



Efectividad de un programa diario de ejercicio en casa para el fortalecimiento de miembros inferiores en pacientes con esclerosis múltiple: un estudio piloto

Effectiveness of a daily exercise program at home for strengthening of lower limbs in patients with multiple sclerosis: a pilot study

Martínez-González E^a, Galán-Buznego M^b, Cernea A^c, de Andrés-Galiana EJ^c, Fernández-Martínez JL^c

^a Fisioterapeuta del Servicio Público de Salud del Principado de Asturias, Gijón, España

^b Fisioterapeuta de Cocemfe-Asturias, Gijón, España

^c Group of Inverse Problems, Optimization and Machine Learning. Departamento de Matemáticas Universidad de Oviedo. España

Correspondencia:

Elena Martínez González
msdailystrenght@gmail.com

Recibido: 5 mayo 2017

Aceptado: 3 julio 2017

RESUMEN

Objetivo: comprobar la eficacia de la enseñanza de un protocolo liviano de ejercicios a pacientes diagnosticados de esclerosis múltiple para realizar en casa diariamente de forma autónoma. **Material y método:** ensayo clínico aleatorizado. Fueron contactados 29 pacientes diagnosticados de esclerosis múltiple. Se seleccionaron aquellos que cumplieron con los criterios: diagnóstico hace al menos un año, ser capaz de comprender y realizar los ejercicios aprendidos y EDSS (*Expanded Disability Status Scale*) entre 2,0 y 6,5, quedando un total de 25 participantes (n = 25), valorados por una evaluadora ciega mediante las variables: *Timed Up & Go* (TUG), *Fatigue Severity Scale* (FSS), *30-S Chair Stand*, versión corta del *Falls Efficacy Scale-International* (*Short FES-I*), Escala Ashworth modificada, *Unipedal Stance Test* (UPST), *Multiple Sclerosis Impact Scale* (MSIS-29), *Duncan Test* y *Multiple Sclerosis Walking Scale* (MSWS-12). Se dividió la muestra en dos grupos, control (GC, n = 13) e intervención (GI, n = 12), entrenados durante 4 sesiones para realizar diariamente en sus casas un protocolo de 15 minutos con ejercicios de fortalecimiento y control motor de los miembros inferiores durante un período de 2 meses. **Resultados:** se comprobó mejoría significativa en las variables TUG (p = 0,03), *30-S Chair Stand* (p = 0,001), *Short FES-I* (p = 0,02), MSIS-29 (p = 0,001) y Duncan (p = 0,05). **Conclusión:** en pacientes con esclerosis múltiple, la incorporación de una rutina de ejercicios de fortalecimiento de miembros inferiores de forma diaria durante 2 meses supone una mejora en su función, así como un descenso en el miedo a las caídas y en la limitación que la enfermedad genera en el paciente.

Palabras clave: esclerosis múltiple, terapia física, entrenamiento de fuerza, ensayo controlado aleatorizado, ejercicio, participación.

ABSTRACT

Objective: to test the effectiveness of teaching a light protocol of exercise to diagnosed multiple sclerosis patients to perform daily at home by themselves. **Material and method:** randomized clinical trial. 29 patients with multiple sclerosis diagnosis were contacted. Those who comply the criteria were selected: at least one year since

diagnosis, being able to understand and perform exercise learned, and EDSS (Expanded Disability Status Scale) between 2.0 and 6.5, remaining 25 participants (n = 25), valued by a blinded evaluator through the variables: Timed Up & Go (TUG), Fatigue Severity Scale (FSS), 30-S Chair Stand, Short version of Falls Efficacy Scale-International (Short FES-I), Modified Ashworth Scale, Unipedal Stance Test (UPST), Multiple Sclerosis Impact Scale (MSIS-29), Duncan Test and Multiple Sclerosis Walking Scale (MSWS-12). The sample was divided into two groups, control (GC, n = 13) and intervention (GI, n = 12), trained for 4 sessions to perform daily at home a 15 minutes protocol with strengthening exercises and motor control of the lower limbs during a two months period. Results: significant improvement were proved in variables TUG (p = 0.03), 30-S Chair Stand (p = 0.001), Short FES-I (p = 0.02), MSIS-29 (p = 0,001) and Duncan (p = 0,05). Conclusion: in multiple sclerosis patients, the incorporation of a daily strengthening exercises routine for the lower limbs during 2 months involves an improvement in their function, as well as a decrease in the fear of falling and in the disability that the disease causes in patients.

Keywords: *multiple sclerosis, physical therapy, strength training randomized controlled trial, exercise, participation.*

INTRODUCCIÓN

La esclerosis múltiple (EM) es una enfermedad crónica autoinmune, inflamatoria y desmielinizante, sin un origen claro, que repercute en el sistema nervioso central (SNC), y afecta aproximadamente a 2,5 millones de personas adultas en el mundo⁽¹⁾. Puede ocasionar graves síntomas como trastornos del equilibrio, debilidad muscular, alteraciones de la marcha y de la coordinación. Como consecuencia, los adultos con EM son físicamente menos activos y muscularmente más débiles que otros adultos^(2,3), y con frecuencia sufren caídas⁽⁴⁻⁶⁾, por lo que la realización de un programa de ejercicios puede resultar beneficioso, habiendo evidencias en numerosos estudios de mejoras en cuanto a fuerza, fatiga, marcha, equilibrio, depresión y calidad de vida con programas de ejercicios diversos de tan sólo unas pocas semanas de duración⁽⁷⁻⁹⁾.

