



La calcificación arterial como nivel de riesgo en un pie diabético

Arterial calcification as a level of risk in a diabetic foot

FORMACIÓN CONTINUADA

Dr. Jordi Casas Vicente

Graduado en Podología por la Universidad de Barcelona

Dra. Isabel Bacardí Lecomte

Profesora Asociada de la Universidad de Barcelona

Dr. Sergio Mazuelas Álvarez

Profesor Asociado de la Universidad de Barcelona

Dra. Carolina Sánchez Padrós

Profesora Colaboradora de la Universidad de Barcelona

Dra. Carme Moliné Regla

Profesora Colaboradora de la Universidad de Barcelona

Dr. David García Padrós

Graduado en Podología por la Universidad de Barcelona

Correspondencia:

Jordi Casas Vicente

jcasasvi7@alumnes.ub.edu

RESUMEN

Introducción: La diabetes es el aumento crónico de concentración de glucosa en sangre, una de sus consecuencias es la enfermedad arterial periférica (EAP) y la calcificación arterial (CA), no obstante, las arterias digitales no suelen calcificarse.

Objetivos: Concluir si la calcificación arterial debe ser un nivel de riesgo en la categorización del pie diabético, comprobar si el índice dedo brazo (IDB) sirve para descartar una arteriopatía enmascarada por la CA, conocer otras técnicas diagnósticas para la EAP y analizar cuáles son los factores de riesgo que pueden provocar una calcificación arterial.

Material y métodos: Se ha realizado una revisión bibliográfica donde se incluyeron dos libros y cuarenta y un artículos obtenidos de diferentes bases de datos durante los meses de febrero a abril de 2019.

Resultados/Discusión: Un alto porcentaje de los sujetos estudiados por varios autores, los que dieron un Índice Tobillo-Brazo (ITB) $>$ a 1,3, dieron positivo en EAP al realizarles la prueba del Índice Dedo-Brazo (IDB), lo que les llevó a determinar que la calcificación arterial puede enmascarar la presencia de arteriopatía periférica y al mismo tiempo afirmar que el IDB es una prueba no invasiva, precisa, fiable y barata.

Conclusiones: Los pacientes diabéticos, con calcificación arterial, son propensos a tener EAP debiendo considerar la CA como un nivel de riesgo en la categorización del pie diabético. El IDB es de las mejores y más fiables pruebas diagnósticas en presencia de calcificación para detectar EAP en pacientes diabéticos. Algunos de los factores de riesgo que pueden provocar calcificación arterial por orden de relevancia son diabetes, insuficiencia renal y creatinina entre otras.

Palabras clave: Pie diabético, calcificación arterial, IDB, índice tobillo brazo (ITB), nivel de riesgo, factores de riesgo.

ABSTRACT

Introduction: Diabetes is the chronic increase of blood glucose concentration, one of its consequences is the peripheral arterial disease (PAD) and arterial calcification (AC), however, digital arteries do not usually calcify.

Objectives: To conclude if arterial calcification should be a level of risk in the categorization of the diabetic foot, to check if the toe-brachial index (TBI) serve, to know other diagnostic techniques for PAD, and finally, to analyze which are the risk factors that can cause arterial calcification.

Material and methods: A bibliography review was carried out where two books and forty-one articles, obtained from different databases during the months of February to April 2019, were included.

Results / Discussion: A high percentage of the subjects studied by several authors, those who gave an Ankle-Brachial Index (ABI) > 1.3, tested positive in PAD when performing the Toe-Brachial Index (TBI) test, which leads them to determine that arterial calcification can hide the presence of peripheral arterial disease and at the same time, also that the IDB is a non-invasive, accurate, reliable and inexpensive test.

Conclusions: Diabetic patients, with arterial calcification, have more possibilities of developing PAD, so AC must be considered as a risk level in the categorization of the diabetic foot. The TBI is one of the best and most reliable diagnostic tests in the presence of calcification to detect PAD in diabetic patients. Some of the risk factors that can cause arterial calcification in order of relevance are diabetes, renal failure and creatinine among others.

Keywords: Diabetic foot, arterial calcification, TBI, Ankle brachial index (ABI) risk level, risk factors

INTRODUCCIÓN

La diabetes mellitus constituye un síndrome que abarca una serie de enfermedades de diferentes etiologías y base genética⁽¹⁾. Cuando no se trata, se reconoce por el aumento crónico de concentración de glucosa en sangre que va a ser el denominador común de los distintos tipos de la diabetes mellitus (DM). Este estado de hiperglucemia crónica está condicionado por factores genéticos y ambientales y afecta al metabolismo proteico y lipídico que produce el desarrollo de complicaciones vasculares y neurológicas⁽²⁾. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que en el año 2002 existían en el mundo, por cada 100.000 habitantes, unas 3.000 personas con DM y se producían 190 nuevos casos al año, prevé que para el año 2030 habrá 366 millones de diabéticos en todo el mundo. La mayoría de ellos serán DM2; esta afección alcanzará dimensiones de auténtica epidemia en los países desarrollados. Este importante incremento se atribuye al crecimiento y envejecimiento de la población, a la mayor frecuencia de obesidad y falta de ejercicio y a la urbanización⁽³⁾. En el transcurso de su evolución, la diabetes puede conducir a la aparición de complicaciones crónicas como retinopatía, nefropatía y neuropatía diabética, así como incrementar el

riesgo de enfermedad cardiovascular como la cardiopatía isquémica, enfermedad cerebrovascular y arteriopatía periférica entre otras. Puesto que la neuropatía y la arteriopatía de las extremidades inferiores intervienen con mucha frecuencia en la afectación de los pies, el pie diabético merece un apartado diferenciado dentro de esta enfermedad⁽⁴⁾.

