

Repercusión cinemático-postural de las plantillas texturizadas en individuos con esclerosis múltiple: una revisión sistemática

Kinematic-postural implication of texturized insoles in individuals with multiple sclerosis: a systematic review

Cortés-Pérez I^a, Obrero-Gaitán E^b, Estévez-Martín MJ^b, García-Burcio X^b

^a Centro Médico Avenida II. Linares, Jaén, España

^b Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Jaén, Jaén, España

Correspondencia:

Esteban Obrero Gaitán
eobrero@ujaen.es

Recibido: 26 noviembre 2019

Aceptado: 10 enero 2020

RESUMEN

Objetivo: analizar los beneficios en el equilibrio y la cinemática postural que pueden generar las plantillas texturizadas sobre la estimulación de los mecanorreceptores plantares y las aferencias somato-sensoriales y propioceptivas en sujetos con Esclerosis Múltiple. **Material y método:** se realizó una revisión sistemática, por pares. Se planteó una búsqueda bibliográfica en distintas bases de datos de Ciencias de la Salud: Pubmed Medline, Scopus, PEDro, Cuiden Plus, CINAHL y WOS. Se seleccionaron estudios experimentales y observacionales. No se aplicaron restricciones en cuanto al idioma, acceso gratuito a bases de datos o disponibilidad de texto completo. **Resultados:** finalmente, 4 estudios cumplieron los criterios de inclusión y se incluyeron en esta revisión sistemática. Se objetivó un aumento de la longitud de zancada y una mejora de la marcha, con un aumento de la extensión y flexión máxima de rodilla. La sensación plantar aumentó en los pacientes con Esclerosis Múltiple. En último lugar, se precisó una reducción de la velocidad de oscilación en el parámetro de control postural en los pacientes que usaron las plantillas. **Conclusión:** se estima que las plantillas texturizadas mejoran parámetros de la marcha (aumento del paso, zancada y disminución de la velocidad de oscilación) y la percepción de sensibilidad podal en pacientes con Esclerosis Múltiple. Cabe añadir que dichas plantillas no tienen un efecto inmediato y existe la duda de si el efecto beneficioso se debe al placebo o la capacidad de aprendizaje, por lo que se proponen más estudios futuros para aclarar estos efectos.

Palabras clave: Plantillas texturizadas, propiocepción, equilibrio, postura, marcha humana, esclerosis múltiple.

ABSTRACT

Objective: to analyze the balance and postural kinematic benefits that texturized insoles produce on the stimulation of the plantar mechanoreceptors and the somatosensory and proprioceptive afference in subjects with Multiple Sclerosis. **Material and method:** a systematic peer review was made. In the bibliographical search process, different health sciences databases were used (Pubmed Medline, Scopus, PEDro, Cuiden Plus, CINAHL and WOS). Randomised controlled trial and observational studies were required. There were no restrictions regarding language of publication, databases free access or full text availability. **Results:** finally, 4 studies met the inclusion criteria and were included in this systematic review. An increase in stride length and an improvement in kinematics were observed, with an increase in extension and maximum knee flexion. The plantar sensation increased in patients with Multiple Sclerosis ($p < 0.01$). A reduction of the oscillation speed was required in the postural control parameter in the patients with sclerosis multiple who used the textured insoles. **Conclusion:** it is

estimated that texturized templates improve gait parameters (step increase, stride and decrease in the speed of oscillation) and the perception of foot sensitivity in patients with Multiple Sclerosis. It should be added that these templates do not have an immediate effect and there is a doubt as to whether they were a placebo or learning effect and therefore further studies are proposed to clarify these effects.

Keywords: *textured insoles, proprioception, postural balance, gait, multiple sclerosis.*

INTRODUCCIÓN

La Esclerosis Múltiple (EM) se define como una enfermedad inflamatoria y crónica que afecta al Sistema Nervioso Central (SNC)¹. Conduce a una desmielinización focal asociada a una degeneración axonal y neuronal que genera una alteración de la sustancia cerebral gris y blanca^(2, 3). Esto conduce a un proceso de neurodegeneración del SNC, que se traduce en una alteración constante y progresiva de las distintas funciones sensoriomotoras, propioceptivas y cognitivas⁽⁴⁾. La confluencia de estas alteraciones propias de la EM producen una disminución de la capacidad funcional del paciente, de su autonomía personal y de su calidad de vida⁽⁵⁾. Se caracteriza por presentar un curso clínico recurrente y remitente (brotes y remisiones) con diferentes niveles de progresión⁽²⁾. Pasados unos años desde el inicio de la EM, los pacientes experimentan un entecimiento gradual en la progresión de los síntomas de la EM⁽⁶⁾. La EM se postula como una de las causas más comunes de discapacidad no traumáticas en adultos jóvenes⁽²⁾. El curso evolutivo de la EM se inicia en pacientes con edades en torno a los 25 a 30 años⁽⁷⁾, siendo más frecuente en el sexo femenino⁽¹⁾. Se sugiere que dicha enfermedad la padecen aproximadamente 2,5 millones de personas en todo el mundo⁽⁸⁾. Europa está considerada una región de alta prevalencia en EM con 30 casos por cada 100.000 habitantes⁽⁹⁾, afectando a un total de 700.000 personas⁽⁸⁾. Estudios recientes, señalan a España como un país con una prevalencia media-alta de EM⁽¹⁾.

