

## Tratamiento ortopodológico individualizado del paciente diabético de alto riesgo, mediante estudio de las presiones plantares y la biomecánica del pie

**M<sup>a</sup> Luz González Fernández**

E. U. de Enfermería, Fisioterapia y Podología. Universidad Complutense de Madrid.  
Ciudad Universitaria. 28040. Madrid  
[luzalez@enf.ucm.es](mailto:luzalez@enf.ucm.es)

### Tutores

**David Martínez Hernández**  
**Juan Beneit Montesinos**

Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública e Historia de la Ciencia. Facultad de Medicina.  
Pabellón II, 2º piso. Universidad Complutense de Madrid. Plaza Ramón y Cajal s/n; 28040 Madrid  
[davidmartinez@med.ucm.es](mailto:davidmartinez@med.ucm.es)

E. U. de Enfermería, Fisioterapia y Podología. Universidad Complutense de Madrid.  
Ciudad Universitaria. 28040. Madrid  
[jvbeneit@enf.ucm.es](mailto:jvbeneit@enf.ucm.es)

**Resumen:** La diabetes es una pandemia, y su cronicidad produce serias complicaciones, entre ellas se encuentra la polineuropatía diabética, presente en más de un 80% de la población diabética. La neuropatía es una de las causas del pie neuropático y este a su vez, se caracteriza por úlceras neuropáticas con gran diversidad de presentaciones clínicas. La prevención es muy importante en estos pacientes de riesgo, porque el índice de reulceración es extremadamente alto y la ulceración del pie puede conducir a la amputación, asociada a una tasa creciente de la mortalidad. La Diabetes Mellitus es la primera causa de amputación no traumática en España, y representa en torno al 60%-80% de las amputaciones del miembro inferior. En el 85% de los casos, la amputación está precedida de una úlcera en el pie. Dentro de los factores que intervienen en la producción de las úlceras neuropáticas, se encuentran, las alteraciones biomecánicas y estructurales del pie, estas alteraciones van a producir altas presiones que pasan desapercibidas para este tipo de pacientes, sin olvidar los traumatismos en el pie, roces o lesiones producidas en numerosas ocasiones por zapatos inadecuados. En las úlceras neuropáticas la reducción de la presión juega un papel fundamental tanto en la integridad del pie, como en la mejora de la calidad de vida, cuando el paciente ya está amputado y /o presenta una reulceración. Es necesario llevar a cabo estudios biomecánicos, para poder abordar el cuidado preventivo del pie, consiguiendo reducir las presiones, de tal modo que la incidencia de la ulceración disminuya. Se precisa realizar diseños de tratamientos ortopodológicos adecuados que incluyan, la prescripción de plantillas individualizadas,

capaces de reducir la presión y la utilización de un calzado terapéutico de acuerdo con la biomecánica del pie.

**Palabras clave:** Pie diabético. Pie neuropático. Ortopodología. Plantillas-Uso terapéutico. Calzado ortopédico. Pie diabético-Propiedades mecánicas.

**Abstract:** Diabetes is a pandemic, and this chronic disease produces serious complications, among them is the polyneuropathy diabetic, its present in more of a 80% of the diabetic population. The neuropathy is one of the causes of the diabetic foot and this as well, it is characterized by neuropathic ulcers with great diversity of clinical presentations. The prevention is very important in these patients of irrigation, because the reulceration index is extremely high and the ulceration of the foot can lead to the amputation, associate to an increasing rate of mortality. The Mellitus Diabetes is the first cause of nontraumatic amputation in Spain, and represents around the 60%-80% of the amputations of the lower extremity. In 85% of the cases, the amputation is preceded of an ulcer in the foot. Within the risk factors that take part in the production of the neuropathic plantar ulcers, they are the biomechanics and structural alterations of the foot, these alterations are going to produce discharges pressures that happen unnoticed for this type of patients, without forgetting the traumatism in the foot, rubbing or injuries produced in numerable occasions by inadequate shoes. In the neuropathic ulcers the reduction of the pressure as much plays a fundamental role in the integrity of the foot, like in the improvement of the quality of life, when the patient already this amputated and /o presents/displays a reulceración. It is necessary to carry out biomechanics studies, to be able to approach the preventive care of the foot, being obtained to reduce the pressures, in such a way that the incidence of the ulceration diminishes. One needs to make designs of suitable orthopaedic treatments that they include, the prescription of groups individualized, able to reduce to the pressure and the use of therapeutic footwear in agreement with the biomechanics of the foot.

**Key words:** Diabetic foot. Neuropathic foot. Orthopaedic treatment. Therapeutic Footwear. Biomechanics diabetic foot.

## INTRODUCCIÓN

La diabetes afecta en la actualidad a 240 millones de personas en el mundo y se espera que este número aumente hasta los 380 millones para el año 2025, cada diez segundos una persona muere a causa de la diabetes y a otras dos se les diagnostica la enfermedad. Es una enfermedad "potencialmente catastrófica" cuya solución "requiere la implementación de planes de todos los gobiernos de la Unión Europea, según la Vicepresidenta de la Federación Internacional de Diabetes (IDF) y Presidenta de la Federación de Enfermos Europeos de Diabetes, Anne Marie Felton. Abril 2007<sup>(1)</sup>.

