



FOTOGRAFÍA DE GUILLERMO SANTOS.  
El grupo busca contribuir a detectar de manera temprana los cambios del tejido y poder así intervenir antes de que las lesiones se desencadenen.

## Un mecanismo preventivo, a sus pies

*Pesquisa* presenta el resultado de un importante avance en investigación en pie diabético. Se trata del desarrollo de un modelo de diagnóstico soportado en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación.

Por Isabella Portilla Portilla

Cuando el páncreas no produce insulina suficiente o cuando el organismo no utiliza eficazmente la insulina que produce, se origina la diabetes. Aunque esta enfermedad es mortal, su adecuado y oportuno control permite garantizar una vida larga y saludable al paciente. Sin embargo, si la diabetes no logra controlarse, puede acarrear consecuencias nefastas para el organismo, como graves daños en varios órganos y sistemas del cuerpo, especialmente en los nervios y en los vasos sanguíneos.

Una de las complicaciones más preocupantes de esta patología, por la afectación en la calidad de vida de los diabéticos, es la aparición de úlceras en los pies.

El pie diabético está definido como una infección, ulceración o destrucción de los tejidos profundos que se relaciona con alteraciones neurológicas y distintos grados de enfermedad vascular periférica en las extremidades inferiores. Esta alteración no se desarrolla en todos los pacientes diabéticos; su complicación depende en gran medida

del control que se tenga de la enfermedad, de los factores intrínsecos y ambientales asociados al paciente y, en definitiva, del estado evolutivo de la patología de base.

Sus manifestaciones son variadas. Su afectación en los nervios hace que el diabético pierda la sensibilidad al dolor y a la temperatura, y que los músculos se atrofen, lo que favorece la aparición de deformidades en el pie. Al perder la sensibilidad en el pie, el paciente no se percata de un mínimo roce o, lo que es peor, no siente alguna herida, la hipersensibilidad en un punto determinado o una exposición excesiva en fuentes de calor o frío.

El alarmante problema del pie diabético, así como su incremento en los últimos años (más del 15% de los pacientes con diabetes), ha despertado el interés de un grupo de investigación en el que participan profesores de diferentes disciplinas del Departamento de Electrónica de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana. Así lo explica la profesora de ese departamento, la doctora Martha Zequera: “La diabetes es una pandemia mundial vigente hace más de

diez años que viene afectando no solamente a la población colombiana, sino también a la población mundial, y una de las complicaciones más graves de la enfermedad es el pie diabético, que conduce directamente a una amputación de miembros inferiores en muy poco tiempo, lo que desencadena altos costos por su tratamiento y rehabilitación, tanto para el Gobierno y la familia, como para el paciente”.

Esa preocupación, la de una enfermedad que constituye uno de los problemas sanitarios de mayor trascendencia tanto por su extraordinaria frecuencia como por su enorme repercusión social y económica, hizo que Zequera realizara su tesis doctoral sobre este tema en Gran Bretaña. En los últimos nueve años ha venido haciendo investigaciones en el mismo campo con el apoyo de un grupo de profesores y estudiantes de maestría y pregrado de las facultades de Medicina, Ingeniería, Odontología y Microbiología; con los grupos javerianos de investigación Bioingeniería, Análisis de Señales y Procesamiento de Imágenes (Bspi) y Sistemas Inteligentes, Computación

Gráfica y Bioinformática (Takina); así como también con médicos especialistas del Hospital San Ignacio, quienes se interesan en entender las alteraciones biomecánicas del pie y utilizan las últimas tecnologías de la información y la comunicación. Para ello, nos cuenta Zequera, el Centro Ático y los laboratorios de electrónica de la Universidad Javeriana han sido lugares dotados de recursos tecnológicos idóneos financiados por la Oficina de Fomento de la Investigación de la Universidad, lo que ha permitido desarrollar con éxito buena parte de su proceso investigativo, tecnológico y científico con miras a obtener resultados prácticos, facilitadores y útiles para los pacientes con pie diabético.

### El compromiso social de un trabajo en equipo

Al pensar en soluciones de prevención de úlceras en pacientes diabéticos, el grupo multidisciplinario se dio a la tarea de diseñar un modelo para el diagnóstico temprano de las complicaciones del pie diabético. Puntualmente, dentro de su línea de proyectos desarrolló un dispositivo que permitiera la evaluación del comportamiento biomecánico del tejido blando plantar del pie, con o sin apoyo, mediante el uso de ultrasonido para posteriormente ser implementado para la evaluación del deterioro del tejido blando plantar en diabéticos. Este es uno de los factores de riesgo fundamentales en la investigación para detectar de manera temprana los cambios del tejido y poder intervenir con una plantilla ortopédica antes de que las complicaciones de la enfermedad desencadenen lesiones.

Una de las grandes preocupaciones del equipo de trabajo era definir cuál sería el tamaño y el área de la superficie efectiva de captura del material utilizado en el dispositivo mecánico para la realización del estudio de manera confortable y confiable con los pacientes. Estos fueron determinados gracias a diferentes estudios técnicos previos que se realizaron con el fin de establecer las condiciones de resistencia, dimensión y las propiedades mecánicas del material incorporado en el diseño mecánico.

