

ORIGINAL

Efecto de las plantillas conformadas en pacientes con algias plantares

M.I. Vázquez Arce^a, C. Núñez-Cornejo Palomares^{b,*}, A. Pérez Torres^c,
C. Juliá Mollá^d, L. González Puig^e y C. Núñez-Cornejo Piquer^f

^aServicio de Rehabilitación y Medicina Física, Hospital Universitario La Fe, Universidad San Vicente Ferrer, Valencia, España

^bServicio de Rehabilitación y Medicina Física, Hospital de Sagunto, Valencia, España

^cServicio de Reumatología, Hospital Arnau de Vilanova, Valencia, España

^dServicio de Rehabilitación y Medicina Física, Hospital de la Malvarrosa, Valencia, España

^eServicio de Reumatología, Hospital Universitario La Fe, Valencia, España

^fServicio de Rehabilitación y Medicina Física, Hospital Universitario La Fe, Valencia, España

Recibido el 21 de abril de 2009; aceptado el 29 de septiembre de 2009

Disponible en Internet el 1 de diciembre de 2009

PALABRAS CLAVE

Metatarsalgia;
Talalgia;
Presiones plantares;
Fuerzas de reacción;
Plantillas
conformadas;
Plantillas
instrumentadas;
Pista de marcha

Resumen

Propuesta: Correlacionar alivio sintomático, presiones plantares y fuerzas de reacción durante la deambulación de pacientes afectados de algias plantares tras colocación de plantillas conformadas.

Material y métodos: Se estudiaron 35 pies afectados de metatarsalgia y 20 pies con talalgia (32 pacientes). Se utilizó la plataforma de marcha (NedAMH/Instituto de Biomecánica de Valencia [IBV]) y las plantillas instrumentadas (sistema Biofoot/IBV) de modo previo y posterior a la colocación de plantillas. Se obtuvieron las fuerzas anteroposteriores de frenado y propulsión, verticales de oscilación y despegue, y mediolaterales, así como los picos de presión máxima y presiones medias en cada zona. El dolor se valoró mediante la escala visual analógica (EVA). Se utilizó el paquete informático SPSS. 15 para el tratamiento de datos.

Resultados: Las plantillas no consiguen una marcha más rápida o más estable, pero logran aumento de frenado y de propulsión. La significativa disminución del 30% en los picos de presión del antepié se correlaciona con la oscilación, el frenado y la propulsión. Igualmente se obtiene una disminución de las presiones medias de todas las zonas, que en la zona anterior se correlaciona con la diferencia en la fuerza de despegue. La EVA mejora significativamente ($p < 0,001$), pasa de 67,4 a 32,2. En metatarsalgias, la variación de la EVA se correlaciona con los cambios en los picos de presión del retropié, el despegue y la propulsión. En las talalgias, también se relaciona con los cambios de presiones del antepié y el retropié y las variaciones en todas las fuerzas de reacción.

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: claudianucor@comv.es (C. Núñez-Cornejo Palomares).

KEYWORDS

Metatarsal pain;
Heel pain;
Plantar pressures;
Reaction forces;
Custom-made insoles;
Instrumented insoles;
Walking platform

Conclusión: Las plantillas logran una disminución efectiva de las presiones máximas del antepié en las metatarsalgias y del retropié en las talalgias, con aumento de las fuerzas de frenado y propulsión y una mejoría significativa de la EVA.

© 2009 Elsevier España, S.L. y SERMEF. Todos los derechos reservados.

Effect of custom-made insoles in patients with plantar pain**Abstract**

Proposal: To correlate symptomatic relief, plantar pressures and ground reaction forces during ambulation in patients with painful plantar feet after placement of custom-made insoles.

Material and methods: We studied 35 feet affected by metatarsalgia and 20 feet with painful heels (32 patients). We used a walking platform (NEDAMH/IBV) and instrumented insoles (Biofoot/IBV system) pre-and-post placement of custom-made insoles. Anteroposterior braking forces and propulsion, swing and vertical takeoff and mediolateral and peak maximum pressure (MP) and medium pressure (Pm) were obtained in each area. Pain was evaluated with the visual analogical scale (VAS). The SPSS software package 15 for data processing was used.

Results: Insoles do not help to achieve a faster walk, or more stability, but they do achieve greater braking and propulsion forces. The significant decrease of 30% in forefoot peak pressures obtained is correlated with the swing, brake and propulsion forces. There is also a decrease in the average pressures for all areas, in which the forefoot's mean pressure is correlated with the take-off force's difference. Patients reported a significant relief of pain ($p < 0.001$), in which the VAS significantly improved, changing from 67.4 to 32.2. In the metatarsalgias, the VAS variation correlates with the changes of the rearfoot pressure peaks, takeoff and propulsion. In painful heels, there is also a relationship between the pressures changes of the in the forefoot and heel and the variations in all ground reaction forces.