El pie diabético es una complicación crónica de la diabetes de gran importancia desde un punto de vista tanto médico como social, ya que en nuestro medio supone la causa más frecuente de hospitalización de la población diabética y se reconoce como la causa no traumática más frecuente de amputación de miembros inferiores. La existencia de neuropatía periférica y de enfermedad arterial periférica, hacen que el pie de los pacientes diabéticos sea menos sensible y esté peor vascularizado⁽⁵⁾.

Existen diversas categorizaciones de Pie Diabético, no obstante, una de las clasificaciones más aceptadas actualmente es la establecida por el Consenso Internacional del Pie Diabético. Siguiendo las pautas de esta clasificación y según los resultados obtenidos en la exploración del pie diabético, se puede ubicar a los pacientes en una u otra categoría de riesgo⁽⁶⁾.

Tabla 1. Sistema de clasificación de riesgos Consenso Internacional Pie Diabético

Categoría	Perfil de riesgo
0	Sin neuropatía sensorial
1	Neuropatía sensorial
2	Neuropatía sensorial y signos de enfermedad vascular periférica Deformidades en el pie Ambos
3	Úlcera previa

(Tomado de: Grupo de Trabajo Internacional sobre Pie Diabético, 2001)

Una de las afectaciones que puede provocar la diabetes mellitus es la calcificación arterial, que clásicamente se consideraba un proceso pasivo y degenerativo, que frecuentemente ocurría con la edad avanzada, aterosclerosis, varias alteraciones metabólicas y en raras enfermedades genéticas. Sin embargo, desde hace algunos años, esta calcificación es considerada como un proceso activo y regulado de manera semejante a la mineralización y metabolismo del hueso, en el que se encuentran implicadas diversas proteínas óseas⁽⁷⁾.

De lo expuesto se deduce la necesidad de disponer de métodos no invasivos, como la determinación del índice tobillo brazo (ITB), es un método simple, preciso, reproducible y barato que permite el estudio para la criba de EAP en la consulta. Precisa de un esfigomanómetro convencional, una sonda de Doppler continuo manual y una pequeña cantidad de gel conductor. Para su cálculo debe determinarse la presión sistólica en las arterias braquial, tibial posterior o dorsal del pie bilateralmente⁽⁸⁾. Los resultados del ITB se interpretan del siguiente modo:

Índice Tobillo-Brazo (ITB)	
Entre 1 y 1,3	Valores normales
Entre 0,8 y 1	Ligera alteración arterial
Entre 0,5 y 0,8	Enfermedad arterial oclusiva significativa. Isquemia no crítica.
< 0,5	Enfermedad arterial oclusiva severa. Isquemia crítica.
> 1,3	Calcificación arterial

Tabla 2. Valores (ITB)⁽⁶⁾

Sin embargo, la aplicabilidad de esta técnica se ve limitada por la presencia de calcificaciones arteriales, frecuentes en la población diabética, que invalidan los resultados obtenidos, ya que condicionan una resistencia a la comprensibilidad de las arterias⁽⁵⁾. En los pacientes con un patrón no compresible (ITB > 1,3) se recomienda la determinación del índice dedo del pie-brazo (IDB), ya que las arterias de los dedos son menos susceptibles de calcificación arterial⁸. Para ello utilizamos un Doppler con una frecuencia de emisión de 8 MHz y un manguito de tamaño reducido para el primer dedo del pie⁽⁹⁾. Los resultados del IDB se interpretan del siguiente modo:

Índice Dedo-Brazo (IDB)	
> 0,65 - 0,70	Valores normales,
< 0,65	Indicativos de enfermedad arterial.
Entre 0,25 y 0,50	Obstrucción arterial grave.

Tabla 3. Valores (IDB)⁽⁶⁾

1. Concluir a través de estudios bibliográficos si la calcificación arterial en una exploración de pie diabético debe ser un nivel de riesgo en la categorización del pie diabético.
2. Comprobar si el índice dedo brazo (IDB) es una medida para poder descartar arteriopatía enmascarada por la calcificación arterial y conocer otras técnicas diagnósticas para la EAP.
3. Comprobar cuáles son los factores de riesgo que pueden provocar una calcificación arterial.

MATERIAL Y MÉTODOS

Al tratarse de un estudio bibliográfico la metodología utilizada ha sido el resultado de la búsqueda bibliográfica en diferentes bases de datos como PubMed, Scopus, Elsevier, google scholar, también se consultó diferentes libros del CRAI de la biblioteca del Campus de Bellvitge, desde febrero hasta abril de 2019. Adicionalmente, fue revisada manualmente la bibliografía de los artículos incluidos en el estudio para la identificación de nuevos documentos cuya información fuese de carácter relevante para el trabajo. Además, se utilizó el programa Mendeley para ayudar a la confección de bibliografía, distribución de los artículos encontrados y para las citaciones de estos. Los criterios de inclusión y de exclusión que se siguieron fueron los siguientes:

Criterios de inclusión	Todos aquellos artículos cuyos estudios se han realizado sobre humanos. Que las personas estudiadas fueran diabéticas. Y los artículos no fueran de más de 5 años desde su publicación.
Criterios de exclusión	Todos aquellos artículos cuyos estudios se han realizado sobre animales. Que las personas estudiadas no fueran diabéticas. Y los artículos fueran de más de 5 años desde su publicación.

