

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

**EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO DE RESISTENCIA EN PACIENTES
CON ESCLEROSIS MÚLTIPLE. UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

AUTOR: Tercero Denia, Andrea

TUTOR: Polo Azorín, Rafael

Departamento: Patología y cirugía

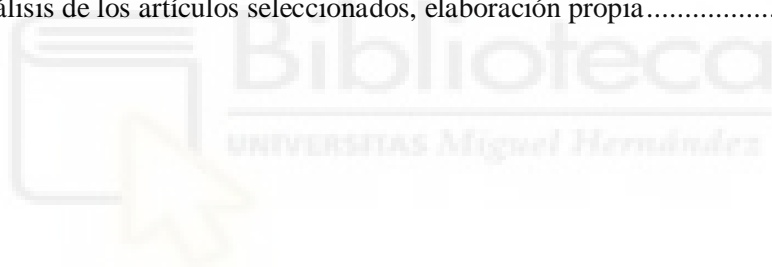
Curso académico 2022-2023

Convocatoria de junio

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	3
1. INTRODUCCIÓN.....	5
Justificación.....	7
2. OBJETIVOS	9
2.1 Pregunta PICO	9
2.2 Objetivo general.....	9
2.3 Objetivos específicos.....	9
3. MATERIAL Y MÉTODOS	11
3.1 Estrategia de búsqueda	11
3.2 Elección de los artículos	11
3.3 Criterios de selección	11
3.4 Análisis de la calidad metodológica	12
3.5 Proceso de selección.....	12
4. RESULTADOS	13
4.1 Artículos seleccionados	13
4.2 Tipo de estudios	13
4.3 Tipo de población.....	13
4.4 Parámetros de medición	13
4.5 Intervención	14
4.6 Resultados tras intervención	14

4.7 Calidad metodológica.....	14
5. DISCUSIÓN.....	15
6. CONCLUSIONES.....	21
7. BIBLIOGRAFÍA.....	23
8. ANEXOS	27
8.1 Figura 1. Aprobación Coir, documento UMH.	28
8.2 Figura 2. Diagrama de flujo, elaboración propia	29
8.3 Figura 3. Cronograma, elaboración propia	30
8.4 Tabla 1. Síntesis de búsqueda según las bases de datos, elaboración propia.....	31
8.5a Tabla 2. Evaluación de los estudios según Escala PEDro, elaboración propia	32
8.6 Tabla 3. Análisis de los artículos seleccionados, elaboración propia.....	35



RESUMEN

Introducción: La esclerosis múltiple (EM) se considera una de las causas de discapacidad neurológica más comunes en adultos, provocando un deterioro tanto físico como cognitivo y emocional progresivo.

Objetivos: Conocer los efectos del entrenamiento de resistencia (ER) como intervención en los pacientes de EM de manera individual y combinada con otras terapias de ejercicio.

Material y métodos: Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos Pubmed, Scopus, PEDro y Cochrane, realizando un cribado por título y resumen y la posterior aplicación de criterios de inclusión y exclusión, obteniendo 12 artículos finales para este trabajo.

Resultados: Los resultados obtenidos muestran cómo de manera individual el ER puede mejorar la fuerza muscular y la fatiga principalmente, pero si se combina con otros métodos de entrenamiento como el entrenamiento aeróbico, de equilibrio, multimodal... se obtienen mejoras significativas en otras variables diferentes, como en el rendimiento de la marcha, el equilibrio, la calidad de vida, la depresión, entre otras.

Conclusiones: El ER influye principalmente en variables como la fuerza muscular y la fatiga, sin embargo, existen otras que son fundamentales, las cuales mejoran más significativamente si se combina este entrenamiento con otros métodos de ejercicio. Además, las diferentes formas de aplicación del ER complican la elaboración de un programa estándar por lo que resulta necesario investigar más sobre este tema.

Palabras clave: “multiple sclerosis”, “resistance training”, “strength training”.



ABSTRACT

Introduction: Multiple sclerosis (MS) is considered one of the most common causes of neurological disability in adults, causing progressive physical, cognitive, and emotional deterioration.

Objectives: To know the effects of resistance training as an intervention in MS patients individually and in combination with other exercise therapies.

Material and methods: A bibliographic search was carried out in the Pubmed, Scopus, PEDro, and Cochrane databases, screening by title and abstract and the subsequent application of inclusion and exclusion criteria, obtaining 12 final articles for this work.

Results: The results obtained show how individually the ER can improve muscle strength and fatigue mainly, but, if it is combined with other training methods such as aerobic, balance, and multimodal training... significant improvements are obtained in other different variables, such as in brand performance, balance, quality of life, depression, among others.

Conclusion: The ER mainly influences variables such as muscle strength and fatigue, however, others are fundamental, which improve more significantly if this training is combined with other exercise methods. In addition, the different forms of application of the ER complicate the elaboration of a standard program, so more research is needed on this topic.

Keywords: “multiple sclerosis”, “resistance training”, “strength training”.



1. INTRODUCCIÓN

La esclerosis múltiple (EM) es la enfermedad crónica inflamatoria del SNC con mayor prevalencia y afecta a más de 2 millones de personas a nivel mundial.¹ Los principales agentes causantes del desarrollo de la EM no están bien definidos actualmente. En base a la investigación actual, se podría decir que incluyen factores ambientales, exógenos y genéticos.² Por otro lado, la esclerosis múltiple tiene un curso clínico muy variable ya que, dentro de ésta, se distinguen 4 fenotipos que cursan con diferente progresión de la enfermedad: el síndrome clínicamente aislado, EM remitente-recurrente, EM progresiva secundaria y EM progresiva primaria. Aproximadamente, en el 85% de los casos de EM, los pacientes presentan un síndrome clínicamente aislado, el cual afecta al nervio óptico, médula espinal o tronco encefálico. En los pacientes que presentan este tipo de EM, los signos y síntomas evolucionan durante varios días, después se estabilizan y más tarde mejoran, derivando, en muchas ocasiones, en un curso de EM remitente-recurrente. También, se pueden generar signos persistentes de disfunción del SNC tras una recaída y la enfermedad puede avanzar en el período entre una recaída y la siguiente, lo que daría lugar a la EM progresiva secundaria. Alrededor del 15% de los pacientes presentan EM progresiva primaria, en la que se observa una progresión continua y constante de la discapacidad desde el inicio de la enfermedad, sin periodos de recaídas claras.³

La EM es la causa principal de discapacidad no traumática de jóvenes y adultos de mediana edad en varios países desarrollados, y del uso de silla de ruedas en personas de 18 a 64 años. Además de ser la tercera causa más común de parálisis (después del accidente cerebrovascular y la lesión de médula espinal) en todos los grupos de edad de EE.UU. En muchos casos, la esclerosis múltiple se diagnostica en personas de entre los 20 y 30 años, afectando, por tanto, a jóvenes activos en edad laboral con potencial para años de empleo, lo que supone un gran impacto socioeconómico a largo plazo⁴. Esta enfermedad se encuentra en todo el mundo, pero se vuelve más común a medida que se aumenta la distancia desde el ecuador, específicamente en el hemisferio norte⁴, por lo que su prevalencia es mayor en América del Norte, Australasia y Europa occidental (más de 100 casos por 100 000 habitantes), y disminuye en los países situados cerca del ecuador (menos de 30 casos por 100 000 habitantes). En

los EE. UU., la prevalencia asciende a casi 1 millón de casos.⁵ Además, existen diferencias en cuanto a probabilidad de afectación según el sexo y edad dependiendo del tipo de EM. En una forma de tipo recurrente, las mujeres se ven afectadas casi tres veces más que los hombres y la edad media de inicio se sitúa aproximadamente en los 30 años, mientras que en una forma progresiva los registros de mujeres y hombres afectados se asemejan y la edad media desciende aproximadamente a los 40 años.⁵

Debido a que no existe una prueba diagnóstica para la EM, el diagnóstico se basa principalmente en la clínica del paciente según los signos y síntomas que presente. Además, existen criterios para facilitar este diagnóstico que incorporan datos clínicos y auxiliares. Los criterios de McDonald son los más utilizados, cuyo concepto básico es la evidencia de lesiones inflamatorias en el SNC y su diseminación en el tiempo y espacio. Estos criterios se basan en pruebas como la resonancia magnética nuclear y el análisis del líquido cefalorraquídeo.⁶

El curso progresivo y crónico de la EM puede producir significativos síntomas físicos y mentales, además de déficits neurológicos irreversibles como: debilidad muscular, fatiga, trastorno del equilibrio, deterioro cognitivo, mecánica anormal de la marcha, depresión, dolor... Los cuales, en muchas ocasiones, se ven agravados debido a que los pacientes reducen su actividad por miedo a que los síntomas empeoren⁷. Este prejuicio se debe a que durante muchos años se pensaba que la práctica de ejercicio aumentaba la fatiga y la sintomatología⁸.

