



ARTÍCULO ORIGINAL

Toma de molde en carga con control de presiones en pies pronados[☆]



Enrique Panera Rico* y Gabriel Domínguez Maldonado

Departamento de Podología, Universidad de Sevilla, Sevilla, España

Recibido el 15 de junio de 2016; aceptado el 14 de septiembre de 2016

Disponible en Internet el 21 de octubre de 2016

PALABRAS CLAVE

Pie plano;
Ortesis del pie;
Subastragalina
neutra;
Plantilla

Resumen

Introducción: La toma de moldes se respalda en la actualidad en técnicas basadas más en la experiencia y la subjetividad del técnico que en la objetividad del procedimiento. El objetivo de este estudio fue demostrar la eficacia de una técnica de toma de molde del pie en carga controlada mediante sensores de presión. De esta forma se pretende objetivar el grado de corrección.

Material y método: El estudio piloto se realizó sobre 15 pies de 9 sujetos con pies pronados, a los que se les calculó el valor del índice de simetría del talón y se valoró la diferencia de altura entre cabeza de 1.º y 5.º metatarsianos. Para ello se tomaron 3 moldes en 3 situaciones distintas en un mismo pie: un primer molde al que al sujeto no se le controló la posición del pie, otro segundo molde en el que se hicieron las manipulaciones para corregir la posición pronada del mismo, y un tercer molde al que se le colocaron previamente sensores de presión en el talón y metatarso, lo que permitió controlar y cuantificar la presión durante la manipulación en el proceso de la toma de molde.

Resultados: La comparación del índice de simetría del talón en los diferentes grupos mostró valores significativos de una p de 0,001. Igualmente la comparación de la diferencia de altura entre cabeza 1.º-5.º metatarsianos en ambos grupos también mostró valores de $p < 0,001$, diferentes en las distintas técnicas de toma de molde.

Conclusión: En conclusión, la técnica de toma de molde controlada con sensores de presión consiguió la obtención de moldes más equilibrados, con mejor simetría del contorno del talón y menor diferencia de altura entre el 1.º y 5.º metatarsianos.

© 2016 Consejo General de Colegios Oficiales de Podólogos de España. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

[☆] El trabajo ha sido presentado de forma oral en el III Symposium Internacional de Biomecánica y Podología Deportiva, organizado por AEPODE-SEBIOR, en Barcelona los días 21 y 22 de junio de 2013.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: epanera@us.es (E. Panera Rico).

KEYWORDS

Flatfoot;
Foot orthoses;
Subtalar;
Insole

Weight-bearing castings with pressure control in pronated feet**Abstract**

Introduction: Foot casting is essential in orthotic treatments. Several materials and procedures are involved in this process. There is no evidence of the reliability of casting techniques, as these procedures are based on the subjectivity of the podiatrist more than objective references. The aim of this study was to demonstrate the efficacy of a foot casting technique using plantar pressure sensors.

Material and method: The study was conducted on 9 people with 15 pronated feet ($FPI > 6$). A total of 3 types of foot weight-bearing casting were taken (relaxed position, controlled position, and controlled position using load sensors). The Heel Symmetry Index and 1st-5th metatarsal head height difference was calculated and compared in the 3 types.

Results: The comparison of Heel Symmetry Index in the different groups showed significant differences ($P = .001$). The 1st-5th metatarsal head height difference variable showed values of $P < .001$ in the different groups.

Conclusion: Foot casting by controlled plantar sensors achieved a more balanced cast with greater heel symmetry, and less difference in the 1st-5th metatarsal head heights.

© 2016 Consejo General de Colegios Oficiales de Podólogos de España. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

Actualmente la sociedad le confiere al pie la importancia que tiene para el desarrollo de la vida cotidiana. La relevancia de este segmento corporal plantea la necesidad de mantener su integridad desde el punto de vista fisiológico y biomecánico. Para ello, el tratamiento de determinadas patologías que afectan al pie se deben abordar y realizar a través de soportes plantares personalizados, y por esta razón su estudio y comprensión son indispensables para garantizar la salud del pie de todas las personas¹. Para la realización de tratamientos ortésicos con soportes plantares, donde el paciente presenta un problema de apoyo, se debe partir de una impresión precisa o molde del pie. Este es uno de los pasos más importantes en la elaboración del tratamiento, porque gran parte de los errores presentes en los soportes plantares son causados por un proceso de toma de moldes inapropiado.