Otro factor importante es que el ejercicio puede realizarse en casa, ya que el transporte a un centro especializado resulta complicado en muchos casos debido a sus problemas de movilidad⁽¹⁰⁾.

Sin embargo, existe la necesidad de crear un consenso en cuanto al tipo de ejercicios a realizar y la dosis a aplicar⁽¹¹⁾. Existen más de cincuenta ensayos clínicos muy heterogéneos que examinan los beneficios del tratamiento con ejercicio en los pacientes ambulatorios con discapacidad media a moderada⁽¹²⁾, los cuales han servido para desarrollar una guía de actividad física⁽¹³⁾, pero la evidencia aún es insuficiente para los casos no am-

bulatorios⁽¹⁴⁾, y en la gran mayoría de ellos la intervención se efectuaba 2 ó 3 veces a la semana, realizando sesiones no inferiores a media hora.

Para conseguir una buena adherencia al tratamiento en una enfermedad crónica incurable como es la EM, en la que la fatiga afecta al 80 % de los pacientes⁽¹⁵⁾, se plantea como objetivo analizar la respuesta de un grupo de adultos con EM a la introducción de una rutina diaria y liviana de ejercicios para realizar en sus casas, enfocada al fortalecimiento y control motor de sus miembros inferiores, desarrollada por fisioterapeutas con experiencia en el tratamiento de estos pacientes. Con estos ejercicios se busca que los pacientes obtengan mejores resultados en cuanto a la fuerza en miembros inferiores, equilibrio, miedo a caídas y percepción de limitaciones impuestas por la enfermedad, sin provocar un empeoramiento en otros parámetros importantes como son la fatiga y la espasticidad.

MATERIAL Y MÉTODO

Tras la autorización del estudio por parte del Comité de Ética de la Investigación del Principado de Asturias, se contactó con la Confederación Española de Personas con Discapacidad Física y Orgánica de Asturias (COCEMFE-Asturias), de la cual son asociadas, entre otras, personas afectadas de esclerosis múltiple de toda Asturias. Se concertaron 2 reuniones en Gijón en la búsqueda de participantes para el estudio durante los meses de febrero y

mayo de 2016, a las que acudieron 29 personas, aceptando su adhesión 27 de ellas, pero 2 fueron descartados por incumplir con los criterios de inclusión - exclusión. En la figura 1 se muestra el diagrama de flujo del estudio.

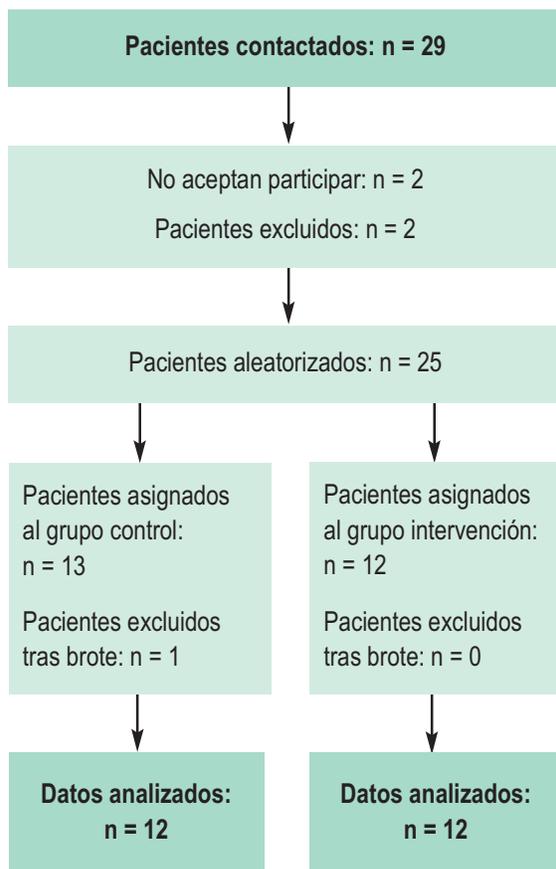


FIGURA 1. Diagrama de flujo del estudio.

Criterios de inclusión

- Diagnóstico de EM desde hace al menos un año, sin episodios de brote en los últimos 3 meses.
- Discapacidad leve a moderada: EDSS (*Expanded Disability Status Scale*, que va de 0-exploración neurológica normal a 10-muerte por la enfermedad) con valor entre 2,0 y 6,5, es decir, manteniendo la capacidad para la marcha, con o sin ayuda, pero en todo caso con una leve afectación.
- Ser capaz de realizar el protocolo de ejercicios diarios y las evaluaciones correspondientes.

- Capacidad de entender y seguir las instrucciones. Ausencia de deterioro cognitivo: puntuación mayor de 23 en el Mini – Examen Cognoscitivo, primera versión en castellano del *Mini-Mental State Examination*.

Criterios de exclusión

- Cambios en medicación farmacológica, rehabilitación, dieta o en la actividad física diaria durante el período de la intervención.
- Embarazo, intervención quirúrgica, o cualquier otro cambio en su estado físico en los últimos 2 meses.
- Condición médica inestable, incluyendo cualquier condición sistemática que pueda interferir en el estudio como padecer una cardiopatía relevante, asma severo, alteraciones hemodinámicas, epilepsia, enfermedad activa de la tiroides, úlceras importantes, etc.
- Hipertensión arterial (por la realización de ejercicios isométricos, en los que la hipertensión arterial es una contraindicación relativa).

