

Criterios de diseño de un prototipo ortésico para el cuidado y manejo del pie diabético.

G. Rodríguez¹, M. Álvarez¹, A. Alessi², L. Núñez³, C. Galván-Duque¹, F. Mendoza¹.

¹Laboratorio de Ortesis y Prótesis, Instituto Nacional de Rehabilitación, México D.F., México

²Laboratorio de Ingeniería de Rehabilitación, Instituto Nacional de Rehabilitación, México D.F., México

³Laboratorio de Análisis de Movimiento Humano, Instituto Nacional de Rehabilitación, México D.F., México

Resumen— El pie diabético se ve afectado por factores que alteran el equilibrio estructural y funcional de la extremidad. Es indispensable su manejo integral tanto en prevención primaria, como en el tratamiento de úlceras y la prevención de la recurrencia. El tratamiento ortésico constituye una herramienta para prevenir lesiones y resolverlas una vez presentes. La baropodometría permite estudiar la biomecánica del pie diabético y aunada al diseño y la manufactura asistida por computadora (CAD-CAM) permiten confeccionar ortesis plantares altamente personalizadas. En este trabajo se presentan dos criterios de diseño de ortesis plantares para asistir en el manejo integral del pie diabético; una enfocada a la prevención y la recurrencia de úlceras y la otra en la asistencia y el manejo de lesiones agudas del pie.

Palabras clave—Baropodometría, plantillas, úlceras por presión.

I. INTRODUCCIÓN

El pie diabético (PD) se ve afectado por factores que alteran el equilibrio estructural y funcional del pie. Las alteraciones estructurales y el uso del calzado inadecuado son elementos que conllevan a las lesiones del PD. Es indispensable su manejo integral durante las fases de atención como lo son la prevención primaria, el tratamiento de úlceras y la prevención de la recurrencia de éstas [1].

El tratamiento ortésico constituye una herramienta para prevenir lesiones y resolverlas una vez presentes. Los objetivos principales del tratamiento ortésico en la extremidad inferior son: por un lado permitir la funcionalidad de la marcha brindando soporte y por el otro proporcionar una superficie de apoyo que permita distribuir las cargas adecuadamente [2].

El estudio de la mecánica del apoyo plantar adquiere sustancial importancia en los check-ups periódicos y programados de la persona diabética con el fin de prevenir las complicaciones del pie diabético [3].

La baropodometría permite la evaluación real de los picos de presión y de zonas de hipercarga así como la valoración de una correcta descompresión de las cargas y la confirmación del tratamiento aplicado [lavigne]; ésta, aunada al diseño y la manufactura asistida por computadora (CAD-CAM), permite confeccionar ortesis plantares altamente personalizadas que pueden resultar efectivas para reducir la presión plantar [4,5] y evitar lesiones.

En este trabajo se presentan dos propuestas de metodologías para el diseño de ortesis plantares útiles en el manejo integral del pie diabético. La primera enfocada en asistir a las fases preventivas (cuidado primario y prevención de la recurrencia de úlceras) y la segunda ideada para asistir en el manejo de lesiones agudas del pie.

II. METODOLOGÍA

Dos voluntarios con antecedentes de lesiones secundarias al síndrome del pie diabético participaron en este estudio piloto. Se utilizó un baropodómetro (Diagnostic Support S.R.L., Italia) de 320 cm X 75 cm, con 4800 sensores sensibles a la presión. Se solicitó al paciente caminar sobre el pasillo instrumentado a cadencia libre y sin calzado. Se realizó una caminata de calibración y al menos dos caminatas de medición. Para el procesamiento de la información obtenida a partir de los registros se utilizó el software Milletrix v1.0.0.49. Al momento de la medición un individuo presentaba en un pie una lesión expuesta debajo de la cabeza del primer metatarsiano con amputación del primer dedo. El segundo voluntario presentaba amputación del quinto dedo y resección de la cabeza del quinto metatarsiano. Ambos voluntarios firmaron una carta de consentimiento informado aprobado por el comité de investigación del INR.

