

Efectos del entrenamiento de fuerza en personas con Esclerosis Múltiple: revisión literaria

Cadilla-Acevedo Tecla María¹ | González-González Yoana¹ | Alonso-Calvete Alejandra^{✉1,2}
Da Cuña-Carrera Iria¹

1. Facultad de Fisioterapia, Universidad de Vigo. Campus A Xunqueira s/n 36005, Pontevedra, España.
2. Grupo de Investigación en Rendimiento, Motricidad, Salvamento y Socorrismo (REMOSS). Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte. Universidad de Vigo. Campus A Xunqueira s/n 36005, Pontevedra, España.

Correspondencia

Alejandra Alonso Calvete.
Facultad de Fisioterapia. Universidad de Vigo. Campus A Xunqueira s/n 36005, Pontevedra, España.

✉ alejalonso@uvigo.es

Resumen

Introducción: La esclerosis múltiple (EM) es la causa de discapacidad neurológica no traumática más frecuente en población joven. Su tratamiento rehabilitador se centra en mejorar los síntomas y restablecer la funcionalidad. Uno de los métodos de rehabilitación estudiados recientemente es el trabajo de la fuerza muscular, simultáneo con ejercicios de equilibrio, mejora de la marcha y coordinación. El objetivo de esta revisión es analizar la aplicación de dichos programas de entrenamiento en sujetos con EM.

Métodos: En febrero de 2020 se consultaron las bases de datos CINAHL y Medline, utilizando los descriptores MeSH "multiple sclerosis" y "resistance training". La búsqueda arrojó 89 resultados, de los cuales se analizaron 17 estudios que se adaptaban al objetivo de revisión.

Resultados: Se analizaron los efectos de programas de entrenamiento aislado de la fuerza mediante protocolos de alta intensidad aeróbicos continuos o interválicos, con incrementos de la carga de trabajo o resistencia progresiva, así como entrenamientos de suspensión (TRX), resistencias con el peso corporal, hatha yoga, y su combinación con ejercicio cardiovascular, actividad física autoguiada, electroestimulación neuromuscular o entrenamientos funcionales de funcionalidad y marcha. Se analizaron las variables de fuerza y función neuromuscular (espasticidad, propiocepción), funcionalidad (movilidad, capacidad motora, equilibrio, fatiga y fatigabilidad), parámetros metabólicos (tolerancia a la glucosa, factor neurotrófico del cerebro (BDNF), esfingosina-1-fosfato (S1P), composición corporal, cortisol y DHEA, mediadores inflamatorios, marcadores inmunomoduladores, capacidad aeróbica), y parámetros como calidad de vida, satisfacción, adherencia y participación.

Conclusiones: Los protocolos de entrenamiento de la fuerza, de uso aislado o combinado con otros métodos, mejoran la fuerza muscular y funcionalidad de la marcha de los sujetos con EM, así como de sus parámetros metabólicos. Sin embargo, no queda demostrada su implicación en la regulación de factores neuroprotectores.

Palabras clave: Esclerosis Múltiple, entrenamiento de fuerza, Fisioterapia, Rehabilitación, Enfermedad Neurológica



Introducción

La esclerosis múltiple (EM) se cataloga como una patología desmielinizante, crónica, autoinmune e inflamatoria,¹⁻¹² con una evolución no pausada que complica el tratamiento rehabilitador.⁴ Su afectación envuelve directamente a los axones del sistema nervioso central (SNC),^{12,13} lo que conlleva la pérdida de la mielina que lo recubre y la continuidad neuronal,⁵ cubriéndose la zona afectada por un tejido cicatrizal que da lugar a placas escleróticas.¹⁻⁵ Algunos pacientes registran un único brote, sin embargo, este puede ser múltiple y acumulativo, lo cual genera una progresiva discapacidad física^{1-5,7,14-19} que los afecta funcionalmente tanto a nivel motor como sensitivo, y que tiene repercusión en los niveles de fatiga y dolor que influyen en su autonomía.²⁰

La EM se identifica como la causa de discapacidad neurológica no traumática más frecuente en población joven,^{1-5,7,9,21-23} siendo predominante en mujeres, con una proporción que oscila en un ratio entre 2:1 y 3:1.^{1,2,5,7,19,21,22}

La etiología de la EM no es clara,^{9,21} a pesar de ello hay un consenso científico que la relaciona con factores genéticos y ambientales, aunque también se identifican factores de riesgo como el tabaquismo y la carencia de vitamina D,^{1,7,19,24-26} así como causas víricas,^{5,7,24} como el virus de Epstein-Barr.^{1,5,19} Con respecto a los factores ambientales, estos provocan el crecimiento de células T autorreactivas que, tras unas décadas de latencia, se activan por un factor sistémico o local.^{1,2,5,26}

Al tratarse de una patología sin cura, el tratamiento se centra en reducir la frecuencia, gravedad y duración de las recaídas, mejorar los síntomas y restablecer la funcionalidad.^{1,8-13,21,23,27-35} Desde una perspectiva multidisciplinar, la fisioterapia se centra en trabajar la espasticidad y la debilidad muscular^{9,17,33,36} a partir de un entrenamiento que permita el trabajo muscular de ambos¹⁷ mediante ejercicios de equilibrio, marcha, fuerza y habilidad corporal^{8-13,15,16,21,23,27-35,37,38}, ya sea aislados o combinados.^{8,32-34,38} Siguiendo dicho contexto, el objetivo de esta revisión bibliográfica es analizar la aplicación de programas de entrenamiento de la fuerza en sujetos con EM.