No obstante, estudios más recientes afirman que la práctica de ejercicio es segura, que a una intensidad moderada/alta realizándose de manera prolongada en el tiempo puede postergar el inicio del diagnóstico de EM y su progresión, actuando como prevención secundaria, e incluso disminuir el riesgo de padecer la enfermedad, es decir, prevención primaria.⁸

Dentro del tratamiento fisioterápico, a pesar de que existen muchos tipos de ejercicio terapéutico, estos se pueden clasificar según los dos extremos de las modalidades de ejercicio físico: el entrenamiento aeróbico, el cual consiste en realizar frente a cargas de baja resistencia, un gran número de contracciones musculares, lo que repercute en el sistema cardiovascular; y el de resistencia o fuerza⁹, que se basa en llevar a cabo un número limitado de contracciones musculares contra cargas de alta

resistencia, como puede ser el peso corporal o pesas libres (mancuernas, barras, balones medicinales...), influyendo en el sistema neuromuscular^{8,9}.

Actualmente, la evidencia defiende que para estos pacientes es necesario realizar regularmente actividad física aeróbica para mantener los beneficios del entrenamiento físico¹⁰, sin embargo, el entrenamiento de resistencia no ha sido tan estudiado⁷. En los últimos años, se ha comenzado a implementar el entrenamiento de fuerza en los pacientes con esclerosis múltiple y Parkinson debido al beneficio que aporta, pero sigue siendo difícil llegar a un consenso sobre su uso entre los profesionales de la salud, por lo que se requiere más claridad respecto al tipo y magnitud de sus efectos¹¹, ya que la evidencia existente tiene una calidad metodológica generalmente baja y el número de artículos sobre este tema es limitado¹².

Justificación

Debido a la falta de estudios que traten sobre el entrenamiento de resistencia en la EM actualmente, se vislumbra como relevante elaborar una revisión en profundidad de la evidencia disponible en este momento y detallar sus efectos, ya que puede ser una estrategia interesante en el tratamiento de estos pacientes y ayudar a reducir el impacto de esta patología en la población.



2. OBJETIVOS

2.1 Pregunta PICO

Para definir los objetivos de este trabajo, es necesario plantear una pregunta de investigación según la estrategia PICO, lo cual ayuda a establecer el enfoque y dirección de esta revisión.

P (población): pacientes con esclerosis múltiple

I (intervención): entrenamiento de resistencia

C (comparación de intervención): grupo control u otros métodos de ejercicio

O (outcome o resultado): efectividad de aplicación

- *¿Cuál es la efectividad del entrenamiento de resistencia en los pacientes con esclerosis múltiple comparado con un grupo control u otros métodos de ejercicio?*

2.2 Objetivo general

1. Valorar los efectos del entrenamiento de resistencia en pacientes con EM.

2.3 Objetivos específicos

1. Definir qué tipo de mejoras sintomáticas tiene el entrenamiento de fuerza en estos pacientes.
2. Investigar si hay programas o dosis específicas que ya hayan sido implementadas y generar una comparativa para elaborar un programa adecuado.
3. Observar si el método es efectivo de manera individual o si ha de funcionar en concordancia con otros métodos de trabajo.



3. MATERIAL Y MÉTODOS

Este trabajo cuenta con la Aprobación del Comité de Ética de la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández para el curso 2022/2023 con el correspondiente código: **TFG.GFI.RPA.ATD.230321** El cual se puede observar en *Anexo 8.1 Figura 1. Aprobación Coir, documento UMH.*

3.1 Estrategia de búsqueda

Se propone una revisión bibliográfica para la que se lleva a cabo una búsqueda en las siguientes bases de datos: PEDro, Pubmed, Scopus y Cochrane.

En un primer momento, se analizaron las palabras clave que más se adecuaran al tema de investigación, teniendo en cuenta los resultados obtenidos y su relación con el tema de estudio. Después se combinaron con los operadores booleanos AND y OR.

La ecuación de búsqueda final fue: [“multiple sclerosis” AND “resistance training” OR “strength training”] Ver *Anexo 8.4 Tabla 1. Síntesis de búsqueda según las bases de datos, elaboración propia*

3.2 Elección de los artículos

Los artículos que fueron seleccionados, en base a la ecuación de búsqueda, tras un cribado por título y resumen tuvieron que cumplir los siguientes criterios:

3.3 Criterios de selección

Criterios de inclusión:

- Artículos publicados en los últimos 8 años.
- Estudios publicados en cualquier idioma.
- Ensayos clínicos y ensayos controlados aleatorizados.
- Rango de edad de los participantes de 18 a 80 años.

- Artículos con resultados fiables y válidos.

Criterios de exclusión:

- Ensayos clínicos con una puntuación inferior a 6/10 en la escala PEDro.
- Artículos que no se centren en el tratamiento mediante ejercicio en relación con la esclerosis múltiple.
- Estudios sin terminar o que no traten sobre el cambio sintomático de los pacientes.

3.4 Análisis de la calidad metodológica

Se utilizó la escala PEDro (Physiotherapy Evidence Database) para evaluar y seleccionar los artículos. Esta escala cuenta con 11 criterios en la que el primero no se refleja en la puntuación final, por lo que el total sería sobre 10. Teniendo en cuenta que una puntuación entre 9 y 10 sería excelente, entre 6 y 8 sería de buena calidad y menor de 4, mala calidad. En este trabajo se incluyen los artículos con una puntuación mayor o igual a 6 para considerar únicamente los que tengan buena calidad. Los artículos seleccionados tras pasar esta escala se recogen en *Anexo 8.5 Tabla 2. Evaluación de los estudios según Escala de Pedro.*

3.5 Proceso de selección

Una vez realizada la búsqueda en las bases de datos científicas con la ecuación “multiple sclerosis” AND “resistance training” OR “strength training”, se obtuvieron un total de 1210 estudios, 167 de PEDro, 379 de Pubmed, 610 de Scopus y 54 de Cochrane (aplicando los términos MeSH). A continuación, se realizó un cribado por título y resumen, reduciendo la cantidad de resultados a 416 artículos. Después, se aplicaron los criterios de inclusión, dejando un total de 115 estudios. Finalmente, se les aplicaron los criterios de exclusión, descartando 80 estudios y reduciendo el número final a 35. Por último, se eliminaron 23 artículos duplicados, dejando un total de 12 artículos seleccionados para este trabajo de investigación. Ver *Anexo 8.2 Figura 2. Diagrama de flujo, elaboración propia.* y *Anexo 8.3 Figura 3. Cronograma, elaboración propia*

4. RESULTADOS

4.1 Artículos seleccionados

Tras superar los criterios de revisión aplicados a los 12 artículos finales se procedió a un análisis de los estudios teniendo en cuenta los objetivos propuestos anteriormente. Ver *Anexo 8.6 Tabla 3. Análisis de los artículos seleccionados, elaboración propia.*

4.2 Tipo de estudios

Se seleccionaron un total de 12 artículos que fueron leídos a texto completo y en profundidad. Se han escogido únicamente ensayos clínicos y ensayos controlados aleatorizados debido a que muestran el mismo esquema de estudio y miden las variables que se buscan en los objetivos, lo que facilita el análisis y comparación entre ellos.

4.3 Tipo de población

En la mayoría de los artículos, la población se caracteriza por ser pacientes diagnosticados con EM recurrente-remitente según los criterios de McDonald, de entre 18 y 80 años y con una puntuación en la Escala del Estado de Discapacidad (EDSS) de entre 1,5 y 6,5, lo que se traduce en una discapacidad de leve a moderada.

4.4 Parámetros de medición

Las principales variables medidas, que aparecen en la mayoría de los artículos, fueron: la fatiga y la fuerza muscular. Después destacan: equilibrio, calidad de vida, rendimiento de la marcha y movilidad. Por último, las variables menos frecuentes, pero también a tener en cuenta, son: autopercepción física, consumo de O₂, asimetría de la fuerza, gravedad de la enfermedad, participación, depresión y dolor catastrófico.

4.5 Intervención

De los 12 artículos totales, en 4 de ellos se aplica una combinación de entrenamiento de resistencia (ER) y entrenamiento aeróbico (EA) y en 8 la intervención se basa únicamente en un entrenamiento de resistencia. Dentro de estos 8: en 3 de ellos se compara el ER con otras intervenciones relevantes como el EA, el entrenamiento enfocado al equilibrio y control y el entrenamiento multimodal; en 1 se compara con la combinación de EA y ER; y en los restantes con ninguna intervención.

4.6 Resultados tras intervención

La mejora en la fatiga y fuerza muscular se relaciona con las intervenciones siguientes: ER directo vs contralateral, ER con calentamiento, entrenamiento de equilibrio y control motor, combinación de EA y ER... Por otro lado, para el equilibrio, calidad de vida, rendimiento de la marcha y movilidad, las intervenciones aplicadas son el ER, la combinación de ER y EA, ER directo vs contralateral y entrenamiento multimodal entre otros. Y para las variables menos frecuentes (consumo de O₂, asimetría en la fuerza, gravedad de la enfermedad...) destacan las intervenciones como: ER, combinación de ER y EA, ER directo vs contralateral y entrenamiento multimodal.

4.7 Calidad metodológica

La calidad metodológica de los artículos fue analizada con la escala PEDro por ser ensayos clínicos y ensayos controlados aleatorizados. Tras evaluar dicha calidad fueron eliminados 5 artículos por tener una puntuación inferior a 6/10.