Los pacientes, tras ser informados sobre el desarrollo del estudio, y consultar a los terapeutas encargados las cuestiones que pudieran surgirles, firmaron un consentimiento informado dando su aprobación a la participación en el estudio. Los datos obtenidos de los pacientes fueron procesados de acuerdo a la Directiva 95/46/EC de la UE sobre protección de datos.

Una vez determinada la muestra, se realizó la selección de casos (Grupo Intervención = GI) y controles (Grupo Control = GC) de forma aleatoria con el programa Excel®, de Microsoft Office, mediante las funciones entero y aleatorio con rango uno y dos. La composición de los grupos se puede ver con detalle en la tabla 1.

Evaluaciones

Durante la semana previa y la semana posterior a la intervención, la evaluadora ciega emplea los siguientes instrumentos, en este mismo orden, para minimizar el efecto de la fatiga en los resultados, alternando los test

TABLA 1. Composición de los grupos que conforman la muestra.

Características	GC (n = 12)	GI (n = 12)	Valor de p
Edad, media (DS)	53,5 (9,30)	50,42 (11,55)	0,50
Sexo (Hombres - Mujeres)	2 - 11	5 - 7	
BMI al inicio del estudio, media (DS)	25,56 (5,57)	24,18 (4,40)	0,44
EDSS, media (DS)	4,46 (1,88)	3,21 (1,59)	0,15
Tipo de EM			
Progresiva primaria	3	2	
Progresiva secundaria	3	2	
Remitente recurrente	7	10	
Años desde diagnóstico, media (DS)	14,92 (5,99)	13,17 (6,42)	0,59

DS: Desviación estándar. BMI: *Body Mass Index*. EDSS: *Expanded Disability Status Scale*. EM: Esclerosis Múltiple.

funcionales que darán resultados objetivos con los subjetivos que cuestionan la percepción de la enfermedad por parte del propio paciente:

- *Timed Up & Go (TUG)*. Tiempo que el sujeto emplea en levantarse de una silla con reposabrazos, caminar tres metros, girar sobre sí mismo, retroceder los tres metros y volver a sentarse. Valores bajos implican una menor dependencia en cuanto a movilidad.
- *Fatigue Severity Scale (FSS)*. Impacto de la fatiga durante la última semana. Una puntuación igual o superior a 36 implica la necesidad de hacer un examen más completo para determinar si está sufriendo fatiga. Valores inferiores a 36 sugieren índices de fatiga normales.
- *30-S Chair Stand*. Valoración de la fuerza de las extremidades inferiores, midiendo el número de veces que el sujeto se sienta y se levanta de una silla con las manos pegadas al pecho, por lo que a mayor número mayor es la fuerza que presenta el paciente.
- Versión corta de *Falls Efficacy Scale-International (Short FES-I)*. Miedo a las caídas a la hora de realizar 7 actividades. Puntuación: Poca preocupación hasta 7-8; moderada preocupación entre 9 y 13; alta preocupación si el valor supera 14.
- Escala Ashworth modificada. Mide la espasticidad en valores entre 0 (sin cambios ante la movilización pasiva) y 4 (rigidez).
- *Unipedal Stance Test (UPST)*. Consiste en cronometrar el tiempo que el paciente permanece apoyado sobre la planta de un pie con las manos en la cintura, mientras que el otro pie se sitúa en el tobillo del pie que ofrece el sustento. Se considera 60 segundos como la puntuación máxima, registrando el mejor tiempo de los 2 intentos que se realizan con cada extremidad.
- *Multiple Sclerosis Impact Scale (MSIS-29)*. Test que pregunta sobre el impacto de la esclerosis múltiple en el día a día durante las últimas 2 semanas. Valores bajos implican una menor limitación en las actividades diarias.
- *Functional Reach Test*. Diferencia en centímetros entre la longitud de brazo y el alcance delantero máximo, usando una base fija de apoyo. Un alcance menor o igual a 25,4 cm predice riesgo de caída.
- *Multiple Sclerosis Walking Scale (MSWS-12)*. Impacto de la enfermedad en la marcha del paciente. Puntuaciones altas indican mayor alteración.

Al realizar los test a pacientes con EM hay 2 factores que se tuvieron muy en cuenta: a. La fatiga, para lo cual

los participantes tuvieron períodos de entre 1 y 5 minutos de descanso entre los test, según necesidad; y b. El momento del día en que se encuentran físicamente mejor, por lo que las evaluaciones se realizaron siempre en las mismas franjas horarias (entre las 11:00 h y las 13:00 h). Se tomaron precauciones durante los test físicos, con puntos de agarre cercanos, vigilancia, y asistencia manual si existía riesgo de caída inminente.

Intervención

Cada paciente del grupo objeto de intervención recibió 4 sesiones de formación por parte de un fisioterapeuta para el correcto aprendizaje de los ejercicios, que posteriormente realizó en su casa de forma autónoma y diaria.

Para la intervención se escogieron los meses previos al verano en Asturias, con temperaturas suaves, para evitar la influencia del calor en el estado físico de los pacientes. Durante los 2 meses que duró la intervención, mayo y junio de 2016, los pacientes del GI realizaron una sesión diaria siguiendo la formación previa. Cada sesión constó de un número específico de series para cada uno de los 5 ejercicios, con una duración total aproximada de 15 minutos, constituyendo lo que se consideró una dosis baja de ejercicios: sentadillas, elevación de pierna recta en sedestación, ejercicios isométricos en bipedestación apoyados en una pared manteniendo posición de triple flexión de miembros inferiores, control motor de la rodilla en bipedestación aplastando-soltando un cojín situado entre el hueco poplíteo y la pared, y por último, isométrico de flexores de cadera y abdominales en decúbito supino, empujando una mano contra la rodilla contraria durante 3 segundos a la vez que se evita el movimiento haciendo fuerza en contra con la pierna.

