

GRADO EN FISIOTERAPIA



EFFECTIVIDAD DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA DE LOS MIEMBROS INFERIORES SOBRE LA CALIDAD DE VIDA Y LA FUNCIONALIDAD EN PACIENTES CON ESCLEROSIS MÚLTIPLE: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

EFFECTIVENESS OF LOWER LIMB STRENGTH TRAINING ON QUALITY OF LIFE AND FUNCTIONALITY IN PATIENTS WITH MULTIPLE SCLEROSIS: A SYSTEMATIC REVIEW

Autora: Romane Durand

Director: Javier Ostolaza Guitián

Fecha: 30/05/2024

Trabajo fin de grado

Grado en Fisioterapia

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD DEL TRABAJO FIN DE GRADO

Por medio de la presente, yo Romane Durand alumno/a del Grado en Fisioterapia de las Escuelas Universitarias Gimbernat-Cantabria, en relación con el Trabajo Fin de Grado (TFG) titulado Efectividad del entrenamiento de fuerza de los miembros inferiores sobre la calidad de vida y la funcionalidad en pacientes con esclerosis múltiple: una revisión sistemática, declaro que es de mi autoría y original.

Asimismo, declaro que depositando este TFG y firmando el presente documento confirmo que:

- Este TFG es original y he citado las fuentes de información debidamente.
- La autoría del TFG es compartida alumno/a y director/a.
- Soy plenamente consciente de que no respetar estos extremos es objeto de sanción por el órgano civil competente, y asumo mi responsabilidad ante reclamaciones relacionadas con la violación de derechos de propiedad intelectual.

En Torrelavega, a 27 de mayo del 2024.

Fdo.: Romane Durand



ÍNDICE

ABREVIATURAS	4
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS.....	6
TABLAS	6
FIGURAS.....	6
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
INTRODUCCIÓN.....	9
MATERIAL Y MÉTODOS.....	12
CRITERIOS DE INCLUSIÓN	12
CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	13
ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA.....	14
FLUJOGRAMA.....	18
EVALUACIÓN METODOLÓGICA	18
RESULTADOS	20
DISCUSIÓN.....	26
CONCLUSIÓN	31
ANEXOS.....	32
ANEXO 1 : CASPe.....	32
ANEXO 2 : TABLA DE RESULTADOS.....	37
BIBLIOGRAFÍA	48

ABREVIATURAS

- **ABC Scale** : Activities-specific Balance Confidence Scale
- **BDI-II** : Beck Depression Inventory-II
- **BDNF** : Brain-Derived Neurotrophic Factor
- **BF** : Biceps Femoral
- **BICAMS** : Brief International Cognitive Assessment for Multiple Sclerosis
- **CASPe** : Critical Appraisal Skills Programme español
- **CSA** : Cross Sectional Area
- **CFT** : Combined Functional Training
- **EC** : Ensayo Clínico
- **ECA** : Ensayo Clínico Aleatorio
- **EDSS** : Expanded Disability Status Scale
- **EM** : Esclerosis Múltiple
- **FSS** : Fatigue Severity Scale
- **FVCRT** : Fast-Velocity Concentric Resistance Training
- **HIIT** : High Intensity Interval Training
- **IGF1** : Insulin-like Growth Factor 1
- **KE** : Knee Extensor
- **BMCT** : Balance and Motor Control Training
- **MFIS** : Modified Fatigue Impact Scale
- **Mini-BEST test** : Mini Balance Evaluation System Test
- **MSQOL-54** : Multiple Sclerosis Quality Of Life-54
- **MSWS-12** : 12-item Multiple Sclerosis Walking Scale
- **MVIC** : Maximum Voluntary Isometric Contraction
- **NGF** : Nerve Growth Factor
- **NT-3** : Neurotrophin-3
- **PPMS** : Primary Progressive Multiple Sclerosis
- **PRT** : Progressive Resistance Training
- **PSQI** : Pittsburgh Sleep Quality Index
- **RFD** : Rate of Force Development
- **RM** : Maximum Repetition
- **RMN** : Resonancia Magnética Nuclear
- **RRMS** : Relapsing Remitting Multiple Sclerosis

- **SNC** : Sistema Nervioso Central
- **SSST**: Six-Spot Step Test
- **STS** : Sit-To-Stand
- **TENS** : Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation
- **TUG** : Timed Up & Go
- **T25FWT** : Timed 25-Foot Walk Test
- **VL** : Vasto Lateral
- **2MWT** : 2 Minute Walk Test
- **6MWT** : 6 Minute Walk Test
- **10MWT** : 10 Metre Walk Test
- **5STS** : 5-repetition Sit To Stand

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

Tabla 1: Detalles de la búsqueda bibliográfica.....	16
Tabla 2: Resultados de la búsqueda bibliográfica	16
Tabla 3: Artículos incluidos en la revisión	17

FIGURAS

Figura 1: Diagrama de flujo de la búsqueda sistemática	18
--	----

RESUMEN

Introducción: La EM es una enfermedad neurodegenerativa inflamatoria crónica que causa numerosas deficiencias, pudiendo afectar significativamente a la calidad de vida de los pacientes. Origina fatiga, debilidad muscular, problemas de equilibrio y movilidad, lo que conlleva limitaciones en la actividad física y la capacidad funcional. Entre los tratamientos utilizados, en los últimos años se ha demostrado la eficacia y seguridad de diversos programas de entrenamiento para esta población, aportando cada uno una amplia gama de beneficios.

Objetivo: Realizar una revisión sistemática de la bibliografía publicada sobre la efectividad del entrenamiento de fuerza de las extremidades inferiores para mejorar la calidad de vida y la funcionalidad de los pacientes con EM.

Material y métodos: Se realizó un estudio sistemático de ensayos clínicos controlados publicados en diversas bases de datos como PubMed, PEDro, Web of Science y CINAHL. Aplicando los criterios de inclusión y los filtros, se incluyeron un total de 9 artículos.

Resultados: El análisis de los ensayos clínicos muestra mejoras estadísticamente significativas en la fuerza, la marcha, las habilidades motoras y la calidad de vida. Además, también se observaron mejoras en el equilibrio, la discapacidad, los parámetros neuromusculares, la cognición y las medidas analíticas, en función de las distintas modalidades de entrenamiento utilizadas.

Discusión/Conclusión: Las pruebas científicas actuales sugieren que los programas de fuerza progresiva son eficaces para mejorar la calidad de vida y la funcionalidad de los pacientes con EM. Sin embargo, dado el posible beneficio adicional de combinar la fuerza con otra modalidad de entrenamiento, parece oportuno investigar en esta dirección.

Palabras clave: Esclerosis múltiple, Fisioterapia, Calidad de vida, Funcionalidad

ABSTRACT

Introduction: MS is a chronic inflammatory neurodegenerative disease that causes numerous impairments and can significantly affect patients' quality of life. It causes fatigue, muscle weakness, balance and mobility problems, leading to limitations in physical activity and functional capacity. Among the treatments used, various training programmes have been shown to be effective and safe for this population in recent years, each providing a wide range of benefits.

Objective: To conduct a systematic review of the published literature on the effectiveness of lower limb strength training in improving quality of life and functionality in MS patients.

Material and methods: A systematic review of controlled clinical trials published in various databases such as PubMed, PEDro, Web of Science and CINAHL was carried out. Applying the inclusion criteria and filters, a total of 9 articles were included.

Results: Analysis of clinical trials shows statistically significant improvements in strength, gait, motor skills and quality of life. In addition, improvements were also observed in balance, disability, neuromuscular parameters, cognition and analytical measures, depending on the different training modalities used.

Discussion/Conclusion: Current scientific evidence suggests that progressive strength programmes are effective in improving quality of life and functionality in MS patients. However, given the potential additional benefit of combining strength with another training modality, it seems timely to investigate in this direction.

Keywords: Multiple sclerosis, Physiotherapy, Quality of life, Functionality

INTRODUCCIÓN

La esclerosis múltiple (EM) es una enfermedad neurodegenerativa inflamatoria crónica que provoca la destrucción de las vainas de mielina del SNC^{1,2}. La desmielinización provoca una ralentización de la velocidad de conducción axonal, lo que conlleva alteraciones sensoriales, motoras y cognitivas, así como comorbilidades físicas y mentales³⁻⁵. Suele aparecer entre los 20 y los 45 años, y afecta de dos a tres veces más a las mujeres⁶. La EM presenta una amplia gama de síntomas y un pronóstico impredecible, lo que puede afectar significativamente a la calidad de vida de los pacientes⁷⁻⁹. Según el curso inicial de la enfermedad, la EM se clasifica en dos tipos: esclerosis múltiple remitente-recurrente (RRMS) y esclerosis múltiple primaria progresiva (PPMS). La RRMS es la forma más común (85-90%) y se caracteriza por brotes de la enfermedad seguidos de periodos de remisión. La forma PPMS (10-15%) se distingue por un aumento progresivo de la discapacidad neurológica a lo largo del tiempo, generalmente sin brotes. Los pacientes con RRMS también pueden experimentar un curso progresivo de la enfermedad, conocido como esclerosis múltiple secundaria progresiva, con o sin recaídas¹⁰.

Es el trastorno neurológico más frecuente en adultos jóvenes^{11,12}. El número de personas que padecen EM ha aumentado considerablemente desde 1990, hasta alcanzar los 2.8 millones en 2020^{13,14}.

Es una de las enfermedades autoinmunes⁶ cuya etiología no está clara¹. Sin embargo, se han identificado factores que pueden influir en el desarrollo de la EM, como la inmunodeficiencia, la genética (HLA), enfermedades víricas (Epstein-Barr), la mononucleosis y la gripe^{15,16}. El diagnóstico se basa en la evidencia clínica y por resonancia magnética de al menos dos lesiones neurológicas características (placas desmielinizantes), separadas en el tiempo y en el espacio. También puede realizarse una punción de líquido cefalorraquídeo como prueba adicional para estimar los niveles de IgG si la RMN y los signos clínicos no son concluyentes¹⁷.

El curso clínico es muy variable, con signos y síntomas que pueden afectar tanto a la funcionalidad como a los aspectos psicológicos y cognitivos¹⁰. Las principales alteraciones observadas son fatiga (75-90%), debilidad muscular (30.8%), trastornos del

equilibrio y la movilidad (50-80%), alteraciones visuales como nefritis óptica (20.1%) y daños cerebelosos como ataxia (14.3%)^{15,16,18-20}. También se han descrito dolor, depresión^{21,22}, trastornos cognitivos y motores, sensaciones cutáneas anormales, espasticidad, disfunción intestinal, vesical y sexual, mareos y vértigo, y cambios emocionales^{7,23}.

La gravedad de los problemas depende de la evolución de la enfermedad²⁴. Algunos pacientes pueden perder rápidamente su independencia, mientras que otros pueden pasar varios años sin mostrar nuevos síntomas¹⁰. En la mayoría de los pacientes, la gravedad de la enfermedad aumenta progresivamente, lo que conlleva una limitación de la actividad física, una pérdida de la capacidad funcional²⁵⁻²⁷ y una calidad de vida inferior a la de los sujetos sanos^{7,23}. La pérdida de fuerza puede explicar la pérdida de equilibrio^{24,28} y la dificultad para moverse con estabilidad,^{10,29} provocando un mayor riesgo de caídas³⁰. La debilidad muscular, debida a la pérdida de masa muscular⁶, también se asocia a una reducción significativa de la movilidad y la capacidad funcional, fatiga y dificultades para caminar^{24,29,31}. Los estudios han demostrado que la reducción de la fuerza en las extremidades inferiores puede afectar a la marcha^{1,32}, el equilibrio^{1,33} y la capacidad para subir escaleras, sentarse y levantarse^{1,34}. Se han observado efectos similares en los trastornos de integración sensorial^{35,36}. Se ha constatado que la fatiga repercute negativamente en la calidad de vida de los pacientes, reduciendo su capacidad para realizar tareas personales y sociales, para trabajar y para mantener una actividad y una vida normales¹⁵. Además de estos problemas neurológicos y motores, las personas con EM suelen padecer una gran fatiga percibida^{24,37}, catastrofización del dolor y baja autopercepción física^{24,38}. Todos estos factores contribuyen a reducir la autonomía^{25,39}, y a menudo explican por qué los pacientes tienden a llevar un estilo de vida sedentario¹¹, lo que crea un círculo vicioso de inactividad¹⁸.

Hasta la fecha, no se ha encontrado cura. En las últimas décadas, la rehabilitación y las terapias farmacológicas han resultado eficaces para detener la progresión de la enfermedad³. El tratamiento farmacológico incluye corticosteroides para los brotes agudos e inmunomoduladores o inmunosupresores para prevenir las recaídas¹⁷. Sin embargo, estas terapias, a diferencia de las intervenciones no farmacológicas^{6,35,40,41}, pueden tener efectos secundarios, como un mayor riesgo de inmunosupresión secundaria, que aumenta el riesgo de infecciones^{13,42}. En cuanto a la rehabilitación, se ha revelado

que la terapia de Estimulación Nerviosa Eléctrica Transcutánea (TENS) reduce el dolor, mientras que la rehabilitación con realidad virtual reduce la fatiga y mejora la calidad de vida y el equilibrio. El masaje también mejora la fatiga, el dolor, la ansiedad, la depresión y la espasticidad⁴³.

