

Análisis descriptivo sobre la asociación entre la funcionalidad y la calidad de vida en personas con esclerosis múltiple: Estudio piloto

Descriptive analysis of the association between functionality and quality of life in people with multiple sclerosis: Pilot study

Manuel Jesús Rodríguez-Chavarría

Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Escuela Universitaria de Osuna.
Universidad de Sevilla.

José Martín-Muñoz

Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Escuela Universitaria de Osuna.
Universidad de Sevilla.

Manuel Chavarrías-Olmedo

Doctor en Ciencias del Deporte. Departamento de Educación Física y Deporte. Profesor titular Escuela Universitaria de Osuna. Universidad de Sevilla. ORCID 0000-0003-0626-5328.

Resumen:

Los principales problemas que ocasiona la Esclerosis Múltiple son motores como la debilidad muscular, provocando dificultad para caminar, fatiga, pérdida del equilibrio, afectando a la calidad de vida y, por lo tanto, dando lugar a problemas de autonomía. El objetivo de este artículo es conocer la relación que existe entre la funcionalidad y la calidad de vida de las personas con esta enfermedad. Para ello, se realizaron pruebas de fuerza de miembros superiores e inferiores, rendimiento de la marcha, movilidad y equilibrio, destreza manual fina y composición corporal. Se realizaron 2 cuestionarios sobre fatiga y calidad de vida, que evalúa tanto el componente físico como mental con el test SF-12. Se obtuvieron como resultado que los niveles de fuerza de los grupos musculares analizados se relacionan con el rendimiento de la marcha y el equilibrio, además de relación entre los diferentes grupos musculares. También se observó que la destreza manual fina se asociaba con la fuerza de agarre de la mano. Como conclusión seguir un programa de entrenamiento para aumentar los niveles de fuerza, especialmente en flexores y extensores de rodilla y flexores de cadera y disminuir asimetrías musculares obtiene mejoras en la autonomía y calidad de vida, reduciendo el riesgo de caídas.

Palabras clave: autonomía; calidad de vida; equilibrio; esclerosis múltiple; fuerza.

Abstract

The main problems caused by Multiple Sclerosis are motor problems such as muscle weakness, causing difficulty walking, fatigue, loss of balance, affecting the quality of life and, therefore, giving rise to problems of autonomy. The aim of this article is to find out the relationship between functionality and quality of life in people with this disease. For this purpose, upper and lower limb strength, gait performance, mobility and balance, fine manual dexterity and body composition tests were performed. Two questionnaires on fatigue and quality of life, which assess both the physical and mental components, were carried out using the SF-12 test. The results showed that the strength levels of the muscle groups analysed were related to gait and balance performance, as well as the relationship between the different muscle groups. It was also observed that fine manual dexterity was associated with hand grip strength. In conclusion, following a training programme to increase strength levels, especially in knee flexors and extensors and hip flexors, and to reduce muscle asymmetries leads to improvements in autonomy and quality of life, reducing the risk of falls.

Key words: autonomy; balance; multiple sclerosis; quality of life; strength

1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN.

La esclerosis múltiple (EM) es una enfermedad crónica, progresiva, inflamatoria y neurodegenerativa que afecta al Sistema Nervioso Central (SNC) y se caracteriza por la desmielinización y pérdida de axones, dando lugar a una variedad de problemas motores y discapacidades. Hay que señalar que la EM es una de las enfermedades neurológicas más comunes y es considerada la principal causa neurológica de discapacidad en adultos jóvenes, que se asocia a deficiencias físicas/funcionales (Aristotelous et al., 2019). Suele comenzar en torno a los 25-30 años y afecta con mayor frecuencia a mujeres. Se estima que en el mundo padecen EM 2,5 millones de personas, y en Europa afecta a 700.000 personas (Pérez-Carmona et al., 2019).

La EM puede causar muchos problemas en las personas que lo sufren, pero el que más les incapacita es la dificultad para caminar. Esto suele producirse por la debilidad muscular que produce, siendo este uno de los problemas comunes de la enfermedad. El entrenamiento de fuerza es considerado como una parte esencial dentro de la rehabilitación en la EM. A medida que avanza la discapacidad, puede aumentar el número de músculos afectados y el grado de debilidad presente en cada músculo (Mañago et al., 2020). Además, la debilidad muscular hace que el equilibrio y la marcha puedan verse afectados. En los últimos veinte años, el ejercicio físico ha generado mucho interés como terapia para mejorar o mantener la capacidad funcional, las funciones cognitivas y las actividades

sociales y, por lo tanto, la calidad de vida (Portilla-Cueto et al., 2020). Según la literatura, los pacientes con EM sufren fatiga, falta de sueño, alteraciones visuales, debilidad muscular, pérdida de coordinación y deficiencias sensoriales, todos los cuales son factores importantes que contribuyen a una menor calidad de vida (Aristotelous et al., 2019).

La evidencia científica indica que la actividad física, definida como “cualquier movimiento corporal generado por los músculos esqueléticos que supone un gasto de energía”, que proporciona beneficios físicos y psicológicos en la EM (Guicciardi et al., 2019). En particular el ejercicio es una terapia importante que puede mejorar muchos síntomas asociados con la EM y la calidad de vida (Rooney et al., 2019). El ejercicio se establece como un método prometedor para retardar, prevenir y posiblemente incluso revertir el deterioro de la estructura y función del sistema nervioso central en personas con EM (Marck et al., 2022). El entrenamiento físico, representa el enfoque no farmacológico más eficaz para controlar los síntomas y mejorar la calidad de vida relacionada con la salud de las personas con EM (Guicciardi et al., 2019). Las personas con EM realizan menos actividad física, en comparación con las personas sin enfermedad, pero de forma similar a otras personas que padecen una enfermedad crónica. Por lo tanto, según diferentes estudios, las personas con EM no realizan la cantidad mínima de actividad diaria que incluso los adultos sedentarios sin lesión o enfermedad neurológica pueden lograr (Guicciardi et al., 2019).

Por lo tanto, el objetivo de este estudio es determinar qué relación existe entre la funcionalidad física y la calidad de vida en personas con EM, realizando pruebas de niveles de fuerza, marcha, equilibrio, destreza manual fina, composición corporal, fatiga y calidad de vida.

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. LA ESCLEROSIS MÚLTIPLE

El significado terminológico de las palabras “Esclerosis Múltiple” viene de las palabras “esclerosis” refiriéndose a las lesiones o cicatrices, y “Múltiple” que significa muchas. Cuando nos referimos a esas cicatrices o lesiones que se producen en la mielina que rodea las fibras nerviosas estamos hablando de “Esclerosis” (Gómez Gómez & Navarro Palomares, 2020).

La Esclerosis Múltiple es una enfermedad desmielinizante del Sistema Nervioso Central (SNC), cuya evolución es impredecible y sus efectos y síntomas son muy variados. Se denomina desmielinizante porque es una enfermedad

autoinmune debida a la desnutrición de la capa de mielina y de las fibras nerviosas, además de un daño cerebral progresivo (Gómez Gómez & Navarro Palomares, 2020).

La evidencia científica afirma que la EM es la más común de las enfermedades desmielinizantes de etiología inflamatoria, que forman una amplia cantidad de patologías con diversos cuadros clínicos, pronósticos y características. Dicho trastorno inflamatorio ocurre en la sustancia blanca del SNC y se caracteriza por áreas de desmielinización, pérdida de oligodentritas, astrogliosis y de los axones (Farfán Albarracín & Espitia Segura, 2011; Balicevic Boras I, 2009).