Para el desarrollo de las sesiones a realizar en casa, se aconsejó a los pacientes buscar una zona de la casa que les aportara seguridad. El único material necesario fue una silla con respaldo y una altura que les permita llegar con los talones al suelo, una pared lisa y un cojín. Mientras, el GC siguió con su estilo de vida diaria habitual, sin cambios en su medicación, rehabilitación o actividad física, tal y como se describe en los criterios de exclusión.

Modelización de los datos

Se desarrolla un análisis de Fisher y un análisis de los resultados por contraste de hipótesis mediante t-Test y el test de Wilcoxon, examinando los datos obtenidos antes y después de la intervención. Un valor de $p < 0,05$ se considera estadísticamente significativo.

Análisis de Fisher

El primer análisis realizado sobre los resultados del estudio ha sido basado en técnicas de aprendizaje automático. Este análisis tiene como objetivo determinar los test que mejor diferencian los dos grupos GC y GI, para lo cual se ha considerado el problema de clasificación de los pacientes a partir de los resultados de los test, tomados antes de la intervención y 2 meses después. Asimismo, se ha analizado el poder discriminatorio de las variables (los 12 test en pacientes definidos previamente), en este problema de clasificación.

El poder discriminatorio de las diferentes variables se establece de acuerdo con su ratio de Fisher⁽¹⁶⁾. Las variables discriminatorias corresponden a valores altos de ratios de Fisher, puesto que presentan poca dispersión dentro de la misma clase (homogeneidad intracase), y altas distancias entre las clases, dada la separación entre los centros de sus distribuciones.

El algoritmo aplicado para el problema de clasificación proporciona también una lista mínima de variables pronóstico, con la mejor precisión de la clasificación en los dos grupos GC y GI. La precisión de los aciertos se calcula aplicando una validación cruzada dejando uno fuera o *Leave-one-out cross-validation* (LOOCV), mediante un clasificador simple basado en distancia^(17, 18), construido a partir del conjunto reducido de variables. Finalmente, un muestreador aleatorio se usa para hallar las diferentes redes de variables predictivas muy discriminatorias. La existencia de estas redes ha sido demostrada por de Andrés-Galiana y cols.⁽¹⁷⁾ y por Saligan y cols.⁽¹⁹⁾. La probabilidad de muestreo de las variables se considera proporcional a su ratio de Fisher. La idea detrás de este algoritmo es que un problema de clasificación se convierte en linealmente separable cuando se seleccionan las variables más discriminatorias⁽²⁰⁾.

Análisis de los resultados por contraste de hipótesis

El segundo análisis realizado ha sido el contraste de hipótesis mediante el t-Test y el test de Wilcoxon, sobre los resultados de cada uno de los test en los pacientes (variable), descritos en el capítulo anterior. Ambos test estadísticos se aplican sobre las variaciones de cada variable, para dos poblaciones independientes (GC y GI), normales y con varianzas iguales. Este análisis tiene como objetivo determinar las variables del estudio (los test en pacientes) más relevantes para diferenciar los pacientes con intervención de los sin intervención, demostrando la eficacia del protocolo de ejercicios propuestos, comparando los resultados obtenidos con los que han sido expuestos en la sección relativa al análisis de Fisher.

El t-Test compara las medias de las 2 poblaciones, considerando para cada variable las diferencias entre

sus valores finales (después de la intervención) y los valores iniciales. Para ello se aplica un test unilateral con cola a la derecha para las variables que esperamos que disminuyan su valor después de la intervención (como por ejemplo en el caso de la variable TUG donde se espera un tiempo de respuesta más corto para los pacientes con intervención) y un test unilateral con cola a la izquierda para el resto de variables. La hipótesis nula H_0 significa que la intervención no ha tenido ningún efecto, y su valor es 1 si se rechaza (por tanto se admite la hipótesis alternativa de que la intervención ha tenido el efecto esperado), y 0 si no se puede rechazar.

RESULTADOS

La tabla 2 muestra un resumen de los resultados obtenidos, donde se observa, por simple inspección, una

TABLA 2. Resultados de las variables comparando media y desviación estándar de cada grupo de pacientes.

Grupo control Variable	Valoración inicial (Media \pm Desviación Estándar)	Valoración final (Media \pm Desviación Estándar)	Diferencia entre valoraciones inicial y final (Media \pm Desviación Estándar)
BMI	25,56 \pm 5,57	25,73 \pm 5,30	-0,17 \pm 0,67
TUG	17,95 \pm 10,80	17,85 \pm 11,06	0,10 \pm 2,49
FSS	45,92 \pm 17,51	43,58 \pm 15,81	2,34 \pm 10,07
30-S Chair Stand	7,54 \pm 2,68	8,88 \pm 3,19	-1,34 \pm 1,21
Short FES-I	15,58 \pm 4,58	16,00 \pm 5,32	-0,42 \pm 2,84
Ashworth MII	1,33 \pm 1,13	0,96 \pm 1,01	0,37 \pm 1,33
Ashworth MID	1,25 \pm 0,92	0,75 \pm 0,72	0,50 \pm 0,95
UPST MII	3,17 \pm 4,21	2,38 \pm 3,73	0,79 \pm 0,84
UPST MID	5,31 \pm 7,53	4,31 \pm 6,07	1,00 \pm 5,14
MSIS-29	95,17 \pm 21,58	87,33 \pm 22,16	7,84 \pm 30,30
Duncan	16,71 \pm 4,61	18,5 \pm 6,12	-1,79 \pm 3,30
MSWS-12	76,81 \pm 17,22	75,97 \pm 15,87	0,84 \pm 14,50