Material y métodos

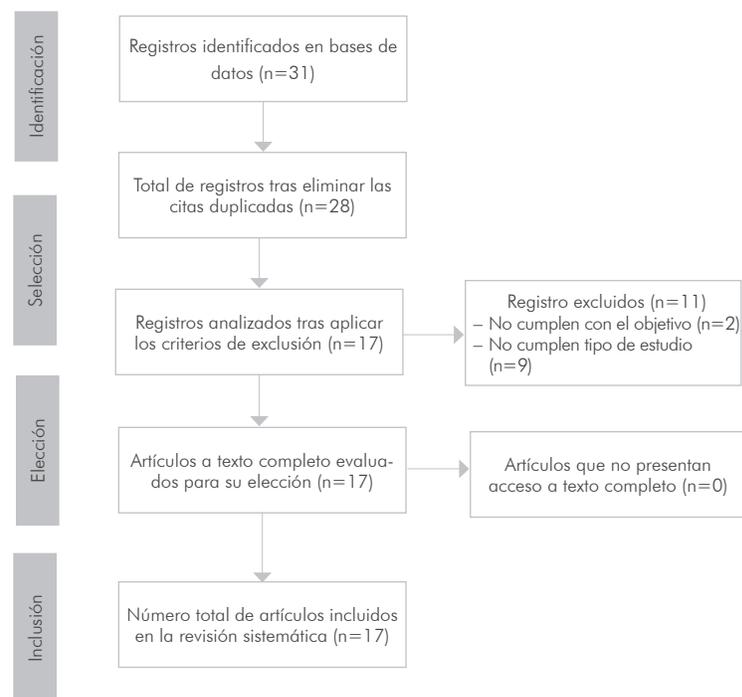
Se realizó una búsqueda bibliográfica en febrero de 2020 de estudios publicados recientemente que examinaran el entrenamiento de fuerza en personas con EM. Se consultaron las bases de datos Medline y CINAHL,

utilizando los términos MeSH “multiple sclerosis” y “resistance training”, así como su modificación en CINAHL “muscle strengthening”.

Como criterios de inclusión, se seleccionaron publicaciones en inglés o español de los últimos 5 años y se excluyeron aquellos estudios que no analizaran cabalmente los efectos de la aplicación de los programas de entrenamiento de la fuerza en sujetos con EM.

Se obtuvieron 89 resultados que, tras la aplicación de los criterios de selección y la omisión de tres resultados repetidos, constituyeron una muestra con un total de 17 estudios. Véase Figura 1.

Figura 1. Diagrama de flujo según las normas Prisma (2009)



Resultados

Se analizaron los efectos de programas de entrenamiento aislado de la fuerza mediante protocolos de alta intensidad aeróbicos continuos o interválicos, con incrementos de la carga de trabajo o resistencia progresiva, entrenamientos de suspensión (TRX), resistencias con el peso corporal, hatha yoga, y su combinación con ejercicio cardiovascular, actividad física autoguiada, electroestimulación neuromuscular o entrenamientos funcionales de funcionalidad y marcha.

Se consideraron las variables de fuerza y función neuromuscular (espasticidad, propiocepción), funcionalidad (movilidad, capacidad motora, equilibrio, fatiga), parámetros metabólicos (tolerancia a la glucosa, factor neurotrófico del cerebro (BDNF), esfingosina-1-fosfato (S1P), composición corporal, Cortisol y DHEA, mediadores inflamatorios, marcadores inmunomoduladores, capacidad aeróbica),

y otros parámetros como calidad de vida, satisfacción, adherencia y participación.

Las Tablas 1 y 2 muestran los resultados de los estudios controlados aleatorizados y de los estudios cuasiexperimentales:

Tabla 1. Resultados de estudios controlados aleatorizados

Autor	Muestra Edad	GExperimental GControl	Duración Frecuencia Tiempo	Variables e instrumentos de medición	Mejoras (↑) Diferencias entre grupos (GE-GC)
Aplicación de entrenamiento de la fuerza de forma aislada					
Hosseini et al. ²¹	26 sujetos 15M/12H 32 años	GFuerza: Pesos (25-30min) GYoga: 60-70 min GC: actividad habitual	8 semanas 3 SxS	-F. extensora MMII (1RM) -Capacidad motora (10MTW) -Equilibrio (ojos abiertos, cerrados y apoyo monopodal)	↑ F en GF>GY>GC Capacidad motora ↑ Equilibrio Apoyo monopodal ↑
Aidar et al. ¹³	23 sujetos 15M/8H 43 años	GE: E. F. progresivo GC: sedentario	12 semanas 3 SxS	-Función MMII: TUG -F MMII: T25FWT y T. Sentarse y pararse -Equilibrio y riesgo caídas: BBS	GE-GC en TUG, T25FWT, T sentarse y levantarse y BBS
Wens et al. ³²	41 sujetos 22M/12H 46 años	GE: E.F. progresivo GC: sedentarios GS: sujetos sanos	24 semanas 2-3 SxS	-BDNF -F, tolerancia ejercicio, composición corporal	BDNF: GE: ↑13,9%-8,8% / GC: ↓10,5%-4,1% F, tolerancia ejercicio y composición corporal GC=GE
Jørgensen et al. ¹⁰	30 sujetos 22M/8H 44 años	GE: E Resistencia progresiva alta intensidad GC: actividad habitual	24 semanas 2 SxS	-BDNF y S1P (análisis agudo y crónico) -Función y actividad neuromuscular Flex y Ext rodilla (MCV dinamómetro isocinético y EMG.	BDNF o S1P no cambios GE-GC: actividad neuromuscular y la fuerza muscular mejoró más en GE
Wens et al. ⁸	34 sujetos 15M/8H 45 años	G. AllInterválico G. AIContinuo Aeróbico GC: sedentario	12 semanas 2-3 SxS	-Tolerancia a la glucosa: prueba oral -Músculo esquelético: biopsia vastus lateralis	Glucosa ↑ GAll y GAICA La insulina y GLUT4 ↑ GAll
Brændvik et al. ³¹	26 sujetos 17M/9H 48 años	GE: Tapiz Rodante GC: E F.	12 semanas 3SxS	-Funcionalidad marcha (pasarela GAIRite) -Economía caminar y equilibrio (acelerómetro)	GTapiz Rodante >GEntreno F funcionalidad marcha, economía de caminar y equilibrio
Moghadasi et al. ²⁹	34 sujetos - 36 años	GE: "Suspension Training" enfocado a todo el cuerpo GC: actividad habitual	8 semanas 3 SxS 30 min	-Movilidad (TUG, 2MTW, 10MWT y 5STS) -Propiocepción y F. Flex-Ext rodilla (dinamómetro isocinético)	↑: GE TUG, 2MWM, 10MWM y 5STS GE-GC: Propiocepción MI no dominante GE-GC: ↑ Ext. y reflejos rodilla en ambos MMII
Aplicación de entrenamiento de la fuerza de forma combinada					
Deckx et al. ²³	45 sujetos 26M/19H 48 años	GE: E cardiovascular + E F. resistencia progresivo GC: sujetos sedentarios	12 semanas 2-3 SxS	-Cortisol y DHEA -Mediadores inflamatorios -Marcadores inmunomoduladores: análisis sanguíneo	GE-GC en ↓ mediadores inflamatorios y ↑ marcadores inmunorreguladores
Kjølhede et al. ¹¹	29 sujetos - 43 años	GE: E F resistencia progresiva + actividad física autoguiada GC: actividad habitual	24 semanas 2-3 SxS + 24 sem seguimiento	-Rendimiento marcha (T25FWT, 2MWT, 5STS, prueba ascenso escaleras y MSWS-12) -Función neuromuscular Ext y Flex Rodilla (F isométrica dinamómetro isocinético, EMG y Perímetro Muslo: RMN)	GE-GC: ↑ Rendimiento marcha: T25FWT, 2MWT, 5STS, subir escalera y MSWS-12 y Función neuromuscular
Coote et al. ³⁰	25 sujetos 17M/8H 52 años	GE: E Resistencia Progresiva + ESNM GC: E Resistencia progresiva)	12 semanas 2-3 SxS	-F Ext cadera y F rodilla: dinamómetro -Espasticidad (nm VAS) -Función: BBS, TUG, MSWS-12MS, MSIS-29v2, MFIS -Usabilidad dispositivo ENM (cuestionario)	GC-GE: MFIS GE: ↑ F cuádriceps, equilibrio, MSIS-29v2 y MFIS dispositivo altamente utilizable
<p>All: alta intensidad interválico, AICA: alta intensidad continuo aeróbico, BBS: Escala de Berg, BDNF: factor neurotrófico derivado del cerebro, E: ejercicio, ECW: coste energético de la marcha, EMG: electromiografía, ESES: Exercise Self-Efficacy Scale, ESNM: electroestimulación neuromuscular, Ext: extensión, F: fuerza, FMSC: Fatigue Scale for Motor and Cognitive Function, Flex: flexión, GC: grupo control, GE: grupo experimental, GLUT4: transportador de la glucosa tipo 4, H: hombre, M: mujer, MI: miembro inferior, MMII: miembros inferiores, MCV: máxima contracción voluntaria, MFIS: T. impacto fatiga modificada, MSIS-29v2: 29-item Multiple Sclerosis Impact Scale, MSWS-12MS: Escala para caminar de 12 elementos de la EM, RMN: resonancia magnética. S1P: esfingosina-1-fosfato, T: test, TUG: Time up & go, T25FWT: Timed 25 – Foot Walk, SxS: sesiones por semana, 1RM: 1 repetición máxima, 2MWT: test 2 minutos marcha, 5STS: 5 Times Sit to Stand, 6MWT: test 6 minutos marcha, 10MTW: 10 Metre Walk Test.</p>					

