

REPERCUSIÓN DEL CALZADO SOBRE EL APOYO DE LA PALETA METATARSIANA DURANTE LA MARCHA

M. COMÍN
A. VILLARROYA *
J. M.^a PÉREZ GARCÍA **
S. NERÍN *
E. CEPERO *
M. LOBERA ***
A. HERRERA **

* E. U. DE CIENCIAS DE LA SALUD DE ZARAGOZA
** HOSPITAL UNIVERSITARIO «MIGUEL SERVET» DE ZARAGOZA
*** MÉDICO REHABILITADOR

RESUMEN

La patología del antepié está relacionada, a menudo, con la utilización del calzado, por lo que interesa conocer cómo influyen en él los distintos tipos. El objetivo de este trabajo ha sido analizar las variaciones de las presiones y de su distribución a nivel de la paleta metatarsiana con la utilización de los calzaños que se utilizan más frecuentemente, deportivos (calzado blando) y zapatos de suela de cuero (calzado duro), de forma que se pueda aconsejar sobre su uso en condiciones normales, según la actividad a realizar, o en sujetos con determinadas patologías.

Material y métodos: El estudio se realizó a 43 sujetos (20 hombres y 23 mujeres) a los que se realizó un registro de las presiones, mediante el sistema PDM 240, a nivel de las 5 cabezas metatarsianas, mientras caminaban a su velocidad normal, con calzado duro y, posteriormente, con blando. Los datos que se valoraron fueron las presiones máximas registradas en dichos puntos y su distribución, es decir, lo que representaban porcentualmente dichas presiones respecto al total del antepié en el momento en que se producían.

Resultados: En el antepié, las mayores presiones a lo largo de todo el ciclo de la marcha se soportan en las cabezas del 2.º y 3.º metatarsiano, seguidos muy de cerca por la del primero. La distribución de las presiones entre las 5 cabezas metatarsianas no varía con la utilización de los dos tipos de calzado estudiados, pero con el blando son entre un 12 y un 25% menores que con el duro.

Palabras clave: Marcha. Antepié. Biomecánica. Presiones plantares.

SUMMARY

The pathology of the forefoot is related, often, to the utilization of the footwear, therefore interests to know how influence him the different types.

The objective of this work has been analyzed the variations of the pressures and of its distribution at level of the metatarsal palette with the utilization of the footwear that are used more frequently, sports (soft footwear) and shoes of leather sole (hard footwear), so that could be advised on its use in normal conditions, according to the activity to accomplish, or in subject with given pathologies.

Material and methods: The study was accomplished to 43 subject (20 men and 23 women) to those which was accomplished a record of the pressures, through the system PDM 240, at level of 5 heads metatarsals, while were walking to their normal speed, with hard footwear and, thereafter, with soft. The data that were valued were the maximum pressures registered in said points and its distribution, that is to say, what were representing a percentage of such respect pressures to the total of the forefoot in the moment in which was produced.

Results: In the forefoot, the greater pressures throughout all the cycle of the march are sustained in the heads of the 2.º and 3.º metatarsal, followed very of near by that of first. The distribution of the pressures between 5 heads metatarsals does not vary with the utilization of the two types of studied footwear, but with the soft are between a 12 and a 25% less than with the hard.

Key Words: Gait. Forefoot. Biomechanical. Pressure plantar.

INTRODUCCIÓN

La marcha humana, medio de locomoción que contribuye de forma fundamental a la autonomía e independencia del hombre, es un rasgo característico de éste y, como tal, ha despertado y sigue despertando un gran interés. La utilidad y aplicación de su estudio resultan evidentes, siendo esencial su análisis en el campo médico, tanto para el diagnóstico de las distintas patologías que la alteran como en su tratamiento.

