



Diseño de un protocolo de medición del tren inferior en personas con esclerosis múltiple para realizar un entrenamiento de potencia

Tutor investigación:

Raúl Reina Vaillo

Tutor profesional:

Francisco Vera García

Cotutor:

Ramón Jesús Gómez Illan

Alumno:

David Heredero Gómez

Introducción

La Esclerosis Múltiple (EM) es una enfermedad autoinmune e inflamatoria del sistema nervioso central (SNC) (1–8) que afecta prioritariamente a jóvenes de edades comprendidas entre los 20 y los 40 años y en mayor proporción a las mujeres, con una proporción de 2-3:1 (4,6,7,9). Un estudio reciente puede explicar esta prevalencia en las mujeres, debido a que el cerebro de las mismas contiene mayor cantidad de una proteína sphingosine-1-phosphate receptor 2 (S1PR2), cuya función es regular la permeabilidad vascular de los órganos periféricos (10) por lo que a mayor permeabilidad, mayor entrada del sistema inmune y por lo tanto mayor inflamación y destrucción de la mielina. La EM es una enfermedad clínica y patológica compleja y heterogénea de etiología desconocida en el SNC (11). Esto afecta a la conductividad de los impulsos nerviosos a lo largo de las fibras nerviosas (axones) y se caracteriza por una disminución de fuerza y función muscular principalmente en el tren inferior que produce un descenso de la capacidad de caminar en pacientes con EM (7,8). Otros síntomas característicos en esta enfermedad y limitantes de la actividad son la fatiga, espasticidad, problemas de equilibrio, problemas de coordinación (6) debilidad muscular, dificultad para hablar, doble visión, pérdida de visión, disminución de la capacidad cognitiva y parálisis (12).

Además de todos estos problemas, la enfermedad puede inducir al sedentarismo por la sintomatología (12). Este estilo de vida está fuertemente asociado con la morbilidad y mortalidad en sujetos saludables, porque incrementa el riesgo de desarrollar enfermedades músculo esqueléticas (7) y problemas de enfermedad cardiovascular, diabetes tipo 2, osteoporosis, (13,14); obesidad, cáncer, y fatiga que repercute en una disminución de la capacidad aeróbica, fuerza muscular e incremento de la atrofia muscular, (14).

Se pueden diferenciar 4 tipos de esclerosis múltiple: 1) Remitente-recurrente, afecta al 75% y se caracteriza por claros brotes y recuperaciones, 2) Progresiva- primaria, afecta al 10-15% de los diagnosticados y se caracteriza por un empeoramiento progresivo, sin ser capaces de diferenciar los brotes de la recuperación, 3) Progresiva-secundaria, suele afectar a los sujetos que inicialmente tienen Remitente-recurrente y a partir de los 10 años de enfermedad incrementan los niveles de discapacidad entre brotes, 4) Progresiva-recidivante, es la forma más atípica en la que hay una progresión desde el su comienzo y a diferencia de la Progresiva-primaria es que los periodos entre brotes hay una progresión continua y 5) Benigna, que se caracteriza por una recaída inicial y posiblemente sólo un brote adicional con una recuperación completa (9)

En cuanto a la práctica de actividad física, cabe resaltar que la práctica de la misma no aumenta el riesgo de padecer brotes –exarcebación de los síntomas incapacitantes- en pacientes con EM (15) Entre las mejoras producidas por el ejercicio destacar que el entrenamiento de resistencia produce cambios en la

capacidad aeróbica, capacidad de caminar y la calidad de vida (16). El entrenamiento de fuerza sin embargo mejora la capacidad en producción de fuerza, la capacidad funcional (15,16), reducción de la fatiga (19), humor y estado de ánimo que mejora la calidad de vida (13). Otro factor importante es que el entrenamiento de fuerza aumenta en menor medida la temperatura corporal (20) frente al de resistencia, lo que hace que los pacientes lo toleren mejor.

Numerosos estudios han trabajado la fuerza realizando progresiones de un 20% hasta un 80% de 1RM (21,22), entrenamiento en casa (6,13,14) bandas elásticas (22), pero muy pocos estudios han basado el entrenamiento donde se producen adaptaciones neuronales (20,18,7). Medina et al. (2014) muestran que después de un entrenamiento de potencia seguido de un periodo de no entrenamiento se mantiene constante la potencia muscular asociado a los mecanismos neuronales.