5. DISCUSIÓN

Según Callesen J, et al.¹⁶ se observa como la ganancia de fuerza y reducción de la fatiga sí que destacan como variables que mejoran si se aplica una intervención únicamente de entrenamiento de resistencia (ER) frente a un entrenamiento de equilibrio y un grupo control. Sin embargo, a pesar de que Correale L, et al.²⁰ defiende una reducción en la fatiga que se mantuvo incluso 12 semanas después de finalizar la intervención de entrenamiento aeróbico y de resistencia, Mayo NE, et al.¹⁹ observa cómo se reduce la fatiga de manera más notable mediante la aplicación de ejercicios que combinen fuerza, movilidad, equilibrio, flexibilidad, que con la combinación de fuerza y aeróbico que plantea Correale L, et al.²⁰

Por otro lado, también hay discrepancia en otras variables como el rendimiento de la marcha, ya que según Callesen J, et al.¹⁶ a pesar del aumento de fuerza en el grupo que realizó ER, no se produjo una mejora en el rendimiento de la marcha que sí se dio, en cambio, en el grupo que realizó un entrenamiento de equilibrio y control motor, además de una mejora en la estabilidad. Sin embargo, Andreu-Caravaca L, et al.²⁴ sí registró una mejora en la velocidad y en la resistencia al caminar aplicando una intervención de ER dirigido a MMII. En cuanto al equilibrio, en el estudio de Grazioli E, et al.¹⁷ sí se observa una mejora tanto en el equilibrio como en el rendimiento de la marcha en el grupo que realiza la intervención de ER y EA con ejercicios para miembro superior e inferior y ejercicios respiratorios, en comparación con un grupo que realiza terapias clásicas de fisioterapia como son Bobath y Votja. A diferencia de Andreu-Caravaca L, et al.²², que mediante la comparación de una intervención de ER concéntrico de ejercicios para MMII con un grupo control que siguió con su actividad habitual, obtuvo como resultado la ausencia de cambios y ninguna mejora apreciable en el equilibrio en ambos grupos.

Haciendo referencia a la calidad de vida, también se aprecia contraste en los resultados, ya que a pesar de que Correale L, et al.²⁰ obtiene una mejora que se mantiene incluso 12 semanas después de la finalización de la intervención de ER y EA, Mayo NE, et al.¹⁹ obtiene un efecto en la calidad de vida prácticamente nulo. Sin embargo, resulta complicado hacer una comparación ya que, a pesar de que

ambos combinan EA y ER, la intensidad de ambos difiere, debido a que Correale L, et al.²⁰ especifica que la intensidad del ejercicio aeróbico alcanza el 70%, mientras que Mayo NE, et al.¹⁹ emplea un entrenamiento aeróbico suave. Se podría destacar en este caso la intensidad como un punto clave en la mejora de la calidad de vida, ya que Andreu-Caravaca L, et al.²¹ también observa un aumento en la calidad de vida aplicando una intervención únicamente de ER alcanzando una intensidad de entrenamiento de entre 60-75% a 1-RM, es decir, la mayor cantidad de peso que puede levantar un paciente realizando una técnica correcta.

Además de las anteriores, hay otras variables importantes que aparecen muy poco en los estudios, como son: la depresión, el dolor catastrófico... que Andreu-Caravaca L, et al.²⁴ y Correale L, et al.²⁰ consideran, y observan que, con intervenciones de ER y combinación de ER y EA, se produce una mejora en ellas, sin embargo, es necesaria una investigación más profunda que arroje luz sobre estos términos que resienten en gran medida la salud mental de los pacientes.

En cuanto a los programas y dosis ya implementadas, se observa la ausencia de un protocolo estándar ya que, mientras autores como Englund S, et al.²³ defienden un programa que cuente con ejercicios tanto para MMSS como para MMII, otros como Callesen J, et al.¹⁶ aplican ejercicios focalizados únicamente para MMII (extensión y flexión de rodilla, flexión de cadera...), obteniendo ambos buenos resultados en la reducción de fatiga y planteando la incógnita de cuál de estos métodos es mejor. También Andreu-Caravaca L, et al.²⁴, añade otra variante a este entrenamiento de fuerza, que resulta fundamental, como es la intensidad, observando una mejora clara en la fatiga, como se ha expuesto anteriormente. Otra forma de aplicación del ER que también influye positivamente en la fatiga, según Manca A, et al.¹⁴ es la intervención de ER concéntrico de manera directa o contralateral a la extremidad afecta. De este modo, resulta complicado establecer un programa estándar debido a que los resultados en cuanto a la fatiga, uno de los síntomas más comunes y limitantes de los pacientes de EM, mejora con las diferentes maneras de aplicar un programa de ER. Además, fuera del ER de manera individual, Correale L, et al.²⁰ aporta también resultados prometedores en la disminución de la fatiga, entre otros factores, con la combinación de ER y EA a alta intensidad, 50-70%, y Grazioli E, et al.¹⁷ añade a esto estiramientos de los principales grupos musculares y ejercicios respiratorios, con el

mismo resultado positivo. Por lo que, además de la dificultad para establecer un programa estándar debido a la variedad de intervenciones, ha sido necesario focalizar la atención en una única variable: la fatiga, puesto que resulta imposible la comparación por las múltiples variables que se consideran, las cuales, en ocasiones, aparecen en unos estudios y en otros no.

En la dosificación se encuentra la misma problemática, ya que autores como Manca A, et al.¹⁸ y Grazioli E, et al.¹⁷ defienden una cantidad de series y repeticiones fijas mientras que otros como Pau M, et al.¹³ y Englund S, et al.²³ se decantan por el aumento progresivo con el objetivo de intensificar la dificultad de manera gradual. E incluso dentro de esta progresión, también se podría realizar un debate en cuanto al método, ya que Jonsdottir J, et al.¹⁵ establece la progresión aumentando la resistencia de las bandas elásticas y cargas en las pesas, Pau M, et al.¹³ defiende un aumento de intensidad y series, y Callesen J, et al.¹⁶ aplica sólo un aumento de series y repeticiones sin variar la intensidad. Sumado a esto, también hay diferencias entre el número de sesiones por semana que deberían realizar los pacientes, ya que algunos autores como Manca A, et al.¹⁸ y Andreu-Caravaca L, et al.²¹ defienden que la frecuencia idónea sería de 3 veces por semana en días alternos, mientras que otros como, Callesen J, et al.¹⁶ opta por 2 veces por semana sin especificar el tiempo de descanso entre sesiones. Y, dentro de las sesiones, el tipo de ejercicios, tiempos de descanso, duración de la sesión y número de sesiones aplicadas son diferentes. También se aplican distintos programas que se diferencian entre realizar ejercicios para MMSS y MMII, como realiza Englund S, et al.²³, o focalizarlos únicamente para MMII según Callesen J, et al.¹⁶, como se ha expuesto anteriormente.

Por otro lado, a pesar de que según Englund S, et al.²³ el ER produce mejoras clínicamente relevantes en la fatiga y Callesen J, et al.¹⁶ defiende que el ER por sí mismo es fundamental para trabajar la fuerza, no muestra el mismo efecto en otras variables imprescindibles como son el rendimiento de la marcha y el equilibrio, idea que comparte Andreu-Caravaca L, et al.²² No obstante, Jonsdottir J, et al.¹⁵ sí observa una mejora en el equilibrio del grupo que realiza ER, pero menor que en el grupo cuya intervención es un entrenamiento multimodal o un entrenamiento de equilibrio según Callesen J, et al.¹⁶ Sin embargo, si se combina ER y EA como propone Grazioli E, et al.¹⁷ los efectos en el equilibrio mejoran, sumados a la mejora en la fatiga, calidad de vida y rendimiento de la marcha, multiplicando

así los efectos beneficiosos de la terapia con ejercicio. Lo mismo ocurre en el estudio de Pau M, et al.¹³ en el que combina ER y EA, con un aumento progresivo de intensidad, ejercicios de relajación muscular, control motor, movilidad de columna y estiramientos post intervención, se observan mejoras en aspectos específicos de la marcha, como es la longitud de la zancada, velocidad y cadencia, además de una tendencia a la mejora en el ROM dinámico de cadera, rodilla y tobillo.

Además, solo 3 de todos los artículos seleccionados consideran el dolor catastrófico, según Andreu Caravaca L, et al.²⁴, la depresión, según Correale L, et al.²⁰ y la salud mental, según Grazioli E, et al.¹⁷, como variables que mejoran gracias a la intervención de ER, reflejando de esta forma, la falta de investigación en profundidad sobre esta modalidad de ejercicio que existe actualmente.