Elemento esencial durante la marcha es el pie que, además, es asiento de numerosas patologías entre las que destacan las alteraciones a nivel del antepié. La patología del pie está relacionada, a menudo, con la utilización de un determinado tipo de calzado, como, por ejemplo, los zapatos de tacón alto o con suelas de dureza inadecuada, ya que se debe tener en cuenta que el contacto con el suelo durante la marcha se suele realizar mediante el calzado y, por tanto, sus características pueden repercutir en mayor o menor medida en el pie. Entre estas repercusiones se encuentran las variaciones en la intensidad y/o en la distribución de las presiones plantares.

En los últimos años, el gran avance tecnológico está llevando a un gran desarrollo de los sistemas de baropodometría electrónica, lo que supone una importante aportación en el estudio de las presiones plantares, ya que permiten registrar su valor en cualquier punto de la huella plantar reflejando de una forma fiel las modalidades de carga de los pies. El hecho de que muchos de estos sistemas se diseñen en forma de plantillas hace que se pueda comprender la función y biomecánica del pie dentro del calzado, con una aplicación directa, preventiva o curativa, en las distintas alteraciones funcionales de los pies.

En este sentido, son muchos los estudios realizados. La mayoría de ellos analizan las presiones caminando descalzo, y muchos realizan la comparación entre los datos que se obtienen descalzo y calzado, aunque sin especificar el tipo de éste o siendo muy variable de unos estudios a otros. En estos casos se describe, en general, una disminución de las presiones plantares con el uso de cualquier tipo de calzado (4,30) y una redistribución de las mismas (20,31). Pero son muy escasos los estudios que analizan las diferencias con distintos calzados, y en los que hay, salvo en los de Nyska y col. (20) y Perry y col. (21), no se indica bien el tipo o sólo se estudia algún punto concreto como, por ejemplo, el de Bransky-Zachary y col. (5) en

el que se estudian las presiones sólo bajo la cabeza del 1.º y 3.º metatarsiano.

Por ello, el objetivo de este trabajo ha sido analizar las variaciones de las presiones y de su distribución a nivel de la paleta metatarsiana con la utilización de los calzados que se utilizan más frecuentemente, deportivos (calzado blando) y zapatos de suela de cuero (calzado duro), de forma que se pueda aconsejar sobre su uso en condiciones normales, según la actividad a realizar, o en sujetos con determinadas patologías.

MATERIAL Y MÉTODO

El estudio se ha realizado en 43 sujetos, 23 mujeres (53,5%) y 20 hombres (46,5%), con un peso medio de $65,74 \pm 12,33$ Kg y con una media de edad de $26,14 \pm 6,81$ años, a los que únicamente se les exigía no padecer alteración orgánica alguna en la extremidad inferior que interfiriera con el normal desarrollo de la marcha.

El material utilizado ha sido:

– *Calzados de suela de cuero* (duro) y *deportivos estándar*, sin cámara de aire o sistemas especiales de amortiguación (blando), propios de cada sujeto. Se intentó que las características generales de ambos tipos de calzado fueran uniformes. Todos llevaban calcetines del mismo grosor y caminaban sobre el mismo tipo de terreno (asfalto).

– *Sistema PDM 240*. Es un sistema portátil, basado en sensores piezorresistivos, que permite la adquisición, el análisis y el registro de presiones bajo la superficie plantar. Consta de diferentes juegos de plantillas, de un módulo emisor y de un módulo receptor. Las plantillas registran las presiones en los distintos puntos de la planta del pie, y las señales registradas llegan, por cables, al módulo transmisor quien las transmite por radiofrecuencia al módulo receptor, conectado al ordenador.

Los componentes del sistema se reflejan en las figuras 1 y 2 donde se representa cómo están conectados entre sí.

A todos los sujetos se les realizó un registro de las presiones plantares con el calzado duro y, posteriormente, con el blando, mientras caminaban a una velocidad cómoda para cada uno. Previamente, se permitió que caminaran durante unos minutos para adaptarse al sistema.



Fig. 1.

