

2020-2021

TRABAJO FIN DE GRADO

Revisión bibliográfica

EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA SOBRE LOS VALORES DE FUERZA MUSCULAR EN PERSONAS CON ESCLEROSIS MÚLTIPLE



GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE

ALUMNA: PAULA SÁNCHEZ ORTUÑO

TUTOR ACADÉMICO: FRANCISCO DAVID BARBADO MURILLO

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ÍNDICE

Resumen	2
1. Contextualización	3
2. Justificación de la revisión.....	5
3. Objetivos.....	6
3.1. Objetivo general	6
3.2. Objetivos específicos	6
4. Metodología	6
4.1. Criterios de selección	6
5. Resultados.....	8
5.1. Descripción de los estudios	8
5.2. Descripción de los resultados obtenidos	9
6. Discusión	20
7. Conclusión.....	21
8. Bibliografía.....	21



Resumen

La Esclerosis Múltiple (EM) se define como una enfermedad crónica, inflamatoria, desmielinizante, y autoinmune que afecta al Sistema Nervioso Central. Se caracteriza porque el sistema inmune ataca a las vainas de mielina de las neuronas, produciendo una mala comunicación entre el cerebro y el resto del cuerpo. Se desconoce su causa y científicos señalan que los factores de riesgo son de tipo genético y ambiental. Hay distintos tipos de EM en los que se encuentran la remitente recurrente, la secundaria progresiva, la primaria progresiva y la progresiva recurrente. Los síntomas son muy variables y la evolución de dicha enfermedad es impredecible. Para llevar un seguimiento de la evolución del paciente se utiliza la Escala Expandida del Estado de Discapacidad. Actualmente no tiene cura, se utilizan tratamientos farmacológicos y de rehabilitación. Y debido a ello, tiene importancia realizar una revisión bibliográfica para examinar los efectos que tiene el entrenamiento de fuerza sobre los valores de fuerza muscular en personas con esclerosis múltiple, además de saber cuál es la dosis de este tipo de entrenamiento que obtiene los mejores resultados y si existen efectos adversos asociados puesto que se podría utilizar dentro de los de rehabilitación.

Esta revisión de la literatura se ha realizado en dos bases de datos diferentes (PubMed y Google Académico) de revisiones publicadas en los últimos 15 años y escritas en castellano o en inglés. Los estudios debían pertenecer a dichas revisiones y en ellos tenía que realizarse entrenamiento de fuerza en personas con EM y comprobar si tenía efectos sobre los valores de fuerza muscular.

Se han seleccionado un total de 4 revisiones y de ellas un total de 11 estudios para la realización de este trabajo ya que cumplieron los criterios de inclusión especificados. Los resultados muestran una mejora en la producción de fuerza.

El entrenamiento de fuerza tiene beneficios en la producción de fuerza muscular en personas con esclerosis múltiple, además de que no tiene efectos adversos por lo que dicho entrenamiento puede ser una buena herramienta para utilizar en el tratamiento mediante programas de rehabilitación y mejorar así la sintomatología de la enfermedad.

1. Contextualización

La Esclerosis Múltiple (EM) es una enfermedad crónica, inflamatoria, desmielinizante, y autoinmune que afecta al Sistema Nervioso Central, en concreto al cerebro y a la médula espinal. Se considera una de las causas más comunes de discapacidad neurológica en adultos jóvenes (Porras-Betancourt, Núñez-Orozco, Plascencia-Álvarez, Quiñones-Aguilar, & Sauri-Suárez, 2007)

Si bien se desconocen las causas que la originan, su fisiopatología tiene una naturaleza autoinmune, ya que el sistema inmunitario ataca al sistema nervioso, en primería instancia, a las vainas de mielina, que es la sustancia protectora que recubre las fibras nerviosas o neuronas. El avance de la enfermedad causa una degeneración axonal progresiva y permanente de los nervios que se traduce como una mala comunicación entre el cerebro y el resto del cuerpo (Martínez-Altarriba, Ramos Campoy, Luna-Calcaño, & Arrieta-Antón, 2015).

Aunque su causa es desconocida, muchos científicos han señalado que entre los factores de riesgo de la enfermedad podrían participar tanto factores genéticos como ambientales (Porras-Betancourt et al, 2007).

En cuanto a factores genéticos destaca el sexo femenino ya que en las mujeres se desarrolla el doble que en los hombres y la predisposición genética puesto que los hijos de una persona con EM tienen una probabilidad más elevada de desarrollar la enfermedad. También, tener un hermano con esclerosis hace que tengas 5 % de probabilidad de tenerla, y si es tu gemelo el 25 % de probabilidad de padecer la enfermedad.

En lo relativo a los factores ambientales destaca tener una edad media de 30 años, tener reducidos niveles de vitamina D por una baja exposición a la luz solar, la zona del hemisferio debido al efecto de la latitud y determinadas infecciones causadas por virus y bacterias que se han relacionado con el desarrollo de la EM.

Comúnmente la EM se clasifica en diferentes tipos según la evolución de la enfermedad (Moreno, Sponda, Echazarreta, Triano, & Morales, 2012):

- EM REMITENTE RECURRENTE (EMRR): Es la más frecuente ya que afecta a más del 80% de los pacientes con EM. En numerosas ocasiones, este tipo de EM no presenta síntomas durante los primeros años, a pesar de que de forma subyacente se estén produciendo lesiones inflamatorias en el SNC. Presentan brotes imprevisibles y los síntomas aparecen en cualquier momento, y duran días o incluso semanas, y después desaparecen.
- EM SECUNDARIA PROGRESIVA (EMSP): Conforme avanza la enfermedad, suele aparecer unos 10-20 años después de presentar la EM remitente recurrente, en la cual las remisiones son poco frecuentes y suelen tener un empeoramiento de los síntomas con el paso del tiempo.
- EM PRIMARIA PROGRESIVA (EMPP): Tiene un comienzo de la enfermedad lento, de manera que la discapacidad progresa de forma paulatina, sin ningún brote. Se da en el 15 % de los pacientes.
- EM PROGRESIVA RECURRENTE (EMRP): Es el tipo de EM menos frecuente. Se diferencia de la EMPP debido a que presenta brotes agudos claros con o sin recuperación al 100 %.