En cuanto al ejercicio, ha sido controvertido durante varias décadas para estos pacientes¹⁸, pero las investigaciones de los últimos 25 años han evidenciado que los programas de ejercicio estructurado son factibles, seguros y una estrategia de tratamiento eficiente para reducir los síntomas de la EM¹³. Los beneficios incluyen mejoras en la condición física, la marcha, el equilibrio, la movilidad, la fatiga, la depresión y la calidad de vida^{10,21,22,25,27,44}. Si analizamos la eficacia de los distintos tipos de programas, el HIIT parece ser seguro y eficaz para mejorar la forma física^{10,45}, el entrenamiento aeróbico mejora la capacidad de caminar, los ejercicios de atención plena y el entrenamiento dinámico mejoran el equilibrio y la coordinación¹⁰. En cuanto a los programas de fuerza, parecen ser eficaces para mejorar la activación de los músculos de los miembros inferiores, la fuerza, la función del tronco, el control del movimiento, la fatiga, la estabilidad psicológica y la movilidad general^{30,46}. Los programas de equilibrio y de fuerza también disminuyen la fatiga^{35,47}. De manera global, se recomienda una actividad física semanal, con 2 a 3 sesiones de ejercicio aeróbico (10 a 30 minutos a intensidad moderada) y 2 a 3 sesiones de ejercicio de fuerza (1 a 3 series de 8 a 15 repeticiones máximas (RM))²¹.

En conclusión, la actividad física en su conjunto parece ser el tratamiento de elección para los pacientes con EM, por los numerosos beneficios para la salud que ofrece desde una perspectiva global. El objetivo de esta revisión sistemática es analizar la evidencia disponible sobre la efectividad de un programa de fortalecimiento muscular de los miembros inferiores en la calidad de vida y la funcionalidad de los pacientes con esclerosis múltiple.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una revisión sistemática de ensayos clínicos controlados publicados en diferentes bases de datos como PubMed, PEDro, Web of Science y CINAHL.

En primer lugar, se plantea una pregunta de investigación, basada en la pregunta PICOT, siendo P la población estudiada y su patología, I el tipo de intervención, C la comparación con otro tipo de intervención, O los resultados o consecuencias obtenidos tras la intervención y T la duración de la intervención.

Para nuestro estudio, se estableció:

- P: pacientes adultos con esclerosis múltiple
- I: programa de fortalecimiento muscular de los miembros inferiores
- C: el estudio no se comparará con ningún otro tipo de intervención específica, pero se evaluarán los efectos de su aplicación o no
- O: impacto en la calidad de vida y en la funcionalidad
- T: programa de 8 semanas como mínimo

Sintetizando la información anterior, se formuló la siguiente pregunta: ¿es eficaz el entrenamiento de fuerza de los miembros inferiores para mejorar la calidad de vida y la funcionalidad de los pacientes con esclerosis múltiple?

Para responder a esta pregunta, la búsqueda se basó en ensayos clínicos publicados entre los años 2014 y 2024, orientados hacia diferentes abordajes del entrenamiento de fuerza en pacientes con esclerosis múltiple.

Para cumplir nuestro objetivo con la mejor calidad posible, se establecieron criterios de inclusión y exclusión.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- **Tipo de estudio:** Solo se incluirán ensayos clínicos controlados, que sean aleatorizados o no. A todos estos artículos se les aplicó la escala de evaluación metodológica CASPe, respondiendo a "preguntas de eliminación" y "preguntas de

detalle", tras lo cual se incorporaron los artículos con una puntuación mínima de 9/11.

- **Muestra:** Sólo se aceptaron estudios en los que se haya diagnosticado esclerosis múltiple, independientemente de que los pacientes fueran hombres y/o mujeres. Los pacientes incluidos en los estudios no debían haber sufrido una recaída de la enfermedad en el plazo de un año y debían tener una puntuación entre 0 y 7.5/10 en la Escala Expandida del Estado de Discapacidad (EDSS), en la que 0 representa una pérdida mínima de la marcha y 7.5 una gran dificultad para realizar las actividades de la vida diaria³⁰. Los ensayos clínicos también debían incluir al menos 20 pacientes.
- **Tipo de intervención:** Se incluyeron los estudios en los que al menos un grupo recibió un tratamiento que implicaba un trabajo de fuerza de las extremidades inferiores. Los estudios también debían tener un grupo control que no recibiera este tratamiento sino que continuara con sus actividades y tratamiento médico habituales. Se seleccionaron los artículos que presentaban un programa de al menos 8 semanas de duración.
- **Fecha de publicación:** La búsqueda se realizó seleccionando artículos que hayan sido publicados en los 10 últimos años, es decir, entre 2014 y 2024.
- **Idiomas:** Se tuvieron en cuenta los artículos publicados en español, inglés y francés.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- No se tuvieron en cuenta los estudios realizados en población infantil (<18 años) y en pacientes de más de 75 años.
- Los ensayos clínicos que no evaluaban de ninguna manera la calidad de vida o la funcionalidad se rechazaron.
- Se excluyeron los estudios en los que participaban pacientes con una enfermedad avanzada que les impedía caminar (pacientes en silla de ruedas) o con otras patologías asociadas o comorbilidad susceptibles de afectar a la calidad de vida y/o la funcionalidad.
- No se tuvieron en cuenta los estudios que no detallaban su programa de fuerza o que no evaluaban los cambios en la fuerza a lo largo del estudio.

- No se han tenido en cuenta los artículos que no han publicado todos sus resultados o los artículos repetidos.

ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

Para llevar a cabo este estudio, se realizó una búsqueda bibliográfica entre octubre de 2023 y marzo de 2024 en PubMed, PEDro, CINAHL y Web Of Science.

Se realizaron tres búsquedas: una inicial, una sistemática y una manual. La primera nos dio una aproximación del volumen de evidencia científica sobre el tema, mientras que las dos últimas nos permitieron afinar la selección de artículos que podíamos incluir en nuestra revisión, según criterios predeterminados, con el objetivo de responder a nuestra pregunta PICOT.

Para realizar esta búsqueda también se utilizó el operador booleano “AND” cuando había que sumar dos o más términos. También se intentó introducir el operador booleano “OR” cuando se deseaba incluir un término u otro, pero como no aportaba beneficios, no se incluyó en la búsqueda.

Busqueda inicial

En primer lugar, se realizó la búsqueda inicial en las distintas bases de datos mencionadas anteriormente, sin aplicar ningún filtro ni criterio de inclusión o exclusión. Se comenzó la investigación con el término “multiple sclerosis” que devolvió 111.570 resultados en PubMed, 824 en PEDro, 27.032 en CINAHL y 178.407 en Web Of Science.

Dada la cantidad de información disponible, la búsqueda se refinó combinando los términos “multiple sclerosis” y “physiotherapy” mediante el operador booleano AND. Con esta combinación, se obtuvieron 2.363 resultados en PubMed, 97 en PEDro, 239 en CINAHL y 1.410 en Web Of Science.

Tras esta segunda búsqueda, con el fin de reducir el número de artículos al tema de interés, el primer término se combinó con otros dos términos “exercise” y “strength exercise”, utilizando el operador booleano AND, lo que arrojó los siguientes resultados:

- La combinación (multiple sclerosis) AND (exercise) mostró 3.490 resultados en PubMed, 403 en PEDro, 1.503 en CINAHL y 3.866 en Web Of Science.
- La combinación (multiple sclerosis) AND (strength exercise) obtuvo 489 resultados en PubMed, 91 en PEDro, 48 en CINAHL y 715 en Web Of Science.

Busqueda sistemática

Todos los resultados presentados anteriormente incluyen todos los datos publicados hasta la actualidad, independientemente del tipo de publicación (revisiones, protocolos, metaanálisis, ensayos clínicos, etc.). Para afinar nuestra búsqueda y quedarnos con los artículos los más adecuados, fue necesario aplicar una serie de filtros y descartar artículos uno a uno según una serie de criterios. Esta estrategia de búsqueda se conoce como búsqueda sistemática.

Para ello, se utilizaron las mismas cuatro bases de datos descritas anteriormente. Las palabras utilizadas fueron “multiple sclerosis”, “physiotherapy”, “exercise” y “strength exercise”. Dependiendo de la base de datos y del número de resultados obtenidos, también se utilizaron los términos “functionality” y “effectiveness”.

Una vez realizadas las distintas combinaciones de palabras, se aplicaron una serie de filtros y criterios para seleccionar los artículos que podían responder a nuestra pregunta de investigación.

Con los filtros, el objetivo era retener solo los artículos correspondientes a ensayos clínicos controlados publicados recientemente. Las búsquedas se realizaron inicialmente en los últimos 5 años, entre 2019 y 2024, con el objetivo de elaborar una revisión de la mayor calidad posible y con los artículos más actualizados. Sin embargo, la variedad de artículos publicados en este periodo no permitió reunir 10 artículos que cumplieran los criterios de selección. Por esta razón, se amplió la búsqueda a 10 años, es decir, entre 2014 y 2024, con el objetivo de reunir los artículos que mejor cumplieran las condiciones de inclusión y exclusión.

En PubMed, se aplicaron los filtros “clinical trial”, “controlled clinical trial” y “randomized controlled trial” además del filtro “10 years”. En PEDro, utilizaron los filtros “clinical trial” y “since 2014”.

Sin embargo, CINAHL y WOS no ofrecen la posibilidad de filtrar por ensayo clínico, por lo que la selección de filtros en estas bases de datos fue diferente y se modificó con el objetivo de acercarse lo máximo posible al tipo de estudio deseado, limitando los artículos incompletos y fuera de tema. En CINAHL se seleccionaron los filtros “texto completo”, “booleano” y “desde 2014 hasta 2024”, mientras que en WOS se aplicaron los filtros “article” y “sports science” y se marcaron las casillas “2014, 2015 [...] 2024”.

Los resultados de las distintas búsquedas se ilustran a continuación.

COMBINACIONES REALIZADAS CON LAS SIGUIENTES PALABRAS CLAVES		
<u>BASES DE DATOS</u>	<u>PALABRAS CLAVES</u>	<u>COMBINACIÓN</u>
PubMed	1. Multiple sclerosis	1* 1
PEDro	2. Physiotherapy	2* 1 AND 2
CINAHL	3. Exercise	3* 1 AND 3
Web Of Science	4. Strength exercise	4* 1 AND 4
	5. Functionality	5* 1 AND 4 AND 5
	6. Effectivness	6* 1 AND 4 AND 5 AND 6

Tabla 1: Detalles de la búsqueda bibliográfica

	PUBMED		PEDRO		CINAHL		WEB OF SCIENCE	
	Sin filtros	Con filtros	Sin filtros	Con filtros	Sin filtros	Con filtros	Sin filtros	Con filtros
1*	111.570	1.863	824	397	27.032	6.174	178.407	509
2*	2.363	330	97	24	239	72	1.410	40
3*	3.490	40	403	217	1.503	500	3.866	200
4*	489	80	91	48	48	16	715	69
5*	410	70			0		0	
6*	264	58						

Tabla 2: Resultados de la búsqueda bibliográfica

Con todos estos artículos encontrados, se realizó una selección primero basándose en el título y al resumen y después aplicando los criterios de inclusión y exclusión detallados anteriormente. Se obtuvieron 4 artículos en PubMed, 2 en PEDro, 1 en CINAHL y 1 en Web Of Science.

Búsqueda manual

A continuación, se realizó una búsqueda manual en la bibliografía de los ensayos clínicos seleccionados para esta revisión. Se encontró un artículo adicional que cumplía los criterios de selección.

Esto nos da un total de 9 artículos, que se enumeran en la tabla siguiente.

PubMed	1. "How do resistance training and balance and motor control training affect gait performance and fatigue impact in people with multiple sclerosis? A randomized controlled multi-center study" ³⁵
	2. "The Effect of Total Body Resistance Exercise on Mobility, Proprioception, and Muscle Strength of the Knee in People With Multiple Sclerosis" ²⁵
	3. "Effects of fast-velocity concentric resistance training in people with multiple sclerosis: A randomized controlled trial" ²⁴
	4. "The effect of combined functional training on BDNF, IGF-1, and their association with health-related fitness in the multiple sclerosis women" ⁴⁸
PEDro	5. "Effects of combined endurance and resistance training in women with multiple sclerosis: a randomized controlled study" ⁶
	6. "Effects of Eight-Week Resistance Training Program in Men With Multiple Sclerosis" ¹⁸
CINAHL	7. "Exercise Improves Physical Capacity, Cognition, Quality of Life and Promotes Neurotrophic Factors in Patients with Multiple Sclerosis" ¹¹
Web Of Science	8. "Effects of resistance training on the physical condition of people with multiple sclerosis" ³⁰
Búsqueda manual	9. "Neuromuscular adaptations to long-term progressive resistance training translates to improved functional capacity for people with multiple sclerosis and is maintained at follow-up" ²⁶