Se escogieron los 5 pasos centrales de todo el registro, promediando los valores obtenidos en ellos. Los datos que se valoraron fueron las presiones máximas registradas en la cabeza de cada uno de los metatarsianos, y lo que representaban estas presiones porcentualmente respecto al total del antepié en el momento en que se producían al caminar con los dos tipos de calzados estudiados, estableciendo las diferencias con la utilización de uno y otro, y hallando lo que representa porcentualmente la presión obtenida al caminar con calzado blando respecto a la obtenida con el duro.

Las presiones en el sistema PDM 240 vienen dadas en g/cm^2 y su valor se rectificó, como propone San Gil Sorbet (29), dividiéndolo por el peso del individuo para evitar su influencia.



Fig. 2

Para el análisis de las variables consideradas, se creó una base de datos, procesando los resultados por medio del paquete estadístico SPSS, y se empleó el test de Wilcoxon para establecer las diferencias entre los datos obtenidos al caminar con calzado blando y al hacerlo con duro.

RESULTADOS

La **tabla I** expone los resultados de los valores máximos de presión encontrados bajo la cabeza de cada uno de los metatarsianos durante la marcha, tanto con calzado blando como con duro, indicando si hay significación en las diferencias entre la utilización de uno u otro tipo, y su representación gráfica se observa en la figura 3.

La **tabla II** expone el valor porcentual que supone la máxima presión soportada por cada cabeza metatarsiana con respecto a la global del antepié con los dos tipos de calzado estudiados, indicando si las diferencias son significativas, y la representación gráfica de estos valores se encuentra en la figura 4.

Tabla 1:

Comparación de los valores máximos de presión obtenidos durante la marcha, en cada una de las cabezas metatarsianas, entre calzado blando y duro.

PRESIÓN	MÁXIMOS MARCHA
M1	
BLANDO	37,43 ± 11,56 *
DURO	42,49 ± 14,49
M2	
BLANDO	43,10 ± 15,48 ***
DURO	53,71 ± 18,56
M3	
BLANDO	37,56 ± 14,66 ***
DURO	46,44 ± 16,4
M4	
BLANDO	24,54 ± 10,64 ***
DURO	32,75 ± 13,18
M5	
BLANDO	25,22 ± 12,55 *
DURO	30,56 ± 16,03

* P < 0,05; ** P < 0,01; ***P<0,001.

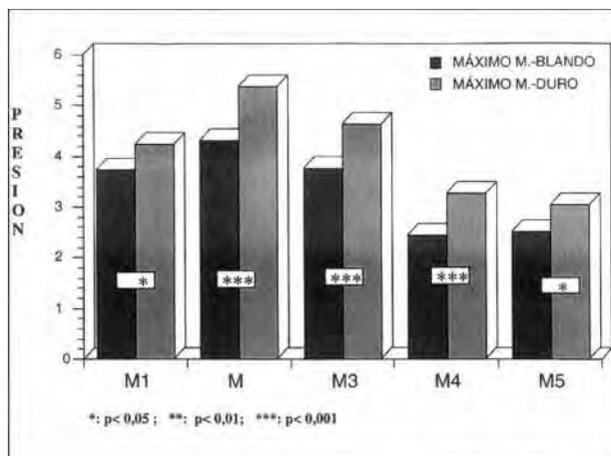


Fig. 3. Comparación de los valores máximos de la presión obtenida debajo de cada una de las cabezas metatarsianas durante la marcha, entre el calzado blando y duro.