Tabla 4. Criterios de inclusión y exclusión

La búsqueda se dividió en dos partes, la primera fue enfocada hacia la introducción, donde se realizó una búsqueda bibliográfica online, en pubmed, con las palabras claves "arterial calcification" y "diabetic foot" donde se obtuvieron 7 artículos, también se empleó la información obtenida de dos libros del CRAI de la UB. En la segunda parte se realizó una búsqueda bibliográfica on-line en "Pubmed" y "Scopus" para encontrar estudios sobre la

calcificación arterial como nivel de riesgo, mediante la siguiente combinación:

((("arteries" OR "arteries" OR "arterial") AND ("calcinosis" OR "calcinosis" OR "calcification" OR "calcification, physiologic" OR ("calcification" AND "physiologic") OR "physiologic calcification") AND ("diabetic foot" OR ("diabetic" AND "foot") OR "diabetic foot")) AND "humans"

Tabla 5. Ecuaciones de búsqueda empleadas en las búsquedas realizadas en Pubmed

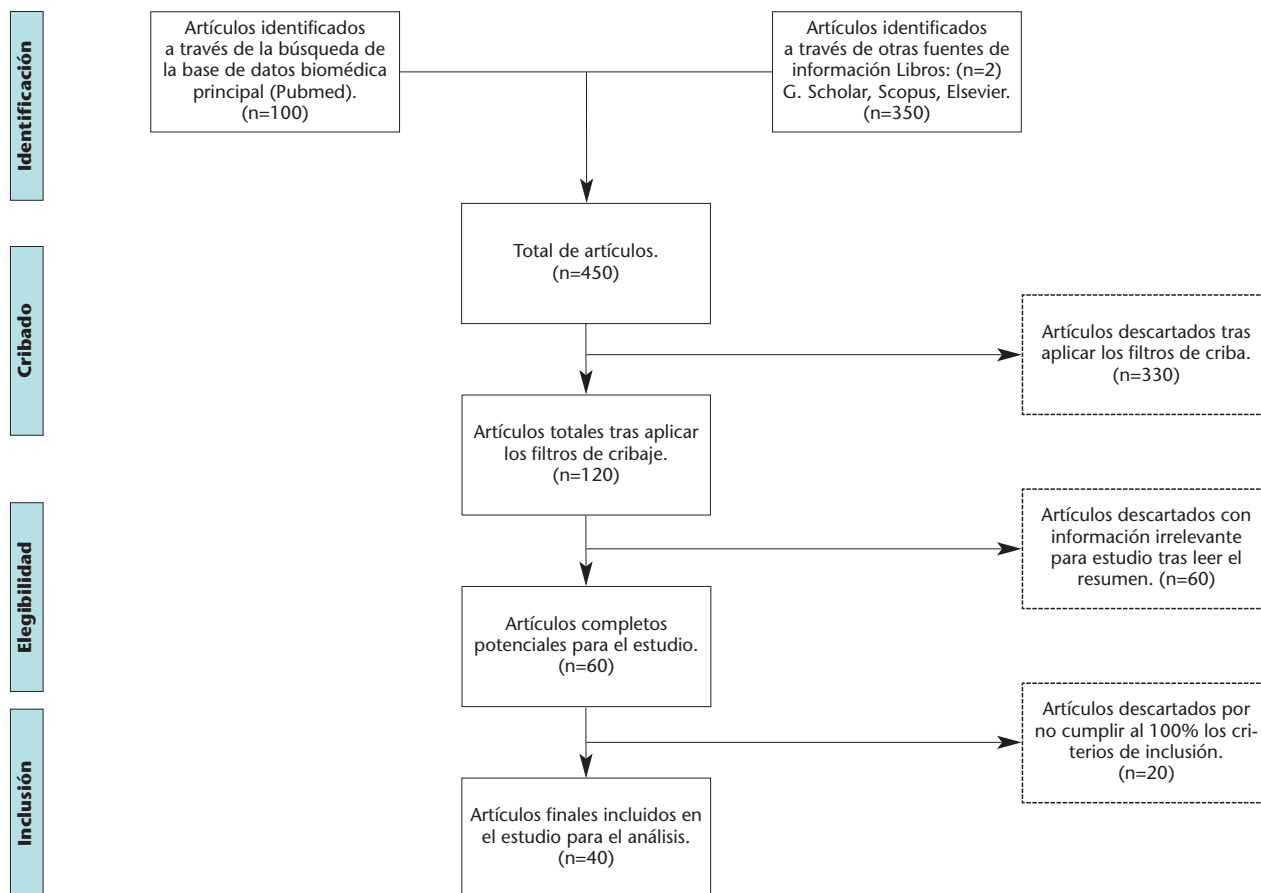
Al no obtener la información adecuada para el estudio, se decidió ampliar la búsqueda a google scholar y Elsevier, también se decidió eliminar el criterio de inclusión y exclusión respecto a la fecha de publicación, ya que los artículos encontrados eran de más de 10 años desde su publicación, excepto 5 que no superaban los 10 años.

No obstante, también se decidió hacer un cambio en la combinación de búsqueda en pubmed por la indicada en la tabla 2:

((("ankle brachial index" OR ("ankle" AND "brachial" AND "index") OR "ankle brachial index" OR ("toe" AND "brachial" AND "index") OR "toe brachial index") AND ("ankle brachial index" OR ("ankle" AND "brachial" AND "index") OR "ankle brachial index") AND ("arteries" OR "arteries" OR "arterial") AND ("calcinosis" OR "calcinosis" OR "calcification" OR "calcification, physiologic" OR ("calcification" AND "physiologic") OR "physiologic calcification") AND ("diabetic foot"[MeSH Terms] OR ("diabetic" AND "foot") OR "diabetic foot")) AND "humans."

