

FISIOPATOLOGÍA DEL PIE DIABÉTICO Y SIGNOS PRECURSORES DE LESIONES

Lucía Ribeiro¹, Isabel Morales¹, Beatriz Mendoza² & Franco Simini¹

¹ Núcleo de Ingeniería Biomédica de las Facultades de Medicina e Ingeniería, Universidad de la República, Uruguay

² Cátedra de Endocrinología y Metabolismo. Hospital de Clínicas, Montevideo, Uruguay

Introducción

El pie diabético es una complicación grave y frecuente de la diabetes. Una de cuatro personas con diabetes desarrollarán una úlcera a lo largo de su vida. El 80% de las amputaciones se deben a úlceras en pie diabético. Las lesiones de pie diabético, una vez instaladas, pueden resultar en una úlcera y ser de muy difícil manejo [1] [2].

La neuropatía, la enfermedad vascular y las alteraciones en la respuesta ante infecciones convergen en el inicio de la lesión. Sumadas a la reducción de la movilidad articular, estas condiciones determinan la generación de presiones anormales en el pie [3].

El estudio de la fisiopatología del pie diabético para anticipar tales lesiones podría mejorar la calidad de vida del paciente diabético, su entorno y disminuir de esta manera el costo asistencial.

Objetivo

Describir cuantitativamente los signos precursoros de lesiones del pie diabético con el fin de identificar las variables físicas más importantes en la prevención de esta complicación de la diabetes.

Metodología

La búsqueda bibliográfica comprendió las complicaciones crónicas de la diabetes y las variables utilizadas para evaluar el pie diabético, privilegiando magnitudes físicas medibles. En el buscador Timbó [4] se ingresaron las siguientes palabras clave y operadores lógicos: diabetic foot AND prevention AND screening AND physical magnitude NOT ulcer. En segundo lugar se identificaron aquellas publicaciones académicas que mencionan pie diabético en el título. El rango de publicaciones fue entre 1990 y 2022. Finalmente, se incluyeron resultados en inglés y español. Se encontraron 174 publicaciones de las cuales se tomaron en cuenta aquellas que mencionan rangos de valores de variables físicas medibles en el pie (tabla 1).

Resultados

Los artículos describen las etapas que llevan a las úlceras del pie diabético, la comorbilidad y su prevención. Asimismo, algunos autores describen la relación que pueden tener algunas variables fisiológicas con una magnitud física medible. Sin embargo, no encontramos valores de magnitudes físicas medibles que permitan discriminar situaciones preliminares de la lesión con respecto al pie sano.

Están asociados al pie diabético la oximetría transcutánea, el índice tobillo-brazo, presión sistólica, temperatura y presión plantar (Fig. 1). Se deduce que la monitorización de estas variables podría contribuir al diseño de alertas tempranas durante la marcha. A pesar de que los artículos no aportan evidencia numérica, podemos postular valores plausibles como límites a ser verificados posteriormente.

La síntesis de la revisión bibliográfica permite postular que las lesiones están relacionadas con una temperatura > 31,7°C, una diferencia de temperatura > 2,2°C entre una región afectada y el resto del pie o su contralateral, una presión de oxígeno percutánea < 60 mm Hg y el índice tobillo brazo entre 0.4 y 0.8. El rango de valores de presión plantar corresponde a regiones anatómicas específicas.