El control postural depende de la acción coordinada de los sistema visual, vestibular y propioceptivo⁽¹⁰⁾. La alteración de alguno de estos sistemas sensoriales o la información postural provista por los mismos (sensorial y propioceptiva), pueden inducir alteraciones en el equilibrio, el control postural y la capacidad de deambulación⁽¹¹⁾. Las fibras axonales y neuronales en proceso de

desmielinización pueden producir alteraciones sensoriales, motoras y propioceptivas que conducen a que los individuos con EM presenten déficit en el control y la orientación postural⁽¹²⁾, en el equilibrio⁽¹²⁾ y en la marcha⁽¹³⁾. Estos déficits producen deterioro físico y funcional en sujetos con EM⁽¹⁴⁾, generando una reducción de la movilidad y un aumento de la dependencia, aumentando la incidencia y el riesgo de caídas⁽¹⁵⁾, el miedo a caer y lesiones propias de las caídas (el 50% de las caídas se acompañan de una lesión traumática). Todo ello se traduce en una disminución de la calidad de vida de dichas personas⁽¹⁶⁻¹⁸⁾. El deterioro de la marcha en personas con EM se caracteriza principalmente por presentar una mayor base de apoyo mediolateral, una mayor longitud de zancada, una reducción en la velocidad del paso y, finalmente, un aumento del tiempo del doble apoyo en la deambulación en relación con individuos sanos⁽¹⁸⁻²¹⁾. Las alteraciones sensoriales (perceptivas y propioceptivas) pueden provocar una disminución de la sensibilidad plantar⁽²²⁾. La literatura científica ha reportado que existe una correlación entre la disminución de la sensibilidad plantar y la pérdida del equilibrio en bipedestación en personas con EM⁽²³⁾. Además, esta pérdida de sensibilidad plantar origina cambios en la distribución de la presión al caminar y un mal contacto del pie en la fase de apoyo de la marcha⁽²⁴⁻²⁸⁾.

Se han propuesto distintas estrategias o intervenciones terapéuticas dirigidas a mejorar la función sensoriomotora, el equilibrio y la marcha. Entre estos enfoques destacan la Fisioterapia⁽²⁹⁾, el Ejercicio Físico Terapéutico (EFT)⁽³⁰⁾ o la utilización de plantillas propioceptivas⁽³¹⁾. Este último método ortopédico busca combatir la disminución de la sensibilidad plantar experimentada mediante la utilización de superficies rugosas, estriadas o con diferentes texturas con el objetivo de mejorar la retroalimentación sensorial de la superficie plantar⁽³²⁾. La literatura científica generada hasta la fecha sugiere que

el uso de las plantillas texturizadas puede inducir cambios positivos en el equilibrio y en la marcha en personas con EM, debido a la mayor estimulación de los mecanorreceptores plantares⁽³²⁾, en comparación con superficies planas. El uso de dichas plantillas puede interferir en el balanceo postural en bipedestación de estos sujetos⁽³³⁾, además de generar sinergias positivas en la cinemática⁽³¹⁾ y en los patrones de marcha a corto plazo^(31, 33).

Se hipotetiza con el hecho de que las plantillas texturizadas pueden ser utilizadas en intervenciones clínicas para mejorar aspectos cinemáticos y posturales en personas con EM. Sin embargo, existen diferencias en el diseño de investigación de los distintos estudios analizados por separado que pueden generar un conocimiento poco fiable acerca de su uso y del tiempo que deben de ser empleadas en pacientes con EM⁽³⁴⁾. El objetivo de esta revisión es analizar si el uso de plantillas texturizadas induce cambios beneficiosos en el control postural y en la cinemática de la marcha en pacientes con EM.

MATERIAL Y MÉTODO

Se realiza una revisión sistemática, por pares, en la que se siguieron las indicaciones del Manual Cochrane⁽³⁵⁾ para revisiones sistemáticas, las recomendaciones de la Guía Prisma⁽³⁶⁾ y las recomendaciones del Grupo de Meta-Análisis de Estudios Observacionales en Epidemiología (MOOSE)⁽³⁷⁾.

Estrategia de búsqueda bibliográfica

Se propuso una búsqueda bibliográfica en bases de datos de Ciencias de la Salud, internacionales y nacionales, tales como: Pubmed Medline, Scopus, PEDro, ENFISPO, FISTERRA, Cuiden Plus, CINAHL y WOS. Los términos clave empleados fueron “plantillas texturizadas”, “esclerosis múltiple”, “marcha humana”, “propiocepción”, “equilibrio”, así como sus respectivas traducciones a la lengua inglesa usando el vocabulario estructurado de los Descriptores en Ciencias de la Salud. También se realizó una búsqueda bibliográfica mediante el proceso de “búsqueda inversa” en publicaciones científicas relacionadas. No se establecieron restricciones en

cuanto al idioma de publicación, la disponibilidad de texto completo o el acceso gratuito a las diferentes revistas científicas o bases de datos. El proceso de búsqueda bibliográfica se llevó a cabo entre el 1 de febrero de 2019 y el 15 de marzo de 2019. Se propuso la siguiente estrategia de búsqueda en la base de datos Pubmed: (*textured insoles[tiab] OR proprioceptive insoles[tiab] OR insoles[tiab] OR foot orthoses[mh] OR foot orthoses[tiab] AND (sclerosis multiple[mh] OR sclerosis multiple[tiab] AND (gait[mh] OR gait[tiab] OR postural balance[mh] OR postural balance[tiab] OR balance[tiab] OR posture[mh] OR posture[tiab] OR dynamic balance[tiab])*).

Selección de los estudios

Este proceso fue llevado a cabo de manera simultánea e independiente por dos autores. Los posibles desacuerdos en este proceso fueron solventados por el juicio crítico de un tercer investigador.