Tabla 3: Artículos incluidos en la revisión

FLUJOGRAMA

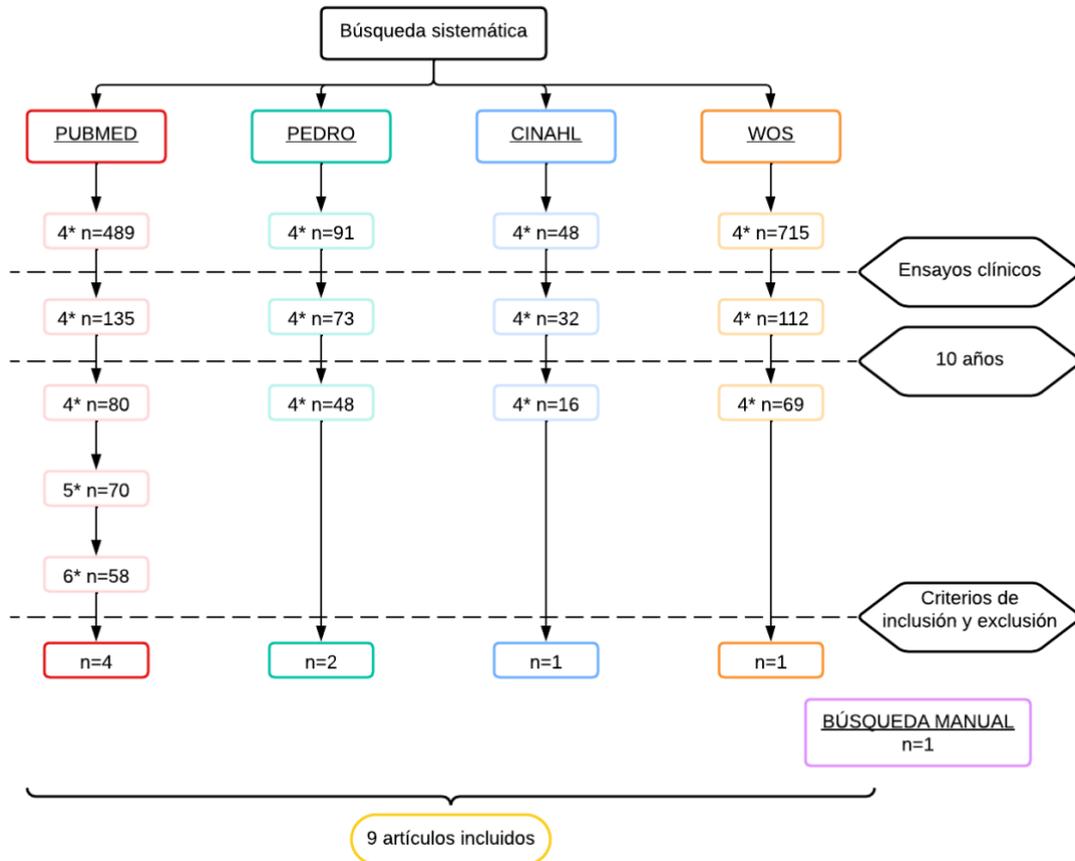


Figura 1: Diagrama de flujo de la búsqueda sistemática

EVALUACIÓN METODOLÓGICA

Para garantizar la calidad metodológica de esta revisión sistemática, los artículos seleccionados se analizaron mediante la herramienta de lectura crítica de ensayos clínicos, basada en la escala CASPe. Esta escala, que consta de 11 preguntas, tiene una puntuación que oscila entre 0 y 11, por lo que se consideró aceptable una puntuación superior a 5, además de una respuesta positiva a la primera pregunta.

Los artículos seleccionados para esta revisión obtuvieron una puntuación mínima de 9 y máxima de 11, y todos definían claramente una pregunta de investigación, en concordancia con la primera pregunta de la escala.

Solamente dos estudios no pudieron responder favorablemente a la pregunta 2, ya que uno de ellos declaró que no utilizó la aleatorización²⁵, mientras que el otro asignó aleatoriamente a los pacientes a dos grupos de tratamiento de entre los voluntarios, mientras que los que no quisieron participar en el programa fueron asignados directamente al grupo de control¹¹.

Sin embargo, a todos se les concedió un punto por la pregunta 3, por presentar grupos iguales en línea basal y por mantener la comparabilidad a lo largo del mismo.

La gestión de las pérdidas también fue adecuada, con la excepción de un artículo en el que las pérdidas superaron el 20%³⁵.

En el caso de la pregunta 5, que trata de la medición correcta de los desenlaces y del cegamiento de los distintos participantes, la asignación de puntos fue más delicada. Dos artículos^{18,30} no expresaban cegamiento, mientras que todos los demás utilizaban un único cegamiento, el del evaluador. Al tratarse de una investigación sobre ejercicio físico, parece complicado mantener el cegamiento de los pacientes, por lo que se concedió un punto a todos los estudios que presentaban únicamente evaluaciones objetivas, es decir, para las que los pacientes no podían originar sesgo. En consecuencia, a dos artículos se les concedió un punto^{25,48}, mientras que a los otros cinco se les otorgó 0 puntos^{6,11,24,26,35}.

Se concedió 1 punto por cada una de las preguntas 6, 7 y 8 y por todos los artículos, por no haber recurrido a la comunicación selectiva de los resultados, por detallarlos, sean significativos o no, y por haber respetado un índice de confianza del 95%.

Todos los artículos recibieron una respuesta afirmativa a las tres últimas preguntas, ya que se consideró que los estudios podían extenderse a la población real, que existían ensayos similares, que se habían tenido en cuenta todos los resultados y su relevancia clínica y que los beneficios parecían justificar los riesgos y los costes.

RESULTADOS

Se seleccionaron nueve artículos, todos con el objetivo común de estudiar la eficacia de un programa de fortalecimiento muscular en pacientes con esclerosis múltiple. Todos incluyen al menos un grupo que participa en un programa de entrenamiento de fuerza de intensidad progresiva y un grupo de control que realiza sus actividades habituales.

Cada uno de estos estudios se analiza con más detalle a continuación.

Moradi M, Sahraian MA, Aghsaie A, Kordi MR, Meysamie A, Abolhasani M, et al (2015)¹⁸

Este ECA analizó el efecto de un programa progresivo de 8 semanas de fuerza global. 20 hombres fueron divididos aleatoriamente en dos grupos: ejercicio (E) y control (C). Antes y después de la intervención, se les evaluó la fuerza (1RM), la funcionalidad (10MWT, prueba del escalón de 3 minutos y TUG), el equilibrio (Flamingo Stand) y la discapacidad (EDSS). El programa del grupo E consistió en 4 ejercicios, con 3 sesiones de 30 minutos por semana.

Al comparar ambos grupos, se observaron mejoras significativas en el grupo E y en comparación al grupo C en el test del escalón de 3 minutos ($p=0.006$) y en el TUG ($p=0.006$). En cuanto a la fuerza, aumentó significativamente en el grupo E para los 4 ejercicios ($p=0.006$) con una diferencia significativa entre los grupos ($p=0$) mientras que disminuyó significativamente en la mayoría de los ejercicios en el grupo C. La discapacidad del grupo E disminuyó ($p=0.037$) mientras que aumentó en el grupo C ($p=0.033$), con una diferencia significativa entre los dos ($p=0.014$). Sin embargo, no se observaron diferencias en la prueba de equilibrio. Se concluyó que el entrenamiento de fuerza de intensidad moderada a alta es una opción eficaz para mejorar la fuerza, la capacidad funcional y la gravedad de la enfermedad.

Kjølhede T, Vissing K, De Place L, Pedersen BG, Ringgaard S, Stenager E, et al (2015)²⁶

Este ECA evaluó la eficacia de un programa progresivo de fortalecimiento muscular (PRT) global, así como el mantenimiento de esta eficacia a lo largo del tiempo. Se incluyeron 35 pacientes que fueron asignados al grupo entrenamiento (training) o al grupo de lista de espera (waitlist). Durante 24 semanas, el grupo training participó en 2 sesiones semanales, que comprendían 6 ejercicios. El grupo waitlist siguió el mismo programa a partir de la semana 25. En las semanas 0, 24 y 48, se evaluaron la fuerza (MVIC), los parámetros neuromusculares (RFD, iEMG, CSA), la funcionalidad (T25FWT, 2MWT, 5STS, Stair Climb Test, MSWS-12) y la discapacidad (EDSS).

El grupo training mejoró significativamente el T25FWT (+0.17 m/s, $p=0.01$), el 2MWT (+0.18 m/s, $p=0.03$), el 5STS (-2.1 s, $p<0.01$), el Stair Climb Test (-1.4 s, $p<0.01$), así como la puntuación MSWS-12 (-8.5, $p=0.05$), después del PRT. Estos efectos se mantuvieron durante las 24 semanas de seguimiento, con la excepción de la puntuación MSWS-12. El grupo waitlist mostró mejoras similares en T25FWT, 5STS y Stair Climb Test tras 24 semanas de PRT (semana 25 a semana 48). En cuanto a los cuádriceps, los valores de fuerza ($p<0.01$) de ambas piernas, la circunferencia ($p<0.05$) y los índices de desarrollo de fuerza (RFD) de la pierna no dominante mejoraron en ambos grupos tras el PRT. También se obtuvo un aumento de la activación del VL (iEMG) de la pierna no dominante en el grupo PRT ($p<0.05$). De estos resultados, el iEMG del VL y los RFD no se mantuvieron en el tiempo. La fuerza de los isquiotibiales de la pierna no dominante, además de los valores de RFD, mejoraron en ambos grupos tras el programa, mientras que la activación del BF de ambas piernas mejoró solo en el grupo de entrenamiento ($p<0.01$). El CSA de los isquiotibiales aumentó en ambas piernas y en ambos grupos tras el programa. De estos resultados, la evolución del iEMG del BF y el CSA de los isquiotibiales no se mantuvo en el tiempo para el grupo de entrenamiento ($p<0.001$). Esto sugiere que un programa de PRT puede aumentar la capacidad funcional como resultado de adaptaciones neuromusculares, y que estos cambios pueden mantenerse a lo largo del tiempo.

Aidar FJ, Carneiro AL, Costa Moreira O, Patrocínio De Oliveira CE, Garrido ND, Machado Reis V, et al (2018)³⁰

Este ECA evaluó el efecto de un programa específico de entrenamiento de fuerza global de 12 semanas de duración. 26 pacientes se dividieron equitativamente entre un grupo experimental (GE) y un grupo de control (GC). El programa consistía en 3 sesiones semanales de 7 ejercicios cuya intensidad aumentaba a lo largo de las semanas. Al principio y al final del experimento, se midieron la fuerza (1RM), la funcionalidad (TUG, (T25FWT, STS) y el equilibrio (escala de equilibrio de Berg).

Se observaron mejoras significativas en todas las pruebas funcionales y de equilibrio entre antes y después del programa en el grupo EG y en comparación con el grupo CG ($p < 0.05$). Se obtuvo una progresión similar para la fuerza en cada ejercicio ($p < 0.05$), con una mayor progresión en las extremidades inferiores. Esto sugiere que un programa integral de fortalecimiento muscular es una buena opción para aumentar la fuerza y la capacidad funcional en pacientes con EM.

Callesen J, Cattaneo D, Brincks J, Kjeldgaard Jørgensen ML, Dalgas U (2020)³⁵

En este ECA, 71 pacientes se dividieron en tres grupos: entrenamiento progresivo de la fuerza (PRT), equilibrio y control motor (MBCT) y control (CON). El objetivo era estudiar la eficacia de los dos programas de ejercicios sobre la marcha y la fatiga durante un periodo de 10 semanas. Cada uno de los dos programas se realizó 2 veces por semana: el PRT se centró en ejercicios de flexión-extensión de rodilla y cadera, mientras que el MBCT se centró en tareas funcionales. El grupo CON no se sometió a ninguna intervención durante 10 semanas y después recibió una PRT y una sesión de MBCT a la semana. Se valoró la fuerza (MVIC), la funcionalidad (T25FWT, SSST, MSWS-12, 6MWT), el equilibrio (mini-BEST test y ABC scale) y la fatiga (MFIS).

En el grupo MBCT, los tests de funcionalidad y equilibrio mejoraron ($p < 0.05$), con una diferencia significativa en comparación con el grupo CON para el T25FWT ($p = 0.04$), el SSST ($p < 0.01$), el MSWS-12 ($p = 0.01$) y la prueba mini-BEST ($p < 0.01$) y en comparación con el grupo PRT para el SSST ($p = 0.02$) y la prueba mini-BEST ($p < 0.01$). En relación con el grupo PRT, hubo unos cambios positivos en los MSWS-12, 6MWT, mini-BEST test y la escala ABC ($p < 0.05$). La fatiga disminuyó en los grupos PRT y MBCT ($p < 0.05$) y en comparación con el grupo CON ($p < 0.01$). La fuerza de la rodilla

aumentó solo en el grupo PRT ($p < 0.05$), con una diferencia significativa respecto al grupo MBCT para KE ($p < 0.01$). Todos estos resultados mejoraron en el grupo CON tras el entrenamiento combinado (MBCT + PRT). La única diferencia significativa entre el grupo CON (PRT + BMCT) y el grupo BMCT fue a favor de BMCT para MSWS-12 ($p = 0.02$). Los autores concluyeron que la BMCT era más eficaz que la PRT para mejorar el rendimiento de la marcha, mientras que ambas reducían la fatiga.

Moghadasi A, Ghasemi G, Sadeghi-Demneh E, Etemadifar M (2020)²⁵

En este ensayo clínico de 8 semanas, 34 mujeres se dividieron en grupos de control (CON) y de entrenamiento (TRX). El objetivo era evaluar el efecto del entrenamiento de fuerza con TRX en mujeres con EM. El grupo TRX realizó 3 sesiones semanales, cada una consistente en 8 ejercicios. Se evaluaron la fuerza (MVIC) y la funcionalidad (TUG, 10MWM, 2MWT, 5STS, propiocepción de rodilla).

Los tests de funcionalidad mejoraron en el grupo TRX ($p = 0.01$). Se revelaron resultados similares para la fuerza en ambas piernas, tanto para los flexores como para los extensores de rodilla. En cuanto a la propiocepción de la rodilla, solo la de la pierna no dominante a 60° mejoró en el grupo TRX en comparación con el grupo CON. Estos resultados demuestran que el programa TRX es eficaz para desarrollar la fuerza y la funcionalidad de los pacientes con EM.

Abbaspoor E, Zolfaghari M, Ahmadi B, Khodaei K (2020)⁴⁸

Este ensayo controlado aleatorio analizó la eficacia de un programa funcional combinado en una muestra de 20 mujeres. La mitad del grupo estaba en el grupo de entrenamiento (CFT) y la otra mitad en el grupo de control (CON). El CFT consistió en 3 sesiones semanales durante 8 semanas, que comprendían un entrenamiento aeróbico, seguido de una sección de fuerza global. Se midieron la fuerza (MVIC), la función (10MWT y 2MWT) y unas medidas analíticas (BDNF, IGF1), antes y después del programa.