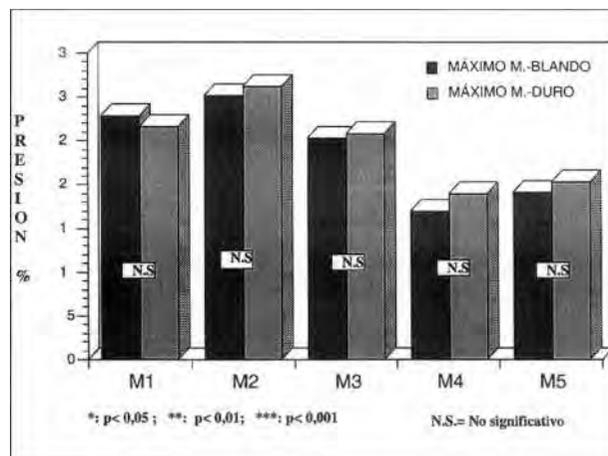


Fig. 4. Comparación de los porcentajes de los valores máximos de la presión obtenida debajo de cada una de las cabezas metatarsianas durante la marcha, en relación a la presión total del antepié, entre el calzado blando y duro.

Tabla II:

Comparación de los valores porcentuales que suponen los valores máximos de presión obtenidos en la cabeza de cada uno de los metatarsianos durante la marcha, con relación a la presión global en antepié, entre el calzado blando y duro.

PORCENTAJE	MÁXIMOS MARCHA
M1	
BLANDO	27,87 ± 8,54
	N.S.
DURO	26,62 ± 7,87
M2	
BLANDO	30,18 ± 5,9
	N.S.
DURO	31,29 ± 7,05
M3	
BLANDO	25,27 ± 5,2
	N.S.
DURO	25,86 ± 5,7
M4	
BLANDO	16,98 ± 5,59
	N.S.
DURO	19 ± 5,56
M5	
BLANDO	19,13 ± 9,39
	N.S.
DURO	20,37 ± 9,35

N.S. = no significativo

En la **tabla III** se indica lo que suponen porcentualmente los valores de presión con calzado blando respecto a los obtenidos con duro.

Tabla III:

Valores porcentuales de presión con calzado blando respecto a los obtenidos con calzado duro.

	DURO (A)	BLANDO (B)	A-B	(A-B) x 100/A
M1	42,49±14,49	37,43±11,56	5,06±13,4	11,61±42,21%
M2	53,71±18,56	43,10±15,48	10,6±8,51	19,75±16,06%
M3	46,44±16,40	37,56±14,66	8,88±9,23	19,12±19,39%
M4	32,75±13,18	24,54±10,64	8,21±8,99	24,07±16,99%
M5	30,56±16,03	25,22±12,55	5,34±12,9	17,47±39,08%

DISCUSIÓN

Aunque hay discrepancias entre unos estudios y otros en cuanto a cómo se realiza el reparto de presiones a nivel del antepié, prácticamente todos coinciden en que las mayores presiones a lo largo del ciclo de marcha se producen en el 2.º y 3.º metatarsianos (11, 12, 33). Nosotros sí que encontramos la mayor presión en el 2.º metatarsiano, seguido del 3.º, aunque tras él, muy de cerca, con presiones casi iguales, se encuentra el 1.º (tabla 1). En el momento en que se produce la mayor presión en el segundo metatarsiano (tabla II) supone un 30-31% de la presión del antepié, y a pesar de que los valores absolutos máximos de presión son bastante menores en el primero (tabla I), suponen también un porcentaje elevado respecto al total del antepié (26-27%) debido a que se producen en el final del apoyo, cuando sólo está en contacto la parte interna. La mayor presión en la paleta central es debida a que en ella, como dice Hendrix (13), el pie actuaría como una barra de torsión que

en su parte anterior estaría formada por el eje del 2.º y 3.º metatarsianos y que, como hicieron notar De Doncker y Kowalsky (9), coincide con los ejes geométrico, anatómico, estático y dinámico del pie, y que al ser más rígida carga más. De la misma forma, Arvikar y Seireg (2) describen que, aunque la distribución de la carga en bipedestación es más o menos uniforme entre las cabezas metatarsianas, durante las actividades dinámicas el cambio en la orientación de las distintas zonas del pie determina una distribución de la carga no uniforme, con una sobrecarga central y, como Bennett y cols. (3), justifican esta sobrecarga central por la menor movilidad de esta zona.

