UNIVERSIDAD EUROPEA DE VALENCIA
Facultad de Ciencias de la Salud
Grado en Fisioterapia
Trabajo Fin de Grado
Curso 2025-2026

Efectividad del ejercicio terapéutico en pacientes con esclerosis múltiple: Revisión Sistematizada.

Autor/a
D. Evan JAGUES

Tutor/a
Clara PUJOL FUENTES
Valencia, 2026

UNIVERSIDAD EUROPEA DE VALENCIA
Facultad de Ciencias de la Salud

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, mi hermano y mis hermanas por haber sido el motor de todos mis estudios. Salir de Francia y venir a España a estudiar Fisioterapia fue un salto al vacío, pero vuestro apoyo incondicional hizo que la distancia se acortara y que ningún obstáculo pareciera insalvable. Gracias por vuestros sacrificios, por creer en mí cuando ni yo mismo lo hacía y por enseñarme que los sueños no entienden de fronteras. Este título es tan vuestro como mío.

A mi tutora de TFG, por su paciencia infinita, su guía experta y su rigurosidad. Gracias por transformar mis dudas en certezas, por dedicarme su tiempo más allá de lo exigido y por transmitirme esa importancia por la investigación y la excelencia en la fisioterapia. Su apoyo ha sido la brújula indispensable para llegar a buen puerto con este trabajo.

A mis compañeros de clase y amigos de carrera con quienes compartí infinitas horas de biblioteca, cafés y, sobre todo, muchas horas de camilla practicando técnicas una y otra vez. Gracias por convertiros en mi familia española y hacer de estos años una experiencia inolvidable.

A mi mejor amigo, por estar siempre a un mensaje de distancia. Gracias por escuchar mis quejas, por celebrar mis aprobados como si fueran tuyos y por recordarme quién soy cuando el estrés me hacía dudar. Tener a alguien que te soporta en tus peores momentos y te apoya en los mejores es un verdadero privilegio. Gracias por ser ese pilar incondicional.

A mi novia, por haber sido mi hogar lejos de casa durante estos dos últimos años en España, apoyándome en cada paso de esta aventura. Gracias por tu paciencia infinita y por tu amor incondicional. Pero, sobre todo, gracias por descubrirme el verdadero propósito de este trabajo. A través de ti y de la fuerza de tu madre, encontré la inspiración para dedicar mi TFG a la Esclerosis Múltiple. Este proyecto no es solo ciencia, es mi humilde homenaje a su valentía y mi compromiso como futuro fisioterapeuta para seguir luchando por mejorar la calidad de vida de personas como ella. Gracias por darme el mejor motivo para investigar y mejorar cada día.

Y finalmente, a mis futuros pacientes, quienes sin saberlo han sido la motivación diaria para estudiar cada músculo, cada patología y cada técnica. Este trabajo es el primer paso para poder ofreceros las mejores manos y el mejor cuidado posible.

ÍNDICE

Resumen .....

Abstract .....

1. Introducción **1**

1.1 Esclerosis múltiple: Situación actual y contextualización 1

1.2 Concepto y clasificaciones 2

1.3 Previsiones 3

1.4 Costes socioeconómicos 3

1.5. Signos y síntomas de la EM 3

1.6 Tratamientos para la Esclerosis Múltiple 4
1.6.1 Tratamiento Farmacológico 4
1.6.2 Tratamiento mediante el Ejercicio Físico y Rehabilitación 4
1.6.3 Tratamiento tecnológico 5
1.6.4 Tratamiento por Estilo de vida 5

1.7 Ejercicios terapéuticos para la esclerosis múltiple 5

1.8. Justificación 7

1.9 Hipótesis 8

1.10 Objetivos 8

2. Material y Métodos **9**

2.1 Descripción pregunta PICO 9

2.2 Variables del estudio 9

2.3 Palabras clave con términos MeSH 12

2.4 Criterios de selección: Inclusión y Exclusión 12
Inclusión: 12
Exclusión: 13

2.5 Justificación de los criterios de selección 13

2.6 Diagrama de flujo 14

2.7 Escala PEDro 15

2.8 Resultados finales de la búsqueda 15

2.9 Cronograma 16

3. Resultados **17**

3.1 Descripción de las intervenciones 17

3.2 Descripción de las variables 21

4. Discusión **34**

4.1 Análisis de los resultados 34
Equilibrio 34
Movilidad Funcional 35
Marcha 35
Calidad de Vida 36

4.2 Aplicación e impacto social 36

4.3 Limitaciones y fortalezas del estudio 37

4.4 Futuras líneas de investigación y recomendaciones 38
Conclusión 39
Bibliografía 40
Anexo 43

ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1: Escalas de medidas típicas de EM 10
Tabla 2: Escala PEDro de los artículos elegidos por el estudio. 15
Tabla 3: Artículos utilizados para los resultados 16
Tabla 4: Cronograma del estudio por elaboración propia. 17

ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura 1: Casos prevalentes y tasa de prevalencia de esclerosis múltiple según edad y sexo en 2019 2

Figura 2: Pregunta PICO 9

Figura 3: Diagrama de flujo prisma 14

Figura 4: Comparativa de Mejora Neta en Equilibrio en pacientes con Esclerosis Múltiple. 23

Figura 5: Comparativa de mejora neta en Movilidad funcional (TUG en segundos) en pacientes con Esclerosis Múltiple. 26

Figura 6: Comparativa de mejora neta en marcha (6MWT) en pacientes con Esclerosis Múltiple. 29

Figura 7: Comparativa de mejora neta en la Calidad de Vida en pacientes con Esclerosis Múltiple. 31

Figura 8: Comparativa de mejora neta en la Fatiga (escala FSS) en pacientes con Esclerosis Múltiple. 33

LISTADO DE ABREVIATURAS

BBS	Berg Balance Scale (escala de Berg)
BTK	Bruton's Tyrosine Kinase / Tironasa Quinasa de Bruton
30-CST	30sec- Chair stand test
DHI	Dizziness Handicap Inventory
DMT	Disease-Modifying Therapy / Terapias Modificadoras de la Enfermedad
ECA	Ensayo Clínico Aleatorizado
EDSS	Expanded Disability Status Scale / Escala Expendida del Estado de Discapacidad
EM	Esclerosis Múltiple
EMIS	Escala de Impacto de la Fatiga en Esclerosis Múltiple
EMPP	Esclerosis Múltiple Primaria Progresiva
EMPR	Esclerosis Múltiple Progresiva Recurrente
EMRR	Esclerosis Múltiple Remitente Recurrente
EMSP	Esclerosis Múltiple Secundaria Progresiva
FAB	Fullerton Advanced Balance scale
FSS	Fatigue Severity Scale
HIIT	High-Intensity Interval Training
MFIS	Modified Fatigue Impact Scale
MSIS-29	Multiple Sclerosis Impact Scale- 29
MSQOL-54	Multiple Sclerosis Quality of Life -54

6-MWT	6 Minutes Walk Test
10-MWT	10 Minutes Walk Test
1RM	Repetición Máxima
RV	Realidad Virtual
TUG	Timed Up and Go
VEB	Virus de Epstein-Barr
VRB	Virtual Reality Balance
VRP	Virtual Reality Platform
VVAS	Visual Vestibular Analogue Scale

RESUMEN

Introducción: La esclerosis múltiple (EM) es una enfermedad autoinmune crónica que constituye la principal causa de discapacidad neurológica no traumática en adultos jóvenes, con una alteración importante en su calidad de vida. La EM se caracteriza por una amplia gama de deficiencias, destacando la fatiga y severas alteraciones del equilibrio y la marcha, presentes entre el 50% y el 80% de los pacientes. La progresión de esta discapacidad genera una gran pérdida de autonomía funcional y elevados costes socioeconómicos. El ejercicio terapéutico ha mostrado eficacia en la literatura reciente. Los programas específicos de equilibrio, fuerza y tareas duales podrían ser utilizados como una herramienta terapéutica para optimizar el equilibrio, movilidad funcional, la marcha, la fatiga y mejorar la calidad de vida.

Objetivo: Revisar la literatura actual para analizar la efectividad del ejercicio terapéutico sobre la movilidad funcional, el equilibrio, la marcha, la fatiga y la calidad de vida en pacientes con Esclerosis Múltiple (EM).

Material y métodos: Se realizó una revisión bibliográfica mediante la búsqueda de ensayos clínicos aleatorizados (ECA) en las bases de datos PubMed,PEDro. Se seleccionaron estudios de alta calidad publicados entre 2014 y 2025 que evaluaron la efectividad del ejercicio terapéutico en pacientes adultos con Esclerosis Múltiple. Para garantizar la calidad metodológica, sólo se incluyeron investigaciones con una puntuación igual o superior a 6 en la Escala PEDro. Las variables principales analizadas fueron el equilibrio (Escala de Berg, Mini BESTest), la movilidad funcional (TUG), la marcha (6MWT, 10mWT), la calidad de vida (MSQOL-54, EQ-5D-5L), la fatiga (FSS, MFIS)

Resultados y Discusión: De los 3964 artículos encontrados de forma conjunta en las bases de datos consultadas, 11 fueron seleccionados tras la aplicación de los criterios de elegibilidad. Los artículos proponían diferentes programas de ejercicio terapéutico, incluyendo entrenamiento multimodal, pilates clínico, realidad virtual y terapia acuática. Pese a que había mucha disparidad en las intervenciones, todos los estudios presentaron resultados positivos en cuanto a la mejora de la movilidad funcional, del equilibrio, de la marcha y la calidad de vida. En cuanto a la fatiga, no pudimos concluir sobre la dosificación ideal, aunque los resultados encontrados tienden a mostrar un efecto beneficioso, especialmente en programas personalizados o realizados en el medio acuático.

Conclusión: El ejercicio terapéutico multimodal, adaptado y prolongado es una herramienta segura y eficaz que mejora significativamente el equilibrio, la movilidad funcional, la marcha y la calidad de vida en pacientes con EM. Estrategias como la autorregulación de la carga y el medio acuático son claves para reducir la fatiga crónica.

Palabras claves: Esclerosis Múltiple, equilibrio, fatiga, movilidad funcional, marcha, calidad de vida.

ABSTRACT

Introduction: Multiple sclerosis (MS) is a chronic autoimmune disease and the leading cause of non-traumatic neurological disability in young adults, significantly altering their quality of life. MS is characterized by a wide range of impairments, most notably fatigue and severe gait and balance disturbances, which affect between 50% and 80% of patients. The progression of this disability leads to a substantial loss of functional autonomy and high socioeconomic costs. Recent literature has demonstrated the efficacy of therapeutic exercise. Specific programs focusing on balance, strength, and dual-task training could be utilized as therapeutic tools to optimize functional mobility, balance, gait, fatigue, and improve quality of life.

Objective: To review current literature to analyze the effectiveness of therapeutic exercise on functional mobility, balance, gait, fatigue, and quality of life in patients with Multiple Sclerosis (MS).

Material and methods: A literature review was conducted by searching for randomized controlled trials (RCTs) across PubMed, Google Scholar, PEDro, and MEDLINE databases. High-quality studies published between 2014 and 2025 evaluating the effectiveness of therapeutic exercise in adult patients with Multiple Sclerosis were selected. To ensure methodological quality, only research scoring 6 or higher on the PEDro Scale was included. The primary variables analyzed were balance (Berg Balance Scale, Mini-BESTest), gait (6MWT, 10mWT), fatigue (FSS, MFIS), functional mobility (TUG), and quality of life (MSQOL-54, EQ-5D-5L).

Results and Discussion: Out of 3,964 articles collectively retrieved from the searched databases, 11 were selected after applying the eligibility criteria. The articles proposed various therapeutic exercise programs, including multimodal training, clinical Pilates, virtual reality, and aquatic therapy. Despite high heterogeneity among the interventions, all studies reported positive outcomes regarding improvements in gait, balance, and functional mobility. Regarding fatigue and quality of life, a universal conclusion on the ideal dosage could not be established; however, the findings tend to show a beneficial effect, particularly in tailored programs or those conducted in an aquatic environment.

Conclusion: Tailored, prolonged multimodal therapeutic exercise is a safe and effective tool that significantly improves gait, balance, and quality of life in patients with MS. Strategies such as load autoregulation and aquatic training are key to reducing chronic fatigue.

Keywords: Multiple Sclerosis, balance, fatigue, functional mobility, gait, quality of life.

1. Introducción

1.1 Esclerosis múltiple: Situación actual y contextualización

La Esclerosis Múltiple (EM), es una enfermedad autoinmune crónica del sistema nervioso central caracterizada por procesos de inflamación, desmielinización y degeneración axonal. Se presenta como una de las principales causas de discapacidad neurológica no traumática en adultos jóvenes. Su origen es multifactorial e implica una interacción de factores genéticos y ambientales según Racke y Frohman (2022).

Diversos estudios señalan como principales factores de riesgo la infección por el virus de Epstein–Barr (VEB), la deficiencia de vitamina D, el tabaquismo y ciertas predisposiciones genéticas, especialmente el alelo HLA-DRB1*15:01 según Montague A et al (2010).

A medida que la enfermedad progresa, aparecen una amplia gama de deficiencias, incluidas alteraciones en el equilibrio y la marcha. El deterioro del equilibrio en la Esclerosis Múltiple (EM), no es un síntoma aislado sino el resultado de una disfunción compleja de la integración de múltiples subsistemas neurológicos. Según Du, L., et al. (2024) y Wallin, A., et al. (2024), realmente entre 50 y 80% de las personas que padecen EM, presentan alteraciones en el control postural, lo que altera la movilidad funcional e incrementa el riesgo de caídas.

Este gráfico que encontramos debajo (figura 1), muestra que, en 2019 la esclerosis múltiple afectó de manera desproporcionada a las mujeres (barras y líneas rojas) en comparación con los hombres (azul), presentando tanto un mayor número total de casos como una tasa de prevalencia más elevada en prácticamente todos los grupos de edad. La enfermedad comienza a manifestarse significativamente a partir de los 20 años, alcanzando su punto máximo de prevalencia entre los 45 y 59 años, para luego descender en las edades más avanzadas. Es importante notar que, mientras el número total de casos (barras) cae drásticamente después de los 60 años debido posiblemente a la menor población total en esos rangos de edad, la tasa de prevalencia por cada 100.000 habitantes (líneas sólidas) se mantiene relativamente alta y estable, lo que subraya la naturaleza crónica y persistente de esta condición a lo largo de la vida adulta.

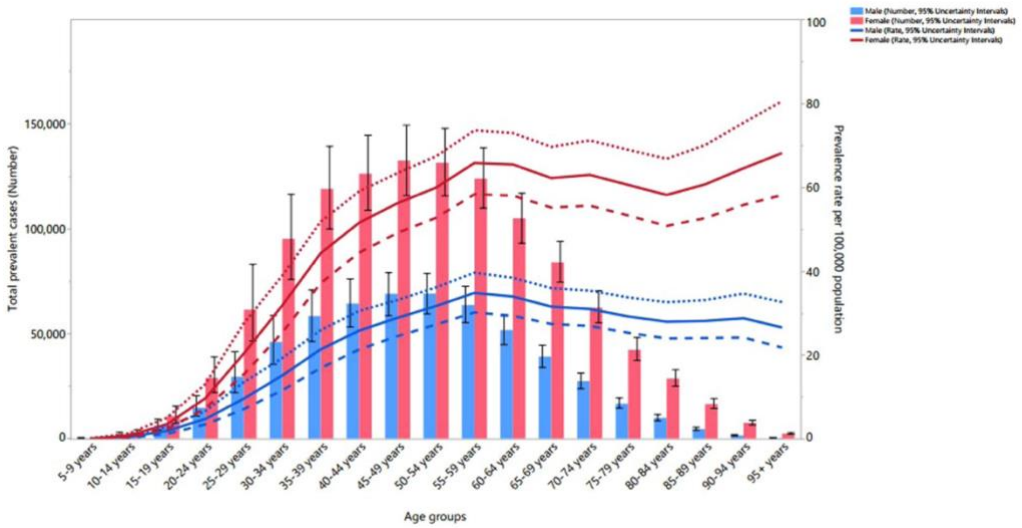


Figura 1: Casos prevalentes y tasa de prevalencia de esclerosis múltiple según edad y sexo en 2019

Fuente: Estudio de Safiri et al (2024)

1.2 Concepto y clasificaciones

Los síntomas de la EM son variados y dependen de la localización de las lesiones desmielinizantes en el sistema nervioso central. Entre las manifestaciones más frecuentes se encuentran los trastornos del equilibrio y de la marcha, la fatiga, la debilidad muscular y la espasticidad. Según Cardini F, et al, la fatiga es el síntoma presente en el 75-90% de los pacientes que padecen esclerosis múltiple. Constituye uno de los síntomas más incapacitantes, afectando tanto el estado físico como cognitivo. Hoy en día, los estudios científicos estudiados por Haki R, et al han identificado hasta 233 variantes genéticas vinculadas a la susceptibilidad a la EM, la mayoría expresadas en células inmunitarias. La hipótesis que vincula al Virus de Epstein-Barr (VEB) con el desarrollo de la Esclerosis Múltiple ha pasado de ser una sospecha clínica a una evidencia robusta. La seropositividad frente al VEB es prácticamente universal en la población con EM, sin embargo, la magnitud del riesgo ha sido cuantificada con precisión. Los estudios analizados por Haki R. et al tienen alto impacto y demuestran que la infección previa por este virus incrementa el riesgo de desarrollar EM en más de 32 veces, estableciéndose como el factor ambiental más determinante de la enfermedad.

Existen cuatro formas clínicas principales de la enfermedad: la remitente-recurrente (EMRR), la secundaria progresiva (EMSP), la primaria progresiva (EMPP) y la progresiva-recurrente (EMPR).

La progresión de la patología se manifiesta mediante una debilidad muscular crónica que erosiona la autonomía funcional. Puede ser agravada por un tema de espasticidad derivado del incremento del tono muscular y la disfunción del control motor central como lo dicen Ghayour Najafabadi, M., et al. (2025). En las variantes progresivas, la sintomatología converge en alteraciones severas de la marcha. Estas disfunciones no solo comprometen el equilibrio

dinámico, sino que reducen drásticamente el umbral de resistencia al esfuerzo, lo que incrementa la susceptibilidad a las caídas como enunciado anteriormente.

1.3 Previsiones

A nivel epidemiológico, la relevancia de la Esclerosis Múltiple ha experimentado un crecimiento notable en las últimas décadas. Según el análisis global de Safiri et al, basado en el estudio de la carga mundial de morbilidad, se ha documentado un incremento sostenido tanto en la prevalencia como en la incidencia de la enfermedad entre 1990 y 2019. En concreto, el estudio revela que, entre 1990 y 2019, la cifra total de personas con esclerosis múltiple aumentó hasta alcanzar los 1.8 millones de casos globales. Aunque las tasas ajustadas por edad muestran una ligera estabilización, el volumen total de pacientes y la discapacidad acumulada han crecido de forma sostenida, especialmente en mujeres y en el rango de edad de 30 a 34 años, debido a la mayor precisión diagnóstica y al aumento de la esperanza de vida. Este estudio subraya que la EM no solo representa un desafío clínico individual, sino una carga socioeconómica creciente para los sistemas de salud pública a nivel mundial.

1.4 Costes socioeconómicos

Es fundamental investigar nuevas formas de tratar la esclerosis múltiple debido a que cada vez hay más casos y los costes para los hospitales y las familias son muy altos. De acuerdo con el análisis de Safiri et al. (2024), la Esclerosis Múltiple ha experimentado un incremento constante en su prevalencia global durante las últimas tres décadas. Esta tendencia ha consolidado a la enfermedad como la principal etiología de discapacidad neurológica no traumática en la población adulta joven.

Este aumento de casos provoca un gran problema económico. Tal como describe Simoens (2022), el agravamiento clínico y la consecuente pérdida de autonomía funcional conllevan un incremento exponencial de los costes directos e indirectos asociados a la patología. No solo hablamos de gastos en medicinas u hospitales (costes directos), sino también de la pérdida de empleo y la necesidad de que los familiares dejen de trabajar para cuidar al paciente (costes indirectos).

1.5. Signos y síntomas de la EM

Los síntomas de la EM son variados y dependen de la localización de las lesiones desmielinizantes en el sistema nervioso central. Según Cardini, F., et al. (2024), la sintomatología de la esclerosis múltiple es heterogénea y afecta múltiples sistemas, destacando principalmente la fatiga crónica y la debilidad muscular en las extremidades inferiores como factores que limitan la autonomía. Estas deficiencias motoras suelen ir acompañadas de espasticidad y una pérdida progresiva del control postural y el equilibrio, lo que eleva significativamente el riesgo de caídas como lo dicen Usman, J. S., et al. (2025). Racke, Frohman y Frohman (2022) y Marsden, J., et al. (2025) muestran que son frecuentes los trastornos sensoriales como las parestesias y el dolor

neuropático, junto con disfunciones vestibulares que provocan mareos y desorientación espacial.

