



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Medicina

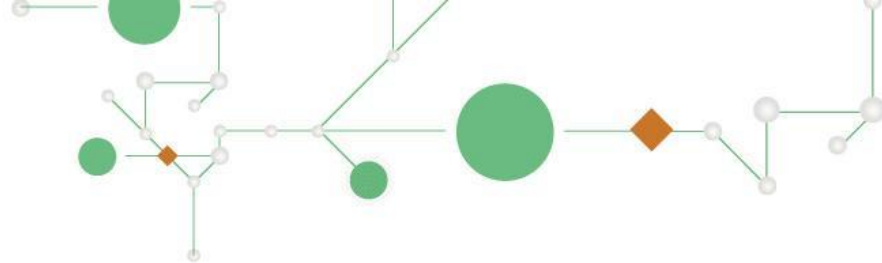
**Nuevas herramientas diagnósticas en el paciente  
con enfermedad arterial periférica**

**New diagnostic tools in patients with peripheral  
arterial disease**

**Perlas  
Clínicas**

en Medicina





## Nuevas herramientas diagnósticas en el paciente con enfermedad arterial periférica

### New diagnostic tools in patients with peripheral arterial disease

**Caterin Arévalo Zamora**

Residente de Cirugía Vascular, Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia.

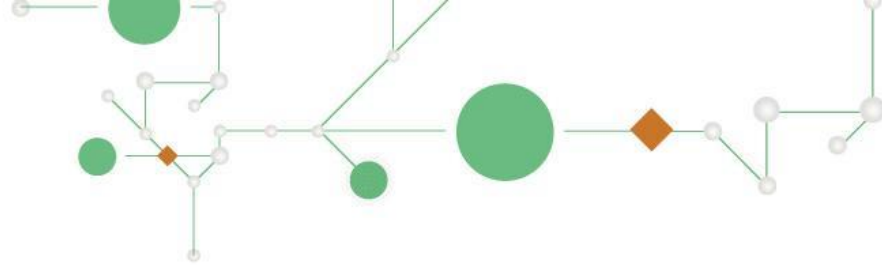
**Juan Camilo Cifuentes**

Residente de Medicina Vascular, Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia.

**DOI:** <https://doi.org/10.59473/medudea.pc.2023.48>

### ¿Qué es importante repasar antes de leer este capítulo?

La enfermedad arterial periférica (EAP) de extremidades inferiores se define como la obstrucción del flujo sanguíneo en la extremidad secundaria a aterosclerosis. La EAP tiene una alta incidencia y prevalencia, esta última puede llegar hasta el 20 %, especialmente en personas mayores de 70 años. Tiene un espectro clínico de presentación variable, desde síntomas típicos como la claudicación durante la marcha hasta la isquemia crónica amenazante de la extremidad con dolor en reposo y/o pérdida de tejido. El diagnóstico de la EAP en miembros inferiores se infiere con un adecuado interrogatorio e historia clínica; esto nos orienta a la realización de pruebas confirmatorias mediante estudios hemodinámicos invasivos como la arteriografía y no invasivos como el uso de Doppler pulsado, ultrasonografía Doppler y el cálculo del índice tobillo brazo (ITB). Aunque el ITB es una herramienta de gran valor en la evaluación de los pacientes con EAP, presenta limitación en su precisión diagnóstica en algunos subgrupos de pacientes con enfermedad renal crónica y/o diabetes; lo que sobrestima su valor y muestra valores normales hasta en el 57 % de los pacientes diabéticos de alto riesgo con hallazgos de EAP. Recientemente se ha descrito el tiempo de aceleración pedal (TAP) como un método no invasivo y confiable que permite la evaluación de la circulación pedal en el contexto de la isquemia crítica y/o en vasos no compresibles.



Esto genera un gran avance en la evaluación de los pacientes diabéticos y/o con isquemia crónica amenazante de la extremidad en los cuales el ITB no aporta valores confiables en algunos casos.

### Los objetivos de este capítulo serán:

- Determinar la utilidad del tiempo de aceleración pedal en comparación con el ITB para el diagnóstico de la enfermedad arterial periférica infrapoplítea.
- Correlacionar el resultado de tiempo de aceleración pedal con el índice tobillo brazo.
- Correlacionar los resultados del índice tobillo brazo y el tiempo de aceleración pedal.
- Evaluar el TAP como una ayuda diagnóstica en EAP y tener en cuenta su utilidad frente a las ayudas ya disponibles como el ITB.