Grupo intervención	Valoración Inicial (Media ± Desviación Estándar)	Valoración Final (Media ± Desviación Estándar)	Diferencia entre valoraciones inicial y final (Media ± Desviación Estándar)
BMI	24,35 ± 4,52	24,18 ± 4,40	0,17 ± 0,62
TUG	11,91 ± 5,34	10,31 ± 3,58	1,60 ± 2,19
FSS	41,92 ± 17,85	38,50 ± 16,80	3,42 ± 6,54
30-S Chair Stand	9,83 ± 3,74	11,83 ± 3,12	-2,00 ± 1,62
Short FES-I	13,50 ± 3,92	11,50 ± 2,32	2,00 ± 2,56
Ashworth MII	1,21 ± 0,81	0,83 ± 0,81	0,38 ± 0,64
Ashworth MID	1,04 ± 0,58	0,88 ± 0,43	0,17 ± 0,49
UPST MII	9,13 ± 13,29	14,11 ± 20,27	-4,98 ± 10,21
UPST MID	12,53 ± 18,08	15,62 ± 19,43	3,09 ± 5,24
MSIS-29	80,58 ± 58,42	58,42 ± 18,95	22,17 ± 15,89
Duncan	20,90 ± 5,33	23,40 ± 4,06	-2,50 ± 4,00
MSWS-12	66,81 ± 25,39	56,39 ± 18,48	10,42 ± 17,10

mejoría significativa en las variables TUG, 30-S *Chair Stand*, *Short FES-I*, MSIS-29 y test de Duncan. Las otras variables también son favorables a la intervención, con una variación de 4,98 segundos de media favorable en el UPST MII y de 3,09 segundos en el UPST MID, así como una pequeña variación hacia el descenso de la espasticidad en la Escala de Ashworth. Además, según la propia apreciación de los pacientes, ha disminuido el impacto de la enfermedad en su marcha, bajando más de 10 puntos de media en el test MSWS-12.

La tabla 3 muestra la lista mínima de variables más discriminadoras, ordenadas según su ratio de Fisher y sus valores medios y sus desviaciones típicas (Std) en cada clase. Además, la tabla proporciona las precisiones de acierto LOOCV de las listas correspondientes de variables. Utilizando un clasificador formado por las primeras nueve variables se ha obtenido una precisión de 83,33 %. Cabe observar que la mayoría de estas variables están asociadas naturalmente por parejas y que en las primeras posiciones aparecen las variables después

del tratamiento. Así por ejemplo MSIS-29 aparece en las posiciones 1 y 9; *Short FES-I* en las posiciones 2 y 7; Duncan en las posiciones 3 y 8; *30-SChairStand* en las posiciones 4 y 5, y finalmente MSWS-121 en la posición 6, mientras que MSWS-120 no posee poder discriminador. Este es el orden de las variables más favorables a la intervención.

Finalmente, el muestreador aleatorio Fisher incrementó la precisión en la separación de ambos grupos hasta 95,83 % utilizando una lista reducida a sólo cinco variables: MSIS-291, *Short FES-I*, MSWS-121, TUG1, y FSS1.

En la tabla 4 se muestran los resultados del t-Test para cada variable, indicando en cada caso el tipo de t-Test aplicado, el nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$) y el p-valor obtenido. La hipótesis nula (H_0) se ha rechazado para 3 variables: *Short FES-I*, UPST MII, y UPST MID, que presentan p-valores menores que el nivel de significancia. Estas variables son las más discriminativas para este estudio (las más favorables a la intervención), según

TABLA 3. La lista mínima de variables pronóstico que proporcionan la máxima precisión en la clasificación (83,33%), ordenadas según su ratio de Fisher.

Test	Media GC	Std GC	Media GI	Std GI	FR	Precisión
MSIS-291	87,33	22,16	58,42	18,95	1,65	70,83
Short FES-I1	16,00	5,33	11,50	2,32	1,07	79,17
Duncan1	18,50	6,12	23,40	4,06	0,91	75,00
30-S ChairStand1	8,88	3,19	11,83	3,12	0,53	75,00
30-S ChairStand0	7,54	2,68	9,83	3,74	0,50	79,17
MSWS-121	75,97	15,87	56,39	18,48	0,34	79,17
Short FES-I0	15,58	4,58	13,50	3,92	0,34	79,17
Duncan0	16,71	4,61	20,90	5,33	0,32	79,17
MSIS-290	95,17	21,58	80,58	24,31	0,26	83,33

TABLA 4. t-Test para todas las variables. En negrita las variables más discriminativas que permiten rechazar la hipótesis nula (H0).

Variables	Tipo t-Test	H0	Alpha	p-valor	Intervalo de confianza
Short FES-I	Right-tailed	1	0,05	0,02	> 0,52
UPST MII	Left-tailed	1	0,05	0,03	< -0,69
UPST MID	Left-tailed	1	0,05	0,03	< -0,44
TUG	Right-tailed	0	0,05	0,07	> -0,15
MSWS-12	Right-tailed	0	0,05	0,08	> -1,53
MSIS-29	Right-tailed	0	0,05	0,08	> -2,62
BMI	Right-tailed	0	0,05	0,11	> -0,12
30-S Chair Stand	Left-tailed	0	0,05	0,13	< 0,34
Duncan	Left-tailed	0	0,05	0,32	< 1,87
FSS	Right-tailed	0	0,05	0,38	> -4,87
Ashworth MID	Right-tailed	0	0,05	0,50	> -0,65
Ashworth MII	Right-tailed	0	0,05	0,85	> -0,73

el t-Test. Por el contrario, los demás datos muestrales no contienen suficiente evidencia para afirmar que en promedio demuestran que la intervención aporta mejoría en los pacientes. No obstante, las variables TUG, MSWS-12 y MSIS-29 salen rechazadas con un p-value que es próximo a 0,05, lo cual explica su poder discriminador en el análisis de Fisher.