Los síntomas de la EM son muy variables y por ello la evolución de la enfermedad es impredecible ya que los daños de la mielina se producen en distintas áreas del SNC. Los más frecuentes son los que se enumeran a continuación (Moreno et al, 2012).

- Síntomas visuales: visión borrosa, visión doble, disminución de la intensidad de los colores y dolor al mover el ojo afectado.

- Síntomas motores: pérdida de fuerza en una extremidad o en la mitad del cuerpo, espasticidad y dificultad para caminar.
- Síntomas cognitivos: déficit de concentración y de memoria.
- Síntomas sensoriales: sensación de hormigueo, entumecimiento y quemazón.
- Síntomas cerebelosos: mareo, sensación de inestabilidad y falta de coordinación.
- Síntomas sexuales y urinarios: disfunción sexual, retención e incontinencia.
- Síntomas emocionales: inestabilidad emocional, ansiedad y depresión.

Los pacientes con EM suelen presentar diferentes grados de progresión de la discapacidad y además varía a lo largo del tiempo. Para poder evaluar la progresión de la enfermedad en las personas se suele utilizar un instrumento conocido como Escala Expandida del Estado de Discapacidad (EDSS, por sus siglas en inglés) que tiene la finalidad de llevar un seguimiento continuo de la evolución del paciente (figura 1). Esta escala contempla ocho sistemas funcionales (cerebelar, piramidal, tronco cerebral, mental, visual, sensibilidad, intestino y vejiga) (Moreno et al, 2012).



Figura 1. Escala EDSS (*expanded disability status scale* o escala ampliada del estado de discapacidad)

Fuente: Izquierdo, G., & Ruiz-Peña, J. L. (2003). Evaluación clínica de la esclerosis múltiple: cuantificación mediante la utilización de escalas. *Rev Neurol*, 36(2), 145-52.

Actualmente la EM no tiene cura, pero existen diferentes tratamientos (Martinez-Altarriba et al, 2015).

- Los tratamientos farmacológicos para aliviar los síntomas producidos por la EM y para frenar la aparición de la enfermedad. Son los siguientes:
 - Tratamiento modificador: su objetivo es preventivo. Reduce la frecuencia y la severidad de los brotes y disminuye la formación de nuevas lesiones en el SNC. Tiene efectos secundarios.
 - Tratamiento del brote: su objetivo es acelerar la recuperación de los síntomas después de una recaída, disminuyen la intensidad y reducen la duración de los brotes. Se utilizan glucocorticoides.

- Tratamiento de los síntomas: su objetivo es tratar los síntomas asociados tales como espasticidad, trastornos urinarios, dolores, cansancio, temblores... y mejorar la calidad de vida del paciente.
 - También encontramos tratamientos de rehabilitación, donde se realiza de forma continua una rehabilitación neurológica y funcional de las personas. En el cual trabaja un equipo multidisciplinar tanto con el paciente como con su círculo más cercano.

En cuanto a la prevalencia que tiene en la actualidad en la población, hay que destacar que en todo el mundo hay unos 2,5 millones de personas y 700.000 en Europa que padecen esta enfermedad. Hay que señalar que, en España, la prevalencia media es de 125 casos por cada 100.000 habitantes (Mallada, 1999).

2. Justificación de la revisión

Llevar a cabo una revisión bibliográfica sobre los efectos que tiene el entrenamiento de fuerza en personas que padecen EM tiene importancia para poder optimizar los programas de rehabilitación y mejorar la sintomatología de la enfermedad (Cruickshank, Reyes, & Ziman, 2015). Hay científicos que siguen investigando en numerosos lugares del mundo acerca de nuevos tratamientos que ayuden a prevenir, curar o al menos a paliar los problemas que conlleva esta enfermedad. Actualmente, hay muy poca información clínica de como pautar el entrenamiento físico para esta población, y en concreto de cuál sería la dosis apropiada de ejercicio físico que ayude a maximizar la condición física y reducir la sintomatología de las personas que se ven afectadas por la esclerosis múltiple.

Está demostrado que la práctica de ejercicio físico en personas con EM es clave como herramienta complementaria para el tratamiento de personas con EM debido a que ayuda a controlar la sintomatología de la enfermedad, contribuye a conservar las capacidades funcionales aumentando la calidad de vida, mejora el bienestar ya que reduce la fatiga, mejora las capacidades físicas (fuerza, resistencia, flexibilidad), aumenta la coordinación y el equilibrio y se sienten con un mayor grado de autonomía para poder desarrollar las actividades del día a día (Reynolds, Ashbaugh, Hockenberry, & McGrew, 2018).

De entre los distintos tipos de entrenamientos, el entrenamiento de fuerza tiene beneficios en esta población ya que sirve para abordar numerosas características clínicas que presentan las personas que padecen trastornos neurodegenerativos tales como la EM. En cuanto a la definición, el entrenamiento de fuerza es el uso de una resistencia externa para lograr contraer un músculo o grupo de músculos dando como resultado un incremento de fuerza muscular, resistencia anaeróbica y tamaño de los músculos. La evidencia nos dice que este tipo de entrenamiento mejora la calidad de vida, la funcionalidad, la potencia y la fuerza que desarrollan los músculos, y además disminuye los niveles de fatiga (Cruickshank et al, 2015).