La posibilidad que permite este entrenamiento es que después de haber sufrido un brote, la potencia muscular se ha mantenido y por lo tanto el paciente tendrá menos problemas para recuperarse y desempeñar las actividades de la vida diaria. Por este motivo en el presente estudio piloto se realizó un test para calcular la fuerza máxima del tren inferior para posteriormente realizar un entrenamiento basado en el mantenimiento de la potencia.

La gran mayoría de los estudios realizados tanto de entrenamiento de fuerza como de resistencia han aplicado test funcionales Timed Up and Go (TUG) (3) y Timed 25 Foot Walk (T25FW) (24) para medir la capacidad del sujeto en la marcha y estabilidad. (3,6,8,24)

El presente trabajo consiste en la realización de un estudio piloto incluido en la línea de investigación sobre EM y actividad física del Centro de Investigación Deportiva (CID) de la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH). El mismo constará de una serie de pruebas, con el fin de medir la fuerza del tren inferior y la capacidad funcional de los participantes.

Además se llevaron a cabo dos test funcionales Timed 25 Foot Walk (T25FW) (24) y Timed Up and GO (TUG) (3) utilizados en estudios previos y en consulta médica para determinar si hay problemas en la marcha y la estabilidad dinámica. Por último los participantes realizaron el cuestionario (FSS) (25), y MFIS(26) para determinar su nivel de fatiga y el MSQO-54 (27) para determinar su nivel de calidad de vida. Además, y con el fin de controlar la fatiga producida por las pruebas al finalizar cada ejercicio se pasará a los participantes un cuestionario de la percepción del esfuerzo (RPE) (28).

El objetivo de este estudio es determinar si los participantes son capaces de realizar sentadillas para prescribir un entrenamiento de potencia en el tren

inferior y si el entrenamiento provoca una mejora en la capacidad funcional y calidad de vida.

Método

Participantes

Los participantes fueron pacientes del Hospital General Universitario de Elche ($N = 2$). El sujeto 01 padece EM remitente-recurrente (EMRR) con EDSS 1,5; el segundo EM de tipo progresiva-secundaria (EMSP) con EDSS 6. La evaluación de la discapacidad se realizó con la Expanded Disability Status Scale (EDSS) (29); 0 es asintomático y 10 es fallecimiento por EM. Esta escala evalúa 8 sistemas funcionales que permite a los neurólogos asignar un nivel del sistema funcional a cada uno de ellos.

Los criterios de inclusión fueron, estar diagnosticado de esclerosis múltiple por un neurólogo, tener capacidad de realizar una sentadilla y capacidad de caminar con o sin ayuda. Los participantes fueron informados de los riesgos y beneficios derivados de la intervención. El estudio piloto, pertenece a la línea de investigación de EM y actividad física del CID; aprobado por el Órgano Evaluador de Proyectos de la UMH, de acuerdo con la declaración de Helsinki.

Tabla 1. *Descriptivo de la muestra.*

Sujeto	Edad	Talla	Peso	Años patología	EDSS
S01	49	165	77	6	6
S02	38	157	49	14	1,5

Nota: S01= sujeto 01, S02 = sujeto 02.

Instrumentos

Fuerza dinámica. La fuerza dinámica se evaluó en las instalaciones de la Universidad Miguel Hernández (Elche) en una maquina Smith (Multipower Selection; Technogym, Gambettola, Italia) y consistió en realizar un test de 1RM del tren inferior (media sentadilla) con un dinamómetro isoinercial (T-Force Dynamic Measurement System®), modelo TF-100, fabricado por Ergotech System Murcia (España) (7).

Antes de iniciar el protocolo de sentadillas el participante realizó un calentamiento específico del tren inferior de 5 minutos en cicloergómetro (Technogym Bike Med, Technogym USA Corp., Seattle, WA) y 10 repeticiones sin carga adicional con elementos de seguridad. Una vez realizado el calentamiento se registró el ejercicio con un dinamómetro isoinercial. Nuestro protocolo se basó en realizar 3 series de 3 repeticiones con el fin de provocar

fatiga acumulada en los participantes. Después de cada serie los participantes descansaron 3 min antes de iniciar el ejercicio.