De todas formas, hay descripciones diferentes respecto a la zona que soporta mayor presión durante la marcha, y así, Zhu y cols. (34) también indican que la máxima presión se soporta en el 2.º metatarsiano, pero seguido del 1.º, en un estudio en que utilizan únicamente calzado blando, y Rozema y cols. (27), utilizando calzado duro, describen mayor presión en el primer metatarsiano seguido de cerca por el 2.º. Lavigne y Noviel (17), sin embargo, indican que el reparto de presiones, al caminar, es similar debajo de cada una de las cabezas metatarsianas, estando en apoyo en todo momento al menos 3 ó 4 de ellas.

De todos los metatarsianos, como se describe en general (3, 12, 33), el 5.º es el que menor presión recibe (tabla 1), aunque, como dicen Holmes y cols. (14) y Daentzer y cols. (8), en sus estudios en sujetos descalzos, y Akhlaghi y cols. (1), con sujetos calzados, tanto en este metatarsiano como en el 1.º los valores son muy variables de unos sujetos a otros.

Las diferencias entre unos estudios y otros pueden deberse al hecho de que están realizados con diferentes tipos de sistemas de baropodometría, aunque no parece ser éste el motivo principal de la discrepancia en los hallazgos sino más bien la variabilidad, sobre todo interpersonal, pero también intrapersonal. Esto llevó a Hughes (15) a describir una serie de «patrones normales» de marcha, de los cuales, según dicho autor, el más frecuente es el central. Nosotros, como hemos indicado, en la mayoría de los sujetos encontramos una presión mayor durante la marcha en los tres primeros metatarsianos, lo que coincide con el «patrón medial», que es el descrito con mayor frecuencia en estudios realizados con calzado (20, 21, 30).

Los picos de presión bajo las cabezas metatarsianas son menores en todas ellas cuando se uti-

liza calzado blando (tabla I, gráfica 1), con reducciones entre el 12 y el 25% respecto a cuando se lleva calzado duro (tabla III). Estas reducciones son mayores en los tres metatarsianos centrales, lo que es importante tener en cuenta pues es una zona frecuentemente sobrecargada, dando lugar a metatarsalgias centrales. No existen muchos estudios que comparen las presiones plantares con diferentes calzados durante la marcha y los que hay no son homogéneos en los tipos utilizados. La mayoría analizan las presiones caminando descalzo (3, 7, 16) y otros realizan la comparación entre los datos que se obtienen descalzo y calzado, pero sin especificar el tipo de éste o siendo muy variable de unos estudios a otros (4, 20, 21, 30, 34). En estos casos, en general, se describe una disminución de las presiones plantares con el uso de cualquier tipo de calzado, como indican Sneyers y cols. (30), quienes realizan su estudio en sujetos sanos descalzos y con calzado deportivo, y Birke y cols. (4), que lo hace en pacientes leprosos descalzos y con distintos tipos de zapatos, entre otros (5, 6, 21). Además de esta disminución de las presiones cuando se utiliza calzado, Soames (31) y Niska y col. (20) describen que con él se produce una redistribución de las mismas, y en vez de ser mayor, como se indica habitualmente descalzo, en el 2.º metatarsiano y disminuir progresivamente en los otros, se igualan en toda la zona medial (1.º, 2.º y 3.º), que sigue siendo mayor que la lateral. De la misma forma, Perry y cols. (21) encuentran una redistribución de las presiones pero que, según ellos, se produce al disminuir más, con el calzado, en la zona medial que en la lateral, de manera que tienden a igualarse bajo todas las cabezas metatarsianas.