Hoy en día no está claro cuál es la dosis de entrenamiento de fuerza (volumen, intensidad, frecuencia semanal, tipo de entrenamiento) más adecuada para poder asegurar un aumento de la fuerza muscular en esta población. Sabemos que la EM causa lesiones que afectan a la capacidad de generar fuerza y que dificultan las capacidades funcionales (Cruickshank et al, 2015). Por ello se ha realizado una revisión acerca de cuál sería el entrenamiento de fuerza que deben de realizar las personas que sufren esta enfermedad para conseguir los mejores resultados en los valores de fuerza muscular, comprobar en qué rangos se conseguirían ganancias, saber cuáles son los posibles efectos adversos del entrenamiento y con ello poder disminuir la sintomatología, retrasar la progresión de la enfermedad e incluso mejorar la calidad de vida de los pacientes con EM.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

- Realizar una revisión bibliográfica para conocer los efectos que tiene el entrenamiento de fuerza sobre los valores de fuerza muscular en personas con esclerosis múltiple.

3.2. Objetivos específicos

- Identificar cuáles son los entrenamientos de fuerza que tienen mayores beneficios en esta población.
- Conocer en qué rangos se mejoran los valores de fuerza muscular.
- Analizar los posibles efectos adversos que provoca este tipo de entrenamiento.

4. Metodología

Para la elaboración de este trabajo se ha realizado una revisión bibliográfica de revisiones sistemáticas o metaanálisis. La revisión de la literatura se ha llevado a cabo durante los meses de marzo y abril del año 2021. La búsqueda se ha hecho mediante dos bases de datos diferentes: PubMed y Google Académico.

En primer lugar, se han aceptado las revisiones o metaanálisis más relevantes en los últimos 15 años (un total de 4 revisiones, la más antigua de ellas publicada en el año 2006 y la más reciente publicada en el año 2017). Una vez que se han recogido las revisiones, se han seleccionado para el trabajo los artículos más relevantes publicados en las revisiones (un total de 11 estudios).

4.1. Criterios de selección

Criterios de inclusión:

Las revisiones incluidas en el estudio cumplen los siguientes criterios:

- Fecha de publicación de las revisiones: <15 años
- Especie humana.
- Idioma: inglés, castellano.
- Población con esclerosis múltiple.
- Revisiones referentes al entrenamiento de fuerza en pacientes con EM.
- Artículos pertenecientes a las revisiones.

Criterios de exclusión:

Se han excluido revisiones que cumplen los siguientes requisitos:

- No ofrecen información detallada sobre el proceso y resultado del entrenamiento de fuerza en los valores de fuerza muscular en personas con EM.
- Tratan sobre el entrenamiento en general.
- Artículos que aparecen duplicados en las revisiones.

A continuación, en la tabla 1, se pueden observar los resultados iniciales obtenidos en la base de datos de PubMed.

Tabla 1. Revisiones obtenidas y seleccionadas a través de diferentes búsquedas en la base de datos de PubMed.

Términos de búsqueda	Revisiones obtenidas	Revisiones seleccionadas
"Multiple sclerosis" AND "strength training"	10	1
"Multiple sclerosis" AND "muscle strength"	39	2
"Multiple sclerosis" AND "resistance training"	22	1

En la tabla 2, se pueden observar los resultados iniciales obtenidas en la base de datos de Google Académico.

Tabla 2. Revisiones obtenidas y seleccionadas a través de diferentes búsquedas en la base de datos de Google Académico.

Términos de búsqueda	Revisiones obtenidas	Revisiones seleccionadas
"Revisión sistemática" del "entrenamiento de fuerza" en personas con "esclerosis múltiple"	71	0
"Revisión" de un "programa de entrenamiento de fuerza" en personas con "esclerosis múltiple"	14	0

Los artículos seleccionados para esta revisión serán analizados mediante la escala PEDro. La escala PEDro evalúa la calidad metodológica de los artículos mediante un total de once ítems. Fuente: Physiotherapy Evidence Database [Internet]. (2012). Escala PEDro en español. Recuperado de: <https://pedro.org.au/spanish/resources/pedro-scale/>

1. Los criterios de elección fueron especificados.
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos).
3. La asignación fue oculta.
4. Los grupos fueron similares al inicio con relación a los indicadores de pronóstico más importantes.
5. Todos los sujetos fueron cegados.
6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados.
7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados.

8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos.

9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por intención de tratar.

10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave.

11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.

5. Resultados

Una vez se han aplicado los criterios de selección y los límites de búsqueda obtuvimos las 4 revisiones que componen nuestra revisión, en la búsqueda que hemos realizado en ellas se han seleccionado 11 estudios, otros se han desechado porque estaban por duplicado y otros porque no resultaban relevantes para nuestro trabajo.

Se ha realizado un diagrama de flujo (figura 2) que se muestra en la siguiente página donde se representa el proceso de búsqueda que se ha llevado a cabo de las revisiones en el que también aparecen el total de los artículos seleccionados de las mismas para poder realizarlo. La búsqueda ha sido realizada en castellano en Google Académico y en inglés en la base de datos de Pubmed. las palabras clave utilizadas han sido: *multiple sclerosis, strength training, resistance training, muscle strength*. Para facilitar la estrategia de búsqueda se ha sido utilizado el operador booleano "AND".

Tras acabar la selección de los estudios incluidos en la revisión, se ha utilizado la escala PEDro (página 11) para poder evaluar la calidad metodológica de estos y obtener así la puntuación total. Cabe destacar que dicha escala está compuesta por un total de 11 criterios metodológicos y se otorga un punto si este se cumple claramente.