**Palabras clave:** Enfermedades Cardiovasculares, Aterosclerosis, Perfusión, Arterias.

**Keywords:** Cardiovascular Diseases, Atherosclerosis, Perfusion, Arteries.

**Cómo citar este artículo:** Arevalo C, Cifuentes JC. Nuevas herramientas diagnósticas en el paciente con enfermedad arterial periférica. [Internet]. Medellín: Perlas Clínicas, Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia; 2022 [acceso día de mes de año]. DOI: <https://doi.org/10.59473/medudea.pc.2023.48>







## 1. VIÑETA CLÍNICA

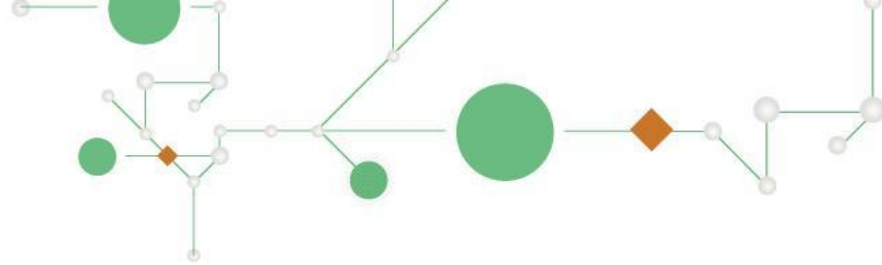
Paciente de 78 años, de género masculino con antecedente de enfermedad arterial oclusiva crónica, actualmente con cuadro clínico de 3 semanas de evolución consistente en dolor en miembro inferior derecho con aparición de úlcera en hallux con secreción, edema y eritema, asociado a claudicación intermitente. Niega otros síntomas. Con antecedentes personales de diabetes mellitus tipo II, insuficiencia renal crónica, obesidad, fumador activo de 1 paquete por día hasta hace 1 mes. Al examen físico presenta un índice de masa corporal de 32 kg/m<sup>2</sup>, presenta en la extremidad derecha pulso femoral ++, poplíteo ++, infrapoplíteos ausentes, sin alteración en la movilidad ni sensibilidad y presencia de úlcera con tejido necrótico de aproximadamente 3 cm con signos de inflamación asociados. Trae reporte de pletismografía con alteración en la perfusión femoropoplíteo e infrapoplíteo en miembro inferior derecho con índice tobillo brazo de 0,65.

### Desarrollo

La aterosclerosis es el resultado de la acumulación de lípidos y material fibroso entre las capas de la pared arterial, lo cual puede llevar a eventos coronarios, cerebrovasculares y enfermedad arterial periférica (EAP). Cuando la enfermedad aterosclerótica compromete las arterias de las extremidades resulta la enfermedad arterial periférica, lo que representa un incremento de 2 a 6 veces el riesgo de eventos cardiovasculares y cerebrovasculares, además de asociarse con una mortalidad anual de entre el 4 y el 6 %.

Aunque la prevalencia de la EAP puede variar de acuerdo a las poblaciones estudiadas y a la variabilidad de su presentación clínica, se estima que compromete aproximadamente al 10 % de los adultos mayores de 55 años y se estima que el 1,3 % evolucionan a isquemia crónica que amenaza la extremidad, con elevadas tasas de amputación y mortalidad.





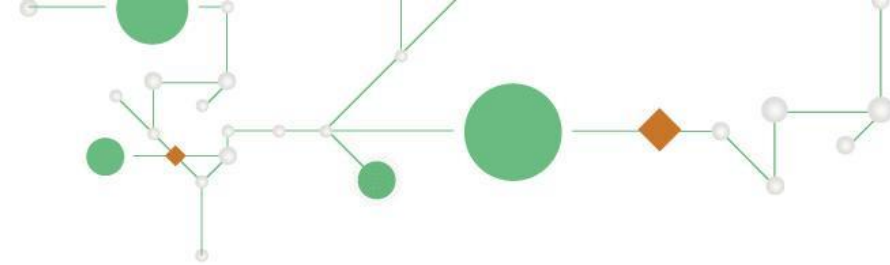
Esta prevalencia se incrementa con la edad, y se acerca al 20 % en personas mayores de 70 años con una incidencia anual de aproximadamente el 2,4 %.