Fuerza isométrica máxima (FIM). Se realizaron dos protocolos de medición: uno para el tren superior y otro para el tren inferior. El protocolo para el tren superior se realizó desde posición anatómica con los brazos extendidos con un dinamómetro manual (Hydraulic Hand Dynamometer, Model SH5001) cuya duración fue de 5 segundos. Primero se realizó las pruebas con la mano dominante (3 repeticiones máximas) y después con la mano no dominante con un periodo de recuperación de 30 segundos. El protocolo del tren inferior se realizó tumbado decúbito supino en una camilla para evaluar la musculatura abductora y aductora del tren inferior con un dinamómetro digital (Manual Muscle Tester, Modelo 01165). Primero se realizaron las pruebas de abducción con la pierna dominante (progresivo, 80%, 100% y 100%) y después con la pierna no dominante con un periodo de recuperación de 30 segundos. Una vez terminada la prueba de abductor se evaluó de la misma forma la musculatura aductora. Se seleccionó la mayor puntuación alcanzada en cada test.

Capacidad funcional. Los test funcionales utilizados en el estudio piloto fueron el Timed 25 Foot Walk (T25FW) (24) con un ICC de 0,96 (30) y el Timed Up & Go (TUG) (3) con un ICC de 0,99 (3) validados para el uso con personas con EM. Cada test se realizó 3 veces. El primer intento fue de prueba para que los participantes practicasen y con los siguientes se calculó la media.

Ratio de Percepción del Esfuerzo (RPE) (28). La escala de Borg de 15 puntos fue utilizada al finalizar las pruebas funcionales TUG (3)(3)(3) y T25FW, test de fuerza máxima isométricos y también al finalizar el protocolo de potencia para estimar el 1RM del participante a través de un dinamómetro isoinercial. Al finalizar el ejercicio se preguntó a cada participante cómo de intenso o costoso fue el ejercicio en concreto. El participante indicó su percepción de esfuerzo en base a una escala Likert con valores de 6 (nada o inapreciable) a 20 (extremadamente duro).

Fatiga. Se evaluó la fatiga percibida de los pacientes de la última semana con las escalas Fatigue Severity Scale (FSS) y la fatiga percibida del último mes con la escala Modified Fatigue Impact Scale (MFIS). La FSS es un método de evaluación de la fatiga percibida en pacientes con EM y otras patologías como el lupus eritematoso sistémico (25). La FSS se compone de nueve estados relacionados con la percepción subjetiva de la fatiga y actividades de la vida diaria utilizando una escala Likert de 0 a 7; 0 desacuerdo y 7 de acuerdo. La FSS ha sido validada para su uso en pacientes con EM, donde la escala demostró una alta consistencia interna, con un alfa de Cronbach de 0,81 (25). El MFIS (26) es una forma modificada del cuestionario FIS. La escala evalúa el efecto de la fatiga en términos físicos, cognitivos y psicosociales con 21 ítems. La MFIS ha sido validada para pacientes con EM con un alfa de Cronbach para

el desarrollo físico, cognitivo y subescalas psicosociales de 0,88; 0,92 y 0,65 respectivamente (26).

Calidad de vida (MSQOL-54). Cuestionario específico para población con EM (27) que mide aspectos físicos, emocionales, dolor, percepción de salud, función social función cognitiva, alteración de la salud, calidad de vida en general y la función sexual.

Procedimiento

El presente estudio piloto no contempla todas las variables a medir del proyecto realizado en la UMH dentro de la línea de investigación “Efectos de un programa de entrenamiento de la fuerza y la estabilidad de core sobre la calidad de vida, las actividades de la vida diaria y la fatiga percibida en pacientes con esclerosis múltiple”. El protocolo del estudio se desarrolla en cuatro estaciones: la primera estación en la que se evalúan las medidas antropométricas; segunda en la que se mide la estabilidad del tronco en asiento inestable con plataforma de contacto (Kistler, Suiza, Modelo 9286AA), la tercera en la que realizan los test funcionales TUG (3) y T25FW (24), la cuarta que evalúa la estabilidad general con una plataforma de contacto (Kistler, Suiza, Modelo 9286AA), y los test de fuerza máxima isométrica en el tren inferior con un dinamómetro digital (Manual Muscle Tester, Modelo 01165) y el tren superior con un dinamómetro manual (Hydraulic Hand Dynamometer, Model SH5001) y la quinta en la que se realiza un test RM con un dinamómetro isoercial (T-Force Dynamic Measurement System®, modelo TF-100, fabricado por Ergotech System Murcia, España) (7).