Comprender lo que ocurre en el SNC es importante para conocer lo que ocurre en la EM (cerebro y medula espinal): el encargado de controlar los movimientos y los pensamientos es el cerebro, enviando mensajes a todos los puntos del cuerpo. Mientras que la medula es la vía principal a través de la cual circulan los mensajes transmitidos del cerebro. La medula espinal y sus fibras nerviosas están rodeadas por una sustancia llamada mielina, que las recubre y permite que los mensajes se transmitan de forma rápida y fluida entre el cerebro y el resto del cuerpo. Por otro lado, tenemos el sistema inmunitario, que es el encargado de ayudar y combatir infecciones o agentes extraños de nuestro organismo. La EM hace confundir al sistema inmunitario haciéndole atacar al propio sistema y específicamente a la mielina que rodea las fibras nerviosas. La mielina se ve dañada parcialmente o totalmente, haciendo que aparezcan lesiones en las fibras nerviosas (Gómez Gómez & Navarro Palomares, 2020).

Lo que ocurre en la esclerosis es que el propio sistema inmunitario ataca a la mielina, que se encuentra rodeando las fibras nerviosas, produciendo una lesión o daño, de esta manera afecta a los mensajes transmitidos por las fibras nerviosas produciendo el brote (Gómez Gómez & Navarro Palomares, 2020).

Esta enfermedad afecta principalmente a la población adulta joven, normalmente entre los 20 y 40 años, teniendo una probabilidad de desarrollar la enfermedad entre un 1.9% y un 3.1% más las mujeres que los hombres. En la actualidad, se encuentra que, en España, 47.000 personas sufren esta enfermedad, 600.000 en Europa y 2.500.000 en todo el mundo, de los cuales, el 70% de estos casos son mujeres. Siendo una de las causas más frecuentes de la discapacidad neurológica en adultos jóvenes (Pareja et al., 2019)

La EM se clasifica según el curso clínico:

- **Remitente-recurrente:** cerca del 85% de los pacientes debutan con esta forma, se caracteriza por cuadros agudos de síntomas neurológicos con

recuperaciones (Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina., 1989). Es decir, son brotes imprevisibles que pueden aparecer en cualquier momento y duran días o semanas.

- **Secundariamente progresiva:** aparece 10-20 años después de la instalación de la forma remitente-recurrente, las remisiones se vuelven infrecuentes y por lo general son remplazadas por un empeoramiento gradual de los síntomas neurológicos a lo largo de meses a años, suelen quedar secuelas neurológicas y se considera la progresión de las lesiones tempranas (Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina., 1989).
- **Primariamente progresiva:** sólo 15% de los pacientes con EM se presentan con síntomas neurológicos progresivos y graduales sin remisiones desde el inicio. Generalmente los síntomas son mielopáticos (Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina., 1989).
- **Progresiva-recurrente:** es un subtipo de la forma primaria progresiva que puede tener recaídas raras sobreimpuestas a una progresión lenta. A diferencia de la forma remitente-recurrente, este subtipo tiene escasez de lesiones cerebrales y espinales en la resonancia magnética, también difiere patológica, inmunológica y clínicamente (personas de mayor edad, razón mujer: hombre 1:1) (Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina., 1989)

Los factores de riesgo que se han identificado para el desarrollo de la EM son: infecciones virales, especialmente por el virus de Epstein-Barr, sexo femenino, poca exposición a luz solar (deficiencia de vitamina D) tabaquismo, historia familiar/genética o vivir en latitudes altas (Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina., 1989).

Desde el punto de vista epidemiológico, la EM afecta aproximadamente a 2 millones de personas en el mundo. Afectando principalmente en zonas de Norteamérica, Europa, Australia y Nueva Zelanda es de 590 casos por cada 100,000 habitantes, mientras que es menos frecuente en Asia, India, África y Sudamérica. Siendo las mujeres más afectadas que los hombres (3:1) (Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina., 1989).

Las manifestaciones clínicas típicas que presenta la EM en relación con la localización de la desmielinización incluyen trastornos sensitivos-motores en uno o más miembros (aproximadamente 50% de los pacientes), neuritis óptica (síntoma inicial en el 25% de los pacientes), diplopía por oftalmoplejía internuclear), ataxia, vejiga neurogénica, fatiga, disartria, síntomas paroxísticos como

neuralgia del trigémino (se presenta en menos del 10%), nistagmo, vértigo. Son más raros los signos corticales (afasia, apraxia, convulsiones, demencias) y los signos extra-piramidales rigidez (Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina., 1989).

Por otro lado, el diagnóstico que se hace de la EM depende de aquellos sucesos que ocurran en el SNC, en cuanto a tiempo y espacio. Asimismo, se confirma a través de estudios de laboratorio como resonancia magnética, bandas oligoclonales en líquido cefalorraquídeo y potenciales evocados de tallo (visuales) (Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina., 1989).

De esta forma, los objetivos del tratamiento de la EM se centran en prevenir la discapacidad, reducir la frecuencia, la gravedad y la duración de las recaídas, mejorando los síntomas y restaurando la funcionalidad (Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina., 1989).

2.2 LA CALIDAD DE VIDA.

La calidad de vida relacionada con la salud (CVRS) determina el nivel de bienestar de una persona en base a la percepción de su salud, según aspectos tanto objetiva como subjetivamente. Siendo un indicador ideal para la evaluación y el pronóstico de las enfermedades crónicas. Su medición se realiza mediante cuestionarios individualizados y adaptados a la enfermedad (Robles et al., 2016) (Gómez Mengelberg, 2009). La calidad de vida de las personas con EM está determinada no solo por las manifestaciones físicas de la enfermedad, sino también por los efectos psicosociales de vivir con una enfermedad terminal e incapacitante, estos síntomas van desde aspectos físicos como el dolor hasta aspectos psicológicos como depresión (Edge et al., 2020). En el caso de la EM la medición de la CVRS es de vital importancia, dado que cuando se producen mejoras en los pacientes dan lugar a una notable disminución del número de los brotes y un aumento de la esperanza de vida media (Lunde et al., 2017).

La actividad física parece ser una buena herramienta según indican diferentes estudios. Partiendo de que el ejercicio es definido como “movimiento corporal planificado, estructurado y repetitivo con el propósito de mejorar o mantener uno o más componentes de aptitud física” (Rooney et al., 2019). Asimismo, se puede definir como “un subconjunto de actividad física planificada, estructurada y repetitiva y que tiene como objetivo final o intermedio la mejora o el mantenimiento de la condición física”, el cual es una terapia importante que puede mejorar síntomas asociados con la EM y la calidad de vida (Marck et al., 2022).

Las medidas de aptitud física son marcadores importantes de la salud y la función en las personas con EM porque una mayor capacidad aeróbica se asocia con un riesgo cardiovascular más bajo, niveles más bajos de discapacidad y una mayor función física, mientras que la fuerza muscular de las extremidades inferiores es un indicador del rendimiento al caminar y función física. Además, la capacidad aeróbica y la fuerza muscular pueden contribuir al desarrollo de la fatiga porque los niveles más bajos de capacidad aeróbica y fuerza muscular se asocian con un mayor consumo de oxígeno al caminar (Rooney et al., 2019).

2.3. LA COMPOSICIÓN CORPORAL.

Las personas con EM presentan niveles bajos de condición física, dando lugar a problemas en la marcha y el equilibrio, esto genera que las actividades de la vida diaria y la calidad de vida se vean afectadas (Zenginler Yazgan et al., 2022). Esto es debido al sedentarismo que provoca esta enfermedad en sus pacientes, ocasionando cambios en su composición corporal. Dando lugar a que las personas presenten obesidad y sobrepeso. Por lo tanto, la obesidad y el sobrepeso son factores comunes relacionados con la salud en la EM. El aumento de peso excesivo se asocia con una mayor resistencia a la insulina, problemas de lípidos en sangre, riesgo de ataque cardíaco, inflamación sistémica de bajo grado y otros factores de riesgo relacionados. De esta manera, el aumento de peso excesivo puede explicar muchos de los efectos perjudiciales de la EM. Hay varias estrategias disponibles para reducir y controlar el peso corporal, siendo la actividad física y el ejercicio la estrategia más utilizada y efectiva (Mokhtarzade et al., 2019).

