)	0.751
Caídas	0.21 (0.63)	0.85 (2.76)	0.338

EDSS: Expanded Disability Status Scale; *p*: nivel de significación.

2.2. Diseño.

Previamente a realizar el entrenamiento, se evaluó a todos los participantes del estudio. Tras realizar las evaluaciones pertinentes, se procedió a dar comienzo al entrenamiento, el cual tuvo una duración de 20 semanas realizadas entre noviembre de 2016 y mayo de 2017, a razón de dos sesiones de 1 hora y 30 minutos de duración por semana. El entrenamiento constaba de 3 partes.

Entrenamiento de fuerza: se llevaron a cabo 6 ejercicios de los principales grupos musculares realizados en máquinas guiadas (“*leg extensión*”, “*leg curl*”, “*jalón polea*”, “*chest press*”, “*squat en prensa*” y “*calf raise en prensa*”). Los ejercicios de tren inferior se realizaron de forma unilateral en todos los ejercicios. La intensidad del entrenamiento de fuerza fue incrementándose progresivamente, comenzando en el 40% RM (repetición máxima) hasta llegar al 90% de 1 RM en la fase final. Para la

movilización de las cargas, los participantes recibieron la premisa de movilizarlas siempre a la máxima velocidad. Los participantes realizaron 2 series de cada grupo muscular, con un número total de repeticiones calculado como el 50% (Izquierdo et al., 2006) de las máximas posibles a realizar calculado según Bryzcki (1993) para cada porcentaje de carga. Para poder determinar la carga del entrenamiento de fuerza, se realizó el test de 1 repetición máxima (1RM) para cada ejercicio de cada participante.

Entrenamiento de estabilidad: se llevaron a cabo 3 modalidades de ejercicios divididos en ejercicios de: 1) equilibrio estático; 2) equilibrio dinámico y 3) equilibrio con demanda moderada de fuerza (zancada y sentadillas una pierna). Todos los ejercicios de equilibrio fueron individualizados en función de los participantes. Se realizaron dos series de 30 s para cada pierna en cada uno de los ejercicios.

Entrenamiento de estabilidad del tronco: el entrenamiento del tronco se basó en cuatro ejercicios diferentes con objeto de incidir en la musculatura extensora, flexora, rotadora e inclinadora del tronco (puente frontal, puente lateral, puente dorsal y “bird-dog”). Nuevamente, cada ejercicio fue individualizado en función de las características del participante, realizando dos series de 20 segundos en cada ejercicio.

Esta estructura de sesión se mantuvo constante durante todo el programa. En el calentamiento, los sujetos realizaban 10 minutos en bicicleta estática o en cinta a una intensidad baja (escala de Borg 4-5). Después, se procedía a realizar la parte principal, la cual a su vez estaba dividida en tres partes: primero entrenamiento de fuerza, en segundo lugar, entrenamiento de equilibrio y posteriormente entrenamiento de estabilidad del tronco. Por último, los sujetos realizaban una vuelta a la calma basada en estiramientos. Las sesiones estaban dirigidas por 2 profesionales de las ciencias del deporte y un fisioterapeuta.

2.3. Instrumental.

Con el objetivo de optimizar el entrenamiento, así como de evaluar las distintas variables a estudio, se realizaron distintos tipos de test, los cuales se dividen en dos bloques: capacidad funcional y fatiga.

Con el objetivo de valorar la capacidad funcional de los participantes, se realizaron tres test validados por la literatura. La capacidad funcional fue medida con el test *Timed Up & Go Test* (TUG) que es un test que ha sido validado para personas con esclerosis múltiple, tal y como se describe en Carling, Forsberg, Gunnarson & Nilsagard (2016). El sujeto debe levantarse de una silla, caminar tres metros, girar sobre un punto establecido y volver al punto de partida, volviendo a sentarse en la silla, momento donde se para el cronómetro. La resistencia aeróbica fue medida con el test *6-minute walk test* (6MWT), este test ha sido validado para medir la resistencia aeróbica en personas con esclerosis múltiple, y cuantifica la distancia recorrida durante 6 minutos. Previamente a la realización del test, los participantes fueron informados de que debían desplazarse (andando o corriendo) tan rápido como fuera posible (Gijbels, 2010). Con el fin de medir el rendimiento andando, se realizó el test 25 Foot Walk Test (T25FW), en el cual se le solicita al paciente que camine hasta una marca situada a 25 pasos (7,625 metros) tan rápidamente como pueda. El test se realizó dos veces anotándose el mejor tiempo en segundos con dos decimales de precisión (Kjohlhede et al., 2015).