La forma más habitual entre los profesionales de realizar el molde pretende mantener la articulación subastragalina (ASA) en posición neutra, aunque esto no signifique que tenga que ser la forma más adecuada de tomar el molde. Esta maniobra de mantener el pie en posición neutra se realiza por palpación de la cabeza del astrágalo, una técnica subjetiva por parte del técnico que está realizando el trabajo², al igual que conseguir esta posición colocando el pie en un punto de bloqueo en posición neutra^{3,4}. Esto confiere a la maniobra puntos de controversia entre los distintos autores⁵⁻⁷. La técnica es más compleja cuando se pretende tomar el molde con el paciente de pie en carga, soportando el peso del cuerpo, donde resulta más difícil mantener y controlar la posición neutra de la ASA.

Para alcanzar el objetivo de mejorar el modelo, independientemente de la forma de tomar el molde en carga, en este estudio se introdujeron sensores de presión en la planta del pie en la zona de talón y antepié para comprobar los valores aportados por estos en el momento de la toma de

molde. En el estudio se compararon los moldes tomados de un mismo pie en carga relajada, carga controlada sin sensores y carga controlada con sensores para estudiar si existen diferencias significativas en la morfología del retropié a través del análisis de su simetría y la comparación de los valores de diferencias de alturas entre las cabezas metatarsales del primer y del quinto metatarsianos.

Material y método

El diseño del estudio que se realizó fue de tipo experimental transversal.

La variable independiente del estudio fue «grupo de intervención», con 3 posibles valores: «grupo sin corrección», «grupo con corrección sin sensores» y «grupo con corrección con sensores». Las variables dependientes fueron «índice de simetría del talón», que valora la simetría del contorno del talón en el plano frontal de forma cuantitativa, indicativo de que el talón está centrado y simétrico, es decir, no se encuentra en varo o valgo, que en tal caso existiría un contorno asimétrico; y «diferencia de altura entre 1.º-5.º metatarsianos», que expresa cuantitativamente la diferencia de altura entre las cabezas del primer y el quinto metatarsianos que indicaría el nivel de supinación o de pronación de antepié.

La muestra seleccionada pertenece a voluntarios del área clínica de podología de la Universidad de Sevilla, con muestreo por conveniencia, constituida por 9 voluntarios en total, de los cuales 6 pertenecen al sexo femenino, con una media de edad de 28 años, y 3 de sexo masculino, con una media de edad de $23 \pm 6,766$ años.

La muestra constó de 15 casos (9 correspondieron a pies izquierdos y 6 a pies derechos), precisando que se hace referencia a procedimientos y no a pacientes, puesto que en un mismo sujeto la deformación de pie pronado puede estar presente en un solo pie y no en los dos.

Los participantes incluidos en el estudio cumplieron con los siguientes criterios de inclusión: mayores de 20 años y menores de 50 años, para evitar procesos artrósicos importantes que no permitan la corrección del medio pie, y un desarrollo óseo bien consolidado⁸. Sujetos con valores en el índice de postura del pie (FPI) mayor o igual a 6 (pie pronador), sin traumatismos importantes que puedan afectar a la estructura normal del pie, a la que se hizo referencia anteriormente, sin intervención quirúrgica con procesos de fijación articular que pudieran impedir el movimiento normal de las articulaciones mediotarsianas, y pacientes sin hallux valgus o deformaciones digitales que no puedan ser reductibles⁹.

A los sujetos seleccionados se les explicó de forma comprensible la finalidad del estudio y el procedimiento al que se someterían. Se les entregó un documento por escrito de consentimiento informado que firmaron voluntariamente. El estudio fue autorizado por el Comité Ético de Experimentación de la Universidad de Sevilla.