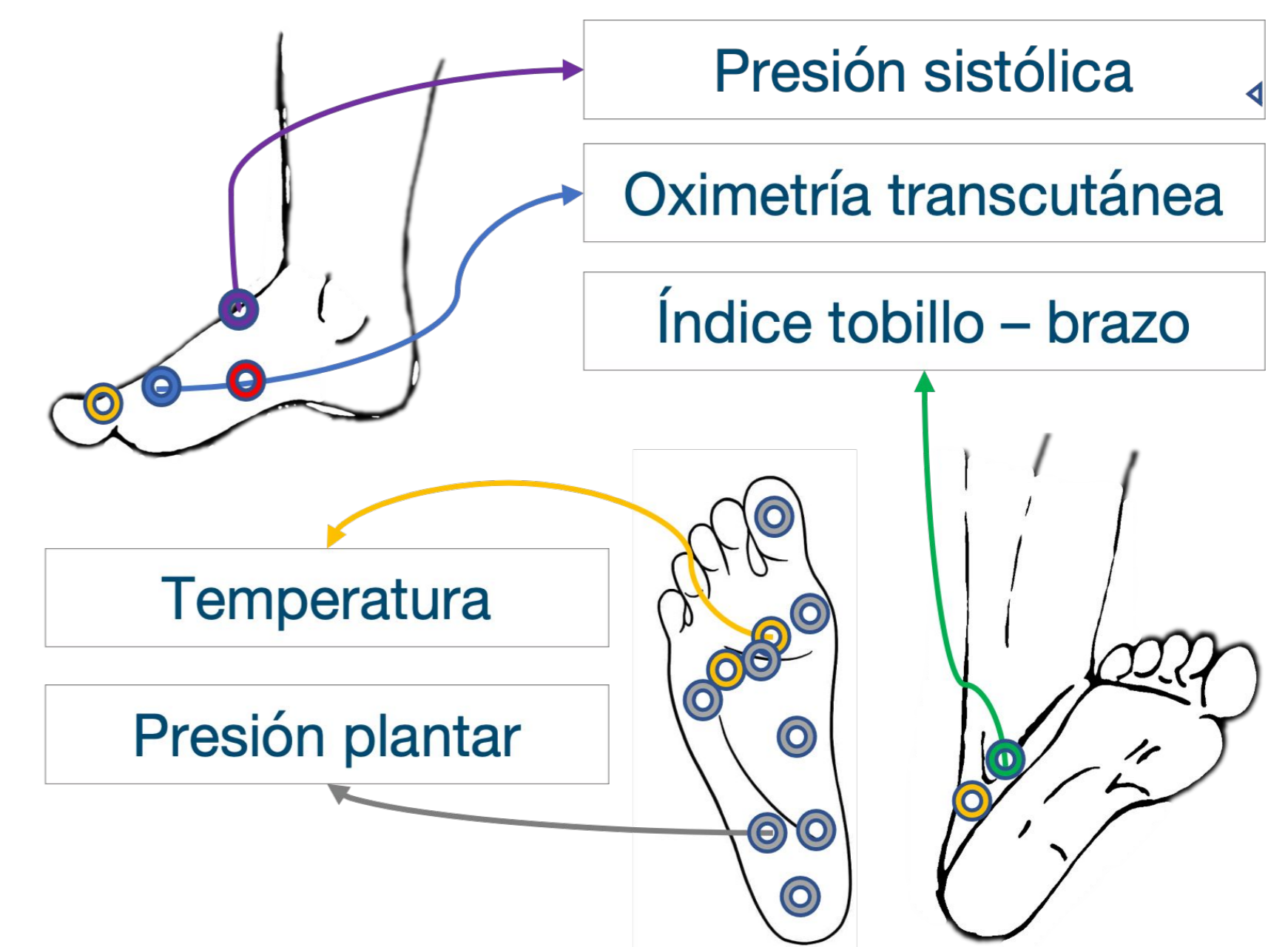


Fig. 1. Puntos de medida de los signos precursoros de lesiones.

Tabla 1. Variables y rango de valores medibles en pacientes con diabetes

AÑO	AUTOR	VARIABLES FÍSICAS	RANGO DE VALORES	OBSERVACIONES
2004 - 2007	Lavery [5] [6]	temperatura	diferencia > 2.2°C	Comparación de región afectada, el resto del pie y región contralateral
1998	Veves A [7]	TcPO2	sin ECV: 75 ± 9 mmHg con ECV: 37 ± 23 mmHg	Investigación de la regulación microvascular mediada por función endotelial en diabéticos neuropáticos con y sin enfermedad macrovascular.
2014	Yavuz M [8]	temperatura post ejercicio físico	ND: 31,06°C ± 3,26°C D: 28,82°C ± 3,85°C	Análisis posible asociación entre aumento de la temperatura plantar inducido por el ejercicio y el estrés plantar.
2020	Monteiro et al [8]	índice de PA tobillo-brazo	0.39 - 0.80	Comparación de sistemas de clasificación de pie diabético.
2020	Monteiro-Soares M, Russell D [9]	presión sistólica tobillo	50 - 100 mmHg	Comparación de sistemas de clasificación de pie diabético.
2020	Monteiro-Soares M, Russell D [9]	TcPO2	normal: >60 mmHg sin isquemia: <60 mmHg con isquemia <30 mmHg	Comparación de sistemas de clasificación de pie diabético.
2020	Yavuz M [10]	temperatura con unidad de refrigeración (TAPMARI) activa	T: 31,7 ± 1,6°C TND: 31,6 ± 0,8°C WT: 25,9 ± 2,5°C WTND: 27,5 ± 2,5°C	Prueba de diseño previo de plantillas TAPMARI en diabéticos y sujetos sanos.
2020	Yavuz M [11]	presión plantar	ND: 211 ± 8 kPa GC: 247 ± 47 kPa	Prueba de diseño previo de plantillas TAPMARI en diabéticos y sujetos sanos.