Los criterios de inclusión fueron: 1. Estudios en los que la población son sujetos con EM; 2. Estudios publicados a partir del año 2010 hasta la actualidad; 3. Ensayos clínicos aleatorizados (ECA) o ensayos controlados (EC); 4. Estudios cuasiexperimentales; 5. Estudios observacionales de casos y controles con grupos de casos con EM en los que se aplicara dicha técnica; 6. Idioma inglés, español, francés y portugués. Se excluyeron todos aquellos artículos en los que no se utilizara como técnica de tratamiento las plantillas texturizadas. No se disponen restricciones en cuanto a la calidad metodológica hallada en los artículos incluidos en la revisión.

Extracción de datos

Esta fase de la investigación fue realizada por dos autores y las posibles discrepancias fueron resueltas por un tercer investigador. Para la extracción de datos se utilizó una hoja estandarizada de recogida de datos para Microsoft Office Excel para Mac. Se extrajeron datos referentes a las características sociodemográficas de la población de referencia, a las características de la intervención con plantillas texturizadas, de la patología de base, de la sensibilidad podal, parámetros de

los espacios temporales de la marcha, cinemática de la marcha y equilibrio en bipedestación.

Análisis de la calidad metodológica

Por un lado, se utilizó la Escala JADAD⁽³⁸⁾ de evaluación de la calidad metodológica para los estudios experimentales incluidos en la revisión. Dicha escala está compuesta por un total de 5 ítems pudiendo obtener una puntuación entre 0 y 5. De 0 a 3 se considera baja calidad y de 4 a 5 alta calidad. Por otro lado, para evaluar la calidad metodológica de los estudios observacionales se recurrió a la Escala Newcastle-Ottawa⁽³⁹⁾, que cuenta con un sistema de puntuación entre 0 (calidad más baja) y 9 (alta calidad). Permite clasificar a los estudios en tres niveles de calidad: baja (de 1 a 3 puntos), media (de 4 a 6 puntos) y alta (7 a 9 puntos).

RESULTADOS

Resultados de los procesos de búsqueda bibliográfica y selección de los estudios

Los resultados de los procesos tanto de la búsqueda bibliográfica como de la selección de los estudios incluidos en la revisión se resumen en el diagrama de flujo PRISMA⁽³⁶⁾ (figura 1). Basados en los criterios de búsqueda se encontraron un total 53 referencias bibliográficas en las distintas bases de datos. Adicionalmente, 2 referencias fueron recuperadas mediante un proceso de búsqueda inversa a partir de referencias bibliográficas contenidas en otros artículos de revisión. Tras eliminar los duplicados, fueron analizadas 43 referencias, 34 de las cuales fueron eliminadas por no ser relevantes y 5 estudios fueron apartados por no cumplir los criterios de inclusión. Finalmente, 4 estudios⁽⁴⁰⁻⁴³⁾ fueron seleccionados para ser incluidos en la presente revisión.

Características de los estudios incluidos en la revisión

Los 4 estudios incluidos en la revisión aportaban un total de 4 muestras con 4 comparaciones independien-

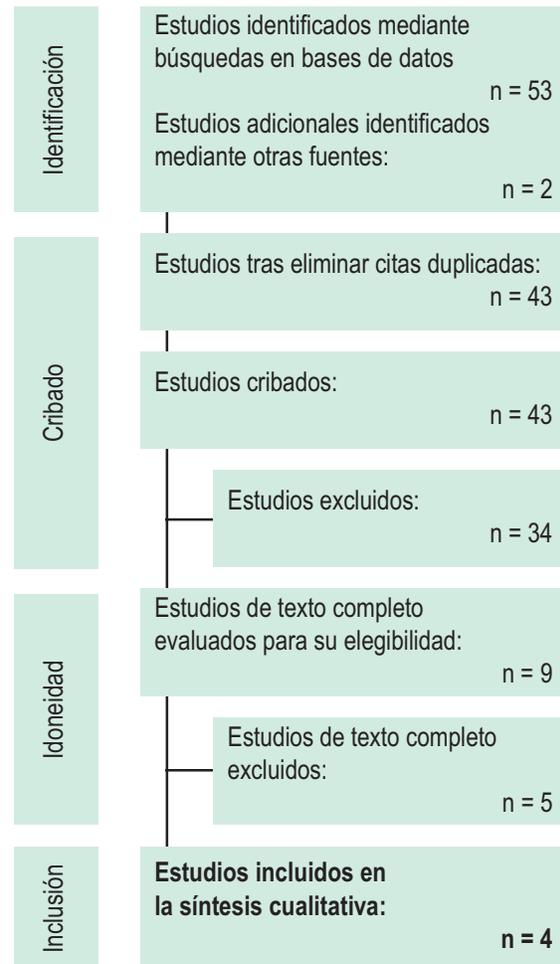


FIGURA 1. Diagrama de flujo PRISMA del proceso de búsqueda bibliográfica y selección de los estudios incluidos en la revisión.

tes. Tres artículos siguen un diseño experimental (2 ensayos clínicos aleatorizados^(40, 41) y 1 estudio cuasi-experimental⁽⁴²⁾), mientras uno de los mismos es observacional (estudio de casos y controles⁽⁴³⁾). El número total de participantes incluidos en los 4 estudios seleccionados fue 271, con una edad media de 46,03 años aproximadamente. El número de participantes en cada estudio osciló entre 24 y 176 sujetos, mientras que la media de participantes en cada estudio fue de 67,75 participantes. Todos los grupos de intervención y/o los grupos de casos utilizaron como técnica intervencionista el uso de las plantillas texturizadas en pacientes con EM. En todos ellos el tiempo medio de duración de la

intervención con plantillas texturizadas osciló entre 2 y 12 semanas. En la tabla 1 se resumen las principales características de los estudios incluidos en la revisión.

