

Junio de 2019

Prevención de caídas en la Esclerosis Múltiple

Trabajo final de máster

MÁSTER DE NEUROREHABILITACIÓN
INSTITUT GUTTMANN

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA



NICOLAS VALVERDE SAN MARTIN
TUTOR: DR. JOSEP MEDINA CASANOVA

Índice

Acrónimos	8
A) ESCLEROSIS MÚLTIPLE	9
1. Descripción de la enfermedad	9
2. Epidemiología.....	9
2.1 Epidemiología global.....	9
2.1.1. Prevalencia.....	9
2.1.2. Datos demográficos	9
2.2. Epidemiología en España.....	10
3. Etiología	10
3.1. Factores ambientales.....	10
3.2. Factores genéticos.....	10
4. Patogenia	11
1.3.1. Principales características.....	11
5. Clínica.....	12
5.1. Fenotipos o formas clínicas de EM	12
5.1.1. Esclerosis múltiple recurrente-remitente (EMRR)	12
5.1.2. Esclerosis múltiple progresiva secundaria (EMPS)	13
5.1.3. Esclerosis múltiple progresiva primaria (EMPP).....	13
5.1.4. Esclerosis múltiple progresiva recidivante (EMPR)	13
5.1.5. Síndromes previos al diagnóstico.....	13
5.1.5.1. Síndrome clínico aislado (SCA)	13
5.1.5.2. Síndrome radiológicamente aislado (SRA)	13
5.2. Actividad y progresión.....	14
5.2.1. Enfermedad activa	14
5.2.2. Progresión o empeoramiento	14
5.3. Sintomatología.....	14
5.3.1. Síntomas iniciales.....	15
5.3.2. Limitaciones de la movilidad y equilibrio.....	15
5.3.3. Debilidad muscular	15
5.3.4. Fatiga.....	16
5.3.5. Espasticidad	16

5.3.6. Disfunción vesical e intestinal	16
5.3.7. Disfunción sexual.....	16
5.3.8. Dolor y síntomas somatosensitivos	16
5.3.9. Síntomas bulbares.....	17
5.3.10. Condición cardiovascular reducida	17
5.3.11. Alteraciones de la función visual.....	18
5.3.12. Deterioro cognitivo.....	18
5.3.13. Depresión	18
B) CONTROL POSTURAL EN EM.....	19
1. Conceptos del control postural	19
1.1. Mantenimiento de la postura.....	19
1.2. Equilibrio.....	19
2. Déficits de control postural en EM	19
2.1. Bipedestación estática con ojos abiertos	20
2.2. Bipedestación estática con ojos cerrados	20
2.3. Planos inestables con ojos abiertos	20
2.4. Planos inestables con ojos cerrados.....	20
2.5. Inclinaciones hacia los límites de la estabilidad	20
2.6. Perturbaciones de la postura.....	20
2.7. Conclusiones.....	21
3. Patogénesis del control motor en EM	21
3.1. Atrofia de sustancia gris y sustancia blanca	21
3.1.1. Atrofia sustancia gris.....	21
3.1.2. Atrofia de sustancia blanca	21
3.2. Actividad cerebral durante una tarea motora	22
3.3. Conectividad funcional.....	22
4. Anatomía patológica del control postural en EM.	22
4.1 Tronco encefálico (TE).....	22
4.2. Vías propioceptivas.....	23
4.3. Cerebelo.....	23
4.4. Interferencia cognitivo-motora (ICM).....	25
4.5. Conclusión	26
C) CAÍDAS EN LA EM.....	26
1. Epidemiología de las caídas	26
1.1. Frecuencia de caídas en las pEM.....	26

1.2. Frecuencia de caídas según grado de movilidad.....	27
1.3. Frecuencia de caídas en el inicio de la enfermedad.....	27
2. Consecuencias de las caídas.....	27
2.1. Lesiones físicas asociadas.....	27
2.2. Miedo a las caídas.....	27
2.2.1. Limitación en las actividades y participación.....	28
3. Valoración de caídas en EM.....	28
3.1. Factores de riesgo de caída.....	28
3.1.1. Uso de ayudas técnicas para la deambulaci3n.....	28
3.1.2. Alteraciones de la movilidad.....	29
3.1.3. Fatiga e incontinencia.....	29
3.1.4. Alteraciones cognitivas.....	29
3.1.5. Alteraciones sensoriales.....	29
3.1.6. Uso de medicamentos.....	29
3.1.7. Historial de caídas.....	29
3.2. Entornos y actividades en las que se producen las caídas.....	30
3.2.1 En ambulantes.....	30
3.2.2. En usuarios de silla de ruedas.....	30
3.3. Historial de caídas.....	30
3.2. Valor predictivo de futuras caídas en 6 meses.....	31
3.3. Valor predictivo de futuras caídas en 12 meses.....	31
3.4. Conclusi3n.....	31
3.4. Escalas clínicas.....	31
3.4.1. Escalas de autopercepci3n.....	32
3.4.1.1. Falls Self-Efficacy Scale International (FES-I).....	32
3.4.1.2. Activities-Specific Balance Confidence scale (ABC).....	32
3.4.2. Escalas de equilibrio.....	33
3.4.2.1. Dynamic gait index (DGI).....	33
3.4.2.2. Berg Balance Scale (BBS).....	33
3.5. Conclusi3n.....	33
4. Intervenciones.....	34
4.1. Modelos de programas para la prevenci3n de caídas.....	34
4.1.1. Modelo ambulatorio.....	34
4.1.1.1. Ventajas y desventajas.....	35
4.1.2. Modelo domiciliario.....	35
4.1.2.1. Ventajas y desventajas.....	36
4.1.3. Conclusi3n.....	36

4.2. Abordajes de entrenamiento	36
4.2.1 Realidad virtual y tareas dobles	36
4.2.2. Estrategias sensoriales	37
4.2.3. Intensidad de las estrategias motoras	37
4.2.4. Entrenamiento de marcha, tareas funcionales y uso de ayudas técnicas	38
4.2.5. Entrenamiento de fuerza y CORE	38
4.3. Volumen de entrenamiento.....	38
4.4. Grado de discapacidad y ejercicio físico	39
4.4.1. Ejercicio físico en pEM con discapacidad leve a moderada.	39
4.4.2. Ejercicio físico en pEM con discapacidad severa a moderada.....	39
D) PROTOCOLO DE INTERVENCIÓN: PREVENCIÓN DE CAIDAS EN EM..	40
1. Justificación de protocolo de intervención	40
2. Objetivos	41
2.1. Objetivo principal	41
2.2. Objetivos secundarios.....	41
3. Metodología	41
3.1. Bibliografía consultada.....	41
3.2. Criterios de selección.....	42
3.2.1. Criterios de inclusión	42
3.2.2. Criterios de exclusión	42
3.3. Proceso de evaluación.....	42
3.3.1. Riesgo de caída y calidad de vida.....	43
3.3.1.1. Historial de caídas	43
3.3.1.2. Multiple Sclerosis Quality of Live-54 (MSQoL-54)	43
3.3.1.3. Activities-Specific Balance Confidence scale (ABC).....	44
3.3.4. Factores causales asociados a caídas.....	44
3.3.4.1. Equilibrio durante la marcha	44
3.3.4.2. Control postural estático y dinámico	44
3.3.4.3. Interferencia cognitivo-motora	44
3.3.4.4. Ayudas técnicas, entorno y AVD de riesgo.....	45
3.3.4.5. Fatiga.....	45
3.4. Intervención	45
3.4.1. Modelo de intervención	45
3.4.1.1. Sesiones grupales	45
3.4.1.2. Sesiones domiciliarias	46

3.4.2. Entrenamiento funcional y de equilibrio.....	46
3.4.2.1. Control postural estático y dinámico	46
3.4.2.2. Perturbaciones del equilibrio.....	47
3.4.2.3. Entrenamiento funcional	47
3.4.3. Entrenamiento variable	47
3.4.3.1. Estrategias sensoriales.....	47
3.4.3.2. Tareas dobles	47
3.4.3.3. Uso de ayudas técnicas.....	47
3.4.3.4. Gestión de la fatiga.....	48
4. Conclusiones	48
 Bibliografía	 49
 ANEXO A	 62
1. Etiología de la EM.....	62
1.1. Relación entre el mapa genético y el sistema inmunitario	62
2. Patogenia de la EM.....	63
2.1. Principales características	63
2.2. Fase inicial de la respuesta autoinmune	63
2.2.1. Modelo intrínseco del SNC.....	63
2.2.2. El modelo extrínseco del SNC.....	64
2.2.3. Eventos secundarios a la respuesta autoinmune	64
2.3. Fase progresiva de la respuesta autoinmune	64
2.3.1 Degeneración axonal y neuronal.....	64
2.3.2. Daño oxidativo glial y neuronal como base para la progresión de la enfermedad	65
2.3.3. Interacciones del astrocito con otras células gliales y neuronas	65
 ANEXO B	 66
1. Escala de discapacidad de Kurtzke: Expanded Disease Status Scale (EDSS)	66
 ANEXO C	 70
1. Estudios ECA sobre entrenamiento de equilibrio y reducción de caídas	70

ANEXO D	75
1. Ejemplos de entrenamiento de control postural y estrategias sensoriales	75
1.1 Control postural estático.....	75
1.2. Control postural dinámico.....	75
1.3. Perturbaciones internas del equilibrio	75
1.4. Perturbaciones externas	75
1.5. Estrategias sensoriales propioceptivas	75
1.6. Estrategias sensoriales vestibulares	76

Índice de tablas e ilustraciones

Tabla 1. Fenotipos clínicos de EM	13
Tabla 2. Nivel de discapacidad en pEM	15
Tabla 3: Escalas clínicas y validez discriminativa de futuras caídas en EM.....	32
Tabla 4: Características de los estudios centrados en el control postural.....	70

Ilustración 1. Prevalencia global de EM.....	9
Ilustración 2. Patogénesis de la EM.	11
Ilustración 3: Tipos de EM.....	12
Ilustración 4. Actualización del fenotipo de EM.	14
Ilustración 5: Representación de interferencia cognitivo-motora.....	25
Ilustración 6: Estrategia de valoración.....	43
Ilustración 7: Modelo de rehabilitación.	46
Ilustración 8: Escala de discapacidad de Kurtzke.	69

Acrónimos

ABVD: Actividades básicas de la vida diaria.

AIVD: Actividades instrumentales de la vida diaria

CFr: Conectividad funcional en reposo.

CP: Centro de presión (posturografía).

ECA: Estudio controlado aleatorizado.

ECPAI: Entrenamiento de control postural de alta intensidad.

EDSS: Expanded Disease Status Scale.

EF: Ejercicio Físico.

EMRR: Esclerosis múltiple Recurrente Remitente.

EMPP: Esclerosis múltiple Progresiva primaria.

EMPS: Esclerosis múltiple Progresiva secundaria.

IC: Intervalo de confianza.

IRMf: Imagen por resonancia magnética funcional.

pEM: Personas con Esclerosis múltiple.

ROV: Reflejo oculo-vestibular

SB: Sustancia blanca.

SG: Sustancia gris.

SNC: Sistema nervioso central.

A) ESCLEROSIS MÚLTIPLE

1. Descripción de la enfermedad

La Esclerosis Múltiple (EM) es una enfermedad degenerativa autoinmune que provoca un daño en el Sistema Nervioso Central (SNC) progresivo, siendo la causa más común de discapacidad no traumática en adultos jóvenes (1).

La patología y la patogenia de la EM son complejas y hoy en día no se entienden a la perfección. La EM daña la mielina y los axones en el SNC, predominando al comienzo de la enfermedad la desmielinización, y más adelante una degeneración axonal progresiva (1).

El distintivo anatómico-patológico de la EM es la formación de placas escleróticas (áreas de cicatrización), principalmente en la materia blanca del SNC. Las placas de MS también se forman en la materia gris del SNC y estas placas se correlacionan en mayor medida con la discapacidad que las placas de materia blanca.

La EM provoca una gran variedad de síntomas neurológicos, y su progresión se caracteriza según el curso clínico de la enfermedad (2).

2. Epidemiología

2.1 Epidemiología global

2.1.1. Prevalencia

Con una prevalencia de 50 a 300 por cada 100 000 personas, se estima que alrededor de 2,3 millones de personas viven con esclerosis múltiple en todo el mundo (1).

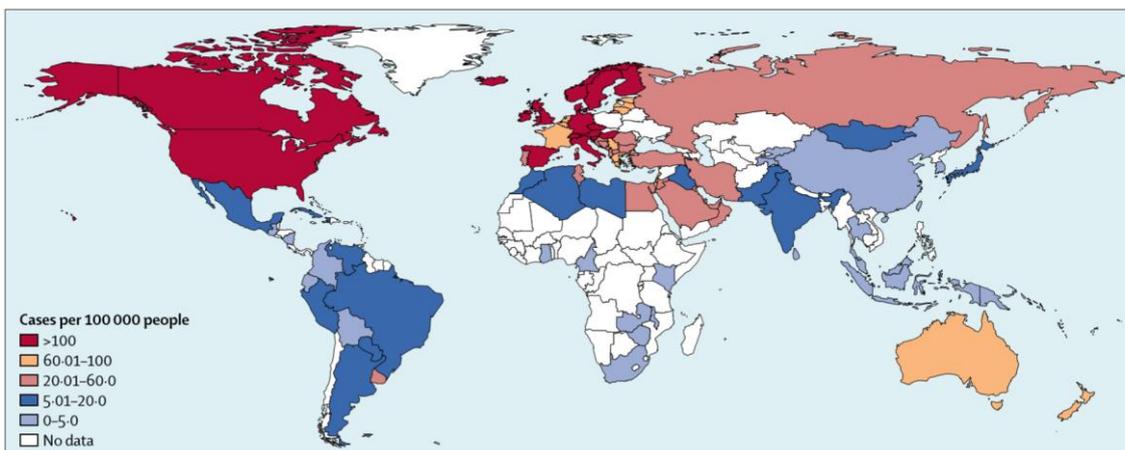


Ilustración 1. Prevalencia global de EM de Thompson et al. (2018) (1).

2.1.2. Datos demográficos

- Edad: Aunque la EM puede ocurrir a cualquier edad, se considera una enfermedad que afecta principalmente a la población joven entre los 20 y 50 años. La mitad de los diagnósticos de EM se realizan antes de los 30 años y tres cuartos antes de los 40 años. Los pacientes que padecen esta

enfermedad más tarde (mayores de 60 años) presentan una forma progresiva desde el inicio (1).

- Género: La esclerosis múltiple es tres veces más común en mujeres que en hombres (1).
- Etnia: Esta enfermedad se da en la mayoría de los grupos étnicos, aunque es bastante más frecuente en los caucásicos de Europa occidental y América del Norte que en asiáticos o latinos (1).
- Procedencia: Además, diversos estudios de migración sobre la susceptibilidad genética y el medio ambiente señalan que si un individuo pasa de un área de alto riesgo a un área de bajo riesgo durante la infancia adquirirá un riesgo bajo de desarrollar esclerosis múltiple. Por el contrario, los individuos que lo hacen después de la adolescencia conservan el riesgo de la ubicación original (3).

2.2. Epidemiología en España

Los datos disponibles permiten clasificar a la Península Ibérica como una región de prevalencia intermedia-alta de la enfermedad (>100 casos por cada 100.000).

Los estudios de incidencia apuntan a valores similares a los descritos en Italia y las islas del Mediterráneo (>3 nuevos casos por cada 100.000 por año) (4).

3. Etiología

La EM tiene una etiología multifactorial en la que factores genéticos, epigenéticos y ambientales desempeñan un rol central e interactúan con factores de riesgo modificables. La etiología de la EM se amplía en el anexo A.

3.1. Factores ambientales

Se ha asociado como factores de riesgo ambientales:

- El déficit de vitamina D (relacionada con la reducción a la exposición de luz solar), la dieta, la obesidad en la edad temprana y el consumo de tabaco.
- De forma menos clara se asocian otros factores, uno de ellos relacionado con la hipótesis de la higiene, la cual postula que las exposiciones infecciosas múltiples en la primera infancia, como suele ser el caso en áreas tropicales y subtropicales, reducen el riesgo de desarrollar enfermedades autoinmunes y alérgicas.
- El desarrollo de esclerosis múltiple también puede asociarse con infecciones específicas; por ejemplo, la infección tardía en un adulto joven con el virus de Epstein-Barr aumenta el riesgo de desarrollar la enfermedad posteriormente (1).

3.2. Factores genéticos

La región del sistema de antígenos leucocitarios humanos (HLA: por sus siglas en inglés) del cromosoma 6 se ha implicado en el desarrollo de cientos de enfermedades humanas, incluidas la mayoría de las enfermedades autoinmunes.

En la esclerosis múltiple, los portadores del alelo HLA DRB1 son aproximadamente tres veces más propensos a desarrollar esclerosis múltiple que los no portadores. No obstante, la susceptibilidad a la esclerosis múltiple se ve afectada por la acción de variantes alélicas de secuencia común en múltiples genes (es decir, aquellos con una frecuencia de alelos de riesgo > 5%). Un metaanálisis reciente describe más de 200 asociaciones en total (1).

4. Patogenia

1.3.1. Principales características

Las principales características patológicas de la esclerosis múltiple son la neurodegeneración, la desmielinización y la gliosis astrocítica, expuestos en la ilustración 2 y ampliadas en el anexo A.

Los estudios genéticos y patológicos apuntan hacia el sistema inmunitario adaptativo, que consiste en células T y células B, como un actor clave en la patogénesis de la esclerosis múltiple. El proceso de inflamación en la esclerosis múltiple solo afecta al sistema nervioso central (SNC), lo que sugiere que las células T y las células B son reclutadas selectivamente por antígenos diana específicos (probablemente autoantígenos) que solo se expresan en el SNC. Aunque se han propuesto varios antígenos, ninguno ha sido confirmado (1).

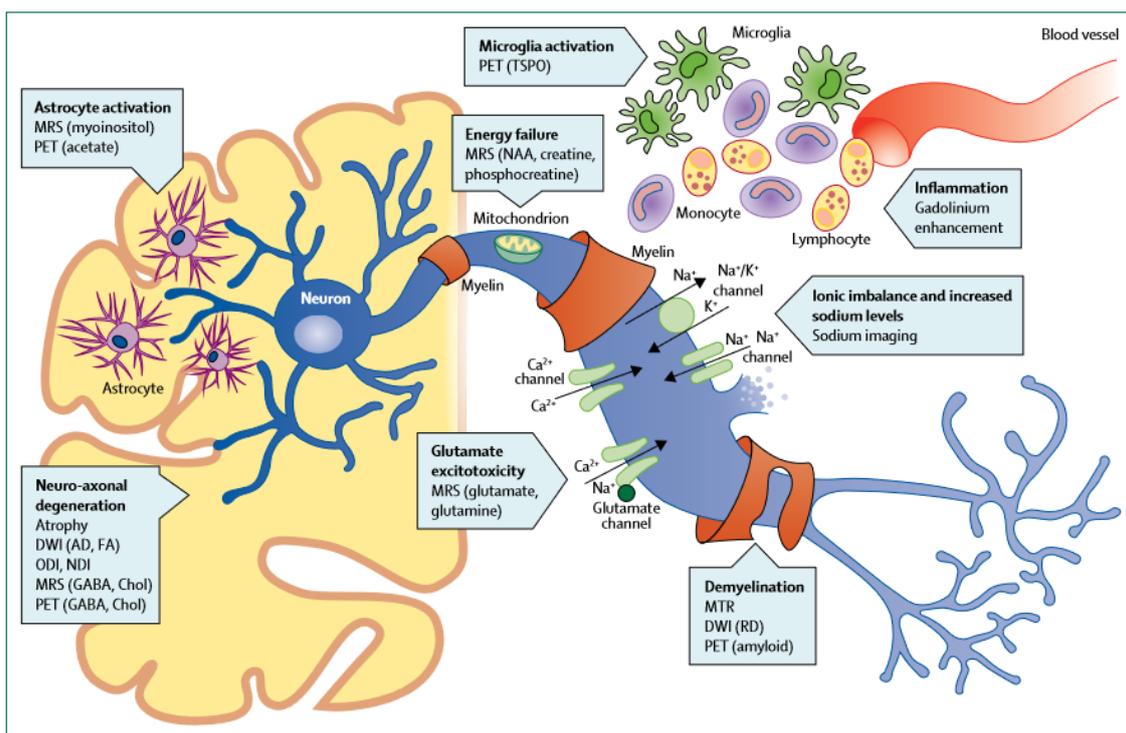


Ilustración 2. Patogénesis de la EM. De Thompson et al. 2018 (1).

5. Clínica

5.1. Fenotipos o formas clínicas de EM

Si bien cada persona experimentará una combinación diferente de síntomas, hay varios fenotipos clínicos con presentación y evolución diferenciadas, expuestos en la tabla 1 e ilustración (5):

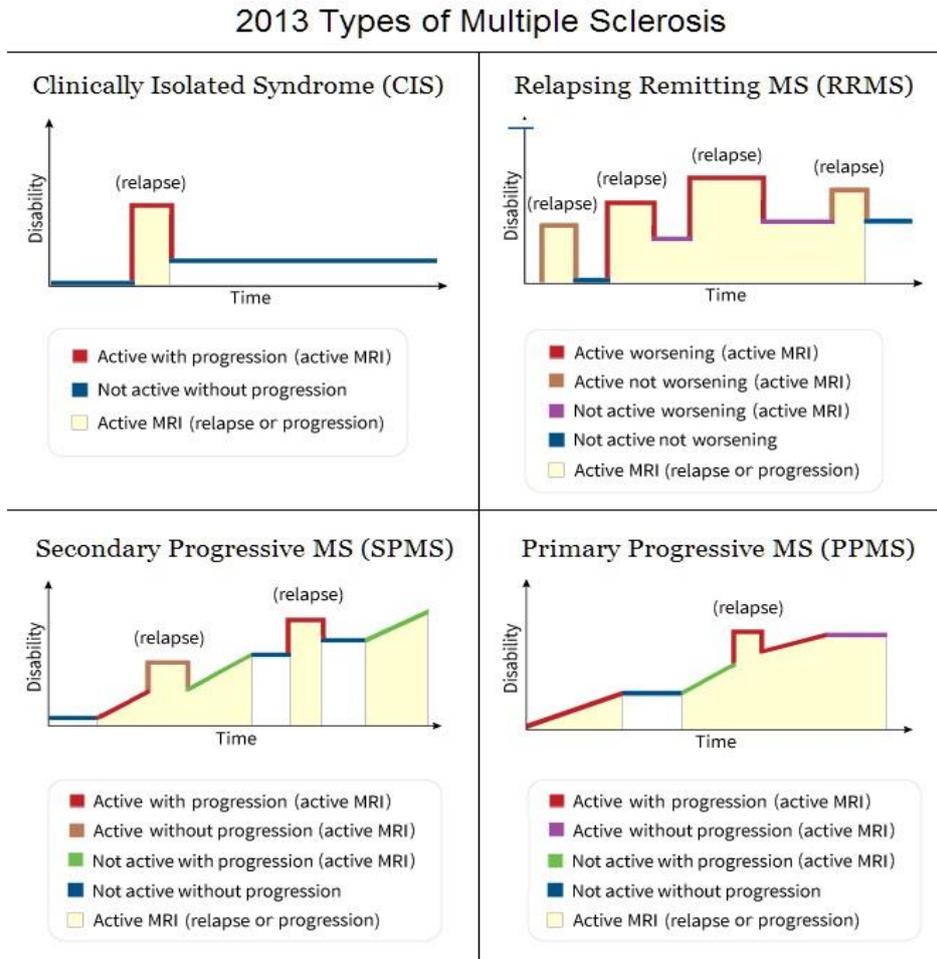


Ilustración 3: Tipos de EM. Según Lublin et al. 2014 (6).