Conclusion: Insoles achieve an effective reduction of peak pressures values in the forefoot metatarsalgias, and in the heel in painful heels, with an increase of brake and propulsion forces and a significant improvement in the VAS. The differences obtained in the VAS after the use of insoles maintained different correlations in metatarsalgias and painful heels, in peak pressures changes and in ground reaction forces variations.

© 2009 Elsevier España, S.L. and SERMEF. All rights reserved.

Introducción

La sobrecarga de los tejidos blandos del pie por un aumento excesivo de la presión soportada por éstos es causa habitual de dolor en estas zonas de carga¹. Habitualmente, se recurre a la colocación de plantillas para intentar un alivio sintomático en estos pacientes afectados de algias plantares. Mediante las plantillas instrumentadas, es posible determinar la distribución de las presiones durante la marcha, el tipo de apoyo que se realiza, dónde aparecen los picos de presión máxima (PM) (como fuente potencial de dolor, úlceras o callosidades) y el área que es preciso descargar, y todo ello en condiciones cotidianas, durante la marcha y con su calzado habitual.

Se ha discutido mucho en la bibliografía médica sobre el beneficio sobreañadido de realizar las plantillas de modo personalizado y conformado para cada paciente¹ y, aunque hay autores que obtienen mejores resultados al elaborar las plantillas con ayuda del estudio de las presiones^{2,3}, realmente los datos difieren mucho de unos autores a otros, en parte, por el tipo de pacientes estudiado. Hawke et al⁴, en una reciente revisión para la Cochrane, concluyen que existe una "evidencia limitada" sobre el efecto de las plantillas conformadas en las fascitis plantares o las

metatarsalgias, teniendo una eficacia probada en los pies cavos. En un estudio anterior⁵, utilizando el sistema Biofoot/ Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) de plantillas instrumentadas, se ha constatado un alivio sintomático en los pacientes afectados de algias plantares mediante la colocación de plantillas conformadas con *pads* metatarsales. La disminución objetiva de los picos de presión obtenida era similar a lo referido por otros autores, aunque describían un efecto desigual sobre la percepción de dolor⁶⁻⁸. Igualmente, se ha establecido la utilidad de la pista de marcha para detectar las variaciones en las fuerzas de reacción durante el apoyo en las afecciones de rodilla⁹⁻¹³. Nos proponemos evaluar la correlación entre los cambios en el patrón de marcha objetivados mediante las plantillas instrumentadas y las posibles variaciones en las fuerzas de reacción al apoyo, detectadas por la pista de marcha, tras la colocación de plantillas conformadas.

Material y métodos

Se han estudiado 55 pies de 32 pacientes afectados de dolor plantar, de diferente etiología, remitidos a la unidad de

rehabilitación reumatológica durante el año 2008. De ellos, 35 presentaban dolor en el antepié tipo metatarsalgia (54,7%) y 20 se encontraban afectados de dolor en el mediopié o en el retropié, agrupados como talalgias (31,2%). Únicamente en 9 pacientes (14,1%), el pie contralateral no era doloroso.

En todos los casos se realizó valoración médica, exploración clínica y evaluación del dolor mediante la escala visual analógica (EVA) graduada de 0 a 100. Ninguno precisaba ortesis ni bastón para deambular. No presentaban alteraciones sensitivas ni úlceras por presión. Se realizó un doble estudio mediante plantillas instrumentadas y pista de marcha, previo a la colocación de plantillas y una vez colocada la plantilla, para valorar la sensibilidad a los cambios de ambos instrumentos de medida.

El estudio mediante plantillas se efectuó introduciendo en el calzado habitual de los pacientes las plantillas instrumentadas del sistema Biofoot/IBV. Este sistema permite un estudio de las presiones en la interfaz pie-calzado, midiendo las presiones dinámicas dentro del calzado durante la marcha, a la cadencia habitual del paciente. Las plantillas, de varios tamaños, contienen 64 sensores cerámicos piezoeléctricos, de 5 mm de diámetro, que registran las presiones sufridas durante la marcha en los diferentes puntos y envían 4 señales por cada ortesis a un ordenador por vía telemétrica. El *software* incorporado configura y analiza los diferentes parámetros útiles para el usuario. La duración de la medida es de 3-4 s, según el espacio disponible, recogiendo 3 o 4 apoyos.