La tabla 5 muestra los resultados del test de Wilcoxon, que compara las medianas de las diferencias de los valores de cada una de las variables en las dos poblaciones. La hipótesis nula se rechaza para las siguientes variables: UPST MII, *Short FES-I*, MSWS-12, UPST MID, TUG, con un nivel de significación de 0,05. Asimismo la variable MSIS-29 ha sido rechazada con un valor p muy próximo a 0,05.

Por tanto, teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, en ambos test estadísticos, han resultado significativas las siguientes variables: *Short FES-I*, UPST MII, UPST MID, TUG, MSWS-12 y MSIS-29. En

cuanto al poder discriminador la lista según el ratio de Fisher es un poco diferente: MSIS-29, *Short FES-I*, Duncan, 30-S *Chair Stand* y MSWS-12, dado que el análisis de Fisher no solo tiene en cuenta la distancia entre el centro de las distribuciones, sino también la dispersión de la variable en cada grupo. También aparecen las variables TUG y FSS que explican los detalles en la clasificación. Los resultados son en ambos casos bastante coherentes.

DISCUSIÓN

Se realizó una búsqueda de los estudios relacionados con el tema en PubMed, PEDro, BVS, IBECS y Cochrane, encontrando artículos publicados con diferentes programas de ejercicios a domicilio, que incluyen el uso de tele-rehabilitación⁽²¹⁾, ejercicios resistidos⁽²²⁾, Fisioterapia respiratoria⁽²³⁾, realidad virtual⁽²⁴⁾, entrenamiento ae-

TABLA 5. Test de Wilcoxon para todas las variables. En negrita las variables más discriminativas que permiten rechazar la hipótesis nula (H0).

Variables	Tipo t-Test	H0	Alpha	p-valor
UPST MII	Left-tailed	1	0,05	0,00
Short FES-I	Right-tailed	1	0,05	0,02
MSWS-12	Right-tailed	1	0,05	0,03
UPST MID	Left-tailed	0	0,05	0,04
TUG	Right-tailed	1	0,05	0,04
MSIS-29	Right-tailed	0	0,05	0,06
BMI	Right-tailed	0	0,05	0,12
30-S <i>Chair Stand</i>	Left-tailed	0	0,05	0,13
FSS	Right-tailed	0	0,05	0,23
Duncan	Left-tailed	0	0,05	0,31
Ashworth MID	Right-tailed	0	0,05	0,42
Ashworth MII	Right-tailed	0	0,05	0,76

róbico y de fuerza⁽²⁵⁾ y entrenamiento orientado a tareas⁽²⁶⁾, todos ellos con resultados que demuestran que el aumento de actividad física en este tipo de pacientes, resulta fundamental para mejorar sus capacidades funcionales.

Nuestro estudio examinó los efectos de la incorporación de un programa de ejercicios para realizar en casa sin solicitar un gran vigor, puesto que los ejercicios fueron percibidos con un valor igual o menor a 2 en la escala moderna del esfuerzo de Borg. El objetivo fue fortalecer los miembros inferiores en un grupo de pacientes de esclerosis múltiple sin ocasionar efectos secundarios tales como una mayor fatiga, espasticidad o caídas.

A pesar de tratarse de una dosis baja de ejercicios, en 3 de las 4 variables objetivas principales hubo una diferencia significativa en los resultados pre y post-intervención, sin que hubiera cambios relevantes en otros aspectos como la fatiga (FSS), el índice de masa corporal (BMI) o la espasticidad (Ashworth).

Por otra parte, las variables subjetivas de percepción de la enfermedad por parte del propio paciente, resultaron también favorables, con diferencias significativas en *Short FES-I* (con $p < 0,05$ en ambos test), mientras que se observa una tendencia también positiva en *MSIS-29* y *MSWS-12* (con valores de p cercanos a 0,05).

La modelización matemática de los resultados muestra que los valores finales de *MSIS*; *Short FES-I*, *Duncan*, *30-S Chair Stand* y *MSWS-121* son las variables con mayor ratio de Fisher. La combinación más predictiva resultó ser los valores finales de las variables: *MSIS-29*, *Short FES-I*, *MSWS-12*, *TUG*, y *FSS*. Los test estadísticos sólo tienen en cuenta la diferencia de los centros de la distribución (medias o medianas), y señalan la importancia de *UPST-MII*, *Short FES-I*, *MSWS-12*, *UPST MID* y *TUG*.

En la tabla 6 se puede observar como el grupo control ha mejorado también en muchas de las variables (*TUG*, *FSS*, *Ashworth*, *MSIS-29*, *Duncan* y *MSWS-12*), lo cual es lógico teniendo en cuenta que 17 de los 24 pacientes analizados cursan en brotes (esclerosis múltiple remitente recurrente), presentando habitualmente una lenta mejoría en las fases interbrote.