Resultados de la evaluación de la calidad metodológica

Para la evaluación de la calidad metodológica de los artículos seleccionados, se utilizó la Escala JADAD⁽³⁸⁾ para evaluación de los estudios experimentales y la Es-

cala Newcastle-Ottawa⁽³⁹⁾ para los estudios observacionales. En la tablas 2A y 2B se muestran los resultados de la evaluación de la calidad metodológica de manera detallada de cada artículo incluido en la revisión, así como la definición de los ítems a valorar en cada una de las escalas.

Por un lado, los 3 estudios experimentales⁽⁴⁰⁻⁴²⁾ obtienen una calidad baja de valoración. La razón de dicha puntuación radica en que todos comparten que no son estudios con un enmascaramiento a doble ciego y por lo tanto tampoco se puede evaluar dicho método.

TABLA 1. Características de los estudios incluidos en la revisión.

Autor y año	Diseño	N	Grupos	Intervención
Dixon y cols. 2014 ⁽⁴⁰⁾	ECA	46	Control Plantilla tipo 1 (n = 24) Plantilla tipo 2 (n = 22)	Uso de plantillas en pacientes con esclerosis múltiple durante 2 semanas.
Hatton y cols. 2016 ⁽⁴¹⁾	ECA	176	Control (plantilla lisa) (n = 88) Plantilla con textura (n = 88)	Utilizar plantillas texturizadas durante 12 semanas.
Kalron y cols. 2015 ⁽⁴²⁾	EC	25	Pacientes con EM (n = 25)	Uso de las plantillas durante 4 semanas y medición del CoP y parámetros espaciotemporales durante la marcha, control postural estático y sensibilidad (base-inmediato-post 4 semanas).
Kelleher y cols. 2010 ⁽⁴³⁾	CC	24	Control (caminar normal como referencia) (n = 10) Pacientes con EM (n = 14)	Pacientes de EM caminaron con y sin plantilla texturizada para recolectar datos cinemáticos, cinéticos y EMG.

Abreviaturas: N = Número total de participantes en el estudio; n = participantes en cada grupo; ECA = Ensayo Clínico Aleatorizado; EC = Ensayo Cuasi-experimental; CC = Estudio de casos y controles; CoP = Centro de presiones; EM = Esclerosis Múltiple; EMG = Electromiografía.

TABLA 2A. Escala JADAD⁽³⁸⁾ para la evaluación de la calidad metodológica de los estudios experimentales incluidos en la revisión.

Autor y año	P1	P2	P3	P4	P5	PG	NC
Dixon y cols. 2014 ⁽⁴⁰⁾	1	0	1	1	-1	2	Baja
Hatton y cols. 2016 ⁽⁴¹⁾	1	0	1	1	-1	2	Baja
Kalron y cols. 2015 ⁽⁴²⁾	0	0	1	-1	-1	0	Baja

Abreviaturas: P1 = ¿Se describe el estudio como aleatorizado?; P2 = ¿Se describe el estudio como doble ciego?; P3 = ¿Se describen las pérdidas y retiradas del estudio?; P4 = ¿Es adecuado el método de aleatorización?; P5 = ¿Es adecuado el método de doble ciego?; PG = Puntuación Global; NC = Nivel de calidad.

TABLA 2B. Escala Newcastle-Ottawa⁽³⁹⁾ para la evaluación de la calidad metodológica de los estudios observacionales incluidos en la revisión.

Autor y año	S1	S2	S3	S4	C5	E1	E2
Kelleher y cols. 2010 ⁽⁴³⁾	1	1	0	1	1	0	0

Abreviaturas: P1 = ¿Se describe el estudio como aleatorizado?; P2 = ¿Se describe el estudio como doble ciego?; P3 = ¿Se describen las pérdidas y retiradas del estudio?; P4 = ¿Es adecuado el método de aleatorización?; P5 = ¿Es adecuado el método de doble ciego?; PG = Puntuación Global; NC = Nivel de calidad.

TABLA 3. Características de los estudios incluidos en la revisión.

Autor y año	Variables	P	Intervención
Dixon y cols. 2014 ⁽⁴⁰⁾	Equilibrio Longitud del paso Longitud de zancada	< 0,05 < 0,01 = 0,02	Aumento de la longitud del paso y de zancada entre ambas piernas.
Hatton y cols. 2016 ⁽⁴¹⁾	Parámetros espaciotemporales de la marcha	< 0,01	Mejora en los patrones de la marcha. Mejora la movilidad e independencia de los pacientes y aumento de la longitud de zancada.
Kalron y cols. 2015 ⁽⁴²⁾	Centro de CoP Velocidad de oscilación (ojos cerrados) Sensación plantar Duración del equilibrio	= 0,04 = 0,03 < 0,01 >0,05	Reducción inmediata del CoP y la velocidad de oscilación.
Kelleher y cols. 2010 ⁽⁴³⁾	Velocidad de oscilación (ojos cerrados) Sensación plantar Duración del equilibrio EMG	< 0,05 < 0,05 < 0,05 < 0,05	Mejora significativa en la aceleración. Ligero aumento de la velocidad de marcha. Aumento extensión rodilla y de excursión de rodilla. Aumento actividad muscular.

Abreviaturas: p = p valor (significación estadística); EMG = Electromiografía; CoP = Centro de presiones.

El estudio con menor calidad metodológica es el de Kalron y cols.⁽⁴²⁾, ya que no tiene aleatorización ni doble ciego. Por otro lado, el estudio de casos y controles⁽⁴³⁾ tuvo una calidad metodológica media.

