

CALZADO INESTABLE Y PRESIÓN PLANTAR.

REVISIÓN DE LA LITERATURA Y ESTUDIO CON ENCUESTA

EN UNA MUESTRA DE LA CIUDAD DE VALENCIA

Jaime Gascó López de Lacalle¹, Cecili Macián Romero², Ana Isabel Soler Forés³.

1. Diplomado en Podología, Fisioterapia y Enfermería. Doctorando en Enfermería. Universidad de Valencia.
2. Profesor Colaborador. Director de la Clínica Podològica de la Universitat de València.
3. Diplomada en Podología. Universidad de Valencia.

CORRESPONDENCIA
Clínica Podològica
de la Universitat de València

CALZADO INESTABLE Y PRESIÓN PLANTAR.
REVISIÓN DE LA LITERATURA Y ESTUDIO
CON ENCUESTA EN UNA MUESTRA DE LA
CIUDAD DE VALENCIA

RESUMEN

En los últimos años, se han diseñado varios calzados inestables como herramientas funcionales o terapéuticas. El principal objetivo del diseño de este calzado es mejorar el equilibrio y reeducar la postura corporal, exponiendo al pie a una inestabilidad intrínseca en la suela del calzado. Los patrones de marcha y la distribución de la presión plantar cambian cuando se camina con calzado inestable comparado con un calzado con suela normal. La principal diferencia en los patrones de la marcha es un incremento del movimiento de dorsiflexión en el contacto inicial del pie, seguido de un continuo movimiento de plantaflexión. Dada la escasa literatura científica publicada acerca de este tipo de calzado y de su incidencia en la presión plantar, se plantea realizar este estudio. Los resultados obtenidos en la encuesta de este estudio coinciden en que este tipo de calzado es en general desconocido para la población y muy poco empleado (únicamente un 4 % de los encuestados). Igualmente resulta interesante remarcar que se desconocen los posibles efectos terapéuticos de los mismos, y la aplicación de este calzado para tratar patologías de los pies, rodilla y cadera. Son necesarios más estudios con este tipo de calzado para poder determinar las posibles aplicaciones terapéuticas de los mismos.

PALABRAS CLAVE

Pie, baropodometría, Biofoot®, presión plantar, calzado inestable, diabetes mellitus.

ABSTRACT

In the last years, several unstable footwear like functional or therapeutic tools has been designed. The main objective of the design of this footwear is to improve the balance and to re-educate the corporal position, exposing on the foot to an intrinsic instability in the sole of the footwear. The gait patrons and the distribution of the plantar pressure change when he walks himself with compared unstable footwear with a footwear with normal sole. The main difference in the patterns of the gait is an increase of the movement of dorsiflexión in the initial contact of the foot, followed of a continuous movement of plantaflexión. Given little published scientific literature about this type of footwear and its incidence in the plantar pressure, one considers to make this study. The results obtained in the survey of this study agree in which this type of footwear is in general unknown for the population and very little employee (solely a 4% of the polled). Also it turns out interesting to notice that the possible therapeutic effects of such are not known, and the application of this footwear to deal with pathologies the feet, knee and hip. More studies with this type of footwear to be able are necessary to determine the possible therapeutic applications of such.

KEY WORDS

Foot, baropodometria, Biofoot®, pressure planting, unstable footwear, diabetes mellitus.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de las presiones en el pie normal permite comparar los valores de referencia con las presiones de sujetos con patología y comprender la fisiopatología de las alteraciones y deformidades del pie. De este modo también pueden comprobarse tratamientos efectuados, tanto ortésicos, como qui-

rúrgicos o rehabilitadores. El avance de la tecnología informática ha hecho posible el desarrollo de sistemas que permiten analizar las presiones plantares con el paciente calzado y que interfieren mínimamente en la deambulaci3n normal. La baropodometría es un método de exploraci3n de las presiones plantares, mediante el uso de dispositivos electr3nicos. La exploraci3n baropodométrica permite conocer la distribuci3n de presiones en la huella plantar y cuantificar la transmisi3n de cargas en el pie¹.

Las funciones de las extremidades inferiores y del pie durante la marcha, han sido analizadas desde diversas perspectivas. En este sentido, el análisis de la evolución y patrón de presión plantar, ha sido empleado para identificar las magnitudes a las cuales están sometidas diferentes zonas anatómicas del pie, ya que la distribución de estas presiones a lo largo del pie, y la progresión del punto de aplicación son factores que determinan la aparición de lesiones. Estudios anteriores han evaluado las presiones plantares normales y analizado el efecto que el peso, cadencia y/o la edad pudieran tener en las magnitudes de presión, ya que este análisis de la presión plantar es útil en la evaluación del riesgo de ulceración plantar en pacientes con neuropatías periféricas que en presencia de deformidades generan hiperpresiones plantares susceptibles de ulceración. Además, estas diferencias en el patrón de presión no son únicamente consecuencia del patrón de marcha, sino que factores como la edad, el calzado o la velocidad de la marcha también son premisas que influyen en el patrón de presión plantar².