Tabla 2. Resultados de estudios cuasiexperimentales

Autor	Muestra Edad	Intervención Entrenamiento	Duración Frecuencia Tiempo	Variables e instrumentos de medición	Mejoras (↑) Diferencias entre grupos (GE-GC)
Patrocínio Oliveira et al. ⁹	52 33M/19H 48 años	GE: F excéntrica GC: F resistencia ↑ carga (según lugar residencia)	12 semanas 2 SxS	-F Ext rodilla: contracción isométrica máxima y 1RM -TUG Y CST	GE Y GC ↑ F, 1RM, TUG Y CST GE-GC: no diferencias
Zaenker et al. ³³	26 19M/7H 44 años	Entreno alta intensidad + F resistencia con Peso G1 y G2 (EDSS 0-3 y 3,5-5)	12 semanas 2 SxS	-Capacidad aeróbica: consumo MáxO ₂ , potencia máx. tolerada y lactatos -F. isocinética cuádriceps e isquios -Calidad de vida	G1 y G2: consumo MáxO ₂ , potencia máx. tolerada ↑ F. isocinética cuádriceps e isquios ↑ Calidad de vida ↑ Mujeres > ↑ Hombres
Heine et al. ¹²	10 6M/3H 49 años	GC: sujetos sanos GE: sujetos con EM: entreno resistencia + caminata	16 semanas 3 SxS	-Empuje tobillo (dinamómetro) -Pruebas musculares, Cardiopulmonares y autoinformes -Funcionalidad marcha (análisis 3D y 10MWT) -Consumo energético (ECW) -MFIS, FMSC, MSWS-12 y ESES	GE < GC: empuje tobillo, y MSWS-12 en MI más afecto Tras el programa: ↑ distancia de caminata, empuje de tobillo y velocidad en MI menos afecto
Hameau et al. ³⁴	23 13M/10H 39/59 años	Fisioterapia intensiva centrada en marcha y equilibrio, la fuerza y resistencia	4 semanas 4 SxS	-Fatiga y fatigabilidad -Dinamómetro isocinético y MFIS -F Flex y Ext rodilla -Eficiencia neuromuscular (EMG)	MFIS ↓, fatiga ↑ inmediatamente, pero tras reposo = F ↑ en la contracción isométrica como concéntrica EMG ↑
Mañago et al. ²⁸	10 9M/1H 54 años	Entrenamiento de fuerza aislónico e isométrico Fortalecimiento de flexores plantares tobillo, abductores cadera y músculos tronco	8 semanas Supervisadas y domiciliarias	-Satisfacción (T.Likert) -Adherencia (asistencia a sesiones) -F Flex plantar, abductorcadera, musc. tronco. T función -Velocidad de marcha (T25FW) -Resistencia marcha(6MWT) -Participación (MSWS-12MS)	Satisfacción: 100% Adherencia: (E. supervisado: 87%; domicilio: 75%) F ↑ en todos los músculos T25FWT ↑ 6MWT ↑ MSWS-12MS ↓
Keytsman et al. ³⁵	CuasiExp 16 7M/9H 52 años	HICT (intervalos de alta intensidad en cicloergómetro con entrenamiento de fuerza)	12 semanas 5 SxS	Composición corporal, -Presión arterial y frec. cardíaca reposo, -Tolerancia oral a la glucosa 2h. -Lípidos en sangre -Proteína C reactiva.	Mejor: ritmo cardíaco reposo (-6%), concentración glucosa (-1.3%) y sensibilidad a insulina (24%)
Manca et al. ²⁷	CuasiExp 8 6M/2H 39 años	Entreno alta intensidad F dorsiflexores tobillo (lado menos afecto) Sujeto afectación asimétrica	6 semanas 3 SxS	-F dorsiflexores (dinamómetro isocinético) -Funcionalidad marcha -6MWT, TUG, 10MTW, -Calidad Vida EM: MSQoL-54	MMII entrenados (menos afectos) y no entrenados (más afectos) mejoraron de forma similar

All: alta intensidad interválico, AICA: alta intensidad continuo aeróbico, BBS: Escala de Berg, BDNF: factor neurotrófico derivado del cerebro, CST: Chair Stand Test, E: ejercicio, ECW: coste energético de la marcha, EDSS: Expanded Disability Status Scale, EMG: electromiografía, ESES: Exercise Self-Efficacy Scale, Ext: extensión, F: fuerza, FMSC: Fatigue Scale for Motor and Cognitive Function, Flex: flexión, GC: grupo control, GE: grupo experimental, H:hombre, M: mujer, MI: miembro inferior, MMII: miembros inferiores, MCV: máxima contracción voluntaria, MFIS: T. impacto fatiga modificada, MSIS-29v2: 29-item Multiple Sclerosis Impact Scale, MSQoL-54: Multiple Sclerosis Quality of Life - 54, MSWS-12MS: Escala para caminar de 12 elementos de la EM, RMN: resonancia magnética. S1P: estingosina-1-fosfato, T: test, TUG: Time up & go, T25FWT: Timed 25 – Foot Walk, SxS: sesiones por semana, 1RM: 1 repetición máxima, 2MWT: test caminar 2 minutos, 6MWT: test 6 minutos marcha, 10MTW: 10 Metre Walk Test.

Discusión

Todos los estudios analizados examinan los efectos de programas de entrenamiento de la fuerza en sujetos con esclerosis múltiple. Teniendo en cuenta el diseño metodológico se distinguen entre estudios controlados aleatorizados (ECAs) y estudios cuasiexperimentales. Las intervenciones se basan en la aplicación de un programa de mejora de la fuerza, ya sea de forma aislada o en combinación con otras técnicas.

ECAs con una intervención de entrenamiento de fuerza aislado

La intervención más utilizada fue la aplicación de un protocolo de entrenamiento de la fuerza muscular mediante incrementos de la carga de trabajo o de trabajo de resistencia progresiva convencional.^{10,13,21,32} En el estudio de

Jørgensen et al.¹⁰ además de la aplicación de un trabajo de resistencia progresiva, se indicaba que éste era de alta intensidad; a su vez, Wens et al.⁸ compararon los efectos de un programa de alta intensidad aeróbico continuo frente a uno interválico. Otras intervenciones se basaron en entrenamientos de suspensión (TRX),²⁹ en la práctica de la marcha en tapiz rodante,³¹ o de hatha yoga.²¹ Todos los programas de trabajo de resistencia progresiva convencional ya mencionados contribuyeron a una mejora significativa de la fuerza,^{10,13,21} de la capacidad motora,²¹ de la actividad neuromuscular,¹⁰ de la función de MMII¹³ y del equilibrio.^{13,21} Mediante estos estudios se demostró que los programas de mejora de la fuerza convencionales producen mayores beneficios que un programa de yoga,²¹ así como el hecho de que los participantes continúen con su actividad habitual^{10,21,29} y no sean sedentarios.^{8,13,32}

Los estudios sobre los programas de alta intensidad, analizaron sus efectos según parámetros metabólicos (estudio agudo y crónico del BDNF y S1P, tolerancia a la glucosa, insulina y GLUT4) y parámetros funcionales (fuerza, función y actividad neuromuscular de flexores y extensores de rodilla, tolerancia al ejercicio y composición corporal). Wens et al.³² observaron un aumento de la BDNF en el grupo de intervención en contraste con su disminución en el grupo sedentario, sin cambios en los parámetros funcionales de fuerza, tolerancia al ejercicio y composición corporal. Por otro lado, la intervención de resistencia progresiva de alta intensidad de Jørgensen et al.¹⁰ demostró mejoras funcionales en la actividad neuromuscular y fuerza de flexores y extensores de rodilla, sin cambios metabólicos de BDNF o S1P.

