

Medidas físicas en el área plantar para el diseño de un instrumento precursor de lesiones en el pie diabético

Isabel Morales y Franco Simini

Núcleo de Ingeniería Biomédica de las Facultades de Medicina e Ingeniería, Universidad de la República, Uruguay

INTRODUCCIÓN

En 2045 en América del Sur y Central las personas con diabetes mellitus (DM) serán 42 millones, 62% más que en 2017 [1]. Una de las complicaciones más críticas es el pie diabético. La neuropatía periférica afecta al 50% de las personas con diabetes y lleva a la pérdida de las sensaciones cutáneas protectoras en el pie, al desaparecer, constituyen un riesgo importante de lesión [2]. Las lesiones, edemas, úlceras y en consecuencia la amputación del pie son parte de este problema que está asociado a una alta morbilidad y mortalidad [3]. El riesgo de una úlcera del pie en personas con diabetes y neuropatía periférica es 25% por lo que la prevención temprana es clave para disminuir las amputaciones [4].

OBJETIVO

Validar las bases teóricas para construir un prototipo de uso clínico que detecte a tiempo el incremento de la disipación de energía en la planta del pie de personas con diabetes.

MÉTODOS

Revisión sistemática de principios físicos de signos precursores de lesiones en el pie diabético durante la marcha [5, 6], Figura 1 .

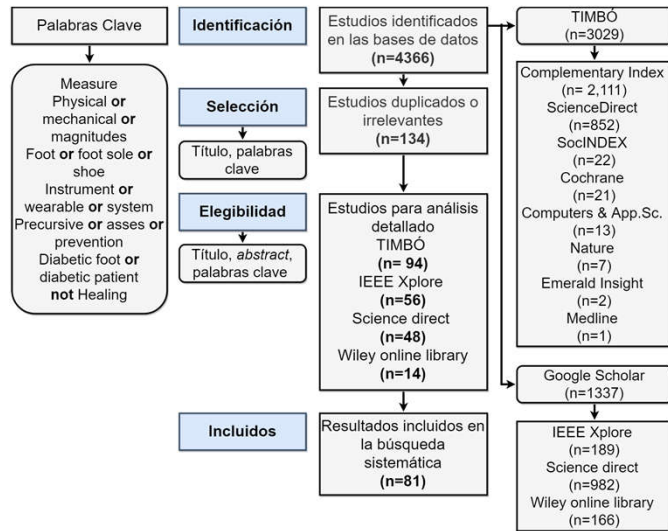


Figura 1. Revisión sistemática sobre principios físicos asociados al pie diabético

RESULTADOS

La búsqueda dio 4366 citas, de las cuales 81 publicaciones fueron clasificadas. Los principios físicos más estudiados son la presión y la temperatura (56% y 20%). Un punto en el que la presión/temperatura son elevadas predispone a una ulceración en la planta del pie. Además, una imagen termográfica (21%) ayuda a seguir la evolución de las ulceraciones, Tabla 1.

Por otro lado, otras magnitudes físicas que no muestran una relación directa entre el pie y la ulceración comienzan a tomar fuerza en el tratamiento del pie diabético. Gracias a la miniaturización de sensores y elementos de comunicación existen hoy aplicaciones de uso fuera del laboratorio y en la clínica: por ejemplo, la aceleración durante la marcha, la bioimpedancia y la fuerza de cizalla (4%, 5% y 7%), Figura 2.

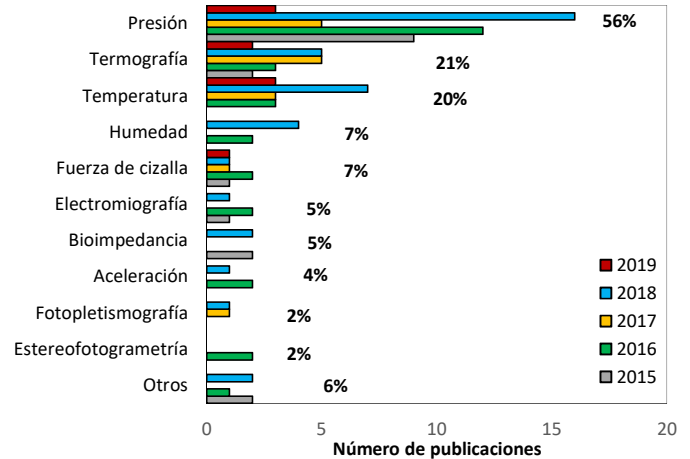


Figura 2. Porcentaje de publicaciones que miden diferentes magnitudes físicas en el estudio de lesiones de pie diabético.