5.1.1. Esclerosis múltiple recurrente-remitente (EMRR)

En esta forma de EM se producen períodos de recaída (brotos) seguidos de etapas de estabilización de duración variable (días o meses). Estas recaídas consisten generalmente en la aparición de síntomas neurológicos debidos a una nueva lesión en el sistema nervioso central. Tras el brote puede haber una remisión parcial de los síntomas e incluso una recuperación total (5,7). Es el tipo más frecuente afectando alrededor del 70% de las personas con EM (8).

El porcentaje de pacientes con esta forma de la enfermedad que desarrollan esclerosis múltiple secundaria-progresiva con o sin recaídas superpuestas se sitúa entre el 10% y el 30% (1).

5.1.2. Esclerosis múltiple progresiva secundaria (EMPS)

En algunas personas que tienen inicialmente EM con recaídas y remisiones, se desarrolla posteriormente una incapacidad progresiva en el curso de la enfermedad, frecuentemente con recaídas superpuestas y sin períodos definidos de remisión (5,7). Afecta al 10% de las pEM (8).

5.1.3. Esclerosis múltiple progresiva primaria (EMPP)

Esta forma de EM se caracteriza por la ausencia de brotes definidos, con un comienzo lento y un empeoramiento constante de los síntomas y de la discapacidad (5,7). Afecta al 2% de las pEM (8).

5.1.4. Esclerosis múltiple progresiva recidivante (EMPR)

Es la forma menos común, dándose en menos del 2% de los casos (8). Se caracteriza por una progresión constante y sin remisiones desde el comienzo con una clara superposición de brotes con o sin recuperación completa (5,7).

5.1.5. Síndromes previos al diagnóstico

Además previos al diagnóstico se establecen dos síndromes (7):

5.1.5.1. Síndrome clínico aislado (SCA)

Este síndrome clínico no se incluyó en los descriptores clínicos iniciales de la EM. Actualmente se reconoce como la primera presentación clínica de una enfermedad que muestra características de desmielinización inflamatoria que podría ser EM, pero aún no ha cumplido con los criterios de diseminación en el tiempo (DIS). Los estudios epidemiológicos y los ensayos clínicos de terapias modificadoras de la enfermedad han demostrado que el SCA junto con las lesiones cerebrales por IRM conllevan a un alto riesgo de cumplir con los criterios de diagnóstico para MS (7).

5.1.5.2. Síndrome radiológicamente aislado (SRA)

En el SRA los hallazgos de imágenes incidentales (no realizadas con el propósito de diagnóstico diferencial de EM) sugieren desmielinización inflamatoria con ausencia de signos o síntomas clínicos. Cambios en imágenes cerebrales que sugieran una patología desmielinizante mayor representan un mayor riesgo de futuros síntomas clínicos de EM. Por tanto, un paciente con SRA debe ser seguido de forma prospectiva (7).

Tabla 1. Fenotipos clínicos de EM (8).

Fenotipo de EM	Nº pEM	Porcentaje
RR	47324	72.91%
SP	6973	10.74%
SCA	4962	7.64%
PP	3038	4.68%
Sin respuesta	1444	2.22%
PR	1167	1.80%

RR: remitente recurrente; SP: Progresiva secundaria; SCA: Síndrome clínico aislado; PP: Primaria progresiva; PR: progresiva recidivante.

5.2. Actividad y progresión

Lublin et al. (2014) también indicó los conceptos de actividad y progresión de la enfermedad, capaces de modificar los fenotipos anteriores, tal y como se expresa en la ilustración 3. De este modo, establece (7):

5.2.1. Enfermedad activa

Definida desde un punto de vista clínico como aquella en la que se producen recaídas, episodios agudos o subagudos de alteraciones neurológicas, seguidas de recuperación total o parcial, en ausencia de fiebre o infección. Si se consideran los resultados de las pruebas de imagen por resonancia magnética, se define como la aparición de lesiones nuevas en T2 o que captan gadolinio en T1.

5.2.2. Progresión o empeoramiento

Se trata del aumento de la disfunción neurológica en un intervalo de tiempo.

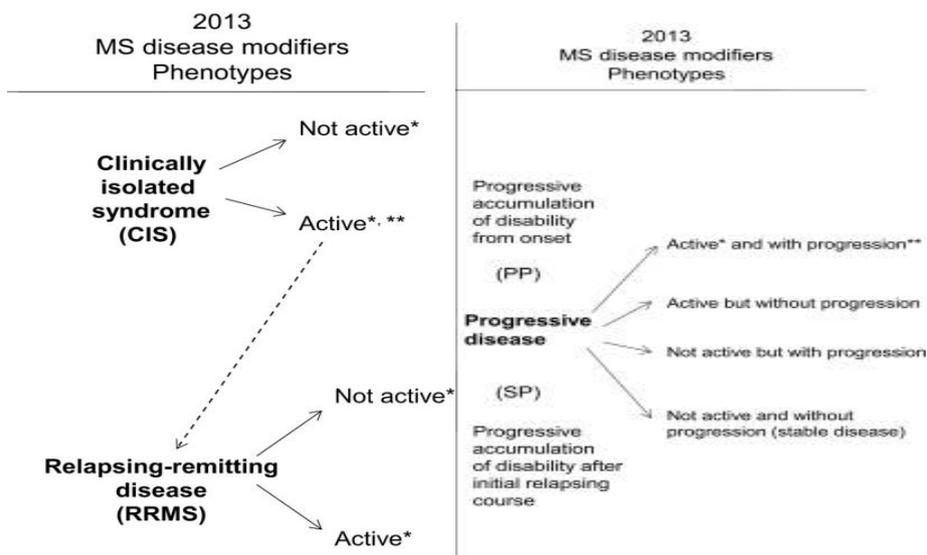


Ilustración 4. Actualización del fenotipo de EM. De Lublin et al. (2014) (7).

Así se establece que tanto los pacientes con CIS como los diagnosticados de EMRR pueden presentar un fenotipo activo o no activo. Un paciente con CIS activo cumple los criterios de diagnóstico de EM. En cuanto a las formas progresivas, pueden ser activas o no y con/sin progresión (7).

5.3. Sintomatología

La sintomatología de la EM es muy variada, presentándose grandes diferencias entre individuos y entre fenotipos de EM (9). El curso de la EM no se puede pronosticar, algunas personas se ven mínimamente afectadas por la enfermedad, y en otras avanza rápidamente hacia la incapacidad total.

Según datos de la MS base con una muestra de 64.900 pEM más del 50% se sitúa en una discapacidad leve, menor a 3 puntos de la EDSS (8) tal y como se aprecia en la tabla 2. La escala EDSS se expone en el anexo B.

Tabla 2. Nivel de discapacidad en pEM (8).

EDSS	Nº de pEM	Porcentaje
0.0	7660	11.80%
1.0	7725	11.90%
1.5	6925	10.67%
2.0	7508	11.57%
2.5	3710	5.72%
3.0	3158	4.87%
3.5	2275	3.50%

5.3.1. Síntomas iniciales

Un 44.1% de los pacientes presentan un inicio polisintomático. Los síntomas iniciales más comunes son disestesias en el 47,4% de los pacientes, seguidos de paresia (37%) y problemas visuales, por ejemplo, neuritis óptica (29%), y problemas de equilibrio (24%).

Los pacientes con un fenotipo de EMRR presentan con mayor frecuencia disestesias (48%), seguidos de paresia (36%) y neuritis óptica (30%), mientras que en pacientes con EMPP el síntoma principal es la paresia (64%) seguido de problemas de equilibrio (32%). (9)

5.3.2. Limitaciones de la movilidad y equilibrio

La esclerosis múltiple causa una amplia variedad de déficits neurológicos, que a menudo interactúan causando dificultades de movilidad. Dentro de los primeros 10 a 15 años de la enfermedad, el 80% de los pacientes tienen dificultades para caminar. Un factor determinante en la movilidad es el deterioro del equilibrio (10), considerado uno de los principales factores de riesgo de caída en esta población (11,12).

Aproximadamente el 75% de las personas con esclerosis múltiple reportan problemas de equilibrio durante el curso de su enfermedad, incluso en las etapas iniciales, siendo mayor el deterioro en las personas con formas progresivas (11).

Por otro lado, el 80% de los pacientes con esclerosis múltiple experimentan ataxia en algún momento del curso de su enfermedad (10). Además, el 37% de los pacientes con EM sufren de vértigo y el 71% muestran potenciales miogénicos vestibulares evocados alterados (13).

5.3.3. Debilidad muscular

La debilidad está presente en hasta el 70% de las personas con esclerosis múltiple. La reducción de la fuerza muscular parece afectar principalmente a las extremidades inferiores, aunque la debilidad en las extremidades superiores, el tronco y la musculatura respiratoria también genera graves problemas (10).

La fuerza muscular es importante ya que está asociada con la limitación de la deambulación (velocidad de marcha y resistencia), el equilibrio y las actividades funcionales. La magnitud de influencia en la debilidad muscular del proceso de la enfermedad y de la reducción del nivel de actividad física sigue sin estar clara.

Es más, se cree que podría variar en gran medida entre los fenotipos clínicos (10).

5.3.4. Fatiga

La fatiga es la falta subjetiva de energía física y/o mental percibida por el enfermo o el cuidador que interfiere en las actividades usuales y deseadas. Es de los síntomas más incapacitantes en esta enfermedad y repercute en gran medida en el día a día del paciente. Estos pacientes refieren que la presencia de la fatiga influye en la marcha, actividades básicas de la vida diaria, conducción, comunicación, vida laboral y familiar, entre otras (14).

Entre el 52-88% de los pacientes con EM experimenta fatiga (15), de ahí que el 50-60% de estos pacientes remita la fatiga como su síntoma más limitante y la razón principal para ausentarse del trabajo y de sus funciones sociales (5).

5.3.5. Espasticidad

La espasticidad en la esclerosis múltiple es una manifestación de la interrupción de vías motoras descendentes debido a la degeneración axonal o la desmielinización. Alrededor del 60–90% de las personas con esclerosis múltiple desarrollarán espasticidad durante su vida.

La espasticidad puede ser localizada, multifocal o regional, y puede aumentar el deterioro global al reducir el rango de movimiento articular, aumentar la resistencia muscular (y por tanto el gasto energético asociado al movimiento) y contribuir al dolor, contracturas y UPP. La espasticidad se asocia a una reducción en la participación social y en la calidad de vida (10).

5.3.6. Disfunción vesical e intestinal

La mayoría de las personas con esclerosis múltiple experimentan problemas de vejiga durante sus vidas. Estas dificultades se correlacionan altamente con la calidad de vida.(10)

Los trastornos de micción se observan en el 72,9% de los pacientes con EMSP, y en el 61,8% de los pacientes con EMPP, en cambio se da en menor medida en los pacientes con EMRR (31,3%) (9).

Los síntomas intestinales son comunes en la EM, el 68% de los pacientes sufren estreñimiento y/o incontinencia fecal (16).

5.3.7. Disfunción sexual

Existe una creciente apreciación por la incidencia de disfunción sexual entre los pacientes con EM, con un 50% a 85% de los pacientes que reportan al menos 1 disfunción sexual. Algunas evidencias sugieren una correlación con la duración de la enfermedad y el aumento de la edad.

Sin embargo, parece ser de inicio temprano, ya que más del 50% de las mujeres reportan disfunción sexual 2 a 5 años después del diagnóstico (16).

5.3.8. Dolor y síntomas somatosensitivos

Su prevalencia en la EM es del 62,8%. La prevalencia según el tipo de enfermedad es la siguiente: SPMS (70%), PPMS (70%) y RRMS (50%).

El dolor de cabeza es el tipo de dolor más común (42%), seguido del dolor de extremidades (26%), dolor de espalda (20%), espasmos dolorosos (15%), signo de Lhermitte (16,6%) y neuralgia del trigémino (4%).

El dolor, cuando está presente, es calificado por los pacientes como uno de sus síntomas más graves. Se asocia con una calidad de vida baja e interfiere con las actividades diarias, especialmente a medida que aumenta su severidad (9).

Por otro lado, el 40–80% de los pacientes opinan que los síntomas de parestesia afectan su vida cotidiana, especialmente cuando se vuelven persistentes. Además, las disestesias son comunes desde el inicio de la enfermedad (9).

5.3.9. Síntomas bulbares

Más del 30% de las personas con esclerosis múltiple sufren síntomas de deglución. La disfagia neurogénica (DN) puede causar muchos tipos diferentes de disfunciones sensoriomotoras orofaríngeas y está asociada con el grado de discapacidad y lesiones en el tronco encefálico. Alrededor del 15% de los pacientes con discapacidad leve sufren DN.

El habla suele verse afectada como resultado de disfunción bulbar, sin embargo, puede afectarse debido a un síndrome cerebeloso y puede verse influida por la fatiga, boca seca (causas locales, anticolinérgicos), pensamiento lento y estado de ánimo bajo (16).

EL 50% de las pEM sufren una disfunción de la bomba respiratoria en etapas avanzadas (17), sin embargo, la disminución de la capacidad pulmonar y la condición cardiorrespiratoria se ve disminuida desde etapas iniciales (18).

5.3.10. Condición cardiovascular reducida

La capacidad cardiorrespiratoria entre los pacientes con EM se sitúa aproximadamente en un 30% más baja que en controles sanos. La disfunción respiratoria debida a la debilidad de los músculos respiratorios y factores como la debilidad muscular y la fatiga contribuyen a reducir la aptitud aeróbica (19).

Sin embargo, la ausencia de actividad física representa un papel importante en el bajo rendimiento cardiorrespiratorio de las pEM. La mayoría de las personas con EM no realizan actividad física, menos del 20% en comparación con el 40% de los sujetos sanos (20). Es más, en comparación con otras enfermedades crónicas, las pEM realizan la menor cantidad de actividad física (10).

El problema no está necesariamente vinculado con el cumplimiento de los programas de ejercicio físico (EF): más del 80% de las pEM inscritas en ensayos controlados aleatorizados (ECA) de EF completan los programas. Esta desconexión puede reflejar un problema con la transferencia de la evidencia científica sobre el ejercicio y sus beneficios al mundo real en la EM (20).

Por otro lado se ha observado que otros factores cardíacos, como la frecuencia cardíaca de reposo y la presión arterial diastólica aumentan en la EM debido a alteraciones del sistema nervioso autónomo (SNA) en una proporción del 7% al 60% (19).

5.3.11. Alteraciones de la función visual

Los trastornos oculomotores son comunes, pero no se diagnostican en la EM. Estos se producen debido a lesiones en el tronco cerebral y el cerebelo. Las anomalías en la mirada causan oftalmoplejía internuclear (OIN), oftalmoplejía internuclear bilateral y parálisis del sexto nervio entre otros.

Las alteraciones sacádicas y el nistagmo pueden reducir la agudeza visual y oscilopsia. La afectación vestibular causa desviación sesgada que resulta en diplopía vertical, reacción de inclinación ocular y ataxia.

La neuritis óptica (NO) es un síntoma de presentación en aproximadamente el 15% -20% de los pacientes con EM, y puede desarrollarse en hasta el 50% de los pacientes durante el curso de la enfermedad. Además, hasta el 77% de los pacientes con EM sin síntomas visuales aparentes o historia de NO presenta cambios subclínicos en la función visual (21,22).

5.3.12. Deterioro cognitivo

La prevalencia de la disfunción cognitiva varía de aproximadamente el 40% en RRMS al 60% en SPMS. Las tasas de disfunción son más altas en SPMS que en PPMS, mientras que los pacientes con RRMS tienen los niveles más bajos de deterioro.

Las funciones cognitivas afectadas con mayor frecuencia son los de velocidad de procesamiento de información, memoria y función ejecutiva. Los datos de IRM muestran que a medida que la enfermedad avanza, las redes neuronales que

Sin embargo, aunque el curso de la enfermedad predice la disfunción cognitiva, no puede explicar por qué la cognición se deteriora en algunos pacientes con enfermedad progresiva y en otros no. Este hecho se relaciona con la importancia de la reserva cognitiva.

La rehabilitación multidisciplinaria producen mejoras significativas en la movilidad únicamente en pEM sin deterioro cognitivo grave (10).

5.3.13. Depresión

Entre un tercio y la mitad de todos los pacientes con esclerosis múltiple desarrollarán depresión mayor en el transcurso de sus vidas. Sin embargo, a diferencia de la cognición, la asociación con el curso de la enfermedad no es clara.

Ello indica que la causa subyacente de la depresión es compleja, con explicaciones menos reduccionistas que las utilizadas para explicar la disfunción cognitiva. Los hallazgos en pruebas de imagen cerebral, sin embargo, representan alrededor del 40% de la heterogeneidad a la hora de explicar la presencia de depresión. Se ha informado de un porcentaje similar para un conjunto de factores psicosociales.

Los efectos nocivos de la depresión en pacientes con esclerosis múltiple son muy importantes. No solo se asocia con un aumento de la tasa de suicidios en comparación con la población general, sino que también es un factor determinante de la calidad de vida (2,10).

B) CONTROL POSTURAL EN EM

1. Conceptos del control postural

El control postural está lejos de ser un conjunto o sistema de reflejos de enderezamiento o equilibrio. Se podría definir como una habilidad motora compleja derivada de la interacción de múltiples procesos sensoriomotores centrales y periféricos, incluyendo reflejos espinales, comandos supraespinales y la integración por parte del SNC de señales aferentes y/o eferentes de los sistemas visual, vestibular y somatosensorial, respectivamente (23,24).

El control postural cumple dos objetivos funcionales principales(23):

1.1. Mantenimiento de la postura

Implica el control activo de la alineación del cuerpo y el tono con respecto a la gravedad, la superficie de apoyo, el entorno visual y las referencias internas.

La orientación espacial en el control postural se basa en la interpretación de la información sensorial convergente de los sistemas somatosensorial, vestibular y visual.

1.2. Equilibrio

Implica la coordinación de estrategias sensoriomotoras para estabilizar el centro de masa corporal (CMC) durante las perturbaciones internas y/o externas en la estabilidad postural.

Sin embargo, recientemente se hipotetiza que el mantenimiento de la postura y el equilibrio son sistemas bien diferenciados, con circuitos distintos, pero en íntima correlación funcional (25).

2. Déficit de control postural en EM

En el ámbito de investigación, los déficit de control postural se miden principalmente en valores de posturografía (normalmente mediante plataforma de presión). Valores como la longitud del recorrido del centro de presión (LCP), Velocidad de desplazamiento del centro de presión (VCP) o el Área de oscilación aportan información sobre el grado de oscilación postural en bipedestación estática, bien con ojos cerrados o abiertos. En los tres casos, a mayores valores mayor grado de oscilación postural, es decir, peor control postural estático.

Comber et al. 2018 (26) realizaron una revisión sistemática y metaanálisis de 124 estudios sobre déficit de control postural que incluyen 1271 pEM con un rango de edad de 27 a 63 años, una EDSS entre 1 y 6, y una duración de la enfermedad de 8 a 24 años.

Los déficit de control postural hallados por la revisión son considerables, incluidas las poblaciones jóvenes y con un EDSS baja, lo que demuestra la necesidad de un diagnóstico preciso y tratamiento temprano en esta población (26).

Según los resultados del metaanálisis se encontraron déficit en los siguientes valores de una posturografía:

- (LCP): pEM (n = 393) muestra una longitud de trayectoria de CP significativamente más larga que los controles sanos (n = 209) (IC del 95% {0.86, 1.22}, P <0.001).
- Velocidad de desplazamiento del centro de presión (VCP): en el plano medio-lateral entre pEM (n = 165) y controles sanos (n = 86). Las pEM muestran una velocidad de CP significativamente mayor que los controles sanos en una postura de reposo (IC del 95% {0.77, 1.92}, P <0.001).
- Área de oscilación como 95% elipse de confianza en bipedestación estática: Las pEM (n = 170) muestran una elipsis de confianza significativamente mayores al 95% que los controles sanos (n = 120) (IC del 95% {0.59, 1.08}, P <0,001).

Según los resultados de la revisión narrativa se hallaron déficits en todos los componentes del control postural (26):

2.1. Bipedestación estática con ojos abiertos

- Aumento estadístico significativo de desplazamiento y velocidad de desplazamiento del CP.
- Aumento estadístico significativo de variables no lineales de oscilación postural.
- Carga asimétrica, superficie de contacto, oscilación de tronco, variables de centro de gravedad (CG) y longitud de recorrido alteradas significativamente.

2.2. Bipedestación estática con ojos abiertos

- Aumento estadístico significativo de desplazamiento y velocidad de desplazamiento del CP.
- Alteración estáticamente significativa respecto a tiempo de contacto de límites, área de CP, carga asimétrica, oscilación de tronco, movimiento de CG y aceleración y recorrido oscilatorios.

2.3. Planos inestables con ojos abiertos

- Variables de tronco, tiempo de contacto de límites, velocidad de desplazamiento de CG alteradas.

2.4. Planos inestables con ojos cerrados

- Variables de estabilidad de tronco, menor tiempo de contacto, mayor base de sustentación, y mayor velocidad de desplazamiento del CG.