5.1. Descripción de los estudios

A continuación, se ha realizado una tabla (páginas 13-15) donde se muestra una descripción general con las principales características de los artículos seleccionados de las revisiones que forman parte del trabajo. En general, las intervenciones de entrenamiento de fuerza tenían en cuenta a la hora de realizar las medidas de evaluación el tren inferior, midiendo la mayoría de ellos la producción de fuerza muscular de los extensores de rodilla (Dodd et al. 2011; Dalgas et al. 2009; Broekmans et al. 2011; Medina-Perez et al. 2014; DeBolt et al. 2004; Kjolhede et al. 2015; Gutierrez et al. 2005; White et al. 2006; Taylor et al. 2006). Algunos de estos estudios también incluyeron la medición de los flexores de rodilla (Dodd et al. 2011; Dalgas et al. 2009; Kjolhede et al. 2015; Gutierrez et al. 2005; White et al. 2006). Otros artículos tuvieron en cuenta para la medición la flexión plantar del tobillo (Fimland et al. 2010; Gutierrez et al. 2005; White et al. 2006). Dos de los estudios realizaron una medición de la dorsiflexión del tobillo (Gutierrez et al. 2005; White et al. 2006). Por último, solo un estudio tuvo en cuenta para la medición la fuerza de agarre (Sabapathy et al. 2010). Y únicamente un estudio valoro el tren superior, ya que realizó una medición de la fuerza de los extensores del codo (Taylor et al. 2006). Los períodos de entrenamiento fueron de un mínimo de 3 semanas y de un máximo de 24 semanas de duración, con una frecuencia que oscilaba entre 2-3 sesiones por semana. La media de la muestra fue de 27 participantes, siendo mayor la participación de mujeres que la de hombres en todos los estudios.

En cuanto a la dosis de entrenamiento de fuerza (volumen, intensidad, frecuencia semanal, tipo de entrenamiento) y a las medidas de evaluación todos los estudios detallaron el procedimiento de forma adecuada. En general, las intervenciones fueron supervisadas por profesionales y en casi todas se ha realizado un protocolo de evaluación pre y post intervención.

5.2. Descripción de los resultados obtenidos

Se han añadido dos tablas (páginas 16-19) en las cuales se ha hecho una descripción de los principales resultados obtenidos en cada estudio después de realizar dichas intervenciones de entrenamiento de fuerza. La primera de ellas muestra los resultados obtenidos en las medidas de evaluación de tren superior y la segunda, los resultados de tren inferior.

Dodd et al. (2011) halló que la fuerza máxima de la extensión de la rodilla aumentó un 16,8 % y que en la flexión de rodilla también se produjo una ganancia de fuerza del 29,8 %. Aumentó la resistencia muscular de los participantes. Además, tras la intervención de 10 semanas se encontraron mejoras en la fatiga física, en la calidad de vida y no hubo efectos adversos.

Fimland et al. (2010) encontró que la fuerza isométrica máxima voluntaria medida en la flexión plantar del tobillo aumentó un 9,8 %. En cuanto a la actividad EMG, aumentó un 16 % en el sóleo, mientras que no hubo cambios en la actividad EMG del tibial anterior ni del vasto lateral obtenida durante la contracción voluntaria máxima. Y en lo relativo a la contracción voluntaria máxima aumentó un 20 % respectivamente después de 3 semanas de entrenamiento.

Sabapathy et al. (2010) comparó el entrenamiento de fuerza con el de resistencia en personas con EM. Tras dicha intervención no encontró diferencias significativas en la producción de fuerza de agarre ni en ningún otro resultado. Tampoco hubo efectos adversos por lo dedujo que ambos entrenamientos proporcionaban efectos similares en esta población.

Dalgas et al. (2009) mostró que tras una intervención de entrenamiento de fuerza de con una duración de 12 semanas se produjeron ganancias de fuerza en la extensión de rodilla del 15,7 % obtenidas en la contracción voluntaria máxima. También mejoró la capacidad funcional de los sujetos que participaron en el estudio.

Broekmans et al. (2011) encontró que la fuerza isométrica máxima voluntaria medida en la extensión de rodilla aumentó un 10 % y en la flexión de rodilla un 9 %. Además, las piernas dañadas respondieron de forma positiva al entrenamiento de fuerza. En lo relativo a la fuerza dinámica y a las pruebas funcionales no hubo cambios.

Medina-Perez et al. (2014) halló que tras el entrenamiento de fuerza aumentó la fuerza obtenida en la (MVIC) contracción voluntaria isométrica máxima y también la potencia muscular. No hubo cambios en la resistencia muscular. Después de 12 semanas de desentrenamiento la MVIC volvió a los valores previos al entrenamiento y que los cambios producidos en la potencia muscular eran aún mayores que antes del entrenamiento.

DeBolt et al. (2004) mostró que la intervención de entrenamiento de fuerza en casa obtuvo ganancias significativas en la potencia muscular de los extensores de rodilla, pero que no hubo cambios en el equilibrio ni en la movilidad de los sujetos.

Kjohede et al. (2015) encontró que la realización del entrenamiento de fuerza durante 24 semanas tuvo mejoras significativas en la función neuromuscular de los extensores y flexores de rodilla, esto se tradujo en mejoras en la funcionalidad de los participantes.

Gutierrez et al. (2005) halló que con una intervención de entrenamiento de fuerza de 8 semanas aumentó la fuerza isométrica voluntaria máxima de las piernas por lo que obtuvo mejoras en la zancada, en la longitud de los pasos y en la fase de balanceo. Además, los índices de fatiga disminuyeron.

White et al. (2006) mostró ganancias significativas en la fuerza producida tanto por los extensores de rodilla como por la flexión del tobillo después del entrenamiento realizado. También disminuyó la fatiga de los sujetos y los factores de riesgo de sufrir una enfermedad de las arterias coronarias.

Taylor et al. (2006) examinó los efectos producidos en la fuerza una vez realizado el entrenamiento de fuerza, se encontró con mejoras significativas en la fuerza del brazo medida en los extensores del codo del 14,4 %, en la resistencia muscular de las piernas de 170,9 % y en la velocidad de la marcha de 6,1 % y el impacto de la EM en la condición física de los participantes se redujo notablemente.



Figura 2. Diagrama de flujo.