Finalmente, la combinación de estos síntomas físicos con el deterioro cognitivo y la disfunción autonómica impacta negativamente en la capacidad de marcha y, por extensión, en la calidad de vida global de los pacientes (Ghayour Najafabadi, M., et al. 2025).

En conjunto, estas limitaciones repercuten significativamente en la autonomía del paciente y orientan la intervención terapéutica hacia la mejora del equilibrio, de la espasticidad, de la marcha, de la fuerza y de la gestión de la fatiga, incluyendo un componente de entrenamiento cognitivo.

1.6 Tratamientos para la Esclerosis Múltiple

El tratamiento de la esclerosis múltiple ha evolucionado mucho con los años. Los tratamientos y abordajes terapéuticos para la esclerosis múltiple se pueden agrupar en cuatro categorías principales: farmacológicos, de rehabilitación física, tecnológicos y de estilo de vida. Varios artículos destacan los avances en terapias que modifican la biología de la enfermedad o manejan síntomas específicos.

1.6.1 Tratamiento Farmacológico

El manejo farmacológico de la Esclerosis Múltiple ha evolucionado hacia terapias que no solo controlan la inflamación focal, sino que también abordan la neurodegeneración subyacente. En este sentido, Cardini et al. (2024) destacan el papel emergente de los inhibidores de la Tirosina Quinasa de Bruton (BTK), como el “tolebrutinib”. Tiene grandes capacidades para penetrar el sistema nervioso central y modular la actividad del sistema inmunitario innato del sistema nervioso central llamado “microglía”. Lo cual representa un avance significativo en el tratamiento de las formas progresivas de la enfermedad.

Complementariamente, el análisis de Simoens (2022) subraya la importancia de evaluar la costo-efectividad de las Terapias Modificadoras de la Enfermedad (DMT), dado el alto impacto socioeconómico que supone la discapacidad a largo plazo. Las DMT son fármacos esenciales para la EM diseñados para disminuir la frecuencia de brotes, reducir nuevas lesiones cerebrales y retrasar la progresión de la discapacidad.

Por su parte, Haki et al. (2024) detallan que el tratamiento sintomático sigue siendo un pilar fundamental, empleando fármacos como el baclofeno y la gabapentina para la espasticidad, y anticolinérgicos para la disfunción vesical.

1.6.2 Tratamiento mediante el Ejercicio Físico y Rehabilitación

La evidencia científica otorga al ejercicio un rol terapéutico crucial en la atenuación de síntomas debilitantes. Según de Du et al. (2024), el entrenamiento de resistencia reduce eficazmente la fatiga, mientras que el ejercicio aeróbico potencia la calidad de vida. Respecto a

la movilidad funcional, Usman et al. (2025) y Amato et al. (2024) coinciden en que el fortalecimiento muscular y el HIIT mejoran significativamente la velocidad de marcha y la salud metabólica. Por su parte, Wallin et al. (2024) y Nazary et al. (2025) destacan que el entrenamiento de doble tarea (motor-cognitivo) es superior para el equilibrio funcional. Esta especificidad se extiende a la rehabilitación vestibular de Marsden et al. (2025), esencial para el control del mareo, y a la terapia acuática de Tsatsakos et al. (2025), que maximiza la resistencia sin aumentar la fatiga térmica. Finalmente, el análisis de Corrini et al. (2023) establece que una dosis de tres sesiones semanales es el estándar óptimo para consolidar estas mejoras en la autonomía del paciente.

1.6.3 Tratamiento tecnológico

Hoy en día, existen nuevas modalidades de terapia como la Hidroterapia y Rehabilitación Vestibular. Las terapias en entornos controlados están ganando relevancia científica por su perfil de seguridad y eficacia. Tsatsakos et al. (2025) y Nazary Soltan Ahmad et al. (2025) coinciden en que la terapia acuática ofrece una ventaja competitiva sobre la fisioterapia en tierra, especialmente en la mejora del equilibrio dinámico y la reducción de la fatiga percibida, debido a las propiedades hidrostáticas y térmicas del agua. Por otro lado, para pacientes que presentan mareos y alteraciones del sistema vestibular, Marsden et al. (2025) subraya que los protocolos de rehabilitación vestibular personalizados son más efectivos, mejorando la estabilidad postural de manera más precisa.

1.6.4 Tratamiento por Estilo de vida

Factores etiológicos, riesgo ambiental y autogestión son conceptos que hay que tener en cuenta en el tratamiento de pacientes con esclerosis múltiple. La eficacia de los tratamientos también se ve influenciada por la modificación de factores de riesgo y el empoderamiento del paciente. Montague et al. (2025) demuestran la interacción crítica entre la predisposición genética (HLA-DRB1*15:01), la infección por el virus de Epstein-Barr y la deficiencia de vitamina D, sugiriendo que la suplementación con esta vitamina es un componente preventivo y terapéutico esencial. En esta línea, Safiri et al. (2024) identifican el tabaquismo y el alto índice de masa corporal como factores de riesgo modificables que aceleran la carga global de la enfermedad. Finalmente, la integración de tecnología y la autogestión en el hogar aparecen como tendencias clave, mientras Ghayour Najafabadi et al. (2025) exploran el potencial del ejercicio basado en tecnología para mejorar la adherencia. Opsommer et al. (2025) subrayan que el compromiso del paciente en sus rutinas diarias de ejercicios es el determinante principal para el éxito de la rehabilitación a largo plazo.

1.7 Ejercicios terapéuticos para la esclerosis múltiple

Tradicionalmente, el tratamiento de la Esclerosis Múltiple (EM) se centraba exclusivamente en el abordaje farmacológico. Sin embargo, la evidencia científica reciente ha consolidado al ejercicio terapéutico como un pilar fundamental en la rehabilitación

neurofuncional. Como señalan Cardini et al. (2024), el abordaje de la enfermedad debe ser multidisciplinar, integrando la rehabilitación desde etapas tempranas para mitigar las manifestaciones clínicas derivadas de la desmielinización y la neurodegeneración. En este contexto, el ejercicio no solo busca mantener la condición física, sino que se diseña para impactar directamente en la función locomotora, la estabilidad postural y, por extensión, en la calidad de vida del paciente.

La literatura actual destaca que no existe una modalidad única, sino un espectro de intervenciones con objetivos específicos:

Según Du et al. (2024), el ejercicio de resistencia es la herramienta más eficaz para el manejo de la fatiga, uno de los síntomas más discapacitantes de la EM. Por otra parte, Usman et al. (2025) demuestran que el entrenamiento de fuerza ya sea en centros especializados o mediante programas comunitarios y domiciliarios mejora significativamente la potencia muscular y la velocidad de marcha, factores críticos para la autonomía locomotora como he mencionado antes.

El equilibrio se aborda hoy mediante enfoques complejos. Gutiérrez-Cruz et al., 2020 enfatizan la superioridad de los programas de equilibrio que incorporan la "tarea dual" (coordinación motora-cognitiva), ya que reflejan mejor las demandas de la vida diaria que el ejercicio estático. Además, para pacientes con alteraciones sensoriales específicas, Marsden et al. (2025) destacan la relevancia de la rehabilitación vestibular personalizada para reducir el vértigo y mejorar el control postural.

El entorno de aplicación se ha vuelto un factor determinante en la eficacia del tratamiento. La terapia acuática/hidroterapia ha emergido como una modalidad preferente. Tsatsakos et al. (2025) y Nazary Soltan Ahmad et al. (2025) sugieren que las propiedades del agua permiten trabajar el equilibrio dinámico con menor riesgo de caídas y fatiga térmica, facilitando una mayor intensidad de entrenamiento. Las propiedades del agua quitan peso corporal ayudando y facilitando la realización de movimientos complejos.

Simultáneamente, la integración de la tecnología y los programas en el hogar está revolucionando la continuidad del cuidado. Mientras que Molhemi et al. (2021) exploran cómo el ejercicio basado en tecnología de realidad virtual puede mejorar la función motora de forma accesible. La capacidad de integrar estos ejercicios en la rutina diaria es lo que finalmente correlaciona la mejora física con un incremento percibido en la calidad de vida.

La relevancia de intervenir sobre el equilibrio en la Esclerosis Múltiple radica en su impacto directo sobre la independencia funcional y la percepción de bienestar del paciente. Según Wallin et al. (2024), Gutiérrez-Cruz et al., 2020 y Nazary Soltan Ahmad et al. (2025), el entrenamiento del equilibrio mediante tareas duales (combinando retos motores y cognitivos) no solo mejora la respuesta física ante una perturbación, sino que reduce la carga cognitiva

necesaria para la deambulación, lo que se traduce en una disminución del riesgo de caídas y del miedo a las mismas. Esta seguridad intrínseca es clave, ya que, como demuestran Tsatsakos et al. (2025) a través de la terapia acuática, el ejercicio en entornos que desafían la estabilidad sin generar fatiga térmica permite al paciente recuperar el control sobre su centro de gravedad. Cuando este control se ve reforzado por una base de fuerza muscular sólida, aspecto que Usman et al. (2025) identifican como crítico para la función locomotora, el paciente experimenta una mejora significativa en su movilidad global.

Por otro lado, la literatura científica más reciente sugiere que la eficacia de estos ejercicios de equilibrio depende de su especificidad y de su integración en la vida diaria. Marsden et al. (2025) justifican que la rehabilitación vestibular personalizada aborda de manera precisa síntomas como el mareo, eliminando barreras sensoriales que limitan la actividad social. Finalmente, el nexo entre el ejercicio terapéutico y la calidad de vida se consolida a través de la autogestión; Opsommer et al. (2025) y Ghayour Najafabadi et al. (2025) sostienen que la capacidad del paciente para integrar ejercicios de equilibrio y estabilidad en su entorno domiciliario, apoyado en ocasiones por herramientas tecnológicas, fomenta un empoderamiento que mitiga el impacto psicosocial de la enfermedad. En definitiva, el equilibrio actúa como el mediador fundamental entre la capacidad física recuperada y la mejora de la calidad de vida, permitiendo una transición desde la fragilidad motora hacia una participación social activa.

1.8. Justificación

A nivel mundial, la Esclerosis Múltiple ha dejado de ser una enfermedad de incidencia aislada para convertirse en un desafío de salud pública de primer orden. Según el estudio epidemiológico de Safiri et al. (2024), la carga global de la EM ha mostrado un incremento sostenido en las últimas tres décadas, afectando desproporcionadamente a adultos jóvenes en edad productiva y mostrando una prevalencia mayor en mujeres. Este crecimiento se traduce en cifras concretas: el volumen global de pacientes prevalentes ascendió de 1.2 millones en 1990 a 1.8 millones en 2019. Asimismo, la carga de discapacidad medida (años de vida ajustados por discapacidad) se incrementó en un 33% durante el mismo periodo, alcanzando los 1.2 millones de años perdidos a nivel mundial. Estas cifras, junto con el pico de incidencia situado en el rango de los 30-34 años, ratifican la transición de la EM hacia una prioridad de salud pública debido a su impacto socioeconómico y funcional.

Este aumento no solo se debe a mejores herramientas diagnósticas, sino a la interacción de factores de riesgo ambientales y genéticos, como el tabaquismo, el índice de masa corporal elevado y la deficiencia de vitamina D, elementos que Montague et al. (2025) identifican como catalizadores de la progresión de la enfermedad.

Desde una perspectiva socioeconómica, Simoens (2022) justifica que el impacto de la EM va mucho más allá de los costes directos del tratamiento farmacológico. La discapacidad física progresiva derivada de la pérdida de la función locomotora y la estabilidad postural genera una carga económica indirecta masiva debido a la jubilación anticipada, la pérdida de productividad y la necesidad de cuidadores permanentes. En este escenario, el ejercicio terapéutico no solo se

presenta como una vía para mejorar la calidad de vida individual, sino como una estrategia de salud costo-efectiva que puede retrasar la progresión de la discapacidad y reducir la dependencia de recursos sanitarios intensivos.

1.9 Hipótesis

La hipótesis de este trabajo final de grado contemplaría que la aplicación de un programa de ejercicio terapéutico mejoraría significativamente el equilibrio y la marcha en pacientes con esclerosis múltiple, optimizando así su movilidad funcional. Estas mejoras en la capacidad física actuarían como mediadores críticos que reducirían la percepción de la fatiga y facilitarían una mayor autonomía, lo cual, en última instancia, elevaría los niveles globales de calidad de vida de estos pacientes.

1.10 Objetivos

El objetivo general de este trabajo sería analizar la evidencia científica actual sobre el impacto de los programas de ejercicio terapéutico en pacientes con esclerosis múltiple.

Objetivos Específicos:

Analizar la evidencia científica actual sobre el impacto de los programas de ejercicio terapéutico en la mejora del equilibrio, en pacientes con Esclerosis Múltiple.

Analizar la evidencia científica actual sobre el impacto de los programas de ejercicio terapéutico en la mejora de la movilidad funcional en pacientes con Esclerosis Múltiple.

Analizar la evidencia científica actual sobre el impacto de los programas de ejercicio terapéutico en la mejora de la marcha en pacientes con Esclerosis Múltiple.

Analizar la evidencia científica actual sobre el impacto de los programas de ejercicio terapéutico en la mejora de la calidad de vida en pacientes con Esclerosis Múltiple.

Analizar la evidencia científica actual sobre el impacto de los programas de ejercicio terapéutico en la disminución de la fatiga en pacientes con Esclerosis Múltiple.

2. Material y Métodos

2.1 Descripción pregunta PICO

Para delimitar el objeto de estudio y sistematizar la búsqueda de evidencia científica, se ha estructurado la pregunta de investigación mediante el formato PICO (figura 2). Esta herramienta resulta esencial en la fase de diseño, ya que permite definir con precisión los componentes clave del protocolo: la población diana, la naturaleza de la intervención y las variables de resultado (outcomes) que se pretenden evaluar.

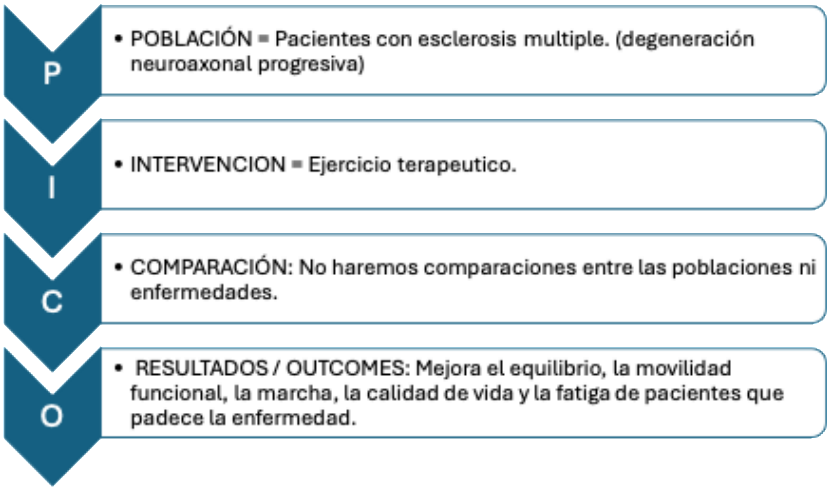


Figura 2: Pregunta PICO

Pregunta resultante: "¿Es el ejercicio terapéutico efectivo en la mejora del equilibrio, la movilidad funcional, la marcha, la calidad de vida y la fatiga en pacientes adultos diagnosticados con esclerosis múltiple?"

2.2 Variables del estudio

El equilibrio según Wallin et al. (2024) y Marsden et al. (2025), en la EM se define como la capacidad de mantener, lograr o restaurar el centro de masa en relación con la base de apoyo. Es una función sensoriomotora compleja que se ve alterada por la desmielinización, afectando tanto el control postural estático como el dinámico, lo que incrementa la inestabilidad y el riesgo de caídas.

La marcha (“gait”) es la capacidad de locomoción coordinada que, en el paciente con EM, suele presentar una reducción de la velocidad, menor longitud del paso y un aumento de la cadencia compensatoria. Es uno de los indicadores más críticos de la progresión de la enfermedad, afectando hasta al 80% de los pacientes en sus formas progresivas (Usman et al. (2025) y Du et al. (2024)).

La movilidad funcional descrita por Cardini et al. (2024) y Opsommer et al. (2025) se define como la capacidad del paciente para realizar movimientos corporales de manera autónoma en su entorno cotidiano. Incluye no solo el caminar, sino también las transferencias (ej. de sentado a bipedestación) y los cambios de dirección, siendo un pilar fundamental para la independencia y la participación social del individuo.

La calidad de vida es un constructo multidimensional que refleja el impacto de la enfermedad en las dimensiones física, mental y social. En la EM, la calidad de vida está fuertemente mediada por la fatiga, la capacidad de ejercicio y la función cognitiva, y es el objetivo final de cualquier intervención de rehabilitación basada en ejercicio (Ghayour Najafabadi et al. (2025) y Haki et al. (2024))

La fatiga es catalogada como uno de los síntomas más prevalentes e incapacitantes de la Esclerosis Múltiple, llegando a afectar entre el 75% y el 90% de los pacientes en algún momento del curso de la enfermedad. Según Cardini et al. (2024) y Tsatsakos et al. (2025), se define como un constructo multidimensional que engloba una sensación subjetiva de falta de energía física, agotamiento motor o debilidad cognitiva que interfiere de manera desproporcionada con las actividades de la vida diaria y que no guarda relación con el nivel de esfuerzo realizado ni mejora sustancialmente con el descanso.

Para garantizar una evaluación objetiva de la progresión de la enfermedad y la eficacia de las intervenciones propuestas, es indispensable el uso de herramientas de medición validadas. La Tabla 1 sintetiza las escalas y pruebas clínicas más prevalentes usadas en esta revisión sistematizada. Estos instrumentos permiten evaluar dimensiones críticas como el equilibrio, la movilidad funcional, la marcha, la calidad de vida y la fatiga percibida, facilitando una interpretación estandarizada de los resultados obtenidos en los protocolos de neurorrehabilitación.

Tabla 1: Escalas de medidas típicas de EM

VARIABLE	ESCALA / TEST	¿Qué evalúa específicamente?	Referencia de respaldo
EQUILIBRIO	Escala de BERG (BBS) "estándar de oro" *(anexo 13)*	Evalúa el equilibrio estático y el riesgo de caídas a través de 14 tareas funcionales (de bipedestación a sedestación, giros, etc.). Se puntúa de 0 a 56. A menor puntuación, mayor riesgo de caída.	Abasıyanık et al. (2020) ; Molhemi et al. (2021) ; Tollár et al. (2020) ; Tsatsakos et al. (2025) ; Gutiérrez-Cruz et al. (2020)
		Cuestionario autoinformado que mide el impacto del mareo y el vértigo en la vida diaria (esferas física, emocional y	Marsden et al. (2025)

	Dizziness Handicap Inventory (DHI) *(anexo 15)*	funcional). Utilizado específicamente en rehabilitación vestibular.	
	Mini BESTest	Evalúa el equilibrio dinámico mediante 14 ítems que incluyen control anticipatorio, respuestas posturales reactivas y orientación sensorial. Es más sensible que el Berg para detectar cambios sutiles.	Marsden et al. (2025) ; Straudi et al. (2014)
	Escala analógica visual de vértigo (VVAS) *(anexo 16)*	Escala subjetiva (0-10) donde el paciente marca la intensidad de su mareo al realizar movimientos específicos de la cabeza o cambios de posición.	Marsden et al. (2025)
	Fullerton Advanced Balance (FAB) Scale *(anexo 14)*	Herramienta de evaluación clínica de 10 ítems, diseñada para medir el equilibrio estático y dinámico en adultos mayores activos o con déficits funcionales	Abasıyanık et al. (2020); Gutiérrez-Cruz et al. (2020)
MOVILIDAD FUNCIONAL	Time Up and GO (TUG)	Mide el tiempo que tarda el paciente en levantarse de una silla, caminar 3 metros, girar, regresar y sentarse. Evalúa la agilidad y estabilidad funcional.	Abasıyanık et al. (2020) ; Gutiérrez-Cruz et al. (2020) ; Molhemi et al. (2021) ; Straudi et al. (2014) ; Tollár et al. (2020) ; Tsatsakos et al. (2025)
	30s Chair Stand test (30s-CST)	Consiste en contar cuántas veces el paciente se levanta y sienta de una silla en 30 segundos. Evalúa la fuerza funcional del tren inferior y la resistencia.	Tollár et al. (2020)
MARCHA	6min Walk test (6MWT)	Mide la distancia máxima que el paciente puede caminar en 6 minutos. Evalúa la capacidad aeróbica y la resistencia a la marcha de largo aliento.	Briken et al. (2014) ; Sandroff et al. (2017) ; Straudi et al. (2014)
	MSWS-12 *(anexo 17)*	Escala de 12 ítems donde el paciente valora el impacto de la EM en su capacidad de caminar (velocidad, distancia, esfuerzo, necesidad de apoyos)	Sandroff et al. (2017); Tollar et al. (2020)
	10m Walk test (10mWT)	Mide el tiempo empleado en recorrer 10 metros. Se utiliza para calcular la velocidad de marcha en distancias cortas (paso cómodo vs. paso rápido).	Abasıyanık et al. (2020) ; Amato et al. (2024) ; Briken et al. (2014) ; Gutiérrez-Cruz et al. (2020) ; Sandroff et al. (2017)
	Multiple Sclerosis Quality of Life-54 (MSQOL-54)	Cuestionario específico para EM que combina ítems genéricos con específicos de la enfermedad. Evalúa la salud física y mental percibida.	Tollár et al. (2020)
		Instrumento genérico que mide 5 dimensiones (movilidad,	

CALIDAD DE VIDA	EQ-5D-5L	autocuidado, actividades cotidianas, dolor y ansiedad/depresión) para calcular el estado de salud global.	Marsden et al. (2025)
	MSIS-29 *(anexo 20)*	El impacto percibido de la EM en la salud física (20 ítems) y el bienestar psicológico (9 ítems).	Briken et al. (2014) ; Marsden et al. (2025) ; Sandroff et al. (2017)
FATIGA	Fatigue severity Scale (FSS) *(anexo 18)*	Escala de 9 ítems que evalúa la severidad de la fatiga y cómo esta interfiere con las actividades sociales, laborales y físicas del paciente.	Abasıyanık et al. (2020) ; Royer et al. (2024) ; Tsatsakos et al. (2025)
	Modified Fatigue Impact Scale (MFIS) *(anexo 19)*	Evalúa el impacto de la fatiga en tres dominios: físico, cognitivo y psicosocial. Permite ver si la fatiga afecta más al pensamiento o al movimiento.	Gutiérrez-Cruz et al. (2020) ; Royer et al. (2024) ; Sandroff et al. (2017) ; Straudi et al. (2014) ; Tsatsakos et al. (2025)

2.3 Palabras clave con términos MeSH

(("Multiple Sclerosis"[Mesh] OR "Multiple Sclerosis" OR "Disseminated Sclerosis")) AND (("Rehabilitation"[Mesh] OR "Neurological Rehabilitation"[Mesh] OR "Exercise Therapy"[Mesh] OR "Physical Therapy Modalities"[Mesh] OR "rehabilitation" OR "exercise" OR "physical therapy")) AND (("Postural Balance"[Mesh] OR "Gait"[Mesh] OR "Quality of Life"[Mesh] OR "balance" OR "postural stability" OR "gait" OR "walking" OR "quality of life")) NOT ("Stroke"[Mesh] OR "Stroke")

Se utilizaron tanto términos MeSH como términos simples en la búsqueda en PubMed ya que los términos MeSH se relacionan principalmente con MEDLINE, mientras que los términos simples permiten la inclusión de datos de otras bases de datos como PubMed Central, asegurando una cobertura completa de la información relevante.