La participación en actividad física (AF), en particular, el entrenamiento físico, representa el enfoque no farmacológico más eficaz para controlar los síntomas (fatiga, estado físico) y mejorar la calidad de vida relacionada con la salud de las personas con EM. Sin embargo, las personas con EM realizan menos AF en comparación con las personas sin

enfermedad, pero de forma similar a otras personas que padecen una enfermedad crónica (Guicciardi et al., 2019). De esta manera, Wong y Holahan afirman que ser físicamente activo, muestra una puntuación de discapacidad más baja, menos fatiga, disminución de la espasticidad y disminución de la disfunción sensorial, de la mano y de la vejiga (Wong & Holahan, 2019). Sin embargo, a pesar de los beneficios que produce el ejercicio, las tasas de participación en el ejercicio y la actividad física son bajas en EM (Abasiyanik et al., 2021).

2.4 LA FUERZA.

El deterioro del rendimiento del músculo esquelético, definido por la disminución de la fuerza y/o la resistencia, es muy frecuente en las personas con EM y contribuye a las limitaciones de movilidad (Mañago et al., 2021). El deterioro de la función muscular mecánica puede tener consecuencias importantes en personas con EM con mayor impacto funcional en las extremidades inferiores viéndose afectados la marcha y el equilibrio (Portilla-Cueto et al., 2020). El deterioro de la función muscular, provocado por la disminución de la fuerza y/o la resistencia muscular, puede aparecer en toda la extremidad inferior y el tronco y, a veces, puede afectar un lado del cuerpo más que el otro (Mañago et al., 2020). Según Kora Portilla et al. (2020) la valoración de la fuerza en esta enfermedad es muy útil para prescribir individualmente las cargas de entrenamiento, así como para categorizar las puntuaciones individuales en función de los valores de referencia del segmento poblacional al que pertenece esa persona (edad, sexo, tipo de EM, grado de afectación). Además, M. Torres et al. (2019) nos indica que los pacientes con EM muestran una mayor pérdida de la fuerza en los miembros inferiores. Se afirma que el entrenamiento de fuerza reduce el deterioro de la contracción muscular producida por la enfermedad. De esta manera el entrenamiento de fuerza es esencial en la rehabilitación de la EM (Mañago et al., 2020). Luis Andreu-Caravaca et al. (2022) indica que el entrenamiento de fuerza mejora la capacidad funcional, el equilibrio y la fatiga en personas con EM.

2.5 LA MARCHA.

La función física reducida también es una característica común de la EM, con hasta el 68% de los pacientes con EM que experimentan dificultades para caminar. Las personas con EM normalmente presentan problemas con el patrón de la marcha y el rendimiento de la marcha (velocidad y resistencia) (Mañago et al., 2020). Se afirma que la progresión de la EM varía según la persona, pero entre el 40 y 70% con EM tienen problemas para caminar o no pueden caminar (Djadjdikarta et al., 2020). La mecánica anormal de la marcha está fuertemente influenciada por la disminución de la potencia y el empuje insuficiente del tobillo durante la última fase de la postura, siendo esto resultante de deficiencias en el rendimiento muscular de la flexión plantar del tobillo (Mañago et al., 2021). Siendo la actividad física habitual (es decir, los movimientos corporales diarios) una estrategia para mejorar el rendimiento de la marcha en pacientes con EM (Rooney et al., 2021). Además, se afirma que el ejercicio aeróbico mejora la condición física, incluyendo la fuerza y resistencia muscular, la flexibilidad y el

equilibrio, y los parámetros cardiovasculares (Abbaspour et al., 2020). Rooney et al. (2019) afirma que una mayor capacidad aeróbica se asocia con un riesgo cardiovascular más bajo, niveles más bajos de discapacidad y una mayor función física.

2.6 LA FATIGA.

Según Scott Rooney et al. (2019) la fatiga es un síntoma común de la esclerosis múltiple (EM) afectando alrededor del 70% de las personas con EM, y se puede definir como “una falta subjetiva de energía física y/o mental que la persona o el cuidador perciben como interfieren con las actividades habituales y deseadas.” La fatiga relacionada con la EM a menudo se considera uno de los síntomas más debilitantes de la EM y se asocia con deterioro de la función física y cognitiva, reducción de la calidad de vida.

La fatiga en pacientes con EM depende de los cambios en la funcionalidad del SNC. Dado que el impacto de la fatiga en la vida diaria de los pacientes con EM es alto (Mordillo-Mateos et al., 2019).

Por otro lado, El término “fatiga” se define de diferentes maneras, desde definiciones inespecíficas hasta definiciones más específicas, por ejemplo, como “una falta subjetiva de energía física y/o mental que la persona o el cuidador perciben como interferir con las actividades habituales y deseadas”. En general, se afirma que una sensación de fatiga ocurre fisiológicamente después de realizar una actividad que requiere esfuerzo, mientras que, en el contexto de una enfermedad, la fatiga puede presentarse como un “agotamiento patológico” que aparece antes, con una actividad más ligera y más persistente o incluso independiente de las demandas de esfuerzo (Drebinger et al., 2020).

En otro artículo se afirma que, la fatiga es un síntoma subjetivo que afecta gravemente en el desarrollo de las tareas diarias y reduce la calidad de vida. Diferentes fármacos han demostrado ser incapaces de resolver el síntoma, señalando la importancia de abordar el problema a través de otras estrategias, como podría ser la actividad física y el ejercicio (Tramonti et al., 2021).

2.7 EL EQUILIBRIO.

Las deficiencias sensoriales, motoras, visuales y del equilibrio son los síntomas más comunes en las personas que viven con EM. La falta de equilibrio es algo frecuente en estos pacientes y, debido a la gran cantidad de aéreas afectadas se dice que sus causas son multifactoriales. El equilibrio, por tanto, consiste en la integración de las aferencias recibidas por los sistemas vestibular, visual y

somato-sensorial, más las respuestas motoras producidas, con lo que la afectación de uno o más de estos sistemas conlleva a una alteración del equilibrio (Benavides A., 2014). El equilibrio normal requiere el control de dos fuerzas: la gravitacional que nos ayuda a mantener la postura, y la aceleración, que se genera como respuesta a un desequilibrio. Para ello, es necesario mantener el centro de masas del cuerpo dentro de la base de sustentación, tanto en actividades estáticas como dinámicas. Juntos, los componentes de la postura y del equilibrio para el control del cuerpo dan la suficiente estabilidad al cuerpo como para realizar diferentes actividades (Benavides A., 2014). Desde un punto de vista biomecánico, el desplazamiento del centro de presión es un indicador de gasto energético necesario para mantener el equilibrio (Andreu-Caravaca et al., 2022). Las alteraciones del equilibrio se asocian especialmente con un aumento del riesgo de caídas en personas con EM (Kesgin et al., 2021) produciendo una pérdida de calidad de vida. En otro estudio se indica que la inestabilidad o el desequilibrio, pueden dar lugar a caída o lesiones graves, siendo estos uno de los principales problemas a los que se enfrentan las personas con esclerosis. Además, los pacientes con EM tienen un control inestable a la hora de mantener el equilibrio, dando lugar a un balanceo en la persona. (Amiri et al., 2019). De esta manera, Andreu-Caravaca et al. (2022) indica que mejorar el equilibrio es un objetivo principal en la rehabilitación por la relación que este tiene con el riesgo de caída o la necesidad de usar ayudas para andar.

