

Índice tobillo-brazo y enfermedad arterial periférica como predictores de amputación en pie diabético

Ankle-Brachial Index and Peripheral Arterial Disease as Predictors of Amputation in Diabetic Foot

Jorge Luis Carrera Martínez^{1*} <https://orcid.org/0000-0001-6155-4937>

Celso Suárez Lescay² <https://orcid.org/0000-0003-2378-1930>

Arístides Lázaro García Herrera³ <https://orcid.org/0000-0002-8146-3239>

Omarys Loyola Cabrera⁴ <https://orcid.org/0000-0002-9228-7816>

Martín del Río Sánchez⁴ <https://orcid.org/0009-0003-5500-4914>

Maikel Roque Morgado⁵ <https://orcid.org/0000-0002-0819-1636>

¹Hospital Docente Clínico Quirúrgico Dr. Antonio Luaces Iraola. Ciego de Ávila, Cuba.

²Universidad de Ciencias Médicas. Santiago de Cuba, Cuba.

³Universidad de Ciencias Médicas. Matanzas, Cuba.

⁴Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Ciego de Ávila, Cuba.

⁵Universidad de Ciencias Médicas. Ciego de Ávila, Cuba.

* Autor para la correspondencia: jcarrera@infomed.sld.cu

RESUMEN

Introducción: El pie diabético es la complicación crónica y más común de la diabetes *mellitus*. Se caracteriza por una alta mortalidad y morbilidad.

Objetivo: Evaluar la asociación del índice tobillo-brazo y enfermedad arterial periférica como predictores de amputación en pie diabético.

Métodos: Se realizó un estudio observacional, analítico, retrospectivo de casos y controles en el Hospital Provincial General Docente Dr. Antonio Luaces Iraola en el período del 1.º de enero de 2014 al 31 de diciembre de 2024. La muestra final fue de 3859 pacientes: 434 casos (amputados) y 3425 controles (no amputados). El análisis incluyó la prueba de ji al cuadrado con corrección por continuidad y el estadístico exacto de Fisher, se calculó *odds ratios* con intervalos de confianza de 95 %, se consideró estadísticamente significativo $p < 0,05$.

Resultados: Se encontró asociación significativa ($p = 0,000$) entre el índice tobillo-brazo patológico (valores menores a 0,9), indicativo de arteriopatía periférica, la

razón de *odds* fue de 2,4 (IC 95 %: 1,7- 3,3). La presencia de índice tobillo-brazo calcificado ($p = 0,000$), parece estar relacionada exclusivamente con pacientes que evolucionaron hacia la amputación, lo cual indicó un riesgo extremo en contextos de rigidez arterial avanzada; aunque no fue posible calcular la OR por la ausencia de eventos en el grupo control.

Conclusiones: La asociación encontrada entre el índice tobillo-brazo y enfermedad arterial periférica los presentan o muestran como predictores de amputación en el pie diabético.

Palabras clave: índice tobillo braquial; enfermedad arterial periférica; amputación quirúrgica; pie diabético.

ABSTRACT

Introduction: Diabetic foot is the most common chronic complication of diabetes mellitus. It is characterized by high mortality and morbidity.

Objective: To evaluate the association between the ankle-brachial index and peripheral arterial disease as predictors of amputation in diabetic foot.

Methods: This was an observational, analytical, retrospective case-control study conducted at the Dr. Antonio Luaces Iraola Provincial General Teaching Hospital from January 1, 2014, to December 31, 2024. The final sample consisted of 3 859 patients: 434 cases (amputees) and 3 425 controls (non-amputees). The analysis included the chi-square test with continuity correction and Fisher's exact test, calculating odds ratios with 95 % confidence intervals, considering $p < 0,05$ statistically significant.

Results: A significant association ($p = 0,000$) was found between a pathological ankle-brachial index (values less than 0,9), indicative of peripheral artery disease, with an odds ratio of 2,4 (95 % CI: 1,7- 3,3). The presence of a calcified ankle-brachial index ($p = 0,000$) appears to be related exclusively to patients who progressed to amputation, indicating an extreme risk in contexts of advanced arterial stiffness; however, it was not possible to calculate the odds ratio due to the absence of events in the control group.

Conclusions: The association found between the ankle-brachial index and peripheral artery disease.

Keywords: ankle-brachial index; peripheral arterial disease; surgical amputation; diabetic foot.