Para el estudio, el pie se divide en 5 regiones: externa, interna, retropié, mediopié y antepié. En cada pisada se ha recogido el valor del pico de presión más elevado y la zona en que éste se produce, correspondiente a la presión máxima (PM) recogida por un sensor durante el apoyo. Cuando el pico de presiones coincidía en dos zonas, se ha considerado la que presentaba mayor presión media (Pm). Igualmente, se recogen estos valores de Pm de cada zona como expresión de toda la presión soportada en el área y su duración (medidos en kilopascals, $1 \text{ kPa} = 1/98 \text{ kg cm}^2$) y la integral de la fuerza-tiempo. También es posible conocer el tiempo de apoyo de cada pisada medida en segundos y la cadencia o número de pasos por minuto. A los pacientes se les realizaron dos mediciones de 4 s por sesión, analizándose entre 6 y 8 pisadas. El patrón de presiones obtenido contribuyó a la elaboración en ortopedia de las diferentes plantillas de descarga semirrígidas y con los *pads* necesarios para modificar el apoyo.

Para determinar los parámetros cinéticos de marcha, se utilizó la plataforma dinamométrica (NedAMH/IBV), desarrollada por el IBV, que mediante cuatro transductores permite un registro de fuerzas en las tres direcciones del espacio: anteroposterior (Fx, que valora la fuerza de frenado y propulsión), vertical (Fz, que evalúa la fuerza de oscilación y despegue) y mediolateral (Fy), así como la morfología de las fuerzas en estos tres planos del espacio. Dos barreras de fotocélulas establecen la velocidad de la marcha. Las valoraciones sobre la plataforma se realizaron con los pacientes calzados con su zapato habitual, obteniéndose un registro completo de un paso realizado con el pie derecho o el izquierdo durante su fase de apoyo. Se obtuvo un mínimo de 3 mediciones para cada miembro inferior en cada paciente, procurando un adecuado nivel de regularidad

(>85%) y eliminando las mediciones erróneas. Se valoraron los parámetros iniciales comparándolos con los obtenidos tras la colocación de las plantillas. Para la correlación entre ambos estudios se generaron nuevas variables para trabajar no ya con los valores absolutos, sino con los cambios experimentados en las diferentes variables, expresados como la diferencia entre el valor inicial y final. El tiempo medio entre ambas mediciones fue de 80,7 días, dada la dificultad para acoplar las plantillas, que precisaron varias correcciones.

Estudio estadístico

Los datos fueron procesados mediante el programa SPSS (versión 15.0. Chicago), realizándose un descriptivo general con los valores medios y las desviaciones típicas, ANOVA y test de Kruskal-Wallis para comparar los parámetros de presión y las variables de cada grupo. Los datos se expresaron en medias y sus intervalos de confianza al 95%. La comparación entre medias se realizó mediante t-test para las variables normales y test de Wilcoxon para las de distribución no normal. La correlación entre las diferentes variables se evaluó mediante el coeficiente de correlación de Spearman. El nivel de significación estadística se estableció en un valor de $p < 0,05$.

Resultados

Se determinó un predominio del sexo femenino (76,6%) y diferencias por sexo en la edad media de los pacientes ($59,8 \pm 9$ años para los hombres y $53,0 \pm 10$ años para las mujeres), en el peso ($84 \pm 11 \text{ kg}$ y $71 \pm 14 \text{ kg}$, respectivamente) y en la talla de los pacientes (169 cm para los hombres y 158 cm para las mujeres). La percepción de la EVA no mostró diferencias significativas por sexo (56 ± 29 y 68 ± 14).

En condiciones basales, la marcha realizada fue lenta, con una velocidad de 0,93 m/s, existiendo ligeras diferencias en el tiempo de apoyo según la medición fuera obtenida con las plantillas instrumentadas o la pista de marcha. La diferencia de apoyo valora la desigualdad en el tiempo de apoyo entre ambos pies de un mismo paciente. Estos parámetros no variaron de modo significativo con el tratamiento instaurado, pero la percepción de mejoría evaluada mediante EVA fue muy significativa y más acentuada en las talalgias (EVA final: 30) que en las metatarsalgias (EVA final: 38) (tabla 1).

En situación basal, los picos de PM se recogieron en la zona interna-antepié y las mayores Pm en el retropié. No se registraron picos de presión en el mediopié y no existieron diferencias por lateralidad entre el pie derecho y el izquierdo. Tras la colocación de las plantillas, se observó una disminución de los picos de PM en todas las zonas, siendo la diferencia de la PM (DPM) significativa en el antepié. De igual modo, se ha obtenido una disminución global de todas las Pm. Al evaluar las presiones considerando las diferentes patologías, este patrón se mantuvo en los pacientes afectados de metatarsalgia. La colocación de las plantillas conformadas y con barra metatarsal produjo una disminución de las PM del antepié, logrando un alivio significativo y sintomático, con una descarga global de todas las zonas sin sobrecargar ninguna (tabla 2).