La distribución de la presión en la superficie plantar de los dos voluntarios con lesiones secundarias al síndrome del Pie diabético fue medida mediante un baropodómetro digital Diagnostic Support (S.R.L., Italia). En las Figuras 1 y 2 se muestran los criterios de diseño que se siguieron para el desarrollo de cada plantilla.

En el primer caso se buscó incrementar la superficie de contacto para reducir la presión en las zonas de interés: cabezas metatarsianas, puntos de apoyo ubicados en la barra lateral del pie y calcáneo. Para el segundo ejemplo se realizó la descarga total en la región lesionada debajo de la cabeza del primer metatarsiano.

La información recabada fue empleada para confeccionar una plantilla a la medida. Para el procesamiento de la información y el diseño y manufactura asistida por computadora de la plantilla se empleó el módulo Milletrix-Orthotech y una fresadora de control numérico (Cielle, Italia).

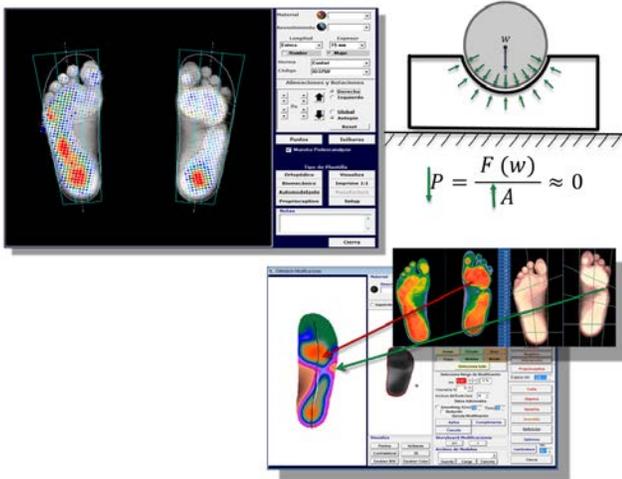


Fig. 1. Voluntario A: amputación de 5to dedo y resección de la cabeza del 5to metatarsiano. Criterio de diseño: Reducción de la presión en las zonas de riesgo mediante el incremento de la superficie de contacto.

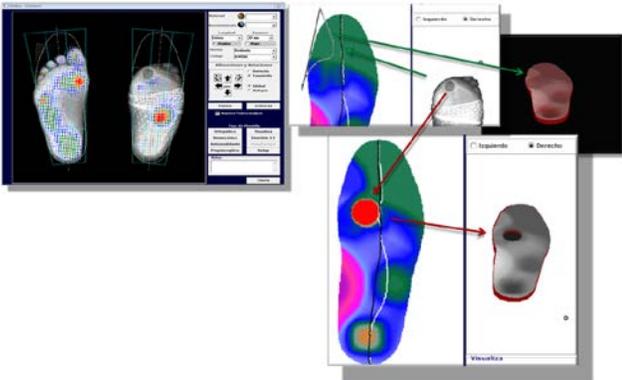


Fig 2. Voluntario B: amputación de 1er dedo y úlcera debajo de la cabeza del 1er MTT. Criterio de diseño: liberación total de la lesión aguda y reducción de la presión en zonas de riesgo mediante el incremento de la superficie de contacto.

III. RESULTADOS

Se desarrollaron dos prototipos ortésicos; uno a cada voluntario. El primero para ser utilizado en forma profiláctica en la prevención de la aparición o la recurrencia de las úlceras. El segundo para ser empleado ante la presencia de una lesión aguda en la planta del pie.

Debido a la variabilidad observada en el patrón de carga del Pie Diabético fue necesario confeccionar cada diseño con base en los resultados de la baropodometría practicada a cada paciente. En las figuras 3 y 4 se muestran los diseños resultantes desarrollados en el software.