2.5. Inclinaciones hacia los límites de la estabilidad

- Diferencias significativas con mayor tiempo de reacción, mayor velocidad de movimiento, recorridos hasta el objetivo de menor longitud, y menores valores de control direccional.
- Alteraciones significativas en velocidad y desplazamiento del CP.

2.6. Perturbaciones de la postura

- Diferencias significativas respecto a valores de desplazamiento de CP y CG, siendo mayor el grado de oscilación de la postura durante la

perturbación y mayor el tiempo necesario para recuperar el control postural.

- Se da una actividad de EMG alterada presentando déficits ante las perturbaciones en las respuestas anticipatorias y compensatorias.

2.7. Conclusiones

Según los resultados de la revisión cualitativa, las pEM reportan déficits en todos los ámbitos del control postural, tanto en condiciones estáticas, en planos inestables y ante reacciones externas que en situaciones ecológicas que requieren funciones navegadoras y cognitivas simultáneas pueden ser aún mayores por interferencias cognitivo-motoras. Además, estos déficits son manifiestos en etapas iniciales (26).

3. Patogénesis del control motor en EM

Actualmente existen varios métodos para evaluar las lesiones del SNC y su relación con el control motor, destacan la medición del volumen de degeneración de sustancia gris y blanca, el grado de actividad cerebral, y el grado de conectividad cerebral.

3.1. Atrofia de sustancia gris y sustancia blanca

3.1.1. Atrofia sustancia gris

La atrofia de sustancia gris (SG) se da en prácticamente todas las áreas del cerebro (córtex, ganglios basales, cerebelo y tronco encefálico) y juega un papel importante en la discapacidad de la EM.

Lesiones en la SG de tronco encefálico y el cerebelo pueden estar especialmente relacionados con un peor rendimiento de las extremidades inferiores y la locomoción en pEM.

Las formas progresivas de la EM muestran una degradación de SG más rápida y localizada en la corteza cerebral, mientras que las formas recurrentes-remitentes muestran ser más lentas y localizadas en expansiones ventriculares (27).

3.1.2. Atrofia de sustancia blanca

Para cuantificar la integridad de sustancia blanca (SB) se analiza la imagen por tensión y/o la carga de difusión (ITD y ICD respectivamente). Esta imagen cuantifica la difusión o movimiento de moléculas de agua dentro del cerebro, por lo que valores aumentados de ITD/ICD se relacionan con menor integridad de sustancia blanca.

La degeneración de sustancia blanca en la EM es muy variable, sin embargo, es más común en tractos corticoespinales, del fascículo longitudinal superior, periventriculares, y del cuerpo calloso, siendo más pronunciado el daño en el cuerpo calloso (el tracto cerebral de sustancia blanca más largo del cerebro).

La marcha y el equilibrio se relaciona en numerosas investigaciones con cambios en tractos de SB corticoespinales, cerebelosos y del tronco encefálico (27).

3.2. Actividad cerebral durante una tarea motora

La imagen por resonancia magnética funcional (IRMf) basada en tareas en pEM ha mostrado considerables alteraciones en la actividad supraespinal durante tareas motoras.

Un aumento de actividad contralateral en regiones sesoriomotoras y no motoras se relaciona con un mayor rendimiento motor, por lo que parecen ser cambios adaptativos.

Un aumento de actividad ipsilateral en áreas motoras se relaciona con un menor rendimiento motor, por lo que parece ser un cambio maladaptativo (27).

3.3. Conectividad funcional

La IRM de conectividad funcional (IRMcf) evalúa el grado de actividad o fluctuación conjunta y en sincronía en el tiempo de dos regiones cerebrales, pudiendo constatar que están conectadas funcionalmente. Ocasionalmente estas regiones forman complejos o redes funcionales.

Los estudios centrados en el complejo sensoriomotor aportan resultados variables en cuanto a la potencia o fuerza de conectividad, presentándose mayoritariamente una disminución de esta. A nivel de extensión de la conectividad de este complejo, parece ser más difusa.

Esta reducción en la conectividad funcional en pEM puede deberse a una menor integridad del cuerpo calloso. La falta de integridad del cuerpo calloso podría provocar una actividad más difusa en el cerebro tal y como se ha observado en estudios realizados en personas ancianas.

El estado de conectividad funcional en reposo (CFr) se ha correlacionado en numerosos estudios con el rendimiento motor. Personas con EM con mayores valores de CFr presentan mejores puntuaciones en la EDSS. Es más, se ha observado que una mayor conectividad cortico-cerebelosa es predictora de un mejor control postural.

4. Anatomía patológica del control postural en EM.

Según la revisión sistemática y metaanálisis reciente sobre los déficits del control postural de Comber et al. 2018 (26), estos déficits son extensos en magnitud y número de componentes afectados. Además, los déficits del control postural están asociados a grandes daños en el SNC, y se deban a componentes multifactoriales que difieren en gran medida entre pacientes (28).

4.1 Tronco encefálico (TE)

Prosperini et al., 2013 (1) analizó la relación entre la magnitud de área de lesión (AL) en IRM T1-T2, y control postural estático con ojos abiertos y con ojos cerrados en una muestra de 50 pEM con una EDSS media de 2.5, edad media de 34,6 años y una proporción de RR/PS de 35/15. En este estudio se realizó un análisis comparativo de tres grupos:

- A= Sin déficits de control postural (n:16)
- B= Déficit de control postural (DCP) con ojos cerrados (n: 16)

- C= Déficit de control postural (DCP) con ojos cerrados y abiertos (n: 18)

Según sus resultados, el grupo B se relacionan con lesiones de la medula espinal, y el grupo C se relacionan con una lesión más amplia que implica también el cerebelo y pedúnculo cerebeloso medio.

Prosperini et al. 2011 (29) estudio la relación entre el volumen de lesión (VL) en IRM T1-T2, riesgo de caída en 6 meses y control postural estático mediante valores de centro de presión (CP) en una muestra de 31 pEM con una discapacidad leve (EDSS 3,7) y una edad media de 39 años. Según sus resultados un mayor riesgo de caída, independientemente del nivel de discapacidad (EDSS) y volumen de lesión cerebral global, se relacionó significativamente con:

- Mayor volumen de lesión de tronco encefálico y pedúnculo cerebeloso medio.
- Peor control postural con ojos cerrados.

Garg et al. 2018 (30) por otro lado, evidenció una relación estadísticamente significativa entre la estabilidad de la mirada mediada por el ROV y un mayor riesgo de caída en la EM ($p < 0.05$) en una muestra de 20 persona con EM, una EDSS media de 4.95 y edad media de 53 años.

4.2. Vías propioceptivas

Cameron et al. 2008 (31) analizó la velocidad de conducción de vías propioceptivas de MMII en una muestra de 10 sujetos con EM, EDSS de 1-4, y una edad media de 44 años. Según los resultados una menor velocidad de conducción se relacionaba con peores valores de control postural.

Zackowski et al. 2009 (32) analizó la relación entre la integridad de sustancia blanca de tractos medulares y la fuerza, sensibilidad propioceptiva y control postural en una muestra de 42 pEM con una EDSS media de 3.7, edad media de 44.7 años, y una proporción de pEM-RR:22, pEM-PS: 11, pEM-PP: 9.

La integridad de las columnas dorsales se asoció significativamente con la sensibilidad vibratoria del 1º dedo del pie ($R=0.58$, $P<0.001$) y con peores valores de centro de presión (CP) del control postural ($R=-0.39$, $P=0.01$) independientemente del nivel de discapacidad y el tipo de EM.

Por otro lado, Fling et al. 2014 (33) observó en una muestra de 25 pEM con una EDSS menor de 4, una menor integridad de sustancia blanca en tractos propioceptivos, áreas periventriculares y cuerpo calloso.

En base a sus resultados, Fling et al. 2014 (33) hipotetiza que los tractos propioceptivos con integración cortical pueden haber perdido su papel como elemento central en el control postural, pudiendo compensar esa función el control propioceptivo cerebeloso, sistema vestibular, o sistema visuo-motor.

4.3. Cerebelo

En pEM se observa desde inicios tempranos de formas recurrentes-remitentes una disfunción bilateral de la integridad neural de cerebelo, tanto en la conectividad cerebelosa supra-espinal como espinocerebelosa. El cerebelo parece ser un componente esencial para el control postural y el equilibrio, y una

mayor deficiencia en su retroalimentación somatosensitiva parece generar una mayor dependencia en la retroalimentación vía ganglios basales (28).

Fling et al. 2015 (34) observó en una muestra de 24 personas con una EDSS media de 4, una reducción significativa de la conectividad funcional de las asas motoras cortico-cerebelosas y cortico-estriatales (redes neuronales implicadas en el aprendizaje motor). A la vez, encontró que una mayor fuerza en la conectividad funcional del asa cortico-cerebelosa se relacionaba con un mejor control postural de base, pero no una mejor adaptación postural tras un estímulo repetido. Ello podría indicar un circuito alternativo adaptativo para el aprendizaje motor del control postural en pEM.

Por otro lado, observó que a mayor conectividad cortico-estriatal estaba relacionada con una peor adaptación del control postural, pudiendo ser este un cambio maladaptativo en las pEM.

Por tanto, las pEM no muestran asas de aprendizaje motor definidas, sino que son dispersas. Este hecho se puede deber a una menor inhibición interhemisférica vía cuerpo calloso.

Prosperini et al., 2013 (35) estudió en una muestra de 48 pEM (34 RR, 12 PS), edad media 34,8 años, con una EDSS media de 2.8 (entre 1 y 5.5) la relación entre lesiones de sustancia blanca y gris, déficits en el control postural en bipedestación estática (evaluado mediante posturografía en plataforma de fuerza) y riesgo de caída.

Encontró que deficiencias en el control postural (evaluado mediante plataforma de fuerza) se relacionaba con daños estructurales de sustancia blanca (menores valores de ITD) en conexiones cerebelosas, y asas o circuitos asociativos hemisféricos, pónticos, talámicos y supratentoriales. El control postural también se asociaba con la atrofia de sustancia gris (menores valores de morfometría) en lóbulos anteriores cerebelosos (IV, V, VI) y VIII lóbulo, considerados las áreas cerebelosas somatosensitivas primaria y secundaria, respectivamente.

Los autores observaron en pacientes con déficits en el control postural una gran variabilidad y dispersión en la desintegración de sustancia blanca encefálica y una atrofia selectiva en la sustancia gris del cerebelo por lo que hipotetizan una degeneración cerebelosa secundaria a una menor integridad de sus conexiones supra e infratentoriales, remarcando la importancia del cerebelo y sus conexiones en el control postural.

Tona et al. 2018 (36) analizó la asociación entre cambios en imagen de conectividad funcional (IRMfc) encefálica en estado de reposo y el control postural en bipedestación estática con ojos abiertos (evaluada mediante posturografía en plataforma de fuerza) en una muestra de 25 pEM-RR (remitante-recurrente), edad media 35 años, duración media de la enfermedad 9,8 años y una EDSS media 3. Según sus resultados concluyo que:

- Una menor conectividad entre núcleo dentado (cerebelo) y núcleo caudado izquierdo (ganglios basales), indiferentemente del volumen de atrofia de SG y discapacidad clínica en EDSS, se asociaba a un menor control postural.

- Una menor conectividad entre núcleo caudado y tálamo, se asocian a un peor control postural.
- Una mayor conectividad entre núcleo dentado, protuberancia, amígdala izquierda, y ambas cortezas orbitofrontales se asocian a un peor control postural.

Por tanto, una menor conectividad del núcleo dentado con núcleo caudado y tálamo, compensado con una mayor conectividad entre el núcleo dentado con otras áreas se interpretan como un mecanismo maladaptativo.

4.4. Interferencia cognitivo-motora (ICM)

En enfermedades neurodegenerativas como el Parkinson y la EM es común esta aparición clínica (37,38). Los pacientes con EM a menudo presentan deficiencias tanto en el control postural como en las funciones cognitivas, y hay evidencia de que una tarea postural y una tarea cognitiva pueden interferir entre sí cuando se realizan simultáneamente, planteando la hipótesis de una superposición entre el sistema que dirige el control postural y algunas funciones cognitivas (39–42).

Este fenómeno generalmente se define como la interferencia cognitivo-motora (ICM) y, en el caso específico del equilibrio, se denomina interferencia cognitivo-postural (28).

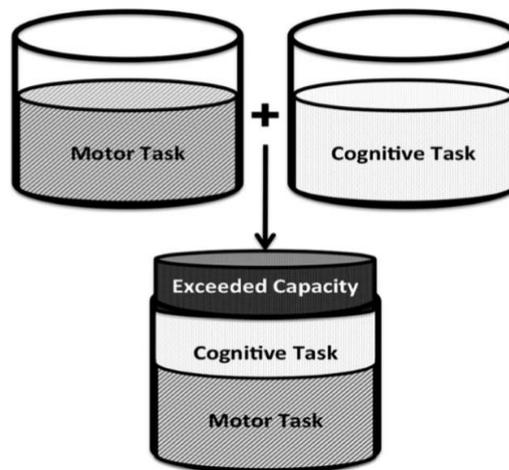


Ilustración 5: Representación de interferencia cognitivo-motora. Wajda et al. 2017

El origen anatómico-patológico de la ICM en la EM no está definido, se hipotetiza que puede estar relacionada con la desconexión en dos áreas cerebrales:

- Cerebelo, el estriado y las áreas prefrontales, conectadas a través de la porción anterior y superior de la corona radiada.
- Lóbulos frontales y los grupos de núcleos del tálamo anterior y medio, conectados a través de los pedúnculos talámicos anteriores.

Estas desconexiones podrían, a su vez, perjudicar la integración de las redes y conexiones del SNC necesarias para mantener un rendimiento adecuado en situaciones de tareas dobles (43).

4.5. Conclusión

Por tanto, es probable que los déficits del equilibrio y el control postural no se fundamenten únicamente en una alteración de la integración central de información somato-sensitiva, visual y vestibular, o a lesiones en el cerebelo, sino a múltiples lesiones localizadas en regiones específicas del SNC (28).

C) CAÍDAS EN LA EM

Según la Prevention of Falls Network Europe (ProFaNE) (44) fundada por la Comisión Europea define como:

- Una caída: Un evento inesperado que lleva a una persona a estar apoyado o recostado sobre el suelo o en un nivel inferior.
- Una casi caída: Un acontecimiento en el que un individuo siente que está a punto de caer, pero finalmente no cae.

Las caídas en la EM se dan habitualmente desde el comienzo de la enfermedad (12), la frecuencia es muy alta (11,12,45,46) con graves consecuencias (28). En cambio, es un problema que recibe una atención insuficiente por parte de los servicios sanitarios (46).

Las personas con EM no tienden a informar sobre las caídas al personal sanitario de referencia, únicamente el 20-50% lo hacen (46–48), y solo el 20% de estas personas reciben una rehabilitación basada en la evidencia actual para prevenir caídas (46).

Es más, un estudio reciente (47) advierte que solo el 17% de las personas que se caen y el 12% de las personas que experimentan casi caídas son evaluadas por personal sanitario en relación a las caídas y sus posibles causas, y solo el 2% de las personas que caen y el 4% de las personas con casi caídas informaron haber recibido una valoración de seguridad en el domicilio para reducir el riesgo de caídas.

1. Epidemiología de las caídas

1.1. Frecuencia de caídas en las pEM

Dos revisiones sistemáticas y tres metaanálisis (11,12,45), con muestras de hasta 2425 pEM (12) junto a diversos estudios de cohorte posteriores (47,49–53) establecen que:

- Más de un 50% de pEM sufren una caída (11,45) en un periodo medio de 4.5 meses (12).
- Se da una proporción alta (70-85%) en numerosos estudios (51–55).
- Además, más del 40% experimentan casi caídas en un periodo de 3 meses (47)
- Entre un 37-48% de pEM se caen habitualmente (> 1-2 caídas) en un periodo de 3 a 12 meses(12,45,48,52).

1.2. Frecuencia de caídas según grado de movilidad

Por otro lado, si se tiene en cuenta el grado de movilidad, entre el 30-85% (12,47,56) con capacidad de marcha sufren una caída, siendo mayor el porcentaje a medida que empeora el grado de movilidad (57).

Las personas que usan de forma predominante o permanente una silla de ruedas también sufren este problema, entre un 45% (48) y un 75% (51) se caen.

1.3. Frecuencia de caídas en el inicio de la enfermedad

Por último, cabe destacar que las caídas son un problema desde el inicio de la enfermedad, Moen et al. 2011 (58) con una muestra de 99 pEM recién diagnosticadas (tiempo medio transcurrido desde el primer síntoma 18 meses) informaron de una prevalencia del 20% de pEM con una o más caídas, y un 21% de las caídas se asociaron a una fractura.

2. Consecuencias de las caídas

Las caídas y las casi caídas tienen muchas consecuencias, incluyendo lesiones físicas que van desde hematomas leves hasta fracturas o incluso traumatismos craneoencefálicos. Además, generan miedo a caerse, reduce la participación social, la realización de actividades básicas de la vida diaria, actividad física, y empobrece la calidad de vida (59).

2.1. Lesiones físicas asociadas

Hasta el 75% de las personas con EM tienen osteopenia (31%) u osteoporosis (44%) (60) y como se ha mencionado antes una gran proporción de pEM que se caen, lo hacen repetidamente. En consecuencia, las pEM que se caen tienen el doble de riesgo de tener fracturas y/o lesiones relacionadas con caídas en comparación con personas del mismo sexo y edad que se caen (28).

Una revisión sistemática y metaanálisis reciente (61), con una muestra de más de 9 millones de sujetos y un seguimiento de 3 a 20 años, encontró relaciones estadísticamente significativas y un alto ratio de riesgo entre EM y diferentes fracturas:

- Riesgo fractura de tibia (RR= 2,87, IC del 95%: 2,35 a 3,52, $P < 0,00001$).
- Riesgo de fractura de fémur (RR= 4.87, IC 95% 3.39–6.99, $P < 0.00001$).
- Riesgo de fractura de cadera (RR= 3.18, IC 95% 2.84–3.56, $P < 0.00001$).
- Riesgo de fractura de pelvis (RR= 1.55, IC 95% 1.38–1.74, $P < 0.00001$).

2.2. Miedo a las caídas

Peterson et al. 2007 (62), con una muestra de más de mil pEM informaron que las caídas conciernen en general al 63% de las personas que se caen. Si se tiene en cuenta el grado de movilidad, el 56% (47) de pEM ambulantes y el 76% (51) de usuarios de sillas de ruedas que se caen les preocupa este problema. Además, el 44% de las pEM que experimentan casi caídas se sienten preocupadas por las caídas.

2.2.1. Limitación en las actividades y participación

Según Peterson et al. 2007, un 82% de las pEM (ambulantes y no ambulantes) limitan sus actividades por la preocupación generada a raíz de las caídas (62). Esta situación lleva a una reducción de la participación social y la calidad de vida (59).

Además, el miedo a caerse se ha asociado como principal variable independiente en la reducción de la actividad física en pEM independientemente del grado de discapacidad, por encima de factores como la fatiga, valores de marcha (63,64).

3. Valoración de caídas en EM

Debido a la patogenia multifactorial de las caídas en la EM y a la compleja interacción de factores de riesgo no se recomienda abordar la valoración de caídas desde una única perspectiva, como podría ser la limitación de la movilidad (equilibrio y marcha) obviando otras alteraciones como la función cognitiva o la fatiga (11).

Por tanto, la valoración se basará en múltiples componentes, abordando el entorno, limitaciones de movilidad, alteraciones sensoriales, incontinencia, fatiga, limitaciones cognitivas, uso de ayudas técnicas y uso de medicamentos.

3.1. Factores de riesgo de caída

La amplia variedad de factores de riesgo de caída varían entre pacientes según los déficits neurológicos que experimentan (11,59). Además, estos factores de riesgo pueden influir de forma combinada (59), y esta combinación puede variar en cada paciente durante el desarrollo de la enfermedad.

Las caídas ocurren poco después de la aparición de la enfermedad, y aumentan en frecuencia a medida que se desarrollan y progresan los factores de riesgo de caídas, como déficits en el control postural, la visión y el control vesical (59). En consecuencia, un curso clínico progresivo y un mayor nivel de discapacidad se correlacionan con un mayor riesgo de caída (12,45,55).

3.1.1. Uso de ayudas técnicas para la deambulación

Diferentes revisiones sistemáticas y meta-análisis (11,12,45) establecen como principal factor de riesgo un mayor uso de ayudas técnicas para la deambulación. La relación entre ayudas técnicas y riesgo de caídas puede basarse por un lado en que las ayudas técnicas son una consecuencia de otros factores de riesgo (control postural, movilidad, miedo a caídas, etc.) (11) y por otro lado en un mal uso de las mismas (65).

Varios estudios reportan un mal uso de ayudas técnicas en esta población, y es común que este hecho explique la causa de caída en pEM (66–68). Por tanto, se recomienda una valoración del estado en el que se encuentran dichas ayudas técnicas y la evaluación de su uso y utilidad en las actividades de riesgo de caída (65,69,70).

3.1.2. Alteraciones de la movilidad

Los déficits de equilibrio y control postural (12,45) junto a una mayor alteración del patrón marcha (velocidad de marcha y cadencia de paso) (12) son los principales factores de riesgo de caída, junto al uso de ayudas técnicas y una forma clínica progresiva. La presencia de espasticidad en miembros inferiores también se ha relacionado con un mayor riesgo de caída (11).

3.1.3. Fatiga e incontinencia

La fatiga se ha relacionado con un mayor riesgo de caída en EM (11,48,71). Es más, en el momento de caerse, la fatiga está presente más a menudo que las prisas u otras circunstancias (72), y la fatiga demostró ser el único factor independiente predictivo de caída en la muestra de Coote et al. 2013 (48).

Una revisión sistemática reciente junto a estudios posteriores relacionan la incontinencia con un mayor riesgo de caída (11,49,57,73).

3.1.4. Alteraciones cognitivas

La revisión sistemática de Gunn et al. 2013 sitúa a la afectación cognitiva entre los 5 factores de riesgo más importantes (11).

La interferencia cognitivo-motora (74–76) se relaciona con un mayor riesgo de caída. Sin embargo, las escalas de equilibrio adaptadas a las tareas dobles (cognitive Time Up And Go, cognitive T25WF) han mostrado resultados dispares a la hora de predecir caídas en pEM (74,77).