Para la realización del estudio se utilizó el siguiente material específico:

- Sistema informático de medida de presión Walkin Sense® con sensores (Copyright 2009 Tomorrow Options-Microelectronics.SA. VO. 98 RC3 UPTEC-Parque de Ciencia y Tecnología da Universidad do Porto, Rua Actor Ferreira da Silva, 100 4200-298, Porto, Portugal). Al sistema de sensores se le realizó una prueba de fiabilidad obteniendo resultados estadísticos satisfactorios con un nivel de confianza del 0,882.
- Huellas de vacío para la toma de huella (Podiatech®, Sidas Spain SL. Camps i Fabres, 3-11 1.º 4.ª, 08006 Barcelona).
- El pie de rey o calibre normalizado según la norma DIN 862. ECO (T304B,W-1220).
- Brazo soporte articulado para 2 kg Código RS387-0026. Fabricante Noga. N.º ref. fabric. DG 1600.

Procedimiento

● *Toma de molde en el grupo sin corrección.* Se obtuvo, en primer lugar, un molde donde el sujeto en bipedestación en su postura relajada dejó impresa la huella del pie en su ángulo de sustentación, sin realizar ningún tipo de corrección sobre la huella de vacío, con lo cual se apreciaba que el molde quedó con un antepié supinado, donde el valor de la variable «diferencia de altura entre 1.º-5.º metatarsianos» obtuvo valores altos.

Seguidamente se hizo un vaciado de escayola del negativo del molde sobre la huella de vacío, y se obtuvo un positivo, donde se hicieron las mediciones del estudio.

● *Toma de molde en el grupo con corrección sin sensores.* Un segundo molde del mismo pie con la persona en la misma posición del ángulo de marcha, al cual, en el momento de tomar el molde, realizó la maniobra de corrección, que consistió en efectuar una rotación externa del tercio distal de la pierna para ir introduciendo el pie en la huella de vacío con la ayuda de la persona, ya que esta técnica se realizó en carga¹⁰. Para controlar la maniobra con la mano contraria se realizaba la palpación de la cabeza del astrágalo hasta percibir que estaba en una posición neutra para corregir la pronación del medio pie. El sujeto se situó en bipedestación

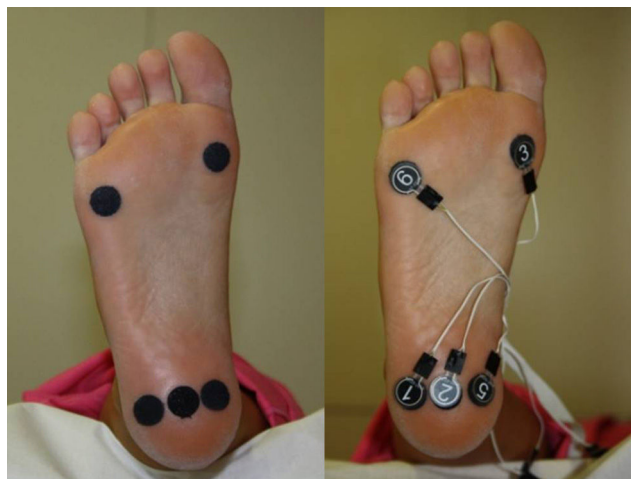


Figura 1 Colocación de los sensores en los puntos elegidos. Imagen propia.

en el banco de marcha, para más comodidad y facilitar el procedimiento.

Al igual que en el procedimiento anterior, hicimos un vaciado del molde y obtuvimos el positivo para realizar las mediciones del estudio de las variables dependientes «índice de simetría de talón» y «diferencia de altura entre 1.º-5.º metatarsianos».

● *Toma de molde en el grupo con corrección con sensores.* El tercer molde del mismo pie se realiza con la persona en la misma posición que en el molde anterior, al que previamente le pusimos los sensores de presión adheridos a la planta.