Los programas de entrenamiento de suspensión mejoraron la movilidad, la propiocepción del MI no dominante y la fuerza de extensión y reflejos rodilla en ambos MMII, comparados con aquellos participantes que continuaron con su actividad habitual.²⁹

El entrenamiento de la marcha mediante tapiz rodante³¹ resultó ser más beneficioso para la funcionalidad de la marcha, la economía al caminar y el equilibrio, comparado con un programa de entrenamiento convencional de la fuerza.

ECAs con una intervención combinada de entrenamiento de fuerza

Los protocolos de incremento de la fuerza combinados con ejercicio cardiovascular,²³ mejoran la concentración de mediadores inflamatorios y marcadores inmunorreguladores, pero no modifican los niveles de cortisol y DHEA. Los que se combinan con actividad física autoguiada¹¹ mejoran el rendimiento de la marcha y la función neuromuscular. La combinación del entrenamiento de fuerza resistencia progresivo con electroestimulación neuromuscular³⁰ aporta mayor beneficio en la fuerza de extensores de cadera y flexores de rodilla y en la funcionalidad de la marcha, en comparación con el entrenamiento de fuerza resistencia sin dicha estimulación.

Cuasiexperimentales con dos grupos de intervención

Los estudios cuasiexperimentales presentan dos tipos de diseño, aquellos que cuentan con dos grupos de intervención y aquellos que solamente incluyen uno. Los que cuentan con dos grupos, asignaron a los participantes en función de su lugar de residencia, el grado de afectación según la escala expandida del estado de discapacidad (EDSS, por sus siglas en inglés), o según fueran sujetos sanos o con EM.

El estudio de Patrocínio de Oliveira et al.,⁹ que dividió a sus participantes según el lugar de residencia, aplicó un programa de fuerza excéntrica a un grupo y un programa de fuerza resistencia con aumento de las cargas al otro, obteniendo los mismos resultados tras las dos intervenciones.

El estudio que dividió a sus participantes según el nivel de afectación, en el primer grupo los más afectados, G1:EDSS 0-3, y en el segundo los menos afectados, G2:EDSS 3,5-5, aplicó un programa combinado de entrenamiento de la fuerza de alta intensidad junto con entrenamiento de la fuerza resistencia con peso, obteniendo una mejora del consumo MáxO₂, de la potencia máx. tolerada, de la fuerza isocinética de cuádriceps e isquios y de la calidad de vida, sin diferencias entre los grupos. El estudio de Heine et al.¹² aplicó un programa de entrenamiento de la fuerza combinado con una caminata en un grupo de sujetos sanos y en otro grupo de sujetos con EM. Tras el programa aumentó la distancia de la caminata, el empuje del tobillo y la velocidad en el MI menos afecto.

Cuasiexperimentales con un solo grupo de intervención

Los 4 estudios que contaron con un solo grupo de intervención aplicaron fisioterapia intensiva centrada en la marcha y el equilibrio, así como la fuerza y la resistencia³⁴ y obtuvieron beneficios en la participación, la fatiga, la fuerza isométrica y concéntrica y la función neuromuscular. De modo análogo, fue empleado un programa de entrenamiento de la fuerza isotónico e isométrico de fortalecimiento de flexores plantares tobillo, abductores cadera y músculos tronco,²⁸ consiguiendo mejoras en la satisfacción, la adherencia, la fuerza en todos los músculos analizados y en la funcionalidad de la marcha. Los otros dos estudios aplicaron programas de alta intensidad. El estudio de Keytsman et al.³⁵ aplicó HICT (intervalos de alta intensidad en cicloergómetro con entrenamiento de fuerza) y observó mejor ritmo cardíaco en reposo, disminución de la concentración de la glucosa y mejor sensibilidad a insulina. Manca et al.²⁷ realizó un entrenamiento contralateral de los dorsiflexores de tobillo del lado menos afecto, y obtuvo mejoras similares, tanto en los MMII entrenados (menos afectados) como en los no entrenados (más afectados).

En general, se observa que la mayor parte de los estudios analizados utilizan el método combinado de entrenamiento de la fuerza. Partiendo de la base teórica de que una intervención individual de fuerza tiene mejoras físico-funcionales,^{15,16,37,38} los métodos combinados se fundamentan en una atención de multiperspectiva y de acción múltiple y simultánea de fuerza, marcha, resistencia, equilibrio y propiocepción, con el fin de conseguir una mejora integral.³⁸

Wens et al.^{8,32} asevera que los entrenamientos combinados de fuerza y resistencia mejoran los parámetros físicos, ya que no sólo aumentan la tolerancia de las personas al ejercicio, sino también las características físicas de fuerza y resistencia de los músculos.