En los últimos años, se han diseñado varios calzados inestables como herramientas funcionales o terapéuticas. Un ejemplo es el desarrollado por Masai Barefoot Technology © (MBT), el cuál fue el primer calzado inestable producido y comercializado a gran escala. El principal objetivo del diseño de este calzado es mejorar el equilibrio y reeducar la postura corporal, exponiendo al pie a una inestabilidad intrínseca en la suela del calzado. Esta constante inestabilidad, presumiblemente entrena las pequeñas unidades miotendinosas y consecuentemente mejora el equilibrio y el control postural. Los calzados para andar y para otras actividades que requieren movimiento, se fabrican para aportar estabilidad al usuario. A menudo, usando estos calzados "estables", los músculos que podrían contribuir a la estabilidad estática y dinámica, pueden debilitarse debido a pocas solicitudes sobre los mismos. Los dispositivos de entrenamiento inestables son frecuentemente utilizados para compensar los efectos de esta falta de entrenamiento, mejorando la fuerza y propiocepción en tobillos y rodillas³.

Los patrones de marcha y la distribución de la presión plantar cambian cuando se camina con calzado inestable comparado con un calzado con suela normal. La principal diferencia en los patrones de la marcha es un incremento del movimiento de dorsiflexión en el contacto inicial del pie, seguido de un continuo movimiento de plantarflexión los cuales alteran la actividad del tibial anterior y de los gemelos durante la marcha⁴.

Otro aspecto importante es el uso de este calzado en patologías como la diabetes mellitus. Se han realizado diversos estudios en los que se ha evaluado la incidencia de este calzado en el entrenamiento de las funciones sensoriomotoras y la posible mejoría de las mismas, así como una redistribución de las cargas plantares. Igualmente realizando un entrenamiento durante varias semanas con este calzado en pacientes diabéticos, se han observado modificaciones en los patrones de distribución de la presión plantar, observándose disminución de las mismas en las zonas donde se encontraba incrementada y por otro lado un aumento de la presión plantar en zonas donde se encontraba disminuida, observándose efectivamente que si la disminución se producía en la zona del antepié podrían estar indicados estos calzados para la

prevención de la aparición de úlceras por presión en pacientes diabéticos⁵.

Existen numerosas empresas en el mundo que distribuyen este tipo de calzado. Las más conocidas son MBT®, Skechers®, Reebok®, Ryn Footwear®, Cogent®, Joya® y Z7®. Cada fabricante especifica unas características muy particulares de cada uno de los calzados que oferta:

MBT®	Resuelve problemas de rodilla y de espalda, alivia la tensión muscular en el cuello y los dolores en general, y es capaz de tonificar los glúteos y la musculatura posterior
SKECHERS® (Shape-up)	Tonifican la musculatura (espalda, abdomen y gemelos), ayudan a perder peso y mejoran la circulación sanguínea.
REEBOK® (Easy tone)	Calzado inestable diseñado con cámaras de aire inspiradas en los balones de equilibrio, ideados para provocar una inestabilidad que tonifique los glúteos y gemelos al caminar con los mismos.
RYN FOOTWEAR®	Mejoran la postura, incrementan la actividad muscular, tonifican el cuerpo ayudando a la quema de calorías, disminuyen el estrés en las articulaciones de rodilla y tobillo, y mejoran la circulación sanguínea.
COGENT® (Doble Rocker Sole)	Mejoran el equilibrio, la marcha, la circulación, la flexibilidad y disminuye el estrés en las articulaciones.
JOYA®	Alivian los dolores de espalda y pueden ayudar a combatir los síntomas de la artritis, las hernias discales y la lumbalgia crónica
Z-SEVEN® (Z7)	Simulan el caminar sobre una superficie de adoquines. Dicha inestabilidad permitiría una tonificación adicional de las musculaturas cuádriceps y gemelos de un 32 % y 38 % respectivamente.

Dada la escasa evidencia científica publicada acerca de este tipo de calzado y de su incidencia en la presión plantar, se plantea realizar este estudio.