2.8 LA DESTREZA MANUAL FINA.

La destreza manual fina se define como "el control motor de la función de la mano y la capacidad de generar y relajar rápidamente las fuerzas musculares", afectando en gran medida a las personas con EM (Pisa et al., 2022). De esta manera, en la EM, las personas presentan dificultades al manipular objetos, realizar actividades de la vida diaria y generar fuerzas musculares rápidas, siendo estas fuerzas cruciales para utilizar un objeto fijo (por ejemplo, un bastón o pasamanos) para evitar una caída. El análisis cinético de la manipulación de objetos se ha utilizado para evaluar el control motor de la función de la mano en EM. Específicamente, se debe aplicar una cierta cantidad de fuerza perpendicularmente (fuerza de agarre; GF) a un objeto de mano para crear fuerzas de fricción que permitan a un individuo para generar fuerzas tangenciales (fuerza de carga; LF) necesarias para manipular el objeto (Uygur et al., 2020). Cuando las personas manipulan un objeto, aplican una GF más alta que la GF mínima requerida para evitar el deslizamiento. La capacidad de generar y relajar las fuerzas musculares rápidamente a través de varios niveles sub-máximos (es decir,

la rapidez neuromuscular) es muy determinante para las actividades de la vida diaria que involucran tanto a las extremidades superiores como a las inferiores (Uygur et al., 2020).

En definitiva, existen numerosos programas de actividad física destinados a las personas con EM para mejorar las diferentes capacidades de la persona, como puede ser la fuerza, la marcha o el equilibrio. Destinado para recuperar la fuerza y el control postural, los cuales, son los síntomas motores más comunes en esta enfermedad (Gutiérrez-Cruz et al., 2020).

3. OBJETIVOS.

3.1 OBJETIVO GENERAL.

Este estudio tiene como objetivo general, realizar un estudio piloto para conocer cómo afecta la EM en las diferentes capacidades de la persona que sufre la enfermedad y, además, de conocer y poder identificar cuáles son las mejores estrategias en relación con la actividad física y el ejercicio para reducir los efectos de la EM.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

De esta manera, los objetivos específicos que se plantean en este estudio son:

- Investigar si existe asociación entre los niveles de fuerza de miembros inferiores que la persona posee con su composición corporal y calidad de vida en relación con su salud.
- Conocer la relación en la capacidad de la marcha y el equilibrio de la persona.
- Comprobar la asociación que puede existir entre la fatiga percibida por la persona y las habilidades finas que posee.

4. MÉTODO

El presente estudio es un estudio transversal que comprende datos de personas con EM (n=6). A las que se les va a aplicar una serie de pruebas y cuestionarios para conocer los efectos de la enfermedad y como se asocian a nivel físico y mental.

Para conocer que tipos de pruebas y cuestionarios son válidos en este tipo de población y así poder llevarlos a cabo, se realizó una búsqueda en las bases

de datos de Pubmed, Google académico y SciELO, con los términos de búsqueda "strenght levels + multiple sclerosis" y "strenght program + multiple sclerosis". Los datos obtenidos se filtraron a partir de 2019, debido a la gran cantidad de revisiones que se han realizado en los últimos años. Por lo tanto, con el primer término de búsqueda se obtuvieron 194 resultados, de los cuales solo se eran aptos para el estudio 31 artículos. Mientras que para el segundo término de búsqueda se obtuvieron un total de 178, de los cuales solo eran aptos para el estudio 32 artículos.

4.1 MUESTRA.

El presente estudio transversal se llevó a cabo en la Escuela Universitaria de Osuna (Sevilla). Comprende datos de 6 participantes, siendo un 100% de la muestra mujeres, con edades comprendidas entre 35 y 51 años ($44 \pm 6,87$) y con diferentes estados de la enfermedad. Todos los participantes firmaron un consentimiento informado sobre el estudio y pruebas que se iban a llevar a cabo, con un diagnóstico confirmado de EM.

4.2 PRUEBAS.

Los participantes se sometieron a una serie de pruebas y cuestionarios para evaluar diferentes variables. Se les administraron las pruebas de fuerza de miembros inferiores de 3 grupos musculares (tobillo, rodilla y cadera) y, además, la prueba de fuerza isométrica de presión manual. Se aplicaron dos pruebas rendimiento de la marcha para evaluar tanto la velocidad como la resistencia de la marcha, se realizó una prueba de equilibrio, una prueba de destreza manual fina y se evaluó la composición corporal. Por otro lado, se administraron dos cuestionarios diferentes, uno sobre calidad de vida en relación con la salud y otro sobre la severidad de la fatiga.

4.2.1 Fuerza

La fuerza se evaluó con un tipo de dinamómetro, denominado galgas extensiométricas a través de un protocolo descrito, confiable y valido. Se evaluó a través de galgas extensiométricas (Force sensor kit; Chronojump Boscosystem®). Se evaluaron 3 grupos musculares, siendo estos la flexión (90°) y extensión de rodilla (130°) en sedestación y flexión de cadera (0°) en bipedestación, realizándose 2 mediciones en cada pierna tanto izquierda como derecha (Kaneda, 2021). Por otro lado, se evaluó la fuerza isométrica de agarre a través de un dinamómetro de mano digital (Takei® versión TTK-5401). Se siguió el protocolo expuesto

en su validación por (Reuter et al., 2011). Se anotó la fuerza ejercida en kilogramos.

4.2.2 Marcha

Para evaluar la marcha, se aplicaron dos pruebas diferentes. Una de ellas nos permitió evaluar la resistencia de la marcha y la otra la velocidad de la marcha.

Para evaluar la resistencia de la marcha se usó "6 minute walk test" (6MWT), prueba validada por (Bennett et al., 2017). Dicha prueba consiste en que la persona debe andar lo más rápido posible un pasillo de 30 metros marcados por unos conos durante 6 minutos, intentando dar el mayor número de vueltas posibles y anotándose los metros recorridos. Por otro lado, se aplicó el "test cronometrado de 25 pies" (T25FW) que permite evaluar la velocidad de la marcha. Consiste en andar lo más rápido posible 25 pies (7,62 metros) desde parado, anotándose los segundos que se tarda el examinado en realizar la tarea. Dicho test está validado por (Motl et al., 2017) y se siguió el protocolo establecido en dicha validación.

4.2.3 Equilibrio

Para evaluar el equilibrio dinámico se utilizó el "Timed up and go" (TUG). En esta prueba se le pide a los examinados que se sienten en una silla sin apoyar los brazos, a la señal deben levantarse, caminar 3 metros y volver a sentarse, anotándose el tiempo necesario que tarda la persona en realizarlo. Este test se validó por (Podsiadlo & Richardson, 1991) y posteriormente se validó en personas con EM por (Bennett et al., 2017).

4.2.4 Destreza Manual Fina

Para analizar la destreza manual fina se aplicó el "test de las clavijas con 9 agujeros" (9-HPT). La prueba cuenta con dos tableros, uno de ellos con 9 agujeros y otro con 9 clavijas, el examinado debe ir colocando cada clavija en un agujero usando solo 1 mano, cuando coloque todas las clavijas debe quitarlas de una en una y colocarlas en el tablero vacío, registrándose el tiempo total para completar la tarea.

4.2.5 Composición corporal

Para analizar la composición corporal se utilizó la bioimpedancia, a través del InBody770 (Analizador de Composición Corporal DSM-BIA Multifrecuencia Segmental). Dicho analizador de composición corporal nos permite obtener resultados precisos sobre la masa grasa, masa libre de grasa, masa grasa y agua corporal tanto intra como extra celularmente en los 5 segmentos corporales (Brazos derecho e izquierdo, tronco y piernas derecha e izquierda).

4.2.6 Cuestionarios

Se aplicaron dos cuestionarios diferentes, uno de ellos para evaluar la calidad de vida de los examinados y otro para analizar la fatiga.

Para evaluar la calidad de vida relacionada con la salud se utilizó la versión corta del cuestionario de 36 ítems SF-36, el cual tiene 12 ítems (SF-12) y evalúa tanto el componente físico como el mental. Fue validado por (Gandek et al., 1998).