La cronicidad de la diabetes, puede conducir a un aumento de individuos con complicaciones. Aproximadamente 15% de todos los pacientes diabéticos desarrollará una úlcera del pie en el curso de su enfermedad, se estima que hay actualmente más de 600.000 individuos diabéticos en Europa, con las úlceras de un pie<sup>(2)</sup>.

Las úlceras del pie se asocian a un importante coste sanitario y tienen importantes efectos negativos sobre calidad de la vida de los pacientes, debido a la alta morbilidad, la pérdida de movilidad, la pérdida de trabajo, la pérdida de renta, y la reducción de las actividades sociales que venía desempeñando<sup>(3)</sup>.

La prevalencia media total en España está entre el 5.6% y el 10% dependiendo del género y los grupos de edad. A partir de los 70 años se estima que puede llegar al 25%. El coste de la diabetes en España representa un gasto anual medio, por cada diabético tipo 2, de alrededor de 130.515 euros, casi duplicándose (21.328 euros), en el caso de pacientes con complicaciones. Entre las complicaciones, se encuentra, la neuropatía diabética, que produce el pie neuropático y este a su vez úlceras neuropáticas<sup>(4)</sup>. En ocasiones, estas úlceras, puede llevar a la amputación del pie o de la pierna. La Diabetes Mellitus es la primera causa de amputación no traumática en España, y en ocasiones representa en torno al 60%-80% de las amputaciones del miembro inferior. En el 85% de los casos, la amputación está precedida de una úlcera en el pie<sup>(5)</sup>.

El proceso etiopatogénico del síndrome de Pie Diabético comprende una triada etiológica neuropática, vascular e infecciosa. La polineuropatía periférica es el mayor factor de riesgo de ulceración, presentándose ésta con afectación sensitiva, motora y autonómica. La insensibilidad del paciente lo predispone a padecer úlceras y/o lesiones sin apenas enterarse.

Cuando hablamos del término “úlceras diabéticas”, debemos tener en cuenta que es un término que puede resultar controvertido. La ulceración diabética del pie es de hecho, una enfermedad muy heterogénea, en la cual pueden estar implicados diversos mecanismos, entre los que se encuentran los mecanismos fisiopatológicos como son<sup>(6)</sup>.

- La polineuropatía que está presente en un porcentaje mayor del 80%<sup>(6)</sup>.
- La enfermedad vascular periférica presente entre un 10% a 60 % de los pacientes con diabetes<sup>(6)</sup>.
- Y por último la infección<sup>(6,7)</sup> constituye otra gran complicación, y marca claramente el curso de la enfermedad<sup>(8,9)</sup>.

Entre otros factores que afecta a la evolución de las úlceras plantares, se encuentra:

- Las presiones inadecuadas a las que se ven sometidos los pies, por una carga excesiva<sup>(10)</sup>.
- Traumatismos repetitivos o traumas directos, que aumentan de manera notable el riesgo de padecer una úlcera<sup>(10)</sup>.
- Patologías asociadas que, muchos de los pacientes padecen<sup>(2)</sup>, pudiendo modificar el curso de la enfermedad y de el tratamiento.

Por tanto nos encontramos frente a un paciente “común y habitual” diabético, pero a su vez debido a la gran diversificación en cuanto a la evolución de la semiología y patocronia de la enfermedad, hace que se presenten una gran variedad de úlceras, similares, pero con muy diferentes connotaciones. Esta diversidad en la presentación clínica de las complicaciones de los pies, ha obstaculizado la investigación clínica en este área<sup>(2)</sup>.

Las úlceras diabéticas del pie continúan representando un desafío para todos aquellos profesionales que realizan estudios que abarquen la prevención, tratamiento y curación<sup>(11)</sup>.

Por último, debemos considerar otros dos aspectos fundamentales dentro de las complicaciones, que se van a producir debido a la cronicidad de la enfermedad:

- El índice de reulceración, en este tipo de pacientes es muy alto. Se estima, cerca de 80%, 59% y 27% a 1,3 y 5 años. Declaración del St. Vincent de 1989<sup>(12)</sup>.
- La actividad quirúrgica, que comporta la amputación de algún territorio anatómico del pie. Se estima que el 85% de las amputaciones que se practican en diabéticos están precedidas por una úlcera. Y todavía es más preocupante, que aquellos pacientes, que han sufrido una amputación mayor, su supervivencia es del 50% a los tres años<sup>(12)</sup>.

### **Úlceras Neuropáticas**

De todas las úlceras diabéticas que vemos en consulta, solo un porcentaje pequeño corresponde a úlceras vasculares. En este tipo de úlceras, es indispensable la revascularización, del pie para salvar su integridad<sup>(13)</sup>.

La gran mayoría de las úlceras que vemos, son úlceras neuropáticas o mixtas, en las que la reducción de la presión mediante una buena valoración de la biomecánica, juegan un papel importantísimo tanto en la integridad del pie, como en la mejora de la calidad de vida cuando el paciente ya está amputado y presenta una reulceración<sup>(14)</sup>.

Las úlceras neuropáticas se producen como consecuencia de la combinación de diversos factores<sup>(14)</sup>.

- **Factores sistémicos.** La propia evolución de la enfermedad, conlleva, la neuropatía periférica y la insensibilidad ligada a la misma entre sus múltiples signos.
- **Factores intrínsecos.** Propios del pie, como son las alteraciones estructurales del mismo, estas alteraciones van ha producir altas presiones que alteran la biomecánica, favoreciendo el aumento de presión.
- **Factores extrínsecos.** Traumatismos en el pie, producidos por roces o lesiones producidas en numerables ocasiones por zapatos.