Por otra parte, a pesar de que las intervenciones se aplican a pacientes de EM desde jóvenes hasta mayores, en la mayoría de los estudios los pacientes tienen una discapacidad de leve a moderada, siendo según Edwards T, Pilutti LA et al.²⁵ y Binshalan T, et al.²⁶ la práctica de ejercicio terapéutico (de fuerza, aeróbico y adaptado en cinta, en bicicleta...) un pilar fundamental en la mejora a nivel sintomático, físico y de participación de los pacientes con discapacidad grave. Y, del mismo modo, la mayoría de los participantes de los estudios están diagnosticados de EM remitente-recurrente, a pesar de haber otras formas de EM, como la progresiva, en la que Campbell E, et al.²⁷ sugiere que la fisioterapia también resulta efectiva para estos pacientes, siendo también preciso que se realice más investigación.

Además, resulta importante destacar que algunos de los artículos seleccionados están elaborados por profesionales de las ciencias del deporte y de la actividad física, cuando las intervenciones basadas en ejercicio terapéutico en pacientes con patología es campo de actuación y labor del fisioterapeuta.

Por último, en la realización de este trabajo, se han encontrado diversas dificultades, tanto en la ecuación de búsqueda como en las conclusiones, debido a la variabilidad de terapias y resultados que contrastan entre sí.

Respecto a la ecuación de búsqueda, en un primer momento se consideraron las palabras clave, “physiotherapy” OR “physical therapy”, sin embargo, debido a la cantidad de resultados, se consideró

cambiar las palabras clave anteriores, ya que eran muy genéricas, para concretar más en la terapia a investigar, cambiando la ecuación a “multiple sclerosis” AND “resistance training” OR “strength training”, debido a que ambos términos son sinónimos y se nombran de una manera u otra según el artículo, con este cambio en la ecuación de búsqueda, la mayoría de resultados se adecuaban al tema buscado y resultó menos compleja su selección.

En base a los resultados, como se ha expuesto anteriormente, hay diferencias en cuanto a las formas de aplicar la intervención, entre los métodos de ejercicio y las variables de mejora obtenidas, coincidiendo y difiriendo entre sí, por lo que ha resultado complicada la interpretación de los resultados para establecer las conclusiones siguientes.





6. CONCLUSIONES

1. El entrenamiento de resistencia o fuerza consiste en una parte fundamental del tratamiento en las personas con EM, ya que es el método idóneo para mejorar la fuerza muscular.

1. Este entrenamiento resulta primordial para fortalecer la musculatura siendo también determinante en la reducción de la fatiga como los principales factores de mejora con su aplicación, también, en menor medida, influyendo en algunas variables como la movilidad, el dolor y la calidad de vida, entre otras.

2. La gran variabilidad de propuestas de intervención de ER en EM hace necesario que se siga trabajando para elaborar guías clínicas, protocolos de tratamiento, etc. que faciliten su aplicación en la práctica clínica con estos pacientes.

3. El entrenamiento de resistencia debería realizarse en combinación con otros métodos de ejercicio terapéutico, puesto que de este modo se pueden abarcar e influir en más variables que afectan a los pacientes con EM, debido a que su aplicación individual tiene efectos más limitados.



7. BIBLIOGRAFÍA

1. Díaz C, Zarco LA, Rivera DM. Highly active multiple sclerosis: An update. *Mult Scler Relat Disord.* 2019; 30: 215–24.
2. Kamińska J, Koper OM, Piechal K, Kemonia H. Multiple sclerosis - etiology and diagnostic potential. *Postepy Hig Med Dosw.* 2017; 71: 551–563.
3. Filippi M, Preziosa P, Rocca MA. Multiple sclerosis. *Handb Clin Neurol.* 2016; 135: 399–423.
4. Giovannoni G, Butzkueven H, Dhib-Jalbut S, Hobart J, Kobelt G, Pepper G, et al. Brain health: time matters in multiple sclerosis. *Mult Scler Relat Disord.* 2016; 9 Suppl 1: S5–48.
5. Hauser SL, Cree BAC. Treatment of multiple sclerosis: A review. *Am J Med.* 2020; 133 (12): 1380-1390.e2.
6. Garg N, Smith TW. An update on immunopathogenesis, diagnosis, and treatment of multiple sclerosis. *Brain Behav.* 2015; 5(9): e00362.
7. Halabchi F, Alizadeh Z, Sahraian MA, Abolhasani M. Exercise prescription for patients with multiple sclerosis; potential benefits and practical recommendations. *BMC Neurol.* 2017; 17(1): 185.
8. Dalgas U, Langeskov-Christensen M, Stenager E, Riemenschneider M, Hvid LG. Exercise as medicine in multiple sclerosis-time for a paradigm shift: Preventive, symptomatic, and disease-modifying aspects and perspectives. *Curr Neurol Neurosci Rep.* 2019; 19(11): 88.

9. Stricker PR, Faigenbaum AD, McCambridge TM. COUNCIL ON SPORTS MEDICINE AND FITNESS. Resistance training for children and adolescents. *Pediatrics*. 2020; 145(6): e20201011.
10. Gallien P, Nicolas B, Robineau S, Pétrilli S, Houedakor J, Durufle A. Physical training and multiple sclerosis. *Ann Readapt Med Phys*. 2007; 50(6): 373–6, 369–72.
11. Cruickshank TM, Reyes AR, Ziman MR. A systematic review and meta-analysis of strength training in individuals with multiple sclerosis or Parkinson disease. *Medicine (Baltimore)*. 2015; 94(4): e411.
12. Dalgas U, Stenager E, Ingemann-Hansen T. Multiple sclerosis and physical exercise: recommendations for the application of resistance-, endurance- and combined training. *Mult Scler*. 2008; 14(1): 35–53.
13. Pau M, Corona F, Coghe G, Marongiu E, Loi A, Crisafulli A, et al. Quantitative assessment of the effects of 6 months of adapted physical activity on gait in people with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *Disabil Rehabil*. 2018; 40(2): 144–51.
14. Manca A, Cabboi MP, Dragone D, Ginatempo F, Ortu E, De Natale ER, et al. Resistance training for muscle weakness in multiple sclerosis: Direct versus contralateral approach in individuals with ankle dorsiflexors' disparity in strength. *Arch Phys Med Rehabil*. 2017; 98(7): 1348-1356.e1.
15. Jonsdottir J, Gervasoni E, Bowman T, Bertoni R, Tavazzi E, Rovaris M. Intensive multimodal training to improve gait resistance, mobility, balance and cognitive function in persons with multiple sclerosis: A pilot randomized controlled trial. *Front Neurol*. 2018; 9: 800.

16. Callesen J, Cattaneo D, Brincks J, Kjeldgaard Jørgensen M-L, 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. *Mult Scler*. 2020; 26(11): 1420–1432.
17. 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. *Curr Sports Med Rep*. 2019; 18(12): 452–457.
18. Manca A, Peruzzi A, Aiello E, Cereatti A, Martinez G, Deriu F, et al. Gait changes following direct versus contralateral strength training: A randomized controlled pilot study in individuals with multiple sclerosis. *Gait Posture*. 2020; 78: 13–8.
19. Mayo NE, Mate KK, Reid R, Duquette P, Lapierre Y, Barclay R, et al. Participation in and outcomes from a 12-month tailored exercise programme for people with multiple sclerosis (MSTEP©): a randomized trial. *Clin Rehabil*. 2020; 34(7): 927–937.
20. Correale L, Buzzachera CF, Liberali G, Codrons E, Mallucci G, Vandoni M. Effects of combined endurance and resistance training in women with multiple sclerosis: A randomized controlled study. *Front Neurol*. 2021; 12: 698460.
21. Andreu-Caravaca L, Ramos-Campo DJ, Chung LH, Manonelles P, Boas JPV, Rubio-Arias JÁ. Fast-velocity resistance training improves force development and mobility in Multiple Sclerosis. *Int J Sports Med*. 2022; 43(7): 593–599.
22. Andreu-Caravaca L, Ramos-Campo DJ, Manonelles P, Chung LH, Ramallo S, Rubio-Arias JÁ. The impact of resistance training program on static balance in multiple sclerosis population: A randomized controlled trial study. *J Clin Med*. 2022; 11(9): 2405.

23. Englund S, Piehl F, Kierkegaard M. High-intensity resistance training in people with multiple sclerosis experiencing fatigue: A randomised controlled trial. *Mult Scler Relat Disord*. 2022; 68(104106): 104106.
24. Andreu-Caravaca L, Ramos-Campo DJ, Chung LH, Manonelles P, Abellán-Aynés O, Rubio-Arias JÁ. Effects of fast-velocity concentric resistance training in people with multiple sclerosis: A randomized controlled trial. *Acta Neurol Scand*. 2022; 146(5): 652–661.
25. Edwards T, Pilutti LA. The effect of exercise training in adults with multiple sclerosis with severe mobility disability: A systematic review and future research directions. *Mult Scler Relat Disord*. 2017; 16: 31–9.
26. Binshalan T, Nair KPS, McNeill A. The effectiveness of physiotherapy interventions for mobility in severe Multiple Sclerosis: A systematic review and meta-analysis. *Mult Scler Int*. 2022; 2022: 2357785.
27. Campbell E, Coulter EH, Mattison PG, Miller L, McFadyen A, Paul L. Physiotherapy rehabilitation for people with progressive multiple sclerosis: A systematic review. *Arch Phys Med Rehabil*. 2016; 97(1): 141-151.