Se aplicó la Escala de severidad de la fatiga (FSS) para conocer el impacto de la fatiga percibida diaria. Es un cuestionario de nueve ítems, se enfoca principalmente en los aspectos motores de la fatiga, siendo el énfasis principal la evaluación de la gravedad de los síntomas de fatiga y su impacto en el funcionamiento diario de un individuo. Cada ítem se puntúa con una escala de 7 puntos, que va desde 1 punto (totalmente desacuerdo) y 7 puntos (totalmente de acuerdo) (Rosti-Otajärvi et al., 2017).

4.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Para el análisis estadístico se utilizó IBM SPSS Statistics para Windows (versión 27.0.1; IBM Corp., Armonk, NY, EE. UU.). Se realizó un análisis descriptivo para conocer los valores máximos, mínimos, la media, la asimetría y la desviación estándar de cada una de las variables. Posteriormente, para medir la relación entre las variables se utilizó el análisis bivariable de correlación de Spearman siendo esta una medida de conexión no paramétrica. Independientemente de la normalidad que presenten las variables, al encontrarnos con una muestra pequeña, se recomienda el uso de este coeficiente de correlación de Spearman sin la necesidad de realizar pruebas de normalidad, ya que las pruebas no paramétricas tienen un mayor nivel de significancia para las muestras pequeñas y estas suelen presentar una distribución libre (Bland & Altman, 1995; Hauke & Kossowski, 2011; Norman, 2010). Se aceptó que para una correlación y significancia fuerte el valor debería ser de $p \leq 0,05$. Posteriormente se

consideraron que las correlaciones con valores de $(\pm)0,9$ a $(\pm)1$ eran muy fuertes, de $(\pm)0,7$ a $(\pm)0,89$ eran fuertes, moderadas de $(\pm)0,50$ a $(\pm)0,69$, débiles de $(\pm)0,30$ a $(\pm)0,49$ e insignificantes por debajo de $(\pm)0,30$ (Mañago, et al., 2020). El rango de valores va de -1 a 1. Cuando el valor tiene un valor negativo indica que cuando el valor de una de las variables aumenta, el valor de la otra variable disminuye. Por otro lado, un valor cerca de 1 indicaría que ambas variables aumentan o disminuyen a la vez y, por último, un valor de 0 indicaría que existe ningún tipo de relación entre las variables (Roy-García et al., 2019).

5. RESULTADOS.

Para analizar los resultados se anotaron las mejores puntuaciones obtenidas en cada una de las pruebas. Todos los participantes realizaron todas las pruebas, siendo el 100% mujeres (n=6).

Tabla 1.

Correlación de Spearman entre las pruebas de rendimiento de la marcha y el equilibrio

Pruebas que se relacionan	Correlación	Significancia
Resistencia de la marcha / cronometrada de 25 pies	-943**	0,002
Resistencia de la marcha / equilibrio y movilidad (TUG)	-886**	0,009
Cronometrada de 25 pies / equilibrio y movilidad (TUG)	-943**	0,002

**La correlación es significativa en el nivel 0,01 (unilateral).

Fuente: elaboración propia

En primer lugar, se observó que la resistencia de la marcha (6MWT) tenía una relación significativa fuerte y negativa con la prueba TUG ($r=0,886$, $p=0,019$). De esta manera, también se relacionaban de manera negativa, pero con una correlación muy fuerte con la prueba cronometrada de 25 pies ($r=-943$, $p=0,05$). Entre TUG y T25FW se ha encontrado una correlación positiva muy fuerte ($r=0,943$, $p=0,05$) (ver tabla 1).

Tabla 2.

Correlación entre los niveles de fuerza, el rendimiento de la marcha y el equilibrio.

		6MWT	Cron. 25	TUG
F.E.	CC	,943**	-,829*	-,771*
Rod D	Sig. Uni.	0,002	0,021	0,036
F.E.	CC	0,543	-,371	-,543
Rod Iz	Sig. Uni.	0,133	0,234	0,133
F.F.	CC	,771*	-,600	-,657
Rod Iz	Sig. Uni.	0,036	0,104	0,078
F.F.	CC	,829*	-,657	-,600
Rod D	Sig. Uni.	0,021	0,078	0,104
F.F.	CC	0,429	-,314	-,543
Cad Iz	Sig. Uni.	0,198	0,272	0,133
F.F.	CC	0,486	-,429	-,486
Cad D	Sig. Uni.	0,164	0,198	0,164

**La correlación es significativa en el nivel 0,01 (unilateral).

*La correlación es significativa en el nivel 0,05 (unilateral).

Fuente: elaboración propia

En cuanto a la relación con los niveles de fuerza, se identifica que existe una correlación positiva muy fuerte entre el 6MWT y los niveles de fuerza de los extensores (ER) ($r=0,943$, $p=0,005$) y los flexores (FR) ($r=0,829$, $p=0,042$) de la rodilla derecha. Por otro lado, se observó que los extensores de rodilla derecha se relacionan de manera negativa y fuerte con T25FW ($r=0,829$, $p=0,042$). Se han observado que algunas de las variables que no se relacionan muestran una tendencia a relacionarse, lo cual, puede producirse por la muestra tan pequeña que nos encontramos. Por un lado, el 6MWT presenta una tendencia a una correlación significativa, positiva y fuerte con el FR izquierda ($r=0,771$, $p=0,072$). Por otro lado, el TUG presenta también tendencia a una correlación significativa, negativa y fuerte con el ER derecha ($r=-0,771$, $p=0,072$) (tabla 2).

Tabla 3.
Correlación de Spearman entre los niveles de fuerza de los grupos musculares.

		F.E. Rod D	F.E. Rod Iz	F.F. Rod Iz	F.F. Rod D	F.F. Cad Iz	F.F. Cad D
F.E. Rod D	CC		0,657	,886**	,943**	0,371	0,314
	Sig. Uni.		0,078	0,009	0,002	0,234	0,272
F.E. Rod Iz	CC	0,657		,771*	0,600	,829*	0,486
	Sig. Uni.	0,078		0,036	0,104	0,021	0,164
F.F. Rod Iz	CC	,886**	,771*		,943**	0,486	0,143
	Sig. Uni.	0,009	0,036		0,002	0,164	0,394
F.F. Rod D	CC	,943**	0,600	,943**		0,257	0,086
	Sig. Uni.	0,002	0,104	0,002		0,311	0,436
F.F. Cad Iz	CC	0,371	,829*	0,486	0,257		,771*
	Sig. Uni.	0,234	0,021	0,161	0,311		0,036
F.F. Cad D	CC	0,314	0,486	0,143	0,086	,771*	
	Sig. Uni.	0,272	0,164	0,394	0,436	0,036	

**La correlación es significativa en el nivel 0,01 (unilateral).

*La correlación es significativa en el nivel 0,05 (unilateral).

Fuente: elaboración propia

En cuanto a niveles de fuerza existe relación entre las diferentes partes que se han evaluado encontrándose relación positiva y muy fuerte entre los niveles de fuerza de los ER derecha y los FR derecha ($r=0,928$, $p=0,005$). Se observó una relación positiva y fuerte entre los ER izquierda y los FC izquierda ($r=0,829$, $p=0,042$). Pero, además, se ha observado que varios grupos musculares no se relacionan de manera significativa, pero si muestran tendencia a relacionarse. Los niveles de fuerza de los grupos musculares los flexores y extensores de la rodilla izquierda muestran una tendencia a relacionarse de manera positiva y fuerte ($r=0,771$, $p=0,072$), al igual que entre los flexores de cadera de ambas piernas (ver tabla 3).

En cuanto a los miembros superiores, se observó una relación entre la fuerza de agarre manual a través de del dinamómetro manual y el test de destreza manual fina (9- HPT), existía una correlación negativa muy fuerte ($r= -0,943$, $p= 0,005$). Además de una relación perfecta entre la musculatura de ambos brazos. ($r=1$, $p=0$) (ver tabla 4).

Por último, no se encontró ninguna relación entre las pruebas físicas y los demás cuestionarios realizados, pudiendo deberse al número pequeño de la muestra.