3.1.5. Alteraciones sensoriales

La integridad del sistema vestibular desempeña un papel fundamental en el control postural y equilibrio (23). Las disfunciones neurológicas del sistema vestibular son un síntoma muy común entre pEM, (11,78). La estabilidad de la mirada mediante el reflejo vestibulo-ocular (ROV) ha demostrado ser un valor predictivo fiable de caída y limitación de la participación en EM (30) y se ha relacionado con una mayor limitación del equilibrio (79).

Alteraciones en la propiocepción se han relacionado con un mayor riesgo de caída (71). El grado de oscilación postural con ojos cerrados (test de Romberg) mediante posturografía es una de las alteraciones del control postural más comunes en la EM según la revisión sistemática de Comber et al. 2018 (80). El control postural con ojos cerrados está ligado a alteraciones en el sistema vestibular y propioceptivo, y se relaciona con un mayor riesgo de caída (29,78,81,82).

3.1.6. Uso de medicamentos

El riesgo de caídas por un alto uso de medicamentos es controvertido, pero parece ser que un mayor uso de medicamentos, especialmente los relajantes musculares de acción central, están relacionados con un mayor riesgo de caídas (80,83).

3.1.7. Historial de caídas

Por último, el historial de caídas en los últimos 3 o 12 meses es obviamente un principal factor de riesgo (46,54,55,72).

Las personas con EM y un historial de casi caídas y caídas, obtienen resultados similares en escalas clínicas de equilibrio y marcha. Es más, ambos eventos se dan en circunstancias similares (47).

Por otro lado, el miedo a caerse a mostrado ser un factor de riesgo de caída (53).

3.2. Entornos y actividades en las que se producen las caídas

Según el grado de discapacidad se establecen diferentes entornos y actividades relacionadas con las caídas.

3.2.1 En ambulantes

- En pEM ambulantes con una EDSS de 4.5 (discapacidad baja-media) el entorno de caída es en casa en el 65% de los casos (45).
- En pEM con una EDSS de 6 (discapacidad moderada) se caen en casa en el 78% de los casos, concretamente en el baño un 17% y en la cocina un 16% (52). Por otro lado, la mayoría de las actividades en el momento de caída se concentran en la realización de las ABVD (53%), en especial transferencias (35%) y realizando actividades instrumentales de la vida diaria (AIVD) (38%) en especial tareas domésticas (26%).

3.2.2. En usuarios de silla de ruedas

- En pEM usuarias de sillas con una EDSS mayor de 7 (discapacidad severa), el entorno de la caída es en casa, y en mayor proporción (87,5%) que en ambulantes. Las actividades en el momento de caída son: 19,4% en el momento de evacuar o miccionar en el baño, 13,9% realizando transferencias fuera del baño, 13,9% caminando distancias cortas, 13,9% alcanzando un objeto (51). Sung et al. 2019 (49) encontró resultados similares en una población mixta (lesiones medulares y pEM usuarias de silla de ruedas): transferencias (51%), caminando distancias cortas (15%), y alcanzando un objeto (6%).

3.3. Historial de caídas

El historial de caídas es un registro retrospectivo o prospectivo del número de caídas en un periodo de tiempo. Su coste es nulo, su realización requiere poco tiempo y no requiere formación previa (84). Según la Academia Americana de neurología (84) el registro de caídas en el último año (12 meses) es una herramienta practica útil para la evaluación de caídas en pacientes con afectación neurológica.

El registro de caídas, además de ser la pieza angular a la hora de evaluar la eficacia de un programa de prevención de caídas, aporta información muy valiosa sobre las circunstancias y consecuencias de las mismas (44). Por tanto, el registro de toda información circundante a la caída es necesario para poder orientar adecuadamente el tratamiento (59,85).

Por otro lado, el historial de caídas debería de realizarse mediante un diario de caídas en el que el paciente lleva a cabo un registro de cada evento, ya que de

forma retrospectiva (mediante entrevista telefónica o presencial) pierde fiabilidad en pEM (86).

3.2. Valor predictivo de futuras caídas en 6 meses

Cameron et col. 2013 (54) estudiaron el valor predictivo de caídas en 6 meses del historial de caídas del último año en 52 sujetos, con una EDSS media de 2.8 (discapacidad leve-moderada) y el 100% de los sujetos presentaban EMRR.

El historial de caídas presentó un área bajo la curva (AUC) de característica operativa del receptor (ROC) de 0.75, una sensibilidad de 0.89 (IC del 95%: 0.73 a 0.96) y una especificidad de 0.56 (IC del 95%: 0.31 a 0.79). Estos resultados superaron a escalas clínicas como The Activities-specific Balance Confidence scale (ABC), o Timed 25-Foot Walk (T25FW).

Según Cameron et al. 2013 si un paciente con EM reporta haber caído en el último año, tiene una probabilidad del 82% de volver a caer en los siguientes 6 meses y una probabilidad del 56% de sufrir una lesión cayéndose en el siguiente período de 6 meses.

Además, si un paciente con EM informa que no ha caído en el último año, tiene una probabilidad del 69% de no caerse en los siguientes 6 meses y una probabilidad del 92% de no sufrir una lesión cayéndose en los siguientes 6 meses (54).

3.3. Valor predictivo de futuras caídas en 12 meses

Chinnadurai et al. 2018 estudiaron el valor predictivo de caídas en 12 meses del historial de caídas del último año en muestra 113 sujetos, una EDSS media de 2.8 y una proporción de fenotipos de 55.7% RR, 26.5% SP y 17.7% PP. El historial de caídas de un año a la hora de predecir futuras caídas en 12 meses presentó un AUC de 0.63 con una $p > 0.01$, con una menor precisión que otras escalas como la T25FW (AUC de 0.71, $p < 0.001$).

3.4. Conclusión

Por tanto, estos resultados indican que el del historial de caídas de un año tiene un valor predictivo alto en 6 meses, pero no en 12. No obstante, aunque la EDSS es idéntica en ambos estudios revisados, la proporción de fenotipos es muy diferente, por lo que hay que tomar con precaución estos resultados.

En conclusión, se recomienda explorar el historial de caídas de un año en una primera valoración y llevar a cabo un registro prospectivo de caídas mediante un diario de caídas. El registro e historial de caídas aportan información útil sobre el entorno, circunstancias y causas de las caídas y su utilidad predictiva de futuras caídas en 6 meses es consistente.

3.4. Escalas clínicas

Según la revisión sistemática más reciente (87) y estudios posteriores (88,89) las escalas con mayor fiabilidad predictiva de detección de caídas son la Berg Balance Scale (BBS), Activity-specific balance confidence scale (ABC), y Falls Self-Efficacy Scale International (FES-I), Dynamic gait index (DGI).

Los resultados sobre sensibilidad, especificidad y valor AUC de dichas escalas están expuestos en la tabla 3.

Tabla 3: Escalas clínicas y validez discriminativa de futuras caídas en EM. Edición propia.

Estudios	Escala	Valor AUC	Sensibilidad /Especificidad	Valor de punto de corte
Cameron et al. 2013 (54)	ABC	0.69 (p=0.02)	-	-
	FES-I	0.66 (p=0.03)	-	-
Dibble et al. 2013 (90)	ABC	0.68 (0.48-0.87)	-	-
	BBS	0.72 (0.52-0.89)	-	-
Prosperini et al. 2013 (91)	BBS	-	32% (12-48) / 87% (75-95)	44
Nilsagard et al. 2009 (72)	BBS	-	94% / 32%	55
Cattaneo et al. 2006 (92)	BBS	-	40% / 90%	44
	DGI	-	45% / 80%	12
	ABC	-	74% / 77%	40
Tajali et al. 2017 (77)	FES-I	0.89 (p<0.0001)	-	-
	ABC	0.92 (p<0.0001)	-	-
Vister et al. 2017 (93)	FES-I	0.66 (p= 0.01)	72% / 53%	30
Chinnadurai et al. 2018 (89)	ABC	0.627 (p= 0.037)	-	-
	FES-I	0.594 (p= 0.120)	-	-
Mañago et al. 2019 (88)	DGI	0.80 (0.69-0.90)	-	19
Forsberg et al. 2013 (94)	DGI	0.73	87% / 62%	19

AUC: área bajo la curva; FES-I: Falls Self-Efficacy Scale International; ABC: Activities-Specific Balance Confidence scale; BBS: Berg Balance Scale; DGI: Dynamic gait index.

3.4.1. Escalas de autopercepción

3.4.1.1. Falls Self-Efficacy Scale International (FES-I)

La FES-I es un cuestionario de autopercepción de riesgo de caída en diferentes actividades del día a día: ABVD, tareas domésticas y relaciones sociales.

Se compone de 16 items con una puntuación de 1 a 4, a mayor percepción de riesgo mayor puntuación. La puntuación total máxima es de 64 puntos.

Ha mostrado un valor predictivo bajo (89), moderado (54,93) y bueno (77) en la predicción de caídas en EM, con un punto de corte de 30 puntos para clasificar a una persona con riesgo de caída o no.

3.4.1.2. Activities-Specific Balance Confidence scale (ABC)

Es una escala de percepción de confianza en el equilibrio durante la realización de 16 actividades que requieren equilibrio estático, dinámico y reactivo. Esta

escala se puntúa de 0 a 100, a mayor puntuación mayor confianza en el equilibrio.

Esta escala ha demostrado ser válida para esta población, con una consistencia interna alta ($\alpha = 0.95$) (95), y una buena fiabilidad (92,95). Además ha mostrado una capacidad predictiva moderada a excelente (54,77,89,90,96) a la hora de discriminar pEM con futuras caídas. Cattaneo et al. 2006 propone como punto de corte un valor inferior a 40 puntos con una sensibilidad de 74% y especificidad de 77%.

4.4.2. Escalas de equilibrio

3.4.2.1. Dynamic gait index (DGI)

La DGI es una medida de tareas múltiples desarrollada para evaluar la movilidad y equilibrio dinámico durante la marcha en personas mayores, y para evaluar el riesgo de caída.

La escala consta de ocho items con diferentes tareas mientras se camina, como cambiar la velocidad de marcha, caminar y girar la cabeza, caminar alrededor o sobre obstáculos, y girar alrededor de un pivote. La puntuación total máxima es de 24 puntos, a mayor puntuación peor equilibrio.

Ha mostrado ser válida (96) y fiable (97) en pEM, con un valor predictivo moderado (94) a bueno (88) en la predicción de caídas en EM, con un punto de corte de 19 puntos.

3.4.2.2. Berg Balance Scale (BBS)

La BBS es una prueba clínica ampliamente utilizada de las capacidades de equilibrio estático y dinámico.

La prueba comprende un conjunto de 14 tareas simples relacionadas con el equilibrio, que van desde levantarse desde una posición sentada hasta estar de pie sobre un pie. Al grado de éxito en el logro de cada tarea se le otorga una puntuación de cero (incapaz) a cuatro (independiente), y la medida final es la suma de todas las puntuaciones.

La puntuación total máxima es de 56 puntos, a mayor puntuación mejor función de equilibrio.

Ha mostrado se valida y fiable para esta población, y muestra una capacidad predictiva dispar a la hora de predecir futuras caídas en pEM con una eficacia baja (91,96) y moderada (90,95). Nilsagard et al. 2009 (71) estableció el punto de corte en 55 puntos con una sensibilidad del 94% y una especificidad del 32%.

3.5. Conclusión

Los principales factores de riesgo de caída en pEM son una mayor discapacidad, uso de ayudas técnicas para la deambulación y alteraciones del equilibrio. Sin embargo, las caídas se explican mediante una compleja interacción de múltiples factores como déficits cognitivos, fatiga, síntomas vestibulares o incontinencia urinaria.

Las pEM que se caen, lo hacen predominantemente en su domicilio, en la mayoría de los casos realizando actividades de la vida diaria, principalmente transferencias y AIVD.

No se recomiendan el uso escalas de equilibrio de forma aislada para predecir el riesgo de futuras caídas en personas con EM, sino llevar a cabo una evaluación individualizada y multifactorial, seleccionando los principales factores causantes de caída en cada individuo.

Por tanto, la valoración de caídas debe ser multifactorial e individualizada. Además se debe evaluar la eficacia y seguridad de ABVD y AIVD en el domicilio.

4. Intervenciones

4.1. Modelos de programas para la prevención de caídas

Según el lugar de intervención, se proponen modelos basados en programas domiciliarios, en instalaciones de la comunidad o en centros sanitarios. En población adulta han mostrado resultados similares (98–101), sin embargo la última revisión en EM de Gunn et al. 2015 no aporta resultados al respecto.

4.1.1. Modelo ambulatorio

Consiste en sesiones grupales (3-8 personas) y/o individuales en centros ambulatorios dirigidas por un fisioterapeuta especializado en la EM y formado en prevención de caídas (48,102,103).

A diferencia de la población adulta mayor (104) este modelo no se ha implementado en instalaciones de la comunidad bajo la dirección de personal no sanitario. Los estudios dirigidos a la prevención de caídas en EM se han realizado bien en centros de rehabilitación y centros sanitarios ambulatorios (102,103), o bien en la comunidad bajo la supervisión de un fisioterapeuta especializado en EM (48), ya que la evidencia actual recomienda la prescripción de ejercicio físico en EM por parte de fisioterapeutas especializados (19,105).

La mayor parte de la evidencia del ejercicio físico en EM se basa en intervenciones realizadas en instalaciones especializadas en rehabilitación o en centros sanitarios, y solo las pEM con una discapacidad leve salen de esta tendencia (106–109). Es más, una revisión sistemática reciente sobre ejercicio físico en personas con EM y necesidad de ayudas técnicas para la deambulación (EDSS \geq 6) informa sobre el uso de medios e instalaciones especializados de gran coste en los estudios centrados en esta población (110).

Sin embargo, el ejercicio físico en grupos, basado en el equilibrio y realizado en la comunidad ha obtenido buenos resultados en pEM con necesidad de dos ayudas técnicas para caminar. Hogan et al. 2014 (111) con una muestra de 146 pEM reportó una diferencia significativa de 4.4 puntos respecto al grupo control en la BBS. Es más, Coote et al. 2013 (48) con una muestra de 111 pEM con una proporción de personas que se caen del 81% reportó una disminución significativa en el número de caídas (> 50%) y proporción de personas que se caen (35%) en el grupo intervención.

4.1.1.1. Ventajas y desventajas

El modelo ambulatorio basado en entrenamiento grupal ofrece grandes ventajas como el contacto social y su consecuente impulso a la adherencia del tratamiento y a un intercambio de experiencias y aprendizaje entre participantes. Además, permite un seguimiento más cercano y constante por parte del personal sanitario (112).

Sin embargo, también presenta desventajas como la falta de transferencia a la vida real (112), teniendo en cuenta que la mayoría de caídas en la EM se dan en los hogares (12).

Además en la EM se recomienda realizar ejercicio físico en bloques cortos debido a la gran prevalencia de fatiga e intolerancia al aumento de temperatura (19). Ello requiere aumentar la frecuencia de entrenamiento para mantener el volumen semanal de 180 minutos que ha mostrado evidencia (101,113).

Este hecho puede reducir la adherencia al entrenamiento si se le debe solicitar acudir a un centro ambulatorio 3-4 veces por semana teniendo en cuenta que el 50% de las pEM entre 19 y 64 años mantiene su trabajo (114), más del 50% forma una familia (115) y entre el 70-80% experimenta fatiga (15,116).

La Asociación Nacional de EM de EEUU (NMSS) elaboró un programa de prevención de caídas en EM “Free From Falls” (FFF) (117) basado en un entrenamiento de equilibrio realizado en la comunidad de forma grupal. Este programa mostró ser eficaz en la prevención de caídas, sin embargo, también observaron que este modelo presenta limitaciones para la participación en el programa por las cuestiones ya mencionadas, además de requerir un coste económico.

4.1.2. Modelo domiciliario

El modelo domiciliario consiste en sesiones dirigidas por un plan de entrenamiento vía internet o de forma analógica y prescritas y supervisadas por un fisioterapeuta especializado mediante visitas puntuales en el domicilio o en un centro de rehabilitación (56,117,118).

Las nuevas tecnologías permiten un seguimiento continuo y personalizado del entrenamiento, y modelos de ejercicio físico domiciliario como la tele-rehabilitación (seguimiento vía web, aplicación móvil o video-llamada) han mostrado efectividad y costo-efectividad a largo plazo en fatiga, nivel de movilidad, equilibrio y nivel de actividad según la última revisión sistemática y metaanálisis de Cochrane (108). No obstante se debe tener en cuenta que la calidad metodológica de los estudios es baja (108).

La Asociación Nacional de EM de EEUU (NMSS) debido a las limitaciones para la participación observadas en su programa de prevención de caídas en EM “Free From Falls” (FFF) (117) han elaborado un modelo domiciliario basado en la tele-rehabilitación vía web, cuyo estudio está en curso (119). Los primeros resultados sobre el uso de la web son positivos, siendo valorada como fácil de seguir en el 85% de los usuarios.

4.1.2.1. Ventajas y desventajas

Además de facilitar el cumplimiento del volumen de entrenamiento semanal necesario, un modelo domiciliario permite ejercicios funcionales en un entorno ecológico y dirigido a aquellas actividades o entornos de riesgo, promueve la autoeficacia, y permite una valoración y adaptación del domicilio (en el caso de las visitas por parte de personal sanitario) (112).

Un posible inconveniente puede ser la seguridad de la intervención. Sin embargo, los programas de prevención de caídas en EM en el domicilio no presentan un aumento de eventos adversos ni lesiones durante la realización del entrenamiento a pesar de la falta de supervisión de personal sanitario (56,117,118).

4.1.3. Conclusión

Teniendo en cuenta las ventajas e inconvenientes de ambos modelos, Gunn et al. 2014 (112) propusieron un modelo mixto. Carling et al. 2017 llevo a cabo una intervención basada en un modelo mixto en pEM con una discapacidad moderada-severa (EDSS: 6), mostrando ser eficaz en la reducción de caídas. Sin embargo, el cumplimiento de las sesiones domiciliarias fue bajo (48%), y decayó tras la finalización de las sesiones grupales a un 38% debido a la falta de una plataforma eficaz para el seguimiento y soporte del entrenamiento domiciliario.

Estos resultados respaldan la importancia de métodos eficaces de seguimiento y soporte del programa domiciliario. Un estudio en curso de Gunn et al. 2018 (120) propone un programa de 13 semanas, con 3 sesiones grupales (orientadas a la educación y adquisición de estrategias de prevención de caídas) y un entrenamiento funcional y de equilibrio domiciliario con un soporte y seguimiento vía web.

4.2. Abordajes de entrenamiento

Los estudios controlados aleatorizados basados en el entrenamiento del control postural estático y dinámico, y reacciones de equilibrio (48,102,103,118,121,122), tal y como recomienda la evidencia actual para la prevención de caídas (101,113,123) están expuestos en el anexo C.

Además, un programa de prevención de caídas puede tener las siguientes variantes de ejercicio físico.

4.2.1 Realidad virtual y tareas dobles

El ejercicio físico mediante realidad virtual ha mostrado resultados similares en pEM en la mejora del equilibrio frente entrenamientos tradicionales según la revisión sistemática de Holgado et al. 2018 (124). Por otro lado, otra revisión sistemática de Parra-Moreno et al. 2018 sobre entrenamiento de equilibrio mediante videojuegos comerciales (Wii y Kinect) denominados “exergames” no encuentra mejoras significativas en el equilibrio en pEM (125).

La realidad virtual aun no ha demostrado suficiente evidencia en la prevención de caídas en EM (28,113,126), sin embargo, ofrece una oportunidad para realizar

un entrenamiento de equilibrio y tareas de dobles simulando un entorno ecológico (37).

El entrenamiento de tareas dobles ha mostrado resultados prometedores en la interferencia cognitivo-motora propia de las enfermedades neurodegenerativas (37,38) y ha mostrado ser un componente relevante en la reducción de caídas en personas con Enfermedad de Parkinson (EP) (127). Sin embargo, los resultados en la ganancia de equilibrio en pEM no son concluyentes (39,128–130).

Las tareas dobles se han incluido en el entrenamiento de equilibrio de tres estudios sobre prevención de caídas en EM (102,103,121) sin embargo, no es posible hacer comparaciones entre grupos debido a la variedad de tipos de ejercicios en cada grupo.

4.2.2. Estrategias sensoriales

Según los resultados de la revisión sistemática de Gunn et al. 2015 (113) las estrategias sensoriales se consideran una intervención de gran potencial en la ganancia de equilibrio y la prevención de caídas en la EM.

- La rehabilitación vestibular ha mostrado resultados consistentes en la ganancia de equilibrio en pEM (131–133). Esta rehabilitación se ha incluido en varios estudios de prevención de caídas en EM (102,103).
- El uso de estrategias sensoriales propioceptivas como el uso de planos inestables (fuam, colchonetas, plataformas de movimiento) estrategias visuales (ojos cerrados y lentes de distorsión), están ampliamente extendidas en la rehabilitación del equilibrio y prevención de caídas, considerándose un factor influyente en los resultados tanto en EM (103,113,121) como en otras poblaciones (101,123).

4.2.3. Intensidad de las estrategias motoras

Cuatro revisiones sistemáticas confirman la relevancia del entrenamiento de control postural de alta intensidad (ECPAI) en la prevención de caídas en diferentes poblaciones (101,113,123,134).

En población adulta mayor los programas que cumplen un volumen semanal mínima de 3 horas y están basados en un entrenamiento de control postural de alta intensidad (ECPAI), muestran una reducción en el número de caídas de un 39% a un 48% (98,101,123). Tanto el volumen semanal como el ECPAI explican un 78% de la heterogeneidad de resultados, siendo el ratio de caídas de un 0.90 (IC 95% 0.82 a 0.99, $p=0.03$) en los programas que no cumplen ninguna de estas dos variables, y de un 0.61 (IC 95% 0.53 a 0.72, $p<0.001$) en aquellos programas que cumplen ambas variables (101).

Según propone Sherrington et al. 2008 (135) el grado de intensidad del entrenamiento de CP se clasifica en tres niveles, siendo el nivel 1 un entrenamiento de baja intensidad y el nivel 3 un entrenamiento de alta intensidad, en base al número de los siguientes criterios que se cumplen:

- Control postural dinámico mediante desplazamiento del centro de gravedad (ej. transferencias de peso de una extremidad inferior a otra, subir escalones, etc.).