La prevención es extremadamente importante porque el índice de reulceración es extremadamente alto en los denominados “pacientes de riesgo”, entre los que se encuentran los pacientes con pies neuropáticos o neuroisquémicos. La ulceración del pie puede conducir a la amputación asociada a una tasa creciente de la mortalidad<sup>(15)</sup>.

Las áreas debajo de las cabezas metatarsales, son las áreas más vulnerables para la ulceración plantar. Estas áreas se han identificado como áreas con altas presiones locales en el denominado síntoma del “patients with” diabetes<sup>(16-18)</sup>.

Previo a la úlcera se pueden localizar áreas de altas presiones que se manifestarán mediante hiperqueratosis, helomas o callos, además estas áreas coinciden con la prominencia de las cabezas metatarsales, o prominencias óseas que quedan expuestas a la presión debida a la atrofia del cójín plantar graso<sup>(19,20)</sup>.

### **Importancia de la presión y la biomecánica en el proceso de la ulceración**

El paciente diabético de “alto riesgo podológico” es aquel en que coinciden alteraciones estructurales en sus pies con un aumento de las presiones en zonas de carga, además de ir acompañado, en la gran mayoría de los casos, de una diabetes cuya evolución tiene o ha tenido un escaso control. Esto permite su avance inexorable, aumentando así los factores de riesgo para estos pies. Además en la mayoría de los casos se asocian otros factores: hipertensión arterial HTA, tabaquismo, dislipidemia, alcohol, y sobrepeso.

La estructura del pie, afecta a su función biomecánica, cuando ésta se altera, originando una modificación en las presiones plantares. Dichas presiones plantares constituyen un factor de riesgo predecible, para el desarrollo de la ulceración en el pie diabético<sup>(21,22)</sup>.

Las presiones excesivas y/o repetitivas parecen ser un factor causante de las lesiones en la piel. Existen tres mecanismos que explican la producción de estas presiones<sup>(15)</sup>.

- El tiempo de duración de las presiones.

- La magnitud creciente de presiones.
- El número de presiones recibidas.

En estos mecanismos se incluyen las presiones relativamente bajas, mantenidas un largo período de tiempo, estas producen isquemia de los tejidos y la isquemia prolongada conduce a la muerte de la célula y a la formación de la herida<sup>(23,24)</sup>.

Si un pie presenta una alteración estructural, sea o no un paciente diabético, estará sometido a mayores presiones. Se ha demostrado que cuando existen alteraciones estructurales como el pie plano, las presiones son más altas, que en un pie estructuralmente alineado y con una biomecánica normal (retropié y antepié neutro y un arco con una morfología normal<sup>(25)</sup>. Existen distintos informes<sup>(26)</sup> en los que se está de acuerdo con esta teoría e incluso se asocia la localización de la deformidad del pie con la aparición del patrón de hiperqueratosis, callo o heloma y de la úlcera.

Las presiones anormales no se producen exclusivamente por los efectos de la diabetes. Parece razonable decir que el paciente diabético puede presentar un pie con una estructura alterada, previo al comienzo de su enfermedad; esto le conduce a desarrollar altas presiones que en su caso y debido a su patología de base, le hace más vulnerable ante la ulceración del pie, frente a pacientes diabéticos con una morfología normal de su pie<sup>(27)</sup>.

En cuanto a las alteraciones biomecánicas es importantísimo hablar de la reducción de la movilidad articular. La etiología de la limitación en la movilidad articular es desconocida aunque la mayoría de las investigaciones<sup>(27,28)</sup> muestran que su incidencia en una alteración de la glicosilación no enzimática del colágeno. Este hecho origina un engrosamiento de la piel, tendones, ligamentos, y cápsulas articulares, de tal modo que se reduce la flexibilidad en las articulaciones.

Está demostrado que en los pacientes diabéticos neuropáticos<sup>(29)</sup> la movilidad de la articulación subtalar ASA se encuentra reducida en el pie ulcerado, frente el pie contra lateral no ulcerado. De forma semejante sucede con la flexión dorsal del tobillo, que también se encuentran reducida en pacientes diabéticos con una historia de la ulceración plantar comparada con los pacientes sin ulceración y pacientes control no diabéticos<sup>(30)</sup>. La ulceración del primer dedo se ha asociado a una disminución en la movilidad de la articulación metatarso-falángica<sup>(31)</sup>. Es importante señalar que la relación entre la movilidad y las localizaciones de las úlceras del pie diabético se ha estudiado solamente en estudios retrospectivos. Por lo tanto se puede también interpretar, que “la ulceración es la causa de la rigidez o disminución del movimiento articular”, frente a la hipótesis: “Una disminución de la movilidad será la causa de la ulceración del pie”<sup>(15)</sup>.

Por todo ello, a la hora de la prevención no sólo se ha de tener en cuenta la magnitud de la presión plantar que provoca la úlcera en el pie diabético, sino que deben de ser considerados otros factores tales como el coeficiente de incremento de

la presión durante la marcha, la duración de la alta presión y la frecuencia de la presión aplicada a la piel<sup>(15)</sup>.