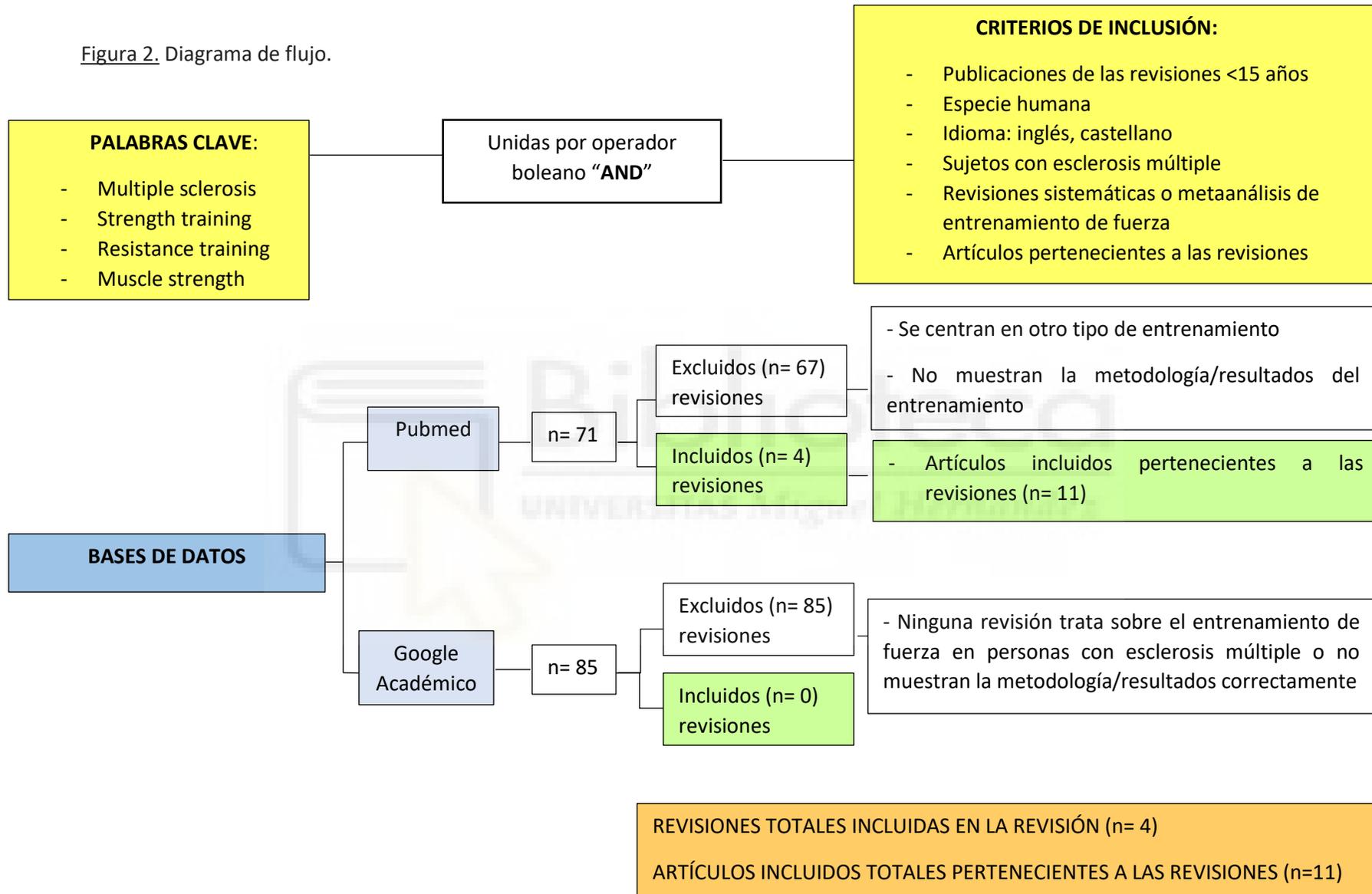


Tabla 3. Escala PEDro obtenida después de evaluar la calidad metodológica de los artículos seleccionados en la revisión.

ARTÍCULOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	PUNTUACIÓN TOTAL (0-11)
Dodd et al 2011	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	9
Fimland et al 2010	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	5
Sabapathy et al 2010	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	6
Dalgas et al 2009	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	7
Broekmans et al 2011	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	6
Medina-Perez et al 2014	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	7
DeBolt et al 2004	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	6
Kjohede et al 2015	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	7
Gutierrez et al 2005	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	3
White et al 2006	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	3
Taylor et al 2006	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	3
Cumple criterio= 1 punto - No cumple criterio= 0 punto												

Tabla 4. Resumen de las principales características de los estudios seleccionados en las revisiones.

Autores (año)	Muestra	Género	Edad (años) Media ± DT	EDSS/DSS	Grupo muscular	Intervención	Medidas de evaluación	Eventos adversos
Dodd et al 2011	EMRR n: 71 (GE: 36, GC: 35)	H: 19 M: 52	GE: 47.7 ± 10.8 años GC: 50.4 ± 9.6 años	Índice de ambulación = 2, 3 y 4 Severa a moderada	Extensores de rodillas	2 series x 10 reps, 2 d/s x 10 semanas	Fuerza y resistencia muscular en el tren inferior	No
Fimland et al 2010	Pacientes con EM n: 14 (GE: 7, GC: 7)	H: 8 M: 6	GE: 53 ± 4 años GC: 54 ± 2 años	(EDSS) E: 4.6 C: 3.5	Flexión plantar del tobillo	Dinámica unilateral 4 series x 4 reps (85-90% RM), 5 d/s x 3 semanas	Dinamómetro isométrico Fuerza isométrica voluntaria máxima y actividad EMG	No
Sabapathy et al 2010	EMRR Y EMSP n: 16	H: 4 M: 12	55 ± 7 años	(DSS) 1-3	No especifica	2/3 series x 6/10 reps, 2 d/s x 8 semanas	Fuerza de agarre	No
Dalgas et al 2009	Pacientes con EM n: 31 (GE: 15, GC: 16)	H: 11 M: 20	GE: 47.7 ± 11.5 años GC: 49.1 ± 9 años	(EDSS) 3 - 5.5	Extensores de rodilla	Isométrica máxima 3/4 series x 8/12 reps, 2 d/s x 12 semanas	Fuerza isométrica voluntaria máxima	Dolor lumbar

Tabla 4. Resumen de las principales características de los estudios seleccionados en las revisiones (continuación).