Se observaron mejoras en IGF1, distancia y tiempo de marcha y fuerza de los cuádriceps y de las manos en el grupo CFT ($p < 0.05$). Estas mejoras fueron significativas en comparación con el grupo CON para IGF1, tiempo de marcha y fuerza de la mano ($p < 0.05$). Sin embargo, en el grupo CON, la fuerza de los dedos de ambas manos aumentó

($p < 0.05$) mientras que no se obtuvieron cambios en el BDNF en ninguno de los dos grupos. También se observó una correlación significativa entre el IGF-1 y el tiempo de marcha, la fuerza de las manos y de los cuádriceps. Los resultados sugieren que la CFT puede ser una modalidad de entrenamiento útil para las mujeres con EM.

Correale L, Buzzachera CF, Liberali G, Codrons E, Mallucci G, Vandoni M, et al (2021)⁶

Este ensayo controlado aleatorizado evaluó el efecto de un programa combinado de entrenamiento aeróbico y de fuerza de 12 semanas de duración, seguido de 12 semanas de desentrenamiento. Se dividió a 27 mujeres en dos grupos, un grupo experimental (EXP) y un grupo de control (CON). Los sujetos EXP realizaron 2 sesiones semanales, la mitad centrada en el entrenamiento aeróbico y la otra mitad en la fuerza global. En 3 intervalos de tiempo (semanas 1, 13 y 27), se evaluaron la fuerza (1RM), la fatiga (MFIS), la depresión (BDI-II) y la calidad de vida (MSQOL-54).

Se observaron mejoras en MVIC, 1RM en máquina de extensión de piernas (23%) y 1RM en press de banca (40%) en el grupo EXP ($p < 0.01$), pero los cambios no fueron significativos en comparación con el grupo CON. La fatiga y los síntomas depresivos disminuyeron en el grupo EXP ($p < 0.01$) y mejoraron los componentes físicos y mentales de la calidad de vida ($p < 0.05$). La diferencia con el grupo CON fue significativa para la fatiga ($p = 0.023$) y el componente mental de la calidad de vida ($p = 0.028$). Tras el periodo de desentrenamiento, no hubo reducción de los efectos, a excepción de la fatiga ($p < 0.05$). Los autores concluyeron que el entrenamiento combinado previene el deterioro del rendimiento muscular, la calidad de vida y el bienestar en personas con esclerosis múltiple.

Caravaca L, Ramos-Campo DJ, Chung LH, Manonelles P, Abellán-Aynés O, Rubio-Arias J (2022)²⁴

En este ensayo clínico aleatorizado, los autores analizaron los beneficios de un programa FVCRT de 10 semanas en una muestra de 30 pacientes, divididos en 2 grupos: experimental (EG) y control (CG). Los sujetos EG participaron en 3 sesiones semanales de 4 ejercicios de miembros inferiores. Se midieron la fuerza (MVIC), la funcionalidad (10MWT, 6MWT), la autopercepción física, la catastrofización del dolor y la fatiga (FSS).

Se obtuvo un aumento de la MVIC en ambas piernas ($p < 0.001$) y de la fuerza de prensión en ambas manos ($p < 0.001$) en el grupo EG en comparación con el grupo CG. También se observó una mejora significativa en 10MWT ($p = 0.023$) y 6MWT ($p < 0.001$) en el grupo EG, así como un aumento en la forma física ($p = 0.01$) y la autopercepción física ($p = 0.03$). Del mismo modo, la impotencia ($p = 0.01$), la amplificación ($p = 0.02$) y la catastrofización del dolor ($p = 0.01$) se redujeron en el grupo EG, mientras que empeoraron en el grupo CG ($p < 0.01$). Este estudio demuestra que la FVCRT de los miembros inferiores puede mejorar la fuerza y la funcionalidad de todo el cuerpo.

Acik M, Senisik S, Tasikiran D, Aksit T, Avdinoğlu R, Yucevar AN (2023)¹¹

En este EC de 12 semanas participaron 53 pacientes divididos en 3 grupos: entrenamiento de fuerza (F), entrenamiento aeróbico (A) y control (C). Cada grupo experimental realizó 3 sesiones semanales, las del primer grupo consistieron en 10 ejercicios para todo el cuerpo, mientras que el segundo grupo realizó ciclo estático. El grupo de control no realizó ningún ejercicio. Se valoraron la fuerza (MVIC), la función aeróbica ($VO_2\max$), la fatiga (FIS, PSQI), la calidad de vida (MSQOL-54), la cognición (BICAMS), el equilibrio (estático y dinámico bipodal) y las medidas analíticas (NGF, NT-3).

Se produjo un aumento del $VO_2\max$ en los grupos de entrenamiento ($p < 0.001$ en el grupo A, $p = 0.003$ en el grupo F) y una disminución en el grupo de C ($p = 0.002$), con un efecto significativamente mayor en el grupo A ($p < 0.01$). Todos los niveles de fuerza aumentaron en los tres grupos ($0.001 < p < 0.027$), con la excepción de la fuerza de la espalda, que disminuyó en el grupo C ($p = 0.012$). Los valores de NGF mejoraron en los grupos de F ($p = 0.002$) y A ($p < 0.001$), mientras que la NT-3 solo aumentó en el grupo F ($p = 0.001$). La FIS disminuyó en los grupos F ($p = 0.04$) y C ($p = 0.012$), mientras que el PSQI disminuyó en los grupos A ($p = 0.006$) y F ($p = 0.002$). Los grupos de ejercicio se beneficiaron de una mejora de la calidad de vida ($p < 0.001$ en el grupo A, $p = 0.007$ en el grupo F) y de la función cognitiva ($p < 0.05$). Con respecto al equilibrio bipodal, los valores mejoraron significativamente en el grupo A ($p < 0.002$). Se observaron resultados similares para el equilibrio unipodal ($p < 0.01$), con solo una mejora en el pie derecho en el grupo F ($p = 0.043$). Se concluyó que el ejercicio regular mejoraba la salud general de los pacientes con esclerosis múltiple.

DISCUSIÓN

El objetivo de esta revisión sistemática es demostrar la efectividad de diferentes programas que incluyen el desarrollo de la fuerza de los miembros inferiores sobre la funcionalidad y la calidad de vida de los pacientes con EM. Proporciona una visión general de las diferentes posibilidades implementadas para lograr este objetivo y los beneficios derivados de ellas.

Tras examinar los artículos incluidos, se observa que todos los participantes en los programas de entrenamiento de fuerza aumentaron su fuerza, con variaciones en función de los parámetros de aplicación. De ello se comprueba que los programas de fortalecimiento dirigidos a todo el cuerpo^{18,26,30}, con una intensidad que oscila entre el 50% y el 85% de 1RM, son eficaces para producir una ganancia de fuerza cuando se realizan de 2 a 3 veces por semana durante 8 a 24 semanas. Estos beneficios son incluso superiores a los de estudios anteriores.

En efecto, Moradi M et al.¹⁸ obtuvieron una ganancia del 27-30% en los miembros inferiores mientras que otros autores^{49,50} solo observaron ganancias del 9.5% y del 7%, respectivamente, a una intensidad similar (70% de 1RM y 70% de MVIC) pero proponiendo únicamente ejercicios para los miembros inferiores.

Callesen J et al.³⁵ y Açıık M et al.¹¹ también obtuvieron mejoras en la fuerza, aunque los programas diferían de los anteriores. El primero siguió una intensidad similar a los otros PRT mencionados, pero los ejercicios se dirigieron solo a los flexores y extensores de rodilla y cadera, con 2 sesiones por semana. Sin embargo, el grupo BMCT+PRT muestra resultados equivalentes o incluso superiores, con una sola sesión por semana, en comparación con ninguna mejora en el grupo BMCT. Esto plantea la cuestión de si existe un beneficio adicional al combinar estos dos programas, por lo que esta hipótesis merece ser investigada más a fondo. El segundo ensayo clínico demuestra que aumentar la carga no es esencial para obtener una ganancia de fuerza, sino que aumentar el volumen de la sesión, de 1 a 3 series, también funciona.

En comparación, combinar un PRT de 3 series de 8-12 repeticiones aumentando la carga progresivamente con un trabajo aeróbico de 50% a 70% de FCR, a razón de 2 sesiones por semana durante 12 semanas, resulta en un aumento de 23% a 40%⁶, lo que

es consistente con la evidencia previa así como con un estudio de 2009²⁷ en el que los beneficios fueron de 15% a 37%. Además, estas mejoras persistieron tras 12 semanas de desentrenamiento, lo que parece relevante tener en cuenta a la hora de diseñar un programa de entrenamiento.

Otros métodos también han demostrado su eficacia para lograr este objetivo en mujeres con EM, concretamente el TRX como elemento principal del programa²⁵, o incluido en un programa funcional combinado (CFT)⁴⁸.

Una variación muy prometedora del PRT fue presentada por Andreu-Caravaca L et al. en 2022²⁴. Comienza con 2 series de 15 repeticiones al 60% de 1RM y termina con 4 series de 8 repeticiones al 75% de 1RM, a una velocidad de contracción rápida. Los resultados observados son coherentes con los estudios descritos anteriormente, con una mejora adicional de la fuerza de prensión de la mano a pesar de que el programa solo incluye ejercicios para los miembros inferiores. Los estudios muestran resultados similares para las extremidades inferiores tras 8-12 semanas de un programa tradicional de entrenamiento de resistencia^{50,51}, pero pocos evidencian una ganancia de fuerza en las extremidades no entrenadas. Además, el agarre de la mano es un indicador de la fuerza general, pero las pruebas de una posible relación entre la fuerza de agarre y la capacidad para caminar no están claras. Sería interesante investigar esto más a fondo, ya que podría ser una alternativa prometedora para las personas con esclerosis múltiple que tienen un alto grado de discapacidad en las extremidades inferiores.

Continuando con los parámetros funcionales, se ha probado que los programas progresivos de TRX²⁵, PRT dirigido a todo el cuerpo del 65% al 85% de 1RM²⁶, FVCRT del 60% al 75% de 1RM²⁴ y un programa combinando aeróbico y fuerza⁴⁸ son eficaces para mejorar la velocidad y la resistencia de la marcha en pacientes con EM. Un PRT de menor intensidad, hasta el 70% de 1RM³⁰, también ha mejorado la velocidad de la marcha por encima de los 25 pies (7.62 m). Estos resultados siguen los de Kjolhede T et al.²⁶ y Dalgas U et al.²⁷, pero contradicen a Moradi M et al.¹⁸, para quienes el cambio en la velocidad de la 10MWT no fue significativo. Esta observación podría explicarse por el hecho de que la ganancia de fuerza de este último estudio sigue siendo modesto en comparación con las ganancias de los primeros.

Sorprendentemente, el PRT de Callesen L et al.³⁵, que utiliza una intensidad de entre el 65% y el 80% de 1RM, similar al PRT anterior, produjo una mejora de la resistencia, pero no de la velocidad de la marcha. Solo se encontró un cambio positivo en el T25FWT de los grupos BMCT y PRT+BMCT, lo que sugiere que ganar fuerza no influye en la velocidad de la marcha, mientras que un programa de equilibrio y control motor lo hace posible, e incluso aporta mayores beneficios. Otro estudio de Kolhede T et al. de 2012⁵² muestra que las ganancias de fuerza se producen principalmente en la musculatura diana y otro que la fuerza muscular del tronco y de los abductores de cadera está fuertemente correlacionada con el rendimiento de la marcha⁵³, lo que podría explicar la falta de cambios en estos parámetros en el grupo de PRT.

Sin embargo, tanto los pacientes que siguieron el PRT como el BMCT percibieron una mejora en el impacto de la enfermedad sobre su capacidad para caminar (MSWS-12), al igual que tras el PRT más intenso de Kjolhede T et al.²⁶ No obstante, a diferencia de los demás avances, los beneficios del MSWS-12 no se mantuvieron en el tiempo, lo que sugiere la influencia de otros parámetros.

La presente revisión sistemática evidencia que los PRT de intensidad superior al 50% de 1RM y practicados al menos dos veces por semana conducen a una mejora de la condición física (test del escalón de 3 minutos)¹⁸, de la potencia de los miembros inferiores (stair climb test)²⁶ y de la fuerza funcional de los miembros inferiores (5STS y STS)^{25,26,30}. Se obtuvieron resultados similares en el estudio de Gutiérrez et al.⁵⁴ tras un programa de resistencia supervisado de 8 semanas, similar al de Moradi M et al.

El programa TRX establecido por Moghadasi A et al.²⁵ también aumentó la fuerza funcional de los miembros inferiores (5STS) y la propiocepción de la rodilla, pero solo a 60° de flexión y únicamente para la pierna no dominante, lo que apunta a que 8 semanas no son suficientes para tener efectos propioceptivos realmente beneficiosos.

Estos dos tipos de entrenamiento permiten reducir el riesgo de caídas (TUG)^{18,30}, lo que no se corrobora con un estudio de 2011⁴⁹, realizado a una intensidad superior.

El aumento de la fuerza parece ser relevante para mejorar la calidad de vida en general^{6,11}, reducir la fatiga^{6,11,24}, mejorar la calidad del sueño^{6,11}, la depresión⁶ y la autopercepción física y la catastrofización del dolor²⁴. Sin embargo, el PRT de Callesen J et al.³⁵ no disminuyó la fatiga, aunque el BMCT sí, lo que permite conjeturar la implicación del control motor en la sensación de fatiga. Además, la reducción del impacto

de la fatiga no se mantuvo tras las 12 semanas de PRT en el grupo experimental de Correale L et al.⁶, lo que descarta la correlación entre la reducción de la fatiga y el aumento de la fuerza. Sin embargo, al tratarse de un programa combinado de PRT y aeróbico, sugiere que es el entrenamiento aeróbico el que tiene un impacto negativo en los niveles de fatiga, lo que se confirma a través el estudio de Açı̇k M. et al.¹¹, donde el grupo aeróbico no mostr30 ning30n cambio significativo.