Con el objetivo de medir la percepción de fatiga que tenían los participantes, se procedió a suministrar dos cuestionarios a los participantes, los cuáles rellenaban antes de comenzar la sesión con el fin de que la percepción de fatiga no se viera afectada por el cansancio propio de la sesión de entrenamiento. Los cuestionarios fueron: *Modified Fatigue Impact Scale* (MFIS), que es un cuestionario que posee 21 ítems y refleja la

sensación de fatiga percibida a nivel físico, psicosocial y cognitivo en las últimas 4 semanas a su realización (Tomruk, Zahid, Kara & Idiman, 2016). El segundo cuestionario fue *Fatigue Severiry Scale* (FSS), el cual contiene 9 ítems sobre aspectos de la fatiga y de cómo esta afecta la capacidad funcional diaria de las personas con esclerosis múltiple (Ayache & Calah, 2017).

Ambos cuestionarios han sido validados por la literatura como escalas fiables para cuantificar la percepción de fatiga en pacientes con esclerosis múltiple.

2.4. Análisis.

Se calcularon los datos estadísticos de todas las variables presentadas (test de 1 RM, TUG, T25FW, 6MWT, FSS y MFIS). Además, con objeto de analizar si los datos cumplían con el supuesto de normalidad se realizó una prueba de Kolmogorov-Smimoff con la corrección de Lilliefors. Posteriormente, se realizó una prueba ANOVA mixto para todas las variables, siendo el factor intra-sujeto la *medición* (dos niveles: pre-test y post-test) y el factor inter-sujeto *grupo* (dos niveles: control e intervención). Para las comparaciones múltiples “post-hoc” se utilizó el ajuste de Bonferroni con la corrección de Lilliefors.

Con objeto de observar si un mayor incremento en la fuerza tras el entrenamiento (Test de 1RM) estuvo asociado a una mejora en el resto de variables se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson. Los valores de correlación fueron categorizados como se detalla a continuación: muy alto (0.90 – 1.00), alto (0.70 – 0.89), moderado (0.50 – 0.69) bajo (0.30 – 0.49) y sin correlación (< 0.30) (Hinkle, Wiersma, & Jurs, 2003)

Los análisis estadísticos se realizaron con el programa SPSS package (versión 21, SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

Referencias Bibliográficas

- Asano, M., & Finlayson, M. L. (2014). Meta-analysis of three different types of fatigue management interventions for people with multiple sclerosis: exercise, education, and medication. *Multiple sclerosis international*, 2014.
- Ayache, S. S., & Chalah, M. A. (2017). Fatigue in multiple sclerosis—Insights into evaluation and management. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*.
- Brzycki, M. (1993). Strength testing—predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 64(1), 88-90.
- Carling, A., Forsberg, A., Gunnarsson, M., & Nilsagård, Y. (2016). CoDuSe group exercise programme improves balance and reduces falls in people with multiple sclerosis: A multi-centre, randomized, controlled pilot study. *Multiple Sclerosis Journal*.
- Cattaneo, D., De Nuzzo, C., Fascia, T., Macalli, M., Pisoni, I., & Cardini, R. (2002). Risks of falls in subjects with multiple sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 83(6), 864-867.
- Churchward-Venne, T. A., Tieland, M., Verdijk, L. B., Leenders, M., Dirks, M. L., de Groot, L. C., & van Loon, L. J. (2015). There are no nonresponders to resistance-type exercise training in older men and women. *Journal of the American Medical Directors Association*, 16(5), 400-411.
- Compston, A., & Coles, A. (2008). Multiple sclerosis. *Lancet*, 372(9648), 1502-1517.
- Coote, S., Hogan, N., & Franklin, S. (2013). Falls in people with multiple sclerosis who use a walking aid: prevalence, factors, and effect of strength and balance interventions. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 94(4), 616-621.
- 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.