Broekmans et al 2011	Pacientes con EM n:36 (RESo: 11, RESe: 11, C:14)	H: 13 M: 23	RESo: 44.9 ± 11.6 años RESe: 48.7 ± 8.6 años C: 49.7 ± 11.3 años	(EDSS) RESo: 4.5 RESe: 4.4 C: 4.1	Extensores y flexores de rodilla	1/2 series x 10/15 reps (50-60% 1 RM-15 RM), 2 d/s x 20 semanas	Dinamómetro isocinético Fuerza isométrica voluntaria máxima	RESe: recaída severa C: accidente cerebrovascular leve (no relacionado)
Medina-Perez et al 2014	Pacientes con EMRR n: 13	H: 4 M: 9	43 ± 8 años	(EDSS) 3.4	Extensores de rodilla	Concéntrico-excéntrico 3 series x 8/13 reps (35-70% MVIC), 2 d/s x 12 semanas	Fuerza muscular (isométrica y resistencia) y potencia muscular	No
DeBolt et al 2004	Pacientes con EM n: 36 (GE: 19, GC: 17)	H: 8 M: 29	H: 50.3 ± 8.5 años M: 51.1 ± 7.1 años	(EDSS) 1 - 6.5	Extensores de rodilla	Potencia 2/3 series x 8/12 reps, 3 d/s x 8 semanas	Potencia, equilibrio y movilidad.	No
Kjohede et al 2015	Pacientes con EMRR n: 35	No especifica	43.2 ± 8.1 años	(EDSS) 3	Extensores y flexores de rodilla	Isométrica máxima unilateral. 3/5 series x 6/12 reps (6-15 RM), 2 d/s x 24 semanas	Dinamómetro isocinético Fuerza isométrica voluntaria máxima	No

Tabla 4. Resumen de las principales características de los estudios seleccionados en las revisiones (continuación).

Gutierrez et al 2005	Pacientes con EM n: 8	H: 1 M: 7	46 ± 11.5 años	(EDSS) 3.6	Extensores y flexores de rodilla, dorsiflexión y flexión plantar del tobillo	Isométrica máxima 1 serie x 6/10 reps (40-70% 1 RM), 2 d/s x 8 semanas	Dinamómetro isocinético Fuerza isométrica voluntaria máxima	No
White et al 2006	Pacientes con EM, no fumadoras n: 12	M: 12	47.3 ± 4.7 años	(EDSS) 4	Extensores de rodilla, dorsiflexión y flexión plantar del tobillo	Isométrica máxima 1 serie x 5/15 reps (40-70% RM), 2 d/s x 8 semanas	Fuerza isométrica voluntaria máxima	No
Taylor et al 2006	Pacientes con EM n: 9	H: 2 M: 7	45.6 ± 10.7 años	(DSS) 0-2	Extensores de rodilla y de codo	2 series x 10/12 reps (60-80% 1 RM), 2 d/s x 10 semanas	Fuerza isométrica máxima y resistencia muscular (reps a la mitad de 1 RM)	No

GC: grupo control, GE: grupo experimental, H: Hombres, M: Mujeres, EDSS: escala expandida del estado de discapacidad, DSS: escala de estado de discapacidad, reps: repeticiones, RM: repeticiones máximas, d/s: días por semana, MVC: contracción voluntaria máxima, EMG: electromiografía; EMRR: esclerosis múltiple remitente recurrente, EMSP: esclerosis múltiple secundaria progresiva

Tabla 5. Resultados de los estudios. Tren superior.

ARTÍCULOS	% de Incremento de fuerza pre/post intervención. \pm DT			
	Extensores de codo		Agarre	
	GC	GE	GC	GE
Dodd et al 2011				
Fimland et al 2010				
Sabapathy et al 2010				(Kg) Pre: 30.3 \pm 14.2 Post: 31.6 \pm 12.8
Dalgas et al 2009				
Broekmans et al 2011				
Medina-Perez et al 2014				
DeBolt et al 2004				
Kjohede et al 2015				
Gutierrez et al 2005				
White et al 2006				
Taylor et al 2006		1 RM (kg) Pre: 35.3 \pm 16.4 Post: 40.4 \pm 14.5		

GC: Grupo control, GE: Grupo experimental, MVC: máxima contracción voluntaria, MVIC: máxima contracción voluntaria isométrica, RM: repeticiones máximas; N: newton; Nm: newton metro

Tabla 6. Resultados de los estudios. Tren inferior.

ARTÍCULOS	% de Incremento de fuerza pre/post intervención. ± DT							
	Extensores de rodilla		Flexores de rodilla		Dorsiflexión de tobillo		Flexión plantar del tobillo	
	GC	GE	GC	GE	GC	GE	GC	GE
Dodd et al 2011	1 RM (kg) Pre: 62.2 ± 37.6 Post: 66 ± 41.6	1 RM (kg) Pre: 70 ± 36 Post: 85.8 ± 46.5	1 RM (kg) Pre: 62.2 ± 37.6 Post: 66 ± 41.6	1 RM (kg) Pre: 30.8 ± 22.3 Post: 37.3 ± 21.2				
Fimland et al 2010							MVIC (Nm) Pre: 88 ± 26.4 Post: 91 ± 31.7	MVIC (Nm) Pre: 88 ± 47.6 Post: 101 ± 47.6
Sabapathy et al 2010								
Dalgas et al 2009	MVIC (Nm) Pre: 168.6 ± 51.5 Post: 171.6 ± 60.9	MVIC (Nm) Pre: 174.8 ± 64.7 Post: 194.8 ± 59.2	MVIC (Nm) Pre: 67.2 ± 18.6 Post: 66.4 ± 18.1	MVIC (Nm) Pre: 73.2 ± 28.9 Post: 81.8 ± 26.9				

Tabla 6. Resultados de los estudios. Tren inferior (continuación).