Pero la disminución de las presiones con el calzado varía según el tipo utilizado al caminar, y en nuestro estudio, como hemos indicado, encontramos una presión menor en todos los puntos analizados con calzado blando, de la misma forma que se indica en los pocos trabajos en que se realiza un estudio comparativo (5, 20, 21). Así, Bransby-Zachary y cols. (5), en un estudio en que analizan las presiones, descalzos y con calzado blando y duro, aunque únicamente en el primer y tercer metatarsianos, encuentran en estos puntos reducciones semejantes a las nuestras (21%), al igual que Perry y col. (21) y Cavanagh y cols. (6) indican que las presiones en las cabezas metatarsianas pueden reducirse con calzado blando respecto a descalzo hasta un 50%, pero no indican la reducción con calzado duro. A pesar de estas variaciones de presión utilizando ambos tipos de calzado, no hemos encontrado diferencias en

la distribución entre los cinco metatarsianos, como también indican Nyska y cols. (20) y Perry y cols. (21).

Es un poco ambiguo hablar de calzado blando y duro, ya que no existe una definición de las características para ser considerado de un tipo o de otro. En general (10, 18, 34), parece que se suele entender, y así lo hemos considerado nosotros, como calzado duro aquél que presenta una suela delgada y lisa, un tacón pequeño (de unos 2 cm), que permite una mínima amortiguación, y un buen contrafuerte, que puede ayudar a controlar el paquete adiposo del talón aprovechando más la capacidad amortiguadora natural de la zona, y que no dispone de ningún tipo de entresuela o plantilla. Por su parte, el calzado blando se asocia al deportivo, que tiene plantillas, entresuela y suela de materiales con mayor absorción de impactos y, además, la suela posee dibujos y es flexible, lo que permite un fácil despegue de los dedos y asegura el contacto plano del pie con el suelo.

Robbins y cols. (26) insisten en las diferencias que hay entre los dos tipos de calzado en las características del polímero de su suela que le imprime diferentes durezas, y son muchos los estudios que se realizan variando la composición de los elementos del calzado para intentar disminuir las repercusiones sobre el pie, sobre todo en el área deportiva, en la que frecuentemente se necesita una buena absorción de impactos en diferentes zonas del mismo (19, 22). Los diferentes calzados no disminuyen los impactos (21, 32) pero sí las presiones por una mayor absorción de los mismos y por la variación del área de contacto del pie sobre el suelo, que aumenta con el calzado blando.

Sea como sea, las diferentes presiones que se soportan al caminar con unos u otros tipos de calzado se deben tener en cuenta y se debe indicar el más adecuado para cada sujeto y para cada actividad. No vamos a entrar en este último punto ya que las distintas actividades que se pueden realizar en las que puede ser necesario un tipo u otro de calzado son un mundo aparte, sobre todo si nos referimos al ámbito deportivo, pero sí es esencial conocer qué tipo de zapato es más adecuado para cada sujeto, según su edad, características o patología que pueda tener. Hay sujetos en los que se debe intentar disminuir al máximo las presiones en el pie por diferentes motivos; así, por ejemplo, para evitar lesiones cutáneas en determinados pacientes, como los le-

prosos (4, 28) o diabéticos (21, 25), en casos de metatarsalgias por diferentes causas (23), etc. Por lo tanto, es esencial conocer las presiones que soportan las diferentes zonas del pie con los calzados más habituales, de forma que se pueda indicar el más adecuado para cada situación. De todas formas, no podemos olvidar que hay otros factores que también se deben tener en cuenta a la hora de aconsejar el uso de un tipo u otro de calzado. Así, Robbins y cols. (26) indican que con el calzado blando se produce una alteración en la percepción de la planta del pie, disminuyendo el feedback sensorial y anulando los mecanismos automáticos de anticipación postural o de equilibrio, y además este tipo de calzado, generalmente, eleva algo el talón, lo que crea cierta inestabilidad ante los movimientos de pronosupinación, movimientos que aumentan cuanto más blanda es la suela, por lo que en determinadas situaciones, por ejemplo en ancianos con alteraciones del equilibrio, su uso puede ser perjudicial, con mayor posibilidad de desequilibrios y lesiones. Por lo tanto, habrá que considerar todas las repercusiones de los distintos calzados antes de aconsejar el uso de un tipo u otro.