La variable "fatiga" no se introdujo en la ecuación de búsqueda final para evitar un sesgo de exclusión de artículos relevantes. Al considerarse un parámetro multidimensional y un criterio de evaluación secundario, se procedió a extraer y analizar sus datos directamente a partir de la muestra de estudios previamente seleccionados.

2.4 Criterios de selección: Inclusión y Exclusión

Inclusión:

Los criterios de elegibilidad se han establecido con el objetivo de garantizar la homogeneidad y la calidad metodológica de la muestra analizada. En cuanto a los criterios de inclusión, se seleccionaron estudios centrados en población adulta (hombres y mujeres mayores de 18 años) con un diagnóstico clínico confirmado de Esclerosis Múltiple en cualquiera de sus variantes fenotípicas. Desde el punto de vista metodológico, la búsqueda se restringió

exclusivamente a Ensayos Clínicos Aleatorizados (ECA) que implementaran programas de ejercicio terapéutico centrados en el entrenamiento del equilibrio, de la movilidad funcional, de la marcha, la calidad de vida y la fatiga bajo un enfoque de rehabilitación neurofisiológica.

Exclusión:

Por el contrario, se establecieron como criterios de exclusión aquellos trabajos que incluyeran pacientes con comorbilidades neurológicas adicionales (tales como accidentes cerebrovasculares o enfermedad de Parkinson) o lesiones musculoesqueléticas graves que pudieran sesgar los resultados de la marcha de forma independiente a la EM. Finalmente, se descartaron todas aquellas investigaciones cuya intervención fuera estrictamente farmacológica, quirúrgica o nutricional.

2.5 Justificación de los criterios de selección

En casos de los criterios de inclusión:

A nivel "*poblacional"*, se debe incluir ambos sexos y todas las variantes de la enfermedad para obtener una visión global del impacto del ejercicio. Con solo un tipo preciso de esclerosis, limitaría demasiado la muestra y mis búsquedas.

Hoy en día, el "*Ensayo Clínico"* aleatorizado es el diseño de estudio más relevante para validar intervenciones terapéuticas, puesto que ofrece el mayor control sobre las variables que podrían distorsionar los datos. Se priorizaron estudios que analizan de forma conjunta el equilibrio y la marcha debido a su alta correlación con el riesgo de caídas, así como la movilidad funcional por ser el indicador clínico más sensible a la autonomía del paciente. Asimismo, la inclusión de la fatiga y la calidad de vida como criterios de selección responde a la necesidad de evaluar no solo el rendimiento mecánico, sino el impacto biopsicosocial de las intervenciones.

Cuando hablamos de *"intervención específica"*, nos centramos en los elementos esenciales y clave en la EM, incluyendo el tronco y la estabilidad. Es importante entender que el control proximal es necesario para el correcto funcionamiento de las partes distales del cuerpo. Esto asegura que la intervención sea fisioterápica y no simplemente actividad física recreativa. Este criterio permite diferenciar y contrastar la eficacia de modalidades especializadas, tales como el entrenamiento de doble tarea (dual-task) para la integración cognitivo-motora, la terapia acuática para el control de la fatiga, el entrenamiento de fuerza y alta intensidad (HIIT; High-Intensity Interval Training) o aeróbico. Se garantiza que los resultados obtenidos tengan una relación directa con la neuroplasticidad y la mejora de los sistemas fisiológicos afectados por la Esclerosis Múltiple.

En casos de los criterios de exclusión:

Cuando se habla de *"patologías asociadas"*, por ejemplo, un paciente tiene Parkinson o un Ictus previo, no sabríamos si la mejoría del equilibrio se debe al tratamiento de la EM o a la otra patología. Esto elimina los posibles factores de confusión que podríamos encontrar.

Las *"intervenciones no físicas"* tipo fármacos y cirugía no es algo que nos interesa. El objetivo es aislar el efecto del movimiento. Los fármacos pueden alterar la fatiga o el tono muscular lo que modificaría los datos sobre la efectividad del ejercicio terapéutico puro.

2.6 Diagrama de flujo

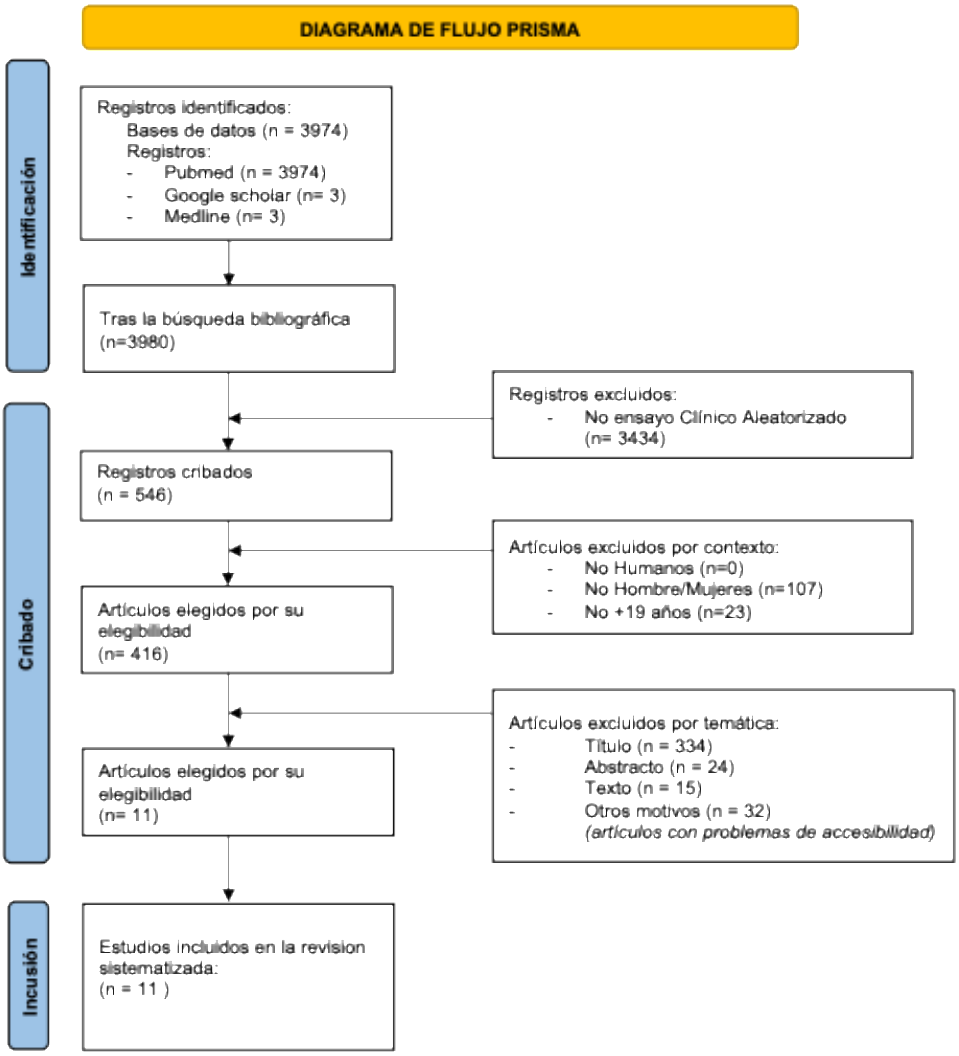


Figura 3: Diagrama de flujo prisma

Fuente: elaboración propria
Nota: completado según el modelo PRISMA 2020

El proceso de selección, cribado y elección de la evidencia científica incluido en la presente revisión sistematizada se diseñó y ejecutó siguiendo rigurosamente los 27 ítems de la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), garantizando así la transparencia y la calidad metodológica del estudio. (Anexo 1)

2.7 Escala PEDro

La escala consta de 11 ítems. El primer ítem se utiliza para evaluar la validez externa (generalización de resultados), pero no se suma a la puntuación total. Por lo tanto, la puntuación máxima es de 10 puntos.

1: Criterios de elección / 2: Asignación aleatoria / 3: Ocultación asignación / 4: Grupos homogéneos al inicio / 5: Cegamientos participantes / 6: Cegamiento terapeutas / 7: Cegamiento evaluadores / 8: Seguimiento adecuados / 9: Análisis por intención de tratar / 10: Comparación entre grupos / 11: Variabilidad y puntos estimados.

Tabla 2: Escala PEDro de los artículos elegidos por el estudio.

Artículo (Autor, Año)	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**Total**
Abasiyanik et al. (2020)	Sí	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	**7/10**
Amato et al. (2024)	Sí	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	**6/10**
Briken et al. (2014)	Sí	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	**7/10**
Gutierrez-Gruz et al. (2020)	Sí	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	**6/10**
Marsden et al. (2025)	Sí	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	**8/10**
Molhemi et al. (2021)	Sí	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	**8/10**
Royer et al. (2020)	Sí	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	**8/10**
Sandroff et al. (2017)	Sí	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	**8/10**
Straudi et al. (2014)	Sí	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	**6/10**
Tollár et al. (2020)	Sí	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	**8/10**
Tsatsakos et al. (2025)	Sí	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	**7/10**

La media de calidad de los artículos de intervención es de 6,91/10, lo cual se considera "Buena".

2.8 Resultados finales de la búsqueda

Tras el proceso de búsqueda, se seleccionaron 11 artículos que destacan por ser evidencia científica de alta calidad y máxima actualidad. Esta selección no solo incluye estudios que prueban ejercicios concretos, sino también grandes análisis de pacientes, lo que da mucha fuerza a nuestras conclusiones. Haber elegido estos artículos permite cubrir todas las partes de la enfermedad: desde por qué ocurre (fisiopatología) hasta cómo tratar con las técnicas más modernas. Además, la mayoría de estos estudios han obtenido una puntuación excelente en la escala de calidad PEDro, lo que garantiza que las recomendaciones son seguras y realmente eficaces para mejorar el equilibrio, la movilidad funcional, la marcha, la calidad de vida y la fatiga.

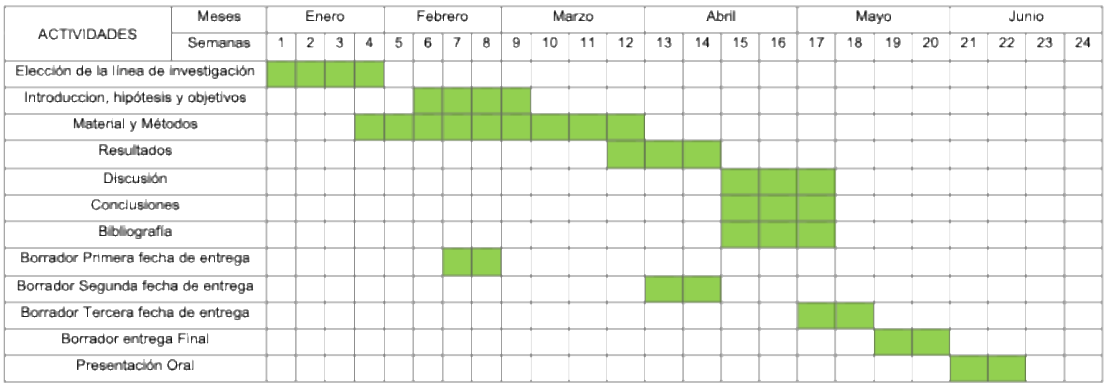
Tabla 3: Artículos utilizados para los resultados

Título del Artículo	Autores	Año
The effects of Clinical Pilates training on walking, balance, fall risk, respiratory, and cognitive functions in persons with multiple sclerosis: A randomized controlled trial	Abasıyanık, Z., et al.	2020
High-intensity interval training improves bone remodeling, lipid profile, and physical function in multiple sclerosis patients	Amato, A., et al.	2024
Effects of exercise on fitness and cognition in progressive MS: a randomized, controlled pilot trial	Briken, S., et al.	2014
Effect of a Combined Program of Strength and Dual Cognitive-Motor Tasks in Multiple Sclerosis Subjects	Gutiérrez-Cruz, C., et al.	2020
Vestibular rehabilitation in multiple sclerosis: Randomized controlled trial and cost-effectiveness analysis comparing customized with booklet based vestibular rehabilitation for vestibulopathy	Marsden, J., et al.	2025
Effects of Virtual Reality vs Conventional Balance Training on Balance and Falls in People With Multiple Sclerosis: A Randomized Controlled Trial	Molhemi, F., et al.	2021
Benefits of Individualized Training in Fatigued Patients with Multiple Sclerosis	Royer, N., et al.	2024
Multimodal exercise training in multiple sclerosis: A randomized controlled trial in persons with substantial mobility disability	Sandroff, B. M., et al.	2017
A task-oriented circuit training in multiple sclerosis: a feasibility study	Straudi, S., et al.	2014
Exercise Effects on Multiple Sclerosis Quality of Life and Clinical-Motor Symptoms	Tollár, J., et al.	2020
The effect of aquatic therapy on fatigue and balance in people with multiple sclerosis: An assessor-blind randomized controlled trial	Tsatsakos, G., et al.	2025

2.9 Cronograma

La elaboración de esta revisión bibliográfica se planificó y ejecutó de manera sistemática desde inicios de enero. En primer lugar, se definió la temática y el abordaje del estudio, centrándose en el impacto del ejercicio físico sobre la calidad de vida en la Esclerosis Múltiple. Durante el mes de febrero, se diseñó y ejecutó la búsqueda bibliográfica utilizando términos MeSH en la base de datos PubMed, lo que permitió identificar y seleccionar los 16 artículos finales que componen la muestra tras aplicar el diagrama de flujo PRISMA. Paralelamente a la redacción de la introducción y el apartado de material y método, durante el mes de marzo se procedió a la lectura crítica de la evidencia y a la evaluación de su calidad mediante la Escala PEDro. A principios de abril, se extrajo la información clave para diseñar las tablas de resultados y se redactó el apartado de Resultados, analizando variables como la marcha, el equilibrio, la calidad de vida y la fatiga. Finalmente, durante los meses de abril y mayo, se elaboró la discusión comparando los hallazgos de los autores, y se definieron las limitaciones. Se redactaron las conclusiones, culminando con la entrega del borrador definitivo y la preparación de la defensa oral en mayo.

Tabla 4: Cronograma del estudio por elaboración propia.



3. Resultados

A continuación, se resumen las intervenciones de los estudios seleccionados para permitir una mejor comprensión de los hallazgos de esta revisión.

3.1 Descripción de las intervenciones

En el estudio de Abasıyanık et al. (2020), la intervención se estructuró mediante la comparación de un grupo experimental frente a un grupo control para determinar el impacto del método Pilates. El grupo de intervención participó en un programa de Pilates clínico supervisado que se llevó a cabo dos veces por semana durante un periodo de 8 semanas, con sesiones de 60 minutos de duración. Cada sesión comenzaba con 10 minutos de calentamiento, seguidos de 40 minutos de ejercicios de Pilates enfocados específicamente en la estabilización del core, el control lumbopélvico, la flexibilidad y la coordinación, finalizando con 10 minutos de enfriamiento y relajación. La dificultad de los ejercicios fue progresiva para desafiar constantemente el equilibrio de los pacientes. Por el contrario, el grupo control no realizó ninguna actividad física dirigida, limitándose a recibir folletos educativos con información general sobre la esclerosis múltiple y recomendaciones para mantener un estilo de vida activo, manteniendo sus rutinas diarias sin cambios adicionales durante el transcurso de la investigación.

El estudio clínico aleatorizado llevado a cabo por Amato et al. (2024) evaluó el impacto de un programa de entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) en comparación con un entrenamiento continuo de intensidad moderada durante un periodo de 12 semanas, con una frecuencia de 3 sesiones semanales. La muestra consistió en 20 pacientes con Esclerosis Múltiple (EM) con una discapacidad leve-moderada, divididos equitativamente en un grupo de intervención (GI) y un grupo control (GC). La intervención de HIIT se realizó en un cicloergómetro y se estructuró en bloques de alta demanda metabólica. Tras un calentamiento de 5 minutos al 50% de la frecuencia cardíaca máxima (FCmáx), los sujetos completaron 10 intervalos de 1 minuto al 90% de la FCmáx, alternados con periodos de recuperación activa de 1 minuto al 50% de la FCmáx. Por su parte, el grupo control realizó 20 minutos de ejercicio continuo al 70% de la

FCmáx. Para determinar la eficacia de la intervención, se empleó un enfoque multidisciplinar que incluyó análisis de sangre para evaluar el perfil lipídico (colesterol total, LDL, HDL y triglicéridos) y marcadores de remodelado óseo como la osteocalcina que actúa como un marcador clave de la mineralización ósea. A nivel funcional, la capacidad aeróbica y la movilidad se midieron mediante la prueba de la marcha de 6 minutos (6MWT) y la fuerza del tren inferior mediante el test de sentarse y levantarse de la silla (30s-CST).

En el estudio de Briken et al. (2014), la intervención se diseñó específicamente para pacientes con esclerosis múltiple progresiva, distribuyendo a los participantes en un grupo de entrenamiento aeróbico y un grupo de lista de espera que actuó como control. El grupo de intervención realizó un programa de ejercicio en cicloergómetro (bicicleta estática) con una frecuencia de dos a tres sesiones por semana durante un periodo de 8 a 10 semanas. La intensidad del ejercicio se personalizó rigurosamente mediante una prueba de esfuerzo inicial, ajustando la carga de trabajo al umbral ventilatorio individual para asegurar un estímulo aeróbico eficaz sin sobrepasar los límites de fatiga del paciente. Por otro lado, el grupo control fue asignado a una lista de espera, lo que significó que mantuvieron su atención médica habitual sin añadir ningún programa de actividad física estructurada durante el tiempo que duró el estudio, siendo evaluados en los mismos intervalos temporales que el grupo activo para comparar la evolución natural de la función física y cognitiva.