ND: neuropatía diabética D: diabético T: TAPMARI TND: TAPMARI en neuropatía diabética WT: without TAPMARI WT: without TAPMARI en neuropatía diabética GC: grupo de control TcPO2: presión parcial de oxígeno transcutáneo ECV: enfermedad cardiovascular PA: presión arterial

Discusión y Conclusiones

Esta revisión bibliográfica constituye una base fáctica para abordar interdisciplinariamente el tema. La temperatura, el oxígeno y el índice tobillo-brazo tienen el potencial para integrar un índice de riesgo de lesión inminente.

La miniaturización y disponibilidad de tecnologías para la detección de estas variables abre nuevas y alentadoras esperanzas para el futuro desarrollo de equipos biomédicos que permitan alertar tempranamente ante la formación de lesiones del pie diabético durante la marcha.

La diabetes tiene síntomas silenciosos por lo que la detección de complicaciones como el pie diabético es tardía. La práctica clínica deja en segundo plano al pie diabético frente a condiciones cardiovasculares, neurológicas o renales asociadas a la diabetes, lo que reduce aún más las posibilidades de evitar lesiones podales.

Es por lo tanto muy importante impulsar el estudio de la fisiopatología del pie diabético para identificar señales precursoras de la enfermedad. Un mejor conocimiento de la fisiopatología del pie diabético y su devenir durante la marcha permitirá diseñar instrumentos biomédicos vestibles (wearable) [12] que eviten lesiones, interrumpiendo la acción combinada de factores adversos del calzado.

Referencias:

- Armstrong DG, Boulton AIM, Bus SA. Diabetic Foot Ulcers and Their Recurrence. *N Engl J Med*. 2017;376(24):2367-2375. doi:10.1056/nejma1615439
- Care D, Suppl S5. 12. Foot Care : Standards of Medical Care in Diabetes — 2022. *Diabetes Care*. 2022;45(January):185-194.
- Ahmed M. Diabetic Foot Disease and its Management. 2020;18(12). doi:10.5742/MEWFM.2020.93937
- Buscador timbó foco [Internet]. Org.uy. [citado el 18 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://foco.timbo.org.uy/home>
- Lavery, L. A., Higgins, K. R., Lancot, D. R., Constantinides, G. P., Zamorano, R. G., Athanasiou, K. A., & Agrawal, C. M. (2007). Preventing diabetic foot ulcer recurrence in high-risk patients: Use of temperature monitoring as a self-assessment tool. *Diabetes Care*, 30(1), 14–20. <https://doi.org/10.2337/d0c06-1600>
- Veves A, Akbari CM, Primavera J, et al. Endothelial dysfunction and the expression of endothelial nitric oxide synthetase in diabetic neuropathy, vascular disease, and foot ulceration. *Diabetes*. 1998;47(3):457-463. doi:10.2337/diabetes.47.3.457
- Yavuz M, Brem RW, Davis BL, et al. Temperature as a predictive tool for plantar triaxial loading. *J Biomech*. 2014;47(15):3767-3770. doi:10.1016/j.jbiomech.2014.09.028
- Monteiro-Soares M, Boyko EJ, Jeffcoat W, et al. Diabetic foot ulcer classifications: A critical review. *Diabetes Metab Res Rev*. 2020;36(S1):1-16. doi:10.1002/dmrr.3372
- Monteiro-Soares M, Russell D, Boyko EJ, et al. Guidelines on the classification of diabetic foot ulcers (IWGDF 2019). *Diabetes Metab Res Rev*. 2020;36(S1):1-8. doi:10.1002/dmrr.3273
- Yavuz M, Ersen A, Monga A, et al. Temperature- and Pressure-Regulating Insoles for Prevention of Diabetic Foot Ulcers. *J Foot Ankle Surg*. 2020;59(4):685-688. doi:10.1053/j.jfas.2019.05.009
- Morales I, Gonzalez-Landaeta R, Simini F. Force sensing resistors used as plantar impedance plethysmography electrodes. *IEEE Trans Instrum Meas* [Internet]. 2022;71:1–8. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9785883>



Enlace de la Publicación