Con respecto a los tiempos de intervención, oscilan entre 6 y 24 semanas. El tiempo de intervención más habitual es de 12 semanas de duración,^{8,9,13,23,30,33,35} seguido de los que utilizan un tiempo de 8 semanas^{21,28,29,31} y los de 24 semanas;^{10,11,32} incluyendo a Kjølhede et al.,¹¹ que emplearon un período de seguimiento de 24 semanas adicionales, que se sumaron a las 24 que duró su intervención. Se observa pues que la mayor parte de los estudios se basan en una duración media-larga, con la intencionalidad de que la adherencia al entrenamiento sea mayor, y los efectos de reversibilidad sean menores. Asimismo, Wens et al.^{8,32} afirman que una intervención más prolongada en el tiempo tiene mayores efectos a nivel físico-funcional y fisiológico, mientras que Moghadasi et al.²⁹ señalan la necesidad de incluir la evolución en estudios y protocolos a largo plazo, y lo justifican con las causas enumeradas en líneas anteriores. En contraposición, Hosseini et al.²¹ aseguran que, a pesar de que un entrenamiento de larga duración es más beneficioso, uno de corta duración también permite obtener resultados positivos.

En relación a la musculatura a tratar, la mayoría de los estudios fijan su atención en el miembro superior, inferior y tronco,^{8,10,11,13,21,23,28,29,32,34,35} mientras que el resto de estudios se centran en el miembro inferior.^{9,12,27,30,31,33} Esto se justifica ya que al focalizar todos los esfuerzos en una sola zona se obtienen mayores resultados en ella. No obstante, la limitación que esta patología causa en la marcha es notable y por ello se propone el uso combinado de entrenamiento de fuerza, equilibrio y resistencia. Como aseguran Moghadasi et al.²⁹ la propiocepción permite mejorar el equilibrio durante la marcha. Por otro lado, Mañago et al.²⁸ indican que un tratamiento en miembro inferior permite una mejora significativa en la marcha, que supone la actividad funcional más comprometida de los sujetos con EM.

Haciendo una observación global y específica de los resultados obtenidos, se identifica una estabilidad de las variables en todos los grupos control analizados, mientras que en los grupos de intervención se da la situación opuesta. Aquellos que llevaron a cabo algún tipo de entrenamiento, ya sea de resistencia, de fuerza o combinado, presentan cambios en la puntuación pre/post intervención, en la que destaca la mejora común de la musculatura tanto extensora como flexora de MMII y MMSS,^{9,10,12,13,21,27-30,32-34} pero más frecuentemente

de MMII, por ser la zona del cuerpo más trabajada en las diferentes intervenciones. Este aumento es significativo en casi todos los estudios, aunque en mayor medida en aquellos entrenamientos basados en una combinación de resistencia y fuerza.^{8,12,23,32-34} Estos progresos no parecen deberse solo a la mejora de la tonificación muscular, sino también a mejoras en la disminución de la fatiga en la escala MFIS,³⁴ a la disminución del ritmo cardiaco¹² y otros parámetros cardiorrespiratorios, como la resistencia al ejercicio,^{32,34} la disminución del tiempo de respuesta medio³² y la movilidad.¹² También se observan en estos entrenamientos combinados mejoras metabólicas, como el aumento de la concentración del factor neurotrófico derivado del cerebro (FNDC)³² o el incremento del VO₂ pico y el lactato.³³ Por último, en el estudio de Decks et al.²³, se demostró el incremento de cortisol, la disminución de la secreción de mediadores inflamatorios y el mantenimiento de las concentraciones de DHEA.

Al tratarse de una de las principales funciones comprometidas en la EM, el estudio de la marcha se realizó mediante distintas pruebas funcionales de movilidad.^{12,27-29} En todas ellas se observa una mejora de la marcha gracias al aumento de la función muscular —aunque solo Mañago et al.²⁸ señalan esta vinculación— que, en el caso de Heine et al.¹², también se asocia con el incremento de la máxima contracción voluntaria de los flexores plantares.

En cuanto a la medición de los factores fisiológicos,^{8,10,23,32,35} tanto Wens et al.³² como Jørgensen et al.¹⁰ llevan a cabo una comparación pre/post de la concentración de FNDC, una de las principales células inmunes ante patologías como la EM, por lo cual dirigen su línea de acción hacia el acoplamiento de ejercicio de fuerza y ejercicio combinado con el fin de incrementar la segregación de esta célula. Wens et al.³² identifica un aumento de la concentración de FNDC y lo vincula a las mejoras en fuerza y resistencia que se observaron en su estudio, identificando al ejercicio combinado como una herramienta útil para la segregación de FNDC y, paralelamente, para la mejora de los principales factores de riesgo/sintomatologías de la EM. A su vez, Jørgensen et al.¹⁰ no observa una diferencia significativa en las concentraciones de FNDC, por tanto, no plantea ninguna asociación o vinculación de la misma al resto de mejoras físicas que reportó su estudio.

En lo referente a la adherencia y satisfacción de los programas, sólo dos de ellos, Zaenker et al.³³ y Mañago et al.²⁸ realizaron encuestas, cuyo resultado fue positivo tanto en la adherencia al programa como en el nivel de satisfacción.

En último lugar, sólo Kjølhede et al.¹¹ y Manca et al.²⁷ llevaron a cabo un seguimiento de los resultados después de un año: el primero observó una disminución de la mejoría en fuerza y resistencia reportadas en un primer momento, siendo estas mayoritarias en el miembro no dominante. Manca et al.²⁷ identificó una reversibilidad de todas las medidas observadas en relación a la fuerza, la movilidad y la capacidad funcional, aunque se mantuvieron superiores con respecto al nivel basal. Esta reversibilidad, que es mayor en el segundo caso, podría estar asociada a la duración de la intervención. Cabe señalar que Kjølhede et al.¹¹ presenta una duración de 24 semanas y Manca et al.²⁷ de 6 semanas y, según datos observados, una buena adherencia al entrenamiento y una mayor duración del mismo generan una mayor estabilidad temporal.

