



Plantillas inteligentes

para evitar
complicaciones por
pie diabético

A partir de un análisis de la distribución de la presión plantar se obtienen datos precisos para la prescripción de plantillas especiales para mejorar la calidad de vida y corregir trastornos del sistema músculo-esquelético o de la marcha



David Cruz Ortiz, jefe del Laboratorio de Robótica Médica y Bioseñales de la Upibi y Mariana Alegría Palacios, maestra en Tecnología en Cómputo

CLAUDIA VILLALOBOS

Una de las complicaciones de la Diabetes mellitus es el pie diabético, caracterizado por hormigueo, ardor o dolor, pérdida de la sensación del tacto o de la capacidad para percibir el frío o el calor en las extremidades inferiores. Por no existir una terapia específica para tales síntomas, únicamente se aplican medidas como el control óptimo de la glucemia, los tratamientos sintomáticos y las estrategias para prevenir la ulceración y así evitar amputaciones.

Como parte de las medidas de prevención, investigadores del Instituto Politécnico Nacional (IPN) desarrollaron unas plantillas inteligentes (basadas en inteligencia artificial) que permiten realizar un análisis de baropodometría, mediante el cual se evalúa la distribución de la presión plantar al estar de pie por largos periodos, caminar y subir escaleras, entre otras actividades, con el propósito de prevenir la formación de llagas o ulceraciones ocasionadas por la presión en exceso en puntos específicos.

El proyecto de investigación liderado por el doctor David Cruz Ortiz se desarrolla en la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología (Upibi) con la colaboración de la maestra en Tecnología en Cómputo, Mariana Alegría Palacios, para mejorar la calidad de vida de las personas con diabetes y de quienes requieren del uso de plantillas para corregir problemas por distintas pato-

logías como pie plano, pie varo y otros padecimientos provocados por la mala postura.

SISTEMA POLITÉCNICO

El jefe del Laboratorio de Robótica Médica y Bioseñales mencionó que para realizar el análisis de baropodometría, antes se entintaba la planta del pie y se plasmaba la huella en una hoja de papel, posteriormente se empezó a aplicar otra técnica que consiste en colocar al usuario sobre una placa de cristal provista de un espejo en la parte inferior en donde se deja marcada la huella. La desventaja de estas técnicas es que son análisis estáticos.

Actualmente ya existen sistemas comerciales de plantillas instrumentadas para el diagnóstico de anomalías en la carga plantar, pero son muy costosos, por lo que el desarrollo del sistema politécnico permitiría reducir costos y poner al alcance de los especialistas en ortopedia una herramienta valiosa para tal finalidad.

La maestra Mariana Alegría explicó que el sistema consta de tres componentes: las plantillas, en las que se acoplaron 24 sensores resistivos de fuerza en distintos puntos; un módulo de datos que permite adquirir las señales de los sensores y transmitir esa información a la computadora. El tercer componente es un software de diseño propio que realiza el procesamiento y visualización de los datos.



Las plantillas cuentan con sensores resistivos de fuerza en distintos puntos para evaluar la distribución de la presión plantar

A diferencia de los sistemas comerciales que funcionan mediante bluetooth, la tecnología politécnica cuenta con un microcontrolador que incorpora un módulo Wi-Fi para transmitir vía inalámbrica los datos de los sensores. El módulo de datos se incorporó en una placa de circuito impreso con dimensiones de 10 x 5 cm y de bajo peso para que sea cómodo al colocarlo en la pierna.

EVALUACIÓN DE LA PISADA

Para diseñar las plantillas se hizo una evaluación de la huella plantar, la cual se segmentó en 10 regiones anatómicas para analizar la pisada en puntos anatómicos con mayor relevancia, incluido el arco, área de gran importancia para detectar patologías como el pie plano.

Inicialmente se consideró una medida estándar (de 24 a 26 cm) para la construcción de las plantillas, pero esta tecnología se puede adaptar para elaborar dispositivos de diversas medidas. En caso de que fueran para niños se considerarían otros parámetros y quizá un menor número de sensores debido a que las dimensiones se reducirían.