Tabla 4.

Correlación de Spearman entre las fuerzas de agarre de manos, destreza manual fina y musculatura de los brazos.

		F.A. Man D	F.A. Man Iz	Destreza manual fina (9HPT)	Musculatura brazo D	Musculatura brazo Iz
F.A. Man D	Coeficiente de correlación		0,600	-,943**	,257	,257
	Sig. (unilateral)		0,104	0,002	0,311	0,311
F.A. Man Iz	Coeficiente de correlación	0,600		-,486	-,314	-,314
	Sig. (unilateral)	0,104		0,164	0,272	0,272
Destreza manual fina (9HPT)	Coeficiente de correlación	-,943**	-,486		-,314	-,314
	Sig. (unilateral)	0,002	0,164		0,272	0,272
Musculatura brazo D	Coeficiente de correlación	,257	-,314	-,314		
	Sig. (unilateral)	0,311	0,272	0,272		
Musculatura brazo Iz	Coeficiente de correlación	,257	-,314	-,314		
	Sig. (unilateral)	0,311	0,272	0,272		

**La correlación es significativa en el nivel 0,01 (unilateral).

Fuente: elaboración propia

6. DISCUSIÓN.

El presente estudio transversal, analizó la relación que existe entre la funcionalidad física y la calidad de vida en personas con EM. Los datos obtenidos nos indicaron que existe una correlación fuerte y significativa de manera negativa entre las pruebas 6MWT, T25FW y TUG, indicando que aquellas personas que tienen una mayor resistencia a la marcha, pueden desplazarse más rápido y tienen una mayor movilidad y equilibrio, reduciendo de esta manera el riesgo de caídas. Además, se mostró una relación fuerte y positiva entre T25FW y TUG, lo que muestra que aquellas personas que tienen la capacidad de desplazarse más rápido muestran una mejor movilidad, equilibrio y, por lo tanto, menos riesgo de caídas. Esto se afirma en un estudio donde se utilizaba la herramienta Dinamic Gait Index, la cual está compuesta por pruebas de marcha y movilidad para identificar el riesgo de caídas, mostrándose que es una herramienta adecuada ya que se observó que aquellas personas con mejores datos en la marcha y la movilidad

presentaba menos riesgo de caídas, mejorando así su calidad de vida (Mañago et al., 2020; Mañago et al., 2021)

Por otro lado, se encontró una relación significativa y positiva entre los flexores y extensores de la rodilla derecha con la resistencia de la marcha (6MWT), y una relación negativa entre los extensores de rodilla y T25FW, indicando que mayores niveles de fuerza en estos grupos musculares mejoran el rendimiento de la marcha. Además, el hecho de que el rendimiento de la marcha se relacione con la fuerza de rodilla y con el TUG, determina que la fuerza de la rodilla afecta de manera indirecta al equilibrio, lo que hace que según la literatura reciente mejores la movilidad y disminuya el riesgo de caídas, permitiendo mejorar la calidad de vida (Kuendig et al., 2022; Mañago, et al., 2020). Hay estudios que nos indican que las reducciones en los niveles de fuerza están asociados a una disminución en el rendimiento de la marcha producidas por el control motor de los músculos independientemente del nivel de discapacidad (Willingham et al., 2019). Además, se indica que los niveles de fuerza de la rodilla muestran una relación con la recuperación de las habilidades funcionales entre las que se encuentra el rendimiento de la marcha, el equilibrio, la movilidad, riesgo de caídas y fatiga, mejorando así la calidad de vida (Tramonti et al., 2021). De manera más específica otro estudio muestra que no solo los niveles de fuerza de la rodilla y cadera muestran un mejor rendimiento en la marcha, sino que encontraron que la fuerza del tobillo y el tronco mostraban una mayor relación con el rendimiento de la marcha y además con respecto al nivel de discapacidad de la persona (Mañago et al., 2020). Por lo que sería interesante evaluar estos grupos musculares y diferenciar el nivel de discapacidad en estudios futuros, ya que se ha identificado que la musculatura de flexión plantar, rodilla, cadera y tronco debe considerarse como prioritario en el entrenamiento de fuerza como parte de un programa multifactorial de prevención de caídas (Mañago et al., 2020).

Se observó que existía una relación positiva entre los flexores y extensores de la rodilla derecha y entre el extensor de la rodilla izquierda y los flexores de la cadera izquierda, lo que hace indicar que aquellas personas con mayores niveles de fuerza en uno de los grupos musculares muestra mayores niveles de fuerza en el otro. Además, esta relación puede llegar a tener más peso ya que se ha observado que las mismas relaciones que se dan en la pierna derecha tienden a relacionarse en la pierna izquierda, pudiendo llegar a relacionarse de manera significativa con una muestra más grande. Por lo que debemos tener en cuenta aquello que se afirma en un estudio donde nos indica que los programas de entrenamiento que se apliquen deben tener el objetivo aumentar la fuerza en las

extremidades inferiores disminuyendo la asimetría que ese encuentran entre los diferentes grupos musculares y ambas piernas (Ramari et al., 2020).

Existen numerosos programas de entrenamiento de fuerza que mejoran el rendimiento de la marcha, como es el caso de un programa de 3 semanas durante 3-5 días a la semana con entrenamiento de fuerza y resistencia de 30-45 minutos mejoraron la capacidad para caminar, pero no se observaron mejoras en las actividades diarias (Kuendig et al., 2022). Por otro lado, en un estudio se observó que el entrenamiento de Pilates puede ser una alternativa eficaz para mejorar el equilibrio, la marcha, la cognición y el control de la respiración (Abasiyanik et al., 2020). Actualmente se ha publicado un tipo de entrenamiento de alta intensidad y alto volumen que mejora la resistencia de la marcha, la fuerza y la capacidad funcional en EM (Derikx et al., 2022). El entrenamiento en TRX se ha demostrado que es un tipo de entrenamiento seguro y fiable para mejorar los FR Y ER (Claus et al., 2017).

Con respecto a los miembros superiores, se observó que existía una relación fuerte y negativa entre la fuerza de agarre de la mano derecha y la destreza manual fina (9HPT), indicando a que los mayores niveles de fuerza de agarre indicaban una mejor destreza manual fina. En relación a otro estudio se observó que este tipo de pruebas son muy eficaces para identificar las disfunciones musculares en los miembros superiores en relación con la destreza manual fina en aquellas personas en la que la EM está en un nivel muy leve. Además, aconsejan introducir otras pruebas para identificar las disfunciones en los miembros superiores como pueden ser la prueba box and brock y la prueba dedo-nariz (Pisa et al., 2022). De esta manera se determina que mejorar la destreza gruesa da lugar a una mejor autonomía y calidad de vida en cuanto a destreza manual fina.

Se identifica finalmente que la actividad física es una herramienta muy importante para mejorar la funcionalidad física y esta a su vez mejora la calidad de vida. Afirmándose en estudios que los niveles más altos de actividad física se asocian con una mayor función física, neuromuscular y calidad de vida en pacientes con EM, independientemente de la gravedad de la enfermedad. Estos hallazgos enfatizan la importancia de realizar actividad física regular en todas las etapas de la EM (Rooney et al., 2021).

De manera indirecta se ha determinado que la fuerza en los flexores de cadera afecta de manera indirecta en el equilibrio, reduciendo el riesgo de caídas y mejorando la calidad de vida. Esa falta de relación directa entre los cuestionarios y las pruebas realizadas, puede deberse al número pequeño de la muestra, ya que hay diferentes estudios que afirman que aquellas personas que

tienen mejores niveles de fuerza presentan una mejor calidad de vida (Mañago et al., 2020; Guicciardi et al., 2019) y que aquellas personas que muestran una menor resistencia de la marcha tienen una mayor percepción de fatiga después de realizar el 6MWT (Drebinger et al., 2020; Tramonti et al., 2021).