Para terminar, este estudio presenta algunas limitaciones que deben ser consideradas. En primer lugar, la heterogeneidad de los estudios y las variables analizadas hacen que los resultados deban ser comparados con cautela, tomando en cuenta las diferencias entre poblaciones y de sexo que destacan en la esclerosis múltiple. Futuras investigaciones que analicen las mismas variables, incluso mediante la realización de un meta-análisis, podrían contribuir a la obtención de hallazgos más consistentes.

Conclusiones

La mayoría de los estudios analizados realizan una combinación del entrenamiento de fuerza con otros métodos, obteniendo mejoras físico-funcionales como el aumento de la fuerza y de la resistencia, la mejora del equilibrio y de la capacidad funcional, la disminución de la fatiga, la mejora de parámetros cardiocirculatorios y la mejora de la calidad de vida de las personas con EM.

Basándose en los autores examinados, ambos tipos de entrenamiento, ya sea simple o combinado, sirven para que estos pacientes mejoren. Sin embargo, se postula que la combinación de varios métodos es más favorable para la mejora de todos los factores y su persistencia en el tiempo, esto debido a la mejoría de más parámetros funcionales.

No queda demostrada la implicación de un programa de entrenamiento de la fuerza en la regulación de los factores neuroprotectores y la investigación de su influencia sobre otros parámetros metabólicos ha arrojado resultados dispares entre autores, por lo que su análisis mediante futuras investigaciones resulta de interés.

Financiación

No ha existido financiación para la realización de este trabajo.

Bibliografía

1. Moreno RD, Esponda MM, Echazarreta NLR, Triano RO, Morales JLG. Esclerosis múltiple: revisión de la literatura médica. *Rev Fac Med UNAM*. 2012;55:26-35.
2. Carretero-Ares JL, Bowakim-Dib W, Acebes-Rey JM. Actualización: esclerosis múltiple. *Medifam*. 2001;11:30-43.
3. Guarnizo Á, Bermúdez S, Torres Ó, Nassar A, Torres C. Diagnóstico y evaluación de la esclerosis múltiple: lo que el radiólogo debe conocer e informar. *Conceptos actuales*. *Rev Colomb Radiol*. 2016;27:4543-55.
4. Terré-Boliart R, Orient-López F. Tratamiento rehabilitador en la esclerosis múltiple. *Rev Neurol*. 2007;44:426-31.
5. Merino-Ventosa M, Jiménez-Torres M, Gómez-García T, Ivanova-Markova Y, Hidalgo-Vega Á, Morales-Torres E, et al. Impacto clínico, asistencial, económico y social del abordaje ideal de la esclerosis múltiple en comparación con el abordaje actual. Madrid: Fundación Weber; 2018.
6. Mujer y Esclerosis Múltiple: el perfil del 70% de personas con EM es mujer entre 20 y 40 años [Internet]. Barcelona: Fundació Gaem MS Research; marzo, 2018. Disponible en: <https://fundaciongaem.org/mujer-y-esclerosis-multiple/>
7. Arevalo MJ, Vidal Á, Aldevert M, Lordán M, Assens L, Nieves M, et al. Conoce la esclerosis múltiple [Internet]. Barcelona: Fundación Esclerosis Múltiple; 2015. Disponible en: https://www.fem.es/wp-content/uploads/2019/01/guiaEM_CAST
8. Wens I, Dalgas U, Vandenabeele F, Verboven K, Hansen D, Deckx N, et al. High Intensity Aerobic and Resistance Exercise Can Improve Glucose Tolerance in Persons With Multiple Sclerosis: A Randomized Controlled Trial. *Am J Phys Med Rehabil*. 2017;96:161-6.
9. Patrocínio-de Oliveira CE, Moreira OC, Carrión-Yagual ZM, Medina-Pérez C, de Paz JA. Effects of Classic Progressive Resistance Training Versus Eccentric-Enhanced Resistance Training in People With Multiple Sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2018;99:819-25.
10. Jørgensen MLK, Kjølhede T, Dalgas U, Hvid LG. Plasma brain-derived neurotrophic factor (BDNF) and sphingosine-1-phosphat (S1P) are NOT the main mediators of neuroprotection induced by resistance training in persons with multiple sclerosis-A randomized controlled trial. *Mult Scler Relat Disord*. 2019;31:106-11.
11. Kjølhede T, Vissing K, de Place L, Pedersen BG, Ringgaard S, Stenager E, et al. Neuromuscular adaptations to long-term progressive resistance training translates to improved functional capacity for people with multiple sclerosis and is maintained at follow-up. *Mult Scler Houndmills Basingstoke Engl*.