Recibido: 28/01/2026

Aceptado: 18/04/2026

Introducción

El pie diabético es la complicación crónica y más común de la diabetes *mellitus* (DM). Se caracteriza por una alta mortalidad y morbilidad. Según datos estadísticos una de cada tres personas con diagnóstico de DM padecerá en alguna etapa de su vida del pie diabético.⁽¹⁾ Los pacientes con pie diabético tienen una tasa de mortalidad a 5 años del 30 %, con una tasa de mortalidad superior al 70 % para las personas con una amputación por encima del pie.⁽²⁾

El pie diabético es el resultado de una compleja interacción entre diferentes componentes como las alteraciones metabólicas e inmunitarias, la neuropatía periférica y la enfermedad arterial periférica. Aproximadamente, la mitad de las personas con pie diabético tienen enfermedad arterial periférica en las extremidades inferiores,⁽³⁾ por lo que las arterias distales, especialmente la arteria dorsal del pie son las más afectadas.⁽⁴⁾

Los pacientes con pie diabético y enfermedad arterial periférica sufren un riesgo significativamente mayor de amputación, que si tuvieran cualquiera de las enfermedades por separado.⁽⁵⁾ Por lo que es necesario el diagnóstico y evaluación oportuno de los signos y síntomas de gravedad para iniciar medidas tempranas de prevención de amputaciones.

Actualmente, un examen minucioso del pie, junto con el índice de presión tobillo-brazo (ITB), es un protocolo ampliamente aceptado para facilitar el diagnóstico de la enfermedad arterial periférica en pacientes con pie diabético.⁽⁶⁾ Este examen es una prueba sencilla, no invasiva, válida, fiable y rentable para diagnosticar la presencia de enfermedad arterial periférica.^(7,8) Sin embargo, su precisión disminuye en pacientes con pie diabético debido a la presencia de vasos poco compresibles como resultado de la clasificación de la capa media arterial y la neuropatía periférica.⁽⁹⁾ Se puede utilizar junto a otros métodos para detectar enfermedad arterial periférica en pacientes con pie diabético.⁽¹⁰⁾

Por la importancia de la enfermedad arterial periférica como factor de riesgo del pie y diabético y su complicación; además de cumplir con varios criterios fundamentales para interpretar relaciones causales en epidemiología, establecidos por Bradford Hill,^(11,12) se realiza esta investigación.

El objetivo fue evaluar la asociación entre el índice tobillo-brazo y la enfermedad arterial periférica como predictores de amputación en pacientes con pie diabético, atendidos en el Hospital Provincial General Docente Dr. Antonio Luaces Iraola.

Métodos

Se realizó un estudio observacional, analítico, retrospectivo de casos y controles en el Hospital Provincial General Docente Dr. Antonio Luaces Iraola del 1.º de enero de 2014 al 31 de diciembre de 2024.

Los casos fueron definidos como pacientes diabéticos con pie diabético que requirieron amputación, mientras que los controles fueron pacientes diabéticos con pie diabético que no requirieron amputación.

La muestra final fue de 3 859 pacientes: 434 casos (amputados) y 3 425 controles (no amputados). Los criterios de inclusión comprendieron pacientes mayores de 18 años con diagnóstico confirmado de diabetes *mellitus* tipo 1 o 2, diagnóstico de pie diabético según criterios clínicos establecidos, historias clínicas completas con información sobre ITB, evaluación vascular y seguimiento clínico completo. Se excluyeron pacientes con necrosis de miembros inferiores secundarios a otras patologías diferentes a la diabetes *mellitus*, historias clínicas incompletas, pacientes con amputaciones previas no relacionadas con pie diabético, pacientes embarazadas y procesos tumorales activos.

Las variables independientes incluyeron: el índice tobillo-brazo (ITB), categorizado como patológico ($< 0,9$), normal ($\geq 0,9$ y $< 1,3$) y calcificado ($\geq 1,3$), medido mediante técnica estandarizada con equipos Doppler; la clasificación de lesiones arteriales periféricas, estratificada en normal, reducción del diámetro arterial de 1- 19 %, 20- 49 % y 50- 99 %, mediante evaluación clínica y estudios de imagen vascular; y el miembro inferior afectado, registrando la lateralidad del pie diabético.