- Control postural estático con la mayor reducción posible en la base de sustentación (juntar pies, apoyo en una sola extremidad inferior, posición en tándem, etc.)
- Evitar en todos los ejercicios el uso de extremidades superiores o disminuir el área de apoyo de las mismas (ej. uso de una sola mano o apoyo en los dedos en vez de mano completa).

Además un EEAI puede contener ejercicios basados en perturbaciones del control postural y reacciones de reequilibrio en condiciones límite de la estabilidad (123,134).

En la EM 5 estudios (48,102,103,121,136) incorporan en su programa de rehabilitación un entrenamiento de control postural con la intensidad recomendada para pEM y para adultos mayores.

4.2.4. Entrenamiento de marcha, tareas funcionales y uso de ayudas técnicas

El entrenamiento de marcha puede incluirse en un programa para la prevención de caídas pero no se recomienda como intervención aislada (98,101,137). En la EM se incluye en todas las intervenciones dirigidas a la prevención de caídas acompañada de estrategias sensoriales (48,129) o tareas dobles (102,103,121).

Las tareas funcionales como la práctica de transferencias han mostrado resultados prometedores en la prevención de caídas en la EM, especialmente en usuarios de silla de ruedas (56), sin embargo requiere de la confirmación de estudios de mayor calidad metodológica en curso (51).

La evaluación, asesoramiento y entrenamiento de uso de ayudas técnicas en tareas funcionales como la marcha ha mostrado resultados consistentes en la reducción de caídas en pEM en el estudio de Martini et al. 2018 (65).

4.2.5. Entrenamiento de fuerza y CORE

El entrenamiento de fuerza asociado al equilibrio ha mostrados buenos resultados en prevención de caídas en población adulta mayor (100). En la EM se ha incluido en dos estudios (121,129) el entrenamiento de CORE, el cual está íntimamente relacionado con el control postural (23).

4.3. Volumen de entrenamiento

En población adulta mayor el número de caídas se reduce en un 39-48% (98,101,123) si los programas cumplen:

- Un volumen de entrenamiento semanal mínimo de 3 horas.
- Un entrenamiento basado en el control postural de alta intensidad (ECPAI).

Tanto el volumen semanal como el ECPAI explican un 78% de la heterogeneidad de resultados, siendo el ratio de caídas de un 0.90 (IC 95% 0.82 a 0.99, p=0.03) en los programas que no cumplen ninguna de estas dos variables, y de un 0.61 (IC 95% 0.53 a 0.72, p<0.001) en aquellos programas que cumplen ambas variables (101).

Además se recomienda una duración mayor a 25 semanas obtienen mejores resultados (101,137,138).

En la prevención de caídas en pEM los resultados de la revisión sistemática de Gunn et al. 2015 muestran la misma tendencia:

- Las intervenciones centradas en el entrenamiento funcional y control postural a alta intensidad se relacionan con mejores resultados.
- Las intervenciones con un volumen semanal superior se relacionan con mejores resultados.

Tres estudios (102,118,129) llevan a cabo una rehabilitación con un volumen semanal igual a 3 horas (180 min.) todos con resultados a favor. Por otro lado, tres estudios se sitúan por debajo de 180 minutos semanales, dos con resultados a favor (48,136) y uno sin cambios significativos (103). Cabe destacar que en este último estudio de Cattaneo et al. 2018, los autores concluyen que el bajo volumen de entrenamiento conseguido es una de las principales causas de la falta de eficacia del programa.

Ningún estudio cumple con la dosis total óptima de 50 horas (3000 min.) establecida en adultos mayores (101,123,137).

4.4. Grado de discapacidad y ejercicio físico

4.4.1. Ejercicio físico en pEM con discapacidad leve a moderada.

Tres estudios (102,103,136) aportan resultados en pEM con una discapacidad leve a moderada, con una EDSS media menor a 3.5 puntos y una minoría de personas con ayudas técnicas para la deambulaci3n, y con una puntuaci3n en la BBS de 43 a 47 puntos.

De los tres estudios, únicamente Cattaneo et al. (2018) (103) con una muestra de 119 pEM no encuentra diferencias significativas entre grupos en ninguna variable de interés. El autor concluye que sus resultados pueden ser debido al modelo de intervenci3n (carente de herramientas para la autogesti3n del tratamiento por parte del paciente), y un volumen y frecuencia de intervenci3n bajos.

4.4.2. Ejercicio físico en pEM con discapacidad severa a moderada.

Tres estudios (86,121,129) incluyen a pEM con una EDSS media mayor de 5 puntos, dos ayudas técnicas para la deambulaci3n, y una puntuaci3n en la BBS de 28 (48), 31(121), y 45 (129) puntos. Los tres estudios consiguen reducir el número de caídas, estableciendo el ejercicio físico en esta poblaci3n como una terapia con gran potencial.

Un único estudio (56) aborda la prevenci3n de caídas en pEM usuarias de silla de ruedas. Este estudio muestra resultados positivos en la incidencia de caídas mediante un programa educacional (centrado en factores de riesgo y causas de las caídas junto a un entrenamiento de transferencias). Sin embargo, debido a su baja calidad metodol3gica, al carecer de grupo control, se debe tomar con precauci3n sus resultados.

Futuros estudios aleatorizados controlados como el de Rice et al. 2019 (56) con una muestra de 160 usuarios de silla de ruedas y una intervención grupal de 6 semanas sobre educación de riesgos y estrategias de prevención de caídas y entrenamiento funcional y de equilibrio esclarecerán el grado de potencial de la prevención de caídas en esta población.

D) PROTOCOLO DE INTERVENCIÓN: PREVENCIÓN DE CAIDAS EN EM

1. Justificación de protocolo de intervención

Las revisiones sistemáticas y metaanálisis más recientes establecen que más del 50% de pEM sufren una caída en un periodo de 1 a 12 meses (11,12,45), y esta proporción es mucho mayor (70-85%) en numerosos estudios (51-55). Estos datos son superiores a los registrados en adultos mayores de 65 años que viven en la comunidad con una incidencia de caída del 30% en un período de 12 meses (98,99).

Además las pEM que se caen tienen el doble del riesgo de sufrir fracturas y/o lesiones relacionadas con caídas en comparación con personas del mismo sexo y edad que se caen (28) y un 82% de las pEM reducen sus actividades por la preocupación generada a raíz de las caídas (62) limitando su participación social y calidad de vida (59).

Sin embargo, un estudio reciente (47) advierte que solo el 17% de las personas que se caen y el 12% de las personas que experimentan casi caídas son evaluadas por personal sanitario en relación a las caídas y sus posibles causas, y solo el 2% de las personas que caen reciben una valoración de seguridad en el domicilio y únicamente el 20% reciben una rehabilitación basada en la evidencia actual para prevenir caídas (46).

Los programas de prevención de caídas han demostrado ser eficaces en otras poblaciones. La última revisión de Cochrane de Sherrington et al. 2019 (100) junto a otras revisiones sistemáticas otorga un grado de evidencia alto, a corto y largo plazo, a la prevención de caídas basada en el ejercicio físico en personas mayores que viven en la comunidad (98,99,101,123).

Es más, los resultado de 8 revisiones sistemáticas y metaanálisis recientes (98-101,123,137-139), con muestras de hasta 35.000 personas (99), establecen que los programas de prevención de caídas basados en el ejercicio físico en población adulta mayor:

- Obtienen resultados más consistentes frente a otros abordajes (98,99,139).
- Consiguen reducir el número de caídas entre un 17% y un 32% (98-101,123), y reducir el número de personas que se caen entre un 15% y 22% (100,123).
- Son efectivos económicamente al reducir el número de ingresos hospitalarios y aumentar el número de años con calidad de vida y menor necesidad de soporte sanitario (98,100).

- Pueden reducir un 27% el número de fracturas asociadas a caídas (100), y reducen un 19% el número de caídas asociadas a lesiones (99).
- Reducen el miedo a caerse (140).
- Consiguen efectos a largo plazo (más de 12 meses tras la intervención), con una reducción del 23-24% en el número de caídas (100,123,138), y del 15-17% en el número de personas que se caen (100,138).

Por otro lado, la prevención de caídas ha mostrado ser eficaz (101,127) y costo efectiva (141) en personas con Enfermedad de Parkinson.

En la actualidad existe evidencia suficiente para justificar el uso de un programa de prevención de caídas en pEM (48,102,113,118,121,126). Tres revisiones sistemáticas y metaanálisis (113,126) aportan resultados con una tendencia similar a los obtenidos en personas adultas.

Sin embargo, mientras que en población adulta, existe una síntesis de evidencia actualizada (4 revisiones sistemáticas entre 2018-2019) y numerosas guías clínicas (69,85,142) sobre prevención de caídas, en la EM no se dispone de recursos bibliográficos ni guías clínicas suficientes. La última revisión sistemática es de Gunn et al. 2015, y no se ha encontrado ninguna guía clínica para la prevención de caídas en EM.

Por tanto, es de interés la elaboración de un protocolo de intervención fisioterápico basado en la evidencia actual.

2. Objetivos

2.1. Objetivo principal

- Elaborar un protocolo de prevención de caídas en personas con Esclerosis múltiple (pEM) basado en la evidencia actual y orientado a fisioterapeutas.

2.2. Objetivos secundarios

- Elaborar un protocolo de diagnóstico de caídas capaz de identificar el problema y sus causas.
- Elaborar un protocolo de evaluación capaz de cuantificar el impacto del tratamiento.
- Elaborar un protocolo de intervención fisioterápico capaz de reducir la incidencia de caídas en personas con EM y riesgo de caídas.

3. Metodología

3.1. Bibliografía consultada

En primer lugar, se ha realizado una consulta bibliografía general sobre prevención de caídas en diversas guías clínicas o artículos de consenso para la prevención de caídas en personas mayores (44,69,85,142), y artículos de consenso sobre prevención de caídas en pEM (28,59,86).

En segundo lugar, se ha realizado una consulta general sobre diagnóstico e intervenciones para la prevención de caídas:

Se han consultado 2 revisiones sistemáticas y metaanálisis sobre prevención de caídas en EM (113,126), 8 en personas mayores (98–101,123,137–139), 2 en Parkinson (101,127) y 1 en ictus (143).

Se han consultado 4 revisiones sistemáticas y metaanálisis sobre factores de riesgo y valores predictivos de caídas en pEM (12,45,55,87).

Por último, se ha revisado la bibliografía sobre diagnóstico, evaluación e intervenciones en EM para prevenir caídas.

3.2. Criterios de selección

3.2.1. Criterios de inclusión

Se incluirán aquellas personas con:

- Diagnóstico de EM.
- Antecedentes de caídas (1 o más caídas en los últimos 12 meses) (54).

También se incluirán aquellas personas sin antecedentes de caídas con:

- ABC igual o menor a 40 puntos (72) y una o más de las siguientes variables:
 - Antecedentes de casi caídas (1 o más en los últimos 12 meses) (47).
 - Uso de ayudas técnicas para la deambulación (12,113).
 - Factores de riesgo de caída: afectación vestibular, interferencia cognitivo-motora, fatiga e incontinencia (11,12).

3.2.2. Criterios de exclusión

- Alteraciones cognitivas graves (10).
- EDSS igual o mayor a 7 puntos (incapaz de andar más de 5 metros incluso con ayuda y limitado esencialmente a permanecer en silla de ruedas) (86,102,121,129,136).

3.3. Proceso de evaluación

Se distinguen las siguientes fases del proceso de evaluación:

- Fase inicial: Se realiza previamente a la intervención. En base a los resultados se establecen los objetivos y estrategias terapéuticas.
- Fase continua: Se realiza cada cuatro semanas con el objetivo de valorar la eficacia de la terapia y estructurar la progresión de la intervención.
- Fase final: Se realiza tras la intervención y se evalúa los resultados obtenidos en base a los objetivos propuestos.
- Fase de seguimiento: Se realiza 12 meses tras la intervención para evaluar la adherencia de los resultados y la transferencia de la intervención en la calidad de vida del paciente (44,69,84,123,138).

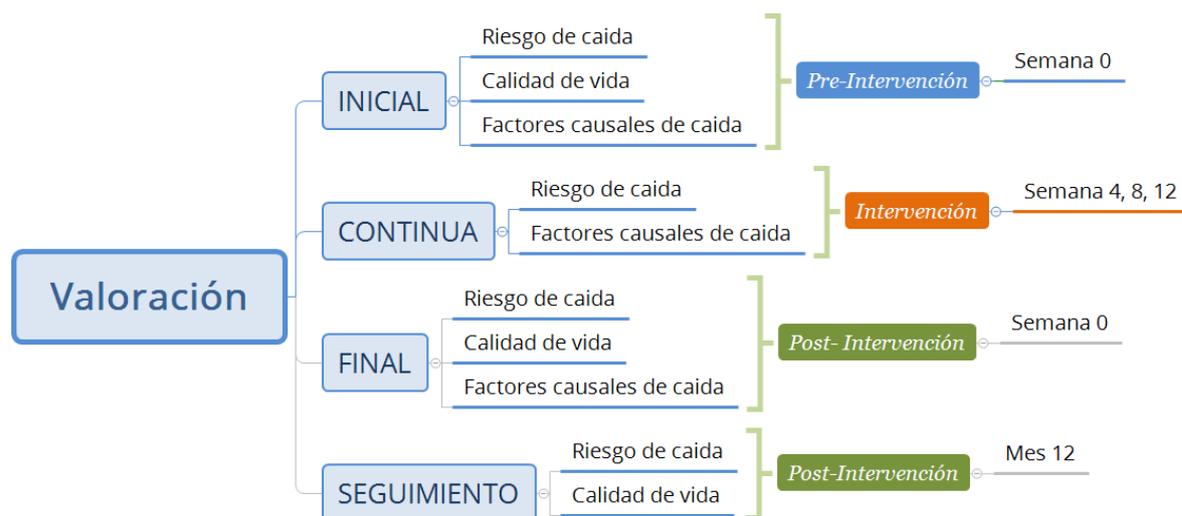


Ilustración 6: Estrategia de valoración. Edición propia

3.3.1. Riesgo de caída y calidad de vida

3.3.1.1. Historial de caídas

El historial de caídas se registra en todas las fases de valoración.

Para ello se proporciona al paciente un diario de caídas, en el que pueda registrar de forma prospectiva cada evento (44,69,84,86). Este registro es fundamental en el diagnóstico de caídas, y se debe extraer toda información relevante sobre las causas y circunstancias de cada evento (59,69).

- Hora y entorno (lugar, personas al rededor, condiciones del terreno, luminosidad)
- Actividad (marcha, transferencias, uso de objetos, tareas simultaneas, etc.).
- Uso de ayudas técnicas y calzado.
- Síntomas previos: vértigo, visión doble, fatiga, incontinencia, espasticidad, desorientación. En el caso de haber una relación con la fatiga es importante conocer las actividades previas (esfuerzos físicos o mentales).
- Uso de medicaciones con efecto relajante muscular o somnífero: dosis y hora del día en la que se administra.
- Descripción del evento: dirección de la caída (lateral, anterior o posterior), fuerzas externas desequilibrantes (choque con objetos, animales, personas), como se intentó evitar la caída, y que causa atribuye el paciente al evento.
- Lesiones asociadas a la caída.

3.3.1.2. Multiple Sclerosis Quality of Live-54 (MSQoL-54)

La escala MSQoL-54 se realiza en la fase inicial, final y de seguimiento.

Según la recomendación de la International MS Falls Prevention Research Network la incidencia de caídas y la calidad de vida y participación son las variables que mejor evalúan los resultados de un programa de prevención de caídas (86,144).

Esta escala es uno de los instrumentos de medida de calidad de vida en EM más específicos (145). Compuesta por un conjunto de 54 ítems, los cuales están distribuidos en:

- 12 subescalas (salud física, limitaciones del rol físico, limitaciones del rol emocional, dolor, bienestar emocional, energía, función social, función cognitiva, percepción de la salud, problemas de la salud, calidad de vida en general y función sexual)
- 2 ítems individuales (cambio en la salud y satisfacción de la función sexual).
- La puntuación de la escala se realizará mediante el método Likert, al promediar los ítems que conforman la escala y representándolos linealmente del 0 al 100. A valores más altos de la MSQoL-54, mejor calidad de vida del paciente.

3.3.1.3. Activities-Specific Balance Confidence scale (ABC)

Esta escala se realiza en todas las fases de valoración.

Es una escala de percepción de confianza en el equilibrio durante la realización de 16 actividades que requieren equilibrio estático, dinámico y reactivo. Esta escala se puntúa de 0 a 100, a mayor puntuación mayor confianza en el equilibrio (95).

Esta escala ha mostrado ser válida (95), fiable (92,95) y discriminativa (54,77,89,90,96) a la hora de predecir futuras caídas en esta población.

3.3.4. Factores causales asociados a caídas

Se evaluarán en la fase inicial, continua y final, y se seleccionarán en base a la clínica, historial de caídas y exploración física.

No se recomienda el uso aislado de escalas de equilibrio para en la valoración de caídas en EM (28,59,87) ya que pueden darse diferentes factores causales de caídas (12,45,59,113). Por tanto, se deben seleccionar de forma individualizada las escalas recomendadas por parte de las guías de práctica clínica y artículos de consenso en EM (146–149).

3.3.4.1. Equilibrio durante la marcha

Si las caídas están relacionadas con la marcha, se recomienda el uso de la escala Dynamic Gait Index (146,150), descrita en el apartado B) 3.4.2.1.

3.3.4.2. Control postural estático y dinámico

Si las caídas están relacionadas con transferencias y actividades que requieran control dinámico y estático se recomienda el uso de la escala Berg Balance Scale (146,150). Esta escala esta descrita en el apartado B) 3.4.2.2.

3.3.4.3. Interferencia cognitivo-motora

Si las caídas están relacionadas con tareas dobles se recomienda el uso de la escala T25FW cognitiva (74).

La T25FW mide la movilidad total y el rendimiento de marcha, el paciente debe caminar 25 pies (8 metros) lo más rápido posible. La duración promedio de dos intentos se calcula para la puntuación final. El T25FW ha demostrado ser una medida válida y fiable en pacientes con EM (151).

Su variante cognitiva ha mostrado ser predictiva de caídas en EM (74). Se le pide al paciente que realice la prueba contando en voz alta hacia atrás (contando de 3 en 3), mientras camina lo más rápido posible.

Después, se calcula el tiempo medio de dos intentos. El coste de cognitivo se calcula de la siguiente manera:

$(\text{tarea individual} - \text{tarea doble}) / (\text{tarea individual}) \times 100$

3.3.4.4. Ayudas técnicas, entorno y AVD de riesgo

En caso de ser un factor determinante, se recomienda realizar una valoración por parte de un terapeuta ocupacional experto en prevención de caídas. Se recomienda evaluar las condiciones del entorno en que se realizan las AVD de riesgo y el uso de ayudas técnicas, según el protocolo propuesto por Eitzen et al. 2017 (70), poniendo especial atención en su uso domiciliario, transferencias y AIVD.

3.3.4.5. Fatiga

En el caso de estar relacionada como síntoma previo a una caída, se recomiendan el uso de escalas validadas para EM, como la Modified Fatigue Impact Scale (MFIS), que muestra una buena validez interna, fiabilidad y sensibilidad para esta población (152,153).

Está compuesta por 21 ítems que abarcan los tres pilares clave de la EM: físico (9 ítems), cognitivo (10 ítems) y psicosocial (2 ítems). El sujeto deberá puntuar cada ítem de 0 a 4, siendo 0 'nunca' y 4 'casi siempre'.

La puntuación mínima es de 0 y la máxima de 84. Para conocer el cómputo global, se suman las puntuaciones de las tres subescalas (a mayor puntuación, mayor impacto de fatiga).

3.4. Intervención

3.4.1. Modelo de intervención

Se propone un modelo mixto: domiciliario y grupal con una duración de 4 meses. El modelo se ha planificado en base a los siguientes objetivos:

- Reducir barreras para la participación en el programa (112,119).
- Lograr un volumen e intensidad de entrenamiento adecuado (113).
- Fomentar la autoeficacia y la adquisición de estrategias de prevención de caídas (112,120).

3.4.1.1. Sesiones grupales

Se recomienda una sesión grupal (máximo 6 personas) por semana basada en el entrenamiento funcional y de equilibrio (1,2).

En aquellas personas que no puedan participar en las sesiones grupales semanales se contempla realizar únicamente una sesión grupal (máximo 3 personas) al mes, para supervisar el programa domiciliario.

En total se realizan 16 sesiones grupales de una duración de una hora por sesión.

3.4.1.2. Sesiones domiciliarias

Consiste en un programa de ejercicio físico domiciliario con soporte y seguimiento vía web. El programa domiciliario se basará en el contenido sobre entrenamiento funcional y de equilibrio realizado en las sesiones grupales.

Se llevarán a cabo 4 sesiones por semana basadas en un programa de ejercicio físico individualizado. En total se realizan 64 sesiones domiciliarias con una duración de 30 minutos por sesión.

Aquellas personas que no realicen las sesiones grupales semanales podrán aumentar el volumen de entrenamiento diario o la frecuencia de sesiones semanales según preferencia.

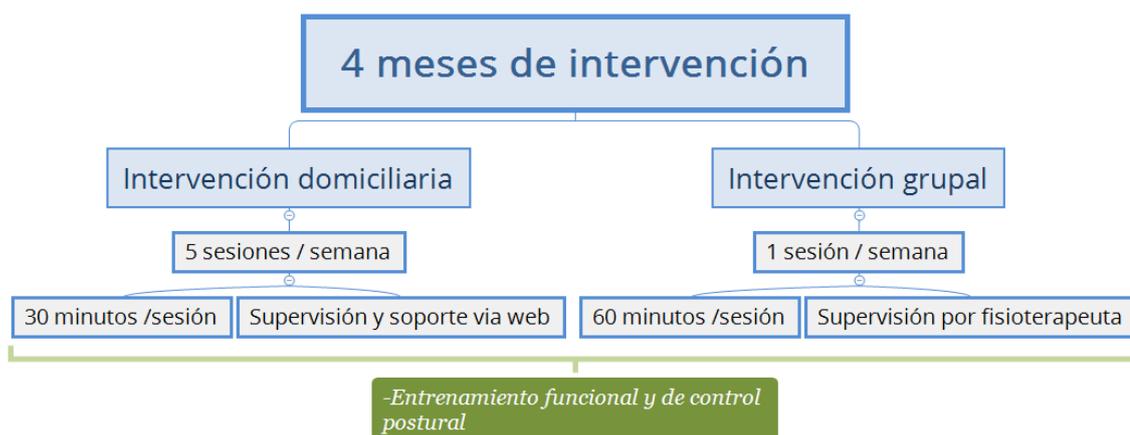


Ilustración 7: Modelo de rehabilitación. Edición propia.