Múltiples factores de riesgo han sido establecidos en el desarrollo y progresión de la EAP, y es el tabaquismo, la diabetes mellitus, la hipertensión arterial y la hipercolesterolemia, los predictores independientes más fuertemente asociados con el desenlace de EAP sintomática. Se ha demostrado una asociación incremental de los factores mencionados en relación con el tiempo de evolución, al igual que la intensidad y tiempo de exposición al tabaquismo con el desarrollo de EAP. La combinación de estos factores de riesgo genera un incremento significativo en el riesgo clínico. La presencia de 2 factores de riesgo en conjunto puede incrementar el riesgo de EAP entre 2 y 3 veces, y es el tabaquismo el factor con mayor poder estadístico. Sin embargo, la presencia de los 4 factores de riesgo incrementa el HR (*Hazard ratio*) para desarrollar EAP en 4,37 veces.

También, determinados procesos inflamatorios sistémicos se han asociado con una mayor presentación y progresión de la EAP; como el caso de la artritis reumatoidea, lupus eritematoso sistémico y los procesos infecciosos crónicos.

Las manifestaciones de la EAP pueden ser muy variadas, y pueden ir desde los pacientes asintomáticos hasta aquellos con claudicación intermitente, úlceras isquémicas o gangrena. Los síntomas de claudicación intermitente pueden depender del grado y progresión de la estenosis, aunque usualmente se presenta una gran variabilidad clínica; aún con similares grados de extensión los síntomas pueden variar entre pacientes. Las manifestaciones clínicas de la EAP se pueden organizar en las clasificaciones validadas de Fontaine y Rutherford (**Tabla 1 y 2**).





**Tabla 1.** Clasificación de Fontaine

Fase	Síntomas
I	Asintomático
IIa	Claudicación intermitente no incapacitante
IIb	Claudicación intermitente incapacitante
III	Dolor isquémico en reposo
IV	Ulceración o gangrena

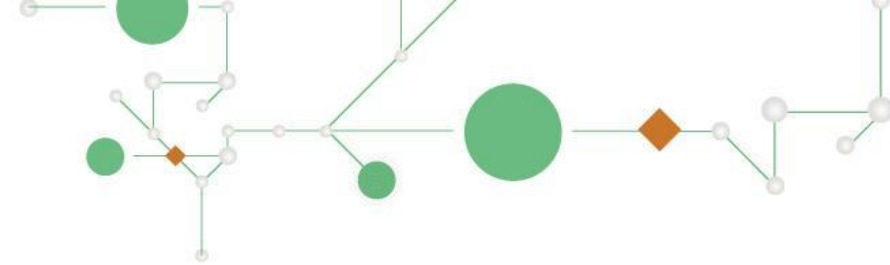
**Tabla 2.** Clasificación de Rutherford

Grado	Categoría	Síntomas
0	0	Asintomático
I	1	Claudicación leve
I	2	Claudicación moderada
I	3	Claudicación grave
II	4	Dolor isquémico en reposo
III	5	Pérdida tisular menor
III	6	Pérdida tisular mayor

**Nota:** Adaptado de Rev Esp Cardiol. 2018;71(2):111.e1-e69.

A pesar de las manifestaciones clínicas de la EAP mencionadas, es importante recordar que entre el 20 y el 50 % de los pacientes pueden estar asintomáticos, y otro gran porcentaje pueden presentar síntomas atípicos que pueden ser más comunes en pacientes con comorbilidades avanzadas, inactividad física y alteraciones en la percepción del dolor, así como en los que presentan neuropatía periférica.