- 2015;21:599-611.
12. Heine M, Richards R, Geurtz B, Los F, Rietberg M, Harlaar J, et al. Preliminary effectiveness of a sequential exercise intervention on gait function in ambulant patients with multiple sclerosis - A pilot study. *Clin Biomech Bristol Avon*. 2019;62:1-6.
 13. Aidar FJ, Carneiro AL, Costa-Moreira O, Patrocínio-de Oliveira CE, Garrido ND, Machado-Reis V, et al. Effects of resistance training on the physical condition of people with multiple sclerosis. *J Sports Med Phys Fitness*. 2018;58:1127-34.
 14. Consejo General de Colegios Farmacéuticos. Esclerosis Múltiple - Punto farmacológico N° 139. Madrid: Consejo General de Colegios Farmacéuticos; 2019.
 15. López-Muñoz P, Gallego-Gómez C, Pacheco-da Costa S. Tratamiento fisioterapéutico en esclerosis múltiple: a propósito de un caso clínico. *Fisioterapia*. 2005;27:30-40.
 16. Castellano-del Castillo MA, Lacasa-Andrade ME, Hijós-Bitrián E, Mambona-Girón L, Sebastián-Vigatá E, Vázquez-Sasot A. Efectividad de la rehabilitación en la esclerosis múltiple. *Rehabilitación*. 2014;48:46-53.
 17. Macías-Jiménez AI, Cano-de la Cuerda R. Revisión del tratamiento en pacientes con Esclerosis Múltiple. *Fisioterapia*. 2007;29:36-43.
 18. Río J, Montalbán X. Current description of multiple sclerosis. *Med Clin (Barc)*. 2014;143 Suppl 3:3-6.
 19. Oh J, Vidal-Jordana A, Montalban X. Multiple sclerosis: clinical aspects. *Curr Opin Neurol*. 2018;3:752-9.
 20. Olascoaga Urtaza J. Calidad de vida y esclerosis múltiple. *Rev Neurol*. 2010;51:279-85.
 21. Hosseini S, Rajabi H, Sahraian M, Moradi M, Mehri K, Abolhasani M. Effects of 8-Week Home-Based Yoga and Resistance Training on Muscle Strength, Functional Capacity and Balance in Patients with Multiple Sclerosis: A Randomized Controlled Study. *Asian J Sports Med*. 2018; In Press.
 22. Pérez-Belda M-C. Afrontando la Esclerosis Múltiple: Sentimientos y Temores. *Portularia*. 2012;12:117-25.
 23. Deckx N, Wens I, Nuyts AH, Hens N, De Winter BY, Koppen G, et al. 12 Weeks of Combined Endurance and Resistance Training Reduces Innate Markers of Inflammation in a Randomized Controlled Clinical Trial in Patients with Multiple Sclerosis. *Mediators Inflamm*. 2016; 2016:678-92.
 24. Porras-Betancourt M, Nuñez-Orozco L, Plascencia-Alvarez N, Quiñones-Aguilar S, Suari-Suarez S. Esclerosis Múltiple. *Rev Mex Neuroci*. 2007;1:57-66.
 25. Ascherio A. Environmental factors in multiple sclerosis. *Expert Rev Neurother*. 2013;13:3-9.
 26. Dobson R, Giovannoni G. Multiple sclerosis - a review. *Eur J Neurol*. 2019;26:27-40.
 27. Manca A, Cabboi MP, Ortu E, Ginatempo F, Dragone D, Zarbo IR, et al. Effect of Contralateral Strength Training on Muscle Weakness in People With Multiple Sclerosis: Proof-of-Concept Case Series. *Phys Ther*. 2016;96:828-38.
 28. Mañago MM, Hebert JR, Kittelson J, Schenkman M. Feasibility of a targeted strengthening program to improve gait in people with multiple sclerosis: a brief report. *Int J Rehabil Res Int Z Rehabil Rev Int Rech Readaptation*. 2018;4:364-7.
 29. Moghadasi A, Ghasemi G, Sadeghi-Demneh E, Etemadifar M. The Effect of Total Body Resistance Exercise on Mobility, Proprioception, and Muscle Strength of the Knee in People With Multiple Sclerosis. *J Sport Rehabil*. 2019;1-8.
 30. Coote S, Hughes L, Rainsford G, Minogue C, Donnelly A. Pilot randomized trial of progressive resistance exercise augmented by neuromuscular electrical stimulation for people with multiple sclerosis who use walking aids. *Arch Phys Med Rehabil*. 2015;96:197-204.
 31. Braendvik SM, Koret T, Helbostad JL, Lorås H, Bråthen G, Hovdal HO, et al. Treadmill Training or Progressive Strength Training to Improve Walking in People with Multiple Sclerosis? A Randomized Parallel Group Trial. *Physiother Res Int J Res Clin Phys Ther*. 2016;21:228-36.
 32. Wens I, Keytsman C, Deckx N, Cools N, Dalgas U, Eijnde BO. Brain derived neurotrophic factor in multiple sclerosis: effect of 24 weeks endurance and resistance training. *Eur J Neurol*. 2016;23:1028-35.
 33. Zaenker P, Favret F, Lonsdorfer E, Muff G, de Seze J, Isner-Horobeti M-E. High-intensity interval training combined with resistance training improves physiological capacities, strength and quality of life in multiple sclerosis patients: a pilot study. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2018;54:58-67.
 34. Hameau S, Bensmail D, Roche N, Zory R. Adaptations of fatigue and fatigability after a short intensive, combined rehabilitation program in patients with multiple sclerosis. *J Rehabil Med*. 2018;50:59-66.
 35. Keytsman C, Hansen D, Wens I, O Eijnde B. Impact of high-intensity concurrent training on cardiovascular risk factors in persons with multiple sclerosis - pilot study. *Disabil Rehabil*. 2019;41:430-5.
 36. García Díez E. Fisioterapia de la espasticidad: técnicas y metodos. *Fisioterapia*. 2004;26:25-35.
 37. Saiz JR. Abordaje fisioterápico de la esclerosis múltiple en atención primaria. *Fisioterapia*. 2001;23:53-9.
 38. Döring A, Pfueller CF, Paul F, Dörr J. Exercise in multiple sclerosis - an integral component of disease management. *EPMA J*. 2011;3:2-10.
 39. Margarit BP, Monteiro GC, Herán IS, Delgado FR, Izquierdo AY. Esclerosis múltiple. Med - Programa Form Médica Contin Acreditado. 2019;12:4587-97.

Artículo sin conflicto de interés

© Archivos de Neurociencias