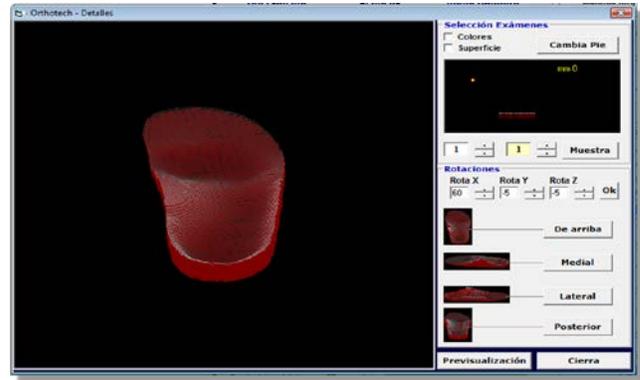


Fig. 3. Prototipo que promueve la distribución de la presión en la planta del pie. Recomendación de uso: preventivo.

Los materiales de elección para la fabricación de los prototipos fue o el látex natural debido a las propiedades viscoelásticas que presenta (profilaxis) o EVA de alta densidad. Se utilizó PPT (porón) como material de recubrimiento. En la figura 5 se esquematiza el proceso de manufactura.

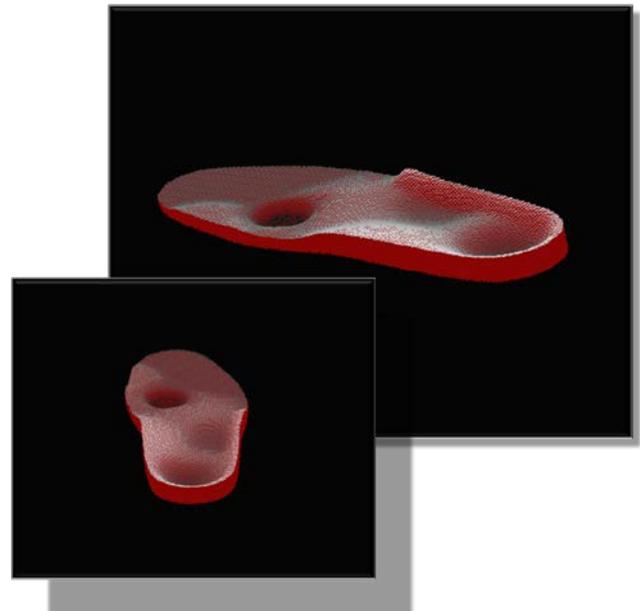


Fig 4. Prototipo que libera la carga en la región de la lesión y distribuye la presión. Recomendación de uso: mientras la lesión esté presente.

IV. DISCUSIÓN

Los cambios biomecánicos debidos a la falta de movilidad de una o varias articulaciones, a la deformidad, a la falta o pérdida del tono muscular, así como a la pérdida propiocetiva – factores todos ellos que pueden afectar al PD – fomentan las alteraciones en el reparto de cargas en la planta del pie. Si bien se sabe que todos los metatarsianos

soportan carga y que la presión se incrementa principalmente en los metatarsianos centrales [6,7,8,9,10,11,12,13,14], el patrón de carga en el pie del individuo que padece diabetes es variable.

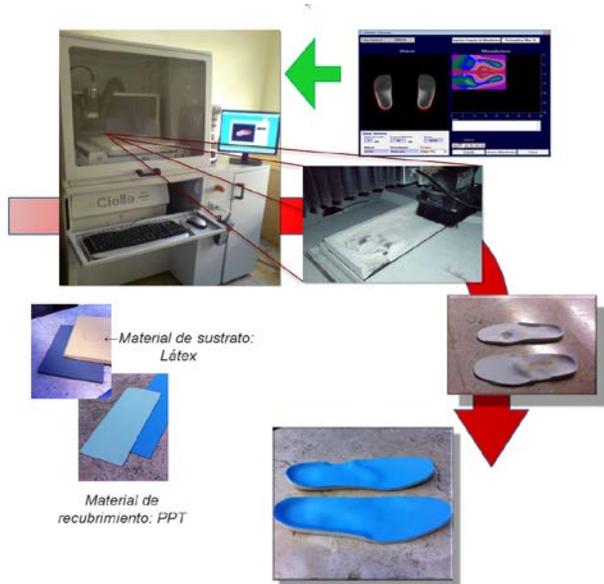


Fig 5. Proceso de manufactura asistida por computadora: una vez fresado el diseño ortésico en el material de sustrato de elección, es necesario adherir el recubrimiento seleccionado manualmente y afinar detalles en un banco de acabado antes de poder introducir la ortesis dentro del calzado.