8. ANEXOS



INFORME DE EVALUACIÓN DE INVESTIGACIÓN RESPONSABLE DE 1. TFG (Trabajo Fin de Grado)

Elche, a 22/03/2023

Nombre del tutor/a	Rafael Polo Azorín
Nombre del alumno/a	Andrea Tercero Denia
Tipo de actividad	Sin implicaciones ético-legales
Título del 1. TFG (Trabajo Fin de Grado)	Efectos del entrenamiento de resistencia en los pacientes con esclerosis múltiple
Evaluación Riesgos Laborales	No procede
Evaluación Ética	No procede
Registro provisional	230321122100
Código de Investigación Responsable	TFG.GFI.RPA.ATD.230321
Caducidad	2 años

Se considera que el presente proyecto carece de riesgos laborales significativos para las personas que participan en el mismo, ya sean de la UMH o de otras organizaciones.

La necesidad de evaluación ética del trabajo titulado: **Efectos del entrenamiento de resistencia en los pacientes con esclerosis múltiple** ha sido realizada en base a la información aportada en el formulario online: "TFG/TFM: Solicitud Código de Investigación Responsable (COIR)", habiéndose determinado que no requiere ninguna evaluación adicional. Es importante destacar que si la información aportada en dicho formulario no es correcta este informe no tiene validez.

Por todo lo anterior, **se autoriza** la realización de la presente actividad.

Atentamente,

Alberto Pastor Campos
Secretario del CEII
Vicerrectorado de Investigación

Domingo L. Orozco Beltrán
Presidente del CEII
Vicerrectorado de Investigación

Información adicional:

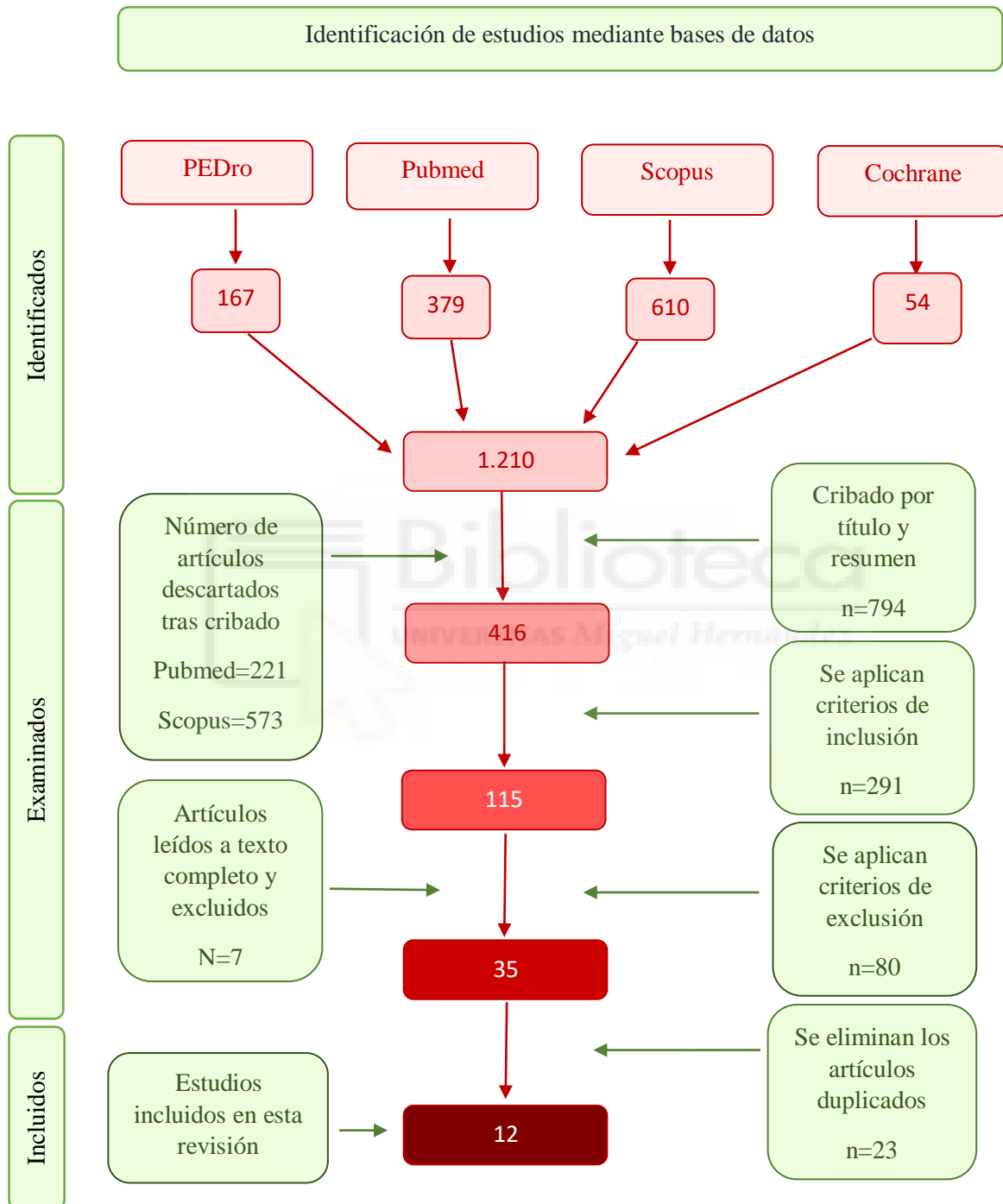
- En caso de que la presente actividad se desarrolle total o parcialmente en otras instituciones es responsabilidad del investigador principal solicitar cuantas autorizaciones sean pertinentes, de manera que se garantice, al menos, que los responsables de las mismas están informados.
- Le recordamos que durante la realización de este trabajo debe cumplir con las exigencias en materia de prevención de riesgos laborales. En concreto: las recogidas en el plan de prevención de la UMH y en las planificaciones preventivas de las unidades en las que se integra la investigación. Igualmente, debe promover la realización de reconocimientos médicos periódicos entre su personal; cumplir con los procedimientos sobre coordinación de actividades empresariales en el caso de que trabaje en el centro de trabajo de otra empresa o que personal de otra empresa se desplace a las instalaciones de la UMH; y atender a las obligaciones formativas del personal en materia de prevención de riesgos laborales. Le indicamos que tiene a su disposición al Servicio de Prevención de la UMH para asesorarle en esta materia.



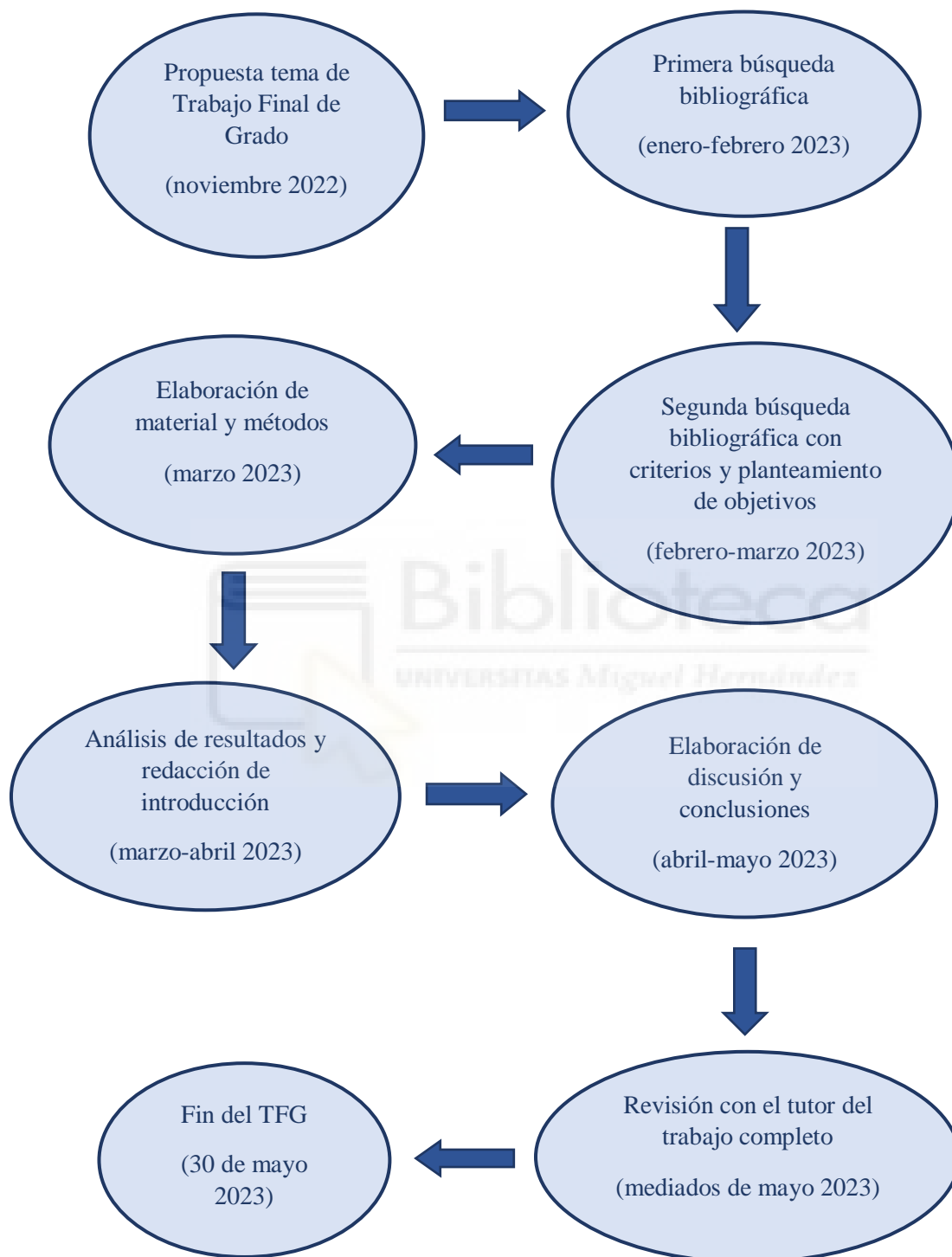
La información descriptiva básica del presente trabajo será incorporada al repositorio público de Trabajos fin de Grado y Trabajos Fin de Máster autorizados por la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández. También se puede acceder a través de <https://oir.umh.es/tfg-tfm/>