3.4.2. Entrenamiento funcional y de equilibrio

El entrenamiento funcional y de equilibrio ocupará un lugar central en la intervención, con un mínimo de 120 minutos semanales dedicados. Se muestran ejemplos de cada componente en el anexo D

3.4.2.1. Control postural estático y dinámico

- Los ejercicios estáticos deben permitir mantener la postura en situaciones límite. Para ello se disminuye base de sustentación, evitando el uso de manos.
- Los ejercicios dinámicos buscan la transferencia de peso hacia los límites de la estabilidad de la postura.

3.4.2.2. Perturbaciones del equilibrio

Las perturbaciones del equilibrio deben romper el control postural y provocar reacciones de equilibrio (de apoyo o reequilibración), partiendo de una postura estática o dinámica.

- Internas: Aceleraciones y desaceleraciones rápidas mediante cambios de dirección o movimientos coordinados complejos repetidos a gran velocidad.
- Externas: Retirar un apoyo en una postura inestable (dirección y magnitud predecible), realizar empujones (dirección y magnitud impredecible).

3.4.2.3. Entrenamiento funcional

Entrenamiento de marcha, escaleras, cuestas y transferencias (48,102,103,126).

3.4.3. Entrenamiento variable

El entrenamiento variable se puede superponer o combinar a los ejercicios del entrenamiento funcional o de equilibrio, o puede realizarse por separado ocupando los 40 minutos de intervención restantes.

3.4.3.1. Estrategias sensoriales

- Las estrategias propioceptivas se basan en disminuir el sentido de la vista o mantener constante la desestabilización del control postural mediante planos inestables como un suelo blando (102,103,121,136).
- Las estrategias vestibulares de adaptación ejercitan la estabilidad de la mirada (reflejo oculo-vestibular), mediante movimientos de cabeza en diferentes planos, manteniendo la mirada fija en un objeto estático o dinámico. De forma simultánea se exige un control postural estático o dinámico graduado en dificultad (102,103,131,133,136).
- Las estrategias vestibulares de sustitución fomentan el desarrollo de estrategias alternativas a la función vestibular. Para ello se utilizan movimientos oculares alternativos (sacádicos, de reprogramación central o de búsqueda lenta) que evitan recibir imágenes visuales discordantes durante los movimientos de la cabeza provocados por la falta de estabilidad de la mirada (131,133,136).
- Las estrategias vestibulares de habituación se basan en repetir un estímulo que desencadene respuestas de vértigo, de forma progresiva y a una intensidad leve o moderada hasta habituarse al estímulo (131,133,136).

3.4.3.2. Tareas dobles

Las tareas dobles se basan en realizar una tarea motora, en este caso caminar y/o realizar un ejercicio de equilibrio, mientras se realiza simultáneamente una tarea cognitiva, que puede estar enfocada a la fluencia verbal, discriminación y toma de decisiones, memoria de trabajo, búsqueda de respuestas o cognición visuoespacial.(38,102,103,121,128,129).

3.4.3.3. Uso de ayudas técnicas

Orientar en la elección y uso de ayudas técnicas en tareas funcionales como cuestas, escaleras, marcha y transferencias y realizar una práctica de las mismas (65).

3.4.3.4. Gestión de la fatiga

El entrenamiento de equilibrio se debe adaptar para dejar espacio a un entrenamiento de fuerza y aeróbico (107).

4. Conclusiones

Las caídas en la EM son un problema común (12,55), de graves consecuencias (61) que recibe una atención preventiva insuficiente (46,47).

El origen de las caídas en esta población es multifactorial (12,30,45,66,74,80), por lo que se recomienda una valoración y tratamiento personalizado que aborde los múltiples componentes implicados en las caídas de cada individuo (11,26,59).

La alteración del control postural parece ser uno de los factores causales más relevantes (11,12,45), y este hecho se confirma con la reducción del riesgo de caída obtenido en las intervenciones basadas en el ejercicio físico centrado en el control postural (48,102,103,118,121,122) superior a otros abordajes terapéuticos (113). Por tanto, la prevención de caídas además de abordar de forma individualizada los potenciales factores causantes de caída debe incluir un entrenamiento de control postural personalizado.

Existen varias estrategias de entrenamiento del control postural (mantenimiento de la postura, reacciones de equilibrio, estrategias sensoriales propioceptivas y vestibulares, tareas dobles) que permiten personalizar la intervención según las necesidades específicas de cada individuo.

Por otro lado, se da una gran incidencia de caídas en el domicilio realizando ABVD y AIVD, y el uso de ayudas técnicas es otro de los grandes factores de riesgo de caídas (12,45,120). Por tanto, el entrenamiento de tareas funcionales de riesgo y el asesoramiento y práctica del uso de ayudas técnicas durante las mismas puede ser una intervención eficaz (65,102).

Uno de los grandes retos de la prevención de caídas es la adherencia de resultados (100,138). Un modelo de rehabilitación mixto (domicilio y centro de rehabilitación), permite un entrenamiento individualizado con una frecuencia y volumen semanal adecuados, además de fomentar la autoeficacia y ser más accesible para esta población (112,119–121).

Sin embargo, guiar una intervención domiciliaria de un programa mixto resulta un reto en esta población (121). La telerehabilitación parece ser prometedora a la hora de guiar un programa domiciliario, pudiendo ofrecer una herramienta de soporte y seguimiento continuo del entrenamiento (108), necesarios para la adherencia del programa domiciliario (112,119–121).

No existe evidencia suficiente para respaldar la prevención de caídas en pEM usuarias de sillas de ruedas, a pesar de presentar una incidencia de caídas similar a la de personas ambulantes (49,51). Futuros estudios en curso podrán orientar la estrategia de intervención en esta población (154).

Bibliografía

1. Thompson AJ, Baranzini SE, Geurts J, Hemmer B, Ciccarelli O. Multiple sclerosis. *Lancet Lond Engl*. 21 de 2018;391(10130):1622-36.
2. Compston A, Coles A. Multiple sclerosis. *Lancet Lond Engl*. 25 de octubre de 2008;372(9648):1502-17.
3. Bishop M, Rumrill PD. Multiple sclerosis: Etiology, symptoms, incidence and prevalence, and implications for community living and employment. *Work Read Mass*. 2015;52(4):725-34.
4. de Sá J. [Epidemiology of multiple sclerosis in Portugal and Spain]. *Rev Neurol*. 1 de octubre de 2010;51(7):387-92.
5. Lublin FD, Reingold SC. Defining the clinical course of multiple sclerosis: results of an international survey. National Multiple Sclerosis Society (USA) Advisory Committee on Clinical Trials of New Agents in Multiple Sclerosis. *Neurology*. abril de 1996;46(4):907-11.
6. MS Types [Internet]. [citado 5 de junio de 2019]. Disponible en: https://my-ms.org/ms_types.htm
7. Lublin FD, Reingold SC, Cohen JA, Cutter GR, Sørensen PS, Thompson AJ, et al. Defining the clinical course of multiple sclerosis: the 2013 revisions. *Neurology*. 15 de julio de 2014;83(3):278-86.
8. MSBase | Patient demographics [Internet]. [citado 29 de abril de 2019]. Disponible en: <https://www.msbase.org/data-and-findings/patient-demographics/>
9. Rommer PS, Eichstädt K, Ellenberger D, Flachenecker P, Friede T, Haas J, et al. Symptomatology and symptomatic treatment in multiple sclerosis: Results from a nationwide MS registry. *Mult Scler Houndmills Basingstoke Engl*. 19 de septiembre de 2018;1352458518799580.
10. Feinstein A, Freeman J, Lo AC. Treatment of progressive multiple sclerosis: what works, what does not, and what is needed. *Lancet Neurol*. febrero de 2015;14(2):194-207.
11. Gunn HJ, Newell P, Haas B, Marsden JF, Freeman JA. Identification of risk factors for falls in multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis. *Phys Ther*. abril de 2013;93(4):504-13.
12. Gianni C, Prosperini L, Jonsdottir J, Cattaneo D. A systematic review of factors associated with accidental falls in people with multiple sclerosis: a meta-analytic approach. *Clin Rehabil*. julio de 2014;28(7):704-16.
13. Di Stadio A, Dipietro L, Ralli M, Greco A, Ricci G, Bernitsas E. The role of vestibular evoked myogenic potentials in multiple sclerosis-related vertigo. *A*

- systematic review of the literature. *Mult Scler Relat Disord.* febrero de 2019;28:159-64.
14. Andrew McKinley R. Chapter 139 - Transcranial Direct Current Stimulation for Fatigue and Attentional Disorders. En: Krames ES, Peckham PH, Rezai AR, editores. *Neuromodulation (Second Edition)* [Internet]. Academic Press; 2018. p. 1637-48. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012805353900139X>
 15. Rooney S, Wood L, Moffat F, Paul L. Prevalence of fatigue and its association with clinical features in progressive and non-progressive forms of Multiple Sclerosis. *Mult Scler Relat Disord.* febrero de 2019;28:276-82.
 16. Crabtree-Hartman E. Advanced Symptom Management in Multiple Sclerosis. *Neurol Clin.* febrero de 2018;36(1):197-218.
 17. Rasova K, Brandejsky P, Havrdova E, Zalisova M, Rexova P. Spiroergometric and spirometric parameters in patients with multiple sclerosis: are there any links between these parameters and fatigue, depression, neurological impairment, disability, handicap and quality of life in multiple sclerosis? *Mult Scler Houndmills Basingstoke Engl.* abril de 2005;11(2):213-21.
 18. Bosnak-Guclu M, Gunduz AG, Nazliel B, Irkec C. Comparison of functional exercise capacity, pulmonary function and respiratory muscle strength in patients with multiple sclerosis with different disability levels and healthy controls. *J Rehabil Med.* enero de 2012;44(1):80-6.
 19. Halabchi F, Alizadeh Z, Sahraian MA, Abolhasani M. Exercise prescription for patients with multiple sclerosis; potential benefits and practical recommendations. *BMC Neurol* [Internet]. 16 de septiembre de 2017 [citado 1 de mayo de 2019];17. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5602953/>
 20. Motl RW, Barstow EA, Blaylock S, Richardson E, Learmonth YC, Fifolt M. Promotion of Exercise in Multiple Sclerosis Through Health Care Providers. *Exerc Sport Sci Rev.* 2018;46(2):105-11.
 21. Balcer LJ. Clinical practice. Optic neuritis. *N Engl J Med.* 23 de marzo de 2006;354(12):1273-80.
 22. Kale N. Optic neuritis as an early sign of multiple sclerosis. *Eye Brain.* 2016;8:195-202.
 23. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing.* septiembre de 2006;35 Suppl 2:ii7-11.
 24. Pollock AS, Durward BR, Rowe PJ, Paul JP. What is balance? *Clin Rehabil.* 2000;14(4):402-406.

25. Ivanenko Y, Gurfinkel VS. Human postural control. *Front Neurosci.* 2018;12:171.
26. Comber L, Sosnoff JJ, Galvin R, Coote S. Postural control deficits in people with Multiple Sclerosis: A systematic review and meta-analysis. *Gait Posture.* marzo de 2018;61:445-52.
27. Peterson DS, Fling BW. How changes in brain activity and connectivity are associated with motor performance in people with MS. *NeuroImage Clin.* 2018;17:153–162.
28. Prosperini L, Castelli L. Spotlight on postural control in patients with multiple sclerosis. *Degener Neurol Neuromuscul Dis.* 2018;8:25-34.
29. Prosperini L, Kouleridou A, Petsas N, Leonardi L, Tona F, Pantano P, et al. The relationship between infratentorial lesions, balance deficit and accidental falls in multiple sclerosis. *J Neurol Sci.* 15 de mayo de 2011;304(1-2):55-60.
30. Garg H, Dibble LE, Schubert MC, Sibthorp J, Foreman KB, Gappmaier E. Gaze Stability, Dynamic Balance and Participation Deficits in People with Multiple Sclerosis at Fall-Risk. *Anat Rec Hoboken NJ* 2007. noviembre de 2018;301(11):1852-60.
31. Cameron MH, Horak FB, Herndon RR, Bourdette D. Imbalance in multiple sclerosis: a result of slowed spinal somatosensory conduction. *Somatosens Mot Res.* 2008;25(2):113-22.
32. Zackowski KM, Smith SA, Reich DS, Gordon-Lipkin E, Chodkowski BA, Sambandan DR, et al. Sensorimotor dysfunction in multiple sclerosis and column-specific magnetization transfer-imaging abnormalities in the spinal cord. *Brain.* mayo de 2009;132(5):1200-9.
33. Fling BW, Dutta GG, Schlueter H, Cameron MH, Horak FB. Associations between Proprioceptive Neural Pathway Structural Connectivity and Balance in People with Multiple Sclerosis. *Front Hum Neurosci* [Internet]. 20 de octubre de 2014 [citado 26 de marzo de 2019];8. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4202774/>
34. Fling BW, Dutta GG, Horak FB. Functional connectivity underlying postural motor adaptation in people with multiple sclerosis. *NeuroImage Clin.* 2015;8:281–289.
35. Prosperini L, Sbardella E, Raz E, Cercignani M, Tona F, Bozzali M, et al. Multiple sclerosis: white and gray matter damage associated with balance deficit detected at static posturography. *Radiology.* julio de 2013;268(1):181-9.
36. Tona F, De Giglio L, Petsas N, Sbardella E, Prosperini L, Upadhyay N, et al. Role of Cerebellar Dentate Functional Connectivity in Balance Deficits in Patients with Multiple Sclerosis. *Radiology.* 2018;287(1):267-75.

37. Mclsaac TL, Fritz NE, Quinn L, Muratori LM. Cognitive-Motor Interference in Neurodegenerative Disease: A Narrative Review and Implications for Clinical Management. *Front Psychol.* 2018;9:2061.
38. Wajda DA, Mirelman A, Hausdorff JM, Sosnoff JJ. Intervention modalities for targeting cognitive-motor interference in individuals with neurodegenerative disease: a systematic review. *Expert Rev Neurother.* 2017;17(3):251-61.
39. Mercan F, Kara B, Tiftikcioglu BI, Mercan E, Sertpoyraz FM. Effects of motor-motor and motor-cognitive tasks on balance in patients with multiple sclerosis. *Mult Scler Relat Disord.* mayo de 2016;7:85-91.
40. Prosperini L, Castelli L, Sellitto G, De Luca F, De Giglio L, Gurreri F, et al. Investigating the phenomenon of «cognitive-motor interference» in multiple sclerosis by means of dual-task posturography. *Gait Posture.* marzo de 2015;41(3):780-5.
41. Wajda DA, Roeing KL, McAuley E, Motl RW, Sosnoff JJ. The Relationship Between Balance Confidence and Cognitive Motor Interference in Individuals With Multiple Sclerosis. *J Mot Behav.* 2016;48(1):66-71.
42. Castelli L, De Luca F, Marchetti MR, Sellitto G, Fanelli F, Prosperini L. The dual task-cost of standing balance affects quality of life in mildly disabled MS people. *Neurol Sci Off J Ital Neurol Soc Ital Soc Clin Neurophysiol.* mayo de 2016;37(5):673-9.
43. Ruggieri S, Fanelli F, Castelli L, Petsas N, De Giglio L, Prosperini L. Lesion symptom map of cognitive–postural interference in multiple sclerosis. *Mult Scler Houndmills Basingstoke Engl.* abril de 2018;24(5):653-62.
44. Lamb SE, Jørstad-Stein EC, Hauer K, Becker C, Prevention of Falls Network Europe and Outcomes Consensus Group. Development of a common outcome data set for fall injury prevention trials: the Prevention of Falls Network Europe consensus. *J Am Geriatr Soc.* septiembre de 2005;53(9):1618-22.
45. Nilsagård Y, Gunn H, Freeman J, Hoang P, Lord S, Mazumder R, et al. Falls in people with MS--an individual data meta-analysis from studies from Australia, Sweden, United Kingdom and the United States. *Mult Scler Houndmills Basingstoke Engl.* enero de 2015;21(1):92-100.
46. Matsuda PN, Shumway-Cook A, Bamer AM, Johnson SL, Amtmann D, Kraft GH. Falls in multiple sclerosis. *PM R.* julio de 2011;3(7):624-32; quiz 632.
47. Fritz NE, Eloyan A, Baynes M, Newsome SD, Calabresi PA, Zackowski KM. Distinguishing among multiple sclerosis fallers, near-fallers and non-fallers. *Mult Scler Relat Disord.* enero de 2018;19:99-104.

48. Coote S, Hogan N, Franklin S. Falls in people with multiple sclerosis who use a walking aid: prevalence, factors, and effect of strength and balance interventions. *Arch Phys Med Rehabil.* abril de 2013;94(4):616-21.
49. Sung J, Trace Y, Peterson EW, Sosnoff JJ, Rice LA. Falls among full-time wheelchair users with spinal cord injury and multiple sclerosis: a comparison of characteristics of fallers and circumstances of falls. *Disabil Rehabil.* febrero de 2019;41(4):389-95.
50. Sung J, Shen S, Motl RW, Sosnoff JJ. Bladder function and falls in individuals with multiple sclerosis. *Disabil Rehabil.* 2016;38(22):2193-7.
51. Rice L, Kalron A, Berkowitz SH, Backus D, Sosnoff JJ. Fall prevalence in people with multiple sclerosis who use wheelchairs and scooters. *Medicine (Baltimore).* septiembre de 2017;96(35):e7860.
52. Carling A, Forsberg A, Nilsagård Y. Falls in people with multiple sclerosis: experiences of 115 fall situations. *Clin Rehabil.* abril de 2018;32(4):526-35.
53. Mazumder R, Lambert WE, Nguyen T, Bourdette DN, Cameron MH. Fear of Falling Is Associated with Recurrent Falls in People with Multiple Sclerosis: A Longitudinal Cohort Study. *Int J MS Care.* agosto de 2015;17(4):164-70.
54. Cameron MH, Thielman E, Mazumder R, Bourdette D. Predicting falls in people with multiple sclerosis: fall history is as accurate as more complex measures. *Mult Scler Int.* 2013;2013:496325.
55. Gunn H, Creanor S, Haas B, Marsden J, Freeman J. Risk factors for falls in multiple sclerosis: an observational study. *Mult Scler Houndmills Basingstoke Engl.* diciembre de 2013;19(14):1913-22.
56. Rice LA, Isaacs Z, Ousley C, Sosnoff J. Investigation of the Feasibility of an Intervention to Manage Fall Risk in Wheeled Mobility Device Users with Multiple Sclerosis. *Int J MS Care.* 2018;20(3):121-8.
57. Coote S, Finlayson M, Sosnoff JJ. Level of mobility limitations and falls status in persons with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil.* mayo de 2014;95(5):862-6.
58. Moen SM, Celius EG, Nordsletten L, Holmøy T. Fractures and falls in patients with newly diagnosed clinically isolated syndrome and multiple sclerosis. *Acta Neurol Scand Suppl.* 2011;(191):79-82.
59. Cameron MH, Nilsagard Y. Balance, gait, and falls in multiple sclerosis. *Handb Clin Neurol.* 2018;159:237-50.
60. Simonsen CS, Celius EG, Brunborg C, Tallaksen C, Eriksen EF, Holmøy T, et al. Bone mineral density in patients with multiple sclerosis, hereditary ataxia or hereditary spastic paraplegia after at least 10 years of disease - a case control study. *BMC Neurol* [Internet]. 5 de diciembre de 2016 [citado 6 de mayo de 2019];16. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5139093/>

61. Dong G, Zhang N, Wu Z, Liu Y, Wang L. Multiple sclerosis increases fracture risk: a meta-analysis. *BioMed Res Int.* 2015;2015:650138.
62. Peterson EW, Cho CC, Finlayson ML. Fear of falling and associated activity curtailment among middle aged and older adults with multiple sclerosis. *Mult Scler Houndmills Basingstoke Engl.* noviembre de 2007;13(9):1168-75.
63. Kalron A, Aloni R, Givon U, Menascu S. Fear of falling, not falls, impacts leisure-time physical activity in people with multiple sclerosis. *Gait Posture.* 2018;65:33-8.
64. Sebastião E, Learmonth YC, Motl RW. Lower Physical Activity in Persons with Multiple Sclerosis at Increased Fall Risk: A Cross-sectional Study. *Am J Phys Med Rehabil.* mayo de 2017;96(5):357-61.
65. Martini DN, Zeeboer E, Hildebrand A, Fling BW, Hugos CL, Cameron MH. ADSTEP: Preliminary Investigation of a Multicomponent Walking Aid Program in People With Multiple Sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil.* octubre de 2018;99(10):2050-8.
66. Finlayson ML, Peterson EW, Asano M. A cross-sectional study examining multiple mobility device use and fall status among middle-aged and older adults with multiple sclerosis. *Disabil Rehabil Assist Technol.* enero de 2014;9(1):12-6.
67. Finlayson ML, Peterson EW, Cho CC. Risk factors for falling among people aged 45 to 90 years with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil.* septiembre de 2006;87(9):1274-9; quiz 1287.
68. Iezzoni LI, Rao SR, Kinkel RP. Patterns of mobility aid use among working-age persons with multiple sclerosis living in the community in the United States. *Disabil Health J.* abril de 2009;2(2):67-76.
69. Sarmiento K, Lee R. STEADI: CDC's approach to make older adult fall prevention part of every primary care practice. *J Safety Res.* diciembre de 2017;63:105-9.
70. Eitzen A, Finlayson M, Carolan-Laing L, Nacionales AJ, Walker C, O'Connor J, et al. The development of an observational screening tool to assess safe, effective and appropriate walking aid use in people with multiple sclerosis. *Disabil Rehabil Assist Technol.* 2017;12(6):641-6.
71. Nilsagård Y, Denison E, Gunnarsson L-G, Boström K. Factors perceived as being related to accidental falls by persons with multiple sclerosis. *Disabil Rehabil.* 2009;31(16):1301-10.
72. Nilsagård Y, Lundholm C, Denison E, Gunnarsson L-G. Predicting accidental falls in people with multiple sclerosis -- a longitudinal study. *Clin Rehabil.* marzo de 2009;23(3):259-69.