Es necesario llevar a cabo estudios biomecánicos para poder abordar el cuidado preventivo del pie consiguiendo reducir las presiones, de tal modo que la incidencia de la ulceración sea menor<sup>(15)</sup>. Hay que diseñar y desarrollar un cuidado previo preventivo, que incluya:

- El desbridamiento de la hiperqueratosis, callo, heloma.
- Plantillas que reducen la presión en las zonas de máxima presión y con ello la desaparición o disminución de la hiperqueratosis, callo o heloma.
- Utilización de calzado terapéutico. El control de estas zonas de presión, debe ser estricto<sup>(32)</sup>.

### **Disminución de la presión mediante tratamiento ortopodológico**

Uno de los factores de riesgo para las ulceraciones recurrentes lo constituye la actuación quirúrgica previa a la que ha sido sometido el paciente. La amputación parcial no consigue modificar el problema que previamente existía en cuanto a la sobrecarga, causante de la primera úlcera e infección<sup>(33)</sup>.

Las mismas fuerzas que fueron capaces de ulcerar un pie íntegro se distribuyen ahora, tras la amputación, sobre áreas más pequeñas, que conducen a mayores presiones sobre un menor espacio produciendo desequilibrios musculares y contracturas. Todos estos hechos conducen al desarrollo de un paso anormal, con riesgos de nuevas presiones en las que se hace necesario la utilización de un tratamiento ortopodológico para reducir la presión<sup>(33)</sup>.

La protección apropiada de los pies diabéticos con úlceras, reulceraciones y/o amputaciones, requiere el uso de dispositivos ortopédicos y de zapatos terapéuticos, siendo este el tratamiento idóneo, para modificar las presiones y prevenir la reulceración de los pies diabéticos<sup>(32,34,35)</sup>.

Es imprescindible llevar a cabo estudios biomecánicos, para poder abordar el cuidado preventivo del pie, consiguiendo reducir las presiones, de tal modo que la incidencia de la ulceración sea menor. Por lo que es necesario disminuir la presión y para ello hay que diseñar y desarrollar un cuidado previo preventivo, que incluiría un tratamiento ortopodológico, con plantillas que consigan reducir la presión y redistribuirlas y la utilización de un calzado terapéutico, que facilite la dinámica y ayude a la distribución de presiones<sup>(36)</sup>.

Existe escasa evidencia científica, que evalúe la eficacia de las ortesis plantares, para reducir la presión plantar. Landorf y Keenan 2000<sup>(37)</sup>, Ball y Alheldt 2002<sup>(38)</sup>, lIegan

a conclusiones en las que se piensa que el efecto de las plantillas es determinado, sobre todo, por su forma y las características de los materiales empleados. Las características mecánicas de los materiales son imprescindibles así como las formas de las plantillas y las alturas, ya que éstas pueden mejorar los resultados del tratamiento<sup>(37)</sup>. Las características materiales de los soportes plantares deben responder al peso y merecen una investigación adicional<sup>(39-42)</sup>.

Guldmond *et al.* 2007<sup>(43)</sup>, realiza un estudio para evaluar los efectos de las plantillas en pacientes con neuropatía diabética, se valoraron las distintas piezas que compone la plantilla, obteniendo resultados muy significativos en cuanto al mantenimiento de la bóveda y reequilibrio metatarsal mientras que las variaciones en retropié, no fueron claramente significativas. Sin embargo en estudios anteriores, se utilizó de cuñas de talón más amplias y encontraron reducciones estadísticamente significativas de la carga en antepié<sup>(44-46)</sup>.

La adaptación de un zapato terapéutico es casi siempre necesaria en estos pies de riesgo. Para ello es imprescindible un calzado adecuado, no vale cualquier tipo de zapato, éste debe de ser terapéutico; en el que se pueda alojar perfectamente la plantilla y modificar la presión que fue uno de los factores de riesgo en el proceso de la úlcera y que, por tanto, debe ser controlado y evaluado antes de mandar una plantilla<sup>(47)</sup>. Un zapato terapéutico debe tener unas premisas necesarias en cuanto a su forma y características como se establecen en distintos estudios<sup>(32,35,48)</sup>.

Spencer 2006<sup>(49)</sup> indica que es preciso valorar la eficacia de la modificación de la presión con la intervención del tratamiento ortopodológico, las investigaciones realizadas en este área son escasas y de dudoso nivel científico.

Estudios de Uccioli L, *et al.*<sup>(50)</sup> demuestra que la tasa de reulceración disminuye significativamente al usar un zapato terapéutico, frente a un calzado estándar. Así mismo cuando estas úlceras aparecen lo hacen triplicando el tiempo de retardo de la reulceración.

<b>Calzado estándar más Plantilla Ortopédica</b>	<b>Calzado terapéutico y PO.</b>
RR 0,87 .95% IC	RR 0,25 .95% IC
3,7 meses	9,1 meses

La movilidad del pie en los pacientes ulcerados se encuentra limitada, teniendo una repercusión en la función normal del pie ya que aumenta la presión plantar en estos pacientes<sup>(51,52)</sup> diabéticos, relacionándose con la ulceración<sup>(29,30)</sup>.

En este tipo de pacientes de alto riesgo, es imprescindible indicar modificaciones en el calzado con un balancín, puesto que va a mejorar la cinemática del paso. Esta modificación es una de la más prescrita. Se pueden establecer distintos tipos de balancín, dependiendo de la descarga que se pretenda, o bien de la fase de la marcha se quiera mejorar<sup>(53)</sup>. Un balancín completo ayudará en la deambulaci3n, ayudando en la limitaci3n de movilidad que presenta el pie diab3tico<sup>(54)</sup>. Pero hay que tener en cuenta que cada pie es 3nico e individual y dependiendo de su morfolog3a se tendr3 que prescribir un tipo u otro<sup>(55)</sup>.