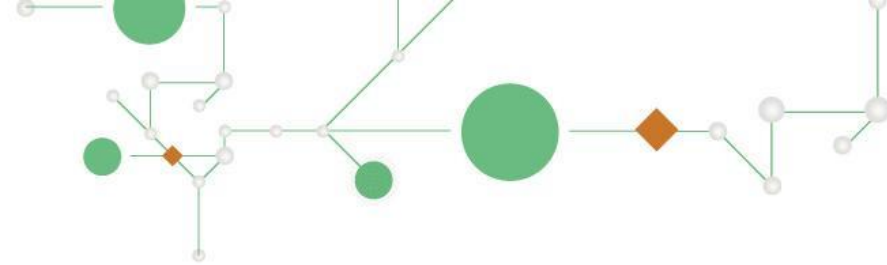
Un porcentaje mucho menor de pacientes se presenta con isquemia crítica que amenaza la extremidad (1- 2 %), y representan el estadio final de la historia natural de esta enfermedad.

Cuando el flujo sanguíneo es insuficiente para suplir las demandas metabólicas del tejido periférico se generan varios grados de pérdida tisular, lo que se evidencia por úlceras arteriales o gangrena, y generalmente ocurre como resultado de estenosis severas u oclusiones que afecten más de un nivel del árbol arterial.

Para muchos pacientes la historia clínica, manifestaciones y antecedentes descritos asociados a los hallazgos físicos pueden ser suficientes para establecer un diagnóstico de EAP. Sin embargo, es importante recordar la baja sensibilidad y especificidad de estos hallazgos clínicos, además del gran porcentaje de pacientes asintomáticos y con síntomas atípicos que pueden presentar el diagnóstico. Por lo tanto, es indispensable evaluar métodos diagnósticos como el índice tobillo brazo (ITB), que brinde un valor objetivo de la enfermedad. De acuerdo con el *Transatlantic inter-society consensus document on management of peripheral arterial disease* (TASC), se opta por recomendar un tamizaje de EAP con índice tobillo brazo en todos los pacientes con síntomas de las extremidades inferiores asociado a la actividad física, pacientes entre 50 y 69 años con factores de riesgo cardiovasculares y todos los pacientes mayores de 70 años.

El ITB es un examen rápido, costo efectivo, de fácil reproducibilidad y que se puede realizar en el consultorio. El mayor valor de presión arterial sistólica en el tobillo medido en la arteria tibial anterior y tibial posterior es comparada con el mayor valor de presión sistólica del brazo, y el ratio de estas dos presiones es lo que define el ITB. Para su obtención el paciente debe descansar durante 15 a 30 minutos previo a su medida.





Para calcular el ITB se debe ajustar un manguito de presión adecuado por encima del tobillo que se debe insuflar gradualmente a medida que se escucha la señal de la arteria pedia y la arteria tibial posterior con un Doppler de onda continua, el manguito se insufla hasta que el sonido desaparezca y posteriormente se va liberando la presión lentamente hasta que la señal arterial reaparezca, y se registra este valor como presión sistólica. Este procedimiento se repite de forma contralateral.

Los resultados del ITB de acuerdo con las guías de la *American Heart Association* (AHA) deben reportarse como:

- Normal: con valores entre 1,00 a 1,40.
- Límite (*Borderline*): con valores entre 0,91 y 0,99.
- Anormal: con valores menores de 0,90.
- No compresible: con valores mayores a 1,40.

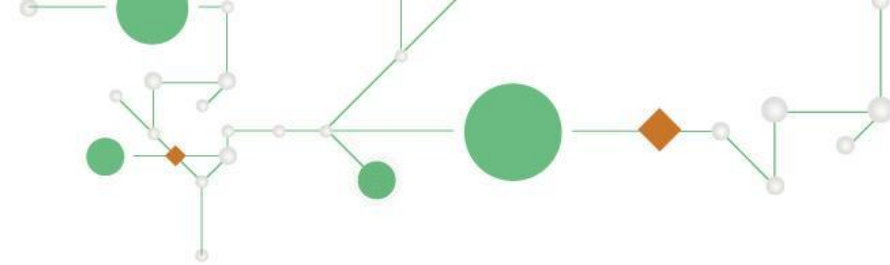
La sensibilidad del ITB  $<0,90$  para realizar el diagnóstico de EAP de los miembros inferiores es del 75 % y su especificidad del 86 %; estos valores disminuyen en pacientes con diabetes mellitus y enfermedad renal crónica, debido a la calcificación y rigidez secundaria de las arterias.