8.1 Figura 1. Aprobación Coir, documento UMH.



8.2 Figura 2. Diagrama de flujo, elaboración propia



8.3 Figura 3. Cronograma, elaboración propia

8.4 Tabla 1. Síntesis de búsqueda según las bases de datos, elaboración propia

Base de datos	Ecuación de búsqueda	Artículos encontrados	Artículos seleccionados
PEDro	Abstract & Title: “multiple sclerosis” AND “resistance training” Abstract & Title: “multiple sclerosis” AND “strength training” Published since: 2016 Method: clinical trial	59	4
Pubmed	((multiple sclerosis[Title]) AND (multiple sclerosis[Title/Abstract])) AND (((resistance training[Title]) AND (resistance training[Title/Abstract])) OR ((strength training[Title]) AND (strength training[Title/Abstract]))) Results by year 2016-2023	17	3
Scopus	(TITLE (multiple AND sclerosis) AND ABS (multiple AND sclerosis) AND TITLE (resistance AND training) AND ABS (resistance AND training) OR TITLE (strength AND training) AND ABS (strength AND training) AND TITLE-ABS-KEY (clinical AND trial)) Limit to: year 2016 to present	10	2
Cochrane	#1 MeSH descriptor: [multiple sclerosis] #2 MeSH descriptor: [resistance training] #3 #1 AND #2 Custom range 2016 to 2023	29	2

8.5 Tabla 2. Evaluación de los estudios según Escala PEDro, elaboración propia

Escala PEDro												
Artículos	Criterios de la escala*											Total
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	
1-Pau M, et al. (13 January, 2017)	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6/11
2-Manca A, et al. (1 March, 2017)	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	5/11
3-Manca A, et al. (23 March, 2017)	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	8/11
4-Zaenker P, et al. (5 July 2017)	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	4/11
5-Patrocínio de Oliveira CE, et al. (27 November, 2017)	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	5/11
6-Jonsdottir J, et al. (September. 2018)	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	8/11
7-Callesen J, et al. (24 July 2019)	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	8/11
8-Grazioli E, et al. (December, 2019)	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6/11
9-Moghadasí A, et al. (1 February, 2020)	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	5/11
10-Manca A, et al. (March, 2020)	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	7/11
11-Mayo NE, et al. (21 May, 2020)	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	6/11
12-Gutiérrez-Cruz C, et al. (2 September 2020)	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	4/11
13-Correale L, et al. (5 August, 2021)	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	6/11
14-Andreu-Caravaca L, et al. (2 February, 2022)	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7/11
15-Andreu-Caravaca L, et al. (25 April, 2022)	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	6/11
16-Englund S, et al. (13 August, 2022)	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	8/11
17-Andreu-Caravaca L, et al. (9 September, 2022)	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7/11

Criterios de la escala*

1. Criterios de selección
2. Asignación aleatoria
3. Asignación oculta
4. Similitud de grupos
5. Sujetos cegados
6. Terapeutas cegados
7. Evaluadores de al menos un resultado, cegados
8. Seguimiento desde los sujetos iniciales a los sujetos de los que se obtuvieron los resultados
9. Intención de tratar
10. Comparación entre grupos
11. Estimación puntual

Artículos ordenados cronológicamente (desde el más antiguo al más actual)

1. Pau M, et al. (13 January, 2017) Quantitative assessment of the effects of 6 months of adapted physical activity on gait in people with multiple sclerosis: a randomized controlled trial.
2. Manca A, et al. (1 March, 2017) Time course of strength adaptations following high-intensity resistance training in individuals with multiple sclerosis.
3. Manca A, et al. (23 March, 2017) Resistance Training for Muscle Weakness in Multiple Sclerosis: Direct Versus Contralateral Approach in Individuals With Ankle Dorsiflexors' Disparity in Strength.
4. Zaenker P, et al. (5 July 2017) High-intensity interval training combined with resistance training improves physiological capacities, strength and quality of life in multiple sclerosis patients: a pilot study.
5. Patrocínio de Oliveira CE, et al. (27 November, 2017) Effects of Classic Progressive Resistance Training Versus Eccentric-Enhanced Resistance Training in People With Multiple Sclerosis.

6. Jonsdottir J, et al. (September, 2018) Intensive Multimodal Training to Improve Gait Resistance, Mobility, Balance and Cognitive Function in Persons With Multiple Sclerosis: A Pilot Randomized Controlled Trial.
7. Callesen J, et al. (24 July 2019) 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.
8. Grazioli E, et al. (December, 2019) The effects of concurrent resistance and aerobic exercise training on functional status in patients with multiple sclerosis.
9. Moghadasi A, et al. (1 February, 2020) The Effect of Total Body Resistance Exercise on Mobility, Proprioception, and Muscle Strength of the Knee in People With Multiple Sclerosis.
10. Manca A, et al. (5 March, 2020) Gait changes following direct versus contralateral strength training: a randomized controlled pilot study in individuals with multiple sclerosis [with consumer summary].
11. Mayo NE, et al. (21 May, 2020) Participation in and outcomes from a 12-month tailored exercise programme for people with multiple sclerosis (MSTEP©): a randomized trial.
12. Gutiérrez-Cruz C, et al. (2 September, 2020) Effect of a Combined Program of Strength and Dual Cognitive-Motor Tasks in Multiple Sclerosis Subjects.
13. Correale L, et al. (5 August, 2021) Effects of combined endurance and resistance training in women with multiple sclerosis: a randomized controlled study.
14. Andreu-Caravaca L, et al. (2 February, 2022) Fast-velocity resistance training improves force development and mobility in multiple sclerosis.
15. Andreu-Caravaca L, et al. (April, 2022) The impact of resistance training program on static balance in multiple sclerosis population: a randomized controlled trial study.
16. Englund S, et al. (13 August, 2022) High-intensity resistance training in people with multiple sclerosis experiencing fatigue: A randomised controlled trial.
17. Andreu-Caravaca L, et al. (9 September, 2022) Effects of fast-velocity concentric resistance training in people with multiple sclerosis: A randomized controlled trial.

8.6 Tabla 3. Análisis de los artículos seleccionados, elaboración propia

Autor y año	Tipo de población	Tamaño de la muestra	Parámetros de medición	Tipo de intervención	Dosificación de la intervención	Resultados	Calidad metodológica (PEDro)
1-Pau M, et al. (13 January, 2017)	Pacientes con EM recurrente-remitente diagnosticados según criterios de McDonald de entre 18 y 65 años, con una puntuación en la Escala del Estado de Discapacidad (EDSS) de entre 1,5 y 5,5	22 participantes distribuidos en 2 grupos, un grupo intervención GI (n=11) y un grupo control GC (n=11)	Parámetros de la marcha: longitud de la zancada, velocidad, cadencia de la marcha e índices concisos de la cinemática de la marcha (GPS y GVS)	GI: combinación de entrenamiento aeróbico y de resistencia. Calentamiento en una bicicleta ergométrica al 30% de la carga máxima de trabajo, entrenamiento aeróbico (EA): ciclismo al ritmo de trabajo correspondiente al 50% del valor máximo calculado para cada participante, incrementándose cada semana hasta el 80%, entrenamiento de marcha que incluía caminar hacia adelante,	3 sesiones de 60 minutos/semana durante 24 semanas. Calentamiento de 10 minutos, 20 minutos de EA y 20 minutos de entrenamiento de fuerza (ER): inicialmente con 1 serie de 8 repeticiones para cada grupo muscular, aumentando progresivamente las cargas y series, hasta realizar 3 series de 12 repeticiones con 2-3min de descanso entre series y 10 minutos de enfriamiento.	La intervención originó mejoras significativas en la longitud de la zancada, velocidad y cadencia de la marcha. Mientras que en GPS y GVS no hubo prácticamente cambios. También se observó en GI tendencia a la mejora respecto al ROM dinámico en cadera, rodilla y tobillo. En GC no se observaron cambios significativos para ninguno de los parámetros considerados.	6/11