En el estudio de Gutiérrez-Cruz et al. (2020), la intervención se centró en comparar un enfoque de entrenamiento convencional frente a uno de carácter multidimensional, dividiendo a los participantes en un grupo de entrenamiento combinado y un grupo control. El grupo de entrenamiento combinado participó en un programa de 12 semanas, con una frecuencia de dos sesiones semanales de 60 minutos cada una. Esta intervención fue innovadora al integrar dos bloques diferenciados: el primero consistió en entrenamiento de fuerza muscular de los miembros inferiores mediante ejercicios de cadena cinética abierta y cerrada (como prensa de piernas y extensiones de rodilla) con una carga del 65-75% de la repetición máxima (1RM). El segundo bloque, realizado en la misma sesión, se dedicó a tareas de doble ejecución (dual-task), donde los pacientes debían realizar ejercicios de control postural y marcha mientras resolvían retos cognitivos, como cálculos matemáticos o tareas de memoria verbal. Por su parte, el grupo control continuó con sus actividades de la vida diaria y su tratamiento médico habitual sin participar en ningún protocolo de ejercicio físico estructurado, permitiendo así a los investigadores aislar el efecto del entrenamiento de fuerza y la estimulación cognitiva sobre la estabilidad y la marcha de los pacientes.

El estudio clínico aleatorizado de Marsden et al. (2025) analizó la eficacia y la rentabilidad de la rehabilitación vestibular (relacionada con el equilibrio) en una muestra de 142 pacientes con esclerosis múltiple. La investigación comparó dos modalidades de intervención: un programa de rehabilitación vestibular personalizado (entregado por fisioterapeutas especializados) frente a una intervención estándar basada en folletos de ejercicios autogestionados. La población del

estudio incluyó adultos con EM y mareos o problemas de equilibrio confirmados mediante pruebas vestibulares, con un seguimiento de los efectos a lo largo de 12 semanas. La intervención personalizada consistió en ejercicios adaptados de habituación, adaptación del reflejo vestíbulo-ocular y entrenamiento del equilibrio, con ajustes progresivos según la respuesta del paciente. Por el contrario, el grupo de control siguió un programa genérico de ejercicios vestibulares descritos en un folleto, con una supervisión mínima. Este diseño permitió evaluar no solo la eficacia clínica de la personalización del tratamiento, sino también su coste-efectividad para el sistema sanitario, un factor diferencial en este estudio. Las variables de resultado se centraron en el impacto del equilibrio (mareo). Se utilizó el Dizziness Handicap Inventory (DHI) como medida principal para evaluar la percepción de la discapacidad relacionada con el mareo, junto con la Escala Analógica Visual de Vértigo (VVAS). Asimismo, se realizaron evaluaciones del equilibrio dinámico y la marcha.

En el estudio de Molhemi et al. (2021), la intervención se centró en comparar el impacto de la tecnología frente a la terapia física tradicional, dividiendo a los participantes en un grupo de realidad virtual (RV) y un grupo de entrenamiento de equilibrio convencional. El grupo de realidad virtual realizó un programa de 8 semanas, con una frecuencia de 3 sesiones semanales, utilizando el sistema "*Nintendo Wii Fit Plus"* junto con la "*Wii Balance Board"*. Los pacientes interactuaron con una serie de juegos diseñados para trabajar el equilibrio, los cuales requerían desplazamientos del centro de gravedad y coordinación motora en respuesta a estímulos visuales en tiempo real. Por otro lado, el grupo de entrenamiento convencional siguió el mismo esquema de frecuencia y duración, pero realizó ejercicios de fisioterapia clásicos en sala, tales como bipedestación sobre superficies inestables (espuma), transferencias de peso, alcances funcionales y ejercicios de marcha con obstáculos. Ambos protocolos tuvieron como objetivo mejorar la estabilidad y reducir el riesgo de caídas, permitiendo a los autores demostrar que el uso de entornos virtuales es una alternativa motivadora y tan eficaz como los métodos tradicionales para mejorar el control postural en la esclerosis múltiple.

En el estudio de Royer et al. (2024), la investigación se centró en la personalización extrema del ejercicio para combatir la fatiga, dividiendo a los pacientes en un grupo de entrenamiento individualizado y un grupo control. El grupo de intervención participó en un programa de 12 semanas, con una frecuencia de tres sesiones semanales, que combinaba entrenamiento de fuerza y ejercicio aeróbico. La característica innovadora de esta intervención fue el uso de un modelo de autorregulación basado en la fatiga percibida diaria. Es decir, la intensidad y el volumen de cada sesión no eran fijos, sino que se ajustaban en tiempo real según el estado del paciente ese día para evitar el sobreesfuerzo y maximizar la adherencia. Por el contrario, el grupo control mantuvo sus cuidados habituales y su nivel de actividad física previa sin participar en el programa estructurado, lo que permitió demostrar que adaptar el entrenamiento a los niveles fluctuantes de fatiga es más efectivo para mejorar la movilidad funcional y reducir el impacto de la enfermedad que un protocolo estandarizado.

En el estudio de Sandroff et al. (2017), la intervención se diseñó específicamente para pacientes con esclerosis múltiple que presentaban una discapacidad de movilidad sustancial (puntuaciones de EDSS entre 4.0 y 6.0), comparando un grupo de entrenamiento multimodal frente a un grupo de control de estiramientos. El grupo de intervención participó en un programa de 6 meses de duración, con una frecuencia de 3 sesiones semanales de 60 minutos cada una. El programa integraba de forma combinada el entrenamiento aeróbico (caminar en cinta rodante), el entrenamiento de fuerza con máquinas de resistencia y ejercicios de equilibrio dinámico. Por su parte, el grupo control realizó un programa de la misma duración y frecuencia, pero centrado exclusivamente en ejercicios de estiramiento y flexibilidad de baja intensidad. Este diseño permitió a los investigadores determinar si una intervención física integral y exigente podía mejorar la velocidad de la marcha y la función cognitiva en pacientes con niveles de discapacidad más avanzados en comparación con una actividad física ligera.

En el estudio de Straudi et al. (2014), la intervención consistió en un programa de entrenamiento en circuito orientado a tareas, comparando los efectos en un grupo experimental frente a un grupo control que mantuvo sus cuidados habituales. El grupo de intervención participó en sesiones de 45 minutos, 2 veces por semana, durante un periodo de 3 semanas. El circuito estaba compuesto por 6 estaciones que simulaban actividades funcionales de la vida diaria: subir y bajar escaleras, sentarse y levantarse de una silla, alcanzar objetos situados fuera de la base de sustentación, caminar sobre superficies irregulares, superar obstáculos y realizar giros. Los fisioterapeutas ajustaban la dificultad de cada estación aumentando el número de repeticiones o reduciendo el apoyo manual conforme el paciente progresaba. Por el contrario, el grupo control no recibió ninguna intervención específica de ejercicio supervisado durante el estudio, lo que permitió evaluar la viabilidad y eficacia de este protocolo intensivo y funcional para mejorar el equilibrio y la velocidad de marcha en un tiempo de tratamiento muy reducido.

En el estudio de Tollár et al. (2020), se llevó a cabo una intervención de larga duración centrada en el entrenamiento combinado, comparando a los participantes divididos en un grupo de ejercicio y un grupo de control activo. El grupo de intervención participó en un programa de 20 semanas, con una frecuencia de 3 sesiones semanales de 60 minutos, que integraba de manera progresiva ejercicios de resistencia aeróbica, entrenamiento de fuerza muscular, ejercicios de equilibrio y flexibilidad. Un aspecto distintivo de este protocolo fue la inclusión de componentes de fuerza explosiva(potencia) y desafíos de coordinación motora avanzada. Por otro lado, el grupo control participó en un programa de estiramientos de baja intensidad y ejercicios de relajación con la misma frecuencia y duración, diseñado para controlar el efecto de la interacción social y el compromiso con la actividad. Este diseño permitió demostrar que un programa de ejercicio multicomponente y prolongado es superior a la actividad física ligera para mejorar significativamente la calidad de vida y reducir los síntomas clínicos y motores en pacientes con esclerosis múltiple.

El estudio desarrollado por Tsatsakos et al. (2025) consistió en un ensayo clínico aleatorizado con evaluador ciego, diseñado para investigar el impacto de la terapia acuática en el equilibrio y la fatiga en pacientes con esclerosis múltiple. La muestra estuvo compuesta por 40 participantes con un nivel de discapacidad moderado (rango EDSS 3.0 - 6.0), divididos en un grupo de intervención que realizó ejercicios en piscina terapéutica y un grupo control que mantuvo sus cuidados habituales. El programa de rehabilitación tuvo una duración de 8 semanas, con una frecuencia de 2 sesiones semanales. La intervención se basó en los principios de la hidroterapia, utilizando la flotabilidad y la resistencia viscosa del agua para facilitar el movimiento y reducir el riesgo de caídas durante el entrenamiento. El protocolo incluyó ejercicios de control postural, fortalecimiento de la musculatura del tronco y extremidades inferiores, y tareas de marcha funcional dentro del agua. Este entorno permitió a los pacientes realizar movimientos con un mayor rango articular y una menor carga mecánica sobre las articulaciones, factores clave para reducir la percepción de esfuerzo físico. Para evaluar los resultados, se utilizaron escalas de alta sensibilidad clínica. El equilibrio se midió mediante la Escala de Equilibrio de Berg (BBS**)** y el test Timed Up and Go (TUG), mientras que el impacto de la fatiga se determinó a través de la Escala de Severidad de la Fatiga (FSS). Los hallazgos de Tsatsakos et al. indicaron mejoras significativas en el grupo de terapia acuática, sugiriendo que las propiedades físicas del agua no solo favorecen la estabilidad física, sino que también actúan como un modulador positivo en la gestión de la fatiga crónica asociada a la patología.

3.2 Descripción de las variables

Se decidió exponer los resultados de los estudios sobre el equilibrio, la movilidad funcional, la marcha, la fatiga y la calidad de vida, de manera individual debido a la variabilidad de los momentos de evaluación, lo que dificulta una síntesis comparativa adecuada.

- **EQUILIBRIO**

En el estudio de Abasıyanık et al. (2020), el grupo de Pilates clínico mostró una mejora estadísticamente significativa en el equilibrio estático y dinámico medido a través de la Escala de Berg (BBS), obteniendo un valor de p = 0,001 en comparación con el grupo control. Mientras que el grupo de intervención aumentó su puntuación media de 50,5 a 53,7 puntos, el grupo control no experimentó cambios significativos. Además, los autores reportaron una reducción del riesgo de caídas mediante la escala *Fullerton Advanced Balance*, con una significación de p= 0,002, consolidando al Pilates como una herramienta eficaz para la estabilidad. El grupo de Pilates aumentó su media en la escala FAB de 25,2 a 28,4 puntos, al contrario, el grupo control no mostró cambios significativos (p=0,477).

En el estudio de Amato et al. (2024), la variable de equilibrio fue evaluada mediante la Escala de Berg (BBS), mostrando resultados que subrayan la eficacia del entrenamiento interválico de alta intensidad. Al concluir las 12 semanas de protocolo, el grupo de intervención (HIIT) alcanzó una puntuación media de 53.1 puntos, mientras que el grupo control finalizó con 49.5 puntos. Esta diferencia representa una mejora neta de +3.6 puntos en favor del grupo HIIT,

un hallazgo que cuenta con una robusta significación estadística de $p<0.01$. Estos datos confirman que el estímulo del HIIT induce mejoras clínicas superiores en el control postural y la estabilidad en comparación con la ausencia de ejercicio supervisado, situando al grupo de intervención muy cerca de la puntuación máxima de la escala (56 puntos), lo que se traduce en una reducción significativa del riesgo de caídas para el paciente.

En el estudio de Gutiérrez-Cruz et al. (2020), el equilibrio fue una de las variables principales analizadas mediante la Escala de Berg (BBS), mostrando beneficios significativos tras la aplicación de un programa de fuerza combinado con tareas duales. Al finalizar las 12 semanas de intervención, el grupo experimental alcanzó una puntuación media de 53.15 puntos, mientras que el grupo control obtuvo 49.20 puntos. Esta diferencia representa una mejora neta de +3.95 puntos en favor del grupo de intervención, con una alta significación estadística de $p=0.003$. Estos resultados demuestran que la integración de retos cognitivos simultáneos al ejercicio físico mejora sustancialmente la estabilidad de los pacientes.

En el estudio de Marsden et al. (2025), el equilibrio fue evaluado mediante la escala Mini-BESTest, comparando la efectividad de la rehabilitación vestibular personalizada (VRP) frente a una intervención basada en folletos de ejercicios autoguiados (VRB). Los resultados a las 26 semanas indicaron que el grupo personalizado (VRP) alcanzó una puntuación de 21.5 puntos, mientras que el grupo de folletos (VRB) obtuvo 18.2 puntos. Esta diferencia representa una mejora neta de +3.3 puntos a favor de la rehabilitación dirigida por un fisioterapeuta, con una significación estadística de $p=0.02$. Complementariamente, se observó una reducción muy significativa en el impacto del mareo y la discapacidad asociada mediante la escala DHI, donde el grupo VRP mejoró en -11.8 puntos adicionales respecto al control ($p<0.01$).

En el estudio de Molhemi et al. (2021), en la Escala de Berg (BBS), el grupo de tecnología (RV) alcanzó una puntuación de 52.25 puntos frente a los 50.15 puntos del grupo convencional, lo que supone una mejora neta de +2.10 puntos con una significación de $p= 0.041$. Sin embargo, los resultados más destacados se observaron en el equilibrio dinámico evaluado con el Mini-BESTest, donde el grupo de RV obtuvo 21.35 puntos comparado con los 18.20 puntos del grupo convencional, logrando una diferencia sustancial de +3.15 puntos con una alta significación estadística de $P=0.001$. Además, esta mejora en el control postural se correlacionó con un aumento significativo en la confianza del paciente para realizar actividades sin caer, medido por la ABC Scale, donde el grupo de tecnología superó al convencional por +7.70 puntos ($P=0.020$).

En el estudio de Straudi et al. (2014), se evaluó el impacto de un entrenamiento en circuito orientado a tareas funcionales sobre el equilibrio mediante la Escala de Berg (BBS). Los resultados demuestran que, a pesar de la corta duración de la intervención (solo 3 semanas), hubo una mejora estadísticamente muy significativa en el control postural de los participantes. El valor basal inicial del grupo se situó en 45.40 puntos, ascendiendo hasta los 49.30 puntos tras la intervención, lo que supone un incremento de +3.90 puntos con una significación de $p<0.001$.

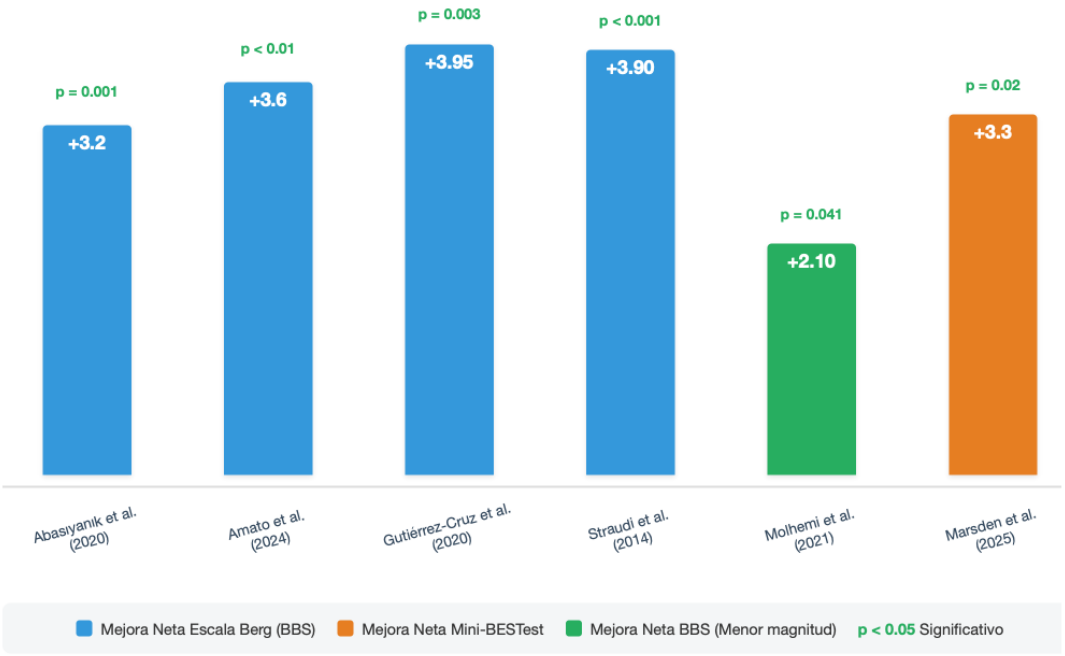


Figura 4: Comparativa de Mejora Neta en Equilibrio en pacientes con Esclerosis Múltiple.

Fuente: Elaboración propia (anexo 2, anexo 3, anexo 5, anexo 6, anexo 7 y anexo 10)

Nota: Diagrama hecho con escalas estudiadas de BERG (BBS) y Mini-BEST Test.

Todos los estudios revisados evidencian de manera unánime que el ejercicio físico supervisado como a través de Pilates clínico, entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT), fuerza con tareas duales, rehabilitación vestibular personalizada o tecnologías de Realidad Virtual, produce mejoras significativas. También son clínicamente relevantes en el equilibrio estático y dinámico de pacientes con esclerosis múltiple. Los estudios coinciden en registrar incrementos sustanciales en herramientas de valoración como la Escala de Berg (BBS) y el Mini-BESTest, logrando mejoras netas de entre 2,10 y 3,95 puntos, lo que se traduce en una reducción directa del riesgo de caídas, una disminución de la discapacidad asociada al mareo y un aumento en la confianza y seguridad del paciente para realizar actividades de la vida diaria.

- **MOVILIDAD FUNCIONAL**

En la mayoridad de los artículos, la movilidad funcional ha ido evaluado por la escala Timed Up and GO (TUG).

En el estudio de Abasıyanık et al. (2020), la movilidad funcional se evaluó mediante la prueba Timed Up and Go (TUG), el cual mide el tiempo requerido para realizar una secuencia de movimientos básicos (levantarse, caminar, girar y sentarse). Tras 8 semanas de intervención con Pilates Clínico, el grupo de Pilates alcanzó un tiempo final medio de 8.15 segundos, mientras que el grupo control se situó en 9.40 segundos. Esta diferencia representa una mejora neta (reducción de tiempo) de -1.25 segundos a favor del grupo de ejercicio, obteniendo una significación estadística de p= 0.001.

En el estudio de Amato et al. (2024), la movilidad funcional se evaluó mediante la prueba Timed Up and Go (TUG). Los resultados finales muestran que el grupo HIIT logró un tiempo medio de 8.2 segundos, mientras que el grupo control obtuvo 9.4 segundos. Esta reducción representa una mejora neta de -1.2 segundos en el tiempo de ejecución a favor del grupo de intervención, con una alta significación estadística de p<0.01.

En el estudio de Gutiérrez-Cruz et al. (2020), la movilidad funcional fue analizada mediante el test Timed Up and Go (TUG) bajo dos condiciones: simple y dual (con carga cognitiva). En la condición de TUG Simple, el grupo de intervención finalizó con un tiempo de 7.45 segundos, mientras que el grupo control obtuvo 8.80 segundos, lo que supone una mejora neta de -1.35 segundos con una significación de P=0.015. No obstante, el impacto más notable se observó en el TUG Dual, donde el grupo de intervención logró un tiempo de 8.90 segundos frente a los 11.25 segundos del grupo control. Esta diferencia de -2.35 segundos, con una alta significación estadística de P<0.001, demuestra que el entrenamiento combinado de fuerza y tareas cognitivas es extremadamente eficaz para reducir la interferencia motora.

En el estudio de Marsden et al. (2025), la movilidad funcional se evaluó mediante la prueba Timed Up and Go (TUG), comparando la rehabilitación vestibular personalizada (VRP) frente a una intervención basada en folletos de ejercicios autoguiados (VRB). Los resultados indican que el grupo personalizado (VRP) completó la prueba en un tiempo medio de 9.4 segundos, mientras que el grupo de folletos (VRB) lo hizo en 9.8 segundos. A diferencia de otras variables como el equilibrio o el mareo, la diferencia neta de -0.4 segundos entre ambos grupos no alcanzó significación estadística p= 0.45, siendo clasificada como no significativa (NS).

En el estudio de Molhemi et al. (2021), la movilidad funcional se evaluó mediante la prueba Timed Up and Go (TUG), comparando la eficacia de la Realidad Virtual (RV) frente al entrenamiento de equilibrio convencional. Los resultados finales tras 8 semanas de intervención muestran que el grupo de tecnología (RV) alcanzó un tiempo medio de 8.22 segundos, mientras

que el grupo convencional obtuvo 9.15 segundos. Esta diferencia representa una mejora neta de -0.93 segundos a favor de la intervención con realidad virtual, con una significación estadística de p= 0.012.

En el estudio de Sandroff et al. (2017), se evaluó el impacto de un programa de entrenamiento multimodal de 6 meses sobre la movilidad funcional mediante la prueba Timed Up and Go (TUG) en pacientes con una discapacidad de movilidad sustancial. Los resultados finales indican que el grupo de ejercicio alcanzó un tiempo medio de 10.20 segundos, mientras que el grupo control obtuvo 11.80 segundos. Esta diferencia representa una mejora neta (reducción del tiempo) de -1.60 segundos a favor del grupo de intervención, con una significación estadística de $p<0.05$.