6.1 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Nos encontramos con un estudio piloto ya que contamos con una muestra muy pequeña ($n=6$).

6.2 PROSPECTIVA FUTURA

Se necesitan estudios futuros para analizar la cognición y aquellos grupos musculares (rodilla y cadera) que según la evidencia científica tienen influencia en la funcionalidad y calidad de vida en las personas con EM. Además de aumentar el tamaño de la muestra para especificar qué ocurre con aquellas variables que tienden a relacionarse, pero que no lo hacen de manera significativa.

7. CONCLUSIONES

El presente estudio encontró que, para las personas con EM, la fuerza muscular que presentan los flexores y extensores de rodilla y flexores de cadera son un factor importante para mejorar el rendimiento de la marcha, y esta a su vez tiene una relación importante con la movilidad y el equilibrio, por lo que la fuerza en rodilla y cadera influyen de manera indirecta en el equilibrio. Además, se ha encontrado que aquellas personas que tienen una mayor fuerza de agarre indica mejor destreza manual fina, siendo un factor determinante para la autonomía y calidad de vida en personas con EM. Por lo que se recomienda realizar programas de entrenamiento de fuerza enfocados a mejorar la fuerza en estos grupos musculares para mejorar estas capacidades ya que se obtendrían mejoras en la autonomía, el riesgo de caídas y la calidad de vida.

Se necesitan futuros estudios para conocer la importancia de otros grupos musculares como pueden ser los del tobillo, tronco o extensores de cadera y diferenciando en cuanto al nivel de discapacidad de los sujetos. Así, poder comprender que otros factores influyen en la funcionalidad y calidad de vida y permitir recomendaciones en cuanto a esta población.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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*, 16(1), 12–20.
- Abasıyanık, Z., Yiğit, P., Özdoğan, A. T., Kahraman, T., Ertekin, Ö., & Özakbaş, S. (2021). A comparative study of the effects of yoga and clinical Pilates training on walking, cognition, respiratory functions, and quality of life in persons with multiple sclerosis: A quasi-experimental study. *Explore*, 17(5), 424–429.
- Abbaspoor, E., Zolfaghari, M., Ahmadi, B., & Khodaei, K. (2020). The effect of combined functional training on BDNF, IGF-1, and their association with health-related fitness in the multiple sclerosis women. *Growth Hormone and IGF Research*, 52(March), 101320.
- Amiri, B., Sahebozamani, M., & Sedighi, B. (2019). The effects of 10-week core stability training on balance in women with multiple sclerosis according to Expanded Disability Status Scale: A single-blinded randomized controlled trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 55(2), 199–208.
- Aristotelous, P., Stefanakis, M., Pantzaris, M., Pattichis, C., Hadjigeorgiou, G. M., & Giannaki, C. D. (2019). Associations between functional capacity, isokinetic leg strength, sleep quality and cognitive function in multiple sclerosis patients: a cross-sectional study. *Postgraduate Medicine*, 131(7), 453–460.
- Balicevic Boras I, R. G. a. (2009). Criterios diagnósticos para la esclerosis múltiple. *Instituto de Formación Continua, Universidad de Barcelona.*, 1–19.
- Benavides A. (2014). Equilibrio Y Esclerosis. *Tratamiento Del Equilibrio En Pacientes Con Esclerosis Multiple*.
- Bennett, S. E., Bromley, L. E., Fisher, N. M., Tomita, M. R., & Niewczyk, P. (2017). Validity and reliability of four clinical gait measures in patients with multiple sclerosis. *International Journal of MS Care*, 19(5), 247–252.
- Bland, M. J., & Altman, G. (1995). Comparing methods of measurement : why plotting difference Corr [T-S, S_j = ((y² T + U² s - 2p (Tyus)]. *The Lancet*, 346, 1085–1087.
- Carmen Terol-Cantero, M., Cabrera-Perona, V., & Martín-Aragón, M. (2015). Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) review in Spanish samples. *Anales de Psicología*, 31(2), 494–503.
- Claus, G. M., Redkva, P. E., Brisola, G. M. P., Malta, E. S., de Poli, R. de A. B., Miyagi, W.E., & Moura, A. (2017). atic Exercise Science. The article appears here in its accepted, peer-re-viewed form, as it was provided by the submitting author. It has not been copyedited, proofread, or formatted by the publisher. *Jsep*, 28, 588–595.
- Derikx, T. C. A., Brands, I. M. H., Goedhart, A. T., Hoens, W. H., Heijenbrok-Kal, M. H., & Van den Berg-Emons, R. H. J. G. (2022). High-Volume and High-Intensity Functional Training in Patients with Multiple Cclerosis: A Pilot Study on Feasibility and Functional Capacity. *Journal of Rehabilitation Medicine - Clinical Communications*, 5, jrmcc00078.

- Djadikarta, Z. J., Dongés, S. C., Brooks, J., Kennedy, D. S., Gandevia, S. C., & Taylor, J.L. (2020). Impaired central drive to plantarflexors and minimal ankle proprioceptive deficit in people with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*, 46(October).
- Drebingen, D., Rasche, L., Kroneberg, D., Althoff, P., Bellmann-Strobl, J., Weygandt, M., Paul, F., Brandt, A. U., & Schmitz-Hübsch, T. (2020). Association Between Fatigue and Motor Exertion in Patients With Multiple Sclerosis—a Prospective Study. *Frontiers in Neurology*, 11(April).
- Edge, R., Mills, R., Tennant, A., Diggle, P. J., Young, C. A., Al-Chalabi, A., Williams, T. L., Dick, D. J., Talbot, K., Burke, G., Majeed, T., Ealing, J., McDermott, C. J., Pinto, A., Chandran, S., Walsh, J., Hanemann, O., & Harrower, T. (2020). Do pain, anxiety and depression influence quality of life for people with amyotrophic lateral sclerosis/motor neuron disease? A national study reconciling previous conflicting literature. *Journal of Neurology*, 267(3), 607–615.
- Farfán Albarracín, J. D., & Espitia Segura, O. M. (2011). Esclerosis múltiple en pacientes pediátricos: fisiopatología, diagnóstico y manejo. *MedUNAB*, 14(3), 167–179.
- Feys, P., Lamers, I., Francis, G., Benedict, R., Phillips, G., Larocca, N., Hudson, L. D., & Rudick, R. (2017). The Nine-Hole Peg Test as a manual dexterity performance measure for multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis*, 23(5), 711–720.
- Gandek, B., Ware, J. E., Aaronson, N. K., Apolone, G., Bjorner, J. B., Brazier, J. E., Bullinger, M., Kaasa, S., Lepke, A., Prieto, L., & Sullivan, M. (1998). Cross-validation of item selection and scoring for the SF-12 Health Survey in nine countries: Results from the IQOLA Project. *Journal of Clinical Epidemiology*, 51(11), 1171–1178.
- Gómez Gómez, M. C., & Navarro Palomares, S. (2020). La esclerosis múltiple: concepto, historia e implicaciones en la escuela. *Revista Sobre La Infancia y La Adolescencia*, 18, 1.
- Guicciardi, M., Carta, M., Pau, M., & Cocco, E. (2019). The relationships between physical activity, self-efficacy, and quality of life in people with multiple sclerosis. *Behavioral Sciences*, 9(12), 1–9.
- 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), 1–12.
- Hauke, J., & Kossowski, T. (2011). Comparison of values of pearson's and spearman's correlation coefficients on the same sets of data. *Quaestiones Geographicae*, 30(2), 87–93.
- Issues, S., Test, M. W., Equipment, R., & Preparation, P. (2002). *American Thoracic Society ATS Statement : Guidelines for the Six-Minute Walk Test*. 166, 111–117.
- Kaneda, R. (2021). Validez y fiabilidad de un nuevo dinamómetro isométrico portátil para la evaluación de la fuerza de las extremidades inferiores. *Journal of Sport Rehabilitation*.
- Kesgin, F., Suddick, K., Heesen, C., & Wright, J. (2021). Developing a fall prevention program: what are the views and opinions of people with multiple sclerosis? *Disability and Rehabilitation*, 43(8), 1065–1073.