				hacia los lados y hacia atrás, entrenamiento de fuerza involucrando músculos de miembros superiores, miembros inferiores y tronco y, enfriamiento con ejercicios de relajación, control postural y movilidad de la columna seguidos de post-estiramiento			
2-Manca A, et al. (23 March, 2017)	Pacientes con EM remitente-recurrente y puntuación en EDSS <6 (discapacidad de leve a moderada) que presenta disparidad en los dorsiflexores de tobillo	30 participantes en total: 15 en el grupo de intervención de entrenamiento de fuerza contralateral (G1c) y 15 en el grupo intervención de entrenamiento de fuerza directo (G1d)	Fuerza máxima, resistencia a la fatiga y movilidad	Entrenamiento concéntrico de alta intensidad de 6 semanas de los dorsiflexores de tobillo, según los tuvieran menos afectados realizarían el entrenamiento de manera contralateral o si estuvieran más afectados realizarían el	3 sesiones por semana en días no consecutivos. Tras un calentamiento ligero, 3 series de 4 repeticiones a 45s de velocidad angular y 3 series de 4 repeticiones a 10s, con una recuperación de 3 minutos. La duración de la sesión fue de	En G1d, a mitad de la intervención, mostró mejoras significativas en la fuerza máxima, sin aumento después de terminar. Mientras que G1c mostró ganancias no significativas a mitad de la intervención, que aumentaron	8/11

				entrenamiento de fuerza directo	25min aproximadamente.	significativamente al finalizar la intervención. La resistencia a la fatiga y la movilidad mejoró en ambos grupos.	
3- Jonsdottir J, et al. (September. 2018)	Pacientes de 18 a 80 años de edad diagnosticados con EM según los criterios de McDonald y con una puntuación menor de 7 en la EDSS.	42 participantes divididos en dos grupos, el primero (G1) con 28 participantes y el segundo (G2) con 14.	La movilidad funcional, el equilibrio, las funciones ejecutivas y la participación	G1: entrenamiento multimodal en cinta, primero una fase aeróbica, con un aumento progresivo de la velocidad y pendiente de 3 a 12min, fase de tareas duales, caminata en cinta con uso de brazos, cambios en los movimientos de la marcha y actividades cognitivas, y fase aeróbica, aumentando velocidad y pendiente G2: entrenamiento de fuerza basado	Ambos grupos recibieron entre 15 y 20 sesiones de 30min, distribuidas en 5 veces por semana G1: primera fase de 12 min, segunda de 10 y última de 8min. G2: realizaron tres series de 10 repeticiones bilateralmente con pesos adecuados para cada ejercicio. La progresión de los ejercicios se estableció aumentando la resistencia de las bandas elásticas y/o las pesas utilizadas en los ejercicios una vez que los	El G1 mejoró la movilidad, resistencia y velocidad en la marcha significativamente más que el grupo 2. Ambos grupos mejoraron su equilibrio tanto estático como dinámico, no obstante, la mejora de G1 fue ligeramente superior. En cuanto a las funciones ejecutivas, no hubo diferencias entre ambos grupos. La percepción de salud fue similar en ambos grupos.	8/11

				en ejercicios con el objetivo de mejorar la fuerza en los músculos involucrados en la marcha	participantes pudieron realizar más de las tres series impuestas.		
4-Callesen J, et al. (24 July 2019)	Pacientes diagnosticados con EM > 18 años y con una puntuación en EDSS de 2,0-6,5, sin recaídas en las últimas 8 semanas ni ajuste de medicación	71 participantes en total, distribuidos en grupo control GC (n=20) y 2 grupos de intervención GI ¹ (n=23) y GI ² (n=28)	El impacto de la fatiga, la función de la marcha autopercebida, la caminata de 6 minutos, el equilibrio y la fuerza muscular	GC: rutina habitual GI ¹ : entrenamiento de resistencia progresiva (calentamiento en bici o cinta, ejercicios flexión de cadera, de rodilla y extensión rodilla) GI ² : entrenamiento del equilibrio y control motor (calentamiento bici o cinta, sentarse, ponerse de pie, caminar y entrenamiento de movimiento ocular)	GI ¹ : 2 sesiones/semana de 1 hora durante 10 semanas, con 10min calentamiento y una progresión de 3 series de 10 repeticiones a 4 series de 8 repeticiones con 1 minuto de descanso entre series GI ² : 2 sesiones/semana de 1h durante 10 semanas, 10 minutos calentamiento y 5min de cada ejercicio, excepto los de movimiento ocular que fueron 10 minutos	Ambos grupos de intervención redujeron el impacto de la fatiga en comparación con el grupo control, GI ² mejoró la función y rendimiento de la marcha autopercebida y el equilibrio dinámico, mientras que en la fuerza muscular solo GI ¹ mostró mejoras significativas.	8/11
5-Grazioli E, et al. (December, 2019)	Pacientes de EM independientemente del sexo, de edad entre 25-55	20 participantes en total, distribuidos en	El equilibrio, la capacidad para caminar, la calidad de vida,	G1: entrenamiento combinado aeróbico y de	G1: 24 sesiones de actividad, dos veces por semana, 1 h por sesión	Se observó un aumento del equilibrio en el G1, los datos en	

	<p>años, con una puntuación en EDSS de entre 2,5 y 5,5; y ausencia de recaída clínica en el plazo de 1 mes</p>	<p>un grupo G1 (n=10) y en otro grupo G2 (n=10)</p>	<p>la percepción de la fatiga y la gravedad de la enfermedad en pacientes con EM</p>	<p>resistencia: fase inicial de calentamiento seguida de un entrenamiento de fuerza con 3 ejercicios para MMII (sentadilla, zancada lateral, flexión de pierna y flexión plantar) y 3 para MMSS (curl de bíceps, extensión de brazos y empuje de tríceps), por último, entrenamiento aeróbico en bicicleta ergométrica, estiramientos de los principales grupos musculares y ejercicios respiratorios G2: fisioterapia convencional mediante ejercicios activos y pasivos para MMII y</p>	<p>durante 12 semanas, se realizaron 2 series de 10-15 repeticiones al 50% de una repetición máxima para cada ejercicio, con un descanso entre series de 30 segundos, en la fase aeróbica el paciente estaba al 65% de su frecuencia cardíaca G2: 24 sesiones de actividad, dos veces por semana, 1 h por sesión durante 12 semanas</p>	<p>las pruebas de resistencia y velocidad en la marcha también mostraron mejoras en el G1 y G2, aunque en este último no significativas, en cuanto a la salud mental el G1 mostró una mejora clara mientras que el G2 una tendencia a la mejora y en la percepción de la fatiga ambos grupos mostraron una disminución de ésta.</p>	<p>6/11</p>
--	--	---	--	---	---	---	-------------

				MMSS según métodos de Bobath y Votja.			
6-Manca A, et al. (5 March, 2020)	Pacientes con EM remitente-recurrente que mostraban una diferencia de una extremidad respecto a la otra en la fuerza de los dorsiflexores de tobillo > o = al 20%	25 participantes en total, distribuidos en 2 grupos G1 y G2 G1 con n=12 G2 con n=13	Fuerza muscular, rendimiento de la marcha y la asimetría.	Entrenamiento de fuerza con fase concéntrica e isocinética de alta intensidad de los dorsiflexores del tobillo más afectados (directo) o menos afectados (contralateral) Ambos grupos realizaron el mismo calentamiento. G1: entrenamiento contralateral G2: entrenamiento directo	La duración fue de 25min por sesión, 3 veces por semana durante 6 semanas, siendo en días alternos Realizando 3 series de cuatro esfuerzos máximos a 10°/s y 45°/s con un descanso de 3 minutos entre series	Ambos grupos mostraron un aumento significativo en la fuerza del dorsiflexor del tobillo de extremidad más afectada. El entrenamiento contralateral (G1) no aumentó la asimetría de fuerza entre las extremidades, solo aumenta la fuerza en el lado más débil sin exacerbar el déficit entre las extremidades. La velocidad y rendimiento de la marcha solo mejoró en el G2.	7/11
7-Mayo NE, et al. (21 May, 2020)	Personas diagnosticadas con EM después de 1994, de edad entre 19 y 65 años y una puntuación	71 participantes distribuidos en dos grupos, grupo1 (G1) con n=34 y	Consumo máximo de O ₂ , función física, fatiga y calidad de vida	G1: régimen de ejercicios enfocado a la fuerza, resistencia, equilibrio,	G1: 6 días/semana 6 días a la semana: 10 min de ejercicios de flexibilidad y relajación y 10-	En el consumo de O ₂ no hubo diferencias entre los grupos, mientras que el efecto sobre la	