Tabla 6. Ecuaciones de búsqueda empleadas en las búsquedas realizadas en Pubmed

Se hallaron artículos que se aproximaron más a la temática del trabajo, sin embargo, todavía no era suficiente y se optó por revisar manualmente la bibliografía de los artículos que se consideraron válidos, encontrando bibliografía adecuada que se buscó por google scholar. En todas las búsquedas, se excluyeron los artículos que tras leer el título y el resumen no contenían las palabras claves, o que la información no fuera de interés o porque el artículo no estaba relacionado con los objetivos de este trabajo. A continuación, se muestra la descripción del proceso de selección de estudios en un diagrama de flujo.



RESULTADOS

A continuación, se detallan los resultados destacables, agrupados en base a los parámetros evaluados para conseguir los objetivos propuestos:

En la tabla 7 se describen los resultados del primer objetivo obtenidos a través de artículos que dicen que la calcificación arterial es un nivel de riesgo a través de resultados cuantitativos con el P-valor y cualitativos con la descripción de las conclusiones de cada artículo.

Ref.	Autores	Año	Tipo Artículo	Muestra	Datos Relevantes	P-valor
11	Álvaro-Afonso et al.	2015	ECC Retrospectivo	N=60	La prevalencia de la EAP podría subestimarse en pacientes con RAC (radiographic arterial calcification).	p < 0.001
12	Suominen, V et al.	2010	ECC Retrospectivo	N=2159	Un paciente de alto riesgo con un ITB elevado debería ser tratado como un equivalente a un paciente con arteriopatía periférica.	p < 0.001
14	Lew E et al.	2015	Revisión retrospectiva	N=140	La EAP fue más prevalente en el grupo con un ITB bajo y en los grupos con un ITB alto.	p < 0.001
15	Aerden, D et al.	2011	Estudios cohortes	N=180	Los pacientes con calcificación se relacionaron peor con la EAP.	p < 0.001
16	Won Suk An, et al.	2009	Estudios cohortes	N=102	La probabilidad de EAP aumenta con la puntuación de CA y en presencia de diabetes	p < 0.001
17	D.E. Goss, et al.	1989	ECC	N=2092	La presencia o severidad de la enfermedad vascular periférica puede ser subestimada en pacientes con una presión elevada en el tobillo.	
18	Russell Stein, et al.	2006	ECC Retrospectivo	N= 396	Trece (24%) de los que tienen arterias no comprimibles tuvieron resultados anormales de PVR (Pulse volumen recording).	
19	Martín Borge, V. et al	2008	Estudio de cohortes	N=221	La falta de compresibilidad de las arterias debido a calcificaciones arroja resultados falsamente elevados, lo que lleva a subestimar la prevalencia de EAP.	p < 0.001
20	Hyun, S. et al	2014	Estudios cohortes	N=469	Los individuos con diabetes y altos niveles de ITB tenían un riesgo más alto de muerte por ECV que los que tenían niveles "normales" de ITB (0.90-1.30).	
21	Magdalena Bundó, et al	2013	Estudio transversal y observacional	N=175	El 11,7% de las extremidades estudiadas que presentaban un ITB normal tenían valores de IDB patológicos. Estas extremidades habrían alcanzado valores de normalidad del ITB debido a la calcificación de la capa media arterial y, por lo tanto, tendrían un ITB falsamente normal.	p < 0.012
22	Suominen, V et al.	2008	ECC Retrospectivo	N=1762	La prevalencia de un ITB elevado es del 8,4% y la prevalencia de EAP en pacientes con ITB elevado es del 62,2%.	
23	Victor Aboyans, MD, PhD, et al	2008	Estudio transversal	N=510	En pacientes con un ITB >1.30, tenían una prevalencia de EAP del 62.2% estos pacientes deben ser considerados como equivalentes de EAP.	
24	Arain, F. A. et al	2012	Estudio de cohortes	N=16,493	La supervivencia en pacientes con arterias de la pierna mal comprimidas (PCA) eran más bajas que los que tenían un ITB normal, e incluso menos que en los pacientes con EAP.	

ECC: Estudio de caso control
 EAP: Enfermedad arterial periférica
 ITB: Índice tobillo brazo
 IDB: Índice dedo brazo
 CA: calcificación arterial

Tabla 7. Resultados del primer objetivo

En la tabla 8 y 9 se describen los resultados del 2º objetivo. En la tabla 8 se puede ver los resultados de diferentes artículos respecto a el IDB y en la tabla 9 otras técnicas diagnósticas para descartar patología arterial.