Otros estudios han identificado la influencia de la intensidad del entrenamiento de fuerza, mostrando una reducci30n de la fatiga para una intensidad inferior al 80% de 1RM⁵⁵ y un aumento para una intensidad superior al 85% de 1RM⁵⁶.

Adem30s, los resultados del MSQOL-54 del programa combinado de Correale L et al.⁶ perduran en el tiempo. Sin embargo, el fortalecimiento muscular no es el 30nico tipo de entrenamiento que produce estos beneficios, ya que el grupo aer30bico del ensayo cl30nico de Açı̇k M et al. tambi30n mejor30 su puntuaci30n en el MSQOL-54.

Por 30ltimo, los art30culos de la presente revisi30n muestran que un programa de PRT con una intensidad que oscila entre el 50 y el 70-80% de 1RM^{30,35} es eficaz para mejorar el equilibrio despu30s de 10 semanas, mientras que 8 semanas a la misma intensidad parecen insuficientes¹⁸. Sin embargo, el beneficio es mayor tras un programa BMCT³⁵, del mismo modo que un programa aer30bico del 60 al 80% del VO2 m30x es m30s beneficioso que un programa de fuerza al 60% de 1RM¹¹. Todo ello indica que el entrenamiento de fuerza no es la forma m30s adecuada para mejorar el equilibrio, a menos que se incluyan ejercicios de equilibrio, como demostraron Cakt et al. en 2010⁵⁷. Adem30s, el an30lisis de los art30culos seleccionados para la revisi30n no permite establecer una relaci30n entre el equilibrio y el riesgo de ca30da, ya que de los 2 art30culos en los que mejor30 el TUG^{18,30} solo uno mejor30 el equilibrio³⁰.

Sin embargo, los art30culos de esta revisi30n tienen varias limitaciones, como el peque30o tama30o de la muestra en algunos casos, el hecho de que la mayor30a de ellos no se centran 30nicamente en un tipo de EM y el hecho de que se desconoce el nivel de actividad f30sica de los pacientes antes del programa.

Nuestro estudio tambi30n revel30 una serie de puntos d30biles, a saber, que ni la intensidad ni la duraci30n del programa eran las mismas en la mayor30a de los art30culos, lo que dificulta la relaci30n de los datos. Adem30s, debido a que la heterogeneidad de g30nero difer30a de un

estudio a otro, los resultados no siempre pueden generalizarse a ambos sexos. Por último, el hecho de haber elegido artículos que no siempre utilizan la misma herramienta de medición para evaluar la misma variable también es un parámetro que puede perjudicar a la calidad de la revisión sistemática.

CONCLUSIÓN

Teniendo en cuenta los diferentes artículos incluidos en la revisión, podemos ver que existen diferentes modalidades de fortalecimiento muscular para mejorar la salud de los pacientes con EM. Para resumir, el fortalecimiento muscular progresivo es efectivo para aumentar la fuerza, mejorar la funcionalidad, incluida la marcha y las habilidades motoras, y la calidad de vida general en los pacientes con EM, independientemente del enfoque de entrenamiento (peso corporal, TRX, máquinas, aumento de la intensidad mediante carga o volumen, velocidad de contracción, entrenamiento combinado).

Los efectos más significativos se registraron en los programas de entrenamiento dirigidos a todos los grupos musculares de las extremidades inferiores, o incluso de todo el cuerpo, a una intensidad de entre el 50% y el 85% de 1RM, realizados de 2 a 3 veces por semana durante al menos 8 semanas.

Se necesitan más investigaciones para generalizar estos beneficios a todos los pacientes con EM, sea cual sea su forma de enfermedad y grado de discapacidad. Dada la diversidad de programas de entrenamiento probados en pacientes con esta enfermedad, también sería interesante evaluar los beneficios de combinarlos.

En conclusión, podemos afirmar que el entrenamiento de fuerza de los miembros inferiores en pacientes con EM es eficaz para mejorar su funcionalidad y calidad de vida.

ANEXOS

ANEXO 1 : CASPe

Preguntas de la escala CASPe para un ensayo clínico

1. ¿Se orienta el ensayo a una pregunta claramente definida?
2. ¿Fue aleatoria la asignación de los pacientes a los tratamientos?
3. ¿Se mantuvo la comparabilidad de los grupos a través del estudio?
4. ¿Fue adecuado el manejo de las pérdidas durante el estudio?
5. ¿Fue adecuada la medición de los desenlaces?
6. ¿Se evito la comunicación selectiva de resultados?
7. ¿Cuál es el efecto del tratamiento para cada desenlace?
8. ¿Cuál es la precisión de los estimadores del efecto?
9. ¿Puede aplicarse estos resultados en tu medio o población local?
10. ¿Se han tenido en cuenta todos los resultados y su importancia clínica?
11. ¿Los beneficios a obtener justifican los riesgos y los costes?

CASPe de cada uno de los artículos

ARTÍCULO 1³⁵	
Nº PREGUNTA	RESPUESTA
1	Sí
2	Sí
3	Sí
4	No
5	No
6	Sí
7	Tanto el programa de fortalecimiento muscular como el de equilibrio y control motor parecieron mejorar la funcionalidad, el equilibrio y la fatiga, con resultados más significativos para el grupo de equilibrio y control motor en términos de rendimiento al caminar. La fuerza aumentó solo en el grupo de fortalecimiento.
8	95%
9	Sí
10	Sí
11	Sí
TOTAL : 9/11	

ARTÍCULO 2²⁵	
N° PREGUNTA	RESPUESTA
1	Sí
2	No
3	Sí
4	Sí
5	Sí
6	Sí
7	Todas las pruebas mejoraron significativamente, lo que llevó a la conclusión de que un programa de fortalecimiento con TRX era una forma eficaz de aumentar la fuerza y la funcionalidad de los pacientes.
8	95%
9	Sí
10	Sí
11	Sí
TOTAL : 10/11	

ARTÍCULO 3²⁴	
N° PREGUNTA	RESPUESTA
1	Sí
2	Sí
3	Sí
4	Sí
5	No
6	Sí
7	El programa FVCRT mostró beneficios en términos de resistencia y velocidad de la marcha, fuerza, percepción y condición física, y dolor. No se observaron cambios en los sujetos que no siguieron el programa, a excepción del dolor, que aumentó en estos sujetos.
8	95%
9	Sí
10	Sí
11	Sí
TOTAL : 10/11	

ARTÍCULO 4⁴⁸	
N° PREGUNTA	RESPUESTA
1	Sí
2	Sí
3	Sí
4	Sí
5	Sí
6	Sí
7	El programa de entrenamiento funcional combinado aumentó la distancia y la velocidad de la marcha, la fuerza de los cuádriceps y de las manos y los valores de IGF1. La fuerza de los dedos aumentó en el grupo de control, mientras que no se obtuvieron cambios en el BDNF en ninguno de los dos grupos.
8	95%
9	Sí
10	Sí
11	Sí
TOTAL : 11/11	

ARTÍCULO 5⁶	
N° PREGUNTA	RESPUESTA
1	Sí
2	Sí
3	Sí
4	Sí
5	No
6	Sí
7	Se obtuvieron cambios positivos en la fuerza, la fatiga, los síntomas depresivos y la calidad de vida tras un programa que combinaba trabajo aeróbico y entrenamiento de fuerza. Todas estas mejoras se mantuvieron tras el periodo de desentrenamiento, a excepción de la fatiga, que volvió a aumentar.
8	95%
9	Sí
10	Sí
11	Sí
TOTAL : 10/11	

ARTÍCULO 6¹⁸	
N° PREGUNTA	RESPUESTA
1	Sí
2	Sí
3	Sí
4	Sí
5	No sé
6	Sí
7	Las pruebas de funcionalidad, fuerza y discapacidad mejoraron en el grupo ejercicio, mientras que para las dos últimas pruebas, los valores se deterioraron en el grupo control. No se observaron diferencias en la prueba de equilibrio.
8	95%
9	Sí
10	Sí
11	Sí
TOTAL : 10/11	

ARTÍCULO 7¹¹	
Nº PREGUNTA	RESPUESTA
1	Sí
2	No
3	Sí
4	Sí
5	No
6	Sí
7	Se observaron cambios globales a favor de los programas de entrenamiento aeróbico y de fuerza en la capacidad aeróbica, la fuerza, la fatiga, la calidad de vida, la cognición, el equilibrio y las pruebas analíticas, con algunas diferencias de eficacia entre ambos en función de las pruebas (mayores ganancias en la función aeróbica en el grupo A, por ejemplo). La función aeróbica y la fuerza de la espalda disminuyeron en el grupo de control, mientras que en la mayoría de las demás pruebas no se observaron cambios significativos.
8	95%
9	Sí
10	Sí
11	Sí
TOTAL : 9/11	

ARTÍCULO 8³⁰	
Nº PREGUNTA	RESPUESTA
1	Sí
2	Sí
3	Sí
4	Sí
5	No sé
6	Sí
7	Tras 12 semanas de entrenamiento muscular, las pruebas funcionales, de equilibrio y de fuerza progresaron de forma similar en el grupo experimental en comparación con el grupo de control.
8	95%
9	Sí
10	Sí
11	Sí
TOTAL : 10/11	

ARTÍCULO 9²⁶

N° PREGUNTA	RESPUESTA
1	Sí
2	Sí
3	Sí
4	Sí
5	No
6	Sí
7	Las pruebas funcionales, la fuerza y los parámetros neuromusculares mejoraron tras un programa de fortalecimiento, y la mayoría de estos resultados se mantuvieron en el tiempo.
8	95%
9	Sí
10	Sí
11	Sí
	TOTAL : 10/11

ANEXO 2 : TABLA DE RESULTADOS

<u>AUTOR Y AÑO</u>	<u>TIPO ESTUDIO Y DURACIÓN</u>	<u>PARTICIPANTES</u>	<u>INTERVENCIÓN</u>	<u>MÉTODOS EVALUACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PROGRAMA</u>	<u>RESULTADOS</u>
<p>Moradi M, Sahraian MA, Aghsaie A, Kordi MR, Meysamie A, Abolhasani M, et al 2015¹⁸</p>	<p>ECA 12 semanas, 8 dedicadas al programa, 2 a las pruebas previas, 2 a las pruebas posteriores</p>	<p>N=20, hombres 10 en cada grupo 23-45 años EDSS 1-6</p>	<p>2 grupos: grupo experimental (E) y grupo control (C) <u>Grupo E:</u> programa progresivo de fuerza con 3 sesiones por semana. 4 ejercicios para trabajar los miembros superiores y los inferiores (remo sentado, press de pecho, extensión de piernas en máquina, prensa horizontal). <u>Grupo C:</u> ninguna intervención</p>	<p><u>Fuerza:</u> 1RM <u>Funcionalidad:</u> 10MWT, prueba del escalón de 3min, TUG <u>Equilibrio:</u> Flamingo Stand test <u>Discapacidad:</u> EDSS</p> <p><u>Intensidad:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Sem 1: 6-10rep a 50%RM - Sem 2: 10-15rep a 60%RM - Sem 3 y 4: 10-15rep a 70%RM - Sem 5-8: 10-15rep a 80%RM. 	<p>N=16, 2 sujetos quitaron el programa en cada grupo. <u>Funcionalidad:</u> En el grupo E, pasaron de 35.5 a 48.8 escalones en la prueba del escalón de 3 minutos y de 9.9 s a 8.1 s en el TUG, con una mejora significativa en comparación con el grupo C (p<0.006). La tendencia para 10MWT no se consideró significativa. <u>Fuerza:</u> Todos los valores de fuerza aumentaron significativamente en el grupo E (p=0.006) y en comparación con el grupo C (p=0), en el que la mayoría de estos valores disminuyeron:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grupo E: aumentaron de 115 kg a 150.3 kg para remo sentado, de 54.2 kg a 70.7 kg para press de banca, de 46 kg a 59.9 kg para extensión de piernas en máquina y de 115.2 kg a 147.1 kg para prensa horizontal. - Grupo C: pasaron de 95.3 kg a 91 kg para el remo sentado (p=0.04), de 26.7 kg a 22 kg para la extensión de piernas en máquina (p=0.021) y de 99.5 kg a 87.8 kg para la prensa horizontal (p=0.014). <p><u>Equilibrio:</u> No se observaron diferencias significativas. <u>Discapacidad:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Grupo E: disminuyó de 3 a 1.5 (p=0.037) - Grupo C: aumentó de 3 a 3.7 en el grupo C (p=0.033)