En aquellos pacientes con resultados de ITB  $>0,90$  y con la persistencia de sospecha clínica que no se descarta completamente la EAP, se deben evaluar técnicas adicionales como la determinación del ITB posterior al ejercicio o ultrasonografía dúplex. En caso de ITB no valorables ( $>1,40$ ) por calcificación de las paredes arteriales, se puede utilizar la medida de presión en el dedo del pie, índice dedo-brazo o análisis de la onda del flujo del tobillo.

Una de las limitantes del ITB es que no se correlaciona adecuadamente con la clasificación de Rutherford y los hallazgos angiográficos en todos los casos, además de no predecir adecuadamente la cicatrización de úlceras.







Este método evalúa la perfusión hasta el tobillo sin aportar información adicional sobre la evaluación del pie; información relevante para valorar la severidad de la enfermedad y la respuesta al tratamiento.

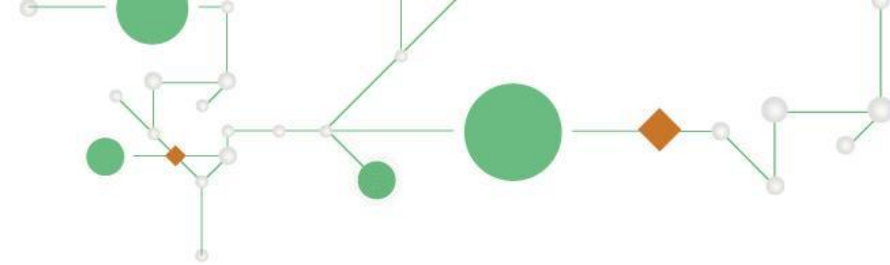
La medición del ITB después del ejercicio en banda caminadora es útil para los pacientes con valores de ITB limítrofe y alta sospecha de EAP en miembros inferiores. Además, permite diferenciar la claudicación verdadera de la de causa neurogénica y evaluar la eficacia del tratamiento.

Se realiza en una banda deslizante con una pendiente del 12 % y una velocidad de 3,2 km/h, para evaluar la distancia máxima alcanzada, la distancia de aparición de la claudicación y el comportamiento del ITB después del ejercicio, ya que una caída de la presión  $>20$  % confirma el origen arterial de la claudicación.

Una de las principales limitaciones para la interpretación del ITB es la incompresibilidad de los vasos distales, principalmente en pacientes diabéticos y con enfermedad renal crónica. En algunas series se ha establecido que hasta el 16 % de los pacientes estudiados presentaba vasos no compresibles, con anomalías en las ondas del espectro Doppler sugestivas de enfermedad arterial oclusiva hasta en el 71 % de este grupo de pacientes. Dado que la presencia de isquemia crónica que amenaza la extremidad es más prevalente en estos pacientes con vasos no compresibles, esta condición se asocia con una menor probabilidad de supervivencia comparado con aquellos que presentan ITB normal o anormal.

El índice dedo brazo es un indicador de perfusión de la extremidad más confiable en pacientes con diabetes mellitus, dado que la calcificación medial de la pared por lo general no afecta los pequeños vasos de los pies. Un valor de índice dedo brazo normal se registra entre 0,7 y 0,8; con valores de presión sistólica mayores a 30 mmHg que pueden ser favorables para la recuperación de úlceras. Sin embargo, aunque el índice dedo brazo representa un procedimiento útil para evaluar la perfusión a nivel del pie, este no permite definir el compromiso anatómico de la enfermedad oclusiva.





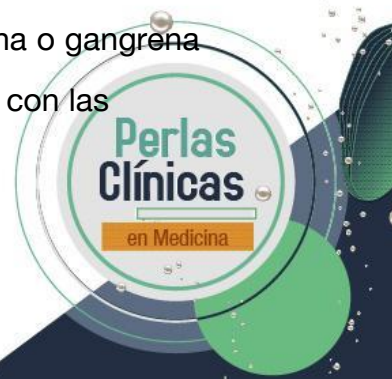
La ultrasonografía dúplex aporta gran información anatómica y hemodinámica del árbol arterial en las extremidades inferiores, con sensibilidad entre el 85 y 90 % y especificidad del 95 % para detectar estenosis hemodinámicamente significativas.