73. Zelaya JE, Murchison C, Cameron M. Associations Between Bladder Dysfunction and Falls in People with Relapsing-Remitting Multiple Sclerosis. *Int J MS Care*. agosto de 2017;19(4):184-90.
74. Etemadi Y. Dual task cost of cognition is related to fall risk in patients with multiple sclerosis: a prospective study. *Clin Rehabil*. febrero de 2017;31(2):278-84.
75. Wajda DA, Motl RW, Sosnoff JJ. Dual task cost of walking is related to fall risk in persons with multiple sclerosis. *J Neurol Sci*. 15 de diciembre de 2013;335(1-2):160-3.
76. Kalron A. The relationship between specific cognitive domains, fear of falling, and falls in people with multiple sclerosis. *BioMed Res Int*. 2014;2014:281760.
77. Tajali S, Shaterzadeh-Yazdi M-J, Negahban H, van Dieën JH, Mehravar M, Majdinasab N, et al. Predicting falls among patients with multiple sclerosis: Comparison of patient-reported outcomes and performance-based measures of lower extremity functions. *Mult Scler Relat Disord*. octubre de 2017;17:69-74.
78. Alpini D, Berardino FD, Mattei V, Caputo D, Schalek P, Cesarani A. Characteristics of multiple sclerosis patient stance control disorders, measured by means of posturography and related to brainstem lesions. *Audiol Res*. 9 de enero de 2012;2(1):e9.
79. Klatt BN, Sparto PJ, Terhorst L, Winser S, Heyman R, Whitney SL. Relationship between subjective visual vertical and balance in individuals with multiple sclerosis. *Physiother Res Int J Res Clin Phys Ther*. enero de 2019;24(1):e1757.
80. Comber L, Quinn G, McGuigan C, Galvin R, Cote S. Medication usage and falls in people with multiple sclerosis. *Mult Scler Houndmills Basingstoke Engl*. junio de 2018;24(7):995-8.
81. Kalron A. The Romberg ratio in people with multiple sclerosis. *Gait Posture*. 2017;54:209-13.
82. Prosperini L, Petsas N, Raz E, Sbardella E, Tona F, Mancinelli CR, et al. Balance deficit with opened or closed eyes reveals involvement of different structures of the central nervous system in multiple sclerosis. *Mult Scler Houndmills Basingstoke Engl*. enero de 2014;20(1):81-90.
83. Cameron MH, Karstens L, Hoang P, Bourdette D, Lord S. Medications Are Associated with Falls in People with Multiple Sclerosis: A Prospective Cohort Study. *Int J MS Care*. octubre de 2015;17(5):207-14.
84. Bruce BB, Biousse V, Newman NJ. Re: Practice parameter: assessing patients in a neurology practice for risk of falls (an evidence-based review): report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology*. 27 de enero de 2009;72(4):382; author reply 382-383.

85. Phelan EA, Mahoney JE, Voit JC, Stevens JA. Assessment and Management of Fall Risk in Primary Care Settings. *Med Clin North Am.* marzo de 2015;99(2):281-93.
86. Coote S, Sosnoff JJ, Gunn H. Fall Incidence as the Primary Outcome in Multiple Sclerosis Falls-Prevention Trials: Recommendation from the International MS Falls Prevention Research Network. *Int J MS Care.* 2014;16(4):178-84.
87. Quinn G, Comber L, Galvin R, Coote S. The ability of clinical balance measures to identify falls risk in multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil.* mayo de 2018;32(5):571-82.
88. Mañago MM, Cameron M, Schenkman M. Association of the Dynamic Gait Index to fall history and muscle function in people with multiple sclerosis. *Disabil Rehabil.* 3 de mayo de 2019;1-6.
89. Chinnadurai SA, Gandhirajan D, Srinivasan AV, Kesavamurthy B, Ranganathan LN, Pamidimukkala V. Predicting falls in multiple sclerosis: Do electrophysiological measures have a better predictive accuracy compared to clinical measures? *Mult Scler Relat Disord.* febrero de 2018;20:199-203.
90. Dibble LE, Lopez-Lennon C, Lake W, Hoffmeister C, Gappmaier E. Utility of disease-specific measures and clinical balance tests in prediction of falls in persons with multiple sclerosis. *J Neurol Phys Ther.* 2013;37(3):99–104.
91. Prosperini L, Fortuna D, Gianni C, Leonardi L, Pozzilli C. The diagnostic accuracy of static posturography in predicting accidental falls in people with multiple sclerosis. *Neurorehabil Neural Repair.* enero de 2013;27(1):45-52.
92. Cattaneo D, Jonsdottir J, Repetti S. Reliability of four scales on balance disorders in persons with multiple sclerosis. *Disabil Rehabil.* 30 de diciembre de 2007;29(24):1920-5.
93. Vister E, Tijsma ME, Hoang PD, Lord SR. Fatigue, Physical Activity, Quality of Life, and Fall Risk in People with Multiple Sclerosis. *Int J MS Care.* marzo de 2017;19(2):91-8.
94. Forsberg A, Andreasson M, Nilsagård YE. Validity of the dynamic gait index in people with multiple sclerosis. *Phys Ther.* 2013;93(10):1369–1376.
95. Nilsagård Y, Carling A, Forsberg A. Activities-specific balance confidence in people with multiple sclerosis. *Mult Scler Int.* 2012;2012:613925.
96. Cattaneo D, Regola A, Meotti M. Validity of six balance disorders scales in persons with multiple sclerosis. *Disabil Rehabil.* 30 de junio de 2006;28(12):789-95.
97. McConvey J, Bennett SE. Reliability of the Dynamic Gait Index in individuals with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil.* enero de 2005;86(1):130-3.

98. Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, Sherrington C, Gates S, Clemson LM, et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev.* 12 de septiembre de 2012;(9):CD007146.
99. Guirguis-Blake JM, Michael YL, Perdue LA, Coppola EL, Beil TL, Thompson JH. Interventions to Prevent Falls in Community-Dwelling Older Adults: A Systematic Review for the U.S. Preventive Services Task Force [Internet]. Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Quality (US); 2018 [citado 22 de mayo de 2019]. (U.S. Preventive Services Task Force Evidence Syntheses, formerly Systematic Evidence Reviews). Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK525700/>
100. Sherrington C, Fairhall NJ, Wallbank GK, Tiedemann A, Michaleff ZA, Howard K, et al. Exercise for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev.* 31 de enero de 2019;1:CD012424.
101. Sherrington C, Michaleff ZA, Fairhall N, Paul SS, Tiedemann A, Whitney J, et al. Exercise to prevent falls in older adults: an updated systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* diciembre de 2017;51(24):1750-8.
102. Cattaneo D, Jonsdottir J, Zocchi M, Regola A. Effects of balance exercises on people with multiple sclerosis: a pilot study. *Clin Rehabil.* septiembre de 2007;21(9):771-81.
103. Cattaneo D, Rasova K, Gervasoni E, Dobrovodská G, Montesano A, Jonsdottir J. Falls prevention and balance rehabilitation in multiple sclerosis: a bi-centre randomised controlled trial. *Disabil Rehabil.* 2018;40(5):522-6.
104. Shubert TE, Smith ML, Goto L, Jiang L, Ory MG. Otago Exercise Program in the United States: Comparison of 2 Implementation Models. *Phys Ther.* 01 de 2017;97(2):187-97.
105. Giesser BS. Exercise in the management of persons with multiple sclerosis. *Ther Adv Neurol Disord.* mayo de 2015;8(3):123-30.
106. Haselkorn JK, Hughes C, Rae-Grant A, Henson LJ, Bever CT, Lo AC, et al. Summary of comprehensive systematic review: Rehabilitation in multiple sclerosis: Report of the Guideline Development, Dissemination, and Implementation Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology.* 24 de noviembre de 2015;85(21):1896-903.
107. Amatya B, Khan F, Galea M. Rehabilitation for people with multiple sclerosis: an overview of Cochrane Reviews. *Cochrane Database Syst Rev.* 14 de enero de 2019;1:CD012732.
108. Khan F, Amatya B, Kesselring J, Galea M. Telerehabilitation for persons with multiple sclerosis. *Cochrane Database Syst Rev.* 9 de abril de 2015;(4):CD010508.

109. Khan F, Amatya B. Rehabilitation in Multiple Sclerosis: A Systematic Review of Systematic Reviews. *Arch Phys Med Rehabil.* febrero de 2017;98(2):353-67.
110. Edwards T, Pilutti LA. The effect of exercise training in adults with multiple sclerosis with severe mobility disability: A systematic review and future research directions. *Mult Scler Relat Disord.* agosto de 2017;16:31-9.
111. Hogan N, Kehoe M, Larkin A, Coote S. The Effect of Community Exercise Interventions for People with MS Who Use Bilateral Support for Gait. *Mult Scler Int [Internet].* 2014 [citado 26 de mayo de 2019];2014. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3910069/>
112. Gunn H, Cattaneo D, Finlayson M, Freeman J, Sosnoff JJ. Home or away? Choosing a setting for a falls-prevention program for people with multiple sclerosis. *Int J MS Care.* 2014;16(4):186-91.
113. Gunn H, Markevics S, Haas B, Marsden J, Freeman J. Systematic review: the effectiveness of interventions to reduce falls and improve balance in adults with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2015;96(10):1898–1912.
114. Krause JS, Dismuke-Greer CE, Jarnecke M, Li C, Reed KS, Rumrill P. Employment and Gainful Earnings Among Those With Multiple Sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil.* mayo de 2019;100(5):931-937.e1.
115. Lavorgna L, Esposito S, Lanzillo R, Sparaco M, Ippolito D, Cocco E, et al. Factors interfering with parenthood decision-making in an Italian sample of people with multiple sclerosis: an exploratory online survey. *J Neurol.* marzo de 2019;266(3):707-16.
116. Manjaly Z-M, Harrison NA, Critchley HD, Do CT, Stefanics G, Wenderoth N, et al. Pathophysiological and cognitive mechanisms of fatigue in multiple sclerosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* junio de 2019;90(6):642-51.
117. Hugos CL, Frankel D, Tompkins SA, Cameron M. Community Delivery of a Comprehensive Fall-Prevention Program in People with Multiple Sclerosis: A Retrospective Observational Study. *Int J MS Care.* febrero de 2016;18(1):42-8.
118. Sosnoff JJ, Finlayson M, McAuley E, Morrison S, Motl RW. Home-based exercise program and fall-risk reduction in older adults with multiple sclerosis: phase 1 randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2014;28(3):254–263.
119. Kannan MR, Cameron MH, Hugos CL. Development of a Web-Based Fall Prevention Program for People with Multiple Sclerosis. En: *MULTIPLE SCLEROSIS JOURNAL.* SAGE PUBLICATIONS LTD 1 OLIVERS YARD, 55 CITY ROAD, LONDON EC1Y 1SP, ENGLAND; 2018. p. 111–111.
120. Gunn H, Andrade J, Paul L, Miller L, Creanor S, Green C, et al. Balance Right in Multiple Sclerosis (BRiMS): a guided self-management programme to reduce falls and improve quality of life, balance and mobility in people with

- secondary progressive multiple sclerosis: a protocol for a feasibility randomised controlled trial. *Pilot Feasibility Stud.* 2018;4:26.
121. Carling A, Forsberg A, Gunnarsson M, Nilsagård Y. CoDuSe group exercise programme improves balance and reduces falls in people with multiple sclerosis: A multi-centre, randomized, controlled pilot study. *Mult Scler Houndmills Basingstoke Engl.* septiembre de 2017;23(10):1394-404.
 122. Gandolfi M, Geroïn C, Picelli A, Munari D, Waldner A, Tamburin S, et al. Robot-assisted vs. sensory integration training in treating gait and balance dysfunctions in patients with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *Front Hum Neurosci.* 2014;8:318.
 123. Hamed A, Bohm S, Mersmann F, Arampatzis A. Follow-up efficacy of physical exercise interventions on fall incidence and fall risk in healthy older adults: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med - Open.* 13 de diciembre de 2018;4(1):56.
 124. Casuso-Holgado MJ, Martín-Valero R, Carazo AF, Medrano-Sánchez EM, Cortés-Vega MD, Montero-Bancalero FJ. Effectiveness of virtual reality training for balance and gait rehabilitation in people with multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil.* septiembre de 2018;32(9):1220-34.
 125. Parra-Moreno M, Rodríguez-Juan JJ, Ruiz-Cárdenas JD. Use of commercial video games to improve postural balance in patients with multiple sclerosis: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled clinical trials. *Neurol Barc Spain.* 7 de marzo de 2018;
 126. Sosnoff JJ, Sung J. Reducing falls and improving mobility in multiple sclerosis. *Expert Rev Neurother.* junio de 2015;15(6):655-66.
 127. Yitayeh A, Teshome A. The effectiveness of physiotherapy treatment on balance dysfunction and postural instability in persons with Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *BMC Sports Sci Med Rehabil [Internet].* 6 de junio de 2016 [citado 27 de mayo de 2019];8. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4895982/>
 128. Monjezi S, Negahban H, Tajali S, Yadollahpour N, Majdinasab N. Effects of dual-task balance training on postural performance in patients with Multiple Sclerosis: a double-blind, randomized controlled pilot trial. *Clin Rehabil.* febrero de 2017;31(2):234-41.
 129. Sosnoff JJ, Wajda DA, Sandroff BM, Roeing KL, Sung J, Motl RW. Dual task training in persons with Multiple Sclerosis: a feasibility randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* octubre de 2017;31(10):1322-31.
 130. Jonsdottir J, Gervasoni E, Bowman T, Bertoni R, Tavazzi E, Rovaris M, et al. Intensive Multimodal Training to Improve Gait Resistance, Mobility, Balance and Cognitive Function in Persons With Multiple Sclerosis: A Pilot Randomized Controlled Trial. *Front Neurol [Internet].* 28 de septiembre de

2018 [citado 27 de mayo de 2019];9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6172314/>

131. Ozgen G, Karapolat H, Akkoc Y, Yuceyar N. Is customized vestibular rehabilitation effective in patients with multiple sclerosis? A randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med.* agosto de 2016;52(4):466-78.
132. Tramontano M, Martino Cinnera A, Manzari L, Tozzi FF, Caltagirone C, Morone G, et al. Vestibular rehabilitation has positive effects on balance, fatigue and activities of daily living in highly disabled multiple sclerosis people: A preliminary randomized controlled trial. *Restor Neurol Neurosci.* 2018;36(6):709-18.
133. Hebert JR, Corboy JR, Manago MM, Schenkman M. Effects of vestibular rehabilitation on multiple sclerosis-related fatigue and upright postural control: a randomized controlled trial. *Phys Ther.* agosto de 2011;91(8):1166-83.
134. Gerards MHG, McCrum C, Mansfield A, Meijer K. Perturbation-based balance training for falls reduction among older adults: Current evidence and implications for clinical practice. *Geriatr Gerontol Int.* diciembre de 2017;17(12):2294-303.
135. Sherrington C, Whitney JC, Lord SR, Herbert RD, Cumming RG, Close JCT. Effective exercise for the prevention of falls: a systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc.* diciembre de 2008;56(12):2234-43.
136. Gandolfi M, Munari D, Geroin C, Gajofatto A, Benedetti MD, Midiri A, et al. Sensory integration balance training in patients with multiple sclerosis: A randomized, controlled trial. *Mult Scler Houndmills Basingstoke Engl.* octubre de 2015;21(11):1453-62.
137. Sherrington C, Tiedemann A, Fairhall N, Close JCT, Lord SR. Exercise to prevent falls in older adults: an updated meta-analysis and best practice recommendations. *New South Wales Public Health Bull.* junio de 2011;22(3-4):78-83.
138. Finnegan S, Seers K, Bruce J. Long-term follow-up of exercise interventions aimed at preventing falls in older people living in the community: a systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy.* junio de 2019;105(2):187-99.
139. Hopewell S, Adedire O, Copsey BJ, Boniface GJ, Sherrington C, Clemson L, et al. Multifactorial and multiple component interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev.* 23 de 2018;7:CD012221.
140. Kendrick D, Kumar A, Carpenter H, Zijlstra GAR, Skelton DA, Cook JR, et al. Exercise for reducing fear of falling in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev.* 28 de noviembre de 2014;(11):CD009848.

141. Winser S, Lee SH, Law HS, Leung HY, Bello UM, Kannan P. Economic evaluations of physiotherapy interventions for neurological disorders: a systematic review. *Disabil Rehabil.* 7 de enero de 2019;1-10.
142. Moncada LVV, Mire LG. Preventing Falls in Older Persons. *Am Fam Physician.* 15 de agosto de 2017;96(4):240-7.
143. Tan KM, Tan MP. Stroke and Falls—Clash of the Two Titans in Geriatrics. *Geriatrics [Internet].* 30 de noviembre de 2016 [citado 26 de mayo de 2019];1(4). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6371176/>
144. Finlayson M, Peterson E, Matsuda PN. Participation as an Outcome in Multiple Sclerosis Falls-Prevention Research. *Int J MS Care.* 2014;16(4):171-7.
145. Vickrey BG, Hays RD, Harooni R, Myers LW, Ellison GW. A health-related quality of life measure for multiple sclerosis. *Qual Life Res Int J Qual Life Asp Treat Care Rehabil.* junio de 1995;4(3):187-206.
146. Moore JL, Potter K, Blankshain K, Kaplan SL, O'Dwyer LC, Sullivan JE. A Core Set of Outcome Measures for Adults With Neurologic Conditions Undergoing Rehabilitation: A CLINICAL PRACTICE GUIDELINE. *J Neurol Phys Ther JNPT.* julio de 2018;42(3):174-220.
147. Potter K, Cohen ET, Allen DD, Bennett SE, Brandfass KG, Widener GL, et al. Outcome measures for individuals with multiple sclerosis: recommendations from the American Physical Therapy Association Neurology Section task force. *Phys Ther.* mayo de 2014;94(5):593-608.
148. Cohen ET, Potter K, Allen DD, Bennett SE, Brandfass KG, Widener GL, et al. Selecting Rehabilitation Outcome Measures for People with Multiple Sclerosis. *Int J MS Care.* agosto de 2015;17(4):181-9.
149. Cattaneo D, Jonsdottir J, Coote S. Targeting Dynamic Balance in Falls-Prevention Interventions in Multiple Sclerosis: Recommendations from the International MS Falls Prevention Research Network. *Int J MS Care.* 2014;16(4):198-202.
150. Mehta T, Young H-J, Lai B, Wang F, Kim Y, Thirumalai M, et al. Comparing the Convergent and Concurrent Validity of the Dynamic Gait Index with the Berg Balance Scale in People with Multiple Sclerosis. *Healthc Basel Switz.* 15 de febrero de 2019;7(1).
151. Bethoux F, Bennett S. Evaluating walking in patients with multiple sclerosis: which assessment tools are useful in clinical practice? *Int J MS Care.* 2011;13(1):4-14.
152. Noonan VK, Cook KF, Bamer AM, Choi SW, Kim J, Amtmann D. Measuring fatigue in persons with multiple sclerosis: creating a crosswalk between the Modified Fatigue Impact Scale and the PROMIS Fatigue Short

Form. Qual Life Res Int J Qual Life Asp Treat Care Rehabil. septiembre de 2012;21(7):1123-33.

153. Kos D, Kerckhofs E, Carrea I, Verza R, Ramos M, Jansa J. Evaluation of the Modified Fatigue Impact Scale in four different European countries. *Mult Scler Houndmills Basingstoke Engl.* febrero de 2005;11(1):76-80.
154. Rice LA, Peterson EW, Backus D, Sung J, Yarnot R, Abou L, et al. Validation of an individualized reduction of falls intervention program among wheelchair and scooter users with multiple sclerosis. *Medicine (Baltimore).* mayo de 2019;98(19):e15418.
155. Fernandez O, Tintore M, Saiz A, Calles-Hernandez MC, Comabella M, Ramio-Torrenta L, et al. [Review of the novelties from the 2017ECTRIMS Congress, presented at the 10th Post-ECTRIMS Meeting (I)]. *Rev Neurol.* 1 de julio de 2018;67(1):15-27.

ANEXO A

1. Etiología

1.1. Relación entre el mapa genético y el sistema inmunitario

Estos datos proporcionan la arquitectura genética de la enfermedad, y además sugieren un papel clave del sistema inmunológico (1).

Los genes de la arquitectura genética de la enfermedad expresan proteínas, implicadas en el sistema inmunitario, con una acción fundamentalmente reguladora.

Las vías implicadas son las vías para el desarrollo, la maduración y la diferenciación terminal de células del sistema inmunitario. La arquitectura del mapa genético de la EM muestra genes con implicación en la integración retroviral en el genoma, “splicing” de intrones y coactivación de factores de transcripción.

En definitiva, hay un potencial regulatorio de los genes, fundamentalmente en el sistema inmunitario y no tanto en el sistema nervioso, que explica que la EM sea una enfermedad inmunomediada, con una predisposición genética vinculada a la inmunidad (155).

Además, se ha demostrado que los factores ambientales interactúan con aquellas regiones genéticas de riesgo (p. Ej., fumar y HLA), por lo que aumenta el riesgo de desarrollar esclerosis múltiple.

La próxima generación de estudios genéticos probablemente se centrará en la identificación de los factores determinantes de la progresión de la enfermedad y sobre cómo se puede usar la información genética de cada individuo para personalizar el tratamiento y el seguimiento (1).

2. Patogenia

2.1. Principales características

Las principales características patológicas de la esclerosis múltiple son la neurodegeneración, la desmielinización y la gliosis astrocítica.

Los estudios genéticos y patológicos apuntan hacia el sistema inmunitario adaptativo, que consiste en células T y células B, como un actor clave en la patogénesis de la esclerosis múltiple. El proceso de inflamación en la esclerosis múltiple solo afecta al sistema nervioso central (SNC), lo que sugiere que las células T y las células B son reclutadas selectivamente por antígenos diana específicos (probablemente autoantígenos) que solo se expresan en el SNC. Aunque se han propuesto varios antígenos, ninguno ha sido confirmado (1).