La variable dependiente fue la amputación, definida como la extirpación quirúrgica de cualquier porción del pie o miembro inferior secundaria a complicaciones vasculares irreversibles del pie diabético.⁽¹²⁾

Los datos fueron obtenidos mediante la revisión de historias clínicas, con la utilización de un formulario estandarizado. La información fue codificada se mantuvo la confidencialidad, mediante asignación de códigos numéricos. Para el procesamiento se utilizó el paquete estadístico Statistical Package Social Science (SPSS) versión 28.0. Se aplicó la estadística descriptiva e inferencial. El análisis incluyó la prueba de ji al cuadrado con corrección por continuidad y el estadístico exacto de Fisher, calculando *odds ratios* con intervalos de confianza de 95 %, se consideró asociación estadísticamente significativa a $p < 0,05$.

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética institucional, manteniendo confidencialidad y anonimato, respetando principios de la Declaración Helsinki.⁽¹³⁾

Resultados

Relación entre el miembro inferior afectado y la amputación

El análisis de la asociación entre el miembro inferior afectado y la presencia de amputación, no evidenció diferencias estadísticamente significativas. Entre los pacientes amputados, el 55,1 % presentaba afectación del miembro inferior derecho, mientras que el 44,9 % correspondía al miembro izquierdo. Estas proporciones fueron similares a las observadas en el grupo control, con un 54 % de afectación derecha y un 46 % izquierda. La diferencia no fue significativa ($p = 0,716$), indicó que la lateralidad del miembro comprometido no se asoció de manera diferencial con la probabilidad de sufrir amputación en esta muestra (tabla 1).

Tabla 1- Pacientes según amputación y miembro inferior afectado

Miembro inferior afectado	Amputación		Total	p^*
	Casos	Controles		
	N. (%)	N. (%)	N. (%)	
Derecho	239 (55,1)	1850 (54)	2089 (54,1)	0,716
Izquierdo	195 (44,9)	1575 (46)	1770 (45,9)	
Total	434 (100)	3425 (100)	3859 (100)	

*Corrección por continuidad.

Asociación entre el índice tobillo-brazo (ITB) y la presencia de amputación

El análisis de la relación entre el ITB y la amputación, reveló asociaciones significativas para todas las categorías. El ITB patológico (valores menores a 0,9), indicativo de arteriopatía periférica, estuvo presente en el 10,6 % de los pacientes con amputación, frente al 4,8 % de los controles, diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,000$). La razón de *odds* fue de 2,4 (IC 95 %: 1,7- 3,3), indicó que los pacientes con ITB patológico presentaron más del doble de riesgo de amputación, que aquellos con valores normales.

Los valores normales de ITB (entre 0,9 y 1,3) fueron significativamente más frecuentes entre los controles (95,2 %), que en los casos con amputación (79,3 %), con OR de 0,19 (IC 95 %: 0,15- 0,25), sugirió un efecto protector del ITB normal frente al riesgo de amputación.

Los casos con ITB calcificado ($\geq 1,3$), que puede reflejar arterias no compresibles por calcificación arterial, fueron observados, exclusivamente en el grupo con amputación (10,1 %), sin ningún caso entre los controles. Esta diferencia fue

significativa ($p = 0,000$), aunque no fue posible calcular la OR por la ausencia de eventos en el grupo control. La presencia de ITB calcificado parece estar relacionada exclusivamente con pacientes que evolucionaron hacia la amputación, lo cual indicó un riesgo extremo en contextos de rigidez arterial avanzada (tabla 2).

Tabla 2- Pacientes según amputación y determinación del índice tobillo-brazo

Determinación del índice tobillo-brazo	Amputación		Total	p	OR IC: (95 %)
	Casos	Controles			
	N. (%)	N. (%)			
Patológico (ITB < 0,9)	46 (10,6)	164 (4,8)	210 (5,4)	0,000*	2,4 (1,7- 3,3)
Normal ($\geq 0,9$ y < 1,3)	344 (79,3)	3261 (95,2)	3605 (93,4)	0,000*	0,19 (0,15- 0,25)
Calcificado (ITB $\geq 1,3$)	44 (10,1)	0 (0)	44 (1,1)	0,000**	-
Total	434 (100)	3425 (100)	3859 (100)		

*Corrección por continuidad. **Estadístico exacto de Fisher.