Los puntos de fijación son en la cabeza articular del primer metatarsiano en su cara plantar, cabeza articular del quinto metatarsiano en su cara plantar y talón donde se colocan 3 sensores, uno en la línea media del talón también en su cara plantar y los otros dos a un centímetro lateral interno y lateral externo del sensor central (fig. 1).

Se conectaron los sensores al traductor, y a su vez este se conectó al ordenador mediante Bluetooth® para hacer una lectura de las presiones en tiempo real.

De esta forma se tomó el molde realizando la maniobra de corrección y visualizando las presiones en un diagrama de barras con colores diferentes para cada sensor, y en la misma pantalla una gráfica donde venían representados los sensores en distinto color, que iban describiendo una línea en la gráfica en tiempo real y cuantificando la presión de cada sensor que estaba soportando en todo momento. Así, cuando los sensores cuantificaban la misma presión solo se percibía una sola línea coincidiendo con la lectura de presión en vez de 3 líneas distintas.

Se tomó el molde dejando todos los sensores a la misma altura en el diagrama de barras y en la gráfica, indicativo de que todos los puntos estaban equilibrados en cuanto a la presión de cada zona (fig. 2a,b).

Seguidamente hicimos el positivado del molde al igual que los anteriores para cuantificar y comparar las medidas.

Protocolo de valoración de los moldes

Una vez que se obtenían los 3 moldes se procedía a medir las distintas variables dependientes. En primer lugar se midió

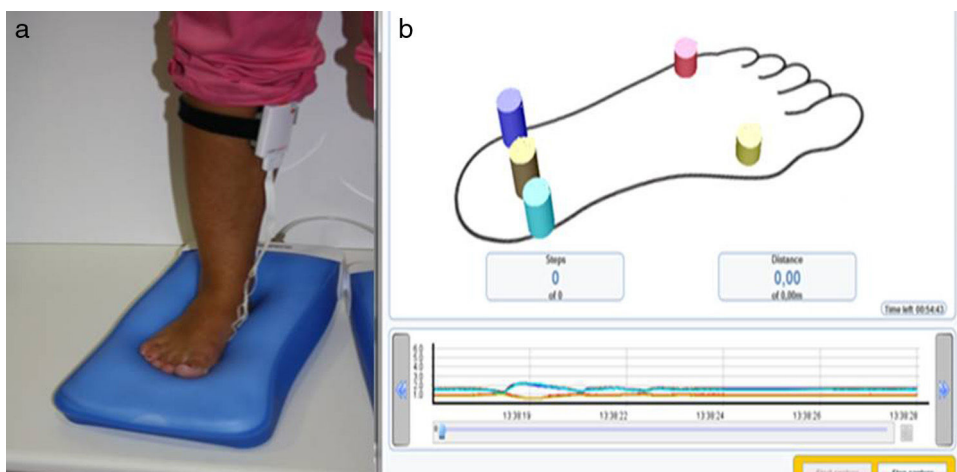


Figura 2 a) Toma de molde en carga con sensores de presión. b) Lectura de las presiones en el momento de la toma del molde. Imagen propia.

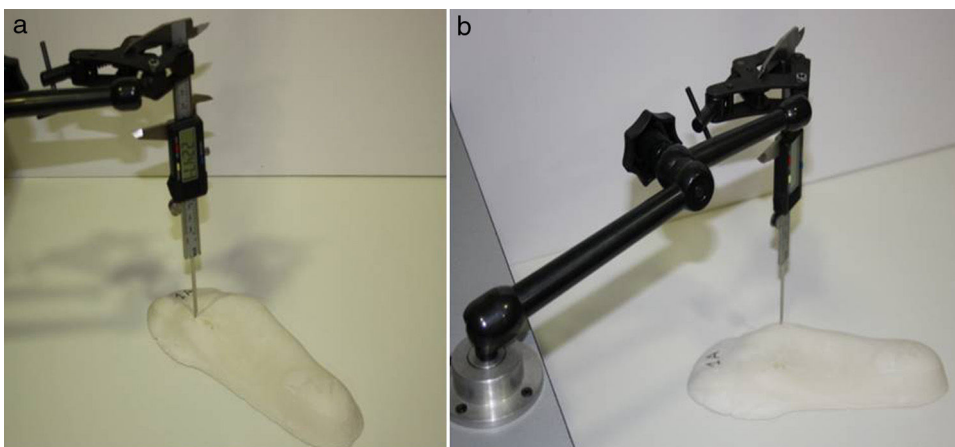


Figura 3 Medición de la diferencia de altura entre la primera y la quinta cabeza metatarsal. Imagen propia.