TABLA 1. Resumen de estudios clasificados por principio físico

Tipo de Publicaciones (n=81) - %	Principios físicos analizados	Autores representativos
Laboratorio: simulación de lesiones en el pie diabético - (48%)	Termografía, temperatura, presión, humedad, fuerza de cizalla, bioimpedancia, otros	(Buldt and Menz 2018) (Vardasca et al. 2018) (Seixas et al. 2018)
Pruebas piloto: prevención de lesiones en el pie diabético durante la práctica clínica - (2%)	Termografía infrarroja, fotopleiometría	(Adam et al. 2017) (Reyzelman et al. 2018)
Práctica clínica: determinación de medidas y umbrales de normalidad en el pie diabético - (44%)	Termografía, temperatura, fotopleiometría, estereofotogrametría	(Amemiya et al. 2016) (Reddy et al. 2016) (van Netten et al. 2018)
Pruebas piloto: prevención de úlceras con elementos de laboratorio y sensores - 6%	Temperatura, humedad, presión, bioimpedancia, EMG	(Hernandez-Contreras et al. 2017) (Torres et al. 2018)

DISCUSIÓN

Informamos por primera vez los resultados de una revisión sistemática sobre la posibilidad de estimar la energía podal disipada durante la marcha. Algunos métodos incluyen medidas fuera del laboratorio. Existe por lo tanto la posibilidad de diseñar dispositivos de alerta temprana para evitar el daño inminente por neuropatía diabética. Esto se debe a que la sensibilidad cutánea alterada no previene daños, tarea que pretendemos asignar a nuevos equipos biomédicos vestibles.

CONCLUSIÓN

La propuesta de un prototipo que detecte a tiempo una posible lesión en el pie diabético debe hacer énfasis en la combinación de magnitudes físicas que, de manera directa o indirecta, estime los umbrales de energía disipada durante la marcha permitidos y alerte a tiempo a la persona con diabetes para protegerla de las graves lesiones cutáneas.

AGRADECIMIENTOS

A los Profesores Joaquim Gabriel y Arcelina Marques, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Porto y del Instituto Politécnico de Porto, Portugal co-tutores de Doctorado (IM) y a la Profesora Valentina Agostini del Politécnico de Turín, Italia por sugerencias y guía esta revisión incluye artículos de los tres.

[1] N. H. Cho et al., "IDF Diabetes Atlas" 8th ed. Brussels, Belgium, 2017.

[2] J. M. Dominguez-Olmedo, J. A. Pozo-Mendoza, and M. Reina-Bueno, "Revisión sistemática sobre el impacto de las complicaciones podológicas de la diabetes mellitus sobre la calidad de vida," Res. Española Podol., vol. 28, no. 1, pp. 30–36, 2017.

[3] P. R. Bus, S. A., Armstrong, D. G., Van Deursen, R. W., Lewis, J. E. A., Caravaggi, C. F., "IWGDF guidance on footwear and offloading interventions to prevent and heal foot ulcers in patients with diabetes," Diabetes. Metab. Res. Rev., vol. 32, no. 32, pp. 25–36, 2016.

[4] G. Rescio, A. Leone, L. Francioso, and P. Siciliano, "Sensorized insole for Diabetic Foot Monitoring." Proceedings, vol. 2, no. 13, p. 860, 2018.

[5] JANI, "Timbó." [Online]. Available: <http://www.timbo.org.uy/>. [Accessed: 19-Apr-2019].

[6] "Google Scholar." [Online]. Available: <https://scholar.google.com.uy/>. [Accessed: 18-May-2019].