Tabla 1 Características de la marcha antes y tras la colocación de las plantillas

	Plantillas instrumentadas			Pista de marcha		EVA
	Tiempo de apoyo (s)	Diferencia de apoyo (s)	Cadencia (pasos/min)	Tiempo de apoyo (s)	Velocidad (m/s)	
Pretratamiento	0,69±0,1	0,10±0,10	109,2±19	0,74±0,08	0,93±0,1	67,4±17
Postratamiento	0,67±0,1	0,08±0,06	109,5±9	0,76±0,08	0,94±0,1	32,2±22
Valor p	ns	ns	ns	ns	ns	<0,001

EVA: escala visual analógica; ns: no significativo.

Tabla 2 Metatarsalgia. Presiones máximas y medias (kPa) de cada zona, antes y tras la colocación de plantillas

Zonas	Presión máxima previa	Presión máxima posterior	% de variación	Valor p	Presión media previa	Presión media posterior	% de variación	Valor p
Externa	1.037,0	948,4	-9	ns	143,7	78,0	-46	<0,001
Interna	2.240,5	1.527,6	-32	ns	145,8	139,3	-4	ns
Retropié	1.010,0	418,2	-59	ns	281,2	153,0	-46	<0,001
Mediopié	-	-	-	-	83,8	32,6	-61	<0,05
Antepié	1.730,3	1.208,1	-30	<0,001	185,1	147,5	-20	<0,05

-: no valorable; ns: no significativo.

Tabla 3 Talalgia. Presiones máximas y medias (kPa) de cada zona, antes y tras la colocación de plantillas

Zonas	Presión máxima previa	Presión máxima posterior	% de variación	Valor p	Presión media previa	Presión media posterior	% de variación	Valor p
Externa	720,7	965,0	+34	ns	161,4	85,7	-47	<0,001
Interna	1.937,1	1.286,0	-34	ns	204,3	151,5	-26	<0,05
Retropié	1.482,1	780,6	-47	<0,05	366,9	215,5	-41	<0,001
Mediopié	-	-	-	-	50,6	34,1	-33	<0,05
Antepié	1.518,8	1.510,4	-0,5	ns	240,7	155,4	-35	<0,01

-: no valorable; ns: no significativo.

En los pacientes con talalgia también se apreció sobrecarga de la zona interna-antepié, con picos de PM algo menores que en las metatarsalgias. En estos pacientes, las plantillas estuvieron destinadas a descargar el retropié doloroso, esperando obtener una mejoría clínica, lo que se consiguió de modo significativo. En lo referente a las Pm recogidas, se logró igualmente la descarga en todas las zonas (tabla 3).

Los datos obtenidos con la pista de marcha se refieren en la tabla 4. Junto con los valores absolutos de las fuerzas, se ha establecido su porcentaje respecto a la normalidad comparada con la base de datos del Instituto de Biomecánica con personas sanas de igual edad y sexo. Todas las fuerzas se encontraron en valores próximos a la normalidad ($\pm 100\%$). Tras la colocación de plantillas se observó un aumento de los valores absolutos de las fuerzas de frenado y de propulsión y los valores relativos de frenado. No se apreciaron cambios en las morfologías de las fuerzas. Este patrón se mantuvo en las metatarsalgias, pero no así pacientes afectados de talalgias, en los que no se observaron cambios en las fuerzas de reacción estudiadas.