Índice dedo Brazo (IDB)

Ref.	Autores	Título	Muestra	Conclusión IDB
30	Leskinen, Y. et al.	The Prevalence of Peripheral Arterial Disease and Medial Arterial Calcification in Patients With Chronic Renal Failure: Requirements for Diagnostics	N=136	Se recomienda el uso adicional de IDB para el diagnóstico de la arteriopatía periférica porque el MAC (medial arterial calcification) no interfiere de manera similar en la presión de los dedos de los pies.
9	Brooks, B. et al.	TBI or not TBI: that is the question. Is it better to measure toe pressure than ankle pressure in diabetic patients?	N=174	Los hallazgos indican que la evaluación del IDB es claramente el método de elección en presencia de calcificación o definido por un ABI > 1.3.
21	Magdalena Bundó, et al	Correlación entre los índices dedo-brazo y tobillo-brazo en pacientes con diabetes mellitus tipo 2	N=175	Se puede concluir que la técnica del IDB es rápida, sencilla y barata, y aporta gran información, especialmente en los pacientes en los que sospechemos calcificación de la capa media arterial y también en todos aquellos con pies de riesgo o que ya presenten úlceras.
31	Young M, et al	Medial arterial calcification in the feet of diabetic patients and matched non-diabetic control subjects	N=132	La demostración de niveles significativamente más bajos de calcificación en las regiones de los dedos de los pies proporciona una posible explicación y una justificación para el uso del dedo del pie, en lugar de en el tobillo en las mediciones de la presión arterial en personas diabéticas.
32	Cao, P. et al	Chapter II: Diagnostic Methods	-	Las mediciones del índice dedo-brazo son particularmente útiles en individuos con arterias crurales y podales incompresibles.
33	Watanabe, Y. et al	Toe-Brachial Index in the Second Toe: Substitutability to Toe-Brachial Index in the Great Toe and Ankle-Brachial Index	N=57	A menudo algunos pacientes muestran presiones sistólicas elevadas falsas en el tobillo a pesar de que tienen el mayor riesgo de EAP. Para tales pacientes, el índice dedo-brazo (IDB) ha sido recomendado como marcador más fiables que el ITB porque las arterias digitales se ven afectadas muy lentamente por la calcificación en comparación con las arterias del tobillo.

Tabla 8. Resultados Índice Dedo Brazo

Técnicas diagnósticas alternativas

Ref.	Autores	Técnica Diagnostica	Definición
34	Bhamidipaty, V. et al	Systoe	Técnica única de algoritmos patentada y diseñada por Atys Medical. Luz emitida por el diodo (LED) es dirigida hacia la piel donde se absorbe y dispersa por los tejidos. Un fotosensor adyacente detecta esta luz y sus variaciones y las relaciona a cambios de volumen del flujo sanguíneo en los tejidos. Se hincha el manguito, y durante el desinflado, el sensor detecta nuevamente el flujo sanguíneo. La presión del manguito en ese instante, se traduce como presión sistólica del dedo.
35	Khalil, M. A. et al	VOTI (imagenología tomográfica óptica vascular)	Utiliza luz roja e infrarroja. La luz se utiliza para iluminar el pie en varios puntos y para crear imágenes en sección transversal de la concentración de hemoglobina en el pie. VOTI penetra más profundo que el Doppler láser, proporcionando una mejor información sobre la perfusión a costa de menores resoluciones espaciales. Además, esta tecnología es independiente de la calcificación arterial lo que la hace ideal para diagnosticar pacientes diabéticos con EAP.
36	Høyer, C. et al	La flujometría laser doppler (LDF)	Está basada en la medida del flujo capilar mediante la emisión de luz láser llevada por una sonda de fibra óptica. La luz choca con las células sanguíneas, lo que causa alteración en la longitud de onda y el reflejo es posteriormente detectado por un sensor. Este método ha demostrado ser altamente sensible para la detección de bajas presiones.
37	Meijer, V. E. et al	Medición de la tensión de oxígeno transcutánea (TcPO2)	Es un estudio diagnóstico no invasivo que proporciona información sobre el suministro y la conducción de oxígeno a la circulación micro vascular subyacente mediante el registro de la presión parcial de oxígeno en la superficie de la piel. La cantidad de oxígeno detectada por el sensor es un balance del suministro de oxígeno y las demandas fisiológicas locales y además refleja el estado metabólico de la piel.

Tabla 9. Pruebas diagnosticas

En la tabla 10 se muestran los diferentes factores de riesgo de calcificación arterial, encontrados en diferentes artículos, y el número de veces citados ordenado de mayor a menor citación.

Ítems estudiados en la bibliografía como factores de riesgo para la calcificación arterial

FACTORES DE RIESGO	REFERENCIAS	ARTÍCULOS
Diabetes	10	16, 17,19, 23, 25,26,20,27,29,39
Insuficiencia Renal	6	16, 17, 25, 26,28,39
Edad avanzada	2	28,29
Aumento de Creatinina	2	31,39
Neuropatía Periférica	1	31
Pacientes diabéticos tratados con Insulina	1	17
Tratamientos crónicos con Corticoides	1	25
EAP	1	26
Suplemento Ca-P	1	28
Obesidad	1	29