<u>AUTOR Y AÑO</u>	<u>TIPO ESTUDIO Y DURACIÓN</u>	<u>PARTICIPANTES</u>	<u>INTERVENCIÓN</u>	<u>MÉTODOS EVALUACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PROGRAMA</u>	<u>RESULTADOS</u>
Kjølhede T, Vissing K, De Place L, Pedersen BG, Ringgaard S, Stenager E, et al 2015²⁶	ECA 48 semanas, 24 semanas de programa para el grupo de entrenamiento y 24 para el grupo en lista de espera	N=35, hombres y mujeres 18 en el grupo de entrenamiento, 17 en el grupo lista de espera 35-52 años EDSS 2-4	2 grupos: grupo de entrenamiento (<i>training</i>) y grupo en lista de espera (<i>waitlist</i>) <u>Grupo training:</u> programa progresivo de fuerza con 2 sesiones por semana. 6 ejercicios para trabajar los miembros superiores y los inferiores (prensa horizontal, flexión de cadera en máquina, extensión de piernas en máquina, curl femoral en DP, jalón al pecho y extensión de triceps en polea) <u>Grupo waitlist:</u> ninguna intervención durante 24 semanas, después el mismo programa que el primer grupo	<u>Fuerza:</u> MVIC <u>Parámetros neuromusculares:</u> RFD, iEMG, CSA <u>Funcionalidad:</u> T25FWT, 2MWT, 5STS, Stair Climb Test, MSWS-12 <u>Intensidad :</u> - Sem 1-4: 3x10-12rep a 15RM - Sem 5-6: 3x10 a 12RM - Sem 7-8: 4x10 a 10RM - Sem 9-10: 4x8 a 8RM - Sem 11-12: 4x6 a 6RM - Sem 13-14: 3x10 a 12RM - Sem 15-18: 4x10 a 10RM - Sem 19-20: 4x8 a 8RM - Sem 21-22: 4x6 a 6RM - Sem 23-24: 5x6 a 6RM	N=29, 1 sujeto del grupo de entrenamiento y 5 del grupo en lista de espera abandonaron el programa. <u>Funcionalidad:</u> Todos mejoraron significativamente en el grupo de entrenamiento y se mantuvieron a lo largo del tiempo, a excepción del MSWS-12. - Grupo training: +0.17 m/s para el T25FWT (p=0.01), +0.18 m/s para el 2MWT (p=0.03), -2.1 s para el 5STS (p<0.01), -1.4 s para el Stair Climb Test (p<0.01), -8.5 en el MSWS-12 (p=0.05), pero volvió casi a su valor basal (p<0.05). - Grupo waitlist: no cambió en ninguna de las medidas durante el periodo de seguimiento. Tras seguir el mismo programa, mostró resultados similares en el T25FWT (+0.09 m/s, p<0.01), el 5STS (-1.6 s, p<0.001) y la prueba de subir escaleras (-1.1 s, p<0.05). <u>Fuerza:</u> - Grupo training: +0.37 Nm/kg (p<0.01) en la pierna no dominante y +0.36 Nm/kg (p<0.01) en la pierna dominante para el cuádriceps, +0.26 Nm/kg (p<0.01) de la pierna no dominante para los isquiotibiales. - Grupo waitlist, tras el PRT: +0.38 Nm/kg (p<0.001) en la pierna no dominante y +0.31 Nm/kg (p<0.01) en la pierna dominante para el cuádriceps, +0.17 Nm/kg (p<0.05) en la pierna no dominante para los isquiotibiales. <u>Parámetros neuromusculares:</u> - Grupo training: <i>Extensores de la rodilla:</i> +1.4 cm ² (p<0.05), +1.35 Nm/kg/s para el RFDmax (p<0.05) y +1.71 μV en la activación del VL (p<0.05) de la pierna no dominante. <i>Flexores de la rodilla:</i> +0.68 Nm/kg/s (p<0.01) para RFDmax en la pierna no dominante, +3.27 μV (p<0.01) en la pierna no dominante y +3.65 μV (p<0.05) en la pierna dominante para la activación del BF, +1.4 cm ² (p<0.001) y

					<p>+1.1 cm² (p<0.01) en las piernas no dominante y dominante respectivamente.</p> <p>- Grupo waitlist, tras el PRT:</p> <p><i>Extensores de la rodilla</i>: +1.5 cm² (p<0.01) en la pierna no dominante.</p> <p><i>Flexores de la rodilla</i>: +0.69 Nm/kg/s (p<0.001) para RFD200ms en la pierna no dominante, +1.3 cm² (p<0.01) y +1.7 cm² (p<0.001) en las piernas no dominante y dominante respectivamente.</p> <p>De estos resultados, el iEMG del VL (p<0.1) y el CSA de isquiotibiales (p<0.05) de la pierna dominante, además del RFDmax (p<0.1) y del iEMG BF p<0.001) de la pierna no dominante no se mantuvieron en el tiempo en el grupo entrenamiento.</p> <p>Los resultados no mencionados no mostraron cambios significativos.</p>
--	--	--	--	--	--

<u>AUTOR Y AÑO</u>	<u>TIPO ESTUDIO Y DURACIÓN</u>	<u>PARTICIPANTES</u>	<u>INTERVENCIÓN</u>	<u>MÉTODOS EVALUACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PROGRAMA</u>	<u>RESULTADOS</u>
Aidar FJ, Carneiro AL, Costa Moreira O, Patrocínio De Oliveira CE, Garrido ND, Machado Reis V, et al 2018 ³⁰	ECA 12 semanas	N=26, hombres y mujeres 13 en cada grupo 33-55 años EDSS 0-7.5	2 grupos: grupo experimental (EG) y grupo control (CG) <u>Grupo EG:</u> programa progresivo de fuerza con 3 sesiones por semana. 7 ejercicios para trabajar los miembros superiores, los inferiores y el tronco (sentadilla guillada, press de banca, prensa de piernas, press militar, abdominales, jalón frontal, zancada) <u>Grupo CG:</u> ninguna intervención	<u>Fuerza:</u> RM <u>Funcionalidad:</u> TUG, T25FWT, STS <u>Equilibrio:</u> Berg Balance Scale <u>Intensidad:</u> - Mes 1: 6-10rep a 50% 1RM - Mes 2: 10-12rep a 60% 1RM - Meses 3 y 4: 10-15 rep a 70% 1RM	N=23, 2 personas del EG y 1 del CG quitaron el estudio. <u>Fuerza:</u> Se incrementaron todos los valores de 1RM en particular para los miembros inferiores (p<0.05). Precisamente, la sentadilla cambió de 32.1 a 45.3 kg, la press de banca de 19.8 a 35.1 kg, la prensa de pierna de 55.7 a 81.2 kg, la press militar de 13.2 a 20.4 kg, el jalón frontal de 12.5 a 24.9 kg y la zancada de 28.4 a 41.9 kg. <u>Funcionalidad:</u> Hubo un progreso significativo en todas las pruebas en el grupo EG en comparación con el grupo CG (p<0.05). Precisamente, el TUG pasó de 12.86 a 9.47 s, los T25FWT de 8.9 a 6.79 s y el STS de una media de 11.94 a 13.81 repeticiones. <u>Equilibrio:</u> Se obtuvieron beneficios similares, con una puntuación de la escala de Berg que subo de 3 puntos (p<0.05) Los resultados no mencionados no mostraron cambios significativos.

<u>AUTOR Y AÑO</u>	<u>TIPO ESTUDIO Y DURACIÓN</u>	<u>PARTICIPANTES</u>	<u>INTERVENCIÓN</u>	<u>MÉTODOS EVALUACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PROGRAMA</u>	<u>RESULTADOS</u>
Callesen J, Cattaneo D, Brincks J, Kjeldgaard Jørgensen ML, Dalgas U 2020 ³⁵	ECA 10 semanas	N=71, hombres y mujeres 20 en el grupo CON, 23 en el grupo PRT y 28 en el grupo BMCT 30-75 años EDSS 2-6.5	3 grupos: programa de fuerza (PRT), de control motor (BMCT) y control (CON) <u>Grupo PRT:</u> programa progresivo de fuerza con 2 sesiones por semana. 5 ejercicios de flexo-extensión de rodillas y caderas (prensa de piernas, extensión de piernas en máquina, curl femoral, flexión de cadera, extensión de cadera) <u>Grupo BMCT:</u> programa de equilibrio y control motor con 2 sesiones por semana (sentarse, mantenerse de pie, caminar, andar, movimiento ocular) <u>Grupo CON:</u> ninguna intervención durante 10 semanas, seguida de un programa combinado de PRT+BMCT con 1 sesión por semana	<u>Fuerza:</u> MVIC <u>Funcionalidad:</u> T25FWT, SSST, MSWS-12, 6MWT <u>Equilibrio:</u> Mini-BEST test, ABC scale <u>Fatiga:</u> MFIS <u>Intensidad:</u> - Sem 1-2: 3x10 a 15RM (65% 1RM) - Sem 3-4: 3x12 a 12RM (70% 1RM) - Sem 5-6: 4x12 a 12RM (70% 1RM) - Sem 7-8: 4x10 a 10RM (75% 1RM) - Sem 9-10: 4x8 a 8RM (80% 1RM)	N=53, 2 sujetos del grupo CON, 6 del grupo PRT y 4 del grupo BMCT quitaron el programa. <u>Fuerza:</u> KE y KF mejoraron significativamente en PRT: +0.19 Nm/kg y +0.11 Nm/kg (p<0.05) pero solo había una diferencia significativa con el BMCT para KE (0.27 Nm/kg, p<0.01). No mejoraron en MBCT ni CON. <u>Funcionalidad:</u> - Grupo BMCT: +0.1 m/s en el T25FWT (p=0.04), -2.2 s en el SSST (p<0.01), -9.3 en el MSWS-12 (p<0.05), +28.5m en el 6MWT (p<0.05) - Grupo PRT: -6.5 en MSWS-12 (p<0.05), +22.8 m en el 6MWT (p<0.05) Hubo una diferencia significativa entre los grupos BMCT y PRT para el SSST en favor del BMCT (p=0.02) y una en el BMCT respecto a CON (-7.3, p=0.01) para el MSWS-12. <u>Equilibrio:</u> - Grupo BMCT: +4.1 para el mini-BEST test (p<0.05), +0.94 en el ABC scale (p<0.05) - Grupo PRT: +2.1 para el mini-BEST test (p<0.05), +1.28 en el ABC scale (p<0.05) Se observó una diferencia significativa para el mini-BEST test entre el grupo BMCT y los grupos PRT (+2.2, p=0.01) y CON (3.3, p<0.01). <u>Fatiga:</u> - Grupo BMCT: -11.1 en el MFIS (p<0.05) - Grupo PRT: -12.8 en el MFIS (p<0.05) Se demostró una diferencia significativa para los 2 grupos en comparación con el grupo CON (p<0.01). El grupo CON post entrenamiento combinado (MBCT + PRT) vio todos estos resultados mejorarse. Solo había una diferencia significativa entre PRT+BMCT y BMCT en favor de BMCT para el MSWS-12 (5.3, p=0.02). Los resultados no mencionados no mostraron cambios significativos (T25FWT y SSST en PRT, PD y PF).

<u>AUTOR Y AÑO</u>	<u>TIPO ESTUDIO Y DURACIÓN</u>	<u>PARTICIPANTES</u>	<u>INTERVENCIÓN</u>	<u>MÉTODOS EVALUACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PROGRAMA</u>	<u>RESULTADOS</u>
Moghadasi A, Ghasemi G, Sadeghi-Demneh E, Etemadifar M 2020 ²⁵	EC no aleatorio 8 semanas	N=34, mujeres 19 en el grupo entrenamiento, 15 en el grupo control 29-42 años EDSS 1-4	2 grupos: grupo entrenamiento (<i>training</i>) y grupo control <u>Grupo training:</u> programa progresivo de TRX con 3 sesiones por semana. 8 ejercicios para trabajar los miembros superiores, los inferiores y el tronco (remo, curl femoral, sentadilla, abducción de cadera, plancha lateral, bird dog, zancada, plancha) <u>Grupo control:</u> ninguna intervención	<u>Fuerza:</u> MVIC <u>Funcionalidad:</u> TUG, 10MWM, 2MWT, 5STS, propiocepción de la rodilla <u>Intensidad:</u> cada ejercicio tiene 4 niveles de dificultad. - Sem 1-2: nivel 1 - Sem 3-4: nivel 2 - Sem 5-6: nivel 3 - Sem 7-8: nivel 4 Se realizaron 3x5 rep o 3x5seg según el ejercicio.	N=27, 3 sujetos del grupo entrenamiento y 4 del grupo control quitaron el programa. <u>Fuerza:</u> Mejora de los flexores y extensores de ambas piernas en el grupo TRX en comparación con el grupo CON. - Pierna dominante: <i>Flexores:</i> +17.05 N•m a 20° (p=0.03); +11.64 N•m a 70° (p=0.004) <i>Extensores:</i> +12.7 N•m a 20° (p=0.02); +43.17 N•m a 70° (p=0.001) - Pierna no dominante: <i>Flexores:</i> +21.86 N•m a 20° (p=0.02); +13.12 N•m a 70° (p=0.01) <i>Extensores:</i> +8.75 N•m a 20° (p=0.04); +42.62 N•m a 70° (p=0.01) <u>Funcionalidad:</u> - Grupo training: -1.68 s en el TUG (p=0.01), +0.33 m/s en el 10MWT (p=0.01), +0.2 m/s en el 2MWT (p=0.01), -4.14 s en el 5STS (p=0.01). Solo apareció una reducción significativa del error absoluto de la propiocepción de la rodilla de la pierna no dominante a 60° en grupo TRX en comparación con grupo CON (-1.83, p=0.02). - Grupo control: No hubo evolución significativa Los resultados no mencionados no mostraron cambios significativos (error propioceptivo a 30° en la pierna no dominante, a 30° y a 60° en la pierna dominante)