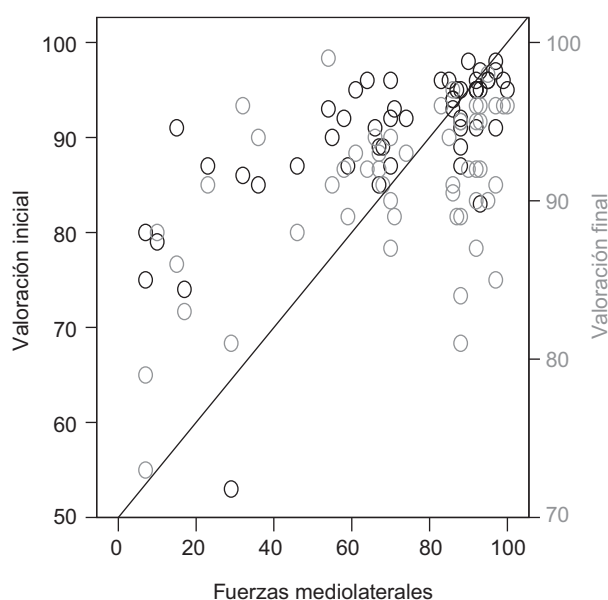
La estabilidad en la marcha puede evidenciarse, al menos parcialmente, mediante las fuerzas mediolaterales de apoyo. Las plantillas no lograron una mayor estabilidad en la marcha, sin cambio significativo en estas fuerzas mediolaterales, que se mantuvieron alejadas de los valores de normalidad (69%). Tampoco se apreciaron cambios significativos en la valoración global como medida de la discapacidad a la marcha del paciente, que se mantuvo en torno al 90% (normal) y presentó una fuerte correlación con la variación en las fuerzas mediolaterales, tanto con la valoración inicial ($r=0,678$; $p<0,001$) como con la valoración final ($r=0,810$; $p<0,001$) (fig. 1). Posiblemente, la escasa sensibilidad de la pista de marcha para detectar variación en las fuerzas mediolaterales tras la colocación de las plantillas haga que la variación global final no varíe de modo significativo, aunque el paciente realice una marcha más confortable y menos dolorosa.

En el conjunto de pacientes, las PM obtenidas en cada zona del pie no mantuvieron correlación con el resto de las variables. Sin embargo, al analizar el cambio experimentado en estas presiones al colocar las plantillas (la DPM), en la

Tabla 4 Fuerzas recogidas en la plataforma de marcha antes y después de la colocación de plantillas

Fuerza	Pretratamiento	Postratamiento	Valor de p
De frenado	0,129–108%	0,148–119%	<0,001–<0,001
De propulsión	0,151–110%	0,158–113%	<0,05–ns
De despegue	1,064–97%	1,071–97%	ns–ns
De oscilación	0,82–106%	0,83–107%	ns–ns
Mediolaterales (%)	69,5±27	66,4±25	ns–ns
Anteroposteriores (%)	78,8±15	79,7±13	ns
Verticales (%)	84,7±13	85,6±8	ns
Valoración global (%)	90,3±7	90,8±5	ns

Valores absolutos normalizados por el peso de los pacientes y sus valores relativos referentes al 100% de normalidad en sujetos sanos.

**Figura 1** Correlación de Spearman entre las fuerzas mediolaterales y la valoración global de la marcha.

zona del antepié se correlacionaba con las fuerzas de frenado, propulsión, oscilación y las diferencias en el despegue ($p<0,05$). Igualmente, la disminución de las Pm de esta zona, también se correlacionaban con la variación experimentada en el despegue ($p<0,01$). Así pues, las fuerzas de reacción no se relacionaron con los valores de PM ni de Pm, sino con los cambios experimentados en éstas tras el tratamiento, y sólo en el antepié, donde estos cambios son significativos. Ni la EVA ni las diferencias observadas en la EVA (DEVA) conservaron relación con las fuerzas de reacción al apoyo estudiadas.

Estas correlaciones entre las variables de ambos estudios varían si se divide a los pacientes en función del diagnóstico. En las metatarsalgias, la colocación de plantillas logró aumentar la fuerza de frenado y propulsión ($p<0,05$) y, específicamente, la descarga de la Pm del antepié se relacionó con un aumento del despegue. En los pacientes en los que se objetivaron las máximas presiones en el retropié, posiblemente como mecanismo de autodefensa frente al dolor, la variación lograda en estas presiones mediante las plantillas (la DPM) se correlacionó con la EVA y las DEVA. Las DEVA, tras la colocación de las plantillas, se

correlacionaban pues con el cambio de las PM recogidas en el retropié ya referidas y las diferencias obtenidas en las fuerzas de propulsión y despegue (tabla 5).

En los pacientes con talagia no se mantuvo el aumento de las fuerzas de frenado ni de propulsión. Tanto las PM como las DPM conservaron relación con la variación en el despegue si la zona de sobrecarga era la interna o con el frenado cuando estas máximas presiones existían en el retropié ($p<0,01$). Por tanto, el alivio de la presión soportada en el retropié de un paciente con talagia conlleva el aumento de la fuerza de frenado, y la descarga de la PM de la zona interna influye en el despegue. Respecto a la EVA y a su variación, se correlacionan con todas las variaciones de las fuerzas de reacción, tanto si las PM recaían en el retropié como en el antepié ($p<0,01$) (tabla 6).