Tabla 10 Factores de riesgo para la calcificación

DISCUSIÓN

En cuanto a los resultados de la tabla 7 donde se habla del primer objetivo, la calcificación arterial como nivel de riesgo, Suominen et al, muestra de una manera cuantitativa con el p-valor menor de 0.005 que los pacientes con un ITB elevado tenían más posibilidades de mortalidad que un ITB normal y un 5% más que un ITB bajo, por lo tanto, el resultado es significativo. En cuanto al resultado cualitativo Suominen et al, llega a la conclusión que un paciente con un ITB elevado debería ser tratado como un paciente con EAP⁽¹²⁾. En la tabla se muestran hasta 7 artículos con resultados cuantitativos,^(11,12,14,16,19,21) que dicen que la calcificación arterial es un nivel de riesgo, como en Álvaro-Alfonso et al, donde 25 pacientes tienen calcificación arterial y de esos 25, dieron un ITB normal 18, se les realiza un IDB y los resultados son 9 pacientes con EAP, 8 normal y 1 con calcificación⁽¹¹⁾. No todos los artículos encontrados tienen resultados cuantitativos, puesto que muchos artículos hablan del primer objetivo, que se está buscando como algo secundario, pero que de todas maneras sirve para justificar lo que se quiere concluir, Stein et al, por ejemplo, dice que es un hecho que la EAP puede pasar desapercibida y que hay que ampliar los métodos diagnósticos para detectar la EAP y así dar un diagnóstico más acertado. En los resultados de Stein et al, dicen que 13 (24%), de los que tienen arterias no comprimibles/calificadas, tuvieron resultados anormales de PVR, siendo esta una prueba diagnóstica diferente al ITB, por lo tanto, de este resultado se ha podido extraer que una arteria que no se puede comprimir, no se debe subestimar, ya que en la mayoría de artículos dicen que la falta de compresibilidad de las arterias debido a calcificaciones, arroja resultados falsamente elevados, lo que lleva a infravalorar la prevalencia de EAP.^(18,19) En un estudio de 510 pacientes sometidos a una evaluación vascular de la extremidad inferior, el 86% de los pacientes que tuvieron un ITB >1.40 tenían EAP asociada, resultados muy significativos sobre lo que se está concluyendo⁽²³⁾. Hace más de 30 años habían autores que ya hablaban de como la EAP quedaba enmascarada por la CA como Goss et al en 1989 que dice que la presencia o severidad de la enfermedad vascular periférica puede ser subestimada en pacientes con una presión elevada en el tobillo, debido a un aumento parcial de la rigidez de la pared arterial, dando a entender que la calcificación arterial es un nivel de riesgo a tener en cuenta, sin embargo, todavía no está aceptada como un nivel de riesgo en algunos sectores⁽¹⁷⁾.

Se observa después de leer los artículos sobre el tema, que la gran mayoría coinciden que el IDB es claramente el método de elección en presencia de calcificación arterial⁽¹⁰⁾, (tabla 8). Brooks et al, realiza un estudio con 174 pacientes diabéticos, y determina no solo que el IDB es necesario en caso de tener CA sino que dice, que tanto el IDB como el ITB tienen que ir de la mano, porque se complementan y además da un resultado más fiable^(10, 38). Watanabe et al, en su estudio concluye que algunos pa-

cientes muestran presiones sistólicas elevadas falsas en el tobillo a pesar de que tienen mayor riesgo de EAP, pero recomienda el IDB, porque las arterias del pie se ven afectadas muy lentamente por la calcificación en comparación con las arterias del tobillo, este será el factor determinante a la hora de escoger una técnica u otra⁽³⁾. No obstante, otros autores hablan de otras técnicas también muy válidas, Khalil et al con VOTI, dice que es una prueba diagnóstica muy fiable aun habiendo calcificación arterial, lo que la hace ideal para diagnosticar pacientes diabéticos con EAP⁽³⁵⁾. Todas las pruebas nombradas en la tabla 9, están encaradas a la detección de bajas presiones, lo que significa que son ideales para la detección de EAP⁽³⁷⁾.

En la tabla 10 se muestran diferentes factores de riesgo que pueden inducir a la calcificación arterial y, por lo tanto, susceptible de tener un paciente con nivel de riesgo elevado⁽²³⁾. Se puede observar que la diabetes es el factor de riesgo más citado, por lo tanto, la gran mayoría de pacientes diabéticos son más propensos a tener calcificación arterial⁽²⁷⁾. En segundo lugar, está la insuficiencia renal, como dato relevante con 6 citaciones de factor de riesgo para la aparición de calcificación. Goss et al⁽¹⁷⁾ realiza un estudio experimental entre pacientes diabéticos que se medican con insulina y pacientes no diabéticos, llegando a la conclusión de que la insulina puede ser un factor de riesgo y producir un ITB >1.3⁽¹⁷⁾. No obstante, Mary et al, concluye que la metformina es un protector vascular, y en los pacientes tratados con dicha medicación, tuvieron una puntuación de calcificación arterial significativamente más baja, que los pacientes que no tomaban metformina⁽⁴⁰⁾.

Aplicaciones clínicas

La principal aplicación clínica de este trabajo es la de dar a conocer, que la calcificación arterial debe ser un nivel de riesgo, dada su relación con la EAP. También se tiene que tener en cuenta los diferentes factores de riesgo descritos (tabla 10), que provocan la calcificación arterial y ser conscientes a la hora de realizar la anamnesis del paciente. Según los resultados obtenidos en la tabla 8, el IDB tendría que incorporarse en las consultas junto con el ITB.

CONCLUSIONES

1. Según los resultados obtenidos podemos afirmar, que los pacientes diabéticos con calcificación arterial, son propensos a tener EAP, por lo tanto, se debe considerar como un nivel de riesgo en la categorización del pie diabético.