Los objetivos del estudio serán:

- Realizar una revisión bibliográfica de la literatura publicada acerca del calzado inestable y la presión plantar.
- Diseñar una encuesta acerca del conocimiento poblacional sobre el calzado inestable y realizar la misma a una muestra poblacional de la ciudad de Valencia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Inicialmente se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos MedLine, Ebsco, ScienceDirect, Cochrane y Embase, acotando la búsqueda entre los años 2005 y 2010, y obteniendo una evidencia total de 12 artículos científicos.

Se diseñó y realizó una encuesta dirigida acerca del conocimiento de la población sobre el calzado inestable y sus posibles aplicaciones terapéuticas. La encuesta contó con un total de 12 cuestiones cerradas, de las cuales 11 presentaron 3 posibles respuestas (SI/NO/NS-NC) y 1 con una puntuación valorable de 0 a 10 puntos. El número total de sujetos encuestados fue de n = 100 de una muestra poblacional de la ciudad de Valencia, con una edad media de 49,19 años ± 13,8. Los resultados fueron analizados con el paquete estadístico SPSS 15®, analizándose las medidas de frecuencia media y moda y obteniendo el porcentaje de las mismas.

1.- ¿Conoce lo que es el calzado de suela inestable o en balancín?	SI / NO
2.- ¿Utiliza o ha utilizado en alguna ocasión este tipo de calzado?	SI / NO
3.- En caso afirmativo ¿Considera este tipo de calzado más confortable que el calzado de suela estándar?	SI / NO
4.- ¿Conoce o ha oído nombrar las marcas MBT®, Skechers®, Ryn®, Cogent®, Joya® y Z7®?	SI / NO
5.- De las marcas citadas anteriormente ¿Con cuál se identifica más?	MBT®, Skechers®, Cogent®, Joya®, Z7®
6.- ¿Es usted diabético?	SI / NO
7.- ¿Cree usted que este tipo de calzado estaría indicado para tratar problemas y patologías del pie?	SI / NO / NS - NC
8.- ¿Cree usted que este tipo de calzado estaría indicado para tratar problemas y patologías de la rodilla?	SI / NO / NS - NC
9.- ¿Cree usted que este tipo de calzado estaría indicado para tratar problemas y patologías de la cadera?	SI / NO / NS - NC
10.- ¿Cree usted que este tipo de calzado modifica o es capaz de modificar la distribución de las cargas y presiones en el pie al andar?	SI / NO / NS - NC
11.- ¿Considera usted importante que los problemas y patologías de los pies sean tratados por el Podólogo?	SI / NO
12.- Puntúe de 0 a 10 la importancia que le otorga usted al trabajo del Podólogo	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

RESULTADOS ENCUESTA

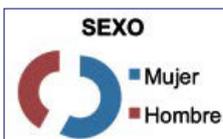
Los resultados obtenidos tras la realización de las encuestas (n=100) fueron los siguientes:

Estadísticos descriptivos, medidas de frecuencia

La edad media de la muestra fue de 49,19 años \pm 13,64 años (SD). Respecto a la última cuestión de la encuesta "Valore del 0 a 10 la importancia que le otorga al trabajo del Podólogo" la puntuación media fue de 8,30 \pm 1,61 siendo la moda de 10 (valor más repetido en la encuesta).

	Edad	PUNTUE TRABAJO PODÓLOGO
N	100	100
Media	49,19	8,30
Moda	46(a)	10
Desv. típ.	13,841	1,617

Sexo	Frecuencia	Porcentaje
HOMBRE	42	42,0
MUJER	58	58,0
Total	100	100,0



El sexo fue de 42 hombres y 58 mujeres con un porcentaje acumulado del 42 % y 58 % respectivamente.

Cuestión 1

Los resultados de la cuestión 1 de la encuesta "¿Conoce lo que es el calzado de suela inestable o en balancín?" mostraron que el 58 % de los encuestados conocen este tipo de calzado respecto al 42 % que NO lo conoce.

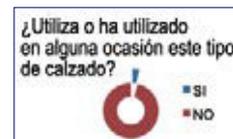
	Frecuencia	Porcentaje
NO	42	42,0
SI	58	58,0
Total	100	100,0



Cuestión 2

Los resultados de la cuestión 2 de la encuesta "¿Utiliza o ha utilizado en alguna ocasión este tipo de calzado?" mostraron que únicamente el 4 % de los encuestados utiliza o ha utilizado este tipo de calzado, respecto al 96 % que afirma que nunca ha utilizado este tipo de calzado.

	Frecuencia	Porcentaje
NO	96	96,0
SI	4	4,0
Total	100	100,0



Cuestión 3

Los resultados de la cuestión 3 de la encuesta "En caso afirmativo: ¿Considera este tipo de calzado más confortable que el calzado de suela estándar?" mostraron que de los 4 sujetos que han utilizado el calzado inestable, 3 de ellos lo consideran más confortable que el calzado de suela estable y sólo 1 de ellos lo considera menos confortable.