- Kuendig, S., Kool, J., Polhemus, A., Schallert, W., Bansi, J., & Gonzenbach, R. R. (2022). Three weeks of rehabilitation improves walking capacity but not daily physical activity in patients with multiple sclerosis with moderate to severe walking disability. *PLoS ONE*, 17(9 September), 1–13.
- Luis Andreu-Caravaca, D. J.-C.-R.-A. (2022). Efectos y dosis óptima del entrenamiento de resistencia sobre la fuerza, la capacidad funcional, el equilibrio, la percepción general de la salud y la fatiga en pacientes con esclerosis múltiple: una revisión sistemática y metanálisis. *Disabil Rehabil*, 1-13.
- Lunde, H. M. B., Assmus, J., Myhr, K. M., Bø, L., & Grytten, N. (2017). Survival and cause of death in multiple sclerosis: A 60-year longitudinal population study. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 88(8), 621–625.
- Mañago, M. M., Callesen, J., Dalgas, U., Kittelson, J., & Schenkman, M. (2020). Does disability level impact the relationship of muscle strength to walking performance in people with multiple sclerosis? a cross-sectional analysis. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*, 42(March), 102052.
- Mañago, M. M., Cameron, M., & Schenkman, M. (2020). Association of the Dynamic Gait Index to fall history and muscle function in people with multiple sclerosis*. *Disability and Rehabilitation*, 42(25), 3707–3712.
- Mañago, M. M., Kline, P. W., Alvarez, E., & Christiansen, C. L. (2020). Trunk and pelvis movement compensation in people with multiple sclerosis: Relationships to muscle function and gait performance outcomes. *Gait and Posture*, 78(February), 48–53.
- Mañago, M. M., Kline, P. W., Harris-Love, M. O., & Christiansen, C. L. (2021). The Validity of the Single-Leg Heel Raise Test in People With Multiple Sclerosis: A Cross-Sectional Study. *Frontiers in Neurology*, 12(July), 1–7.
- Marck, C. H., Learmonth, Y. C., Chen, J., & van der Mei, I. (2022). Physical activity, sitting time and exercise types, and associations with symptoms in Australian people with multiple sclerosis. *Disability and Rehabilitation*, 44(8), 1380–1388.
- Mokhtarzade, M., Agha-Alinejad, H., Motl, R. W., Negaresh, R., Baker, J. S., & Zimmer, P. (2019). Weight control and physical exercise in people with multiple sclerosis: Current knowledge and future perspectives. *Complementary Therapies in Medicine*, 43(December 2018), 240–246.
- Mordillo-Mateos, L., Soto-Leon, V., Torres-Pareja, M., Peinado-Palomino, D., Mendoza-Laiz, N., Alonso-Bonilla, C., Dileone, M., Rotondi, M., Aguilar, J., & Oliviero, A. (2019). Fatigue in multiple sclerosis: General and perceived fatigue does not depend on corticospinal tract dysfunction. *Frontiers in Neurology*, 10(APR), 1–12.
- Motl, R. W., Cohen, J. A., Benedict, R., Phillips, G., LaRocca, N., Hudson, L. D., & Rudick, R. (2017). Validity of the timed 25-foot walk as an ambulatory performance outcome measure for multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis*, 23(5), 704–710.
- Norman, G. (2010). Likert scales, levels of measurement and the “laws” of statistics. *Advances in Health Sciences Education*, 15(5), 625–632.
- Pareja, M. T., Palomino, D. P., García, J. V., Santos, D. J., García, P. E., & Laiz, N. M. (2019). Evaluation of resistance training program patients with multiple sclerosis. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 14(42), 265–275.

- Pérez-Carmona, N., Fernández-Jover, E., & Sempere, Á. P. (2019). Epidemiology of multiple sclerosis in Spain. *Revista de Neurología*, 69(1), 32-38.
- Pisa, M., Ruiz, J. A., DeLuca, G. C., de Andres Crespo, M., DelMastro, H. M., Olson, K. M., Triche, E. W., & Lo, A. C. (2022). Quantification of upper limb dysfunction in the activities of the daily living in persons with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis and Related Disorders*, 63(May), 103917.
- Podsiadlo, D; Richardson, S. (1991). The Timed Up and Go: A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 39(2), 142-148.
- Portilla-Cueto, K., Medina-Pérez, C., Romero-Pérez, E. M., Hernández-Murúa, J. A., de Oliveira, C. E. P., de Souza-Teixeira, F., González-Bernal, J. J., Vila-Chã, C., & de Paz, J. A. (2020). Reference values for isometric, dynamic, and asymmetry leg extension strength in patients with multiple sclerosis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 1-13.
- Ramari, C., Hvid, L. G., David, A. C. de, & Dalgas, U. (2020). The importance of lower- extremity muscle strength for lower-limb functional capacity in multiple sclerosis: Systematic review. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 63(2), 123-137.
- Reuter, S. E., Massy-Westropp, N., & Evans, A. M. (2011). Reliability and validity of indices of hand-grip strength and endurance. *Australian Occupational Therapy Journal*, 58(2), 82-87.
- Rooney, S., Riemenschneider, M., Dalgas, U., Jørgensen, M. L. K., Michelsen, A. S., Brønd, J. C., & Hvid, L. G. (2021). Physical activity is associated with neuromuscular and physical function in patients with multiple sclerosis independent of disease severity. *Disability and Rehabilitation*, 43(5), 632-639.
- Rooney, S., Wood, L., Moffat, F., & Paul, L. (2019). Is Fatigue Associated With Aerobic Capacity and Muscle Strength in People With Multiple Sclerosis: A Systematic Review and Meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 100(11), 2193-2204.
- Rosti-Otajärvi, E., Hämäläinen, P., Wiksten, A., Hakkarainen, T., & Ruutiainen, J. (2017). Validity and reliability of the Fatigue Severity Scale in Finnish multiple sclerosis patients. *Brain and Behavior*, 7(7), 1-8.
- Roy-García, I., Rivas-Ruiz, R., Pérez-Rodríguez, M., & Palacios-Cruz, L. (2019). Correlation: Not all correlation entails causality. *Revista Alergia Mexico*, 66(3), 354-360.
- Tramonti, C., Di Martino, S., Foglia, A., & Chisari, C. (2021). Perceived fatigue, lower limb muscle force and performance fatigability after a rehabilitation program in Multiple Sclerosis. *European Journal of Translational Myology*, 30(4).
- Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina., R. . (1989). Revista dela Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México. *Revista de La Facultad de Medicina. UNAM*, 32(6), 299-305.
- Uygur, M., de Freitas, P. B., & Barone, D. A. (2020). Rate of force development and relaxation scaling factors are highly sensitive to detect upper extremity motor impairments in multiple sclerosis. *Journal of the Neurological Sciences*, 408(August 2019), 116500.

- Willingham, T. B., Backus, D., & Mccully, K. K. (2019). Muscle dysfunction and walking impairment in women with multiple sclerosis. *International Journal of MS Care*, 21(6), 249–256.
- Wong, V. L., & Holahan, M. R. (2019). A systematic review of aerobic and resistance exercise and inflammatory markers in people with multiple sclerosis. *Behavioural Pharmacology*, 30(8), 652–659.
- Zenginler Yazgan, Y., Vural, P., Ormen, R., Akinci, B., Tarakci, E., Guler, S., & Saltik, S. (2022). Six-Minute Walk Performance and Related Factors in Pediatric-Onset Multiple Sclerosis. *Journal of Child Neurology*, 37(5), 351–358.
- Zigmond, A. S., & Snaith, R. P. (1983). The Hospital Anxiety and Depression Scale. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 67(6), 361–370.