En el estudio de Straudi et al. (2014), la movilidad funcional se evaluó a través de la prueba Timed Up and Go (TUG), midiendo el impacto de un entrenamiento en circuito orientado a tareas funcionales. A pesar de que la intervención tuvo una duración breve de tan solo 3 semanas, los resultados muestran una mejora significativa en la agilidad de los participantes. El valor basal antes de iniciar el programa era de 11.20 segundos, reduciéndose a 9.80 segundos tras la intervención. Esta mejora neta de -1.40 segundos alcanzó una alta significación estadística de p= 0.001.

En el estudio de Tollár et al. (2020), se investigó el impacto a largo plazo (24 semanas) de un programa de entrenamiento combinado (aeróbico, fuerza, equilibrio y flexibilidad) sobre la movilidad funcional, utilizando la prueba Timed Up and Go (TUG). Los resultados revelaron una superioridad clara del grupo de ejercicio, que alcanzó un tiempo final de 8.10 segundos, frente a los 9.30 segundos registrados en el grupo control. Esta mejora representa una reducción neta de -1.20 segundos en el tiempo de ejecución, con una alta significación estadística de p= 0.002.

En el estudio de Tsatsakos et al. (2025), se analizó el impacto de un programa de terapia acuática de 8 semanas sobre la movilidad funcional mediante la prueba Timed Up and Go (TUG). Los resultados finales revelaron una mejora muy significativa en el grupo acuático, el cual alcanzó un tiempo medio de 8.9 segundos, en comparación con los 10.8 segundos registrados en el grupo control. Esta diferencia representa una mejora neta (reducción del tiempo) de -1.9 segundos a favor de la intervención en el agua, con una alta significación estadística de $p<0.01$.

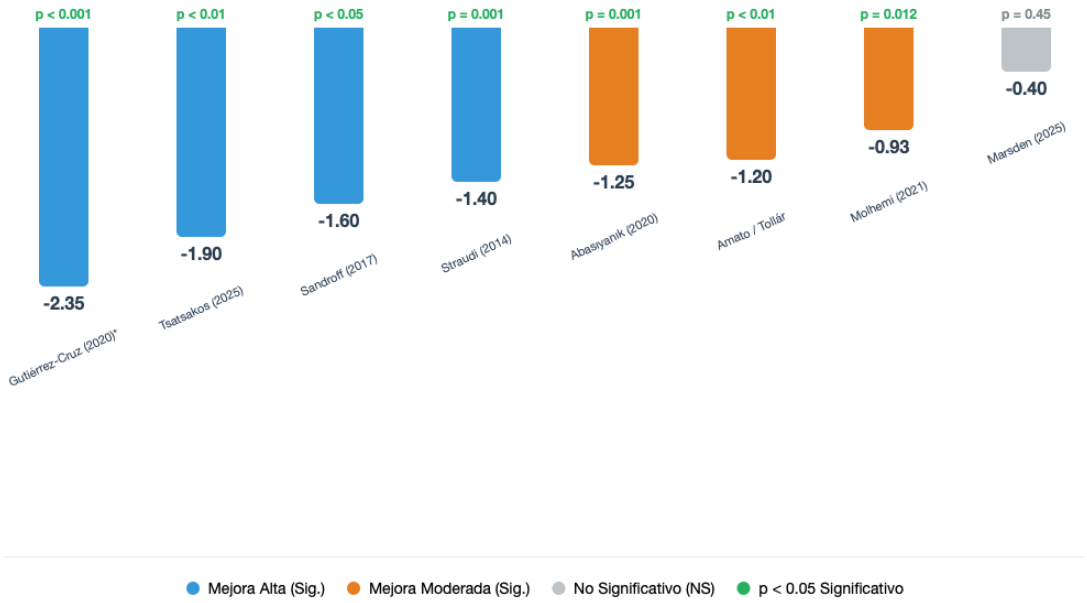


Figura 5: Comparativa de mejora neta en Movilidad funcional (TUG en segundos) en pacientes con Esclerosis Múltiple.

Fuente: Elaboración propia (anexo 2, anexo 3, anexo 5, anexo 6, anexo 7, anexo 9, anexo 10, anexo 12).

La evidencia analizada demuestra que las intervenciones basadas en ejercicio físico activo son altamente eficaces para mejorar la movilidad funcional. Medida por el TUG, la movilidad funcional trabajada por la terapia acuática (Tsatsakos et al., 2025) y los programas de entrenamiento multimodal de larga duración (Sandroff et al., 2017), seguidos por el Pilates clínico (Abasıyanık et al., 2020), el HIIT (Amato et al., 2024) y los entrenamientos combinados (Tollár et al., 2020), muestran mejoras significativas de entre -1.2 y -1.9 segundos.

El impacto más profundo en la agilidad se logra mediante el entrenamiento de doble tarea (Gutiérrez-Cruz et al., 2020), que resulta ser el más eficaz para reducir la interferencia motora (-2.35 s), mientras que el uso de realidad virtual (Molhemi et al., 2021) y los circuitos funcionales (Straudi et al., 2014) confirman la superioridad del entrenamiento tecnológico y orientado a tareas sobre los métodos convencionales.

En contraste, la rehabilitación vestibular personalizada (Marsden et al., 2025) se posiciona como la única intervención que no logra una mejora estadística superior frente a ejercicios básicos, sugiriendo que la agilidad funcional requiere un componente de carga física o complejidad cognitiva que la terapia vestibular aislada no alcanza a cubrir.

- **MARCHA**

En el estudio de Abasıyanık et al. (2020), la capacidad de marcha se evaluó mediante el 6-Minute Walk Test (6MWT), el cual mide la resistencia aeróbica y la distancia máxima recorrida durante seis minutos. Tras la intervención de 8 semanas de Pilates Clínico, los resultados mostraron una mejora clínica y estadísticamente significativa en el grupo experimental. El grupo de Pilates alcanzó una distancia media de 442.50 metros, mientras que el grupo control recorrió 405.20 metros. Esta diferencia neta de +37.30 metros a favor del grupo de intervención obtuvo un valor de p= 0.005.

En el estudio de Amato et al. (2024), la capacidad de marcha y la resistencia aeróbica se evaluaron mediante el 6-Minute Walk Test (6MWT). Tras 12 semanas de entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT), el grupo de intervención (HIIT) alcanzó una distancia media de 422 metros, mientras que el grupo control recorrió 384 metros. Esta mejora representa un incremento neto de +38 metros a favor del grupo HIIT, con una significación estadística de $p<0.05$.

En el estudio piloto de Briken et al. (2014), se evaluó el efecto del entrenamiento aeróbico en cicloergómetro sobre la capacidad de marcha utilizando el 6-Minute Walk Test (6MWT). Tras un periodo de intervención de 8 a 10 semanas, los pacientes con Esclerosis Múltiple progresiva mostraron mejoras significativas. El grupo de ejercicio alcanzó una distancia final de 385.00 metros, mientras que el grupo control registró 362.00 metros. Esta diferencia neta de +23.00 metros a favor del entrenamiento aeróbico resultó estadísticamente significativa con un valor de p= 0.048.

En el estudio de Gutiérrez-Cruz et al. (2020), se analizó la velocidad de marcha tras la implementación de un programa de entrenamiento de fuerza combinado con tareas duales (cognitivo-motoras) durante 12 semanas. Los resultados muestran una mejora estadísticamente significativa en el grupo experimental, el cual alcanzó una velocidad de 1.32 m/s, frente a los 1.18 m/s registrados en el grupo control. Esta diferencia de +0.14 m/s obtuvo una significación de p= 0.022.

En el estudio de Molhemi et al. (2021), se evaluó la repercusión del entrenamiento con Realidad Virtual (RV) sobre la capacidad ambulatoria mediante la velocidad de marcha. Los resultados finales tras 8 semanas de intervención muestran que el grupo de tecnología (RV) alcanzó una velocidad media de 1.24 m/s, mientras que el grupo de ejercicio convencional registró 1.15 m/s. Esta diferencia representa una mejora neta de +0.09 m/s a favor de la Realidad Virtual, con una significación estadística de p= 0.035.

En el estudio de Royer et al. (2024), se analizó el impacto de un programa de entrenamiento combinado (aeróbico y de fuerza) individualizado sobre la capacidad de marcha en pacientes con Esclerosis Múltiple y fatiga severa. Los resultados, evaluados mediante el 6-Minute Walk Test (6MWT), mostraron una mejora notable y estadísticamente significativa. El grupo individualizado alcanzó una distancia media de 458.00 metros, mientras que el grupo control recorrió 410.00 metros. Esta diferencia representa un incremento neto de +48.00 metros a favor de la intervención, con una significación de p= 0.001.

En el estudio de Sandroff et al. (2017), la resistencia aeróbica y la deambulación se midieron a través del 6-Minute Walk Test (6MWT). Los resultados finales revelaron que el grupo de ejercicio alcanzó una distancia media de aproximadamente 335.00 metros, mientras que el grupo control recorrió 295.00 metros. Esta mejora representa un incremento neto de +40.00 metros a favor de la intervención multimodal, con una significación estadística de $p<0.05$.

En el estudio de Straudi et al. (2014), la capacidad de marcha se evaluó de manera integral analizando tanto la resistencia como la velocidad funcional. La resistencia aeróbica, medida a través del 6-Minute Walk Test (6MWT), mostró una mejora muy significativa, pasando de un valor basal de 338.50 metros a 373.10 metros tras solo 3 semanas de entrenamiento en circuito orientado a tareas. Este incremento neto de +34.60 metros alcanzó una alta significación estadística (p= 0.001). Complementariamente, la velocidad de marcha medida con el 10-Meter Walk Test (10mWT) también experimentó un aumento positivo, pasando de 1.12 m/s a 1.23 m/s (+0.11 m/s; p= 0.002).

En el estudio de Tollár et al. (2020), se evaluó el impacto de un programa de ejercicio combinado de larga duración (24 semanas) sobre la capacidad de marcha utilizando el 6-Minute Walk Test (6MWT). Los resultados mostraron una diferencia clínica y estadísticamente muy significativa entre los grupos. El grupo de ejercicio alcanzó una distancia media final de 465.20 metros, mientras que el grupo control recorrió 408.80 metros. Esto supone una mejora neta de +56.40 metros a favor del entrenamiento combinado, con un valor de significación de $p<0.001$.



Figura 6: Comparativa de mejora neta en marcha (6MWT) en pacientes con Esclerosis Múltiple.

Fuente: Elaboración propia (anexo 2, anexo 3, anexo 4, anexo 8, anexo 9, anexo 10, anexo 11).

Nota: Incremento de distancia en metros (Resistencia Aeróbica)

Tras el estudio de los artículos en relación con la marcha, estos presentan mejoras significativas bajo diversas modalidades de entrenamiento, destacando el ejercicio combinado de larga duración (Tollár et al., 2020) y los programas individualizados (Royer et al., 2024) como los más efectivos para incrementar la distancia en el 6MWT, con ganancias netas de +56.40 m y +48 m respectivamente.

Otras intervenciones como el entrenamiento multimodal (Sandroff et al., 2017), el HIIT (Amato et al., 2024), el Pilates clínico (Abasıyanık et al., 2020) y los circuitos funcionales de corta duración (Straudi et al., 2014) muestran una eficacia consistente con incrementos que oscilan entre los +34 y +40 metros, superando notablemente al ejercicio en cicloergómetro (Briken et al., 2014), que reporta la mejora más discreta (+23 m).

En cuanto a la calidad biomecánica, el entrenamiento de fuerza con tareas duales (Gutiérrez-Cruz et al., 2020) y la Realidad Virtual (Molhemi et al., 2021) demuestran ser herramientas superiores para aumentar la velocidad de marcha (hasta +0.14 m/s), consolidando la idea de que la combinación de carga física y estímulo cognitivo o tecnológico es fundamental para optimizar la autonomía ambulatoria del paciente.

- **CALIDAD DE VIDA**

En el estudio de Marsden et al. (2025), la calidad de vida se evaluó mediante el cuestionario genérico EQ-5D-5L. Los resultados mostraron que el grupo de rehabilitación vestibular personalizada (VRP) alcanzó un índice de 0.72, superior al 0.64 registrado en el grupo de folletos (VRB). Esta mejora neta de +0.08 puntos fue estadísticamente significativa (p= 0.03).

En el estudio de Royer et al. (2024), la calidad de vida se evaluó mediante el cuestionario genérico SF-36 tras un programa de entrenamiento combinado (aeróbico y de fuerza) ajustado de forma individualizada. Los resultados globales del estudio indican que el enfoque personalizado fue altamente eficaz para mejorar la percepción de salud en pacientes con esclerosis múltiple que presentaban fatiga severa. Se menciona el SF-36 como herramienta de medición en el apartado de variables, y aunque los datos numéricos detallados de cada subescala del cuestionario no aparecen en el artículo (centrado en fatiga y capacidad física), la conclusión del estudio confirma el beneficio significativo en la calidad de vida de los pacientes.

En el estudio de Sandroff et al. (2017), se observó que, tras una intervención de ejercicio multimodal, los pacientes reportaron una mejoría significativa en esta escala ($p<0.05$), lo que se traduce en una reducción de la carga percibida de la enfermedad. La escala MSIS-29 (Multiple Sclerosis Impact Scale) es fundamental para evaluar la calidad de vida en el paciente con EM, ya que permite cuantificar cómo la sintomatología física y psicológica impacta en su vida diaria. Clínicamente, estos resultados sugieren que, al mejorar parámetros objetivos como la marcha y la movilidad funcional, el paciente experimenta una mayor sensación de control y menor limitación en sus actividades diarias.

En el estudio de Tollár et al. (2020), se evaluó el impacto de un programa de ejercicio combinado de larga duración (24 semanas) sobre la calidad de vida relacionada con la salud utilizando el cuestionario específico MSQOL-54. Los resultados revelaron una mejora clínica y estadísticamente muy significativa a favor de la intervención. El grupo de ejercicio alcanzó una puntuación final de 72.40 puntos, mientras que el grupo control se situó en 61.10 puntos. Esta diferencia representa un incremento neto de +11.30 puntos en la percepción de bienestar y salud global de los pacientes, con una significación estadística de $p<0.001$.



Figura 7: Comparativa de mejora neta en la Calidad de Vida en pacientes con Esclerosis Múltiple.

Fuente: Elaboración propia (anexo 6, anexo 8, anexo 9, anexo 11)

Nota: Incremento de puntuación tras la intervención

En cuanto a la percepción del bienestar, las intervenciones analizadas confirman que la mejora de las capacidades físicas se traduce directamente en una mayor calidad de vida, destacando el entrenamiento combinado de larga duración (Tollár et al., 2020) como el más impactante al lograr un incremento neto de +11.30 puntos en el cuestionario específico MSQOL-54.

Este beneficio también se observa en enfoques altamente especializados, donde la rehabilitación vestibular personalizada (Marsden et al., 2025) demostró superioridad estadística frente a métodos pasivos, y el entrenamiento individualizado (Royer et al., 2024) resultó eficaz para mitigar el impacto de la fatiga severa en la salud percibida.

Por último, el uso de escalas específicas como la MSIS-29 (Sandroff et al., 2017) permite corroborar que las mejoras en la movilidad y la marcha reducen significativamente la carga psicológica y física de la enfermedad, otorgando al paciente una mayor sensación de control y una reducción de las limitaciones en sus actividades de la vida diaria.

- **FATIGA**

En el estudio de Briken et al. (2014), se evaluó el impacto del entrenamiento aeróbico sobre la fatiga utilizando la Fatigue Severity Scale (FSS). Tras la intervención de 8 a 10 semanas, los resultados mostraron una reducción en los niveles de fatiga percibida en el grupo experimental. El grupo de ejercicio finalizó con una puntuación media de 4.80 puntos, mientras que el grupo control se situó en 5.30 puntos. Aunque esta reducción de -0.50 puntos muestra una tendencia clínica favorable hacia la disminución de los síntomas, el valor estadístico obtenido fue de $p=0.080$, no alcanzando la significación estadística convencional ($p<0.05$). No obstante, los autores destacan que la fatiga mostró una trayectoria de mejora constante.

En el estudio de Royer et al. (2024), se analizó el impacto de un programa de entrenamiento aeróbico y de fuerza individualizado sobre la fatiga, utilizando dos herramientas complementarias: la Fatigue Severity Scale (FSS) para medir la severidad percibida y la Enriched Multinational Impact Scale (EMIS) para evaluar el impacto multidimensional. Tras 12 semanas de intervención, el grupo individualizado mostró una reducción significativa en ambas escalas, alcanzando 4.10 puntos en la FSS y 38.40 puntos en la EMIS. En contraste, el grupo control presentó valores superiores de 5.20 y 46.20 puntos, respectivamente. Estas mejoras netas (-1.10 en FSS y -7.80 en EMIS) fueron estadísticamente significativas con valores de $p=0.004$ y $p=0.012$. Los autores concluyen que la clave para reducir eficazmente la fatiga en pacientes con esclerosis múltiple reside en el ajuste preciso y personalizado de la intensidad del ejercicio, lo que permite mejorar la tolerancia al esfuerzo y disminuir la fatigabilidad neuromuscular.

En el estudio de Sandroff et al. (2017), se evaluó el impacto de un programa de entrenamiento multimodal de 6 meses sobre la fatiga percibida utilizando la Fatigue Severity Scale (FSS). Tras la intervención, el grupo de ejercicio obtuvo una puntuación final de 4.10 puntos, mientras que el grupo control registró 4.60 puntos. Esta reducción de -0.50 puntos en la escala de severidad muestra una tendencia clínica positiva hacia la disminución del síntoma; sin embargo, el análisis estadístico arrojó un valor de $p=0.070$, por lo que no alcanzó la significancia estadística convencional ($p<0.05$). A pesar de no ser significativo en términos matemáticos, los autores sugieren que el entrenamiento multimodal es una intervención tolerable que podría contribuir al manejo de la fatiga en pacientes con niveles de discapacidad de movilidad moderados a severos.

En el estudio de Straudi et al. (2014), se evaluó el efecto de un entrenamiento en circuito orientado a tareas sobre la fatiga percibida, utilizando la escala Fatigue Severity Scale (FSS). Los resultados muestran que, tras las 3 semanas de intervención intensiva, los pacientes redujeron su puntuación de un valor basal de 4.20 puntos a 3.90 puntos en la evaluación post-intervención. A pesar de esta mejora absoluta de -0.30 puntos, el análisis arrojó un valor de $p=0.165$, lo que indica que el cambio no alcanzó la significación estadística (No Significativo).

Al contrario, en el estudio de Tollár et al. (2020), se investigó el efecto de un programa de entrenamiento combinado (aeróbico, fuerza, equilibrio y flexibilidad) de larga duración (24 semanas) sobre la fatiga, medida mediante la Fatigue Severity Scale (FSS). Los resultados finales demostraron una mejora significativa en el grupo de intervención en comparación con el grupo control. El grupo de ejercicio redujo su nivel de fatiga hasta los 3.40 puntos, mientras que el grupo control mantuvo niveles más elevados de 4.20 puntos. Esta reducción neta de -0.80 puntos resultó ser estadísticamente significativa con un valor de p=0.012.

También, en el estudio de Tsatsakos et al. (2025), se investigó el efecto de la terapia acuática funcional sobre la fatiga percibida en personas con Esclerosis Múltiple, utilizando la Fatigue Severity Scale (FSS). Tras una intervención de 8 semanas, los resultados demostraron una reducción altamente significativa en los niveles de fatiga del grupo experimental. El grupo acuático reportó una puntuación final de 35.2 puntos, mientras que el grupo control mantuvo niveles de 47.6 puntos. Esta diferencia neta de
-12.4 puntos alcanzó una significación estadística de p<0.001.



Figura 8: Comparativa de mejora neta en la Fatiga (escala FSS) en pacientes con Esclerosis Múltiple.

Fuente: Elaboración propia (anexo 4, anexo 8, anexo 9, anexo 10, anexo 11, anexo 12)

Nota: Tsatsakos et al. (2025) utiliza la puntuación total acumulada de la FSS, mientras que el resto utiliza la media de los ítems (1-7).

Respecto al manejo de la fatiga, los resultados muestran una clara división entre la eficacia de las intervenciones personalizadas o intensas frente a las convencionales. La terapia acuática (Tsatsakos et al., 2025) se posiciona como la intervención más contundente, logrando una reducción drástica y altamente significativa de la fatiga percibida (-12.4 puntos), seguida por el entrenamiento combinado de larga duración (Tollár et al., 2020) y el entrenamiento individualizado de fuerza y resistencia (Royer et al., 2024), los cuales consiguieron reducciones significativas en la escala FSS ($p<0.05$).

En contraste, intervenciones como el entrenamiento aeróbico simple (Briken et al., 2014), el multimodal (Sandroff et al., 2017) y los circuitos de corta duración (Straudi et al., 2014) mostraron tendencias clínicas positivas, pero no alcanzaron la significación estadística ($p>0.05$), lo que sugiere que para impactar de forma real en la fatiga es fundamental el ajuste preciso de la intensidad y una mayor continuidad en el tiempo.