	Frecuencia	Porcentaje	% válido
NO	1	1,0	15,0
SI	3	3,0	75,0
Total	4	4,0	100
	96	96,0	
Total	100	100	



Cuestión 4

Los resultados de la cuestión 4 "¿Conoce o ha oído nombrar las marcas MBT®, Skechers®, Ryn®, Cogent®, Joya® y Z7®?" muestran que solamente el 36 % de los sujetos encuestados conocen o han oído nombrar estas marcas respecto al 64 % que afirman no conocerlas.

	Frecuencia	Porcentaje
NO	64	64,0
SI	36	36,0
Total	100	100,0



Cuestión 5

Los resultados de la cuestión 5 "De las marcas citadas anteriormente, ¿Con cuál se identifica más?" , de 100 encuestados únicamente respondieron a la pregunta 40 sujetos, de los cuales afirmaban conocer con una mayor frecuencia la marca SKECHERS® con un 62,5 % de frecuencia , respecto al 37,5 % de los encuestados que conocían mejor la marca MBT®.

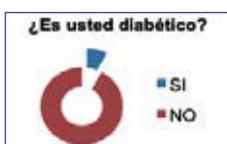
	Frecuencia	Porcentaje
MBT	15	37,5
SKECHERS	25	62,5
Total	40	100,0



Cuestión 6

Los resultados de la cuestión 6 “¿Es usted diabético?” muestran que únicamente 8 encuestados (8%) del total de la muestra afirmaban padecer esta enfermedad, respecto al 92 % que afirmaban que no.

	Frecuencia	Porcentaje
NO	92	92,0
SI	8	8,0
Total	100	100,0



Cuestión 7

Los resultados de la cuestión 7 “¿Cree usted que este tipo de calzado estaría indicado para tratar problemas y patologías del pie?” muestran que el 66 % desconoce el efecto de este tipo de calzado sobre el pie, el 21 % creen que sí que puede tratar patologías del pie y por el contrario el 13 % opina que no.

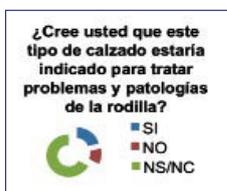
	Frecuencia	Porcentaje
NO	13	13,0
SI	21	21,0
NS / NC	66	66,0
Total	100	100,0



Cuestión 8

Los resultados de la cuestión 8 “¿Cree usted que este tipo de calzado estaría indicado para tratar problemas y patologías de la rodilla?” muestran que el 67 % desconoce el efecto de este tipo de calzado sobre la rodilla, el 21 % opina que sí que pueden tratar patologías de la rodilla y el 12 % cree que no tiene ningún efecto terapéutico sobre la rodilla.

	Frecuencia	Porcentaje
NO	12	12,0
SI	21	21,0
NS / NC	67	67,0
Total	100	100,0



Cuestión 9

Los resultados de la cuestión 9 “¿Cree usted que este tipo de calzado estaría indicado para tratar problemas y patologías de la cadera?” muestran que el 69 % desconoce el efecto de este tipo de calzado sobre la cadera, el 20 % opina que sí que pueden tratar patologías de la cadera y el 11 % opina que no tiene ningún efecto terapéutico sobre la cadera.

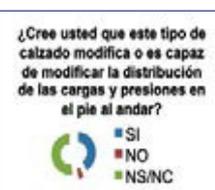
	Frecuencia	Porcentaje
NO	11	11,0
SI	20	20,0
NS / NC	69	69,0
Total	100	100,0



Cuestión 10

Los resultados de la cuestión 10 “¿Cree usted que este tipo de calzado modifica o es capaz de modificar la distribución de las cargas y presiones en el pie al andar?” muestran que el 53 % desconoce los efectos de este tipo de calzado sobre la presión plantar y distribución de las cargas, el 42 % cree que sí que podrían modificar los patrones normales de distribución de las cargas y únicamente un 5 % opina que no tendrían ningún efecto sobre la presión plantar.

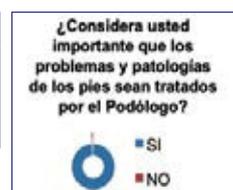
	Frecuencia	Porcentaje
NO	5	5,0
SI	42	42,0
NS / NC	53	53,0
Total	100	100,0



Cuestión 11

Los resultados de la cuestión 11 “¿Considera usted importante que los problemas y patologías de los pies sean tratados por el Podólogo?” muestran que el 99 % de los encuestados coincide en la importancia de que las patologías de los pies sean tratados por un profesional como el Podólogo.