Resultados de los estudios incluidos en la revisión

Todos los estudios incluidos en esta revisión utilizan las plantillas texturizadas en pacientes con EM para evaluar su efecto beneficioso o nocivo en parámetros relacionados con el control postural, la cinemática y la

velocidad de la marcha. En la tabla 3 se muestran los principales hallazgos encontrados en cada estudio.

Dixon y cols.⁽⁴⁰⁾ realizaron un ECA con 2 grupos de tratamiento de interés, siendo uno de los mismos un grupo control que usa plantilla podal lisa. El grupo de plantillas texturizadas está compuesto por 22 sujetos con EM que las usan durante 2 semanas. Los autores declaran que se encuentran diferencias estadísticamente significativas en este grupo en parámetros relacionados con el equilibrio ($p < 0,05$) y con la marcha, como la longitud del paso ($p < 0,01$). Los autores declaran que las plantillas texturizadas no tienen efectos inmediatos en el

equilibrio y en la marcha, pero que pasadas 2 semanas se empiezan a encontrar mejorías en los aspectos cinemáticos previamente mencionados.

Hatton y cols.⁽⁴¹⁾ llevaron a cabo un ECA con un total de 176 pacientes divididos en 2 grupos. El grupo de sujetos con EM que usan plantillas texturizadas está compuesto por 88 pacientes y el grupo control de plantillas lisas por 88 sujetos. La duración de la intervención fue de 12 semanas. Se encuentran diferencias estadísticamente significativas en parámetros espaciotemporales de la marcha ($p < 0,01$), entre los que destacan una mejora de los patrones de la marcha, mejora de la movilidad, aumento de la longitud de zancada y mayor independencia en los sujetos con EM.

Por su parte Kalron y cols. en 2015⁽⁴²⁾ realizaron una intervención cuasi-experimental con 25 pacientes con EM en los que probaron el uso de las plantillas texturizadas durante 4 semanas. Dichos autores reportan una mejoría en el desplazamiento del centro de presiones ($p < 0,04$), es decir, disminuye el desplazamiento del centro de presiones; y una menor velocidad de oscilación con los ojos cerrados ($p = 0,03$). Los autores declaran, coincidiendo con otros estudios incluidos en la revisión⁽⁴¹⁾ que no se consiguen efectos inmediatos, sino que aparecen de manera gradual con el uso prolongado de estas plantillas texturizadas.

Kelleher y cols. en su trabajo publicado en 2010⁽⁴³⁾ obtienen una muestra de 24 individuos divididos en 2 grupos, de los cuales 14 presentan EM y 10 son controles sanos. Los pacientes con EM utilizan plantillas texturizadas para valorar datos cinemáticos y posturales. Los investigadores resaltan que se producen mejorías significativas en varios aspectos como la marcha ($p > 0,05$) y la sensibilidad plantar ($p < 0,05$). Los autores resaltan el hecho de que aumentar la estimulación plantar mejora las aferencias propioceptivas posturales, obteniendo mejorías relativas al control postural y a la marcha.

DISCUSIÓN

El deterioro de la marcha y del control postural es uno de los problemas más incapacitantes reportados por personas con EM⁽⁴⁴⁾. La neurodegeneración producida por la desmielinización de las neuronas del SNC genera alte-

raciones sensorio-motoras y propioceptivas en individuos con EM⁽⁴⁵⁾, produciendo una disminución en la sensibilidad plantar, lo cual se traduce en errores en la integración o en la captación de los estímulos posturales percibidos por los mecanorreceptores plantares⁽⁴⁶⁾, que junto con el aparato visual y vestibular son esenciales para garantizar el equilibrio y el control postural. Se ha mostrado que la discriminación sensitiva entre dos puntos en la planta del pie y el equilibrio sobre una pierna están disminuidos en pacientes con EM⁽²³⁾. También se sugiere que la duración de la vibración percibida en estos pacientes era más corta que en el grupo de individuos sanos, posiblemente como muestra de la pérdida de la sensibilidad⁽²³⁾. Todo ello pone de manifiesto la importancia significativa de la sensibilidad plantar para mantener el equilibrio, en especial en sujetos con EM. Las desalineaciones posturales y los trastornos del equilibrio propios de los pacientes de EM, inducen la aparición de eventos traumáticos como las caídas⁽⁴⁷⁾, que pueden suponer un descenso aún mayor en la capacidad funcional y calidad de vida del paciente que la propia enfermedad⁽⁴⁴⁾. Se hipotetiza el hecho que aumentar la retroalimentación de las aferencias plantares se inducen cambios posturales. El objetivo de dicha revisión es analizar si el uso de plantillas texturizadas que aumentan la percepción de la planta del pie induce efectos beneficiosos en el equilibrio, en el control postural en bipedestación y en la cinemática de la marcha.

Los resultados obtenidos en esta revisión apuntan a que el uso de plantillas texturizadas favorecen la percepción de estímulos plantares, y por tanto la percepción consciente de determinados estados relacionados con el apoyo plantar, como la bipedestación o la deambulación. Es lógico apuntar que al aumentar la percepción de la superficie plantar, el SNC mejora sus mecanismos de integración de la información propioceptiva plantar lo que va a generar cambios en la propia capacidad del individuo para mantener el equilibrio en bipedestación o mientras camina. En los estudios incluidos en la revisión⁽⁴⁰⁻⁴³⁾ se resalta el hecho de mejoría en variables relacionadas con la cinemática de la marcha, como la longitud del paso y de la zancada y en la velocidad de la marcha. Se produce un incremento en la cadencia de la marcha en pacientes con EM⁽⁴⁰⁻⁴³⁾. El incremento de los parámetros cinemáticos de la marcha se puede considerar como