Para estipular el máximo ancho del antepié, se fundamentó en un estudio previo sobre una muestra de 74 personas con diabetes escogidas en forma aleatoria, todas ellas pacientes del Hospital San Ignacio, con diferentes rangos de edades en quienes se realizaron mediciones en el pie. De esa manera se determinaron las dimensiones para el dispositivo que se diseñó, lo que hizo posible la ubicación anatómica del paciente en posición bípoda.

## ■ DESDE HACE NUEVE AÑOS UN GRUPO MULTIDISCIPLINARIO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD JAVERIANA VIENE ADELANTANDO INVESTIGACIONES PARA CONTRIBUIR, DESDE LA BIOINGENIERÍA, A LA PREVENCIÓN DE LAS COMPLICACIONES DEL PIE DIABÉTICO.

### El dispositivo: sus componentes y su utilidad

El dispositivo consta de una superficie de material rígido cuyas propiedades físico-mecánicas admiten la propagación de las ondas del ultrasonido para la captura de la imagen del tejido. También consta de una mesa con estructura metálica de aluminio versátil que permite ajustar la lámina rígida con un sistema de tornillos de rosca fina. El sistema graduable de pasamanos ubicado a los lados garantiza la posición bípoda y segura del paciente durante su valoración. Por último, el sistema escualizable de escaleras facilita la ubicación del paciente sobre la mesa y sobre la superficie del material que registra la densidad del tejido, el cual se obtiene utilizando un transductor de un equipo marca Toshiba.

Para su uso, el paciente debe firmar un consentimiento informado en el que se detalla cada uno de los procedimientos que se le van a realizar, documento que fue aprobado previamente por un comité de ética de la Universidad. En este documento se aclara que los procedimientos son seguros y no invasivos; esta formalidad es practicada y supervisada por un médico también participante del proyecto de investigación.

El contacto del paciente y el dispositivo ocurre de la siguiente manera: el paciente debe ubicarse sobre la superficie de la estructura en posición bípoda y anatómica, mientras es asistido por los investigadores del proyecto. Seguidamente, se aplica gel sobre la cara inferior de la superficie de la lámina del dispositivo, en donde están los tejidos blandos de las cabezas de los metatarsianos de los pies del paciente en apoyo.

El transductor cumple una tarea especial, pues es el encargado de realizar un barrido sobre la superficie para identificar la posición de las cabezas que son registradas por el equipo de ultrasonido en la pantalla. De esa manera se puede obtener la captura de la imagen y, posteriormente, establecer la ubicación de los huesos con relación a la superficie del tejido blando; así mismo, realizar la medición del espesor en compresión del tejido de las zonas de interés con el uso de técnicas de procesamiento de imágenes, para avanzar en otros estudios que hacen parte del modelo de diagnóstico que está desarrollando actualmente el

grupo de investigación con el fin de prevenir las complicaciones del pie.

Pero, en términos de prevención, ¿cuál es la mayor utilidad del dispositivo? Además de contribuir a la visualización del deterioro gradual de los tejidos plantares por causa de la enfermedad, permite la selección de los materiales adecuados para la fabricación de plantillas ortopédicas que posibiliten la protección y distribución de áreas de mayor presión de las zonas anatómicas en que se presenta este deterioro, y de esta manera favorece el diagnóstico oportuno de uno de los factores de riesgo que pueden desencadenar úlceras.

El grupo de investigación Baspi ha creado un semillero de investigación a lo largo de nueve años por el que han pasado estudiantes de pregrado y maestría de distintas ciencias del saber. Actualmente está trabajando con el grupo de investigación Takina y con profesores de otras unidades académicas, especialmente con la Facultad de Medicina y con empresas en telemedicina y del sector de calzado para avanzar en su modelo de diagnóstico.

Su misión es continuar actualizando sus investigaciones bajo la mira de un alto impacto social. Por eso el grupo hoy se encuentra asociado a redes internacionales de bioingeniería e ingeniería biomédica en Estados Unidos, América Latina y Europa, escenarios que les han permitido asistir a eventos en los que encuentran tecnologías avanzadas para seguir contrarrestando las complicaciones de la pandemia del siglo XXI, la diabetes. Es su interés consolidarse como un grupo que promueva la innovación social desde la docencia, la investigación y el servicio. ■

### ■ ■ ■ ■ ■ PARA LEER MÁS

» "Estudiantes desarrollan un dispositivo para disminuir deformaciones en los pies". Disponible en: <http://www.colombia.com/vida-sana/noticias/sdi/19559/estudiantes-desarrollan-un-dispositivo-para-disminuir-deformaciones-en-los-pies>. Recuperado en 20/04/2012.

» Zequera, M.; Manrique, M.; Yamure, G.; Uriza, F.; Medina, A.; Unigarro, D. & Sarmiento, J. (2008, septiembre). "Diseño de un dispositivo mecánico que permita la evaluación del comportamiento biomecánico del tejido blando plantar mediante el uso de ultrasonido". En *Scientia et Technica* XIV (39): 422-427. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/849/84920503077.pdf>. Recuperado en: 20/04/2012.