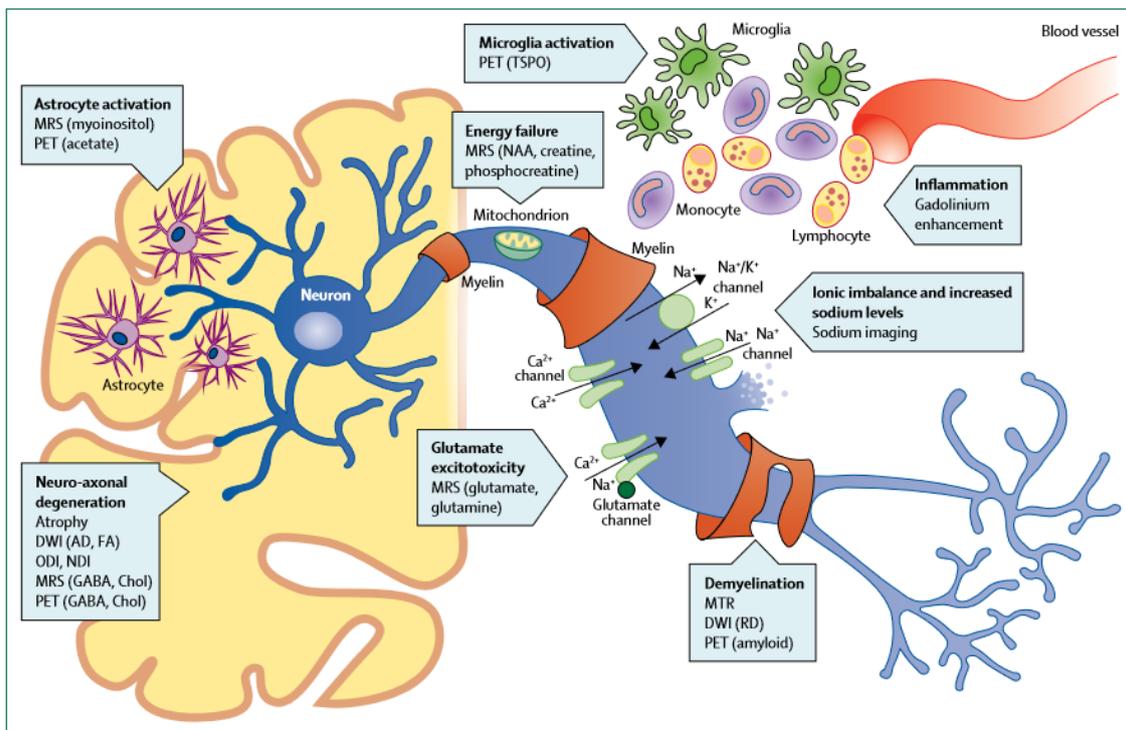


Ilustración 8. Patogénesis de la EM. De Thompson et al. 2018 (1).

2.2. Fase inicial de la respuesta autoinmune

No está claro por qué se inician las respuestas inmunitarias contra los antígenos del SNC ni por qué se mantienen, estas respuestas pueden iniciarse de dos maneras:

2.2.1. Modelo intrínseco del SNC

Plantea la hipótesis de que el evento inicial tiene lugar en el SNC, lo que conduce a la liberación de antígenos del SNC a la periferia (ya sea mediante los ganglios linfáticos o transporte activo por células presentadoras de antígenos). En el contexto de un entorno proinflamatorio periférico, se genera una respuesta autoinmune que también se dirige al SNC.

2.2.2. El modelo extrínseco del SNC

Plantea la hipótesis de que el evento inicial tiene lugar fuera del SNC (por ejemplo, en el contexto de una infección sistémica) y conduce a una respuesta inmune aberrante contra el SNC.

Varios mecanismos (p. ej., la reactividad entre antígenos microbianos y autoantígenos, o el acumulo de respuestas autoinmunes generado por un fuerte estímulo inflamatorio) podrían explicar el inicio de respuestas autoinmunes.

2.2.3. Eventos secundarios a la respuesta autoinmune

Ambos escenarios conllevan hacia un ciclo de eventos perjudiciales:

- El daño tisular conduce a la liberación de antígenos a la periferia, lo que prepara nuevas respuestas inmunitarias en el tejido linfoide, seguido de la invasión de linfocitos en el SNC.
- El sistema inmunitario innato, que consiste principalmente en células fagocíticas, también tiene un papel importante en el inicio y la progresión de la esclerosis múltiple. Los macrófagos promueven la respuesta proinflamatoria de las células T y las células B que causan daño tisular.
- La activación temprana de la microglía podría ser uno de los eventos iniciales en el desarrollo de lesiones de esclerosis múltiple. Cuando se activan, las células microgliales podrían contribuir a la patología de la enfermedad a través de varios mecanismos posibles, incluida la secreción de citoquinas proinflamatorias, quimiocinas, radicales libres y aumento de la liberación de glutamato (1).

2.3. Fase progresiva de la respuesta autoinmune

Durante la fase progresiva de la enfermedad, la contribución del sistema inmunitario periférico disminuye y se piensa que las respuestas inmunitarias se limitan al SNC. Es más, la patología del SNC cambia de una lesión de la materia blanca focal a una difusa asociada con la activación de la microglía e infiltración difusa de linfocitos y monocitos. Además, aumenta la afectación cortical, que se cree que está asociada con los folículos linfoides en las meninges.

La lesión también es causada por mecanismos distintos de la respuesta inmunitaria concentrada en el SNC, como la degeneración crónica de axones desmielinizados, el daño o la disfunción de los astrocitos y la activación de la microglía (1).

2.3.1 Degeneración axonal y neuronal

La neurodegeneración es particularmente relevante ya que es el principal mecanismo subyacente a la discapacidad clínica permanente.

La pérdida axonal se produce de forma aguda en las nuevas lesiones inflamatorias, pero también se dan lentamente durante periodos prolongados en las lesiones desmielinizadas crónicas. Los mecanismos que conducen a la pérdida axonal son cada vez más claros (1):

- Deficiencia energética neuronal: Está relacionada con la disfunción mitocondrial, pueden ocurrir tanto en la fase aguda como en la crónica.

- Pérdida del soporte trófico de la mielina: Conduce a la inflamación progresiva y la desorganización del citoesqueleto de los axones desmielinizados crónicamente, se da únicamente en la fase crónica

2.3.2. Daño oxidativo glial y neuronal como base para la progresión de la enfermedad

El estrés oxidativo se inicia a través de la microglía y macrófagos activados, para amplificarse mediante el daño mitocondrial. En fases muy iniciales de la inflamación se producen cambios en la expresión génica de las mitocondrias hacia un incremento de genes relacionados con la producción de especies reactivas de oxígeno. Ante un daño mitocondrial por estrés oxidativo se amplifica el fenómeno y se incrementa el número de mitocondrias afectadas, lo que lleva a la célula a un estado de mayor vulnerabilidad y activación de apoptosis.

Las neuronas con deficiencia mitocondrial se encuentran principalmente en lesiones corticales y zonas de apariencia normal de la sustancia gris, lo cual se correlaciona con la inflamación meníngea en la EM.

Con la edad se produce un incremento de los depósitos de hierro y de ferritina en los oligodendrocitos. En lesiones activas, los oligodendrocitos dañados liberan los depósitos de hierro, causan activación microglial y perpetúan el ciclo de la lesión mediante la producción y estimulación de más radicales libres (155).

2.3.3. Interacciones del astrocito con otras células gliales y neuronas

El astrocito es la célula más abundante del SNC, y es el que proporciona soporte estructural de la sustancia gris, participa en la cohesión de la barrera hematoencefálica, en la homeostasis intra y extracelular, da soporte trófico a neuronas y oligodendrocitos, y participa en la sinaptogenia, en la mielinización y en la neurogenia.

En el caso de la EM (155):

- El fenotipo proinflamatorio es especialmente dañino y se localiza en las capas más internas de la corteza y de la sustancia blanca.
- El astrocito reactivo se activa a través de la microglía, y en consecuencia pierde su capacidad para promover la supervivencia neuronal y adquiere una función neurotóxica que acabará provocando la muerte neuronal y del oligodendrocito maduro.
- Estudios preclínicos han demostrado que el bloqueo del astrocito activado previene la muerte neuronal.

ANEXO B

1. Escala de discapacidad de Kurtzke: Expanded Disease Status Scale (EDSS)

ESCALA DE DISCAPACIDAD DE KURTZKE⁽¹⁾ (EDSS)

EDSS

- 0** Exploración neurológica normal (grado 0 en todos los sistemas funcionales [SF]; se acepta función cerebral de grado 1).
- 1,0** Sin discapacidad, signos mínimos en un SF (es decir, grado 1 en cualquier función que no sea la cerebral).
- 1,5** Sin discapacidad, signos mínimos en más de un SF (más de un grado 1 en cualquier función que no sea la cerebral).
- 2,0** Discapacidad mínima en un SF (grado 2 en uno de ellos y 0 ó 1 en el resto).
- 2,5** Discapacidad mínima en dos SF (grado 2 en 2 SF y 0 ó 1 en el resto).
- 3,0** Discapacidad moderada en un SF (grado 3 en un SF y 0 ó 1 en el resto), o discapacidad leve en 3 ó 4 SF (grado 2 en 3/4 SF y 0 ó 1 en el resto), aunque con plena capacidad de deambulación.
- 3,5** Plena capacidad de deambulación con discapacidad moderada en un SF (un grado 3) y grado 2 en 1 ó 2 SF, grado 3 en dos SF o grado 2 en 5 SF (0 ó 1 en el resto).

4,0 Plena capacidad de deambulación sin ayuda, autosuficiencia durante un período máximo de 12 horas diarias pese a una discapacidad relativamente grave de grado 4 en un SF (0 ó 1 en el resto) o bien una combinación de grados menores que excedan los límites establecidos en los puntos anteriores. Capacidad de andar unos 500 metros sin ayuda ni descanso.

4,5 Plena capacidad de deambulación sin ayuda durante gran parte del día; capacidad de trabajar la jornada completa, no obstante presentar ciertas limitaciones para realizar una actividad plena o necesitar ayuda mínima; caracterizado por una discapacidad relativamente grave consistente habitualmente en grado 4 en un SF (0 ó 1 en el resto) o una combinación de grados menores que excedan los límites de los puntos anteriores. Capaz de andar unos 300 metros sin ayuda ni descanso.

5,0 Capacidad de andar unos 200 metros sin ayuda ni descanso. Discapacidad lo suficientemente grave como para afectar a la actividad diaria habitual. Equivalente a un 5 en un sólo SF y 0 ó 1 en el resto, o una combinación que supere las especificaciones del punto 4.0.

5,5 Capacidad de andar unos 100 metros sin ayuda ni descanso; discapacidad lo suficientemente grave como para impedir la actividad diaria habitual. (Equivalente a un grado 5 en un solo SF y 0 ó 1 en el resto o una combinación de grados menores que suelen superar a los del punto 4.0).

6,0 Necesidad de ayuda intermitente o constante unilateral (bastón, muleta o corsé) para andar unos 100 metros con o sin descanso. (Equivalente a combinaciones de más de dos grados 3+ en los SF).

6,5 Necesidad de ayuda bilateral constante (bastones, muletas o corsé) para andar unos 20 metros sin descansar. (Equivalente a combinaciones de más de dos grados 3+ en los SF).

7,0 Incapaz de andar más de 5 metros incluso con ayuda y limitado esencialmente a permanecer en silla de ruedas; capaz de desplazarse solo en la silla de ruedas y de levantarse de ella; permanece en la silla de ruedas unas 12 horas diarias. (Equivale a combinaciones de más de un grado 4+ en los SF y, muy raramente, a un grado 5 de la función piramidal únicamente).

7,5 Incapaz de dar unos cuantos pasos; limitado a permanecer en silla de ruedas; puede necesitar ayuda para levantarse de la silla; capaz de desplazarse solo en la silla, aunque no todo el día; puede necesitar una silla de ruedas con motor. (Equivale a combinaciones de más de un grado 4+ de los SF).

8,0 Limitado esencialmente a estar en cama o sentado o a ser trasladado en silla de ruedas, aunque puede permanecer fuera de la cama gran parte del día; capaz de realizar gran parte del aseo personal; puede utilizar las manos eficazmente. (Equivale a combinaciones de grado 4+ en varios sistemas).

8,5 Limitado a permanecer en cama gran parte del día; puede utilizar parcialmente las manos y realizar algunas labores de aseo personal. (Equivale a combinaciones de grado 4+ en varios sistemas).

9,0 Paciente encamado y no válido; puede comunicarse y comer. (Equivale a combinaciones de grado 4+ en la mayoría de los sistemas).

9,5 Paciente encamado y no válido total, incapaz de comunicarse eficazmente y de comer o de deglutir. (Equivale a combinaciones de grado 4+ en casi todos los sistemas).

10. Muerte por EM.

(1) Kurtzke, JF. Neurology. 1983;33:1444-1452

Ilustración 9: Escala de discapacidad de Kurtzke. Kurtzke, JF. Neurology. 1983

ANEXO C

1. Estudios ECA sobre entrenamiento de equilibrio y reducción de caídas

Tabla 4: Características de los estudios. Edición propia.

Estudios	Diseño estudio	Población	Intervención	Intensidad	Volumen / lugar	Riesgo de caídas	BBS/ABC	Seguimiento
Cattaneo et al. (2007) (102)	ECA no cegado, 3 grupos.	N=44 (G1= 20; G2= 11; G3= 13) Edad media: 47 años. EDSS: no. 34% uso de ayudas técnicas. Capaces de andar > 6 m. y mantenerse de pie >30". BBS media: 43	Grupo intervención (G1): entrenamiento de equilibrio mediante estrategias motoras (M) y sensoriales (S) -(M): Equilibrio estático y dinámico; plano inestable; reacciones equilibrio; marcha; tareas dobles y entrenamiento funcional. -(S): Entrenamiento vestibular y somatosensitivo mediante ejercicios de ROV, ojos cerrados, planos de foam y lentes especiales. GI (G2): entrenamiento de equilibrio únicamente mediante estrategias motoras (M). Grupo control (G3): Tratamiento habitual	3	Volumen total: 540 min. Volumen semanal: 180 min. Periodo: 3 semanas Frecuencia: 4 ses./semana Lugar: Centro de rehabilitación. 45 min./ses.	Nº caídas/1 mes. Disminución significativa en ambos grupos intervención, y diferencias significativas entre grupo 1 y grupo 3, y entre grupo 2 y grupo 3.	Mejoras significativas en ABC y BBS en ambos grupos intervención, y diferencias significativas entre grupo 1 y grupo 3, y entre grupo 2 y grupo 3.	no

			individualizado por fisioterapeuta.					
Coote et al. (2013) (48)	ECA no cegado, prospectivo, 4 grupos.	N= 111 (G1= 48; G2= 35; G3= 13; G4= 15) Edad media: 55 años. GNDS: 3-4 (ayudas técnicas para andar y silla de ruedas para distancias largas). BBS media: 28	Grupo intervención (G1): Entrenamiento grupal de equilibrio. Sentarse levantarse de una silla, sentadillas, elevar talones, subir escalón, pasos laterales, marcha en tándem, GI (G2): Fisioterapia individual. Tratamiento centrado en objetivos de cada paciente. GI (G3): Yoga. Meditación, ejercicios de respiración, estiramientos, diferentes posturas yóguicas. Grupo control (4): Sin tratamiento.	3	Volumen total: 600 min. Volumen semanal: 60 min. Periodo: 10 semanas Frecuencia: 1 ses./semana Lugar: centro de rehabilitación. 60 min./ses.	Nº de caídas y proporción de personas que se caen/ 3 meses. Disminución significativa en ambas variables en GI 1.	Mejoras y diferencias significativas en BBS en G1 respecto grupo control.	no
Sosnoff et al. (2014) (118)	ECA, ciego simple, prospectivo, dos grupos.	N= 22 (G1= 10; G2= 12). RR= 20; SP= 4; PP= 3.	Grupo intervención (G1): Programa de ejercicio en casa. Equilibrio: control postural estático y dinámico, marcha en tándem.	2	Volumen total: 2160 min. Volumen semanal: 180 min.	Nº caídas/1 mes. Reducción significativa y diferencias significativas	Mejoras y diferencias significativas en	No.

		EDSS media: 5 (Ambulante, capaz de andar sin ayuda o descanso 200 metros). BBS media: 45 Edad media: 60 años.	Fuerza: sentadillas, concéntricos-excéntricos de abductores. Estiramientos: extensores plantares, isquiotibiales y aductores de cadera. CORE: Recto abdominal y transversos. Grupo control (G2): Sin tratamiento, grupo control de lista de espera.		Periodo: 12 semanas Frecuencia: 3 ses./semana Lugar: domicilio. 45-60 min./ses. -4 sesiones de instrucción y orientación en centro de rehabilitación.	respecto a grupo control.	BBS y ABC respecto a grupo control.	
Gandolfi et al. 2015 (136)	ECA ciego simple.	N=80 (G1=39, G2=41) RR= 80 EDSS media: 3.0	Grupo intervención (G1): Entrenamiento de equilibrio de integración sensorial. -Entrenamiento sensorial propioceptivo y vestibular. -Control postural dinámico y estático. Grupo control (G2): Movilizaciones pasivas y activas, estiramientos y ejercicios de fuerza.	3	Volumen total: 750 min. Volumen semanal: 150 min. Periodo: 5 semanas Frecuencia: 3 ses./semana Lugar: centro rhb.	Mejoras y diferencias significativas en número de caídas,	Mejoras y diferencias significativas respecto al grupo control	

Carling et al. 2017 (121)	ECA multicentrico, ciego simple., prospectivo.	N=51 (G1= 25, G2=26) Tipo de EM: RR= 6; PP= 12; SP= 32. EDSS media: 6.1 BBS media: 31 Edad media: 58	Grupo intervención (G1): Entrenamiento grupal. -CORE: sedestación, cuadrupedia y supino. -Tareas dobles: tareas de miembros superiores en equilibrio estático y dinámico. -Estrategias sensoriales propioceptivas. -Control postural dinámico y estático. Grupo control (G2): Sin tratamiento, grupo control de lista de espera.	3	Volumen total: 1260 minutos. Volumen semanal: 180 minutos Periodo: 7 semanas. Frecuencia: 4 ses./ semana Lugar: centro rehabilitación y domicilio.	Cambios nº caídas: -2.48; p= 0.0011 Cambios en nº de casi caídas: -16.5; p= 0.0038	Disminución y diferencias significativas en BBS respecto a grupo control.	
Catanneo et al. (2018) (103)	ECA, multicentrico, ciego simple, prospectivo, 2 grupos	N= 119 (N G1= 78, N G2= 41) EDSS: no. Uso de ayudas técnicas: 24 % Capaces de andar 6 m. y mantenerse de pies >30" con ojos abiertos.	Grupo intervención (G1): entrenamiento de equilibrio. Equilibrio estático y dinámico; plano inestable; marcha; entrenamiento sensorial, de tareas dobles y funcional. Grupo control (G2): Tratamiento habitual (componente de equilibrio menor a 10 minutos).	3	Volumen total: 900min. Volumen semanal: 135 min. Periodo: 8-10 semanas. Frecuencia: 2-3 ses./semana Lugar: centro rehabilitación 45 min./sesión	Sin diferencias significativas entre grupos.	Sin diferencias significativas entre grupos.	Si, 8 semanas. Sin diferencias significativas entre grupos.

		BBS media: 46 Edad media: 48 años.						
<p>ECA: estudio controlado aleatorizado; pEM: personas con esclerosis múltiple; PP: progresiva primaria; PS: progresiva secundaria; RR: remitente recurrente; EDSS: Expanded Disability Status Scale. ROV: reflejo oculo-vestibular; BBS: Berg Balance Scale test; ABC: The Activities-specific Balance Confidence scale; GNDS: Guys Neurological Disability Rating Scale.</p>								

ANEXO D

1. Ejemplos de entrenamiento de control postural y estrategias sensoriales

1.1 Control postural estático

- Mantener los dos pies juntos o uno delante del otro en semi tándem.
- Mantener un talón o pie entero levantado, soportando el peso en la pierna contraria.
- Postura de Superman: En cuadrupedia, con dos apoyos, sobre rodilla derecha y mano izquierda.

1.2. Control postural dinámico

- Con los dos pies juntos, levantar ambos talones a la vez, y luego los dedos de ambos pies.
- Con la pierna derecha adelantada, desplazar todo el peso a la pierna derecha doblando la rodilla. Seguidamente despegar el pie izquierdo del suelo, y mantener la postura un segundo, para luego volver a la postura inicial.
- En la postura de Superman: Recoger y estirar la pierna suspendida en el aire.

1.3. Perturbaciones internas del equilibrio

- Con los dos pies juntos, sobre talones o sobre antepié, desplazar rápidamente ambos brazos hacia un lado acompañándolos con la cabeza y el tronco.
- Con la pierna derecha adelantada, desplazar todo el peso a la pierna derecha doblando la rodilla. Seguidamente despegar el pie izquierdo del suelo a gran velocidad. Amortiguar la inercia hacia delante.
- Subido a un escalón, bajar la pierna al suelo y seguidamente doblar la rodilla desplazando la mayoría del peso a esa pierna.

1.4. Perturbaciones externas

- Sujetamos por las axilas al paciente, y le pedimos que se deje caer hacia delante manteniendo los dos pies paralelos. Cuando este listo, soltamos la sujeción para provocar una reacción de apoyo con uno de los pies.
- Con una pierna delante de otra (semi tándem) realizamos empujones con dirección y magnitud impredecible.
- Con las piernas separadas, le lanzamos un balón medicinal con dirección impredecible.

1.5. Estrategias sensoriales propioceptivas

Los ejercicios de control postural y perturbaciones del equilibrio pueden adaptarse para incluir componentes sensoriales como:

- Cerrar los ojos.

- Llevar gafas de distorsión visual.
- Sostenerse sobre una superficie inestable: Foam de diferentes grosores, superficies rellenas de aire, colchonetas.
- Proporcionar una retroalimentación de los límites de la postura con las manos del terapeuta.

1.6. Estrategias sensoriales vestibulares

Los ejercicios de control postural y perturbaciones del equilibrio pueden adaptarse para incluir componentes sensoriales como:

- Mantener la mirada fija en un objeto estático, y moverla cabeza en los tres ejes.
- Mantener la mirada fija en un objeto dinámico, y mover la cabeza en la dirección opuesta a la dirección del objeto.
- Mirar hacia los lados, realizando un barrido lento o movimientos sacádicos.
- Mirar hacia el suelo, e inclinarse hasta tocar el suelo con las manos, después mirar hacia el techo e incorporarse.