2. Después del estudio realizado, podemos concluir que el IDB es una de las mejores y más fiables pruebas diagnósticas que por el momento existen, cuando hay presencia de calcificación arterial, para detectar EAP en pacientes diabéticos. Además, existen diferentes técnicas para diagnosticar EAP, alguna de las cuales son útiles en presencia de calcificación, como Systoe, VOTI, flujometría laser doppler (LDF) y Medición de la tensión de oxígeno transcutánea (TcPO2). Aun así, la más utilizada es la prueba del IDB.
3. Los factores de riesgo que pueden provocar calcificación arterial por orden de relevancia son, la diabetes, la insuficiencia renal, la edad avanzada, el aumento de creatinina, la neuropatía periférica, los pacientes diabéticos tratados con insulina, los tratamientos crónicos con corticoides, la EAP, suplemento de Ca-P, la obesidad, la hipertrofia ventricular izquierda y la hipercolesterolemia

BIBLIOGRAFÍA

1. Camp Faulí A. Cuidados en el pie diabético. Smith&Nephew, S.A.; 2002
2. Aragón Sánchez FJ, Ortiz Remacha PP. El pie diabético. Barcelona (España): MASSON; 2002.
3. Escolar-Pujolar A, Mayoral-Sánchez E, Ruiz-Ramos M, Fernández-Fernández I, Corral-San Laureano F. La diabetes mellitus en España: mortalidad, prevalencia, incidencia, costes económicos y desigualdades. Gac Sanit [Internet]. 2006;20(Supl 1):15–24. Available from: <http://dx.doi.org/10.1157/13086022>
4. Viadé, J.; Pie Diabético “Guía práctica para la prevención, evaluación y tratamiento”; Ed Médica Panamericana; Madrid: 2006
5. Martín Borge V, Herranz De La Morena L, Castro Dufourny I, Pallardo Sánchez LF. Arteriopatía periférica en el paciente diabético: Utilidad del índice dedo-brazo. Med Clin (Barc) [Internet]. 2008;130(16):611–2. Available from: <http://dx.doi.org/10.1157/13120340>
6. Bonilla Toyos E, De Planell Mas E, Hidalgo Ruiz S, Lázaro Martínez JL, Martínez Camuña L, Mosquera Fernandez A, et al. GUÍA DE PROTOCOLOS DE PIE DIABÉTICO del Consejo General de Colegios Oficiales de Podólogos. 2011. 41 p.
7. Valdivielso JM. Vascular calcification: types and mechanisms. Nefrologia. 2011;31(2):142–7.
8. Guindo J, Martínez-Ruiz MD, Gusi G, Punti J, Bermúdez P, Martínez-Rubio A. Métodos diagnósticos de la enfermedad arterial periférica. Importancia del índice tobillo-brazo como técnica de criba. Rev Esp Cardiol Supl [Internet]. 2009;9(4):11D–17D. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S1131-3587\(09\)73285-6](http://dx.doi.org/10.1016/S1131-3587(09)73285-6)
9. Gómez Peralta F, Abreu Padín C. Glucemia posprandial y variabilidad glucémica: nuevos objetivos para conseguir el control glucémico óptimo en los pacientes con diabetes tipo 2. Av en Diabetol [Internet]. 2009;25:419–421. Available from: http://www.sediabetes.org/gestor/upload/revistaAvances/4002773_AVANCES_25_5.pdf#page=53
10. Brooks B, Dean R, Patel S, Wu B, Molyneaux L, Yue DK. TBI or not TBI: That is the question. Is it better to measure toe pressure than ankle pressure in diabetic patients? Diabet Med. 2001;18(7):528–32.
11. Álvaro-Afonso FJ, Lázaro-Martínez JL, Aragón-Sánchez J, García-Morales E, García-Álvarez Y, Molines-Barroso RJ. What Is the Clinical Utility of the Ankle-Brachial Index in Patients With Diabetic Foot Ulcers and Radiographic Arterial Calcification? Int J Low Extrem Wounds. 2015;14(4):372–6.
12. Suominen V, Uurto I, Saarinen J, Venermo M, Salenius J. PAD as a Risk Factor for Mortality Among Patients with Elevated ABI - A Clinical Study. Eur J Vasc Endovasc Surg [Internet]. 2010;39(3):316–22. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejvs.2009.12.003>
13. Zettervall SL, Marshall AP, Fleser P, Guzman RJ. patients with peripheral artery disease. 2019;67(2):507–13.
14. Lew E, Nicolosi N, Botek G. Lower Extremity Amputation Risk Factors Associated With Elevated Ankle Brachial Indices and Radiographic Arterial Calcification. J Foot Ankle Surg [Internet]. 2015;54(3):473–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1053/j.jfas.2014.12.022>
15. Aerden D, Massaad D, Von Kemp K, Van Tussenbroek F, Debing E, Keymeulen B, et al. The ankle-brachial index and the diabetic foot: A troublesome marriage. Ann Vasc Surg [Internet]. 2011;25(6):770–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.avsg.2010.12.025>
16. An WS, Son YK, Kim SE, Kim KH, Yoon SK, Bae HR, et al. Vascular calcification score on plain radiographs of the feet as a predictor of peripheral arterial disease in patients with chronic kidney disease. Int Urol Nephrol. 2010;42(3):773–80.
17. Goss DE, de Trafford J, Roberts VC, Flynn MD, Edmonds ME, Watkins PJ. Raised Ankle/Brachial Pressure Index in Insulin-treated Diabetic Patients. Diabet Med. 1989;6(7):576–8.
18. Stein R, I. H, J.L. H, S.M. G, V. T, J.W. O. Limitation of the resting ankle-brachial index in symptomatic patients with peripheral arterial disease. Vasc Med [Internet]. 2006;11(1):29–33. Available from: <https://doi.org/10.1191/1358863x06vm663oa>
19. Martín Borge V, Herranz De La Morena L, Castro Dufourny I, Pallardo Sánchez LF. Arteriopatía periférica en el paciente diabético: Utilidad del índice dedo-brazo. Med Clin (Barc) [Internet]. 2008;130(16):611–2. Available from: <http://dx.doi.org/10.1157/13120340>
20. Wukich DK, Shen W, Raspovic KM, Suder NC, Baril DT, Avgerinos E. Noninvasive Arterial Testing in Patients with Diabetes. Foot Ankle Int. 2015;36(12):1391–9.