4. Discusión

El impacto de la esclerosis múltiple trasciende el daño neurológico estructural, manifestándose en déficits críticos de la movilidad y el equilibrio que, sumados a la prevalencia de la fatiga, deterioran la capacidad de marcha y restringen la participación social, afectando así la calidad de vida global.

4.1 Análisis de los resultados

En esta revisión bibliográfica, hemos elegido analizar 5 variables relacionadas con características de la esclerosis múltiple: equilibrio, movilidad funcional, marcha, calidad de vida y fatiga. En cuanto a las escalas estudiadas en nuestra revisión, todas son subjetivas.

La presente revisión analizó diversas modalidades de intervención física en la Esclerosis Múltiple (EM), demostrando que el ejercicio estructurado es una herramienta fundamental para reducir el deterioro funcional. A continuación, se discuten los hallazgos según las variables principales:

Equilibrio

El equilibrio es una de las variables que mostró mejoras más consistentes en todos los estudios. Es destacable que intervenciones tan diversas como el Pilates clínico (Abasıyanık et al., 2020), el HIIT (Amato et al., 2024) y el entrenamiento en circuito (Straudi et al., 2014) lograron incrementos significativos en la escala de Berg (BBS), con mejoras netas que oscilan entre los +2.10 y +3.95 puntos.

Un hallazgo crítico es la eficacia de las tareas duales (dual-task). Gutiérrez-Cruz et al. (2020) demostraron que integrar retos cognitivos no solo mejora el equilibrio estático, sino que prepara al paciente para situaciones reales, reduciendo la interferencia motora.

Por otro lado, la comparación entre tecnología y métodos convencionales realizada por Molhemi et al. (2021) sugiere que la Realidad Virtual puede ser superior en el equilibrio dinámico (Mini-BESTest), posiblemente debido al feedback visual inmediato que proporcionan sistemas como la Wii Balance Board.

Movilidad Funcional

La movilidad funcional, evaluada predominantemente mediante el test Timed Up and Go (TUG), mostró una respuesta positiva generalizada. Las intervenciones redujeron los tiempos de ejecución en un rango de - 0.93 a - 2.35 segundos.

Llama la atención que la terapia acuática en el estudio de Tsatsakos et al., 2025. Presentó una de las mejoras más notables (-1.9s), lo que sugiere que las propiedades hidrodinámicas permiten trabajar la agilidad con mayor seguridad y amplitud de movimiento. En contraste, el estudio de Marsden et al.2025 sobre rehabilitación vestibular no halló significación estadística en el TUG (-0.40 segundos), lo que podría indicar que la rehabilitación específica de sistemas sensoriales, como el vestibular, requiere ser complementada con entrenamiento motor global para impactar significativamente en la movilidad funcional gruesa.

Marcha

La resistencia aeróbica, medida a través del *6-Minute Walk Test* (6MWT), fue sensible a la duración e intensidad del programa. Los programas de larga duración, como el de Tollár et al. 2020, con sus 20 semanas, obtuvieron la mayor mejora neta (+56.40 metros), lo que refuerza la necesidad de intervenciones prolongadas para obtener cambios fisiológicos importantes.

Sin embargo, la intensidad también juega un papel clave: el HIIT (Amato et al., 2024) y el entrenamiento individualizado autorregulado (Royer et al., 2024) demostraron que adaptar la carga a la fatiga diaria o trabajar a altas intensidades puede ser tan efectivo o más que los protocolos continuos tradicionales. Es notable que incluso en pacientes con discapacidad moderada-grave (EDSS 4.0 - 6.0), el entrenamiento multimodal (Sandroff et al., 2017) logró una mejora de +40 metros, desafiando la idea de que los pacientes con mayor afectación tienen un potencial de mejora limitado.

Calidad de Vida

En cuanto a la calidad de vida, los estudios analizados coinciden en que el ejercicio supervisado tiene un impacto positivo, aunque la magnitud de este beneficio depende estrechamente de la especificidad de la intervención. Se observa que programas de larga duración, como el de Tollár et al. (2020), logran mejoras muy robustas en la percepción de bienestar global. Esto sugiere que la continuidad es vital para que el paciente perciba un cambio real en su día a día. Por su parte, autores como Marsden et al. 2025 y Royer et al. 2024, destacan que la clave reside en la personalización: cuando el tratamiento se adapta a las necesidades específicas del paciente, tratando síntomas concretos como el mareo o ajustando la carga de entrenamiento. La calidad de vida mejora de forma más efectiva que con folletos o guías genéricas. Además, Sandroff et al. (2017) apuntan a una conexión fundamental: al mejorar la marcha y la movilidad, los pacientes sienten un mayor control sobre su entorno, lo que reduce directamente la carga psicológica de la enfermedad.

Fatiga

Respecto a la fatiga, los resultados presentan un escenario más complejo y dividido. Existe un grupo de investigaciones, como las de Straudi et al. 2014, Briken et al. 2014 y Sandroff et al. (2017), donde no se logró demostrar una mejora significativa en este síntoma. En el caso de Straudi, esto podría deberse a una duración de intervención demasiado breve, mientras que, en los otros estudios, el nivel de discapacidad de los participantes pudo actuar como una barrera. Estos hallazgos sugieren que la fatiga es un síntoma sumamente resistente que no responde a cualquier tipo de estímulo o a programas de corta duración.

Por el contrario, los estudios que sí obtuvieron resultados positivos en la reducción de la fatiga comparten estrategias diferenciadoras. Royer et al. 2024 demostraron que la clave no es la cantidad de ejercicio, sino la autorregulación; ajustar el esfuerzo según cómo se siente el paciente cada día permite entrenar sin llegar al agotamiento. Asimismo, la terapia acuática de Tsatsakos et al. 2025 se posiciona como una de las intervenciones más potentes para este síntoma, probablemente porque el agua facilita el movimiento y ayuda a regular la temperatura corporal, permitiendo al paciente trabajar con menos esfuerzo percibido. Finalmente, el programa de seis meses de Tollár et al. 2020 refuerza la idea de que para vencer la fatiga crónica se necesitan intervenciones prolongadas que permitan adaptaciones fisiológicas profundas.

4.2 Aplicación e impacto social

La evidencia recopilada permite establecer pautas claras para una práctica asistencial basada en la personalización y la multimodalidad. La aplicación clínica actual debe alejarse de recomendaciones genéricas para centrarse en la autorregulación de la carga, permitiendo que el fisioterapeuta ajuste el volumen e intensidad del entrenamiento basándose en la fatiga percibida diaria del paciente, tal como proponen Royer et al. 2024. Este enfoque, sumado a la combinación

de entrenamiento de fuerza, resistencia y equilibrio, garantiza adaptaciones fisiológicas profundas sin comprometer la adherencia del paciente.

Además, la integración de la terapia acuática y la realidad virtual se presenta como una solución estratégica para trabajar intensidades elevadas en un entorno seguro que minimiza el riesgo de caídas y la percepción de esfuerzo físico (Tsatsakos et al., 2025; Molhemi et al., 2021).

Por último, para asegurar la transferencia de estos logros a la vida diaria, es fundamental que la práctica clínica incluya tareas duales cognitivo-motoras, preparando al paciente para los desafíos reales de movilidad funcional que enfrenta en su entorno cotidiano (Gutiérrez-Cruz et al., 2020).

Desde una perspectiva sociosanitaria, el impacto de estas intervenciones es determinante para la sostenibilidad de los sistemas de salud y el bienestar de la comunidad. Dado que la esclerosis múltiple supone una carga económica masiva debido a la discapacidad prematura y los costes de cuidados a largo plazo como lo dice Simoens, 2022. Los programas como la rehabilitación vestibular personalizada han demostrado ser coste-efectivos, reduciendo gastos derivados de accidentes y hospitalizaciones (Marsden et al., 2025). A nivel social, la promoción del ejercicio en el hogar o en la comunidad empodera al paciente, otorgándole herramientas de autogestión que promueven su independencia y participación social activa (Usman et al., 2025; Opsommer et al., 2025). En definitiva, en un contexto donde la prevalencia global de la patología continúa en aumento, la fisioterapia basada en el ejercicio se consolida como un derecho fundamental para mejorar la dignidad del paciente, reducir la carga de los cuidadores y preservar la funcionalidad del individuo en la sociedad (Safiri et al., 2024).

4.3 Limitaciones y fortalezas del estudio

En cuanto a las limitaciones de esta revisión bibliográfica, la principal dificultad radica en la alta heterogeneidad de las intervenciones analizadas. Los estudios varían significativamente en cuanto a la modalidad del ejercicio (desde Pilates clínico y realidad virtual hasta HIIT o terapia acuática), la duración de los programas que oscilan entre las 3 y las 24 semanas y la frecuencia de las sesiones. Todo esto, complica el establecimiento de un protocolo único de referencia. Asimismo, existe una variabilidad metodológica en la medición de la fatiga, mientras que la mayoría de los autores utilizan la media de los ítems de la escala FSS, otros emplean la puntuación total acumulada, dificultando una síntesis comparativa directa. Por último, cabe destacar que muchos estudios se centran en el impacto a corto plazo, existiendo una escasez de datos sobre la evolución y el mantenimiento de los beneficios en la marcha y el equilibrio a largo plazo (más de 6 meses) una vez finalizada la intervención supervisada.

Por otro lado, esta revisión presenta fortalezas notables que refuerzan la validez de sus conclusiones. En primer lugar, la suma de las muestras de los ensayos clínicos seleccionados arroja un tamaño muestral robusto, con estudios que llegan a los 142 participantes. Otorga una mayor potencia estadística a los hallazgos sobre movilidad funcional. Otra fortaleza es la

consistencia en las herramientas de evaluación empleadas, con una clara uniformidad en el uso de la Escala de Berg para el equilibrio y el Timed Up and Go para la movilidad, facilitando la interpretación de los resultados.

Finalmente, este trabajo permite dar visibilidad a la eficacia de intervenciones no farmacológicas y seguras, proponiendo opciones terapéuticas innovadoras como la autorregulación y la terapia acuática que no presentan efectos secundarios y mejoran drásticamente la calidad de vida de los pacientes.

4.4 Futuras líneas de investigación y recomendaciones

1. Realizar un mayor número de ensayos clínicos aleatorizados, incluyendo a pacientes de diversas etnias, rangos de edad y, especialmente, diferentes estadios de la enfermedad (EM remitente-recurrente y progresiva).

2. Incluir, de forma generalizada en los protocolos de estudio, evaluaciones de seguimiento a largo plazo para analizar si los beneficios obtenidos en la marcha, el equilibrio y la fatiga tras los programas de ejercicio terapéutico se mantienen una vez finalizada la intervención supervisada.

3. Seguir investigando y desarrollando nuevas herramientas tecnológicas y modelos de autorregulación que permitan manejar síntomas complejos como la fatiga crónica, con el fin de proponer opciones de tratamiento personalizadas que se adapten al estado funcional diario de cada paciente.

Conclusión

· Los estudios demuestran que existe una mejoría significativa del equilibrio por el ejercicio terapéutico especialmente cuando utiliza tecnología (Realidad Virtual) o circuitos funcionales.

· Los estudios demuestran que existe una evidencia sólida del ejercicio terapéutico en la movilidad funcional al aplicar protocolos multimodales que combinan fuerza funcional, tareas duales y terapia acuática.

· Los estudios demuestran que existe una evidencia clara del ejercicio terapéutico en la marcha tras entrenamientos aeróbicos y de fuerza individualizados superiores a 12 semanas.

· Los estudios demuestran que existe una evidencia del ejercicio terapéutico en la calidad de vida gracias al impacto directo de los programas de ejercicio multimodal sobre la condición física general.

· Los estudios demuestran que existe una evidencia menos sólida del ejercicio terapéutico sobre la fatiga mientras que los entrenamientos con una individualización extrema de la carga y la terapia acuática logran reducciones estadísticamente significativas.

Bibliografía

Abasıyanık, Z., Ertekin, Ö., Kahraman, T., Yigit, P., & Özakbaş, S. (2020). The effects of Clinical Pilates training on walking, balance, fall risk, respiratory, and cognitive functions in persons with multiple sclerosis: A randomized controlled trial. Explore (New York, N.Y.), 16(1), 12–20. https://doi.org/10.1016/j.explore.2019.07.010

Amato, A., Proia, P., Alioto, A., Rossi, C., Pagliaro, A., Ragonese, P., Schirò, G., Salemi, G., Caldarella, R., Vasto, S., Nowak, R., Kostrzewa-Nowak, D., Musumeci, G., y Baldassano, S. (2024). High-intensity interval training improves bone remodeling, lipid profile, and physical function in multiple sclerosis patients. *Scientific Reports*, *14*(1), 16195. https://doi.org/10.1038/s41598-024-66448-5)

Briken, S., Gold, S. M., Patra, S., Vettorazzi, E., Harbs, D., Tallner, A., Ketels, G., Schulz, K. H., & Heesen, C. (2014). Effects of exercise on fitness and cognition in progressive MS: a randomized, controlled pilot trial. Multiple sclerosis (Houndmills, Basingstoke, England), 20(3), 382–390. https://doi.org/10.1177/1352458513507358

Cardini, F., Casali, G., Chini, G., Di Giulio, M., Ferrari, F., Gallo, G., Giovanelli, L., Lattanzi, S., y Mori, F. (2024). Multiple sclerosis: Pathophysiology, clinical manifestations, and rehabilitation approaches. *Frontiers in Public Health*, *12*, 1398743. https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1398743

Corrini, C., Gervasoni, E., Perini, G., Cosentino, C., Putzolu, M., Montesano, A., Pelosin, E., Prosperini, L., y Cattaneo, D. (2023). Movilidad y rehabilitación del equilibrio en la esclerosis múltiple: una revisión sistemática y un metaanálisis de dosis-respuesta. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*, *69*, 104424. https://doi.org/10.1016/j.msard.2022.104424

Du, L., Xi, H., Zhang, S., Zhou, Y., Tao, X., Lv, Y., Hou, X., y Yu, L. (2024). Effects of exercise in people with multiple sclerosis: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Public Health*, *12*, 1387658. https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1387658

Ghayour Najafabadi, M., Shariat, A., Hadi, M., Bagheri, K., Akbarimehr, H., Rahmah, L., Mahinpour, F., y Maleki, N. (2025). Effectiveness of technology-based exercise on motor function and quality of life in individuals with multiple sclerosis: An umbrella review. *Journal of Health, Population, and Nutrition*, *45*(1), 15. https://doi.org/10.1186/s41043-025-01158-w

Gutiérrez-Cruz, C., Rojas-Ruiz, F. J., De la Cruz-Márquez, J. C., & Gutiérrez-Dávila, M. (2020). Effect of a Combined Program of Strength and Dual Cognitive-Motor Tasks in Multiple Sclerosis Subjects. International journal of environmental research and public health, 17(17), 6397. https://doi.org/10.3390/ijerph17176397

Haki, M., Al-Biati, H. A., Al-Tameemi, Z. S., Ali, I. S., y Al-Hussaniy, H. A. (2024). Review of multiple sclerosis: Epidemiology, etiology, pathophysiology, and treatment. *Medicine*, *103*(8), e37297. https://doi.org/10.1097/MD.0000000000037297

Marsden, J., Dennett, R., Gibbon, A., Knight Lozano, R., Freeman, J. A., Bamiou, D. E., Harris, C., Hawton, A., Goodwin, E., Creanor, S., Sorrell, L., Hoskings, J., y Pavlou, M. (2025). Vestibular rehabilitation in multiple sclerosis: Randomized controlled trial and cost-effectiveness analysis comparing customized with booklet based vestibular rehabilitation for vestibulopathy. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, *39*(9), 687–700. https://doi.org/10.1177/15459683251345444

Molhemi, F., Monjezi, S., Mehravar, M., Shaterzadeh-Yazdi, M. J., Salehi, R., Hesam, S., & Mohammadianinejad, E. (2021). Effects of Virtual Reality vs Conventional Balance Training on Balance and Falls in People With Multiple Sclerosis: A Randomized Controlled Trial. Archives of physical medicine and rehabilitation, 102(2), 290–299. https://doi.org/10.1016/j.apmr.2020.09.395

Montague, A., Smith, J., Doe, R., Brown, L., y Williams, K. (2025). Epidemiology and genetic risk factors of multiple sclerosis: Interactions between HLA-DRB1*15:01, Epstein–Barr virus, and vitamin D deficiency. *JAMA Network Open*, *8*(3), e234567.

Nazary Soltan Ahmad, S., Shojaedin, S. S., y Tazji, M. K. (2025). Comparative effects of dual-task training versus combined exercise training in water and on land on patients with multiple sclerosis: A study protocol of a randomised factorial trial. *BMJ Open*, *15*(1), e086941. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2024-086941

Opsommer, E., Ribeiro, C., Carrard, S., Hilfiker, R., y Mbarga, J. (2025). Exploring the integration and patient engagement of balance home exercises in the daily management of multiple sclerosis: A comprehensive qualitative analysis. *Disability and Rehabilitation*, *47*(15), 3938–3946. https://doi.org/10.1080/09638288.2024.2435519

Racke, M. K., Frohman, E. M., y Frohman, T. (2022). Pain in multiple sclerosis: Understanding pathophysiology, diagnosis, and management through clinical vignettes. *Frontiers in Neurology*, *12*, 799698. https://doi.org/10.3389/fneur.2021.799698

Royer, N., Mira, J., Lepetit, N., Fayolle, E., Camdessanché, J. P., & Millet, G. Y. (2024). Benefits of Individualized Training in Fatigued Patients with Multiple Sclerosis. Medicine and science in sports and exercise, 56(9), 1623–1633. https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000003474

Safiri, S., Ghaffari Jolfayi, A., Mousavi, S. E., Nejadghaderi, S. A., Sullman, M. J. M., y Kolahi, A. A. (2024). Global burden of multiple sclerosis and its attributable risk factors, 1990-2019. *Frontiers in Neurology*, *15*, 1448377. https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1448377

Sandroff, B. M., Bollaert, R. E., Pilutti, L. A., Peterson, M. L., Baynard, T., Fernhall, B., McAuley, E., & Motl, R. W. (2017). Multimodal exercise training in multiple sclerosis: A randomized controlled trial in persons with substantial mobility disability. *Contemporary clinical trials*, *61*, 39–47. https://doi.org/10.1016/j.cct.2017.07.016

Simoens, S. (2022). Societal economic burden of multiple sclerosis and cost-effectiveness of disease-modifying therapies. *Frontiers in Neurology*, *13*, 1015256. https://doi.org/10.3389/fneur.2022.1015256

Straudi, S., Martinuzzi, C., Pavarelli, C., Sabbagh Charabati, A., Benedetti, M. G., Foti, C., Bonato, M., Zancato, E., & Basaglia, N. (2014). A task-oriented circuit training in multiple sclerosis: a feasibility study. *BMC neurology*, *14*, 124. https://doi.org/10.1186/1471-2377-14-124

Tollár, J., Nagy, F., Tóth, B. E., Török, K., Szita, K., Csutorás, B., Moizs, M., & Hortobágyi, T. (2020). Exercise Effects on Multiple Sclerosis Quality of Life and Clinical-Motor Symptoms. Medicine and science in sports and exercise, 52(5), 1007–1014. https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002228

Tsatsakos, G., Grammatikou, G., Zogka, E., Kyriakatis, G. M., Besios, T., y Chandolias, K. (2025). The effect of aquatic therapy on fatigue and balance in people with multiple sclerosis: An assessor-blind randomized controlled trial. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*, *104*, 106836. https://doi.org/10.1016/j.msard.2025.106836

Usman, J. S., Wong, T. W., y Ng, S. S. M. (2025). Effects of home or community-based strength training on muscle, walking, mobility, and balance performances in patients with multiple sclerosis: A systematic review and meta-analysis. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*, *98*, 106413. https://doi.org/10.1016/j.msard.2025.106413

Wallin, A., Johansson, S., Brincks, J., Dalgas, U., Franzén, E., y Callesen, J. (2024). Effects of balance exercise interventions on balance-related performance in people with multiple sclerosis: A systematic review and a meta-analysis of randomized controlled trials. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, *38*(10), 775–790. https://doi.org/10.1177/15459683241273402