<u>AUTOR Y AÑO</u>	<u>TIPO ESTUDIO Y DURACIÓN</u>	<u>PARTICIPANTES</u>	<u>INTERVENCIÓN</u>	<u>MÉTODOS EVALUACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PROGRAMA</u>	<u>RESULTADOS</u>
Abbaspoor E, Zolfaghari M, Ahmadi B, Khodaei K 2020 ⁴⁸	ECA 8 semanas	N=20, mujeres 10 en cada grupo 22-44 años EDSS 1.5-4.5	2 grupos: grupo entrenamiento (CFT) y grupo control (CON) <u>Grupo CFT</u> : programa progresivo de fuerza y aeróbico, con 3 sesiones por semana. Entrenamiento aeróbico progresivo (movimientos rítmicos asociados a la música) seguido de una sección de fuerza con bandas elásticas, TRX y calistenia para trabajar los miembros superiores, los inferiores y el tronco (biceps, triceps y muslo con gomas, remo, sentadilla, zancada y sit-ups con TRX, movimientos activos y pasivos enfocado a fortalecer y mejorar equilibrio brazos, piernas y tronco con peso corporal) <u>Grupo CON</u> : ninguna intervención	<u>Fuerza</u> : MVIC <u>Funcionalidad</u> : 10MWT, 2MWT <u>Analítica</u> : BDNF, IGF1 <u>Intensidad</u> : - Sem 1-2: 15min, 55% FCmax / 1x 8-10rep - Sem 3-4: 20min, 60% FCmax / 1x 12-14rep - Sem 5-6: 20min, 65% FCmax / 2x 8-10rep - Sem 7-8: 20min, 70% FCmax / 2x 12-14rep	N=16, 2 sujetos de cada grupo se retiraron del programa. <u>Fuerza</u> : - Se observó un aumento de la fuerza de prensión en ambas manos en el grupo CFT en comparación con el grupo CON y con los valores pre-test, de 17.66 a 21.98 kg en la mano derecha (p=0.002) y de 16.47 a 21.16 kg en la mano izquierda (p=0.004). La fuerza de los cuádriceps también aumentó en comparación con los valores pre-test, de 55.51 a 73.39 kg (p=0.01). - La fuerza de los dedos de ambas manos aumentó en el CON, de 3.76 a 5.48 kg en la mano derecha y de 3.73 a 5.98 kg en la mano izquierda (p<0.05), aunque no cambió en el grupo CFT. - El entrenamiento se consideró eficaz (time x group) para mejorar la fuerza de la mano derecha (p=0.03). <u>Funcionalidad</u> : - La progresión del 2MWT en el CFT aumentó de 150.12 a 164.87 m (p=0.02) - También se midió un cambio significativo en el 10MWT al comparar el CFT con el CON y con los valores pre-test, de 7.94 s a 7.17 s (p<0.05). - La eficacia del programa (time x group) se consideró significativa para el 10MWT (p=0.01). <u>Analítica</u> : - Se obtuvo una mejora en el IGF1 en el CFT en comparación con el CON (p=0.01) y con los valores previos a la prueba (p=0.001), pasando de 124 a 134.25 ng/ml, mientras que BDNF no mostró cambios (p=0.41). - El programa se consideró eficaz (time x group) para el IGF1 (p=0.001). El grupo CON no mostró cambios en ninguna de las pruebas.

<u>AUTOR Y AÑO</u>	<u>TIPO ESTUDIO Y DURACIÓN</u>	<u>PARTICIPANTES</u>	<u>INTERVENCIÓN</u>	<u>MÉTODOS EVALUACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PROGRAMA</u>	<u>RESULTADOS</u>
Correale L, Buzzachera CF, Liberali G, Codrons E, Mallucci G, Vandoni M, et al 2021 ⁶	ECA 27 semanas, 12 dedicados al programa, 12 al desentrenamiento y 3 periodos de una semana dedicados a las pruebas.	N=27, mujeres 14 en el grupo experimental, 13 en el grupo control 38-55 años EDSS 0-4	2 grupos: grupo experimental (EXP) y grupo control (CON) <u>Grupo EXP:</u> programa progresivo de fuerza y aeróbico (cinta de correr o cicloergómetro) con 2 sesiones por semana. Ejercicios para los principales grupos musculares (peso corporal, mancuernas, gomas elásticas) <u>Grupo CON:</u> ninguna intervención	<u>Fuerza:</u> MVIC, 1RM <u>Fatiga:</u> MFIS <u>Depresión:</u> BDI-II <u>Calidad de vida:</u> MSQOL-54 <u>Intensidad:</u> 50-70% FCR y 3x 8-12rep con un aumento progresiva de la carga a lo largo de las semanas	N=23, 4 sujetos del grupo control quitaron el estudio. <u>Fuerza:</u> +119.5 N•m en el MVIC de la extensión de piernas en máquina (p<0.01), +13.3 kg en la 1RM de la extensión de piernas en máquina (p<0.01) y +5.7 kg en la 1RM de la press de banca en el grupo EXP. Sin embargo, la diferencia no fue significativa en comparación con el grupo CON. Tampoco hubo cambios significativos en la 1RM de remo sentado en ninguno de los grupos. <u>Fatiga:</u> disminuyó de 16.3 puntos (p<0.01) en el EXP con una diferencia significativa en comparación con el CON (p=0.023). <u>Depresión:</u> los síntomas depresivos bajaron de 7 puntos (p<0.01) en el EXP. <u>Calidad de vida:</u> +11.1 puntos en el componente mental y +10 puntos en el componente físico (p<0.05), con una diferencia significativa con el grupo CON para el componente mental (p=0.028) No hubo cambios en el grupo CON en ninguna de las otras variables ni otras diferencias significativas entre los grupos. Con el desentrenamiento, todas las mejoras se mantuvieron a excepción de la fatiga, que aumentó 9.2 puntos (p<0.05).

<u>AUTOR Y AÑO</u>	<u>TIPO ESTUDIO Y DURACIÓN</u>	<u>PARTICIPANTES</u>	<u>INTERVENCIÓN</u>	<u>MÉTODOS EVALUACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PROGRAMA</u>	<u>RESULTADOS</u>
Andreu-Caravaca L, Ramos-Campo DJ, Chung LH, Manonelles P, Abellán-Aynés O, Rubio-Arias J 2022 ²⁴	ECA 10 semanas	N=30, hombres y mujeres 29-42 años EDSS 1.5-5	2 grupos: grupo experimental (EG) y grupo control (CG) <u>Grupo EG:</u> programa progresivo de fuerza a velocidad de contracción rápida con 3 sesiones por semana. 4 ejercicios para trabajar los miembros inferiores (prensa de piernas, extensión de pierna unilateral, extensión de cadera unilateral, elevación de talones sentado) . <u>Grupo CG:</u> ninguna intervención	<u>Fuerza:</u> MVIC <u>Funcionalidad:</u> 10MWT, 6MWT <u>Autopercepción:</u> cuestionarios de autopercepción física y de catastrofización del dolor <u>Fatiga:</u> FSS <u>Intensidad:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Sem 1: 60% RM, 2x15 rep - Sem 2: 65% RM, 3x13 rep - Sem 3: 70% RM, 3x9 - Sem 4: 75% RM, 4x8 rep - Sem 5: 60% RM, 2x15 rep - Sem 6: 65% RM, 3x13 - Sem 7: 70% RM, 3x9 - Sem 8: 75% RM, 3x8 - Sem 9: 75% RM, 4x8 - Sem 10: 60% RM, 2x15 	N=30 <u>Fuerza:</u> <ul style="list-style-type: none"> - El grupo EG registró un aumento significativo de la fuerza en ambas piernas: +31.7% para la pierna derecha y +26.7% para la pierna izquierda (p<0.001), con una diferencia del 69% en comparación con el grupo CG (p=0.032 para la pierna derecha y p=0.009 para la pierna izquierda). - Se obtuvieron resultados similares para la fuerza de prensión en ambas manos: +12.53% para la mano derecha y +32.41% para la mano izquierda (p<0.001) con una diferencia significativa respecto al grupo CG (40% y p<0.003 para la mano derecha, 9.5% y p=0.029 para la mano izquierda). - Se consideró eficaz el programa (group x time interaction) para la fuerza de las piernas (p<0.001) así como para la fuerza de las manos (p=0.004). <u>Funcionalidad:</u> -16.9% en el 10MWT (p=0.023), +25.5% en el 6MWT (p<0.001) <u>Autopercepción:</u> <ul style="list-style-type: none"> - El CG sufrió un deterioro de la condición física (p=0.043), mientras que el EG benefició de una mejora de la impotencia frente al dolor (p=0.01), de la ampliación del dolor (p<0.01) y de la catastrofización (p<0.01) - Se consideró eficaz el programa (group x time interaction) para la condición física (p=0.01) y la autopercepción física general (p=0.03) en el cuestionario de autopercepción. Se demostró la misma eficacia para la impotencia (p=0.01), la ampliación (p=0.02) y en la escala de catastrofización (p=0.01) <u>Fatiga:</u> el EG se benefició de una reducción de la percepción de la fatiga (p=0.04)

<u>AUTOR Y AÑO</u>	<u>TIPO ESTUDIO Y DURACIÓN</u>	<u>PARTICIPANTES</u>	<u>INTERVENCIÓN</u>	<u>MÉTODOS EVALUACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PROGRAMA</u>	<u>RESULTADOS</u>
Açik M, Şenişik S, Taşkiran D, Akşit T, Aydinoğlu R, Yüceyar AN 2023 ¹¹	EC no aleatorio 12 semanas	N=53, hombres y mujeres 20 en el grupo aeróbico, 17 en el grupo fuerza y 16 en el grupo control 27-50 años EDSS 0-4	3 grupos: grupo aeróbico (<i>aerobic</i>), grupo fuerza (<i>strength</i>) y grupo control <u>Grupo aeróbico:</u> programa progresivo con 3 sesiones por semana, en ciclo estático. <u>Grupo fuerza:</u> programa progresivo de fuerza con 3 sesiones por semana. 10 ejercicios para trabajar los miembros superiores, los inferiores y el tronco (prensa de piernas, press de pecho, curl femoral, jalón de polea al pecho, extensión de piernas, elevaciones laterales, elevación de talones, remo vertical, sit up, bird dog) . <u>Grupo control:</u> ninguna intervención	<u>Fuerza:</u> MVIC <u>Función aeróbica:</u> VO2max <u>Fatiga:</u> FIS, PSQI <u>Calidad de vida:</u> MSQOL-54 <u>Aspecto cognitivo:</u> BICAMS <u>Equilibrio:</u> equilibrio bipodal estático y dinámico y equilibrio unipodal estático <u>Análítica:</u> NGF, NT-3 <u>Intensidad:</u> - Mes 1: 60%VO2max / 1x12-15rep a 60%RM - Mes 2: 70%VO2max / 2x12-15rep a 60%RM - Mes 3: 80%VO2max / 3x12-15rep a 60%RM	N=43, 4 sujetos del grupo aeróbico y 6 del grupo fuerza quitaron el programa. <u>Fuerza:</u> se observaron cambios positivos en todos los grupos, con una diferencia significativa para la fuerza de espalda y de las piernas entre los grupos aeróbico y fuerza en comparación con el grupo control (p<0.01) - Grupo aeróbico: de 34 a 52.5 kg para las piernas (p<0.001), de 36 a 42.5 kg para la espalda (p=0.002), de 28 a 32 kgf para la mano derecha (p=0.004), de 24.5 a 31.5 kgf para la mano izquierda (p=0.027) - Grupo fuerza: de 26 a 60 kg para las piernas (p<0.001), de 23 a 47 kg para la espalda (p<0.001), de 20 a 26 kgf para la mano derecha (p<0.001), de 20 a 30 kgf para la mano izquierda (p=0.002) - Grupo control: de 47.5 a 54.5 kg para las piernas (p=0.002), de 46.5 a 41 kg para la espalda (p=0.02) y de 36 a 37 kgf para la mano derecha (p=0.012) <u>Función aeróbica:</u> aumentó de 31 a 38 mL O ₂ /kg/min en el grupo aeróbico (p<0.001), de 30 a 32 mL O ₂ /kg/min en el grupo fuerza (p=0.003) pero disminuyó de 30.6 a 29.3 mL O ₂ /kg/min en el grupo control (p=0.002). El beneficio fue significativamente superior en el grupo aeróbico (p<0.01) <u>Fatiga:</u> la puntuación de la FIS decreció en los grupos de fuerza y control, de 75 a 66 (p=0.04) y de 71 a 59 (p=0.012), respectivamente, sin diferencias significativas entre los grupos (p=0.689). Resultados similares ocurrieron en el PSQI, de 8 a 5 en el grupo fuerza y de 6.5 a 4.5 en el grupo aeróbico, con una diferencia significativa entre estos dos grupos y el grupo control (p=0.033 y p=0.041, respectivamente). <u>Calidad de vida:</u> - Grupo aeróbico: de 67 a 77 (p<0.001) para el componente mental y de 62 a 72 (p<0.001) para el componente físico

					<p>- Grupo fuerza: de 55 a 69 (p=0.004) y de 61 a 70 (p=0.007)</p> <p><u>Aspecto cognitivo:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Grupo aeróbico: mostró progresos en BVMT-R (p=0.005), SDMT (p=0.029) y CVLT-II (p=0.003) - Grupo fuerza: benefició de cambios significativos en SDMT (p=0.002) y CVLT-II (p=0.007) - Grupo control: demostró una evolución positiva en BVMT-R (p=0.04) y CVLT-II (p<0.001) <p><u>Equilibrio:</u> se midieron cambios solo en el grupo aeróbico y hubo diferencias significativas en comparación con el grupo control en la mayoría de estos resultados.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Equilibrio bipodal: disminución del balanceo medio-lateral (ML) estático (p=0.034) y dinámico (p=0.001), del balanceo fronto-lumbar (FB) dinámico (p=0.002), del área de elipse estática (p<0.001) y dinámica (p<0.001) y del perímetro dinámico (p<0.001) - Equilibrio unipodal: disminución del FB estático en la pierna derecha (p<0.001), del ML estático en ambas piernas (p=0.004 en la pierna derecha, p=0.009 en la pierna izquierda), del área de elipse estática en ambas piernas (p=0.015 y p=0.004) y del perímetro estático en ambas piernas (p<0.001 y p=0.009) - Solo hubo una disminución significativa del área de elipse estática en el pie derecho en el grupo de fuerza (p=0.043), y hubo un aumento significativo del área de elipse estática en el pie izquierdo en el grupo de control (p=0.005). <p><u>Analítica:</u> Los grupos ejercicios mostraron una mejora significativa en el NGF, con una diferencia entre el grupo aeróbico y el grupo control (p=0.007). NT-3 cambió solo en el grupo fuerza.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grupo aeróbico: de 95 a 192 pg/mL para el NGF (p<0.001) - Grupo fuerza: de 58 a 146 pg/mL para el NGF (p=0.002) y de 67 a 103 pg/mL en el NT-3 (p<0.001) <p>Los resultados no mencionados no mostraron cambios significativos.</p>
--	--	--	--	--	---