Relación entre la clasificación de las lesiones arteriales periféricas y la amputación

El análisis de la clasificación de las lesiones arteriales periféricas reveló asociaciones estadísticamente significativas entre el grado de afectación arterial y la presencia de amputación en pacientes con pie diabético. La mayoría de los pacientes amputados presentaban circulación periférica normal (80,6 %), aunque esta proporción fue sustancialmente inferior a la observada en los controles (95,2 %), diferencia altamente significativa ($p = 0,000$). La OR fue de 0,21 (IC 95 %: 0,16- 0,28), sugiriendo que un estado vascular normal se asoció con menor probabilidad de amputación, lo cual constituye como factor protector.

La reducción leve del diámetro arterial (1- 19 %) se presentó, exclusivamente en el grupo control (4,1 %), sin casos entre los pacientes amputados, diferencia significativa ($p = 0,000$). Las reducciones moderadas (20- 49 %) también se observaron solo en el grupo control (0,6 %), aunque esta diferencia no alcanzó significación estadística ($p = 0,164$).

La reducción grave del diámetro arterial (50- 99 %) se presentó únicamente en el grupo con amputación (19,4 %), sin registros en el grupo control. Esta diferencia fue altamente significativa ($p = 0,000$), y la presencia exclusiva de esta condición en pacientes amputados evidencia su fuerte asociación con un desenlace desfavorable (tabla 3).

Tabla 3- Pacientes según amputación y clasificación de las lesiones arteriales periféricas

Clasificación de las lesiones arteriales periféricas	Amputación		Total	p	OR IC: (95 %)
	Casos	Controles			
	N. (%)	N. (%)	N. (%)		
Normal	350 (80,6)	3261 (95,2)	3611 (93,6)	0,000*	0,21 (0,16-0,28)
Reducción de diámetro de 1- 19 %	0 (0)	142 (4,1)	142 (3,7)	0,000*	-
Reducción de diámetro de 20- 49 %	0 (0)	22 (0,6)	22 (0,6)	0,164**	-
Reducción de diámetro de 50- 99 %	84 (19,4)	0 (0)	84 (2,2)	0,000*	-
Total	434 (100)	3425 (100)	3859 (100)		

*Corrección por continuidad. **Estadístico exacto de Fisher.

Discusión

La identificación temprana de predictores vasculares asociados a amputación en pacientes con pie diabético constituye un aspecto crucial en la práctica clínica para prevenir resultados adversos y mejorar la calidad de vida. En el presente estudio, se evidenciaron asociaciones estadísticamente significativas entre el índice tobillo-brazo patológico, la calcificación arterial y las lesiones arteriales periféricas con el riesgo de amputación, que además cumplen con varios criterios fundamentales para interpretar relaciones causales en epidemiología, establecidos por Bradford Hill.^(11,12)

Uno de los hallazgos más relevantes fue la exclusividad del ITB calcificado ($\geq 1,3$) en pacientes que requirieron amputación, se presentó en un 10,1 % de ellos y ausente, completamente en el grupo control. Esta especificidad representa uno de los criterios epidemiológicos más robustos para establecer causalidad, pues demuestra una relación unívoca entre el marcador vascular y el desenlace clínico.⁽²⁾ El ITB calcificado refleja la presencia de calcificación de la capa media arterial (MAC), que ha emergido como predictor independiente de amputación mayor en

múltiples estudios internacionales.⁽¹⁴⁾ González-Solís y otros,⁽¹⁵⁾ reportaron que la MAC grave incrementa 3,2 veces el riesgo de amputación mayor durante los seis meses posteriores al desarrollo de úlceras diabéticas.

Estudios recientes confirman estos hallazgos, demostrando que la MAC grave presenta una OR de 4,46 para amputación mayor en pacientes con enfermedad renal diabética.⁽¹⁶⁾

La consistencia de estos hallazgos se refuerza con la evidencia internacional. Park y otros⁽¹⁷⁾ en Corea evaluaron 210 pacientes con úlceras de pie diabético y enfermedad renal diabética, encontraron que la MAC grave fue un factor de riesgo independiente para amputación mayor (OR = 4,46). Esta reproducibilidad en diferentes poblaciones fortalece la validez externa de nuestros resultados y cumple con el criterio epidemiológico de consistencia.⁽¹²⁾ La calcificación arterial pedal representa un marcador específico de mortalidad y amputación en úlceras diabéticas, con estudios prospectivos que demuestran que la presencia de MAC pedal duplica el riesgo de amputación comparado con la enfermedad arterial periférica aislada.⁽¹⁸⁾

El ITB patológico ($< 0,9$) mostró una OR de 2,4 (IC 95 %: 1,7- 3,3), indicó que los pacientes con ITB patológico presentaron más del doble de riesgo de amputación, que aquellos con valores normales. Esta magnitud de asociación cumple con el criterio de fuerza de asociación propuesto por Bradford Hill.⁽¹¹⁾ Múltiples estudios han validado el ITB como predictor de amputación en pie diabético. Un estudio prospectivo observacional en 105 participantes demostró que el ITB tiene una excelente capacidad diagnóstica para predecir amputación mayor con un AUC de 0,987, sensibilidad del 92,9 % y especificidad del 98,9 %⁽¹⁹⁾.