una consecuencia de una mayor estimulación de la superficie plantar. Esta mejoría puede disminuir las caídas y el riesgo a caer en pacientes con EM ya que se produce una mayor cantidad de información postural desde la vía propioceptiva, que se une con la información visual y vestibular⁽⁴⁸⁾. La información congruente de estos tres sistemas otorga al individuo una mayor capacidad para equilibrarse mientras está en bipedestación o camina⁽¹¹⁾. Resulta interesante poner de manifiesto el hecho de aumentar la superficie texturizada de la plantilla en aquellas zonas donde se acumulen mayor cantidad de mecanorreceptores plantares, ya que de esta manera estaremos actuando de forma más específica sobre las vías posturales ascendentes⁽⁴⁹⁾. Sería necesario, en futuras investigaciones, desarrollar plantillas texturizadas más específicas que se adaptaran a las zonas del pie con mayor número de mecanorreceptores y que supusieran al paciente la menor incomodidad posible.

Las mejorías en estos parámetros no solo se observan con los ojos abiertos, sino que resulta interesante señalar que Kalron y cols. demostraron una reducción inmediata en el movimiento del centro de presiones y en la velocidad de oscilación con los ojos cerrados en pacientes que utilizaron plantillas texturizadas en comparación a los que utilizaron plantillas lisas⁽⁴²⁾. En un estado de privación visual, se tiene que producir una mayor actividad de los otros dos sistemas encargados del equilibrio postural: el aparato vestibular y propioceptivo⁽⁵⁰⁾. Esta mayor activación de la información propioceptiva captada por los mecanorreceptores plantares puede deberse a que las plantillas texturizadas favorecen la percepción de la planta del pie por parte del individuo con EM, y puede hacer consciente la necesidad de garantizar el equilibrio postural cuando se priva de la visión. La disminución del movimiento de centro de presiones en la posturografía indica una menor oscilación del cuerpo en bipedestación, lo que se traduce en una mayor capacidad para mantener el centro de gravedad dentro de la base de sustentación, y así garantizar el equilibrio postural en pacientes que usan plantillas texturizadas^(42, 51).

El tratamiento de las deficiencias sensoriales a nivel local, en sujetos con EM, incluyendo la pérdida de sensibilidad podal y de la propiocepción en miembros inferiores, a menudo no se tiene en cuenta. Éste es un área importante a tratar ya que, tanto la pérdida de sensibilidad

en el pie como el deterioro de la propiocepción y de la fuerza en miembros inferiores, están muy asociados con el equilibrio y el rendimiento de la marcha en personas con EM^(27, 51). Por lo tanto, la efectividad del conjunto de estrategias para gestionar la movilidad en este tipo de pacientes podría ser mejorada mediante el uso de una gama más amplia de técnicas de tratamiento. En el futuro se recomienda realizar intervenciones físicas terapéuticas que actúen a nivel sensoriomotor de la planta del pie, tratando de manera simultánea las alteraciones de la movilidad y mejorando las aferencias somatosensoriales para garantizar un mejor equilibrio, control postural y deambulación.

Este estudio cuenta con limitaciones, entre las que destacan: 1. El escaso número de referencias incluidas en la revisión que cumplieren los criterios de inclusión; 2. La imposibilidad de poder realizar un metaanálisis debido a la heterogeneidad de las variables y al bajo tamaño muestral; 3. El posible sesgo de selección asumido a no ser similares los grupos de comparación entre los distintos estudios; 4. La baja calidad de los estudios incluidos en la revisión, especialmente los experimentales debido a su falta de enmascaramiento de doble ciego; y 5. Por último la gran variabilidad de parámetros posturales y cinemáticos tomados por los distintos autores de los estudios incluidos. Sin embargo, los resultados hallados en esta revisión permiten generar un conocimiento válido y estable para establecer una nueva actuación de tratamiento en el control postural de los pacientes con esclerosis múltiple, levemente invasivo y de bajo coste. En futuras investigaciones será necesario desarrollar plantillas texturizadas válidas y fiables que garanticen la correcta y precisa estimulación de los mecanorreceptores plantares, aumentando la mejoría postural. También será recomendable aumentar el número de ensayos clínicos aleatorizados y de alta calidad, para evaluar el efecto de las plantillas texturizadas en comparación a otro tipo de intervenciones posturales y en diferentes patologías neurológicas que comprometen el equilibrio y aumentan el riesgo de caídas.

CONCLUSIÓN

En comparación con las plantillas no texturizadas (lisas), el uso de plantillas texturizadas o rugosas au-

menta las aferencias propioceptivas plantares, lo que se traduce en una mejoría de los parámetros del equilibrio postural y de la cinemática de la marcha, aunque el efecto no es inmediato. Se sugiere un aumento en la cadencia de la marcha y en una menor oscilación del cuerpo en posición de bipedestación. La conjunción de los efectos beneficiosos a nivel postural y cinemático del uso de plantillas texturizadas, disminuye el número y riesgo de caídas.

RESPONSABILIDADES ÉTICAS

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos, derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Conflicto de intereses. Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Financiación. No se ha recibido ninguna financiación externa para la investigación presentada en este manuscrito.