la «diferencia de altura entre 1.º-5.º metatarsianos» con un calibre digital que se encontraba fijado a un brazo articulado, y este a su vez a un soporte. La medida que se tomó fue la diferencia de altura entre los 2 puntos más prominentes de las cabezas del primer y del quinto metatarsianos (fig. 3a,b).

El procedimiento para cuantificar la simetría del contorno del talón, una vez que se obtuvo el positivado de cada molde, se realizó cortando el talón con una sierra circular perpendicularmente al eje longitudinal del pie, por la zona de máxima curvatura tanto longitudinal como transversal del talón (fig. 4), con lo cual nos quedó el contorno del mismo, en el plano frontal.

Con la pieza del talón cortada, se coloreó para visualizar de forma mejor la curva que describe el talón, empleando un color distinto para cada procedimiento de la toma de moldes para así también distinguir mejor a qué grupo corresponde cada uno

A continuación se realizó un escaneo de la pieza por su cara frontal a escala 1:1, quedando visualizado el contorno de la curva del corte del molde que trasladamos al programa informático AutoCAD® 2009 (Autodesk Inc, San



Figura 4 Corte del molde en la zona de talón para valorar la simetría. Imagen propia.

Rafael, California), donde se escaló la figura y se realizaron las mediciones (fig. 5).

Todos estos datos se recogieron en una ficha para poder hacer las operaciones a través de una fórmula matemática de «índices basados en las parejas de distancias»,

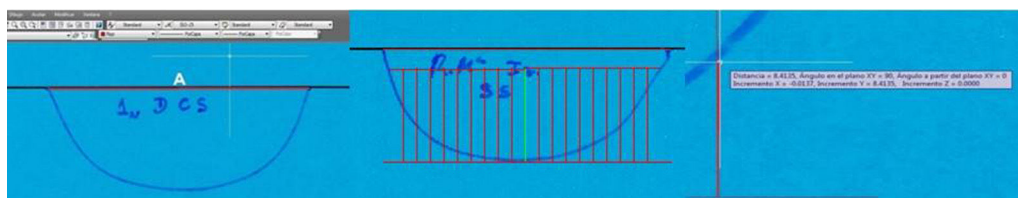


Figura 5 Tratamiento para las mediciones de los distintos puntos de la curva y valorar la simetría de la misma. Imagen propia.

Tabla 1 Estadísticos descriptivos de las variables independientes

	Media	Mediana	Desviación típica	Mínimo	Máximo	Total
Índice de simetría sin sensor	0,32	0,32	0,218	0,009	0,813	15
Índice de simetría con sensor	0,06	0,05	0,045	0,014	0,208	15
Diferencia de 1.º-5.º sin sensor	2,53	2,34	0,744	1,66	4,25	15
Diferencia de 1.º-5.º con sensor	0,50	0,45	0,402	0,03	1,19	15
Diferencia de 1.º-5.º sin control	1,39	1,27	0,408	0,46	1,98	15
Edad	27,73	27	6,766	21	42	15

obteniendo una cantidad lo más cercana a cero o igual a cero, indicativo de la simetría de la curva, ya que mientras más se acerque al cero, más simétrica es la curva¹¹:

$$\text{Índice de simetría : } I' = \sum_{k=1}^m (h(x_k) - h(x_{-k}))^2$$

Los datos se analizaron estadísticamente con el programa informático SPSS Statistics 22 para Windows® (SPSS Science, Chicago, Illinois).