En conclusión, podemos decir que la distribución de las presiones entre las cabezas de los 5 metatarsianos apenas varía con la utilización de calzado blando o duro, pero que con el primero son mucho menores, sobre todo en los metatarsianos centrales, lo que se puede tener en cuenta en situaciones en las que por diferentes motivos interese disminuir el valor de las mismas.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) AKHLAGHI, F.; DAW, J.; PEPPER, M.; POTTER, M J.: In shoe step to step variations. *The Foot*; 4: 62-68, 1994.
- (2) ARVIKAR, R.; SEIREG, A.: Pressure distribution under the foot during static activities. *Engineering in Medicine*; 9 (2): 99-103, 1980.
- (3) BENNETT, P.J.; DUPLONK, L.R.: Pressure distribution beneath the human foot. *J Am Podiatr Med Assoc*; 83 (12): 674-678, 1993.
- (4) BIRKE, J.A.; FOTO, J.G.; DEEPAK, S.; WATSON, J.: Measurement of pressure walking in footwear used in leprosy. *Lepr Rev*; 65 (3): 262-271, 1994.
- (5) BRANSBY-ZACHARY, M.A.P.; STOTHER, I.G.; WILKINSON, R.W.: Peak pressures in the

forefoot. *J Bone Joint Surg (Br)*; 72-B: 718-721, 1990.

(6) CAVANAGH, P.R.; ULBRECHT, J.; ZANINE, W.; WELLING, R.; LESCHINSKY, D.: A method for investigation of the effects of outsole modifications in therapeutic footwear. *Foot Ankle Int*, 17 (11): 706-708, 1996.

(7) COLLIS, W.J.; JAYSON, M.I.: Measurement of pedal pressures. *Ann Rheum Dis*, 31: 215-217, 1972.

(8) DAENTZER, D.; WULKER, N.; ZIMMERMANN, U.: Observations concerning the transverse metatarsal arch. *Foot Ankle Surg*; 3 (1): 15-20, 1997.

(9) DE DONKER, E.; KOWALSKY, C.: Le pied normal et pathologique. *Acta Med Belg*; 36: 4-5, 1970.

(10) ESQUENAKI, A.; KEENAN, M.A.: Gait analysis. In Delisa JA, Currie DM, Gans BM, Gattas PF, Leonard JA, McPhee MC, editores. *Rehabilitación Medicina: Principios and Practice*, pp: 122-130, 2.a ed. Philadelphia, Lippincott Company, 1993.

(11) FLYNN, T.; CANAVAN, P.; CAVANAGH, P.; CHINAG, J.H.: Plantar pressure reduction in an incremental weight-bearing system. *Phys Ther*; 77 (4): 410-416, 1997.

(12) GRIEVE, D.W.; RASHDI, T.: Pressures under feet in standing and walking as measured by foil pedobarography. *Ann Reum Dis*; 43: 816-818, 1984.

(13) HENDRIX, G.: Pathogenie des déformations statiques des voutes du pied. *Bull Soc Belg Orthop* 1934; VI (3). DE DONKER E, KOWALSKY C. Le pied normal et pathologique. *Acta Med Belg*; 36: 4-5, 1970.

(14) HOLMES, G.B.; TIMMERMAN, L.; WILLITIS, N.: Practical considerations for the use of the pedobarograph. *Foot Ankle*; 12 (2): 105-108, 1991.

(15) HUGHES, J.: The clinical use of pedobarography. *Acta Orthop Belg*; 59 (1): 10-15, 1993.

(16) HUTTON, W.C.; DHANENDRAN, M.: A study of de distribution of load under the normal foot during walking. *Int Orthop*; 3: 153-157, 1979.