Contribuciones de autoría. Los autores de este trabajo declaran haber realizado contribuciones sustanciales en su concepción y diseño (Cortés-Pérez, I; Obrero-Gaitán, E; Estévez-Martín, MJ; y García-Burcio, X); en la recogida y el análisis de los datos (Estévez-Martín, MJ y García-Burcio, X); su posterior análisis (Cortés-Pérez, I y Obrero-Gaitán, E); en la redacción del artículo (Obrero-Gaitán, E; García-Burcio, X) y en su revisión crítica con importantes contribuciones intelectuales (Cortés-Pérez, I); y en la aprobación de la versión final para su publicación (Cortés-Pérez, I y Obrero-Gaitán, E). El equipo de investigación se hace responsable y garante de que todos los aspectos que integran el manuscrito han sido revisados y discutidos entre los autores con la finalidad de que sean expuestos con la máxima precisión e integridad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pérez-Carmona N, Fernández-Jover E, Sempere AP. Epidemiología de la Esclerosis Múltiple en España. *Rev Neurol.* 2019 Jul 1; 69(1): 32–8.
2. Lassman H. Pathogenic Mechanisms Associated With Different Clinical Courses of Multiple Sclerosis. *Front Immunol.* 2019 Jan 10; 9: 3116.
3. Reich DS, Lucchinetti CF, Calabresi PA. Multiple sclerosis. *N Engl J Med.* 2018 Jan 11; 378(2): 169–80.
4. Lassmann H, Brück W, Lucchinetti C. The immunopathology of multiple sclerosis: an overview. *Brain Pathol.* 2007 Apr; 17(2): 210–8.
5. Faissner S, Gold R. Progressive multiple sclerosis: latest therapeutic developments and future directions. *Ther Adv Neurol Disord.* 2019 Sep 25; 12: 1756286419878323.
6. Lublin FD, Reingold SC, Cohen JA, Cutter GR, Sørensen PS, Thompson AJ, et al. Defining the clinical course of multiple sclerosis. The 2013 revision. *Neurology.* 2014 Jul 15; 83(3): 278–86.
7. Oh J, Vidal-Jordana A, Montalban X. Multiple sclerosis: clinical aspects. *Curr Opin Neurol.* 2018 Dec; 31(6): 752–9.
8. Browne P, Chandraratna D, Angood C, Tremlett H, Baker C, Taylor BV, et al. Atlas of multiple sclerosis 2013: a growing global problem with widespread inequity. *Neurology.* 2014 Sep 9; 83(11): 1022–4.
9. Kurtzke JF. Multiple sclerosis in time and space—geographic clues to cause. *J Neurovirol.* 2000 May 6; 6(2): 134–40.
10. Horak FB. Clinical measurement of postural control in adults. *Phys Ther.* 1987 Dec; 67(12): 1881–5.
11. Martín Sanz E, Barona de Guzmán R, Comeche Cerverón C, Baydal JM. Analysis of the interaction between visual and vestibular influence in postural control. *Acta Otorrinolaringol Esp.* 2004 Jan; 55(1): 9–16.
12. Santinelli FB, Barbieri FA, Pinheiro CF Amado AC, Sebastião E, van Emmerik REA. Postural Control Complexity and Fatigue in Minimally Affected Individuals with Multiple Sclerosis. *J Mot Behav.* 2019; 51(5): 551–60.
13. Comber L, Galvin R, Coote S. Gait deficits in people with multiple sclerosis: A systematic review and meta-analysis. *Gait Posture.* 2017; 51: 25–35.
14. Oliveira-Kamakura ARS, Bezutti LM, Silva JLG, Gasparino RC. Functional and self-care capacity of people with multiple sclerosis. *Rev Lat Am Enfermagem.* 2019 Oct; 27: e3183.