	Frecuencia	Porcentaje
NO	1	1,0
SI	99	99,0
Total	100	100,0



Cuestión 12

Los resultados de la cuestión 12 “Puntúe de 0 a 10 la importancia que le otorga usted al trabajo del podólogo” muestran que la gran mayoría de los sujetos encuestados otorgan la máxima puntuación (10 puntos) con un 34 % de frecuencia, mientras que el 28 % evaluó con 8 puntos. La puntuación media del total de la muestra analizada fue de 8,30 ± 1,61.

	Frecuencia	Porcentaje
4	1	1,0
5	8	8,0
6	5	5,0
7	12	12,0
8	28	28,0
9	12	12,0
10	34	34,0
Total	100	100,0



DISCUSIÓN (REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA)

Chen et al⁶ analiza el efecto de los cambios en la actividad sensorial en la distribución de la presión en la superficie plantar del pie durante una marcha normal y corriendo. La muestra fue de n= 10 sujetos (10 hombres) a los cuales se les analizó la presión plantar con un sistema de pedobarografía EMED. La velocidad del paso fue de 6 km/h para la marcha normal y de 13 km/h para la carrera. Los resultados mostraron cambios significativos en las zonas donde se incrementaba la actividad sensorial, abarcando a todas las zonas del pie durante la carrera. Durante la marcha, igualmente se recogieron cambios significativos en las zonas donde se producía una mayor activación sensorial. Este estudio concluye que el diseño de la suela del calzado puede modificar dicha actividad sensorial, provocando cambios en los patrones normales de la distribución de las cargas y de la presión plantar.

De todos los estudios revisados, únicamente Nigg et al⁷, introduce el género como factor importante en la marcha con calzado inestable. En su estudio, analizó la marcha en una muestra de 34 sujetos (17 hombres y 17 mujeres) con el objetivo de comprobar si el género es un factor clave en la distribución de las presiones plantares y en las variables cinéticas y cinemáticas que describen los movimientos de la ex-

tremidad inferior durante la marcha con calzado de suela inestable. Se instrumentó con una plataforma de fuerzas, y los datos cinéticos fueron registrados mientras los sujetos caminaban a 5 km/h en un treadmill. Concluyó que el género sí que posee efectos significativos en la función de la extremidad inferior durante la estática a nivel bilateral, y que dichos efectos son más importantes en la mujer que en el hombre. Durante la dinámica, el calzado inestable afectaría a los movimientos cinemáticos de la articulación del tobillo, reduciendo los movimientos articulares (menor cadencia). Sugirió que tanto a hombres como mujeres les afecta de manera muy diferente la inestabilidad creada por este tipo de calzado, y ambos deben hallar estrategias diferentes para compensarla.

Bochdansky et al⁸ analizó la distribución de la presión plantar y la actividad muscular corriendo sobre un treadmill, con pendiente hacia abajo, tanto con calzado inestable como con calzado de suela estable deportiva. La muestra (n) fue únicamente de 6 sujetos (todos ellos hombres), con unas velocidades que aumentaron progresivamente (6, 8, 10, y 14 km/h) y con un desnivel progresivo del 0, 8 y 16 %. La presión plantar fue registrada mediante un sistema de plantillas instrumentadas (Pedar Insoles), y la actividad muscular mediante EMG (Electromiografía). Se tomaron mediciones en los grupos musculares tibial anterior, peroneos, vasto medial del gemelo y glúteo medio. Los test se realizaron con calzado inestable MBT® y con calzado deportivo NRS. Se hallaron diferencias significativas entre el calzado de suela estable y el inestable, siendo en este último mayor el tiempo de contacto en el antepié y talón. La presión plantar máxima se incrementó en el mediopié y disminuyó en el antepié. A nivel muscular, únicamente se observaron diferencias significativas en el vasto medial del gemelo. La velocidad y el desnivel mostraron cambios en la distribución de las presiones con un incremento de la presión plantar especialmente en la zona del talón al incrementarse el desnivel. Concluyeron que andar y correr con el calzado inestable conduce a un cambio en la presión a nivel del antepié y talón comparado con el calzado normal.