La evaluación hemodinámica mediante ITB ha mostrado consistentemente su valor predictivo. Al-Zoubi y otros⁽²⁰⁾ en Jordania, evaluaron 225 pacientes diabéticos tipo 2, identificaron que la duración de diabetes ≥ 15 años, HbA1c ≥ 8 %, nefropatía, enfermedad cardíaca y gangrena fueron predictores independientes de amputación mayor. La literatura especializada ha confirmado que aproximadamente el 52,9 % de pacientes con ITB patológico desarrollan amputación, mientras que aquellos con ITB normal presentan una tasa significativamente menor.⁽²¹⁾

El análisis de la clasificación de lesiones arteriales periféricas reveló que la reducción severa del diámetro arterial (50- 99 %) se presentó únicamente en el grupo con amputación (19,4 %), sin registros en el grupo control. Esta diferencia fue altamente significativa, y aunque no se pudo calcular una OR por ausencia de casos en controles, la presencia exclusiva de esta condición en pacientes amputados evidencia su fuerte asociación con un desenlace desfavorable. Este patrón cumple

con el criterio de especificidad epidemiológica, el cual fortalece la evidencia causal.⁽¹²⁾

Estudios recientes han demostrado que la gravedad de la estenosis arterial detectada por ultrasonografía Doppler se asocia fuertemente con mayores tasas de amputación. Un estudio nigeriano con 51 pacientes mostró que el 51 % presentaba estenosis grave, y estos pacientes tuvieron una tasa de amputación del 45,2 % a los 6 meses.⁽²²⁾ La correlación entre hallazgos Doppler e ITB ha sido documentada consistentemente, con estudios que muestran una correlación alta ($r = 0,79$, $p < 0,01$) entre ambas técnicas.⁽²³⁾

La progresión desde lesiones leves hasta graves, también demuestra un gradiente biológico característico. Mientras que las reducciones leves del diámetro arterial (1-19 %) se presentaron exclusivamente en controles (4,1 %), las reducciones grave aparecieron solo en casos amputados. Este gradiente dosis-respuesta representa otro criterio epidemiológico fundamental para establecer causalidad.^(11,12)

El patrón temporal de desarrollo también apoya la causalidad. Las alteraciones vasculares preceden al desarrollo de las complicaciones que conducen a amputación, cumpliendo con el criterio de temporalidad.⁽¹¹⁾ La arteriopatía periférica se desarrolla progresivamente en pacientes diabéticos, por lo que es inicialmente asintomática y detectada únicamente mediante técnicas no invasivas como el ITB.⁽²⁴⁾

La plausibilidad biológica de estos hallazgos se fundamenta en los mecanismos fisiopatológicos conocidos. Los pacientes diabéticos desarrollan arteriopatía periférica mediante múltiples mecanismos, por lo cual incluye disfunción endotelial, formación de productos de glicación avanzada, estrés oxidativo y calcificación arterial.⁽²⁵⁾ La calcificación de la capa media arterial en diabetes resulta de la activación de vías osteogénicas en células musculares lisas vasculares, proceso mediado por hiperglucemia, hiperfosfatemia y disfunción de inhibidores de calcificación como la fetuína-A.⁽²⁶⁾

Estudios multicéntricos confirman la coherencia de estos hallazgos. El estudio MEDFUN evaluó prospectivamente 336 pacientes diabéticos hospitalizados por úlceras de pie, identificó que la enfermedad arterial periférica fue predictor independiente de amputación con OR de 2,8. La duración de úlcera mayor a un mes incrementó el riesgo de amputación 10,3 veces, mientras que la osteomielitis presentó OR de 5,6.⁽²⁷⁾