Existen numerosos estudios en los que se valoran varios dise1os del balanc3n y la relaci3n con las presiones plantares<sup>(56-59)</sup>. Chesnin KJ, 2000<sup>(60)</sup>, indica que ser3a de gran inter3s trabajar la estabilidad de este tipo de calzado terap3utico. Todos ellos valoran que el calzado terap3utico y las plantillas ortop3dicas son eficaces en la disminuci3n de la tensi3n y la presi3n, y por tanto apoyan su prescripci3n para ayudar a proteger el pie neurop3tico.

Estos datos corroboran los resultados obtenidos por otros autores que han encontrado una reducci3n en la presi3n con el uso del calzado terap3utico<sup>(39,61-66)</sup>.

La prevenci3n de la enfermedad en esta poblaci3n debe incluir:

- Modificaci3n en sus h3bitos de elecci3n del calzado, que disminuyen presiones, tanto plantares como dorsales y laterales y ayuden a acomodar las deformidades intr3nsecas de su pie.
- Plantillas ortop3dicas especialmente dise1adas para su pie que le ayuden a distribuir las presiones<sup>(33,35,48,67)</sup>.

### **Marco del proyecto**

La Cl3nica Universitaria de Podolog3a de la Universidad Complutense de Madrid se encuentra situada en el interior de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid.

En la Cl3nica Universitaria de Podolog3a se valora y se realiza un seguimiento de los pies de pacientes diab3ticos con y sin complicaciones, para establecer una adecuada prevenci3n y tratamiento de sus pies.

La Unidad de Pie Diab3tico cuenta con un archivo de 2645 historias cl3nicas. En los 3ltimos cinco a1os el crecimiento asistencial ha sido notable, registr3ndose en el a1o 2006 377 nuevas historias cl3nicas, lo que supone una media de 34 pacientes derivados en la gran mayor3a de centros y hospitales del Sistema Nacional de Salud, como 3ltimo recurso de actuaci3n antes de una amputaci3n, o posterior a la misma.

Diariamente acuden a la Unidad una media de 33 pacientes entre revisiones, curas y nuevas consultas, realizándose un total de 8064 consultas.

Nos encontramos con la siguiente población de pacientes diabéticos:

- **Grupo 1**

Pacientes que teniendo un adecuado control endocrino, presentan alteraciones estructurales en sus pies y sobrecargas plantares. A estos pacientes se les realiza el tratamiento directamente en la Unidad del Pie Diabético.

- **Grupo 2**

Pacientes con una diabetes cuya evolución tiene o ha tenido un escaso control, con alteraciones estructurales en sus pies, con sobrecargas plantares y presentan sus primeras complicaciones serias; neuropatía periférica y/o enfermedad vascular.

Estos son la gran mayoría pacientes susceptibles de tener sus primeras lesiones. Estas lesiones se tratan en la Unidad del Pie Diabético con un protocolo de cura y de descarga cuya base es el fieltro y zapato posquirúrgico. Este paciente puede resolverse muy bien y pasar a una Fase de prevención de la reulceración, mediante tratamiento ortopodológico directamente desde la unidad o si se complica, pasan al servicio de ortopedia del pie diabético.

- **Grupo 3**

Pacientes con una diabetes cuya evolución tiene en la gran mayoría de los casos un escaso control, e incumplimiento terapéutico, con pies neuropáticos y neuroisquémicos, y antecedentes de amputación y/o reulceraciones. Muchos de estos pacientes son derivados desde Centros Sanitarios como último recurso, previo a una amplia amputación.

Estos pacientes son tratados en la Unidad del Pie diabético mediante protocolos quirúrgicos, protocolo de curas locales en combinación con tratamiento de descargas temporales con fieltro, calzado posquirúrgico o bota neumática.

Este grupo de pacientes, por sus especiales características, presenta cronicidad en sus lesiones y es de extremada morbilidad, susceptibles de una rápida reulceración. En ellos los tratamientos básicos de descarga definitiva de plantillas y calzado normalmente fracasa. Por lo que se pretende una vez cerrada la úlcera poner y mantener un tratamiento ortopodológico efectivo y definitivo mediante ortesis plantares y calzado terapéutico adecuado.

## HIPÓTESIS

El tratamiento ortopodológico individualizado, basado en la biomecánica del pie y la distribución de presiones plantares disminuye la tasa de reulceración en el paciente diabético de alto riesgo.

## OBJETIVOS

- Establecer un protocolo ortopodológico integral del pie diabético.
- Diseñar tratamientos de ortesis plantares y modificaciones de los zapatos terapéuticos, mediante la valoración de las presiones plantares y la biomecánica del pie.
- Valorar el efecto de los tratamientos ortopodológicos específicos e individualizados:
  - ✓ En la prevención de la reulceración de los pies neuropáticos, determinando la eficacia en los tratamientos mediante la disminución de la presión.
  - ✓ En la mejora de la calidad de vida de los pacientes.
- Cuantificación y cualificación de la adherencia al tratamiento ortopodológico en la población diabética de alto riesgo.

## METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO

### Población Diana

A la Unidad de Ortopedia Especializada en el pie diabético se derivan para su valoración y tratamiento, si procede, todos aquellos pacientes de la Unidad del Pie Diabético con antecedentes de reulceraciones y/o amputaciones, o que no responden a tratamientos con órtesis plantares menos específicas. Pacientes que hemos clasificado como grupo 3 y los pacientes que fracasan del grupo 2.

Desde el mes de Junio del 2006 venimos trabajando en la Unidad. Aproximadamente atendemos una media a la semana de 4 pacientes nuevos. En el momento actual tenemos un registro de 50 pacientes. Se estima que en este estudio se analizarán en dos años 100 pacientes.

### **Tipo de estudio**

Estudio descriptivo prospectivo.

### **Criterios de inclusión**

- Diabetes tipo I y II.
- Neuropatía periférica.
- Pies neuropáticos y/o neuroisquémicos.
- Historia de úlceras y/o, reulceraciones y/o amputación.
- Fracaso previo de tratamientos ortopodológicos estándar.

### **Criterios de exclusión**

Se excluirán en la muestra del estudio los pacientes que presenten criterios antagónicos a los anteriormente descritos y aquellos pacientes que presenten criterios de isquemia crítica.

### **Establecimiento del protocolo**

A todos los pacientes del estudio se les realiza un protocolo de exploración, un registro de presiones plantares, un diseño individualizado del tratamiento y un seguimiento desde la unidad de ortopedia. Los datos recogidos en el Anexo 2 y 3 se recogen en las variables del Anexo 1 para su análisis mediante el programa estadístico spss13.0 para Windows.

### **1ª consulta**

- Entrevista personal con el paciente.
  - ✓ Valorar el estado de seguimiento de su diabetes, la adhesión al tratamiento endocrino, remarcando la importancia que tiene el control de su diabetes para el lograr una mejora en la calidad de vida.
  - ✓ Valorar su interés en la modificación de los hábitos de calzado y la aceptación a un tratamiento ortopodológico.
  - ✓ Valoración clínica estructural y biomecánica de los pies.
- Radiofotopodograma.

- Toma de molde en alginato, en carga del pie amputado o del que presenta las lesiones.
- Molde de espuma fenólica de ambos pies.
- Valoración de las presiones plantares con una placa de presiones de dos metros de superficie F-scan.
- Los datos de la presión de Plantar son registrados durante las exploraciones del F- Scan comparando dos condiciones descalzo y calzado.
- Prescripción de las características del calzado terapéutico.

### **2ª consulta**

Se realizará:

Valoración del calzado que aporta el paciente según prescripción.

Diseño de la plantilla según la biomecánica y las presiones.

Diseño de las de modificaciones del calzado si las precisa.

### **3ª consulta**

Entrega del tratamiento, valoración y recomendaciones.

### **4ª consulta** (a los 15 días, en caso de no existir complicaciones)

- Valoración de la adaptación del tratamiento.
- Comprobar si hay lesión.
- Comprobar si se ulcera.
- Comprobar patrón de hiperqueratosis.

### **5ª consulta** (al mes)

- Valoración de los resultados y fidelidad al tratamiento.
- Comprobar si hay lesión.
- Comprobar si se ulcera.

- Comprobar patrón de hiperqueratosis.

**6º consulta** (a los dos meses)

- Valoración de los resultados y fidelidad al tratamiento.
- Comprobar si hay lesión.
- Comprobar si se ulcera.
- Comprobar patrón de hiperqueratosis.

**7º consulta a los seis meses**

- Valoración de los resultados y fidelidad al tratamiento.
- Comprobar si hay lesión.
- Comprobar si se ulcera.
- Comprobar patrón de hiperqueratosis.

**BIBLIOGRAFÍA**

1. Felton AM. El número de afectados por la diabetes en el mundo se acercará a los 400 millones dentro de 20 años. Jano. 2007.
2. Prompers L. Optimal organization of health care in diabetic foot disease: introduction to the Eurodiale Study. Int J Low Extrem Wounds. 2007; 6(1):11-17.
3. Ragnarson Tennvall G, Apelqvist J. Health-economic consequences of diabetic foot lesions. Clin Infect Dis. 2004;39(Suppl 2):S132-9.
4. Mata M, Antoñanzas F, Tafalla Sanz P. El coste de la diabetes tipo 2 en España. El estudio CODE-2. Gac Sanit. 2002;16(6):511-20.
5. Carmona GA, Hoffmeyer P, Herrmann FR, Vaucher J, Tschopp O, Lacraz A, et al, Major lower limb amputations in the elderly observed over ten years: the role of diabetes and peripheral arterial disease. Diabetes Metab. 2005 Nov;31(5):449-54.
6. Boulton AJ. The diabetic foot: from art to science. The 18th Camillo Golgi lecture. Diabetologia. 2004;47:1343-53.