(17) LAVIGNE, A.; NOVIEL, D.: Estudio clíni-

co del pie y terapéutica por ortesis. Barcelona: Masson, SA; 1994.

(18) LEBER, C.; EVANSKI, PM.: A comparison of shoe insole materials in plantar pressure relief. *Prosthet Orthot Int*; 10: 135-138, 1986.

(19) NIGG, B.N.; KHAN, A.; FISHER, V.; STEFANISSHYN, D.: Effect of insert construction on foot and leg movement. *Med Sci Sports Med*; 30 (4): 550-555, 1998.

(20) NYSKA, M.; MCCABE, C.; LINGE, K.; LERNERMAN, L.: Effect of the shoe on plantar foot pressures. *Acta Orthop Scand*; 66 (1): 53-56, 1995.

(21) PERRY, J.; ULBRECHT, J.; DERR, J.; CAVANAGH, P.: The use of running shoes to reduce plantar pressures in patients who have diabetes. *J Bone Joint Surg*, 77-A (12): 1819-1828, 1995.

(22) PINK, M.; JOBE, F.W.: The foot shoe interface. In Gary N Guten MD editor. *Running Injuries*, pp: 20-29, Philadelphia, WB Saunders Company, 1997.

(23) POON, C.; LOVE, B.: Efficacy of foot orthotics for metatarsalgia. *Foot*, 7 (4): 202-204, 1997.

(24) RAMIRO, J.: Adaptación del calzado a la biomecánica del pie. *Jamo*; XLIX (1129): 1231-1236, 1995.

(25) RESCH, S.; APELQVIST, J.; STENSTROM, A.; ASTROM, I.: Dynamic plantar pressure measurement in 49 patients with diabetic neuropathy with or without foot ulcers. *Foot Ankle Surg*, 3 (4): 165-174, 1997.

(26) ROBBINS, S.; GOUW, G.; MCCLARAN, J.: Shoe sole thickness and hardness influence balance in older men. *Am Geriatr Soc*, 40 (11): 1089-1094, 1992.

(27) ROZEMA, A.; ULBRECHT, J.; PAMMER, S.; CAVANAGH, P.: In shoe plantar pressures during activities of daily living: Implications for therapeutic footwear design. *Foot Ankle Int*, 17 (6): 352-359, 1996.

(28) SABOTO, S.; YOSIPOVITCH, Z.; SIMKIN, A.; SHESKIN, J.: Plantar trophic ulcers in patients with leprosy. *Int Orthop (SICOT)*, 6: 203-213, 1982.

(29) SAN GIL SORBET, A.; GÓMEZ PELLICO, FORRIOL CAMPOS, DÍEZ ULLOA, A.: Análisis dinámico de la marcha: Estudio de la influencia del calzado en los centros de presión sobre la huella plantar. *Rehabilitación*, 27 (3): 192-199, 1993.

(30) SNEYERS, C.L.; LYSSENS, R.; FEYS, H.; ANDRIES, R.: Influence of malalignment of feet on the plantar pressure pattern in running. *Foot Ankle Int*, 16 (10): 624-632, 1995.

(31) SOAMES, R.W.: Foot pressure patterns during gait. *J Biomed Eng*, 7: 120-126, 1985.

(32) THOMPSON, D.I.; HATTLEY, M.R.; MC POIL, T.G.; CORNWALL, M.W.: Vertical forces and plantar pressures in selected aerobic move-

ments versus walking. *J Am Podiatr Med Assoc*, 83 (9): 504-508, 1993.

(33) WOODBURN, J.; HELLIWELL, P.S.: Observations on the F-Scan in shoe pressure measuring system. *Clin Biomech*, 11 (5): 301-304, 1996.

(34) ZHU, H.; WERSTCH, J.; HARRIS, G.F.; LOFTSGAARDEN, J.D.: Foot pressure distribution during walking and shuffling. *Arch Phys Med Rehabil*, 72: 390-397, 1991.