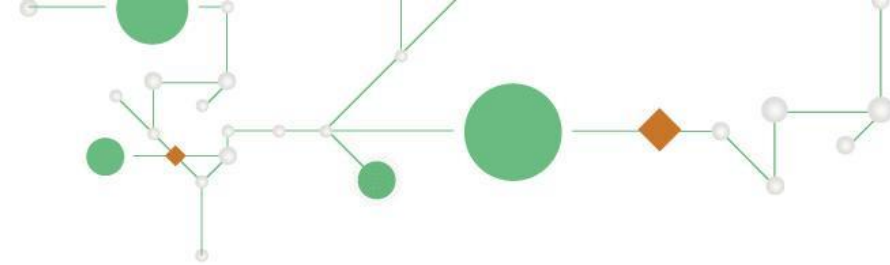
La angiografía por tomografía computarizada es un método no invasivo que gradualmente ha reemplazado a la arteriografía por sustracción digital dada su alta sensibilidad y especificidad que se aproxima al 96 y 98 % respectivamente; sin embargo, la misma tiene limitaciones respecto a sus eventos adversos y la falta de evaluación funcional.

La angiografía por resonancia magnética ofrece una sensibilidad y especificidad aproximada al 95 %; aunque presenta algunas limitantes frente a la angiografía por tomografía, como la menor disponibilidad en centros de atención, no permite visualizar las calcificaciones y presenta menor visualización de stents metálicos. Tanto la angiografía por tomografía y la angiografía por resonancia magnética producen imágenes de estructuras vasculares en cortes seccionales que se pueden reformar en imágenes tridimensionales. En múltiples pruebas aleatorizadas se han comparado las dos técnicas para la evaluación de la EAP, y han encontrado que son similares tanto en la facilidad como en desenlaces clínicos, pero es más costo efectivo la angiografía por tomografía.

La arteriografía permanece como el método de referencia (*gold standard*) para el diagnóstico de la EAP con extremidad amenazada. Adicionalmente, puede ser necesaria para guiar los procedimientos terapéuticos percutáneos e identificar las arterias permeables para la realización de baipás distal.

La evaluación de la perfusión distal en pacientes con isquemia crónica que amenaza la extremidad representa un desafío en el diagnóstico y en las estrategias de tratamiento. La definición de isquemia crítica de la extremidad de acuerdo con la guía de la AHA/ACC (Colegio Americano de Cardiología/Asociación Americana de Cardiología) es aquella con dolor isquémico en reposo, úlcera que sana o gangrena por más de 2 semanas asociado a evidencia de hipoperfusión medida con las





pruebas funcionales previamente mencionadas (ITB, presión sistólica del dedo, índice dedo brazo, presión de perfusión de piel u oximetría transcutánea [TcPO<sub>2</sub>]).

La determinación del índice tobillo brazo aporta importantes datos pronósticos asociados al riesgo de muerte, infarto agudo de miocardio y enfermedad cerebrovascular, y se considera necesario realizarlo en todos los pacientes con sospecha de enfermedad arterial periférica; sin embargo, se ha documentado que hasta un 30 % de los pacientes que presentan isquemia crítica de la extremidad documentada por angiografía presentan ITB normal o no compresible.

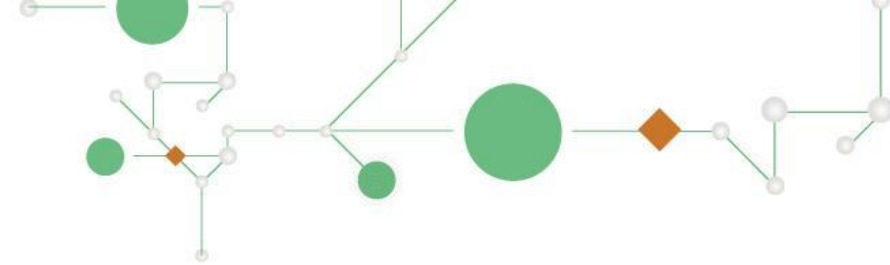
Otras herramientas de evaluación de perfusión como la medición de la presión transcutánea de oxígeno y la presión de perfusión cutánea tienen poca evidencia que aún debe ser ratificada.

Múltiples estudios han demostrado la utilidad de la TcPO<sub>2</sub> en la evaluación de la microcirculación, particularmente en los pacientes diabéticos.; con los objetivos de esclarecer el papel de la isquemia en aquellas lesiones de evolución tórpida, evaluar la posibilidad de cicatrización, determinar la necesidad de procedimientos de revascularización y establecer un mejor indicador en el nivel de amputación.