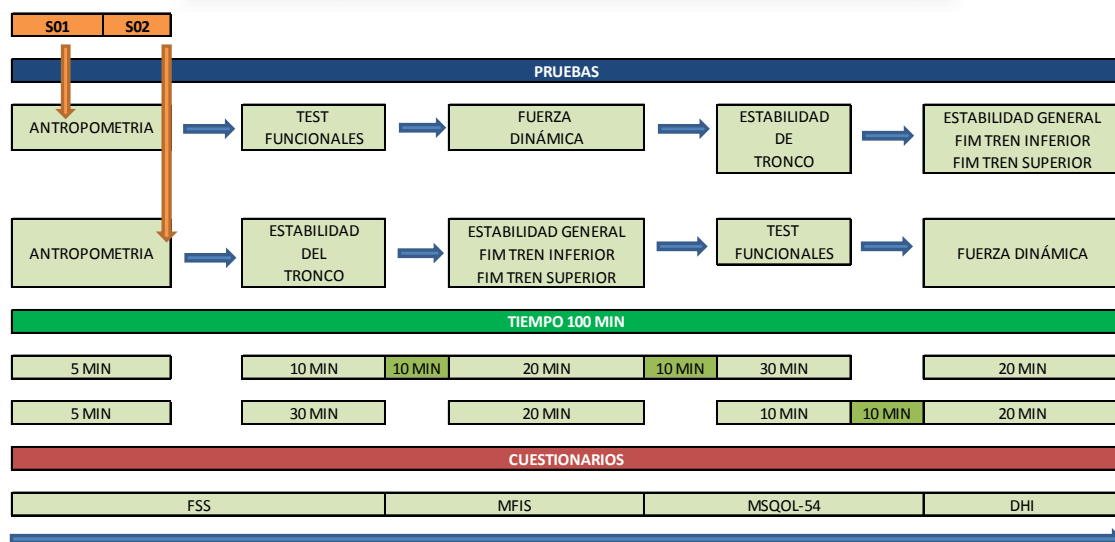


Figura 2. Estaciones de registro del proyecto EM.

Análisis de datos

Los datos fueron analizados utilizando Microsoft Excel v. 2010. Los resultados obtenidos en las pruebas de fuerza dinámica e isométrica se consideraron el peso del paciente y los test funcionales fueron analizados por el tiempo. En todas las pruebas se consideraron la puntuación EDSS y los años de patología de los pacientes.



1. Surakka J, Public N, Romberg A, Ruutiainen J, Neurological M. Assessment of muscle strength and motor fatigue with a knee dynamometer in subjects with multiple sclerosis : a new fatigue index. 2004; 63 (2): 1274-1279.
2. Yozbatiran N, Baskurt F, Baskurt Z, Ozakbas S, Idiman E. Motor assessment of upper extremity function and its relation with fatigue, cognitive function and quality of life in multiple sclerosis patients. *J Neurol Sci.* 2006;246(1-2):117–22.
3. Sciences PH, Programme P. Clinical relevance using timed walk tests and “ timed up and go ” testing in persons with Multiple Sclerosis. 2007;12(2):105–14.
4. Gallien P, Nicolas B, Robineau S, Pétrilli S, Houedakor J, Durufle a. Physical training and multiple sclerosis. *Ann Readapt Med Phys.* 2007;50(6):373–6
5. Understanding MS and Exercise A Fitness and Lifestyle Providers Guide. MS Society of Canada,2008.
6. DeBolt LS, McCubbin J a. The effects of home-based resistance exercise on balance, power, and mobility in adults with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85(2):290–7.
7. Medina-Perez C, de Souza-Teixeira F, Fernandez-Gonzalo R, de Paz-Fernandez JA. Effects of a resistance training program and subsequent detraining on muscle strength and muscle power in multiple sclerosis patients. *NeuroRehabilitation.* 2014;34(3):523–30
8. Kjølhede T, Vissing K, Langeskov-Christensen D, Stenager E, Petersen T, Dalgas U. Relationship between muscle strength parameters and functional capacity in persons with mild to moderate degree multiple sclerosis. *Mult Scler Relat Disord.;* 2015;4 (2)151–8.
9. Yahia a, Ghroubi S, Mhiri C, Elleuch MH. Relationship between muscular strength, gait and postural parameters in multiple sclerosis. *Ann Phys Rehabil Med.* 2011;54(3):144–55.
10. Cruz-Orengo L, Daniels BP, Dorsey D, Basak SA, Grajales-Reyes JG, McCandless EE, et al. Enhanced sphingosine-1-phosphate receptor 2 expression underlies female CNS autoimmunity susceptibility. *J Clin Invest.* 2014;124(6):2571–84.
11. Dalgas U, Stenager E, Lund C, Rasmussen C, Petersen T, Sørensen H, et al. Neural drive increases following resistance training in patients with multiple sclerosis. *J Neurol.* 2013;260(7):1822–32.
12. Latimer-Cheung AE, Martin Ginis K a, Hicks AL, Motl RW, Pilutti L a, Duggan M, et al. Development of evidence-informed physical activity guidelines for adults with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2013;94(9):1829–36
13. Cooke G, Hospital M. Long-term benefits of exercising on quality of life and fatigue in multiple sclerosis patients with mild disability : a pilot study. 2008;206–14.