BIBLIOGRAFÍA

1. Jørgensen MLK, Dalgas U, Wens I, Hvid LG. Muscle strength and power in persons with multiple sclerosis – A systematic review and meta-analysis. Vol. 376, *Journal of the Neurological Sciences*. Elsevier B.V.; 2017. p. 225-41.
2. Uptple M, Clerosis S, Ohn J, Oseworthy HN, Laudia C, Ucchinetti L, et al. *The New England Journal of Medicine*. Vol. 938, Review Article Medical Progress. 2000.
3. Gutiérrez-Cruz C, Rojas-Ruiz FJ, de la Cruz-Márquez JC, Gutiérrez-Dávila M. Effect of a combined program of strength and dual cognitive-motor tasks in multiple sclerosis subjects. *Int J Environ Res Public Health*. 1 de septiembre de 2020;17(17):1-12.
4. Uptple M, Clerosis S, Ohn J, Oseworthy HN, Laudia C, Ucchinetti L, et al. *The New England Journal of Medicine*. Vol. 938, Review Article Medical Progress. 2000.
5. Simpson RJ, McLean G, Guthrie B, Mair F, Mercer SW. Physical and mental health comorbidity is common in people with multiple sclerosis: Nationally representative cross-sectional population database analysis. *BMC Neurol*. 13 de junio de 2014;14(1).
6. Correale L, Buzzachera CF, Liberali G, Codrons E, Mallucci G, Vandoni M, et al. Effects of Combined Endurance and Resistance Training in Women With Multiple Sclerosis: A Randomized Controlled Study. *Front Neurol*. 5 de agosto de 2021;12.
7. Gil-González I, Martín-Rodríguez A, Conrad R, Pérez-San-Gregorio MÁ. Quality of life in adults with multiple sclerosis: A systematic review. Vol. 10, *BMJ Open*. BMJ Publishing Group; 2020.
8. Hyarat SY, Subih M, Rayan A, Salami I, Harb A. Health Related Quality of Life Among Patients With Multiple Sclerosis: The Role of Psychosocial Adjustment to Illness. *Arch Psychiatr Nurs*. 1 de febrero de 2019;33(1):11-6.
9. Yalachkov Y, Soydaş D, Bergmann J, Frisch S, Behrens M, Foerch C, et al. Determinants of quality of life in relapsing-remitting and progressive multiple sclerosis. *Mult Scler Relat Disord*. 1 de mayo de 2019;30:33-7.
10. Grazioli E, Tranchita E, Borriello G, Cerulli C, Minganti C, Parisi A. The Effects of Concurrent Resistance and Aerobic Exercise Training on Functional Status in Patients with Multiple Sclerosis [Internet]. 2019. Disponible en: www.acsm-csmr.org
11. Açık M, Şenişik S, Taşkıran D, Akşit T, Aydinoğlu R, Yüceyar AN. Exercise Improves Physical Capacity, Cognition, Quality of Life and Promotes Neurotrophic Factors in Patients with Multiple Sclerosis. *Noropsikiyatri Arsivi*. 1 de diciembre de 2023;60(4):335-43.
12. Oh J, Vidal-Jordana A, Montalban X. Multiple sclerosis: Clinical aspects. Vol. 31, *Current Opinion in Neurology*. Lippincott Williams and Wilkins; 2018. p. 752-9.
13. Proschinger S, Kuhwand P, Rademacher A, Walzik D, Warnke C, Zimmer P, et al. Fitness, physical activity, and exercise in multiple sclerosis: a systematic review on current evidence for interactions with disease activity and progression. Vol. 269, *Journal of Neurology*. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH; 2022. p. 2922-40.

14. Walton C, King R, Rechtman L, Kaye W, Leray E, Marrie RA, et al. Rising prevalence of multiple sclerosis worldwide: Insights from the Atlas of MS, third edition. *Multiple Sclerosis Journal*. 1 de diciembre de 2020;26(14):1816-21.
15. Razazian N, Kazemina M, Moayedi H, Daneshkhah A, Shohaimi S, Mohammadi M, et al. The impact of physical exercise on the fatigue symptoms in patients with multiple sclerosis: A systematic review and meta-analysis. *BMC Neurol*. 13 de marzo de 2020;20(1).
16. Milo R, Kahana E. Multiple sclerosis: Geoeidemiology, genetics and the environment. Vol. 9, *Autoimmunity Reviews*. 2010.
17. Filippi M, Rocca MA, Ciccarelli O, De Stefano N, Evangelou N, Kappos L, et al. MRI criteria for the diagnosis of multiple sclerosis: MAGNIMS consensus guidelines. Vol. 15, *The Lancet Neurology*. Lancet Publishing Group; 2016. p. 292-303.
18. Moradi M, Sahraian MA, Aghsaie A, Kordi MR, Meysamie A, Abolhasani M, et al. Effects of eight-week resistance training program in men with multiple sclerosis. *Asian J Sports Med*. 14 de julio de 2015;6(2):1-7.
19. Benedict RHB, Wahlig E, Bakshi R, Fishman I, Munschauer F, Zivadinov R, et al. Predicting quality of life in multiple sclerosis: Accounting for physical disability, fatigue, cognition, mood disorder, personality, and behavior change. *J Neurol Sci*. 15 de abril de 2005;231(1-2):29-34.
20. Mazumder R, Murchison C, Bourdette D, Cameron M. Falls in people with multiple sclerosis compared with falls in healthy controls. *PLoS One*. 25 de septiembre de 2014;9(9).
21. Kim Y, Lai B, Mehta T, Thirumalai M, Padalabalanarayanan S, Rimmer JH, et al. Exercise Training Guidelines for Multiple Sclerosis, Stroke, and Parkinson Disease: Rapid Review and Synthesis. Vol. 98, *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*. Lippincott Williams and Wilkins; 2019. p. 613-21.
22. Lai B, Young HJ, Bickel CS, Motl RW, Rimmer JH. Current Trends in Exercise Intervention Research, Technology, and Behavioral Change Strategies for People with Disabilities: A Scoping Review. Vol. 96, *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*. Lippincott Williams and Wilkins; 2017. p. 748-61.
23. Amtmann D, Bamer AM, Kim J, Chung H, Salem R. People with multiple sclerosis report significantly worse symptoms and health related quality of life than the US general population as measured by PROMIS and NeuroQoL outcome measures. *Disabil Health J*. 1 de enero de 2018;11(1):99-107.
24. Andreu-Caravaca L, Ramos-Campo DJ, Chung LH, Manonelles P, Abellán-Aynés O, Rubio-Arias J. Effects of fast-velocity concentric resistance training in people with multiple sclerosis: A randomized controlled trial. *Acta Neurol Scand*. 1 de noviembre de 2022;146(5):652-61.
25. 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*. 1 de febrero de 2020;29(2):192-9.
26. 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. *Multiple Sclerosis Journal*. 1 de abril de 2015;21(5):599-611.
27. 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.
 28. Ramari C, Hvid LG, David AC de, Dalgas U. The importance of lower-extremity muscle strength for lower-limb functional capacity in multiple sclerosis: Systematic review. Vol. 63, *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. Elsevier Masson SAS; 2020. p. 123-37.
 29. Heesen C, Köpke S, Solari A, Geiger F, Kasper J. Patient autonomy in multiple sclerosis - Possible goals and assessment strategies. Vol. 331, *Journal of the Neurological Sciences*. Elsevier B.V.; 2013. p. 2-9.
 30. 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. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 1 de julio de 2018;58(7-8):1127-34.
 31. Straudi S, Fanciullacci C, Martinuzzi C, Pavarelli C, Rossi B, Chisari C, et al. The effects of robot-assisted gait training in progressive multiple sclerosis: A randomized controlled trial. *Multiple Sclerosis Journal*. 2016;22(3):373-84.
 32. Thoumie P, Lamotte D, Cantalloube S, Faucher M, Amarenco G. Motor determinants of gait in 100 ambulatory patients with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis*. agosto de 2005;11(4):485-91.
 33. Yahia A, Ghroubi S, Mhiri C, Elleuch MH. Étude des corrélations des forces musculaires avec les paramètres de marche et d'équilibre dans une population de sclérosés en plaques. *Ann Phys Rehabil Med*. mayo de 2011;54(3):144-55.
 34. 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*. 1 de marzo de 2015;4(2):151-8.
 35. Callesen J, Cattaneo D, Brincks J, Kjeldgaard Jørgensen ML, Dalgas U. How do resistance training and balance and motor control training affect gait performance and fatigue impact in people with multiple sclerosis? A randomized controlled multi-center study. *Multiple Sclerosis Journal*. 1 de octubre de 2020;26(11):1420-32.
 36. Thompson AJ, Baneke P. Multiple Sclerosis International Federation (MSIF) Design and editorial support by Summers Editorial & Design Graphics by Nutmeg Productions Printed by Modern Colour Solutions [Internet]. 2013. Disponible en: www.msif.org
 37. Manjaly ZM, Harrison NA, Critchley HD, Do CT, Stefanics G, Wenderoth N, et al. Pathophysiological and cognitive mechanisms of fatigue in multiple sclerosis. Vol. 90, *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*. BMJ Publishing Group; 2019. p. 642-51.
 38. Korwin-Piotrowska K, Korwin-Piotrowska T, Samochowiec J. Self perception among patients with multiple sclerosis. Vol. 3, *Archives of Psychiatry and Psychotherapy*. 2010.

39. 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.* 1 de mayo de 2018;99(5):819-25.
40. Dodd KJ, Taylor NF, Shields N, Prasad D, McDonald E, Gillon A. 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.* 2011;17(11):1362-74.
41. Hayes HA, Gappmaier E, Lastayo PC. 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.* marzo de 2011;35(1):2-10.
42. Torkildsen O, Myhr KM, Bø L. Disease-modifying treatments for multiple sclerosis - a review of approved medications. *Eur J Neurol.* 1 de enero de 2016;23:18-27.
43. Heidari Z, Shahrbanian S, Chiu C. Massage therapy as a complementary and alternative approach for people with multiple sclerosis: a systematic review. Vol. 44, *Disability and Rehabilitation.* Taylor and Francis Ltd.; 2022. p. 5758-69.
44. Halabchi F, Alizadeh Z, Sahraian MA, Abolhasani M. Exercise prescription for patients with multiple sclerosis; potential benefits and practical recommendations. *BMC Neurol.* 16 de septiembre de 2017;17(1).
45. Campbell E, Coulter EH, Paul L. High intensity interval training for people with multiple sclerosis: A systematic review. Vol. 24, *Multiple Sclerosis and Related Disorders.* Elsevier B.V.; 2018. p. 55-63.
46. DeBolt LS, McCubbin JA. 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.
47. Coote S, Garrett M, Hogan N, Larkin A, Saunders J. Getting the balance right: A randomised controlled trial of physiotherapy and exercise interventions for ambulatory people with multiple sclerosis. *BMC Neurol.* 16 de julio de 2009;9.
48. Abbaspoor E, Zolfaghari M, Ahmadi B, Khodaei K. The effect of combined functional training on BDNF, IGF-1, and their association with health-related fitness in the multiple sclerosis women. *Growth Hormone and IGF Research.* 1 de junio de 2020;52.
49. Broekmans T, Roelants M, Feys P, Alders G, Gijbels D, Hanssen I, et al. Effects of long-term resistance training and simultaneous electro-stimulation on muscle strength and functional mobility in multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal.* 2011;17(4):468-77.
50. White LJ, McCoy SC, Castellano V, Gutierrez G, Stevens JE, Walter GA, et al. Resistance training improves strength and functional capacity in persons with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis.* diciembre de 2004;10(6):668-74.
51. 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.

52. Kjølhede T, Vissing K, Dalgas U. Multiple sclerosis and progressive resistance training: A systematic review. Vol. 18, Multiple Sclerosis Journal. 2012. p. 1215-28.
53. Mañago MM, Hebert JR, Kittelson J, Schenkman M, Hebert JR, Kittelson J, et al. TITLE: Contributions of Ankle, Knee, Hip, and Trunk Muscle Function to Gait Performance in People With Multiple Sclerosis: A Cross-Sectional Analysis RUNNING HEAD: Muscle Contributions to Gait in People With MS TOC CATEGORY: Neurology ARTICLE TYPE: Original Research. Phys Ther. 2018;98:595–604.
54. Gutierrez GM, Chow JW, Tillman MD, McCoy SC, Castellano V, White LJ. Resistance training improves gait kinematics in persons with multiple sclerosis. Arch Phys Med Rehabil. septiembre de 2005;86(9):1824-9.
55. Dalgas U, Stenager E, Jakobsen J, Petersen T, Hansen HJ, Knudsen C, et al. Fatigue, mood and quality of life improve in MS patients after progressive resistance training. Multiple Sclerosis. abril de 2010;16(4):480-90.
56. Karpatkin HI, Cohen ET, Klein S, Park D, Wright C, Zervas M. The Effect of Maximal Strength Training on Strength, Walking, and Balance in People with Multiple Sclerosis: A Pilot Study. Mult Scler Int. 2016;2016:1-6.
57. Çakt BD, Nacir B, Genç H, Saraçoğlu M, Karagöz A, Erdem HR, et al. Cycling progressive resistance training for people with multiple sclerosis: A randomized controlled study. Am J Phys Med Rehabil. junio de 2010;89(6):446-57.