	de <5,5 en la EDSS	grupo 2 (G2) con n=37		flexibilidad, potencia muscular y velocidad de movimiento G2: ejercicio según pautas generales, combinando ejercicio aeróbico y de fuerza	15min ejercicios de tronco y potenciación, 3-4 veces/semana: 30 min ejercicio aeróbico suave (andar, bicicleta...) y 2 veces/semana según tolerancia ejercicios de fuerza G2: 2 veces/semana, 30min de EA y de fuerza, realizando 2 series de 10 a 15 repeticiones	fatiga fue mayor en el G1 y el efecto sobre la función física fue menor y nulo en la calidad de vida.	6/11
8-Correale L, et al. (5 August, 2021)	Mujeres >18 y <60 años diagnosticadas con EM remitente-recurrente con una puntuación en EDSS <4	27 mujeres en total que fueron distribuidas en 2 grupos, un grupo control GC con n=13 y un grupo experimental GE con n=14	La fuerza muscular, la fatiga percibida, la depresión y la calidad de vida.	GC: rutina habitual GE: cada sesión empezaba con un calentamiento (ejercicio aeróbico moderado) en cinta, seguido de un entrenamiento aeróbico a intensidad moderada-alta (50-70%), y entrenamiento	GE entrenó 2 veces por semana con una duración de 45min y 60min/sesión cada semana, durante 12, seguidas de 12 semanas de desentrenamiento tras el que ambos grupos fueron evaluados de nuevo. En todas las sesiones, un calentamiento de	Tras la intervención se observaron mejoras importantes en la fuerza muscular del grupo experimental junto con efectos beneficiosos en la fatiga percibida, la depresión y la calidad de vida, que se mantuvieron incluso 12	6/11

				de resistencia con ejercicios de calistenia, mancuernas y bandas elásticas. La carga se incrementó según aumentaba el número de repeticiones.	5min, seguidos de 25min de ejercicio aeróbico y después 3 series de 8-12 repeticiones de cada ejercicio de fuerza con un periodo de descanso entre series de 60-90s.	semanas después de la finalización de la intervención.	
9-Andreu-Caravaca L, et al. (2 February, 2022)	Personas reclutadas de la asociación local de EM y diagnosticadas por un neurólogo de EM remitente-recurrente o EM progresiva primaria, según criterios de McDonald	30 personas distribuidas en 2 grupos: grupo experimental GE (n=18) y grupo control (n=12)	Tasa de desarrollo de fuerza, la movilidad y la calidad de vida	GC: no realizó ninguna intervención GE: entrenamiento de resistencia concéntrico en miembros inferiores (MMII) durante 10 semanas. Primero un calentamiento de 5min de ciclismo estático, ejercicios de movilidad de MMII y 5 repeticiones al 40% de una repetición máxima (RM). Los 4 de MMII fueron: prensa	La frecuencia de la intervención de GE fue de 3 días a la semana en días alternos, con una intensidad de 60-75% 1-RM, con 2-4 series a 8-15 repeticiones con un descanso entre series de 120s. La carga de entrenamiento fue individualizada y basada en 1-RM para cada ejercicio antes del inicio del estudio. Se enfatizó que el peso debe ser bajado de manera controlada con una breve pausa al final, seguido de	GE mostró mejoras significativas en la fuerza y movilidad en comparación con GC, que no mostró cambios. Además, la calidad de vida autopercebida también mejoró en todos los dominios de GE pero no en GC, por lo que, teniendo en cuenta que la mala calidad de vida es uno de los principales problemas de la EM, estos resultados son	7/11

				de piernas unilateral, extensión de cadera bilateral y flexión plantar en sedestación, que se realizaron en máquinas de pesas convencionales.	la máxima producción de fuerza en la fase concéntrica para maximizar el componente neural.	prometedores e indican que el entrenamiento de fuerza concéntrico puede revertir el estado de la calidad de vida.	
10-Andreu-Caravaca L, et al. (25 April, 2022)	Personas reclutadas de la asociación local de EM y diagnosticadas por un neurólogo de EM remitente-recurrente o EM progresiva secundaria, según criterios de McDonald	30 personas fueron asignadas a un grupo experimental GE (n=18) y un grupo control GC (n=12)	Efectos del entrenamiento de resistencia en el equilibrio	GC: no realizó ninguna intervención GE: entrenamiento de resistencia con fase concéntrica a máxima velocidad de MMII durante 10 semanas. Primero un calentamiento de 5min en bicicleta estática, ejercicios de movilidad de MMII y 5 repeticiones al 40% de una repetición máxima (RM). Los 4 ejercicios de MMII fueron:	GE realizó la intervención 3 veces por semana en días alternos, con 48h de descanso entre sesiones. Se pedía una intensidad de 60-75% 1-RM, con 2-4 series a 8-15 repeticiones con un descanso entre series de 120s. Se les dijo a los participantes que evitaran el fallo muscular y que dejaran 2 repeticiones de reserva y se instruyó a los participantes para que bajaran el peso de manera	No se encontraron diferencias entre los grupos respecto a una mejora en el equilibrio después de 10 semanas de intervención.	6/11

				<p>prensa de piernas unilateral, extensión de piernas, extensión de cadera y flexión plantar en sedestación, los cuales se realizaron en máquinas de pesas convencionales.</p>	<p>controlada con una breve pausa al final, seguida de una producción de fuerza máxima y rápida en la fase concéntrica para involucrar al máximo el componente neural.</p>		
<p>11-Englund S, et al. (13 August, 2022)</p>	<p>Personas fatigadas con EM y una puntuación ≥ 53 en la Escala de Fatiga para Funciones Motoras y Cognitivas (FSMC)</p>	<p>71 participantes que fueron distribuidos en 2 grupos, grupo A \rightarrow GA (n=35) y grupo B \rightarrow GB (n=36)</p>	<p>Efectos del entrenamiento de resistencia de alta intensidad (HIRT) en la fatiga autoinformada</p>	<p>El HIRT sigue las pautas del entrenamiento de resistencia: un calentamiento de 5 a 10 min en bicicleta estática, 4 ejercicios para MMSS (extensión de tríceps, flexión de brazos/fondo de pecho, prensa de pecho o tracción de dorsal ancho) y 3 para MMII (extensión de piernas, curl de piernas y prensa de piernas)</p>	<p>Grupo A: realizó 2 sesiones (60min/sesión) de HIRT por semana durante 12 semanas Grupo B: realizó una sesión de HIRT (60min/sesión) cada semana durante 12 semanas. Ambos grupos realizaron 3 series de cada ejercicio con un descanso de 1-3min entre series y con 15 repeticiones las primeras 2</p>	<p>No hubo diferencias significativas entre ambos grupos, pero sí una disminución significativa de la fatiga en ambos respecto al inicio, por lo que el entrenamiento de resistencia de alta intensidad produce reducciones clínicamente relevantes en la fatiga autoinformada en las personas con EM.</p>	<p>8/11</p>

				realizados en máquinas de entrenamiento.	semanas, 10 la semana 3 y 4; y 7 las 8 semanas siguientes. A los participantes se les proporcionaron diferentes opciones de sesiones de HIRT para aumentar la adherencia y entrenaron solos o en grupos de un máximo de cinco personas/sesión.	
12-Andreu-Caravaca L, et al. (9 September, 2022)	Personas con EM reclutadas a través de la asociación local, diagnosticadas por un neurólogo con EM remitente-recurrente o EM progresiva secundaria, según los criterios de McDonald	El número total de participantes fue 30, distribuidos en 2 grupos, grupo control GC (n=12) y grupo experimental GE (n=18)	Fuerza máxima de MMSS y MMII, velocidad de la marcha, resistencia al caminar, la fatiga, la autopercepción física y el dolor catastrófico	GC: no realizó ninguna intervención GE: programa de entrenamiento de fuerza con fase concéntrica de alta velocidad, antes de esto, se llevó a cabo un protocolo estandarizado de entrada en calor: 5min en bici estática, movilidad de MMII y 5 repeticiones al	GE: realizó la intervención durante 10 semanas con una frecuencia de 3 veces por semana con al menos 48h de descanso entre sesiones. La carga de entrenamiento individualizada se determinó a partir de 1 repetición máxima (1 RM) de cada ejercicio antes del inicio del estudio. La carga de 1 RM se	Se observaron mejoras en la fuerza máxima de los extensores de rodilla y curiosamente la fuerza de prensión también aumentó en ambas manos a pesar de que la intervención solo se centró en MMII. Además, tanto la velocidad de la marcha como la resistencia al caminar mejoraron

7/11

				<p>40% de 1RM en cada máquina. Después, realizaron los siguientes ejercicios: prensa de piernas bilateral, extensión de piernas unilateral, extensión de cadera unilateral y levantamiento de pantorrillas sentado bilateral en máquinas de pesas convencionales. Se les dijo a los participantes que evitaran el fallo muscular y dejaran 2 repeticiones de reserva.</p>	<p>estimó utilizando el siguiente protocolo: 1 serie de 10 repeticiones al 50 % de 1 RM percibida, 1 serie de 5 repeticiones al 75 % de 1 RM percibida y 1 serie de 1 repetición al 100 % de 1-RM. El número de series fue variando de 2 a 4 y las repeticiones de 8 a 15. Con un descanso de 120s entre series.</p>	<p>significativamente en GE. Por último, en GE disminuyeron notoriamente los niveles de percepción de la fatiga y el dolor catastrófico.</p>	
--	--	--	--	---	--	--	--