21. Bundó M, Urrea M, Muñoz L, Llussà J, Forés R, Torán P. Correlación entre los índices dedo-brazo y tobillo-brazo en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. *Med Clin (Barc)*. 2013;140(9):390–4.
22. Suominen V, Rantanen T, Venermo M, Saarinen J, Salenius J. Prevalence and Risk Factors of PAD among Patients with Elevated ABI. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2008;35(6):709–14.
23. Aboyans V, Ho E, Denenberg JO, Ho LA, Natarajan L, Criqui MH. The association between elevated ankle systolic pressures and peripheral occlusive arterial disease in diabetic and nondiabetic subjects. *J Vasc Surg*. 2008;48(5):1197–203.
24. Arain FA, Ye Z, Bailey KR, Chen Q, Liu G, Leibson CL, et al. Survival in Patients With Poorly Compressible Leg Arteries. 2012;59(4).
25. Guindo J, Martínez-Ruiz MD, Gusi G, Punti J, Bermúdez P, Martínez-Rubio A. Métodos diagnósticos de la enfermedad arterial periférica. Importancia del índice tobillo-brazo como técnica de criba. *Rev Esp Cardiol Supl [Internet]*. 2009;9(4):11D–17D. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S1131-3587\(09\)73285-6](http://dx.doi.org/10.1016/S1131-3587(09)73285-6)
26. Aragón-Sánchez J, Lázaro-Martínez JL. Factors associated with calcification in the pedal arteries in patients with diabetes and neuropathy admitted for foot disease and its clinical significance. *Int J Low Extrem Wounds*. 2013;12(4):252–5.
27. Lachman AS, Spray TL, Kerwin DM, Shugoll GI, Roberts WC. Medial calcinosis of Mönckeberg. A review of the problem and a description of a patient with involvement of peripheral, visceral and coronary arteries. *Am J Med*. 1977;63(4):615–22.
28. Salgueira M, Jarava C, Alba RM, Armas JR, Areste N, Palma A, et al. Calcificaciones valvulares cardíacas en pacientes en hemodialis: Analisis de factores predisponentes. *Nefrología*. 1998;18(3):221–6.
29. Alzamora MT, Forés R, Torán P, Pera G, Baena-Díez JM, López B, et al. Prevalencia de calcificación arterial y factores de riesgo cardiovascular asociados. Estudio multicéntrico poblacional ARTPER. *Gac Sanit*. 2012;26(1):74–7.
30. Leskinen Y, Salenius JP, Lehtimäki T, Huhtala H, Saha H. The prevalence of peripheral arterial disease and medial arterial calcification in patients with chronic renal failure: Requirements for diagnostics. *Am J Kidney Dis*. 2002;40(3):472–9.
31. Young M, Adams JE, Anderson GF, et al. Medial arterial calcification in the feet of diabetic patients and matched nondiabetic control subjects. *Diabetologia* 1993; 36: 615–621.
32. Cao P, Eckstein HH, De Rango P, Setacci C, Ricco JB, De Donato G, et al. Chapter II: Diagnostic methods. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2011;42(SUPPL. 2).
33. Watanabe Y, Masaki H, Kojima K, Tanemoto K. Toe-Brachial Index in the Second Toe: Substitutability to Toe-Brachial Index in the Great Toe and Ankle-Brachial Index. *Ann Vasc Dis*. 2016;9(4):300–6.
34. Bhamidipaty V, Dean A, Yap SL, Firth J, Barron M, Allard B, et al. Second toe systolic pressure measurements are valid substitutes for first toe systolic pressure measurements in diabetic patients: A prospective study. *Eur J Vasc Endovasc Surg [Internet]*. 2015;49(1):77–82. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejvs.2014.09.011>
35. Khalil MA, Kim HK, Hoi JW, Kim I, Dayal R, Shrikhande G, et al. Detection of peripheral arterial disease within the foot using vascular optical tomographic imaging: A clinical pilot study. *Eur J Vasc Endovasc Surg [Internet]*. 2015;49(1):83–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejvs.2014.10.010>
36. Høyer C, Paludan JPD, Pavar S, Biurrun Manresa JA, Petersen LJ. Reliability of laser Doppler flowmetry curve reading for measurement of toe and ankle pressures: Intra- and inter-observer variation. *Eur J Vasc Endovasc Surg [Internet]*. 2014;47(3):311–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejvs.2013.11.016>
37. de Meijer VE, van't Sant HP, Spronk S, Kusters FJ, den Hoed PT. Reference value of transcutaneous oxygen measurement in diabetic patients compared with nondiabetic patients. *J Vasc Surg*. 2008;48(2):382–8.
38. Wukich DK, Shen W, Raspovic KM, Suder NC, Baril DT, Avgerinos E. Noninvasive Arterial Testing in Patients with Diabetes. *Foot Ankle Int*. 2015;36(12):1391–9.
39. Mohler ER. Mechanisms of aortic valve calcification. *Am J Cardiol*. 2004;94(11):1396–402.
40. Mary A, Hartemann A, Liabeuf S, Aubert CE, Kemel S, Salem JE, et al. Association between metformin use and below-the-knee arterial calcification score in type 2 diabetic patients. *Cardiovasc Diabetol*. 2017; 16(1):1–9.