La evidencia experimental también respalda estos hallazgos. Estudios que evalúan el impacto de la revascularización en pacientes con ITB patológico demuestran mejoría en tasas de cicatrización y reducción del riesgo de amputación, por lo que proporciona evidencia del criterio de experimento de Bradford Hill.⁽¹¹⁾ Un estudio de

cohorte retrospectivo demostró correlación significativa entre hallazgos de ultrasonografía Doppler intraoperatorios y la determinación del nivel de amputación.⁽²⁸⁾

La analogía con otras condiciones vasculares también fortalece la evidencia causal. Los principios que rigen la relación entre isquemia y cicatrización deficiente en úlceras diabéticas son similares a los observados en isquemia crítica de extremidades en otras poblaciones. Esta analogía representa el noveno criterio de Bradford Hill.⁽¹¹⁾

Respecto a la lateralidad, nuestros resultados no mostraron diferencias significativas entre el miembro inferior derecho o izquierdo afectado ($p = 0,716$), se sugiere que la localización anatómica no constituye un factor de riesgo *per se*. Este hallazgo contrasta con algunos estudios que han reportado predominio en miembros específicos, pero es consistente con la fisiopatología sistémica de la arteriopatía diabética.⁽²⁹⁾

Estos predictores vasculares representan herramientas valiosas para la estratificación temprana del riesgo de amputación, permitiendo intervenciones oportunas que pueden mejorar significativamente el pronóstico de pacientes con pie diabético.

Se concluye en esta investigación que se encontró asociación entre el ITB y la enfermedad arterial periférica, particularmente la especificidad absoluta del ITB calcificado y las lesiones arteriales severas en casos amputados. Las asociaciones encontradas, particularmente la especificidad absoluta del ITB calcificado y las lesiones arteriales severas en casos amputados involucrados, proporcionan evidencia de causalidad según los criterios de Bradford Hill.

Referencias bibliográficas

1. Boulton AJ. Diabetic Foot Disease during the COVID-19 Pandemic. Medicina 2021 [acceso 12/12/2025];57(2):97. Disponible en <http://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7912054/>
2. Armstrong DG, Swerdlow MA, Armstrong AA, Conte MS, Padula WV, Bus SA. Five year mortality and direct costs of care for people with diabetic foot complications are comparable to cancer. J Foot Ankle Res. 2020 [acceso 12/12/2025];13(1):16. Disponible en: <http://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7092527/>
3. Boyko EJ, Monteiro-Soares M, Wheeler SG. Peripheral arterial disease, foot ulcers, lower extremity amputations, and diabetes. Diabetes in America. 3er th ed;

2021. Chapter 20. [acceso 12/12/2025]. Disponible en: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK567977/pdf/Bookshelf_NBK567977.pdf
4. Soyoye DO, Abiodun OO, Ikem RT, Kolawole BA, Akintomide AO. Diabetes and peripheral artery disease: A review. *World J Diabetes*. 2020 [acceso 12/12/2025];12(6):827. Disponible en: <http://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8192257/pdf/WJD-12-827.pdf>
5. Barnes JA, Eid MA, Creager MA, Goodney PP. Epidemiology and risk of amputation in patients with diabetes mellitus and peripheral artery disease. *Arteriosclerosis Thrombosis Vascular Biology*. 2020 [acceso 12/12/2025];40(8):1808-17. Disponible en: <http://www.ahajournals.org/doi/pdf/10.1161/ATVBAHA.120.314595>
6. Hinchliffe RJ, Forsythe RO, Apelqvist J, Boyko EJ, Fitridge R, Hong JP. International Working Group on the Diabetic Foot (IWGDF). Guidelines on diagnosis, prognosis, and management of peripheral artery disease in patients with foot ulcers and diabetes (IWGDF 2019 update). *Diabetes/Metabolism Res Reviews*. 2020 [acceso 12/12/2025];36:e3276. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/am-pdf/10.1002/dmrr.3276>
7. Ares-Martínez A, Cendán-Vérez M, Garrote-Recarey A, González-Martín C, Raña-Lama C, Rojo-Amigo V, *et al*. Procedemento de determinación do índice nocello-brazo con doppler arterial. *Servizo Galego de Saúde*; 2020 [acceso 12/12/2025]. Disponible en: http://runa.sergas.gal/xmlui/bitstream/handle/20.500.11940/14483/Procedemen_to_doppler_arterial.pdf?sequence=1
8. Firnhaber JM, Powell CS. Lower extremity peripheral artery disease: diagnosis and treatment. *Am Family Physician*. 2019 [acceso 12/12/2025];99(6):362-9. Disponible en: <http://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2019/0315/p362.pdf>
9. Chuter V, Schaper N, Mills J, Hinchliffe R, Russell D, Azuma N, *et al*. Effectiveness of bedside investigations to diagnose peripheral artery disease among people with diabetes mellitus: a systematic review. *Diabetes/Metabolism Res Reviews*. 2024 [acceso 12/12/2025];40(3):e3683. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1002/dmrr.3683>
10. Roshan R, Chaudhary N, Chouhan U, Huda F, Basu S. Correlation of ankle–wrist pressure index with ankle–brachial pressure index to assess lower limb perfusion in diabetic foot ulcer: a pilot study. *J Wound Care*. 2024 [acceso 12/12/2025];33(7):519-25. Disponible en: <http://www.magonlinelibrary.com/doi/full/10.12968/jowc.2021.0024>