Discusión

En un estudio previo⁵ se había constatado que mediante las plantillas instrumentadas era posible detectar cambios en las PM y las Pm de cada zona del pie tras la colocación de plantillas conformadas. Dado que algunos pacientes presentaban dolor en el retropié, se planteó si este dolor influiría en la fuerza de frenado o si la metatarsalgia haría variar la fuerza de despegue o la de propulsión. Igualmente, se planteó si al aumentar la superficie de apoyo mediante las plantillas, podía lograrse una marcha más rápida o de mayor estabilidad, con variación en las fuerzas mediolaterales. Por ello, tras la correcta adecuación de las plantillas a los pacientes y la disminución subjetiva del dolor, se realizó un estudio combinado de presiones plantares con la pista de marcha para conocer el grado de sensibilidad a los cambios experimentados en la deambulación.

Tanto las plantillas instrumentadas como la pista de marcha coinciden en la escasa variación en los parámetros generales de marcha, tales como tiempo de apoyo, velocidad o cadencia tras la colocación de plantillas. El tiempo medio de apoyo en situación basal es de 690 ms medido con plantillas instrumentadas y de 740 ms en la pista de marcha, inferior a lo obtenido en pacientes con artrosis de rodilla (780 ms)^{9,10}. Martínez Nova et al¹⁴ dan como referencia en sujetos normales un apoyo de 800 ms, pero sin embargo, otros estudios dan valores sensiblemente menores, más acordes con nuestros resultados^{15,16}. Estas diferencias pueden mantener relación también con los diferentes ritmos exigidos a los pacientes por los

Tabla 5 Metatarsalgia. Correlaciones entre las variables tras la colocación de las plantillas

Variable	Variable	Coefficiente de Spearman	Valor de p
Diferencia de la EVA	Diferencia de fuerza de propulsión	-0,547	<0,05
Diferencia de la EVA	Diferencia de fuerza de despegue	-0,545	<0,05
Diferencia de la EVA	Diferencia de presión máxima del retropié	-	<0,01
Diferencia de la presión media del antepié	Diferencia de fuerza de despegue	-0,633	<0,001
Diferencia de fuerza de despegue	Diferencia de fuerza de propulsión	0,524	<0,01
Fuerza de mediolaterales	Diferencia de presión de la zona externa	0,435	<0,05

EVA: escala visual analógica.

Tabla 6 Talalgia. Correlaciones entre las variables tras la colocación de plantillas

Variable	Variable	Valor de p
Diferencia de la EVA	Diferencia de fuerza de propulsión	<0,01
Diferencia de la EVA	Diferencia de fuerza de despegue	<0,01
Diferencia de la EVA	Diferencia de fuerza de frenado	<0,01
Diferencia de la EVA	Diferencia de fuerza de oscilación	<0,01
PM y diferencia de la PM del retropié	Diferencia de fuerza de frenado	<0,01
PM y diferencia de la PM en la zona interna	Diferencia de fuerza de despegue	<0,01

EVA: escala visual analógica; PM: presión máxima.

realizadores de las pruebas. La colocación de las plantillas, aunque alivia la molestia, no hace variar este tiempo de apoyo de modo significativo.

El paso se hace algo más simétrico, ya que la asimetría de apoyo (diferencia de apoyo) entre el pie derecho y el izquierdo inicial de 100 ms (no significativa) disminuye a 80 ms tras la colocación de las plantillas, aunque esta mejora no tiene valor estadístico. Por otra parte, la cadencia de 111,2 pasos por minuto es ligeramente superior a la considerada normal (105,7 pasos por minuto)¹⁴, pero tampoco existen cambios significativos con las plantillas. Por tanto, las plantillas no consiguen un paso más rápido, manteniendo una velocidad lenta, similar a lo descrito por otros autores¹⁷. Dado que la velocidad puede influir en la distribución de las presiones plantares, al no producirse un cambio en ésta, se elimina esta variable cuya influencia real está en discusión^{14,18,19}. Respecto a las presiones, aunque existen diferencias entre el pie izquierdo y el derecho, estas diferencias no son significativas, por lo que nuestro estudio difiere de lo encontrado por Brown et al²⁰, que señalan que la mitad de sus pacientes presentaban asimetrías significativas en las presiones derechas-izquierdas. VanZant et al¹⁵ no encontraban diferencias entre sexos y sólo diferencias puntuales de determinadas presiones por zonas entre ambos pies.

Los pacientes referían una clara mejoría sintomática, con diferencias significativas en la EVA antes y después de la

utilización de las plantillas, algo superior para la talalgias que las metatarsalgias, sin relación con el resto de las variables del estudio si analizamos a los pacientes en conjunto. De cualquier modo, mediante nuestro estudio se pone de manifiesto la dificultad real de adaptar correctamente las plantillas a cada enfermo, requiriendo en ocasiones hasta 4 o 5 modificaciones sucesivas para lograr una correcta disminución de presiones que conlleve el alivio sintomático al reducir la presión sobre los tejidos.