Dada la limitación del ITB para valorar la perfusión de extremidades inferiores en pacientes con vasos tibiales no compresibles y basados en los conceptos de angiosomas, que explican la funcionalidad del aporte circulatorio colateral en los distintos segmentos del cuerpo, se describió recientemente la utilización de la evaluación del tiempo de aceleración pedal (TAP).

Los cambios de la onda arterial evaluada mediante ultrasonografía son producto de la interacción entre la resistencia al flujo y la ductilidad arterial; estos cambios se ven determinados por el tiempo de aceleración. En la morfología espectral de la onda, este corresponde al tiempo que transcurre desde el final de la diástole hasta el primer pico sistólico.





En condiciones normales y una arteria sana, los glóbulos rojos de una arteria se aceleran rápidamente durante la sístole, y la velocidad máxima se alcanza en unas pocas centésimas de segundo, que refleja un tiempo de aceleración corto. En presencia de un flujo posestenótico, la velocidad del flujo disminuye sustancialmente posterior a la sístole, con lo que se tarda más tiempo en alcanzar el pico sistólico y se prolonga el tiempo de aceleración.

Basados en el anterior concepto se considera evaluar el TAP como herramienta diagnóstica no invasiva de la perfusión del pie. Este ha demostrado adecuada correlación con el ITB en pacientes con arterias compresibles y de forma análoga se podría extrapolar estos resultados en aquellos pacientes con arterias no compresibles e ITB no valorable.

La técnica para la medición del TAP inicia con la identificación de las principales arterias responsables de la circulación del pie. La arteria plantar lateral y plantar media como continuación de la arteria tibial posterior; la arteria plantar profunda como continuación de la arteria plantar lateral y la arteria arcuata como continuación de la arteria pedía.

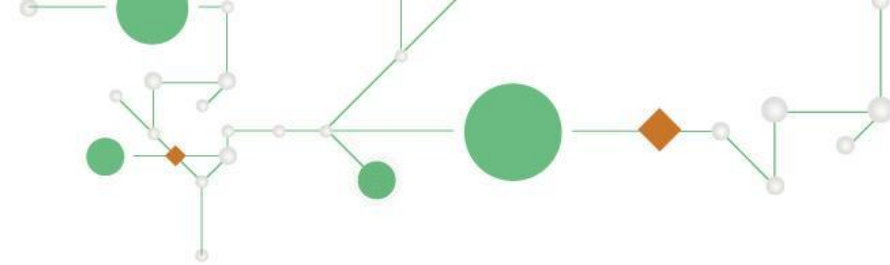
Una vez se identifica la arteria, con adecuados parámetros de ganancia y frecuencia repetidora, se realiza un muestreo con Doppler pulsado con determinación del tiempo de aceleración.

Se ha correlacionado estos valores de TAP con los ITB de la siguiente forma:

- (ITB 0,9 -1,3) equivale a (TAP 0-120 seg).
- (ITB 0,69 - 0,89) equivale a (TAP 121-180 seg).
- (ITB 0,4 – 0,68) equivale a (TAP 181-224 seg).
- (ITB 0,00 - 0,39) equivale a (TAP >225 seg).







En el contexto de la isquemia crónica que amenaza la extremidad y la presencia de vasos no compresibles, la evaluación del TAP podría ser usada para tomar decisiones terapéuticas y realizar un seguimiento clínico en los pacientes con manejo médico de la claudicación intermitente.

Hasta el momento no existen más estudios que evalúen este protocolo en pacientes con EAP, por lo que se considera importante realizar ensayos clínicos que confirmen la utilidad de este protocolo y su utilidad en la práctica clínica.