El análisis estadístico se ha llevado a cabo con pruebas estadísticas no paramétricas, ya que el estudio se realizó sobre una muestra de 15 casos. En primer lugar se utilizó el test de Shapiro-Wilk para comprobar la normalidad de la muestra.

En segundo lugar se han relacionado 2 muestras de un mismo pie para el molde con sensor y molde sin sensor para valorar la variable «índice de simetría del talón»; para ello se utilizó la prueba de Wilcoxon para grupos relacionados.

En tercer lugar se estudió estadísticamente las variables «diferencia de altura entre 1.º-5.º metatarsianos». Para ello se utilizaron 2 pruebas no paramétricas: el test de Friedman, que se comparó con la prueba de Kendall.

Resultados

La tabla 1 muestra el descriptivo de los valores medios y desviación típica de los datos obtenidos de las variables independientes recogidos en el estudio.

Para comprobar si los datos procedían de una muestra normal se utilizó el test de Shapiro-Wilk. Para el molde sin sensor se obtuvieron valores de $p = 0,757$, mayor de 0,05, y para el molde con sensor, de $p > 0,001$, menor de 0,05.

Los resultados estadísticos que se obtuvieron del estudio de las 2 variables dependientes que se recogieron en la prueba fueron, por un lado, el «índice de simetría del talón», a la cual se le aplicó la prueba de Wilcoxon, que aportó un resultado de $p < 0,001$.

Tabla 2 Valores de chi cuadrado, grados de libertad y nivel de significación de la prueba

Estadísticos de contraste	
n	15
W de Kendall	0,884
Chi-cuadrado	26,533
p	> 0,001

Por otro lado, a la variable dependiente «diferencia de altura entre 1.º y 5.º metatarsianos» se le aplicó el análisis del test de Friedman para saber si existían diferencias de altura de las cabezas metatarsales entre los grupos relacionados. El resultado de fue de $p < 0,001$, por lo que hay diferencias significativas en las medidas en función del grupo.

También se calculó el coeficiente de concordancia W de Kendall (tabla 2), para comparar los resultados con el test anterior, ya que tiene las mismas indicaciones que el test de Friedman, pero este indica el grado de asociación entre grupos relacionados.

El coeficiente de Kendall mostró un valor de 0,884, el cual se interpreta como una concordancia entre los grupos sobre el orden de las medidas. Esto es, el grupo al que se le tomó el molde sin sensores obtuvo valores más altos en la variable «diferencia de altura entre 1.º y 5.º metatarsianos» respecto al grupo al que se le tomó el molde con sensores. Se demostró así que los valores más cercanos a cero se obtuvieron con la actuación de controlar las presiones con sensores en el momento de la toma de moldes.

Discusión

Con este sistema de actuación no se pretendió estudiar el método más idóneo para tomar el molde del pie, simplemente resaltar que para este trabajo de investigación se eligió un protocolo de técnica de toma de molde para

comprobar si con la utilización de los sensores se podría mejorar los resultados. Con este procedimiento no solo se podrían tomar los moldes con reparto equilibrado de las cargas de talón para una correcta simetría del mismo, sino que se podría objetivar cualquier posición del talón según interesase en cada caso repartiendo la presión en los sensores. Por ello, al utilizar los cojines de vacío como dispositivo de toma de huella no ocurre igual que cuando se utiliza la espuma fenólica, que una vez se deja impresa la huella, se deprime la espuma de manera irreversible y no es posible un reajuste de la posición del pie, pudiendo quedar una impresión de la huella falseada al quedar deprimidas zonas que no deberían estarlo, dándonos la posibilidad de manipular el pie las veces que sean necesarias. Aunque para la validación del sistema en este caso se decidió tomar los moldes buscando la simetría de talón, parámetro utilizado como criterio de evaluación de una correcta posición, empleando la forma más habitual de tomar el molde.