Landry et al⁹, evaluó la actividad muscular de ciertos músculos extrínsecos del pie mientras los sujetos permanecían de pie con calzado inestable. La muestra fue de (n) 28 sujetos (19 mujeres y 9 hombres). El objetivo del estudio fue evaluar la actividad muscular de un grupo de pequeños músculos extrínsecos del pie empleando EMG, mientras se permanece de pie con calzado de suela inestable y con calzado normal. El estudio se dividió en dos fases, con una primera visita pre-acomodativa donde un fisioterapeuta instruyó a los sujetos de cómo tienen que caminar con el calzado inestable, para poder caminar 1 hora al día con ellos y gradualmente ir incrementando hasta poder llevarlos durante 8 horas al día. Posteriormente una segunda fase de estudio a las 6 semanas post-acomodación donde se volverían a realizar los registros. Los autores concluyeron tras el estudio que las condiciones inestables del calzado pueden incrementar la actividad muscular de ciertos músculos extrínsecos del pie. Los incrementos en la actividad muscular mientras se permanece de pie con calzado inestable comparado con calzado normal, persisten después de 6 semanas. Los autores opinan que el efecto del entrenamiento con el calzado inestable en los músculos extrínsecos sería menor durante la marcha y carrera que permaneciendo en estática, basado todo ello en el diseño de la suela del calzado. Igualmente permanecer de pie con este calzado inestable demostró gran control postural durante las fases de pre y post-acomodación. Mientras la actividad del músculo flexor digital largo, peroneos y musculatura del compartimento anterior permaneció incrementada después de las 6 semanas, el balanceo postural disminuyó entre las visitas para el calzado inestable únicamente. Esto implica que la coordinación muscular podría haber mejorado para reducir el balanceo postural.

Maetler et al¹⁰, analizó un total de 68 sujetos divididos en 3 grupos. Un grupo 1 con 23 sujetos sin diabetes, un grupo 2 con 24 sujetos con diabetes mellitus tipo 2 y un

grupo 3 con 21 sujetos con diabetes mellitus tipo 2 pero es un grupo control de no intervención. Se analizaron 7 zonas del pie y las presiones plantares fueron medidas con un sistema de plantillas instrumentadas. Igualmente se midió la actividad muscular con EMG de superficie. Se tomaron registros al inicio del estudio y a las 6 semanas del inicio del mismo. Durante estas 6 semanas, los grupos 1 y 2 llevaron el calzado inestable durante al menos 4 horas al día. En los resultados del estudio no se encontraron grandes cambios en el "timing" de los músculos analizados. La verticalización de la postura corporal al llevar el calzado de suela inestable, es responsable de los cambios en la distribución de la presión plantar. En algunos casos, la reducción de la presión en la zona del antepié es bien recibida en pacientes diabéticos.

En otro estudio analizado, Ramstrand et al¹¹ evaluó los efectos del calzado inestable sobre el equilibrio en mujeres de 50 años de edad. El objetivo del estudio fue evaluar los efectos del calzado inestable en la postura estática, dinámica y funcional en un grupo de mujeres no activas de 50 años de edad. La muestra fue de n= 31, dividida en dos grupos. Un grupo estudio de 20 mujeres y un grupo control de 11 mujeres. El estudio consistió en 3 sesiones de pruebas para cada sujeto, con un mínimo de 4 semanas de diferencia entre ellas. En el grupo intervención los sujetos llevaron calzado MBT® durante sus AVD (actividades de la vida diaria) el máximo tiempo posible (sin especificar cuánto), en el grupo control los sujetos realizaron sus AVD normales sin calzado inestable. Concluyeron tras el estudio que el calzado MBT® tenía efectos positivos como herramienta de entrenamiento para determinados aspectos de la postura/equilibrio en mujeres de 50 años. Concretamente, los resultados del estudio sugirieron que aspectos dinámicos del equilibrio como por ejemplo permanecer en una superficie inestable y responder a ella externamente para mantener la postura, pueden ser mejorados por el uso prolongado del calzado MBT®.

Nigg et al¹², analiza una muestra de n= 8 sujetos (5 hombres y 3 mujeres) durante 2 pruebas. Una prueba inicial que consistió en permanecer de pie registrándose 3 ciclos de 10 segundos cada una, y una segunda prueba consistente en caminar 10 vueltas con MBT® y 10 vueltas con calzado normal (Adidas® SuperNova running) a una velocidad de 5 km/h. Previamente a la realización de las pruebas y de los registros, un fisioterapeuta instruyó a los sujetos acerca del uso de este calzado y llevaron los mismos durante 9,5 horas diarias durante 2 semanas. Los registros se realizaron tras las 2 semanas de adaptación al calzado inestable. Los objetivos del estudio fueron identificar la excursión del centro de fuerzas mientras se permanece en estática para demostrar evidencias en la estabilidad corporal, cuantificar diferencias electromiográficas en la actividad muscular tanto en estática como en dinámica, cuantificar las diferencias a nivel de movilidad articular en tobillo, rodilla y cadera y describir cambios cinéticos y cinemáticos durante el uso del calzado inestable y del calzado de suela estable. El estudio concluyó que el calzado inestable produce cambios en las características cinéticas, cinemáticas y en la EMG y dichos cambios parecen beneficiosos para el aparato locomotor.