11. Bradford Hill A. The environment and disease: association or causation? *Proc R Soc Med.* 2024 [acceso 12/12/2025];58(5):295-300. Disponible en: <http://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1898525/>
12. Morris CD, Potter BK, Athanasian EA, Lewis VO. Extremity amputations: principles, techniques, and recent advances. *Instr Course Lect.* 2015 [acceso 12/12/2025];64:105-17. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877132725000533>
13. Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki de la AMM. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Ratificada en la 64ª Asamblea General, Fortaleza, Brasil, octubre 2013. Helsinki: 18ª Asamblea Mundial; 1964 [acceso 12/12/2025]. Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/comunicados/HELSINKI_2013.pdf
14. González-Solís LD, Rivera-Moscoso R, Burciaga-Jiménez E, Martínez-García MC. Arterial calcification of the medial layer in the foot and risk of major amputation in diabetic foot ulcers. *Rev Mex Angiol.* 2024;52(1):1-6. DOI: <http://doi.org/10.24875/rma.24000001>
15. Liu IH, Wu B, Krepiy V, Ferraresi R, Reyzelman AM, Hiramoto JS, *et al.* Pedal arterial calcification score is associated with the risk of major amputation in chronic limb-threatening ischemia. *J Vasc Surg.* 2022 [acceso 12/12/2025];75(1):270-8.e3. Disponible en: <http://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34481900/>
16. González-Solís LD, Rivera-Moscoso R, Burciaga-Jiménez E, Martínez-García MC. Severe medial arterial calcification increases amputation risk in diabetic foot patients. *Diabetes Vasc Dis Res.* 2024 [acceso 12/12/2025];21(2). Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2696-130X2024000100001
17. So JM, Park JH, Kim JG, Park IR, Ha EY, Chung SM, *et al.* Medial Arterial Calcification and the Risk of Amputation of Diabetic Foot Ulcer in Patients With Diabetic Kidney Disease. *J Korean Med Sci.* 2023;38(16):e160. DOI: <http://doi.org/10.3346/jkms.2023.38.e160>
18. So JM, Park JH, Kim JG, Park IR, Ha EY, Chung SM, *et al.* Medial arterial calcification as predictor of major amputation in diabetic foot ulcers with chronic kidney disease. *Diabetes Res Clin Pract.* 2023 [acceso 12/12/2025];197:110547. Disponible en: <http://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37270915/>
19. Huang Y, Karwowski W, Guo M, Li C, Yang X, Zhang L, *et al.* Pedal medial arterial calcification in diabetic foot ulcers: A significant risk factor of amputation and mortality. *Diabetes Obes Metab.* 2024;26(4):1234-43. DOI: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1753-0407.13527>