Los resultados que hemos obtenidos ponen de manifiesto que el molde tomado con sensores tiene menor error de medida que el molde sin sensor, en comparación con otros autores, poniendo en evidencia la falta de control en la toma de moldes en carga que existe en la actualidad, debido a la diversidad de resultados entre los distintos estudios.

McPoil et al.^{7,12} concluyeron que los peores resultados de molde se obtuvieron en la técnica en carga con espuma fenólica, que se atribuían a la posición de la ASA después de intentar bloquearla en posición neutra, y a la densidad de la espuma fenólica, que puede modificar la posición por el empuje de la misma. Los resultados del presente estudio coinciden con los autores citados en los resultados desfavorables en el supuesto de la toma de moldes sin sensores, ya que la variable «índice de simetría del talón» pone de manifiesto las deficiencias que tiene el molde en carga sin controlar la manipulación de forma objetiva, donde los resultados fueron desfavorables.

Somers et al.¹³ afirmaron en 1997 que la obtención de resultados favorables en la técnica con venda de escayola puede deberse a la importancia de tener una buena visión y percibir la posición del pie con la estimación visual; aunque sea un procedimiento subjetivo, puede ser más fiable que la técnica de toma de molde en carga.

Laughton et al.¹⁴ llevaron a cabo en 2002 un estudio comparando la fiabilidad y precisión entre los distintos métodos de toma de moldes. Obtuvieron resultados similares a los del presente estudio en cuanto a la variabilidad en la relación antepié-retropié. Los datos obtenidos muestran una diferencia de altura entre cabeza del primer metatarsiano y la quinta cabeza metatarsal, más acusada entre los moldes sin sensores. Esto prueba la necesidad de introducir elementos de control objetivos para la realización del proceso de toma de moldes.

Nick¹⁵ evaluó en 2006 los resultados del tratamiento ortopédico aplicado al paciente dependiendo del tipo de molde. Concluyó, por un lado, que las dimensiones del pie para adaptar el soporte plantar son más reales y similares con las dimensiones clínicas del pie, tomando el molde con espuma fenólica, que tomado el molde con venda de escayola, con lo cual propone la toma de molde en carga, coincidiendo con la metodología empleada en este estudio, al cual se ha

aportado mayor precisión a la técnica mediante el empleo de sensores de presión.

Leslie et al.¹⁶ realizaron en 2008 un estudio donde los resultados obtenidos eran mejores cuando se utilizaba la espuma fenólica en comparación con las técnicas de venda de escayola. Uno de los factores para disminuir la eficacia con la técnica de venda de escayola viene determinado cuando el profesional debe colocar el pie con la ASA en posición neutra, sin contar con puntos prácticos de referencia para dirigir la maniobra de forma objetiva.

Dombroski et al.¹⁷ realizaron en 2014 estudios que ponen de manifiesto el avance de la técnica en este sentido, aplicando la exploración digital unida a la reproducción de modelos a través de impresoras 3D. La posición del pie para realizar la lectura digital sigue sin tener solución con este sistema, ya que la lectura puede ser igual, pero puede variar la posición del pie y la reproductibilidad.

El método para obtener el molde en carga del pie que más se asemeja al empleado en este estudio fue el diseñado por Rueda¹⁸ «Podo Computer®», en el cual, mediante un sistema neumático que presiona sobre la venda y el pie, adaptan la venda de escayola pudiendo controlar las presiones a través de una imagen por colorimetría.

El presente estudio está muy relacionado con este sistema, porque tomó como referencia la presión plantar para obtener el molde, pero sin cuantificarla; de esta forma permitiría conseguir un molde más equilibrado en cuanto a la parte posterior del pie y mejorar la reproductibilidad del proceso, al igual que se podría utilizar el sistema como medio para cuantificar la posición del pie en la exploración del paciente.

Los autores consideran necesario depurar la técnica de toma de moldes, pues se observa en los estudios consultados que los moldes sí pueden influir en los efectos del tratamiento ortopédico, lo que explica por otra parte la variabilidad de resultados en los tratamientos que se obtienen en los distintos estudios consultados en esta investigación, que no son capaces de unificar criterios para así poder sacar conclusiones y establecer protocolos de actuación.