7. Armstrong DG, Lavery LA, Harkless LB. Validation of a diabetic wound classification system. The contribution of depth, infection, and ischemia to risk of amputation. *Diabetes Care*. 1998;21:855-9.
8. Apelqvist J, Larsson J, Agardh CD. The importance of peripheral pulses, peripheral o edema and local pain for the outcome of diabetic foot ulcers. *Diabet Med*. 1990;7:590.
9. Frykberg RG. An evidence-based approach to diabetic foot infections. *Am J Surg*. 2003;186(5A):44S-54S.
10. Cuong N, Dang J, Andrew JM. Boulton changing perspectives in diabetic foot ulcer. *Int J Low Extrem Wounds*, 2003; 2;4-12.
11. Oyibo S, Abouaasha F, Connor H. The diabetic foot 2000. *Diabet Med*. 2000;17:875-6.
12. WHO/IDF Europe. Diabetes care and research in Europe: the St. Vincent declaration. *Diabet Med*. 1990;7:360.
13. Caputo G, Cavanagh P, Ulbrecht J. Assessment and management of foot disease in patients with diabetes. *N Engl J Med*. 1994;331:854-60.
14. Ctercteko GC, Dhanendran M, Hutton WC, Le Quesne LP. Vertical forces acting on the feet of diabetic patients with neuropathic ulceration. *Br J Surg*. 1981;68:608-14.
15. C. H. M van Schie. A Review of the biomechanics of the diabetic foot. *Int J Low Extrem Wounds*. 2005; 4;160-170.
16. Young M, Taylor P, Boulton A. A new, non-invasive technique to predict foot ulcer risk. *Diabetes*. 1993;42(Suppl 1):A632.
17. Tovey F. The manufacture of diabetic footwear. *Diabetes Med*. 1984;1:69-71.
18. Tovey F, Moss M. Specialist shoes for the diabetic foot. In: Connor H, Boulton AJM, Ward JD, editors. *The foot in diabetes*. Chichester, UK: Wiley; 1987. p. 97-108.
19. Rosen R, Davids M, Bohanski L. Hemorrhage into plantar callus and diabetes mellitus. *Cutis*. 1985;35:339-41.
20. Harkless L, Dennis K. You see what you look for and recognize what you know. *Clin Podiatr Med Surg*. 1987;4:331-9.

21. Veves A, Murray HJ, Young MJ, Boulton AJ. The risk of foot ulceration in diabetic patients with high foot pressures: a prospective study. *Diabetologia*. 1992;35:660-3.
22. Pham H, Armstrong DG, Harvey C, Harkless LB, Giurini JM, Veves A. Screening techniques to identify people at high risk for diabetic foot ulceration. A prospective multicenter trial. *Diabetes Care*. 2000;23:606-11.
23. Mueller M. Etiology, evaluation, and treatment of the neuropathic foot. *Crit Rev Phys Rehabil Med*. 1992;3:289-309.
24. Kosiak M. Etiology and pathology of ischemic ulcers. *Arch Phys Med Rehab*. 1959;40:62-9.
25. Song J, Hillstrom H. Effects of foot type biomechanics and diabetic neuropathy on foot function. *Proceedings of the XVIIth International Society of Biomechanics Congress, Calgary; 1999*. p. 113.
26. Mueller M, Minor S, Diamond J, Blair V. Relationship of foot deformity to ulcer location in patients with diabetes mellitus. *Phys Ther*. 1990;70:356-62.
27. Crisp A, Heathcote J. Connective tissue abnormalities in diabetes mellitus. *J R Coll Physicians Lond*. 1984;18:132-41.
28. Vlassara H, Brownlee M, Cerami A. Nonenzymatic glycosylation: role in the pathogenesis of diabetic complications. *Clin Chem*. 1986;32:B37-41.
29. Delbridge L, Perry P, Marr S, Arnold N, Yue DK, Turtle JR, et al. Limited joint mobility in the diabetic foot: relationship to neuropathic ulceration. *Diabet Med* 1988;5:333-7.
30. Mueller MJ, Diamond JE, Delitto A, Sinacore DR. Insensitivity, limited joint mobility, and plantar ulcers in patients with diabetes mellitus. *Phys Ther*. 1989;69:453-62.
31. Birke J, Franks B, Foto J. First ray joint limitation, pressure, and ulceration of the first metatarsal head in diabetes mellitus. *Foot Ankle*. 1995;16:277-84.
32. Pitei DL, Foster A, Edmonds M. The effect of regular callus removal on foot pressures. *J Foot Ankle Surg*. 1999;38(4):251-6.
33. Giurini JM, Lyons TE. D. Diabetic Foot complications: diagnosis and management *Int J Low Extrem Wounds*. 2005; 4:171-182.

34. Young M, Cavanagh, P, Thomas G. The effect of callus removal on dynamic plantar pressures in diabetic patients. *Diabet Med* 1992;9:55-7.
35. Murray H, Young M, Hollis S. The association between callus formation, high pressures and neuropathy in diabetic foot ulceration. *Diabet Med*. 1996;13:979-82.
36. Cavanagh, PR. Therapeutic footwear for people with diabetes, *Diabet Metab Res Rev*. 2004; 20(Suppl. 1):S51–S55.
37. Landorf KB, Keenan AM. Efficacy of foot orthoses: what does the literature tell us?, *JAPMA*. 2000; 90:149–158.
38. Ball KA, Afheldt MJ. Evolution of foot orthotics—part 1: coherent theory or coherent practice?, *J. Manipulative Physiol Ther*. 2002; 25:116–124.
39. Chen W, Ju C, Tang F. Effects of total contact insoles on the plantar stress redistribution: a finite element analysis, *Clinical Biomechanics*. 2003; 18:S17–S24.
40. Gefen A. Plantar soft tissue loading under the medial metatarsals in the standing diabetic foot, *Medical Engineering & Physics*. 2003; 25: 491–499.
41. Thomas VJ, Patil KM, Radhakrishnan S. Three-dimensional stress analysis for the mechanics of plantar ulcers in diabetic neuropathy, *Medical & Biological Engineering & Computing*. 2004; 42:230–235.
42. Erdemir A. Viveiros ML, Ulbrecht JS, Cavanagh PR. An inverse finite-element model of heel-pad indentation, *J Biomech*. 2006; 39:1279–1286.
43. Guldmond NA, Leffers P, Sanders AP, Emmen H, Schaper NC, Walenkamp GH. Casting methods and plantar pressure: effects of custom-made foot orthoses on dynamic plantar pressure distribution, *JAPMA*. 2006; 96: 9–18.
44. Milani TL, Schnabel G, Hennig EM. Rearfoot motion and pressure distribution patterns during running in shoes with varus and valgus wedges, *J. Appl. Biomech*. 1995; 11:177–187.
45. Rose NE, Feiwel LA, Cracchiolo A. A method for measuring foot pressures using a high resolution, computerized insole sensor: the effect of heel wedges on plantar pressure distribution and center of force. *Foot Ankle*. 1992; 13:263–270.
46. Gheluwe V, Dananberg HJ. Changes in plantar foot pressure with in-shoe varus or valgus wedging, *JAPMA*. 1994; 90:1–11.