En general se acepta que zonas de alta presión en la planta del pie ante la presencia de algún grado de neuropatía constituyen factores predisponentes o desencadenantes para la aparición de úlceras por presión. De ahí la necesidad de realizar valoraciones periódicas y generar lineamientos que sean útiles para asistir al personal clínico en el manejo del PD durante sus diversos estadios.

La experiencia en este trabajo apunta al hecho de que el tratamiento deberá de ser personalizado en cada individuo, no solo en lo que al criterio de diseño ortésico se refiere, sino también en lo relacionado con la elección de los materiales que conforman la ortesis plantar. Cabe señalar la ventaja que la técnica de diseño y manufactura propuesta ofrece en el sentido de que el proceso de fabricación no altera las propiedades mecánicas de los materiales de sustrato utilizados. La práctica ortésica convencional emplea el calor para conformar una variedad de materiales cuya respuesta mecánica original se modifica ante éste. La técnica de diseño y manufactura CAD-CAM permite manejar una variedad de materiales útiles para nuestro propósito sin modificar las características estructurales e incluso permite utilizar materiales no susceptibles de ser termoconformados.

V. CONCLUSIÓN

La metodología propuesta permite elaborar plantillas con alto grado de personalización para el paciente con pie diabético que presenta una lesión aguda o que requiere de un medio de apoyo para distribuir homogéneamente la presión en la planta del pie con el fin de prevenir la aparición o recurrencia de lesiones por presión. Los criterios de diseño deberán propiciar la liberación de zonas de hipercarga y la maximización de la superficie de contacto. Una cuidadosa elección de los materiales en que será confeccionada la ortesis plantar resulta indispensable para obtener resultados satisfactorios en el tratamiento.

RECONOCIMIENTOS

Este trabajo se realizó con el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), proyectos Salud 2009-01-113601.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Padrós C, Escudero JR. Actuación Podológica en la Prevención y Tratamiento del Pie Diabético. En: Tratado de Pie Diabético. 2002.
- [2] Owings T, et al, Plantar pressures in diabetic patients with foot ulcers which have remained healed. 2009;29(4):618-22.
- [3] Levin ME, O'Neal LW, Bowker JH. The Diabetic Foot. Mosby. Missouri, 1993.
- [4] Lavigne A.- Noviel D. Etude clinique du pied et Therapeutique par orthese. Ortheses Podologiques. Masson. Paris, 1994.
- [5] Zequera M, Stephan S, Paul J. Effectiveness of moulded insoles in reducing plantar pressure in diabe-tic patients. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc, 2007:4671-4.
- [6] Valenti V, Viladot A. Principios de biomecánica del antepié. Rev Med Cir Pie. 1990;1(4):9-12.
- [7] Viladot A. Biomecánica: estática y exploración. En: Patología del antepié. Barcelona. 1984;29-54.
- [8] Viladot A. Quince lecciones sobre patología del pie. Barcelona. 1989.
- [9] Henning EM, Staats A, Rosenbaum D. Plantar pressure distribution patterns of young school children in comparison to adults. Foot Ankle. 1994;(15)1:35-40.
- [10] Holmes GB, Timmerman L, Willitis N. Practical considerations for the use of the pedobarograph. Foot Ankle. 1991;2(12):105-108.
- [11] Hughes J. The clinical use of pedobarography. Acta Ortop Belg. 1993; 59(1):10-15.
- [12] Lo WT, Yick KL, NgSP, Yip J. New methods for evaluating physical and thermal comfort properties of orthotic materials used in insoles por patients with diabetes. J Rehabil Res Dev. 2014;51(2):311-24.
- [13] Frang F, Wang Yf, Gu MY, Chen H, Wang DM, Xiao K, Yan S, Yao LL, Li N, Zhen Q, Peng YD. Pedobarography – a novel screening tool for diabetic peripheral neuropathy? Eur Rev Med Pharmaco Sci. 2013;17(23):3206-12.
- [14] Lavery LA, La Fontine J, Kim PJ. Preventing the first or recurrent ulcers. Med Clin North Am. 2013;97(5):807-20.