14. Sandoval AEG. Exercise in multiple sclerosis. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. Elsevier Inc; 2013;24(4):605–18.
15. Pilutti L a., Platta ME, Motl RW, Latimer-Cheung AE. The safety of exercise training in multiple sclerosis: A systematic review. *J Neurol Sci*. 2014;343(1-2):3–7.
16. Motl RW, Pilutti LA, Hubbard EA, Wetter NC, Sosnoff JJ, Sutton BP. NeuroImage : Clinical Cardiorespiratory fitness and its association with thalamic , hippocampal , and basal ganglia volumes in multiple sclerosis. *YNICL*. 2015;7:661–6.
17. Dalgas U, Stenager E, Jakobsen J, Petersen T, Hansen HJ, Knudsen C, et al. Resistance training improves muscle strength and functional capacity in multiple sclerosis. *Neurology*. 2009;73(18):1478–84.
18. De Souza-Teixeira F, Costilla S, Ayán C, García-López D, González-Gallego J, de Paz J a. Effects of resistance training in multiple sclerosis. *Int J Sports Med*. 2009;30(4):245–50.
19. Pilutti L a, Greenlee T a, Motl RW, Nickrent MS, Petruzzello SJ. Effects of exercise training on fatigue in multiple sclerosis: a meta-analysis. *Psychosom Med*. 2013;75(6):575–80.
20. Skjerbæk AG, Møller AB, Jensen E, Vissing K, Sørensen H, Nybo L, et al. Heat sensitive persons with multiple sclerosis are more tolerant to resistance exercise than to endurance exercise. *Mult Scler*. 2013;19(7):932–40.
21. Dalgas U, Stenager E, Lund C, Rasmussen C, Petersen T, Sørensen H, et al. Neural drive increases following resistance training in patients with multiple sclerosis. *J Neurol*. 2013;260(7):1822–32.
22. Impact MS, Impact MF, Inventory BD. Comparing endurance- and resistance-exercise training in people with multiple sclerosis : a randomized pilot study. 2011;25:14–24.
23. Fimland MS, Helgerud J, Gruber M, Leivseth G, Hoff J. Enhanced neural drive after maximal strength training in multiple sclerosis patients. *Eur J Appl Physiol*. 2010;110(2):435–43.
24. Balantrapu S, Sosnoff JJ, Pula JH, Sandroff BM, Motl RW. Leg spasticity and ambulation in multiple sclerosis. *Mult Scler Int*. 2014.
25. Krupp LB, Alvarez LA, LaRocca NG, Scheinberg LC. Fatigue in Multiple Sclerosis. 1988; 45 (4): 435-437.
26. Kos D, Kerckhofs E, Carrea I, Verza R, Ramos M, Jansa J. Evaluation of the Modified Fatigue Impact Scale in four different European countries. *Mult Scler*. 2005;11(1):76–80.
27. Aymerich M, Perkal H, Nos C, Porcel J, Berra S, Rajmil L. Adaptación al español del cuestionario específico MSQOL-54 para pacientes con esclerosis múltiple. *Neurología*. 2006; 21 (4):181–7.

28. Morishita S, Yamauchi S, Fujisawa C, Domen K. Physical Medicine & Rehabilitation Rating of Perceived Exertion for Quantification of the Intensity of Resistance Exercise. 2013;1(9):1–4.
29. Kurtzke JF. Rating neurologic impairment in multiple sclerosis : An expanded disability status scale (EDSS).Neurology. 1983;33(9):1444–53.
30. Kieseier BC, Pozzilli C. Assessing walking disability in multiple sclerosis. Mult Scler J. 2012;18(7):914–24.