Otro estudio importante es de los autores Stewart et al¹³, en donde realizan un estudio comparativo entre calzado inestable y calzado deportivo de suela estable, analizando en ambos los parámetros de presiones plantares. La muestra del estudio fue (n) 10 sujetos (4 hombres y 6 mujeres), y hubieron dos grupos de estudio. Un grupo intervención donde se analizó la presión plantar con calzado MBT® y un grupo control donde se analizaron las presiones plantares con calzado deportivo estándar. Se instrumentó la presión plantar con un sistema PEDAR-X. Los participantes fueron instruidos por un instructor de la empresa MBT®, que diseñó un corto y dinámico programa de ejercicios para entrenar la estabilidad con este tipo de calzado. Los registros fueron tomados durante 3 ciclos de prueba en la plataforma de marcha. Se registraron 4 áreas del pie (dedos, antepié, mediopié y retropié). Para cada

área se midió la presión media (Kpa), la presión media sobre todas las zonas (Kpa) y la presión máxima (Kpa). Los resultados del estudio mostraron que la mayor reducción de la presión plantar con el calzado MBT® se obtenía en el mediopié, con una reducción del 44 % en estática y del 15 % en dinámica. En la zona del retropié igualmente también se disminuía la presión plantar con una reducción del 21 % en estática y del 11 % en dinámica. Los resultados obtenidos en el estudio sugieren que el calzado MBT® podrían emplearse en pies planos, en pacientes con obesidad y en personas de edad avanzada que presentan una reducción importante de la almohadilla grasa. Igualmente lo recomiendan para pacientes con fascitis plantar. En el caso de los pacientes diabéticos, los autores sugieren que si la úlcera se encuentra presente en el retropié podría usarse este calzado inestable para reducir la presión plantar de la zona afectada.

CONCLUSIONES

Existen numerosas empresas que comercializan este tipo de calzado inestable o en balancín, y son muchos los modelos que actualmente se pueden encontrar en el mercado. Los fabricantes coinciden entre ellos respecto a los supuestos beneficios que producen sus productos en el organismo, pero son muy escasos los estudios científicos publicados sobre los mismos. Más concretamente respecto al calzado inestable y la presión plantar, existe poca literatura científica publicada y los artículos que se encuentran publicados presentan una muestra de sujetos pequeña poco significativa o los autores no coinciden entre ellos en las conclusiones de sus estudios. Existe controversia acerca de los resultados obtenidos respecto a la posible aplicación de este tipo de calzado en patologías del pie como por ejemplo la diabetes mellitus. Mientras que unos artículos concluyen que la presión plantar se disminuye en el antepié con estos dispositivos (aplicable así a pacientes diabéticos con úlceras en la zona del antepié), otros autores discrepan y comentan que disminuye la presión plantar en el mediopié o retropié recomendando este tipo de calzado para patologías como la fascitis plantar. Del mismo modo son necesarios estudios más completos, duraderos en el tiempo y con mayor significatividad (meta-análisis). Donde sí coinciden la gran mayoría de los autores, es en el entrenamiento sensorio-motor que provoca este calzado sobre el organismo, teniendo el cuerpo que estabilizarse y equilibrarse ante el desequilibrio/inestabilidad provocada por el calzado. Consideran este entrenamiento sensorio-motriz positivo para mejorar el balance postural.

Los resultados obtenidos en la encuesta de este estudio coinciden en que este tipo de calzado es en general desconocido para la población y muy poco empleado (únicamente un 4 % de los encuestados). Igualmente resulta interesante remarcar que se desconocen los posibles efectos terapéuticos de los mismos, y la aplicación de este calzado para tratar patologías de los pies, rodilla y cadera.

Respecto al conocimiento de las marcas, los encuestados coinciden en señalar a MBT® y Skechers®, siendo esta última (Skechers®) la más conocida de las dos, posiblemente debido al menor coste económico de las mismas respecto a la otra marca.

En cuanto a las presiones plantares, la gran mayoría de los encuestados desconocen si este calzado ejerce algún efecto o cambio sobre la misma (53 %), pero hay un importante porcentaje de encuestados (42 %) que sí creen que pueden modificar la distribución de las cargas y la presión plantar.