47. Bus SA, Ulbrecht JS, Cavanagh, PR. Pressure relief and load redistribution by custom-made insoles in diabetic patients with neuropathy and foot deformity . Clin Biomech. 2004; 19(6):629-638.
48. Young M, Cavanagh, P, Thomas G. The effect of callus removal on dynamic plantar pressures in diabetic patients. Diabet Med. 1992;9:55-7.
49. Spencer S. Pressure relieving interventions for preventing and treating diabetic foot ulcers. The Cochrane Database of Systematic reviews. 2006; 4.
50. Uccioli L. Manufactured shoes in the prevention of diabetic foot ulcers. Diabetes Care. 1995; 18(10):1376-1378.
51. Veves A, Sarnow MR, Giurini JM, Rosenblum B, Lyons TE, Chrzan JS, et al. Differences in joint mobility and foot pressure between black and white diabetic patients. Diabet Med. 1995;12:585-589.
52. Frykberg RG, Lavery LA, Pham H, Harvey C, Harkless L, Veves, A. role of neuropathy and high foot pressures in diabetic foot ulceration. Diabetes Care. 1998;21:1714-9.
53. Wen-Lan Wua, Rosenbaumc D, Fong-Chin Su. The effects of rocker sole and SACH heel on kinematics in gait . Med Eng Phys. 2004; 26:639-646.
54. Van Schie CHM. A review of the biomechanics of the diabetic foot. Int J Low Extrem Wounds. 2005; 4;160-170.
55. Brown D, Wertsch,JJ, Harris GF, Klein J, Janisse,D. Effect of rocker soles on plantar pressures. Arch Phys Med Rehab. 2004 ;85(1):81-86.
56. Fuller E, Schroeder S, Eduars J. Reduction of peak pressure on the forefoot with a rigid rocker- bottom postoperative shoe. JAPMA. 2001; 91(10):501-7.
57. Van Schie C, Ulbrecht JS, Becker MB, Cavanagh PR. Design criteria for rigid rocker shoes. Foot Ankle Int. 2000; 21(10):33-44.
58. Van Zant RS, McPoli TC, Cornwall MW. Symmetry of plantar pressures and vertical forces in healthy subjects during walking. JAPMA. 2001; 91(7):337-42(56).
59. Myers KA, Long JT, Klein JP, Wertsch JJ Janisse D Harris GF. Biomechanical implications of the negative heel rocker sole shoe: gait kinematics and kinetics. Gait Posture. 2006; 24:323-330.

60. Chesnin KJ, Selby-Silverstein L, Besser MP. Comparison of fan in-shoe pressure measurements. *Gait Posture*. 2000; 12(2):128-330.
61. Lord M, Hosein R. Pressure redistribution by molded inserts in diabetic footwear: a pilot study. *J Rehabil Res Dev*. 1994; 31:214–221.
62. Kato H, Takada T, Kawamura T, Hotta N, Torii S. The reduction and redistribution of plantar pressures using foot orthoses in diabetic patients. *Diabetes Res Clin Pract*. 1996; 32:115–118.
63. Ashry HR, Lavery LA, Murdoch DP, Frolich M, Lavery DC. Effectiveness of diabetic insoles to reduce foot pressures. *J Foot Ankle Surg*. 1997; 36:268–271.
64. Bus SA, Ulbrecht JS, Cavanagh PR. Pressure relief and load redistribution by custom-made insoles in diabetic patients with neuropathy and foot deformity. *Clin Biomech*. 2004; 19:629–638.
65. Tsung BY, Zhang M, Mak AFT, Wong MWN. Effectiveness of insoles on plantar pressure redistribution. *J Rehabil Res Dev*. 2004; 40: 767–774.
66. Mueller MJ, Lott DJ, Hastings MK, Commean PK, Smith KE, Pilgram TK. Efficacy and mechanism of orthotic devices to unload the metatarsal heads in people with diabetes and a history of plantar ulcer. *Phys Ther*. 2006; 86:833–842.
67. Veves A, Masson E, Fernando D. Use of experimental padded hosiery to reduce foot pressures in diabetic neuropathy. *Diabetes Care*. 1989;12:653-5.

Recibido: 2 febrero 2010.

Aceptado: 2 marzo 2010.