Broekmans et al 2011	MVIC (Nm) 45º Pre: 97.7 ± 32.9 Post: 93 ± 31.5	MVIC (Nm) 45º Pre: 128 ± 41.13 Post: 138.9 ± 42.45		
Medina-Perez et al 2014	MVIC (N) Pre: 615 ± 109 Post: 604 ± 126	MVIC (N) Pre: 754 ± 235 Post: 755 ± 234		
DeBolt et al 2004	Potencia (W/kg) Pre: 3.5 ± 1.3 Post: 3.7 ± 1.2	Potencia (W/kg) Pre: 3.2 ± 1.4 Post: 3.9 ± 1.2		
Kjohede, Vissing et al 2015	MVIC (Nm) Pre: 2.1 ± 0.2 Post: 2.2 ± 0.2	MVIC (Nm) Pre: 2.3 ± 0.2 Post: 2.7 ± 0.2	MVIC (Nm) Pre: 0.9 ± 0.1 Post: 0.9 ± 0.1	MVIC (Nm) Pre: 0.9 ± 0.1 Post: 1 ± 0.1

Tabla 6. Resultados de los estudios. Tren inferior (continuación).

De Souza- Teixeira et al 2009	MVC (N) Pre: 685.9 ± 219.4 Post: 784.9 ± 235.6			
Gutierrez et al 2005	MVC (Nm) Pre: 74.7 ± 20.6 Post: 80.1 ± 20.7	MVC (Nm) Pre: 39.3 ± 10.9 Post: 45.6 ± 24.1	MVC (Nm) Pre: 29.1 ± 9.9 Post: 29.1 ± 11.6	MVC (Nm) Pre: 60.2 ± 20.3 Post: 93.4 ± 45.3
White et al 2006	MVIC (N) 249 ± 69 (+ 7.4 %)	MVIC (N) 131 ± 37 (+ 43 %)	MVIC (N) 224 ± 76 (+ 9 %)	MVIC (N) 463 ± 156 (+ 52 %)
Taylor et al 2006	1 RM (kg) Pre: 104.8 ± 62.0 Post: 139.0 ± 93.1			

GC: Grupo control, GE: Grupo experimental, MVC: máxima contracción voluntaria, MVIC: máxima contracción voluntaria isométrica, RM: repeticiones máximas; N: newton; Nm: newton metro

6. Discusión

La revisión llevada a cabo tuvo el propósito de examinar los efectos que tiene el entrenamiento de fuerza sobre las mejoras en la fuerza muscular en las personas con esclerosis múltiple para así poner en marcha programas de rehabilitación óptimos para esta población.

Una vez realizada la búsqueda en las bases de datos, 4 revisiones fueron seleccionadas y de ellas un total de 11 estudios fueron elegidos ya que cumplieron los criterios de inclusión especificados en la revisión. En el primer estudio Dodd et al. (2011) se muestra que, tras la intervención de 10 semanas, tanto la fuerza en los extensores de rodilla como en los flexores de rodilla había aumentado un 16,8 % y 29,8 % respectivamente. En el segundo artículo Fimland et al. (2010) muestra la intervención con menor duración de todas con tan solo 3 semanas de entrenamiento, pero con una frecuencia de entrenamiento elevada de 5 días por semana, aun así, se producen ganancias de fuerza en la flexión plantar del tobillo de 9 %. En el estudio de Sabapathy et al. (2010) se realizó una comparación de los efectos que producía el entrenamiento de fuerza y el entrenamiento de resistencia en esta población, y no hubo diferencias ni mejora significativa en la fuerza de agarre medida tras la intervención. Respecto al artículo de Dalgas et al. (2009) expone que la realización de entrenamiento de fuerza en un período de 12 semanas induce ganancias de fuerza muscular en la extensión de rodilla de 15,7 % y que los efectos persisten después de 12 semanas de actividad física autoguiada. En relación con el estudio de Broekmans et al. (2011) se muestra que a largo plazo con entrenamiento de fuerza de intensidad ligera a moderada mejora la fuerza muscular en personas con EM. En cuanto al estudio de Medina-Perez et al. (2014) halló que al realizar una intervención de entrenamiento de fuerza de 12 semanas de duración los sujetos consiguieron aumentar la fuerza isométrica máxima y la potencia. En el artículo de DeBolt et al. (2004) realizó una intervención de entrenamiento de fuerza en casa, hay que destacar que tuvo una buena acogida por los participantes y, además se produjo un aumento en la potencia muscular de las piernas. Kjolhede et al. (2015) realizó una intervención de entrenamiento contra resistencia de la cual obtuvo mejoras tanto en la función neuromuscular como en la capacidad funcional de los participantes. En el estudio de Gutierrez et al. (2005) tras una intervención de 8 semanas de entrenamiento de fuerza hubo ganancias en fuerza isométrica máxima lo que se tradujo a mejoras en la capacidad de los sujetos de caminar. White et al. (2006) muestra mejoras significativas en la fuerza en la extensión de rodilla y en la flexión de rodilla, además disminuyó la percepción de fatiga de los sujetos. Y en el último estudio Taylor et al. (2006) observó ganancias de fuerza en la extensión de codos y en la resistencia muscular de las piernas.

Contrastando todos los artículos revisados, se muestra que hay un aumento significativo de la fuerza en la mayoría de los estudios, pero cambia el porcentaje de mejora observado a través de la desviación típica. Una de las limitaciones que encontramos es que la variación que existe en las mejoras puede ser deberse a la diferencia que existe entre los protocolos de las intervenciones puesto que la duración del entrenamiento, la frecuencia semanal, el volumen, la intensidad, las medidas de evaluación analizadas y los grupos musculares varían entre los estudios incluidos en esta revisión. Otra de las limitaciones es que algunos estudios solo tienen un grupo y no pueden comparar los resultados entre grupos, también hay que destacar que la muestra de cada estudio tiene distintos valores en la escala del estado de discapacidad de los sujetos y que hay diferentes tipos de EM entre los participantes por lo que no todas las personas que han participado tienen las mismas condiciones físicas ni se encuentran en la misma fase de la enfermedad.