- Dalgas, U., Stenager, E., Jakobsen, J., Petersen, T., Hansen, H. J., Knudsen, C., ... & Ingemann-Hansen, T. (2010). Fatigue, mood and quality of life improve in MS patients after progressive resistance training. *Multiple Sclerosis Journal*, *16*(4), 480-490.
- Davies, B. L., Arpin, D. J., Liu, M., Reelfs, H., Volkman, K. G., Healey, K., ... & Kurz, M. J. (2016). Two Different Types of High-Frequency Physical Therapy Promote Improvements in the Balance and Mobility of Persons With Multiple Sclerosis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *97*(12), 2095-2101.
- Dodd, K. J., Taylor, N. F., 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.
- Finlayson, M. L., Peterson, E. W., & Cho, C. C. (2006). Risk factors for falling among people aged 45 to 90 years with multiple sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, *87*(9), 1274-1279.
- Forsberg, A., von Koch, L., & Nilsagård, Y. (2016). Effects on Balance and Walking with the CoDuSe Balance Exercise Program in People with Multiple Sclerosis: A Multicenter Randomized Controlled Trial. *Multiple Sclerosis International*, 2016.
- Gunn, H., Markevics, S., Haas, B., Marsden, J., & Freeman, J. (2015). Systematic review: The effectiveness of interventions to reduce falls and improve balance in adults with multiple sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, *96*(10), 1898-1912.
- Hayes, H. A., Gappmaier, E., & LaStayo, P. C. (2011). Effects of high-intensity resistance training on strength, mobility, balance, and fatigue in individuals with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, *35*(1), 2-10.
- Heine, M., van de Port, I., Rietberg, M. B., van Wegen, E. E., & Kwakkel, G. (2015). Exercise therapy for fatigue in multiple sclerosis. *The Cochrane Library*.

- Hinkle, Wiersma, & Jurs (2003). *Applied Statistics for the Behavioral Sciences* (5th ed.).
- Izquierdo, M., Ibanez, J., González-Badillo, J. J., Häkkinen, K., Ratamess, N. A., Kraemer, W. J. & Gorostiaga, E. M. (2006). Differential effects of strength training leading to failure versus not to failure on hormonal responses, strength, and muscle power gains. *Journal of Applied Physiology*, *100*(5), 1647-1656.
- Kierkegaard, M., Lundberg, I. E., Olsson, T., Johansson, S., Ygberg, S., Opava, C. & Piehl, F. (2016). High-intensity resistance training in multiple sclerosis—An exploratory study of effects on immune markers in blood and cerebrospinal fluid, and on mood, fatigue, health-related quality of life, muscle strength, walking and cognition. *Journal of the neurological sciences*, *362*, 251-257.
- Kjølhede, T., Vissing, K., Langeskov-Christensen, D., Stenager, E., Petersen, T., & Dalgas, U. (2015). Relationship between muscle strength parameters and functional capacity in persons with mild to moderate degree multiple sclerosis. *Multiple sclerosis and related disorders*, *4*(2), 151-158.
- Medina-Perez, C., de Souza-Teixeira, F., Fernandez-Gonzalo, R., Hernandez-Murua, J. A., & de Paz-Fernandez, J. A. (2016). Effects of high-speed power training on muscle strength and power in patients with multiple sclerosis. *Journal of rehabilitation research and development*, *53*(3), 359-368.
- Monjezi, S., Negahban, H., Tajali, S., Yadollahpour, N., & Majdinasab, N. (2016). Effects of dual-task balance training on postural performance in patients with Multiple Sclerosis: A double-blind, randomized controlled pilot trial. *Clinical rehabilitation*, 0269215516639735.
- Nilsagård, Y. E., von Koch, L. K., Nilsson, M., & Forsberg, A. S. (2014). Balance exercise program reduced falls in people with multiple sclerosis: a single-group, pretest-posttest trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, *95*(12), 2428-2434.
- Pilutti, L. A., Greenlee, T. A., Motl, R. W., Nickrent, M. S., & Petruzzello, S. J. (2013). Effects of exercise training on fatigue in multiple sclerosis: a meta-analysis. *Psychosomatic medicine*, *75*(6), 575-580.

- 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.
- Soyuer, F., Mirza, M., & Erkorkmaz, Ü. (2006). Balance performance in three forms of multiple sclerosis. *Neurological research*, 28(5), 555-562.
- Tarakci, E., Yeldan, I., Huseyinsinoglu, B. E., Zenginler, Y., & Eraksoy, M. (2013). Group exercise training for balance, functional status, spasticity, fatigue and quality of life in multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*, 27(9), 813-822.
- Tomruk, M. S., Uz, M. Z., Kara, B., & İdiman, E. (2016). Effects of Pilates exercises on sensory interaction, postural control and fatigue in patients with multiple sclerosis. *Multiple sclerosis and related disorders*, 7, 70-73.
- Tomruk, M. S., Uz, M. Z., Kara, B., & İdiman, E. (2016). Effects of Pilates exercises on sensory interaction, postural control and fatigue in patients with multiple sclerosis. *Multiple sclerosis and related disorders*, 7, 70-73.