Separados por patologías, en los pacientes con metatarsalgia, mediante las plantillas instrumentadas, hemos objetivado una disminución del 30% en estos picos de PM y del 20% en la Pm del antepié, superior a lo obtenido por Bus et al⁸ (16%) o Kang et al²¹ (entre el 11,8 y el 22%). Al existir diferencias según el calzado y las características anatómicas y biomecánicas de los pacientes, consideramos que es preferible realizar la medición con los zapatos habituales^{14,16}. Dado que en cada registro sólo se ha recogido el pico de PM de una zona para ver su evolución concreta tras la colocación de plantillas, la media final calculada sólo hace referencia a estos picos específicos, y presenta valores más elevados que otras series. Por este motivo, dado que en el mediopié no suelen presentarse los valores más elevados de picos de presión, no se han recogido registros de esta zona. Esta disminución de la Pm en el metatarso, descargando de modo significativo la zona, no conlleva sobrecarga de ninguna otra y se correlaciona fuertemente con el aumento de la fuerza de despegue valorada mediante la pista de marcha ($r=0,633$; $p<0,001$). Así pues, la descarga de la zona dolorosa conllevaría un mejor despegue del pie, lo que a su vez se relaciona con la percepción dolorosa. El valor de la DEVA (EVA inicial-EVA final) referida por estos pacientes se relaciona con la variación en la fuerza de propulsión y despegue, siendo posible asociar ese mayor empuje del antepié al alivio referido, mejorando las dos fuerzas que se realizan sobre esta zona. Kang et al²¹ obtienen una buena correlación entre el cambio de la EVA (la DEVA) y el cambio experimentado en los picos de PM (la DPM) en estos pacientes. En otras patologías más complejas, como en la artritis reumatoide, los pacientes responden sólo parcialmente a la disminución de presiones, ya que en la percepción del dolor influirían otros factores^{4,22}. Postema et al²³ no obtienen esta disminución del dolor al reducir las PM plantares.

En las talalgias se produce una disminución muy significativa de estos picos de PM en el retropié (un 47%), aunque en estos casos, el alivio se logra redistribuyendo la presión a la zona externa, difiriendo de otros estudios que sobrecargan la

zona del mediopié⁸. En nuestro estudio se recogen valores muy elevados de PM, superiores a los recogidos en otros estudios^{6,7,8,14}. La EVA mantiene relación tanto con la disminución de PM recogidas como con las variaciones de las fuerzas de reacción. En los pacientes con talalgia, la pista de marcha no encuentra diferencias en los valores absolutos de las fuerzas de reacción tras la colocación de las plantillas, no aumentando la fuerza de frenado a pesar de ser menos dolorosa la zona del retropié. Sin embargo, la variación de las PM de esa zona (la DPM) se correlaciona con el frenado ($p < 0,01$), al igual que la descarga de la zona interna lo hace con el despegue ($p < 0,01$).

Conclusiones

Las plantillas instrumentadas se muestran como una herramienta muy útil para conformar adecuadamente las plantillas en los diferentes padecimientos del pie. Las plantillas elaboradas con estudio de presiones logran una disminución efectiva de la sobrecarga del pie en las metatarsalgias del antepié y del retropié en las talalgias, con aumento de las fuerzas de frenado y propulsión y una mejoría significativa en la EVA.