## **2. MENSAJES INDISPENSABLES**

- La ecografía dúplex arterial y el índice tobillo brazo son métodos que se han utilizado para evaluar la perfusión arterial de los miembros inferiores. Sin embargo, la presencia de rigidez y calcificación arterial, en pacientes con comorbilidades como la diabetes mellitus y la insuficiencia renal, han generado dificultades en la expresión de los resultados e impiden cálculos fiables en el ITB. Así mismo, el estudio imagenológico del arco plantar es una técnica nueva en la ecografía vascular que se ha venido desarrollando en los últimos años que, aunque aún no está ampliamente aceptada, debería ser implementada como imagen diagnóstica complementaria en todos los servicios de medicina y cirugía vascular.
- Conviene estudiar una técnica fiable para la evaluación de la EAP de las extremidades. Por lo anterior, se debería evaluar la utilidad de este novedoso recurso, y realizar un estudio comparativo entre los dos métodos diagnósticos, lo que daría una mejor correlación de la enfermedad y además podría definir la utilidad posterior del TAP como complemento del ITB en pacientes seleccionados.
- Los resultados de la correlación entre estos dos métodos diagnósticos pueden dar lugar a futuras investigaciones que permitan aumentar su validez e incluirlo en las guías de diagnóstico de la EAP y ponerlo al servicio de médicos y pacientes.





### 3. VIÑETA CLÍNICA (DESENLACE)

Para el paciente descrito, en el contexto de una isquemia crónica que amenaza la extremidad inferior izquierda, con una claudicación intermitente incapacitante Fontaine IIB y Rutherford grado I categoría 3, con un valor anormal en el índice tobillo brazo (0,65), en el contexto de la enfermedad y por sus antecedentes personales, con la presencia de vasos no compresibles, la evaluación del tiempo de aceleración pedal podría ser usada para tomar decisiones terapéuticas y realizar seguimiento clínico en los pacientes con manejo médico de la claudicación intermitente. En el intervalo del ITB entre 0,4 – 0,68 equivale a TAP entre 181-224 segundos. Con base en esto, se podría hacer un mejor diagnóstico de la enfermedad, al correlacionar los dos datos y así dar el manejo convencional para la isquemia crónica de los miembros inferiores.



#### 4. BIBLIOGRAFÍA

1. Dua A, Lee CJ. Epidemiology of Peripheral Arterial Disease and Critical Limb Ischemia. Tech Vasc Interv Radiol [Internet]. 2016 Jun;19(2):91-5. Available from: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih-gov.udea.lookproxy.com/27423989/>
2. Joosten MM, Pai JK, Bertoia ML, Rimm EB, Spiegelman D, Mittleman MA, et al. Associations between conventional cardiovascular risk factors and risk of peripheral artery disease in men. JAMA [Internet]. 2012 Oct 24;308(16):1660-7 Available from: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih-gov.udea.lookproxy.com/23093164/>
3. Malyar NM, Freisinger E, Meyborg M, Lüders F, Fürstenberg T, Kröger K, Torsello G, Reinecke H. Low Rates of Revascularization and High In-Hospital Mortality in Patients With Ischemic Lower Limb Amputation: Morbidity and Mortality of Ischemic Amputation. Angiology [Internet]. 2016 Oct;67(9):860-9. Available from: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih-gov.udea.lookproxy.com/26764367/>
4. Leng GC, Fowkes FG, Lee AJ, Dunbar J, Housley E, et al. Use of ankle brachial pressure index to predict cardiovascular events and death: a cohort study. BMJ [Internet]. 1996 Dec 7;313(7070):1440-4. Available from: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih-gov.udea.lookproxy.com/8973232/>
5. Potier L, Halbron M, Bouilloud F, Dadon M, Le Doeuff J, Ha Van G, et al. Ankle-to-brachial ratio index underestimates the prevalence of peripheral occlusive disease in diabetic patients at high risk for arterial disease. Diabetes Care [Internet]. 2009 Apr;32(4):e44. Available from: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih-gov.udea.lookproxy.com/19336632/>
6. Trevethan R. Subjecting the ankle-brachial index to timely scrutiny: is it time to say goodbye to the ABI? Scand J Clin Lab Invest [Internet]. 2018 Feb-Apr;78(1-2):94-101. Available from: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih-gov.udea.lookproxy.com/29250991/>



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Medicina

7. Sommerset J, Karmy-Jones R, Dally M, Feliciano B, Veal Y, Teso D. Plantar Acceleration Time: A Novel Technique to Evaluate Arterial Flow to the Foot. Ann Vasc Surg [Internet]. 2019 Oct;60:308-314. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/udea.lookproxy.com/31075481/>

Perlas  
Clínicas

en Medicina