Las limitaciones del estudio son el tamaño muestral, el tipo de sensor y el software, no diseñado expresamente para este cometido.

En conclusión, el «índice de simetría del talón», en el supuesto del molde con control y sensores, presentó valores más cercanos a 0 (indicativo de simetría) respecto al molde tomado sin sensores.

El parámetro «diferencia de altura entre 1.º y 5.º metatarsianos» aportó resultados donde las diferencias en los grupos «molde sin control» y «molde con control sin sensores» obtuvieron valores más altos que el grupo a los que se aplica el «molde con control con sensores», donde se registraron valores más bajos.

Podemos concluir que la utilización de sensores de presión en la toma de molde en carga da como resultado un molde más equilibrado.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

Al Área Clínica de Podología de la Universidad de Sevilla por brindarnos las instalaciones para la realización del trabajo.

A todos los voluntarios que de forma desinteresada han colaborado en el estudio.

Bibliografía

1. Prat JM, Sánchez-Lacuesta J. Biomecánica de la marcha normal y patológica. Valencia: Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV); 2002.
2. Robbins S, Gouw G, Hanna AM. Running-related injury prevention through innate impact-moderating behavior. *Med Sci Sports Exerc.* 1989;21:130-9.
3. Michaud TC. Foot Orthoses and Other Form of Conservative Foot Care. Baltimore: Williams and Wilkins; 1993.
4. Levy AE. Esquema general de ortesiología del miembro inferior. En: Levy AE, Cortés JM, editores. Ortopodología y aparato locomotor. Barcelona: Masson; 2003. p. 59-69.
5. Root M, Orien W, Weed J. Normal and abnormal function of the foot. Los Angeles: Clinical Biomechanics Corporation; 1977.
6. Schuster R. Neutral plantar impression cast-method and rationale. *J Am Pod Assoc.* 1976;66:422.
7. McPoil TG, Schuit D, Knecht HG. Comparison of three methods used to obtain a neutral plaster foot impression. *Phys Ther.* 1989;69:448-52.
8. Lelievre JF. Patología del pie. 4.^a ed. Barcelona: Toray-Masson; 1970. p. 57-78.
9. Redmond AC, Crane YZ, Menz HB. Normative values for the Foot Posture Index. *J Foot Ankle Res.* 2008;1:6.
10. Benhamú S, Martínez Camuña L, Guerrero Rodríguez A, Fernández Seguí LM. Protocolo de toma de moldes en espuma fenólica. *Rev Española Podol.* 2004;15:184-94.
11. Manzano V, Duran A. Comprensión y medida del concepto de simetría. *Anales de Psicología.* 2001;17:287-97.
12. McPoil T, Cornwall MW. Relationship between subtalar joint neutral position and rearfoot motion during walking. *Foot Ankle Int.* 1994;15:141-5.
13. Somers DL, Hanson JA, Kedzierski CM, Nestor KL, Quinlivan KY. The influence of experience on the reliability of goniometric and visual measurement of forefoot position. *J Orthop Sport Phys Ther.* 1997;25:192-202.
14. Laughton C, Davis MC, Williams DS. A comparison of four methods of obtaining a negative impression of the foot. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2002;92:261-8.
15. Nick A. Casting methods and plantar pressure: Effects of custom-made foot orthoses on dynamic plantar pressure distribution. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2006;96:9-18.
16. Leslie C, Trotter L, Pierrynowski M. Ability of foot care professionals to cast feet using the nonweightbearing plaster and the gait-referenced foam casting techniques. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2008;98:14-8.
17. Dombroski C, Balsdon M, Froats A. The use of a low cost 3D scanning and printing tool in the manufacture of custom-made foot orthoses: A preliminary study. *Bio Med Cent.* 2014;10:443.
18. Rueda M. Podometro video-neumatico «podo-computer». Nuevas técnicas de diagnosis y tratamiento de las alternaciones podológicas. *Rev Española Podol.* 1990;1:403-6.