Las DEVA tras el uso de plantillas mantienen diferentes correlaciones en las metatarsalgias y talalgias, tanto con los cambios de presión (la DPM) como con las variaciones en las fuerzas de reacción.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Novak P, Burger H, Tomsic M, Marincek C, Vidmar G. Influence of foot orthoses on plantar pressures, foot pain and walking ability of rheumatoid arthritis patients-a randomised controlled study. *Disabil Rehabil*. 2008;21:1-8.
- Martínez Assucena A, Sánchez Ruiz MD, Barrés Carsí M, Pérez Lahuerta C, Guerrero Alonso A, Soler Gracia C. Un nuevo método de evaluación diagnóstica y terapéutica de las patologías del pie basado en las plantillas instrumentadas Biofoot/IBV. *Rehabil (Madr)*. 2003;37:240-51.
- Owing TM, Woerner JL, Frampton JD, Cavanagh PR, Botek G. Custom therapeutic insoles based on both foot shape and plantar pressure measurement provide enhanced pressure relief. *Diabetes Care*. 2008;31:839-44.
- Hawke F, Burns J, Radford JA, Du Toit V. Custom-made foot orthoses for the treatment of foot pain. *Cochrane Database Syst Rev*. 2008;16:CD006801.
- Vázquez Arce MI, Alcañiz Alberola M, Núñez-Cornejo Palomares C, Juliá Mollá C, Núñez-Cornejo Piquer C. Evaluación de las algias plantares mediante estudio de la marcha. *Jornadas de Rehabilitación de la Sociedad Valenciana de Rehabilitación y Medicina Física*. Alicante: 2009.
- Hsi WL, Kang JH, Lee XX. Optimum position of metatarsal pad in metatarsalgia for pressure relief. *Am J Phys Rehabil*. 2005;84:514-20.
- Hastings MK, Mueller MJ, Pilgram TK, Lott DJ, Commean PK, Johnson JE. Effect of metatarsal pad placement on plantar pressure in people with diabetes mellitus and peripheral neuropathy. *Foot Ankle Int*. 2007;28:84-8.
- Bus SA, Ulbrecht JS, Cavanagh PR. Pressure relief and load redistribution by custom-made insoles in diabetic patients with neuropathy and foot deformity. *Clin Biomech*. 2004;19:629-38.
- Núñez-Cornejo Piquer C, Juliá Moyá C, Vázquez Arce MI. El paso en la artrosis de rodilla. *Rev Sociedad Val Reuma*. 2008;2:17-20.
- Vázquez Arce MI, Núñez-Cornejo Piquer C, Juliá-Moyá C. Valoración clínica e instrumental en la artrosis de rodilla. En prensa. *Rehabil*; Madrid.
- Chaler Vilaseca J, Garreta Figuera R, Müller B. Técnicas instrumentales de diagnóstico y evaluación en rehabilitación: estudio de la marcha. *Rehabilitación (Madr)*. 2005;39:305-14.
- Cortés Fabregat A, Hernández Royo A, Almajano Martínez S, Izquierdo Puchol A, Ortolá Pastor MD. Eficacia del tratamiento de la gonartrosis con ácido hialurónico intraarticular. Valoración funcional basada en parámetros cinéticos. *Rehabilitación (Madr)*. 2001;35:195-201.
- Cortés Fabregat A, Izquierdo Puchol A, Ortolá Pastor MD, Almajano Martínez S, Hernández Royo A, Vicent Lluch A. Tratamiento de la gonartrosis con ácido hialurónico intraarticular. Valoración funcional de la marcha a los seis meses de tratamiento. *Rehabilitación (Madr)*. 2004;38:122-8.
- Martínez Nova A, Pascual Huerta J, Sánchez Rodríguez R. Cadence, age, and weight as determinants of forefoot plantar pressures using the Biofoot in shoe system. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2008;98:302-10.
- VanZant RS, Mc Poil TG, Cornwall MW. Symmetry of plantar pressures and vertical forces in healthy subjects during walking. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2001;91:337-42.
- Barnett S, Cunningham JL, West S. A comparison of vertical force and temporal parameters produced by an in-shoe pressure measuring system and a force platform. *Clin Biomech*. 2001;16:353-7.
- Mueller MJ, Lott DJ, Hastings MK, Commean PK, Smith KE, Pilgram TK. Efficacy and mechanism of orthotic devices to unload metatarsal heads in people with diabetes and history of plantar ulcers. *Phys Ther*. 2006;86:833-42.
- Mueller MJ, Hastings MK, Commean PK, Smith KE, Pilgram TK, Robertson D, et al. Forefoot structural predictors of plantar pressures during walking in people with diabetes and peripheral neuropathy. *J Biomech*. 2003;36:1009-17.
- Burnfield JM, Few CD, Mohamed OS, Perry J. The influence of walking speed on footwear on plantar pressures in older adults. *Clin Biomech*. 2004;19:78-84.
- Brown D, Wertsch JJ, Harris GF, Klein J, Janisse D. Effect of rocker soles on plantar pressures. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85:81-6.
- Kang JH, Chen MD, Chen SC, Hsi WL. Correlations between subjective treatment responses and plantar pressure parameters of metatarsal pad treatment in metatarsalgia patients: A prospective study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2006;7:95-101.
- Hodge MC, Bach TM, Carter GM. Novel Award First Prize Paper. Orthotic management of plantar pressure and pain in rheumatoid arthritis. *Clin Biomech*. 1999;14:567-75.
- Postema K, Burm PE, Zande ME, Limbeek J. Primary metatarsalgia: The influence of a custom moulded insole and a rocker bar on plantar pressure. *Prosthet Orthot Int*. 1998;22:35-44.