Del mismo modo, sería interesante analizar otras variables como las cinemáticas, entre ellas la cadencia o el tiempo de apoyo, para poder evaluar posibles beneficios (acortar el paso y disminuir la fatiga). Por lo tanto, son necesarios más estudios para poder determinar las posibles aplicaciones terapéuticas de los mismos.

Es por ello que dada la necesidad de estudios objetivos sobre este tipo de calzado, nuestro grupo de investigación está elaborando una segunda fase derivada de este estudio, donde se someterá a una (n) de 40 sujetos a las siguientes pruebas:

- Se instrumentará a los sujetos con un sistema de pedobarografía Biofoot IBV®, donde cada plantilla estuvo configurada por 60/70 cerámicas piezoeléctricas (según el tamaño del pie), registrando la presión plantar durante 5 segundos, en varios pasos y ambas piernas, y con una frecuencia de muestreo de 265 Hz.
- Con el fin de evitar influencias por el tipo de calzado en el registro de la presión plantar, todos los sujetos realizarán el estudio con el mismo calzado, tanto para el calzado de suela estable como inestable. La prueba consistirá en un calentamiento previo de 5 minutos marcha, tras los cuales el sujeto caminará durante un periodo de tiempo (por definir) a una determinada velocidad (por definir), al mismo tiempo que se le registrará la presión plantar. Todos los sujetos realizarán esta secuencia dos veces: con calzado "estable" y con calzado "inestable", randomizándose en el orden de los sujetos. El control de la velocidad de la marcha se realizó mediante el empleo de una cinta rodante o "treadmill".
- Mediante el propio software del equipo de pedobarografía, se seleccionarán 2 pasos en cada pierna para su análisis (descartándose siempre los primeros y últimos pasos), de los cuales se exportaron las variables: a) Presión media en cada zona: definida como la media de los valores máximos de cada sensor que configuraban una zona (expresada en Kilopascales (Kpa), y posteriormente normalizada con el peso de cada sujeto (kpa/kg)).
- Mediante el paquete estadístico SPSS 15® se realizará el test Kolmogorov-Smirnov, el cual determinará la normalidad en las variables analizadas. Posteriormente se realizarán las pruebas estadísticas (según cumplan o no la normalidad). Las pruebas estadísticas determinarán las diferencias significativas con una $p < 0.05$.

BIBLIOGRAFÍA

1. Martínez Nova, A; Sánchez Rodríguez, R; Cuevas Garcías, J.C; Sánchez Barrado, E. Estudio baropodométrico de los valores de presión plantar en pies no patológicos. *Rehabilitación (Madr)*. 2007;41(4): 155-60.
2. Gascó López de Lacalle, J ; Pérez Soriano, P ; Merino Josa, M.A; Sandá Meijide, A; Moll Puigcerver, R; Castillo Antúnez, V. Influencia del vendaje neuromuscular sobre la presión plantar durante la marcha. *Fisioterapia*. 2010; 32(3):111-115.
- 3, 12. Nigg, B; Hintzen, S; Ferber, R. Effect of an unstable shoe construction on lower extremity gait characteristics. *Clin Biomech*. 2006;21: 82-88.
- 4, 7. Nigg, BM; Tecante G, K; Federolf, P; Landry, SC. Gender differences in lower extremity gait biomechanics during walking using an unstable shoe. *Clin Biomech*. 2010, doi:10.1016/j.clinbiomech.2010.07.010.
- 5, 10. Mätzler, M; Bochdanský, T; Abboud, R. Pressure distribution of diabetic patients after sensory-motor training with unstable shoe construction. *Abstracts/Clinical Biomechanics*. 2008;23: 662-720.
6. Chen, H; Nigg, B; Hulliger, M; De Koning, J. Influence of sensory input on plantar pressure distribution. *Clinical Biomechanics*. 1995;10: 271-274.
8. Bochdanský, T; Mätzler, M; Laube, W. Pressure distribution and muscular activity on treadmill-downhill running with an unstable shoe construction and normal running shoes. *Abstracts/Clinical Biomechanics*. 2008;23: 662-720.
9. Landry, S; Nigg, B; Tecante, K. Standing in an unstable shoe increases postural sway and muscle activity of selected extrinsic foot muscles. *Gait & Posture*. 2010;32: 215-219.
11. Ramstrad, N; Thuesen, AH; Nielsen, DB; Rusaw, D. Effects of an unstable shoe construction on balance in women aged over 50 years. *Clinical Biomechanics*. 2010;25:455-460.
13. Stewart, L; Gibson, J.N.A; Thomson, C.E. In-shoe pressure distribution in "unstable" (MBT) shoes and flat-bottomed training shoes: A comparative study. *Gait & Posture*. 2007;25:648-651.