Al haberse realizado los test en la misma franja ho-

ria tratamos de minimizar la diferencia intradía en la marcha que se ha evidenciado en otros estudios⁽²⁷⁾, y que comentan siempre los propios pacientes, aduciendo grandes diferencias en su estado físico en función de la actividad física o los descansos que hayan realizado en los momentos previos.

Si bien la muestra no ha podido ser cegada, el estudio contó con el uso de test validados, un análisis estadístico detallado, la participación de un evaluador ciego, y la elaboración de una rutina de ejercicios por parte de fisioterapeutas especializados en el tratamiento de pacientes con esclerosis múltiple.

Los pacientes se declararon satisfechos con la inclusión de los ejercicios en sus rutinas diarias, argumentando que les suponía poco esfuerzo, aportándoles a su vez agilidad y bienestar físico. De hecho, muchos han comentado que seguirán con la rutina de ejercicios una vez finalizada la intervención. No se reportó ninguna caída ni ningún otro aspecto negativo en la realización de los ejercicios.

Dados los resultados podemos corroborar los estudios previos similares que demuestran que una pauta de ejercicios mejora la funcionalidad de estos pacientes^(22, 23, 26), aunque en este caso se buscó una rutina fácil de incorporar y llevadera, no superior a 15 minutos diarios, y así lograr una buena adherencia al tratamiento, comprobando a su vez su eficacia.

Se recomienda para futuros estudios hacer un seguimiento a largo plazo de la adherencia al tratamiento, así como de la eficacia del mismo. Para el estudio del equilibrio estático se aconseja una plataforma de fuerzas, más precisa que los test *UPST* y *Duncan* utilizados en nuestro estudio.

CONCLUSIONES

La incorporación de esta rutina de ejercicios de forma diaria durante 2 meses en pacientes con esclerosis múltiple puede suponer un aumento en la fuerza y agilidad de los miembros inferiores, según los resultados obtenidos en el *TUG* y *30-s Chair Stand*, así como un descenso en el miedo a las caídas (*Short FES-I*) y en la limitación que la enfermedad genera en el paciente (*MSIS-29*).

TABLA 6. Diferencias porcentuales en las variables en el grupo control y en el grupo intervención.

VARIABLES	% dif. GC (media)	% dif. GI (media)	Significancia	Resultado positivo si valor
BMI	0,65	-0,70	Valores ideales entre 20 y 25; valores más bajos implican delgadez; valores más altos implican obesidad	<
Test Up & Go (TUG)	-0,58	-13,41	Valores bajos implican menor tiempo en ejecutar la acción requerida	<
FSS	-5,08	-8,15	Valores bajos implican menor fatiga	<
30-S Chair Stand	18,64	20,33	Valores mayores implican mayor fuerza en los miembros inferiores	>
Short FES-I	2,67	-14,81	Valores menores implican menos miedo a las caídas	<
Ashworth MII	-28,13	-31,03	Valores bajos implican menor espasticidad en miembro inferior izquierdo	<
Ashworth MID	-40,00	-16,00	Valores bajos implican menor espasticidad en miembro inferior derecho	<
UPST MII	-25,10	54,49	Valores altos implican más tiempo sobre miembro inferior izquierdo	>
UPST MID	-18,71	24,63	Valores altos implican más tiempo sobre miembro inferior derecho	>
MSIS-29	-8,23	-27,51	Valores menores implican menor limitación en las actividades diarias	<
Duncan	10,74	11,96	Valores altos implican más equilibrio estático	>
MSWS-12	-1,08	-15,59	Valores menores implican menor limitación en la marcha	<

En negrita las variables que han resultado significativas en los diferentes análisis realizados. % dif. GC = Porcentaje que ha variado la variable tras la intervención en el grupo control. % dif. GI = Porcentaje que ha variado la variable tras la intervención en el grupo intervención.

RESPONSABILIDADES ÉTICAS

Protección de personas y animales. Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y se ajustan a la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial.

Confidencialidad y consentimiento informado. Los autores declaran que todos los pacientes incluidos

en el estudio han recibido información suficiente y han dado su consentimiento informado por escrito para participar en dicho estudio.

Privacidad. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Financiación. Los autores declaran no tener ningún tipo de soporte financiero o beca.

Conflicto de intereses. Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Contribuciones de autoría. Los autores declaran: 1. Haber participado en la concepción y el diseño del estudio, la adquisición de los datos del trabajo, el análisis y la interpretación de dichos datos que ha dado como resultado el presente manuscrito; 2. Haber participado en la redacción del artículo y en sus posibles revisiones críticas con importantes contribuciones intelectuales; y 3. Haber leído y aprobado la versión final del manuscrito publicado y que cumplen los requisitos para la autoría.

AGRADECIMIENTOS

A los pacientes afectados su colaboración y buena predisposición en todos los aspectos relacionados con el estudio, así como a COCEMFE-Asturias por la cesión de sus instalaciones para llevar a cabo las sesiones de formación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Yousem DM, Grossman RI. *Neuroradiology: The Requisites*. Mosby: Elsevier Health Sciences; 2010.
2. Krüger T, Behrens JR, Grobelny A, Otte K, Mansow-Model S, Kayser B, et al. Subjective and objective assessment of physical activity in multiple sclerosis and their relation to health-related quality of life. *BMC Neurol*. 2017 Enero 13;17(1):10.
3. Bjarnadottir OH, Konradsdottir AD, Reynisdottir K, Olafsson E. Multiple sclerosis and brief moderate exercise. A randomised study. *Mult. Scler*. 2007; 13: 776–82.
4. Matsuda PN, Shumway-Cook A, Bamer AM, Johnson SL, Amtmann D, Kraft GH. Falls in multiple sclerosis. *PM R*. 2011; 3: 624–32.
5. Nilsagard Y, Lundholm C, Denison E, Gunnarsson LG. Predicting accidental falls in people with multiple sclerosis – a longitudinal study. *Clin Rehabil*. 2009; 23: 259–69.
6. 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.