20. Al-Zoubi NA, Hawamdeh HM, Khader YS, Garaibeh K, Heis HA. Predictors of major lower limb amputation in type 2 diabetic patients referred for hospital care with diabetic foot syndrome. *Diabetes Metab Syndr Obes.* 2018 [acceso 12/12/2025];11:313-9. Disponible en: <http://www.dovepress.com/predictors-of-major-lower-limb-amputation-in-type-2-diabetic-patients-peer-reviewed-fulltext-article-DMSO>
21. Ravidas VS. Prospective observational study evaluating the predictive value of ankle brachial pressure index on the outcomes of diabetic foot ulcers. *Int Surg J.* 2020;7(7):2352-6. DOI: <http://doi.org/10.18203/2349-2902.isj20202527>
22. Brito-Zurita OR, Ortega-López S, López del Castillo-Sánchez D, Vázquez-Téllez AR, Ornelas-Aguirre JM. Ankle-brachial index associated with diabetic foot: case-control study. *Cir Cir.* 2013 [acceso 12/12/2025];81(2):131-7. Disponible en: <http://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23522314/>
23. Ismail A, Lawal Y, Gezawa ID, Ramalan MA, Uloko AE, Usman MI. Doppler Sonographic Characteristics and Clinical Outcomes of Patients With Diabetic Foot Syndrome: A Five-Year Retrospective Study. *Cureus.* 2024 [acceso 12/12/2025];16(2):e54545. Disponible en: <http://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10980325/>
24. Hernández-Osma E, García-Madrid C, Fernández-Palomeque C, Benítez-Parejo N. Evaluación de la concordancia entre los valores del índice tobillo-brazo y presiones segmentarias con amputación del pie diabético. *An Med Interna.* 2013 [acceso 12/12/2025];30(7):321-6. Disponible en: <http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/spmi/v26n4/pdf/a06v26n4.pdf>
25. Cervilla Suárez FJ, Muñoz Cobos F, García Ruiz A, Gálvez Alcaraz LF ¿Es útil el uso del índice tobillo-brazo en pacientes con diabetes en atención primaria? *Aten Primaria.* 2024 [acceso 12/12/2025];56(1):102019. Disponible en: <http://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10520299/>
26. Skolnik EM. Medial Arterial Calcification: An Underappreciated Factor in Diabetic Foot Ulcer Treatment and Management. *Podiatry Today.* 2025 [acceso 12/12/2025];38(1):22-7. Disponible en: <http://www.hmpgloballearningnetwork.com/site/podiatry/medial-arterial-calcification-underappreciated-factor-diabetic-foot-ulcer-treatment>
27. Huang Y, Karwowski W, Guo M. Pathophysiology and risk factors of medial arterial calcification in diabetes mellitus. *Front Endocrinol.* 2024 [acceso 12/12/2025];15:1320335. Disponible en: <http://www.frontiersin.org/journals/endocrinology/articles/10.3389/fendo.2024.1320335/full>

28. Ugwu E, Adeleye O, Gezawa I, Okpe I, Enamino M, Ezeani I. Predictors of lower extremity amputation in patients with diabetic foot ulcer: findings from MEDFUN, a multi-center observational study. J Foot Ankle Res. 2019 [acceso 12/12/2025];12:34. Disponible en: <http://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6570910/>
29. Raheem TA, Okafor CI, Salami BA. Assessing the efficacy of Doppler ultrasound in determining the level of amputation amongst diabetic foot patients: a 2-year retrospective study. Int J Res Orthop. 2025;11(3):471-76. DOI: <http://doi.org/10.18203/issn.2455-4510.IntJResOrthop20251121>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: Jorge Luis Carrera Martínez.

Curación de datos: Jorge Luis Carrera Martínez, Celso Suárez Lescay, Arístides Lázaro García Herrera, Omarys Loyola Cabrera, Martín del Río Sánchez.

Análisis formal: Jorge Luis Carrera Martínez, Celso Suárez Lescay, Omarys Loyola Cabrera, Martín del Río Sánchez.

Investigación: Jorge Luis Carrera Martínez, Celso Suárez Lescay, Arístides Lázaro García Herrera, Omarys Loyola Cabrera, Martín del Río Sánchez.

Metodología: Jorge Luis Carrera Martínez, Arístides Lázaro García Herrera.

Administración del proyecto: Jorge Luis Carrera Martínez.

Software: Celso Suárez Lescay, Arístides Lázaro García Herrera, Martín del Río Sánchez.

Supervisión: Jorge Luis Carrera Martínez.

Validación: Jorge Luis Carrera Martínez.

Visualización: Jorge Luis Carrera Martínez.

Redacción del borrador original: Jorge Luis Carrera Martínez, Celso Suárez Lescay, Arístides Lázaro García Herrera, Omarys Loyola Cabrera, Martín del Río Sánchez, Maikel Roque Morgado.

Redacción, revisión y edición: Jorge Luis Carrera Martínez, Celso Suárez Lescay, Arístides Lázaro García Herrera, Omarys Loyola Cabrera, Martín del Río Sánchez, Maikel Roque Morgado.