7. Conclusión

En la presente revisión de la literatura que se ha realizado hemos encontrado evidencia que confirma que el entrenamiento de fuerza es beneficioso para obtener mejoras en la producción de fuerza muscular en las personas con esclerosis múltiple, además este tipo de entrenamiento no tiene efectos adversos o no tienen importancia alguna. Por ello, este tipo de entrenamiento puede ser apropiado para optimizar los tratamientos mediante programas de rehabilitación y mejorar la sintomatología de la enfermedad en esta población.

Teniendo en cuenta las intervenciones que se han llevado a cabo en los estudios, una propuesta de intervención que aconsejamos para que los pacientes que padecen Esclerosis Múltiple tengan ganancias en sus valores de fuerza muscular es que realicen entrenamiento de fuerza con estímulos isométricos y dinámicos. En cuanto a la frecuencia de entrenamiento debe ser al menos de 2 días no consecutivos por semana durante un período de 10 semanas, con un volumen de entrenamiento de 3-4 series de 10-12 repeticiones. Con una densidad de descanso de 2-3 minutos entre series. Todo ello bajo la supervisión de un equipo multidisciplinar formado por un médico, un fisioterapeuta y un profesional en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte que garantice la correcta realización de la intervención.

8. Bibliografía

Broekmans T, Roelants M, Feys P, et al. Effects of long-term resistance training and simultaneous electro-stimulation on muscle strength and functional mobility in multiple sclerosis. *Mult Scler* 2011; 17:468–477.

Cruickshank, T. M., Reyes, A. R., & Ziman, M. R. (2015). A systematic review and meta-analysis of strength training in individuals with multiple sclerosis or Parkinson disease. *Medicine*, 94(4), e411.

Dalgas, U., Stenager, E., & Ingemann-Hansen, T. (2008). Multiple sclerosis and physical exercise: recommendations for the application of resistance-, endurance- and combined training. *Multiple sclerosis (Houndmills, Basingstoke, England)*, 14(1), 35–53.

Dalgas U, Stenager E, Jakobsen J, et al. Resistance training improves muscle strength and functional capacity in multiple sclerosis. *Neurology* 2009; 73:1478–1484.

DeBolt LS and McCubbin JA. The effects of home-based resistance exercise on balance, power, and mobility in adults with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil* 2004; 85: 290–297

Dodd K, Taylor N, Shields N, et al. Progressive resistance training did not improve walking but can improve muscle performance, quality of life and fatigue in adults with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *Mult Scler* 2011; 17:1362–1374.

Fimland MS, Helgerud J, Gruber M, et al. Enhanced neural drive after maximal strength training in multiple sclerosis patients. *Eur J Appl Physiol* 2010; 110:435–443.

Gutierrez GM, Chow JW, Tillman MD, McCoy SC, Castellano V, White L. Resistance training improves gait kinematics in persons with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86: 1824–29.

Jørgensen, M., Dalgas, U., Wens, I., & Hvid, L. G. (2017). Muscle strength and power in persons with multiple sclerosis - A systematic review and meta-analysis. *Journal of the neurological sciences*, 376, 225–241.

Kjølhede, T., Vissing, K., & Dalgas, U. (2012). Multiple sclerosis and progressive resistance training: a systematic review. *Multiple sclerosis (Houndmills, Basingstoke, England)*, 18(9), 1215–1228.

Kjølhede, T., Vissing, K., de Place, L., Pedersen, B. G., Ringgaard, S., Stenager, E., Petersen, T., & Dalgas, U. (2015). Neuromuscular adaptations to long-term progressive resistance training translates to improved functional capacity for people with multiple sclerosis and is maintained at follow-up. *Multiple Sclerosis Journal*, 21(5), 599–611.

Mallada, J. (1999). Epidemiología de la esclerosis múltiple en España. Datos de prevalencia e incidencia. *Rev neurol*, 29(9), 864-7.

Medina-Perez C, de Souza-Teixeira F, Fernandez-Gonzalo R, et al. Effects of a resistance training program and subsequent detraining on muscle strength and muscle power in multiple sclerosis patients. *NeuroRehabilitation* 2014; 34:523–553.

Moreno, R. D., Esponda, M. M., Echazarreta, N. L. R., Triano, R. O., & Morales, J. L. G. (2012). Esclerosis múltiple: revisión de la literatura médica. *Revista de la Facultad de Medicina UNAM*, 55(5),26-35.

Physiotherapy Evidence Database [Internet]. (2012). Escala PEDro en español.

Porras-Betancourt, M., Núñez-Orozco, L., Plascencia-Álvarez, N. I., Quiñones-Aguilar, S., & Sauri-Suárez, S. (2007). Esclerosis múltiple. *Revista Mexicana de Neurociencia*, 8(1), 57-66.

Revisión de la esclerosis múltiple (2). Diagnóstico y tratamiento [A review of multiple sclerosis (2). Diagnosis and treatment]. *Semergen*, 41(6):324–328. DOI: 10.1016/j.semereg.2014.07.011

Reynolds, E. R., Ashbaugh, A. D., Hockenberry, B. J., & McGrew, C. A. (2018). Multiple Sclerosis and Exercise: A Literature Review. *Current sports medicine reports*, 17(1), 31–35.

Sabapathy NM, Minahan CL, Turner GT and Broadley S. Comparing endurance- and resistance-exercise training in people with multiple sclerosis: a randomized pilot study. *Clin Rehabil* 2010; 25: 14–24.

Taylor NF, Dodd KJ, Prasad D, Denisenko S. Progressive resistance exercise for people with multiple sclerosis. *Disabil Rehabil*. 2006 Sep 30;28(18):1119-26.

White LJ, McCoy SC, Castellano V, Ferguson MA, Hou W, Dressendorfer RH. Effect of resistance training on risk of coronary artery disease in women with multiple sclerosis. *Scand J Clin Lab Invest* 2006; 66: 351–56.