7. Cakit BD, Nacir B, Genc H, Saraçoglu M, Karagöz A, Erdem HR, et al. Cycling progressive resistance training for people with multiple sclerosis: a randomized controlled study. *Am J Phys Med Rehabil* 2010 Jun; 89(6): 446–57.
8. Stroud NM, Minahan CL. The impact of regular physical activity on fatigue, depression and quality of life in persons with multiple sclerosis. *Health Qual Life Outcomes* 2009 Jul 20; 7: 68.
9. Guclu-Gunduz A, Citaker S, Irkeç C, Nazlıel B, Batur-Cağlayan HZ. The effects of pilates on balance, mobility and strength in patients with multiple sclerosis. *NeuroRehabilitation*. 2014; 34(2): 337–42.
10. Rietberg MB, Brooks D, Uitdehaag BM, Kwakkel G. Exercise therapy for multiple sclerosis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2005 Jan 25; (1): CD003980.
11. Latimer-Cheung AE, Pilutti LA, Hicks AL, Martin Ginis KA, Fenuta AM, MacKibbon KA, et al. The effects of exercise training on fitness, mobility, fatigue, and health related quality of life among adults with multiple sclerosis: a systematic review to inform guideline development. *Arch Phys Med Rehabil*. 2013 Sep; 94(9):1800–28.
12. Latimer-Cheung AE, Martin Ginis KA, Hicks AL, Motl RW, Pilutti LA, Duggan M, et al. Development of evidence-informed physical activity guidelines for adults with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2013 Sep; 94: 1829–36.
13. Motl RW, Sandroff BM. Benefits of Exercise Training in Multiple Sclerosis. *Curr Neurol Neurosci Rep*. 2015 Sep; 15(9): 62.
14. Minden SL, Frankel D, Hadden L, Perloff J, Srinath KP, Hoaglin DC. The Sonya Slifka longitudinal multiple sclerosis study: methods and sample characteristics. *Mult Scler*. 2006 Feb; 12(1): 24–38.
15. Fisher RA. The use of multiple measurements in taxonomic problems. *Annals Eugen*. 1936: 7: 179–88.
16. de Andrés-Galiana EJ, Fernández-Martínez JL, Luaces O, Del Coz JJ, Huergo-Zapico L, Acebes-Huerta A, et al. Analysis of clinical prognostic variables for Chronic Lymphocytic Leukemia decision-making problems. *Journal of Biomedical Informatics*. 2016 Apr; 60: 342–51.
17. de Andrés-Galiana EJ, Fernández-Martínez JL, Luaces O, Del Coz JJ, Fernández R, Solano J, et al. On the prediction of Hodgkin Lymphoma treatment response. *Clin. Transl. Oncol*. 2015 Aug. 17(8): 612–9.

18. de Andrés-Galiana EJ, Fernández-Martínez JL, Sonis S. Sensitivity analysis of gene ranking methods in phenotype prediction. *J Biomed Inform.* 2016 Dec; 64: 255–64.
19. Saligan LN, Fernández-Martínez JL, de Andrés-Galiana EJ, Sonis S. Supervised classification by filter methods and recursive feature elimination predicts risk of radiotherapy-related fatigue in patients with prostate cancer. *Cancer Inform.* 2014 Dec 1; 13: 141–52.
20. de Andrés-Galiana EJ, Fernández-Martínez JL, Sonis S. Design of Biomedical Robots for Phenotype Prediction Problems. *J Comput Biol.* 2016 Aug; 23(8): 678–92.
21. Finkelstein J, Lapshin O, Castro H, Cha E, Provance PG. Home-based physical telerehabilitation in patients with multiple sclerosis: a pilot study. *J Rehabil Res Dev.* 2008; 45(9): 1361–73.
22. Conroy SS, Zhan M, Culpepper WJ, Royal W, Wallin MT. Self-directed exercise in multiple sclerosis: Evaluation of a home automated tele-management system. *J Telemed Telecare.* 2017 Jan 1: 1357633X17702757.
23. Pfaller L, Fry D. Effects of a 10-week inspiratory muscle training program on lower-extremity mobility in people with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *Int J MS Care.* 2011 Spring; 13(1): 32–42.
24. Prosperini L, Fortuna D, Gianni C, Leonardi L, Marchetti MR, Pozzilli C. Home-based balance training using the Wii balance board: a randomized, crossover pilot study in multiple sclerosis. *Neurorehabil Neural Repair.* 2013 Jul-Aug; 27(6): 516–25.
25. Peruzzi A, Zarbo IR, Cereatti A, Della Croce U, Mirelman A. An innovative training program based on virtual reality and treadmill: effects on gait of persons with multiple sclerosis. *Disabil Rehabil.* 2017 Jul; 39(15): 1557–63.
26. Straudi S, Martinuzzi C, Pavarelli C, Sabbagh Charabati A, Benedetti MG, Foti C, et al. A task-oriented circuit training in multiple sclerosis: a feasibility study. *BMC Neurol.* 2014 Jun 7; 14: 124.
27. Feys P, Bibby B, Romberg A, Santoyo C, Gebara B, de Noordhout BM, et al. Within-day variability on short and long walking tests in persons with multiple sclerosis. *J Neurol Sci.* 2014 Mar 15; 338(1-2): 183-7