15. Hayes S, Galvin R, Kennedy C, Finlayson M, McGuigan C, Walsh CD et al. Interventions for preventing falls in people with multiple sclerosis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019 Nov 28; 11: CD012475.
16. Cameron MH, Lord S. Postural control in multiple sclerosis: Implications for fall prevention. *Curr Neurol Neurosci Rep*. 2010 Sep; 10(5): 407–12.
17. Peterson EW, Cho CC, von Koch L, Finlayson ML. Injurious falls among middle aged and older adults with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008 Jun; 89(6): 1031–7.
18. Kalron A, Achiron A. Postural control, falls and fear of falling in people with multiple sclerosis without mobility aids. *J Neurol Sci*. 2013 Dec 15; 335(1-2): 186–90.
19. Givon U, Zeilig G, Achiron A. Gait analysis in multiple sclerosis: characterization of temporal-spatial parameters using GAITRite functional ambulation system. *Gait Posture*. 2009 Jan; 29(1): 138–42.
20. Kalron A, Dvir Z y Achiron A. Walking while talking - difficulties incurred during the initial stages of multiple sclerosis disease process. *Gait Posture*. 2010 Jul; 32(3): 332–5.
21. Martin C, Philips B, Kilpatrick T, Butzkueven H, Tubridy N, McDonald E et al. Gait and balance impairment in early multiple sclerosis in the absence of clinical disability. *Mult Scler*. 2006 Oct; 12(5): 620–8.
22. WHO. Multiple Sclerosis International Federation. Atlas: multiple sclerosis resources in the world, 2008. Geneva: World Health Organization; 2008.
23. Cattaneo D, Jonsdottir J. Sensory impairments in quiet standing in subjects with multiple sclerosis. *Mult Scler*. 2009 Jan; 15(1): 59–67.
24. 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.
25. Eils E, Behrens S, Mers O, Thorwesten L, Völker K, Rosenbaum D. Reduced plantar sensation causes a cautious walking pattern. *Gait Posture*. 2004 Aug; 20(1): 54–60.
26. Magnusson M, Enbom H, Johansson R, Pyykko I. Significance of pressor input from the human feet in anterior-posterior postural control. The effect of hypothermia on vibration-induced body-sway. *Acta Otolaryngol*. 1990 Sep-Oct; 110(3–4): 182–8.
27. Nurse MA, Nigg BM. The effect of changes in foot sensation on plantar pressure and muscle activity. *Clin Biomech*. 2001 Nov; 16(9): 719–27.
28. Perry SD, Santos LC y Patla AE. Contribution of vision and cutaneous sensation to the control of centre of mass (COM) during gait termination. *Brain Res*. 2001 Sep; 913(1): 27–34.
29. Kubsik-Gidlewska AM, Klimkiewicz P, Klimkiewicz R, Janczewska K1, Woldańska-Okońska M. Rehabilitation in multiple sclerosis. *Adv Clin Exp Med*. 2017 Jul; 26(4): 709–15.
30. Torres-Pareja M, Sánchez-Lastra MA, Iglesias L, Suárez-Iglesias D, Mendoza N, Ayán C. Exercise Interventions for Improving Flexibility in People with Multiple Sclerosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Medicina (Kaunas)*. 2019 Nov; 55(11). pii: E726
31. Güner S, Haghari S, Alsancak S, Uluğ N, İnanıcı F. Effect of insoles with arch support on gait pattern in patients with multiple sclerosis. *Turk J Phys Med Rehabil*. 2018 Feb; 64(3): 261–7.
32. Chen H, Nigg BM, Hulliger M, de Koning J. Influence of sensory input on plantar pressure distribution. *Clin Biomech*. 1995 Jul; 10(5): 271–4.
33. Corbin D, Hart J, McKeon P, Ingersoll CD, Hertel J. The effect of textured insoles on postural control in double and single limb stance. *J Sport Rehabil*. 2007; 16(4): 363–72.
34. Hatton AL, Dixon J, Rome K et al. Altering gait by way of stimulation of the plantar surface of the foot: the immediate effect of wearing textured insoles in older fallers. *J Foot Ankle Res*. 2012 Apr 30; 5: 11.
35. Higgins JPT, Green S. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. Version 5.1.0 [updated March 2011]. The Cochrane Collaboration. 2011.
36. Hutton B, Catalá-López F, Moher D. La extensión de la declaración PRISMA para revisiones sistemáticas que incorporan meta-análisis en red: PRISMA-NMA. *Med Clin*. 2016 Sep 16; 147(6): 262–6.
37. Stroup DF, Berlin JA, Morton SC, Olkin I, Williamson GD, Rennie D, et al. Meta-analysis of observational studies in epidemiology: a proposal for reporting. Meta-analysis of Observational Studies in Epidemiology (MOOSE) group. *JAMA*. 2000 Apr 19; 283: 2008–12.
38. Clark HD, Wells GA, Huët C, McAlister FA, Salmi LR, Ferguson D, et al. Assessing the quality of randomized trials: reliability of the Jadad Scale. *Control Clin Trials*. 1999 Oct; 20(5): 448–52.
39. Wells GA, Shea B, O'Connell D, Peterson J, Welch V, Losos M, et al. The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for as-

- sessing the quality of nonrandomised studies in meta-analyses. Ottawa: Ottawa Hospital Research Institute; 2014.
40. Dixon J, Hatton AL, Robinson J, Gamesby-Ilyayi H, Hodgson D, Rome K, et al. Effect of textured insoles on balance and gait in people with multiple sclerosis: an exploratory trial. *Physiotherapy*. 2014 Jun; 100(2): 142–14.
 41. Hatton AL, Dixon J, Rome K, Brauer SG, Williams K, Kerr G. The effects of prolonged wear of textured shoe insoles on gait, foot sensation and proprioception in people with multiple sclerosis: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2016 Apr 21; 17(1): 208.
 42. Kalron A, Pasitselsky D, Greenberg-Abrahami M, Achiron A. Do textured insoles affect postural control and spatiotemporal parameters of gait and plantar sensation in people with Multiple Sclerosis? *PMR*. 2015 Jan; 7(1): 17–25.
 43. Kelleher KJ, Spence WD, Solomonidis S, Apatsidis D. The effect of textured insoles on gait patterns of people with multiple sclerosis. *Gait Posture*. 2010; 32(1): 67–71.
 44. Cameron MH, Nilsagard Y. Balance, gait and falls in multiple sclerosis. *Handb Clin Neurol*. 2018; 159: 237–50.
 45. Loyd BJ, Fangman A, Peterson DS, Gappmaier E, Schubert MC, Thackery A, et al. Rehabilitation to improve gaze and postural stability in people with multiple sclerosis: study protocol for a prospective randomized clinical trial. *BMC Neurol*. 2019 Jun 10; 19(1): 119.
 46. Keklicek H, Cetin B, Salci Y, Balkan AF, Altinkaynak U, Armutlu K. Investigating the dynamic plantar pressure distribution and loading pattern in subjects with multiple sclerosis. *Mult Scier Relat Disord*. 2018 Feb; 20: 186–91.
 47. Cameron MH, Lord S. Postural control in multiple sclerosis: implications for fall prevention. *Curr Neurol Neurosci Rep*. 2010 Sep; 10(5): 407–12.
 48. Doty RL, MacGillivray MR, Talab H, Tourbier I, Reish M, Davis S, et al. Balance in multiple sclerosis: relationship to central brain regions. *Exp Brain Res*. 2018 Oct; 236(10): 2739–50.
 49. Dieterich M, Brand T. The bilateral central vestibular system: its pathways, functions and disorders. *Ann N Y Acad Sci*. 2015 Apr; 1343: 10–26.
 50. 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*. 2014 Jan; 20(1): 81–90.
 51. Boudarham J, Hameau S, Zory R, Hardy A, Bensmail D, Roche N. Coactivation of lower limb muscles during gait in patients with multiple sclerosis. *PLoS One*. 2016 Jun 23; 11(6): e0158267.