La maestra Alegría Palacios comentó que las plantillas se elaboraron mediante impresión 3D con un filamento flexible denominado TPU. Sobre esa base se puso el cableado para conectar los sensores al módulo de datos, encima de estas estructuras se colocó una capa de Ecoflex 00-30 (biopolímero biocompatible), el cual contiene agentes antifúngicos y está certificado para su uso seguro en la piel, y además protege a los elementos electrónicos.

Dependiendo de la presión que registre cada sensor se genera una gráfica que permite al especialista determinar las características que deberán tener las plantillas que se mandan a hacer con empresas especializadas.



Las plantillas inteligentes tienen el propósito de prevenir la formación de llagas o ulceraciones

MONITOREO CONTINUO

La tecnología desarrollada en el laboratorio de la Upibi permitiría a los ortopedistas realizar un monitoreo continuo de la presión plantar de los usuarios, lo que representaría una ventaja sobre los sistemas convencionales que son estáticos.

“En el mediano plazo pretendemos que el sistema sea un dispositivo tipo holter (que registra los ritmos cardiacos en forma continua). Se busca que por lo menos el usuario se lo coloque 5 horas y realice las distintas actividades que hace en forma cotidiana, como caminar, estar de pie o subir escaleras, con el propósito de que se proporcionen al médico datos relevantes sobre las distintas presiones sobre los pies y, a partir de ello, se fabriquen las plantillas personalizadas que pondrá la persona en el calzado”, advirtió el doctor Cruz Ortiz.

Destacó que el sistema se desarrolló con apego estricto a la normatividad internacional vigente y, mediante su generación, se busca fomentar el diseño de tecnología aplicada que contribuya a resolver problemas de salud reales en la sociedad.

Las plantillas inteligentes podrían representar una herramienta de gran utilidad para los ortopedistas, pero en el caso de las personas diabéticas la aportación sería mayor, ya que por complicaciones como la neuropatía la sensibilidad

disminuye y, al no darse cuenta de la presión en exceso, en muchos casos no perciben las ulceraciones que se les generan, las cuales, debido a su condición médica, tardan mucho en cicatrizar y, cuando no hay un buen control de la glucosa en sangre, incluso pueden ser causa de amputaciones.

La maestra Mariana Alegría mencionó que los dispositivos inteligentes también permitirían evaluar la evolución de las patologías de las personas tras ser diagnosticadas, ya que después del uso de las plantillas personalizadas el especialista podrá comparar las modificaciones en las presiones de la huella plantar.

El investigador politécnico señaló que para validar la utilidad clínica de los datos se tendría que establecer un convenio con algún centro hospitalario, probablemente sería el Hospital General de México "Eduardo Liceaga", con el que ya se tienen otras colaboraciones. Posteriormente se buscará el registro de la tecnología, con la que la maestra Alegría Palacios fue reconocida por el Instituto Politécnico Nacional con el primer lugar en el Encuentro de Alumnos Innovadores 2023.

CULTURA DE LA PREVENCIÓN

El especialista del IPN hizo hincapié en la necesidad de fomentar la cultura de la prevención en México con el objeto de evitar, en este caso, problemas derivados

de trastornos del sistema músculo-esquelético o de la marcha, cuyos efectos se ven a largo plazo, porque el cuerpo compensa modificando la postura, lo que puede provocar desgaste de alguna articulación, músculo, tendón o incluso en la columna vertebral.

Refirió que, una visita a tiempo con el ortopedista, en el caso de personas diabéticas, podría contribuir a reducir el índice de complicaciones, incluidas las amputaciones.

Asimismo, la maestra Mariana Alegría exhortó a las mujeres que usan calzado con tacón a realizarse una revisión ortopédica, ya que el uso constante de soportes elevados modifica la distribución de la presión plantar y se altera la dinámica de la marcha. La presión normal concluyó, debe ser 60 por ciento en el talón y 40 por ciento en el resto del pie. ♀

DATO DE INTERÉS

Esta tecnología politécnica podría contribuir a reducir el índice de complicaciones, incluidas las amputaciones generadas a causa del pie diabético, el cual inicia con úlceras o pequeñas llagas con o sin un proceso infeccioso subyacente y como resultado de neuropatía periférica.

Análisis de la pisada en puntos anatómicos con mayor relevancia