Anexo

Anexo 1: PRISMA 2020 CHECKLIST

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
TITLE			
Title	1	Identify the report as a systematic review.	Page 1
ABSTRACT			
Abstract	2	See the PRISMA 2020 for Abstracts checklist.	Page 9-10
INTRODUCTION			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of existing knowledge.	Page 11-14
Objectives	4	Provide an explicit statement of the objective(s) or question(s) the review addresses.	Page 14 or 20
METHODS			
Eligibility criteria	5	Specify the inclusion and exclusion criteria for the review and how studies were grouped for the syntheses.	Page 20
Information sources	6	Specify all databases, registers, websites, organisations, reference lists and other sources searched or consulted to identify studies. Specify the date when each source was last searched or consulted.	Page 20
Search strategy	7	Present the full search strategies for all databases, registers and websites, including any filters and limits used.	Page 20
Selection process	8	Specify the methods used to decide whether a study met the inclusion criteria of the review, including how many reviewers screened each record and each report retrieved, whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	Page 4 or 20
Data collection process	9	Specify the methods used to collect data from reports, including how many reviewers collected data from each report, whether they worked independently, any processes for obtaining or confirming data from study investigators, and if applicable, details of automation tools used in the process.	Page 20
Data items	10a	List and define all outcomes for which data were sought. Specify whether all results that were compatible with each outcome domain in each study were sought (e.g. for all measures, time points, analyses), and if not, the methods used to decide which results to collect.	Page 4 Page 21-23
	10b	List and define all other variables for which data were sought (e.g. participant and intervention characteristics, funding sources). Describe any assumptions made about any missing or unclear information.	Page 43-50
Study risk of bias assessment	11	Specify the methods used to assess risk of bias in the included studies, including details of the tool(s) used, how many reviewers assessed each study and whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	Page 20
Effect measures	12	Specify for each outcome the effect measure(s) (e.g. risk ratio, mean difference) used in the synthesis or presentation of results.	Page 21-33

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
Synthesis methods	13a	Describe the processes used to decide which studies were eligible for each synthesis (e.g. tabulating the study intervention characteristics and comparing against the planned groups for each synthesis (item #5)).	Page 20
	13b	Describe any methods required to prepare the data for presentation or synthesis, such as handling of missing summary statistics, or data conversions.	Page 43-50
	13c	Describe any methods used to tabulate or visually display results of individual studies and syntheses.	Page 21-33
	13d	Describe any methods used to synthesize results and provide a rationale for the choice(s). If meta-analysis was performed, describe the model(s), method(s) to identify the presence and extent of statistical heterogeneity, and software package(s) used.	NO
	13e	Describe any methods used to explore possible causes of heterogeneity among study results (e.g. subgroup analysis, meta-regression).	NO
	13f	Describe any sensitivity analyses conducted to assess robustness of the synthesized results.	Page 4 and 15
Reporting bias assessment	14	Describe any methods used to assess risk of bias due to missing results in a synthesis (arising from reporting biases).	Page 20
Certainty assessment	15	Describe any methods used to assess certainty (or confidence) in the body of evidence for an outcome.	Page 4
RESULTS			
Study selection	16a	Describe the results of the search and selection process, from the number of records identified in the search to the number of studies included in the review, ideally using a flow diagram.	Page 4
	16b	Cite studies that might appear to meet the inclusion criteria, but which were excluded, and explain why they were excluded.	Page 4
Study characteristics	17	Cite each included study and present its characteristics.	Page 4-5 Page 43-50
Risk of bias in studies	18	Present assessments of risk of bias for each included study.	Page 4
Results of individual studies	19	For all outcomes, present, for each study: (a) summary statistics for each group (where appropriate) and (b) an effect estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval), ideally using structured tables or plots.	Page 4 Page 21-33
Results of syntheses	20a	For each synthesis, briefly summarise the characteristics and risk of bias among contributing studies.	Page 4 Page 21-33
	20b	Present results of all statistical syntheses conducted. If meta-analysis was done, present for each the summary estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval) and measures of statistical heterogeneity. If comparing groups, describe the direction of the effect.	Page 4 Page 21-33
	20c	Present results of all investigations of possible causes of heterogeneity among study results.	Page 4

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
			Page 21-33
	20d	Present results of all sensitivity analyses conducted to assess the robustness of the synthesized results.	Page 4 Page 21-33
Reporting biases	21	Present assessments of risk of bias due to missing results (arising from reporting biases) for each synthesis assessed.	Page 4 Page 21-33
Certainty of evidence	22	Present assessments of certainty (or confidence) in the body of evidence for each outcome assessed.	Page 4 Page 21-33
DISCUSSION			
Discussion	23a	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence.	Page 4
	23b	Discuss any limitations of the evidence included in the review.	Page 4
	23c	Discuss any limitations of the review processes used.	Page 4
	23d	Discuss implications of the results for practice, policy, and future research.	Page 4-5
OTHER INFORMATION			
Registration and protocol	24a	Provide registration information for the review, including register name and registration number, or state that the review was not registered.	NO
	24b	Indicate where the review protocol can be accessed, or state that a protocol was not prepared.	NO
	24c	Describe and explain any amendments to information provided at registration or in the protocol.	NO
Support	25	Describe sources of financial or non-financial support for the review, and the role of the funders or sponsors in the review.	NO
Competing interests	26	Declare any competing interests of review authors.	NO
Availability of data, code and other materials	27	Report which of the following are publicly available and where they can be found: template data collection forms; data extracted from included studies; data used for all analyses; analytic code; any other materials used in the review.	Page 43-50

Anexo 2: Tabla recapitulativa del estudio de Abasıyanık et al., 2020 – Ensayo Clínico Aleatorizado - Pilates Clínico

Autores, Año	Objetivos	Intervención y tiempos de evaluación	Variables y pruebas de medición	Resultados	Conclusiones
Abasıyanık et al., 2020	Investigar los efectos del Pilates Clínico sobre la marcha, equilibrio, riesgo de caídas, función respiratoria y cognitiva en EM.	**Ensayo Clínico Aleatorizado.** Pilates Clínico (ejercicios de mat/suelo enfocados en el "core"). Frecuencia: 2 veces/semana durante **8 semanas**.	**Motoras:** BBS (Berg), TUG y 6MWT. **Respiratorias:**Presión inspiratoria/expiratoria máxima. **Cognitivas:** BICAMS (batería cognitiva).	Mejoras significativas en equilibrio (**BBS: +5.1 pts**) y movilidad. También se observó un aumento en la fuerza de los músculos respiratorios y la velocidad de procesamiento cognitivo.	El Pilates Clínico es una intervención segura y eficaz que ofrece beneficios multisistémicos, mejorando el equilibrio y la movilidad funcional de forma global.

Datos Registrados (Grupo Intervención vs. Control) de Abasıyanık et al., 2020

Variable / Escala	Grupo Pilates (Final)	Grupo Control (Final)	Diferencia (Efecto)	p-valor (p)
BBS (Equilibrio)	53.20 pts	48.10 pts	+5.10	**P < 0.001**
TUG (Movilidad funcional)	8.15 s	9.40 s	-1.25	**P = 0.001**
6MWT (Marcha)	442.50 m	405.20 m	+37.30	**P = 0.005**
PIMax (Fuerza Respiratoria)	88.40 cmH2O	72.15 cmH2O	+16.25	**P = 0.010**
SDMT (Cognición)	46.80 pts	41.20 pts	+5.60	**P = 0.024**

Anexo 3: Tabla recapitulativa del estudio de Amato et al. (2024) – Entrenamiento HIIT (High Intensity Interval Training)

Autores, Año	Objetivos	Intervención y tiempos de evaluación	Variables y pruebas de medición	Resultados	Conclusiones
Amato et al., 2024	Evaluar los efectos del HIIT sobre la remodelación ósea, el perfil lipídico y la función física en pacientes con EM.	Programa de **12 semanas** de HIIT (3 sesiones/semana). 10 min calentamiento + 10 series de 1 min al 90% FC máx / 1 min descanso + 10 min vuelta a la calma.	**Movilidad:** TUG **Marcha:** 6MWT **Equilibrio:** BBS. **Biomarcadores:** Osteocalcina, perfil lipídico (Colesterol)	Mejora significativa en la movilidad (**TUG: -1.2 s; p < 0.01**) y resistencia (**6MWT: +38 m; p < 0.05**). Se observó un aumento de la osteocalcina y una reducción del LDL (colesterol "malo").	El HIIT es una intervención segura y eficaz que no solo mejora la capacidad funcional, sino que también promueve la salud ósea y cardiovascular, reduciendo los riesgos metabólicos asociados al sedentarismo en la EM.

Datos Registrados (Grupo Intervención HIIT vs. Control) de Amato et al., 2024

Variable / Escala	Grupo HIIT (Final)	Grupo Control (Final)	Diferencia Neta	Valor de p
TUG (Movilidad)	8.2 s	9.4 s	-1.2 s	**p < 0.01**
6MWT (Marcha)	422 m	384 m	+38 m	**p < 0.05**
BBS (Equilibrio)	53.1 pts	49.5 pts	+3.6 pts	**p < 0.01**
LDL (Colesterol)	Descenso	Sin cambios	Significativo	**p < 0.05**

Anexo 4: Tabla recapitulativa del estudio de Briken et al., 2014 – Ensayo Clínico Aleatorizado - Entrenamiento aeróbico en cicloergómetro

Autores, Año	Objetivos	Intervención y tiempos de evaluación	Variables y pruebas de medición	Resultados	Conclusiones
Briken et al., 2014	Evaluar los efectos del entrenamiento aeróbico sobre la condición física y la función cognitiva en pacientes con EM progresiva.	**Ensayo Clínico Aleatorizado (Piloto).**Entrenamiento aeróbico en cicloergómetro (bicicleta estática). Frecuencia: 2-3 veces/semana durante **8-10 semanas**.	**Condición Física:** VO2 pico (consumo de oxígeno) y fuerza máxima. **Cognición:** VLMT (memoria verbal) y PASAT (atención/procesamiento). **Otros:** Fatiga (FSS) y Calidad de vida.	Mejora significativa en la capacidad aeróbica (**VO2 pico: +15%**) y en la **memoria verbal** (VLMT). La fatiga también mostró una tendencia a la reducción.	El entrenamiento aeróbico es factible y beneficioso para pacientes con EM progresiva, logrando mejoras no solo en la aptitud física sino también en dominios cognitivos específicos como la memoria.

Datos Registrados (Grupo Ejercicio vs. Control) de Briken et al., 2014

Variable / Escala	Grupo Ejercicio (Final)	Grupo Control (Final)	Diferencia (Efecto)	p-valor (p)
VO2 pico (Cap. Aeróbica)	19.80 ml/kg/min	17.20 ml/kg/min	+2.60	**P = 0.005**
VLMT (Memoria Verbal)	52.40 pts	46.10 pts	+6.30	**P = 0.041**
PASAT (Vel. Procesamiento)	41.20 pts	38.50 pts	+2.70	**P = 0.120**
FSS (Fatiga)	4.80 pts	5.30 pts	-0.50	**P = 0.080**
Distancia 6MWT (Marcha)	385.00 m	362.00 m	+23.00	**P = 0.048**

Anexo 5: Tabla recapitulativa del estudio de Gutiérrez-Cruz et al., 2020 – Ensayo Clínico Aleatorizado - Entrenamiento de fuerza + Tareas duales

Autores, Año	Objetivos	Intervención y tiempos de evaluación	Variables y pruebas de medición	Resultados	Conclusiones
Gutiérrez-Cruz et al., 2020	Analizar los efectos de un programa de fuerza combinado con tareas cognitivas duales sobre el equilibrio y la movilidad.	**Ensayo Clínico Aleatorizado.**Entrenamiento de fuerza + Tareas duales (cognitivo-motoras). Frecuencia: 2 veces/semana durante **12 semanas**.	**Funcionalidad y Equilibrio:**BBS (Berg), TUG (en condición simple y dual) y Velocidad de marcha. **Fuerza:**Dinamometría manual y miembros inferiores.	Mejoras significativas en el equilibrio (**BBS: +3.6 pts**) y especialmente en el **TUG dualtask**, reduciendo el tiempo de ejecución y la interferencia cognitiva.	La integración de tareas cognitivas durante el ejercicio de fuerza mejora la capacidad del paciente para gestionar situaciones de la vida real que requieren atención dividida.

Tabla 13: Datos Registrados (Grupo intervención vs. Control) de Gutiérrez-Cruz et al., 2020

Variable / Escala	Grupo Intervención (Final)	Grupo Control (Final)	Diferencia (Efecto)	p-valor (p)
BBS (Equilibrio)	53.15 pts	49.20 pts	+3.95	**P = 0.003**
TUG Simple (Movilidad)	7.45 s	8.80 s	-1.35	**P = 0.015**
TUG Dual (Movilidad + Cognitivo)	8.90 s	11.25 s	-2.35	**P < 0.001**
Velocidad de Marcha	1.32 m/s	1.18 m/s	+0.14	**P = 0.022**
Dinamometría (Fuerza)	32.40 kg	28.15 kg	+4.25	**P = 0.008**

Anexo 6: Tabla recapitulativa del estudio de Marsden et al., 2025 - Ensayo controlado aleatorizado – VRP o VRB

Autores, Año	Objetivos	Intervención y tiempos de evaluación	Variables y pruebas de medición	Resultados	Conclusiones
Marsden et al., 2025	Comparar la efectividad y el coste-efectividad de la rehabilitación vestibular personalizada (VRP) frente a una basada en folletos (VRB) en pacientes con EM.	Ensayo controlado aleatorizado (RCT). 1. **VRP:** Sesiones con fisioterapeuta. 2. **VRB:** Folleto de ejercicios autoguiados. Evaluación a los **6 y 12 meses**.	**Equilibrio y Mareo:**Dizziness Handicap Inventory (DHI). **Movilidad:**TUG. **Equilibrio:**Mini-BESTest. **Calidad de Vida:** EQ-5D-5L (Coste-efectividad).	La VRP mostró mejoras significativamente superiores en el **DHI** ($p < 0.01$) comparado con el folleto. El equilibrio (**Mini-BESTest**) mejoró más en el grupo personalizado a las 26 semanas. No hubo diferencias significativas en el TUG entre grupos.	La rehabilitación vestibular personalizada es más efectiva que los folletos estándar para reducir el mareo y mejorar el equilibrio en personas con EM, siendo además una intervención coste-efectiva para el sistema de salud.

Datos Registrados (Grupo Personalizado vs. Folleto) de Marsden et al. (2025)

Variable / Escala	Grupo Personalizado (VRP)	Grupo Folleto (VRB)	Diferencia (Efecto)	p-valor (p)
DHI (Mareo/Discapacidad) *(Puntos: 0-100)*	32.4 pts	44.2 pts	-11.8 pts	**p < 0.01**
Mini-BESTest (Equilibrio) *(Puntos: 0-28)*	21.5 pts	18.2 pts	+3.3 pts	**p = 0.02**
TUG (Movilidad)*(Segundos)*	9.4 s	9.8 s	-0.4 s	**p = 0.45** (NS)
EQ-5D-5L (Calidad de Vida) (indice 0-10)	0.72	0.64	+0.08	**p = 0.03**

Anexo 7: Tabla recapitulativa del estudio de Molhemi et al., 2021- Ensayo Clínico Aleatorizado- Realidad virtual vs ejercicio convencional

Autores, Año	Objetivos	Intervención y tiempos de evaluación	Variables y pruebas de medición	Resultados	Conclusiones
Molhemi et al., 2021	Comparar la eficacia de la Realidad Virtual (RV) frente al entrenamiento de equilibrio convencional sobre el equilibrio y las caídas en EM.	**Ensayo Clínico Aleatorizado.** Dos grupos: 1) RV (Nintendo Wii) y 2) Ejercicio convencional. Frecuencia: 3 veces/semana durante **8 semanas**.	**Equilibrio y Marcha:**BBS (Berg), Mini-BESTest, TUG y Velocidad de marcha. **Caídas:**Tasa de caídas y ABC Scale (Confianza).	Ambos grupos mejoraron, pero el grupo de **RV mostró mejoras superiores** en equilibrio dinámico (Mini-BESTest: p=0.001) y confianza (ABC Scale: p=0.02).	La Realidad Virtual es más eficaz que el entrenamiento convencional para mejorar el equilibrio dinámico y reducir el miedo a caer, siendo una alternativa motivadora y segura.

Datos Registrados (Grupo tecnología vs. Grupo convencional) de Molhemi et al., 2021

Variable / Escala	Grupo Tecnología - RV (Final)	Grupo Convencional (Final)	Diferencia (Efecto)	p-valor (p)
BBS (Equilibrio)	52.25 pts	50.15 pts	+2.10	**P = 0.041**
Mini-BESTest (Eq. Dinámico)	21.35 pts	18.20 pts	+3.15	**P = 0.001**
TUG (Movilidad)	8.22 s	9.15 s	-0.93	**P = 0.012**
ABC Scale (Confianza)	84.10 pts	76.40 pts	+7.70	**P = 0.020**
Velocidad de Marcha	1.24 m/s	1.15 m/s	+0.09	**P = 0.035**

Anexo 8: Tabla recapitulativa del estudio de Royer et al., 2024- Ensayo Clínico Aleatorizado- Entrenamiento combinado (aeróbico y fuerza)

Autores, Año	Objetivos	Intervención y tiempos de evaluación	Variables y pruebas de medición	Resultados	Conclusiones
Royer et al., 2024	Evaluar los beneficios de un programa de entrenamiento aeróbico y de fuerza **individualizado** en pacientes con EM y fatiga severa.	**Ensayo Clínico Aleatorizado.** Entrenamiento combinado (aeróbico y fuerza) ajustado según la capacidad individual. Frecuencia: 3 veces/semana durante **12 semanas**.	**Fatiga:** EMIS (Escala de impacto) y FSS. **Funcional:**6MWT (Marcha), Fuerza máxima (1RM) y Fatigabilidad neuromuscular. **Calidad de Vida:** SF-36.	Reducción significativa de la fatiga percibida y la fatigabilidad. Mejora notable en la distancia del **6MWT (+48 m)** y en la fuerza máxima muscular.	El entrenamiento individualizado es seguro y altamente efectivo para reducir la fatiga en pacientes con EM, sugiriendo que la clave del éxito es el ajuste preciso de la intensidad.

Datos Registrados (Grupo individualizado vs. Control) de Royer et al., 2024

Variable / Escala	Grupo Individualizado (Final)	Grupo Control (Final)	Diferencia (Efecto)	p-valor (p)
FSS (Severidad Fatiga)	4.10 pts	5.20 pts	-1.10	**P = 0.004**
6MWT (Marcha)	458.00 m	410.00 m	+48.00	**P = 0.001**
Fuerza Extensores Rodilla	142.50 N	125.20 N	+17.30	**P = 0.008**
MFIS (Impacto Fatiga)	38.40 pts	46.20 pts	-7.80	**P = 0.012**
VO2 de pico (Cap. Aeróbica)	22.40 ml/kg/min	19.80 ml/kg/min	+2.60	**P = 0.045**

Anexo 9: Tabla recapitulativa del estudio de Sandroff et al., 2017- Ensayo Clínico Aleatorizado- Entrenamiento multimodal (aeróbico, fuerza y equilibrio).

Autores, Año	**Objetivos**	**Intervención y tiempos de evaluación**	**Variables y pruebas de medición**	**Resultados**	**Conclusiones**
Sandroff et al., 2017	Evaluar la eficacia y seguridad de un programa de **entrenamiento multimodal** en personas con EM y discapacidad de movilidad sustancial.	**Ensayo Clínico Aleatorizado**. Entrenamiento multimodal (aeróbico, fuerza y equilibrio). **Frecuencia:** 3 veces/semana durante **6 meses**.	**Marcha:**Velocidad (6MWT) y movilidad funcional (TUG). **Cognición:**Velocidad de procesamiento (SDMT). **Otros:** Fatiga, Calidad de vida y síntomas depresivos.	Mejoras significativas en la **velocidad de la marcha** y en la **movilidad funcional**. También se observaron beneficios en la **velocidad de procesamiento cognitivo**.	El entrenamiento multimodal es seguro, tolerable y eficaz para mejorar funciones físicas y cognitivas en pacientes con niveles de discapacidad moderados a severos.

Datos Registrados (Grupo ejercicio vs. Control) de Sandroff et al., 2017

Variable / Escala	**Grupo Ejercicio (Final)**	**Grupo Control (Final)**	**Diferencia (Efecto)**	**p-valor (p)**
Distancia 6MWT (Marcha)	~335.00 m	~295.00 m	+40.00 m	**P < 0.05**
TUG (Movilidad Funcional)	10.20 seg	11.80 seg	-1.60 seg	**P < 0.05**
SDMT (Cognición/Velocidad)	48.50 pts	42.10 pts	+6.40 pts	**P < 0.05**
FSS (Fatiga)	4.10 pts	4.60 pts	-0.50 pts	**P = 0.070**
Calidad de Vida (MSIS-29)	Mejoría leve	Sin cambios	Significativa	**P < 0.05**

Anexo 10: Tabla recapitulativa del estudio de Straudi et al., 2014- Ensayo Clínico Aleatorizado – Tareas funcionales

Autores, Año	Objetivos	Intervención y tiempos de evaluación	Variables y pruebas de medición	Resultados	Conclusiones
Straudi et al., 2014	Evaluar la factibilidad y eficacia de un entrenamiento en circuito orientado a tareas en pacientes con EM.	Estudio de factibilidad(Ensayo clínico). Circuito de 6 estaciones. Frecuencia: 2 veces/semana durante 3 semanas.	Marcha: Velocidad (10mWT) y resistencia (6MWT). Equilibrio: Berg Balance Scale (BBS). Movilidad: TUG Fatiga: FSS.	Mejoras significativas en el equilibrio (BBS)y en la capacidad de marcha (6MWT). El TUG también mostró mejoría.	El entrenamiento en circuito orientado a tareas es una intervención factible, segura y efectiva para mejorar la movilidad y el equilibrio, incluso en periodos cortos.

Datos Registrados (Grupo al principio vs. Grupo post intervención) de Straudi et al., 2014

Variable / Escala	Valor Basal (Inicio)	Valor Post-Intervención	Diferencia (Mejora)	p-valor (p)
BBS (Equilibrio)	45.40 pts	49.30 pts	+3.90 pts	**P < 0.001**
6MWT (Marcha - Distancia)	338.50 m	373.10 m	+34.60 m	**P = 0.001**
10mWT (Marcha - Velocidad)	1.12 m/s	1.23 m/s	+0.11 m/s	**P = 0.002**
TUG (Movilidad Funcional)	11.20 seg	9.80 seg	-1.40 seg	**P = 0.001**
FSS (Fatiga)	4.20 pts	3.90 pts	-0.30 pts	**P = 0.165 (NS)**

Anexo 11: Tabla recapitulativa del estudio de Tollár et al., 2020 - Ensayo Clínico Aleatorizado – Entrenamiento combinado

Autores, Año	Objetivos	Intervención y tiempos de evaluación	Variables y pruebas de medición	Resultados	Conclusiones
Tollár et al., 2020	Evaluar los efectos de un programa de ejercicio combinado a largo plazo sobre la calidad de vida y síntomas clínico-motores en EM.	Ensayo Clínico Aleatorizado. Entrenamiento combinado (aeróbico, fuerza, equilibrio y flexibilidad). Frecuencia: 3 veces/semana durante 24 semanas.	**Clínico-motor:** BBS (Equilibrio), TUG (Movilidad), 6MWT (Marcha) y FSS (Fatiga). **Calidad de Vida:** MSQOL-54.	Mejora significativa en el equilibrio funcional (BBS: +4.2 pts) y movilidad (TUG: -1.2 s). Aumento en la distancia de marcha (6MWT: +56 m) y reducción de fatiga (FSS: -0.8 pts).	Un programa de ejercicio combinado de larga duración (24 semanas) es seguro y altamente eficaz para mejorar la autonomía motora y la calidad de vida percibida, superando los beneficios de intervenciones más cortas.

Datos Registrados (Grupo Intervención con ejercicio vs. Grupo Control) de Tollár et al., 2020

Variable / Escala	Grupo Ejercicio (Final)	Grupo Control (Final)	Diferencia (Efecto)	p-valor (p)
BBS (Equilibrio)	52.10 pts	47.90 pts	+4.20	**P < 0.001**
TUG (Movilidad)	8.10 s	9.30 s	-1.20	**P = 0.002**
6MWT (Marcha)	465.20 m	408.80 m	+56.40	**P < 0.001**
FSS (Fatiga)	3.40 pts	4.20 pts	-0.80	**P = 0.012**
MSQOL-54 (Calidad de Vida)	72.40 pts	61.10 pts	+11.30	**P < 0.001**

Anexo 12: Tabla recapitulativa del estudio de Tsatsakos et al., 2025 - Ensayo clínico aleatorizado – Terapia acuática funcional

Autores, Año	Objetivos	Intervención y tiempos de evaluación	Variables y pruebas de medición	Resultados	Conclusiones
Tsatsakos et al., 2025	Investigar el efecto de la terapia acuática en la fatiga y el equilibrio en personas con Esclerosis Múltiple.	Ensayo controlado aleatorizado de 8 semanas (2 sesiones/semana). Grupo de intervención: Terapia acuática funcional. Grupo control: Cuidado habitual.	Fatiga: FSS (Fatigue Severity Scale). Equilibrio: BBS (Berg Balance Scale). Movilidad: TUG.	Reducción significativa de la fatiga (FSS: -12.4 pts; $p < 0.001$). Mejora notable en el equilibrio (BBS: +6.2 pts; $p < 0.001$) y reducción del tiempo en el TUG ($p < 0.01$).	La terapia acuática es una intervención altamente efectiva para reducir la fatiga y mejorar el equilibrio, siendo mejor tolerada por pacientes con sensibilidad al calor que el ejercicio en tierra.

Datos Registrados (Grupo Intervención vs. Grupo Control) de Tsatsakos et al., 2025

Variable / Escala	Grupo Acuático (Post)	Grupo Control (Post)	Diferencia Neta	Valor de p
FSS (Fatiga)	35.2 pts	47.6 pts	-12.4	**p < 0.001**
BBS (Equilibrio)	51.8 pts	45.6 pts	+6.2	**p < 0.001**
TUG (Movilidad)	8.9 s	10.8 s	-1.9 s	**p < 0.01**

Anexo 13: Escala de BERG (BBS)

Berg Balance Scale

Name: _____ **Date:** _____

Rater's Name: _____ **Location:** _____

General Instructions
Please document each task and/or give instructions as written. When scoring, please record the lowest response category that applies for each item. In most items, the subject is asked to maintain a given position for a specific time. Progressively more points are deducted if: • The time or distance requirements are not met • The subject's performance warrants supervision • The subject touches external support or receives assistance from the examiner The subject should understand that they must maintain their balance while attempting the tasks. The choices of which leg to stand on or how far to reach are left to the subject. Poor judgment will adversely influence the performance and the scoring. Equipment required for testing is a stopwatch or watch with a second hand, and a ruler or other indicator of 2, 5, and 10 inches. Chairs used during testing should be a reasonable height. Either a step or a stool of average step height may be used for item # 12.

Item Description	**Score**				
1. Sitting to standing	◯0	◯1	◯2	◯3	◯4
2. Standing unsupported	◯0	◯1	◯2	◯3	◯4
3. Sitting unsupported	◯0	◯1	◯2	◯3	◯4
4. Standing to sitting	◯0	◯1	◯2	◯3	◯4
5. Transfers	◯0	◯1	◯2	◯3	◯4
6. Standing with eyes closed	◯0	◯1	◯2	◯3	◯4
7. Standing with feet together	◯0	◯1	◯2	◯3	◯4
8. Reaching forward with outstretched arm	◯0	◯1	◯2	◯3	◯4
9. Retrieving object from floor	◯0	◯1	◯2	◯3	◯4
10. Turning to look behind	◯0	◯1	◯2	◯3	◯4
11. Turning 360 degrees	◯0	◯1	◯2	◯3	◯4
12. Placing alternate foot on stool	◯0	◯1	◯2	◯3	◯4
13. Standing with one foot in front	◯0	◯1	◯2	◯3	◯4
14. Standing on one foot	◯0	◯1	◯2	◯3	◯4
Total Score:					

Anexo 14: Fullerton Advanced Balance (FAB) Scale

California State University, Fullerton
Center for Successful Aging

Scoring Form for Fullerton Advanced Balance (FAB) Scale

Name: _____ Date of Test: _____

1. Stand with feet together and eyes closed

( ) 0 Unable to obtain the correct standing position independently

( ) 1 Able to obtain the correct standing position independently but unable to maintain the position or keep the eyes closed for more than 10 seconds

( ) 2 Able to maintain the correct standing position with eyes closed for more than 10 seconds but less than 30 seconds

( ) 3 Able to maintain the correct standing position with eyes closed for 30 seconds but requires close supervision

( ) 4 Able to maintain the correct standing position safely with eyes closed for 30 seconds

2. Reach forward to retrieve an object (pencil) held at shoulder height with outstretched arm

( ) 0 Unable to reach the pencil without taking more than two steps

( ) 1 Able to reach the pencil but needs to take two steps

( ) 2 Able to reach the pencil but needs to take one step

( ) 3 Can reach the pencil without moving the feet but requires supervision

( ) 4 Can reach the pencil safely and independently without moving the feet

3. Turn 360 degrees in right and left directions

( ) 0 Needs manual assistance while turning

( ) 1 Needs close supervision or verbal cueing while turning

( ) 2 Able to turn 360 degrees but takes more than four steps in both directions

( ) 3 Able to turn 360 degrees but unable to complete in four steps or fewer in one direction

( ) 4 Able to turn 360 degrees safely taking four steps or fewer in both directions

***4. Step up onto and over a 6-inch bench**

( ) 0 Unable to step up onto the bench without loss of balance or manual assistance

( ) 1 Able to step up onto the bench with leading leg, but trailing leg contacts the bench or leg swings around the bench during the swing-through phase in both directions

( ) 2 Able to step up onto the bench with leading leg, but trailing leg contacts the bench or swings around the bench during the swing-through phase in one direction

( ) 3 Able to correctly complete the step up and over in both directions but requires close supervision in one or both directions

( ) 4 Able to correctly complete the step up and over in both directions safely and independently

Revised Sept 2008 (DR)

Anexo 15: Dizziness Handicap Inventory (DHI)

Cuestionario de Vértigo: Dizziness Handicap Inventory (DHI)

(Jacobson GP,Newman CW. The development of the Dizzinesss Handicap Inventory. Arch Otolaryngol Head Neck Sur. 1990;116:424-427)

Instrucciones: El propósito de ésta escala es identificar las dificultades que Vd. pueda experimentar debido a su vértigo o falta de equilibrio. Por favor conteste "sí", "no" o "a veces" a cada pregunta. Conteste a cada una de las preguntas según se refieran al problema de su vértigo o falta de equilibrio.

P1. ¿Levantar la vista aumenta su problema?
E2. ¿Se siente frustrado a causa de su problema?
F3. A causa de su problema ¿decide limitar sus viajes de negocios o de ocio?
P4. ¿Caminar por el pasillo de un supermercado aumenta su problema?
F5. A causa de su problema ¿experimenta dificultades al acostarse y levantarse de la cama?
F6. ¿Su problema limita de forma significativa su participación en actividades de ocio tales como cenar fuera de casa, ir al cine, ir a bailar o ir a fiestas?
F7. A causa de su problema ¿experimenta dificultades al leer?
P8. ¿Realizar actividades más exigentes tales como hacer deporte, bailar, o realizar trabajos domésticos (por ejemplo barrer o recoger platos) aumenta su problema?
E9. A causa de su problema ¿tiene miedo a salir de casa sin que alguien le acompañe?
E10. A causa de su problema ¿ha sentido vergüenza delante de otro?
P11. ¿Los movimientos rápidos de cabeza aumentan su problema?
F12. A causa de su problema ¿evita las alturas?
P13. ¿Aumenta su problema darse la vuelta en la cama?
F14. A causa de su problema ¿le resulta difícil realizar trabajos domésticos agotadores?
E15. A causa de su problema ¿tiene miedo a que la gente piense que está ebrio?
F16. A causa de su problema ¿le resulta difícil pasear sólo?
P17. ¿Caminar por la cera aumenta su problema?
E18. A causa de su problema ¿le resulta difícil concentrarse?
F19. A causa de su problema ¿le resulta difícil caminar por su casa a oscuras?
E20. A causa de su problema ¿tiene miedo a quedarse sólo en casa?
E21. A causa de su problema ¿se siente incapacitado?
E22. ¿Su problema ha dificultado las relaciones con sus familiares y amigos?
E23. A causa de su problema ¿se siente deprimido?
F24. ¿Influye negativamente su problema en sus responsabilidades domésticas o laborales?
P25. ¿Aumenta su problema al agacharse?

"sí": 4 puntos
"a veces": 2 puntos
"no": 0 puntos

Total:.....

Anexo 16: Escala Analógica Visual de Vértigo (VVAS)



Visual Vertigo Analogue Scale

(Adapted from Longridge et al., 2002)

Indicate the amount of dizziness you experience in the following situations by marking off the scales below.

0 represents no dizziness and 10 represents the most dizziness

Walking through a supermarket aisle

0 — 10

Being a passenger in a car

0 — 10

Being under fluorescent lights

0 — 10

Watching traffic at a busy intersection

0 — 10

Walking through a shopping mall

0 — 10

Going down an escalator

0 — 10

Watching a movie at the movie theatre

0 — 10

Walking over a patterned floor

0 — 10

Watching action television

0 — 10

Anexo 17: Escala MSWS-12

Twelve Item MS Walking Scale (MSWS-12)

Record form

Subject ID Number | Subject Initials | Date Questionnaire Completed: Day / Month / Year

If you cannot walk at all, please tick this box ☐

In the past two weeks, how much has your MS . . .	Not at all	A little	Moderately	Quite a lot	Extremely
1. Limited your ability to walk?	1	2	3	4	5
2. Limited your ability to run?	1	2	3	4	5
3. Limited your ability to climb up and down stairs?	1	2	3	4	5
4. Made standing when doing things more difficult?	1	2	3	4	5
5. Limited your balance when standing or walking?	1	2	3	4	5
6. Limited how far you are able to walk?	1	2	3	4	5
7. Increased the effort needed for you to walk?	1	2	3	4	5
8. Made it necessary for you to use support when walking indoors (eg holding on to furniture, using a stick, etc.)?	1	2	3	4	5
9. Made it necessary for you to use support when walking outdoors (eg using a stick, a frame, etc.)?	1	2	3	4	5
10. Slowed down your walking?	1	2	3	4	5
11. Affected how smoothly you walk?	1	2	3	4	5
12. Made you concentrate on your walking?	1	2	3	4	5

From the numbers you circle against these questions, your healthcare professional can calculate your MSWS-12 score. This is done by adding the numbers you have circled, giving a total out of 60, and then transforming this to a scale with a range from 0 to 100. Higher scores indicate a greater impact on walking than lower scores.

To be completed by the healthcare professional

Total score _____ out of 60

Percentage _____ %

biogen idec

© 2010 Biogen Idec GmbH
Date of preparation: February 2011

Mobility Matters in MS

Anexo 18: Fatigue Severity Scale (FSS)

Patient Name: _____ DOB: _____ Date: _____

Fatigue Severity Scale (FSS)

The Fatigue Severity Scale (FSS) is a method of evaluating the impact of fatigue on you. The FSS is a short questionnaire that requires you to rate your level of fatigue.

The FSS questionnaire contains nine statements that rate the severity of your fatigue symptoms. Read each statement and circle a number from 1 to 7, based on how accurately it reflects your condition during the past week and the extent to which you agree or disagree that the statement applies to you.

- A low value (e.g., 1) indicates strong disagreement with the statement, whereas a high value (e.g., 7) indicates strong agreement.

- It is important that you circle a number (1 to 7) for every question.

FSS Questionnaire

During the past week, I have found that:	Disagree ← → Agree						
1. My motivation is lower when I am fatigued.	1	2	3	4	5	6	7
2. Exercise brings on my fatigue.	1	2	3	4	5	6	7
3. I am easily fatigued.	1	2	3	4	5	6	7
4. Fatigue interferes with my physical functioning.	1	2	3	4	5	6	7
5. Fatigue causes frequent problems for me.	1	2	3	4	5	6	7
6. My fatigue prevents sustained physical functioning.	1	2	3	4	5	6	7
7. Fatigue interferes with carrying out certain duties and responsibilities.	1	2	3	4	5	6	7
8. Fatigue is among my three most disabling symptoms.	1	2	3	4	5	6	7
9. Fatigue interferes with my work, family, or social life.	1	2	3	4	5	6	7
					Total Score:		

Scoring your results

Now that you have completed the questionnaire, it is time to score your results and evaluate your level of fatigue. It's simple: Add all the numbers you circled to get your score.

The fatigue Severity Scale key

A total score of less than 36 suggests that you may not be suffering from fatigue.
A total score of 36 or more suggests that you may need further evaluation by a physician.

Your next steps

This scale should not be used to make your own diagnosis.
If your score is 36 or more, please share this information with your physician. Be sure to describe all your symptoms as clearly as possible to aid in your diagnosis and treatment.

Anexo 19: Modified Fatigue Impact Scale (MFIS)

Modified Fatigue Impact Scale (MFIS)

Fatigue is a feeling of physical tiredness and lack of energy that many people experience from time to time. But people who have medical conditions like MS experience stronger feelings of fatigue more often and with greater impact than others.

Following is a list of statements that describe the effects of fatigue. Please read each statement carefully, the circle the one number that best indicates how often fatigue has affected you in this way during the past 4 weeks. (If you need help in marking your responses, tell the interviewer the number of the best response.) Please answer every question. If you are not sure which answer to select choose the one answer that comes closest to describing you. Ask the interviewer to explain any words or phrases that you do not understand.

Because of my fatigue during the past 4 weeks

		Never	Rarely	Sometimes	Often	Almost Always
1.	I have been less alert.	0	1	2	3	4
2.	I have had difficulty paying attention for long periods of time.	0	1	2	3	4
3.	I have been unable to think clearly.	0	1	2	3	4
4.	I have been clumsy and uncoordinated.	0	1	2	3	4
5.	I have been forgetful.	0	1	2	3	4
6.	I have had to pace myself in my physical activities.	0	1	2	3	4
7.	I have been less motivated to do anything that requires physical effort.	0	1	2	3	4
8.	I have been less motivated to participate in social activities.	0	1	2	3	4
9.	I have been limited in my ability to do things away from home.	0	1	2	3	4
10.	I have trouble maintaining physical effort for long periods.	0	1	2	3	4
11.	I have had difficulty making decisions.	0	1	2	3	4
12.	I have been less motivated to do anything that requires thinking	0	1	2	3	4
13.	My muscles have felt weak	0	1	2	3	4
14.	I have been physically uncomfortable.	0	1	2	3	4
15.	I have had trouble finishing tasks that require thinking.	0	1	2	3	4
16.	I have had difficulty organizing my thoughts when doing things at home or at work.	0	1	2	3	4
17.	I have been less able to complete tasks that require physical effort.	0	1	2	3	4

Anexo 20: Multiple Sclerosis Impact Scale (MSIS-29)

- The following questions ask for your views about the impact of MS on your day-to-day life **during the past two weeks**
- For each statement, please **circle** the **one** number that **best** describes your situation
- Please answer **all** questions

In the past two weeks, how much has your MS limited your ability to...		Not at all	A little	Moderately	Quite a bit	Extremely
1.	**Do physically demanding tasks?**	1	2	3	4	5
2.	**Grip things tightly (e.g. turning on taps)?**	1	2	3	4	5
3.	**Carry things?**	1	2	3	4	5

In the past two weeks, how much have you been bothered by...		Not at all	A little	Moderately	Quite a bit	Extremely
4.	**Problems with your balance?**	1	2	3	4	5
5.	**Difficulties moving about indoors?**	1	2	3	4	5
6.	**Being clumsy?**	1	2	3	4	5
7.	**Stiffness?**	1	2	3	4	5
8.	**Heavy arms and/or legs?**	1	2	3	4	5
9.	**Tremor of your arms or legs?**	1	2	3	4	5
10.	**Spasms in your limbs?**	1	2	3	4	5
11.	**Your body not doing what you want it to do?**	1	2	3	4	5
12.	**Having to depend on others to do things for you?**	1	2	3	4	5

Please check that you have answered all the questions before going on to the next page

®2000 Neurological Outcome Measures Unit, 4th Floor Queen Mary Wing, NHNN, Queen Square, London WC1N 3BG, UK

In the past two weeks, how much have you been bothered by...		Not at all	A little	Moderately	Quite a bit	Extremely
13.	**Limitations in your social and leisure activities at home?**	1	2	3	4	5
14.	**Being stuck at home more than you would like to be?**	1	2	3	4	5
15.	**Difficulties using your hands in everyday tasks?**	1	2	3	4	5
16.	**Having to cut down the amount of time you spent on work or other daily activities?**	1	2	3	4	5
17.	**Problems using transport (e.g. car, bus, train, taxi, etc.)?**	1	2	3	4	5
18.	**Taking longer to do things?**	1	2	3	4	5
19.	**Difficulty doing things spontaneously (e.g. going out on the spur of the moment)?**	1	2	3	4	5
20.	**Needing to go to the toilet urgently?**	1	2	3	4	5
21.	**Feeling unwell?**	1	2	3	4	5
22.	**Problems sleeping?**	1	2	3	4	5
23.	**Feeling mentally fatigued?**	1	2	3	4	5
24.	**Worries related to your MS?**	1	2	3	4	5
25.	**Feeling anxious or tense?**	1	2	3	4	5
26.	**Feeling irritable, impatient, or short tempered?**	1	2	3	4	5
27.	**Problems concentrating?**	1	2	3	4	5
28	**Lack of confidence?**	1	2	3	4	5
29.	**Feeling depressed?**	1	2	3	4	5

Grado en Fisioterapia

Trabajo Fin de Grado

Curso 2025-2026

Efectividad del ejercicio terapéutico en pacientes con esclerosis múltiple: Revisión Sistematizada.

TRABAJO FINAL DE GRADO PRESENTADO POR:

Evan JAGUES

TUTOR/A DEL TRABAJO:

Clara PUJOL FUENTES

Valencia, 2026