

Sara Coll-Bey<sup>1</sup>  
 Pablo López-Casanova<sup>2,\*</sup>  
 José Verdú-Soriano<sup>3</sup>  
 Miriam Berenguer-Pérez<sup>4</sup>

1. Enfermera. Alicante, España.
2. Doctor por la Universidad de Alicante. Enfermero de Atención primaria. Centro de Salud de Onil (Alicante). Grupo Winter Heridas: Wounds, Innovation, Therapeutics and Research (WINTER HERIDAS). Alicante, España
3. Enfermero. Doctor por la Universidad de Alicante. Profesor Titular de la Universidad de Alicante. Grupo Winter Heridas: Wounds, Innovation, Therapeutics and Research (WINTER HERIDAS). Alicante, España.
4. Enfermera. Doctora por la Universidad de Alicante. Profesora Ayudante de la Universidad de Alicante. Grupo Winter Heridas: Wounds, Innovation, Therapeutics and Research (WINTER HERIDAS). Alicante, España.

\*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: lopezcasanovapablo@gmail.com (Pablo López Casanova)

Recibido el 11 de octubre de 2021; aceptado el 2 de noviembre de 2021.

## Fiabilidad de los métodos automatizados en la determinación del índice tobillo-brazo. Revisión sistemática

## Reliability of automated methods in determining the ankle-brachial index. Systematic review

### RESUMEN

La enfermedad arterial periférica es uno de los principales factores que intervienen en la aparición de la úlcera de etiología isquémica de la extremidad inferior en mayores de 70 años. La aparición de esta patología conlleva un aumento de la morbimortalidad e, incluso, llega a afectar a la calidad de vida de la persona que la padece. Todo esto hace que sea necesario aplicar métodos diagnósticos que permitan establecer un diagnóstico temprano. Para ello, se lleva a cabo una exploración clínica inicial y una exploración hemodinámica mediante el cálculo del índice tobillo-brazo. El método que se considera como el *gold standard* es la técnica Doppler, sin embargo, el tiempo que conlleva su realización y la necesidad de un entrenamiento previo ha dificultado su práctica en atención primaria. Como solución a esto, se ha propuesto la sustitución del método tradicional por equipos oscilométricos automáticos. Para poder determinar la fiabilidad de los dispositivos automáticos en la determinación del índice tobillo-brazo se ha realizado una revisión sistemática de la literatura científica en las bases de datos: MEDLINE, SciELO, Cochrane, Elsevier y CUIDEN hasta febrero de 2020. Se obtuvo un total de 58 artículos, de los cuales se incluyeron 15 en el análisis. Los resultados publicados son varios debido a las diferentes metodologías empleadas, los perfiles de los pacientes seleccionados para el estudio y los diversos modelos de oscilometría estudiados en cada artículo. Por tanto, las diferencias encontradas en los artículos dificultan la realización de una comparación válida entre ellos, para poder determinar qué dispositivo automático sería el más fiable en el cálculo del índice tobillo-brazo en comparación con la técnica Doppler; y se recomienda que se continúen realizando investigaciones con un diseño más centrado que permita determinar una alternativa eficaz al método tradicional en la práctica clínica.

**PALABRAS CLAVE:** Índice tobillo-brazo, dispositivos oscilométricos automáticos.

### ABSTRACT

Peripheral artery disease is one of the main factors involved in the onset of ischemic etiology ulcers of the lower limb in patients older than 70 years old. The appearance of this disease leads to an increase in the morbidity and mortality and even affects the quality of life of the person who suffers from this disease. All this makes it necessary to apply diagnostic methods to make an early diagnosis. To this end, an initial clinical examination and a hemodynamic examination are carried out by calculating the ankle-brachial index (ABI). The method that is considered the gold standard is the Doppler technique. However, the time involved in its implementation and the need for prior training has hampered its practice in primary care. As a solution to this, automatic oscillometric devices that measure blood pressure have been proposed to replace the traditional method. In order to determine the reliability of automatic devices when it comes to determining the ankle-brachial index, a systematic review of scientific literature databases has been performed: MEDLINE, SciELO, Cochrane, Elsevier and CUIDEN until February 2020. A total of 58 items were received, 15 of which were included for the analysis. Several published results are due to the different methodologies employed, profiles of patients selected for the study and various models of oscillometry studied in each article. Therefore, the differences found in the articles make it difficult to make a fair comparison between them in order to determine which device would be the most reliable in determining the ankle-brachial index compared to the Doppler technique; recommending the continuous design-focused research in order to establish an effective alternative to the traditional method in clinical practice.

**KEYWORDS:** Ankle-brachial index, automatic oscillometric devices.

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la úlcera de etiología isquémica (UEI) de la extremidad inferior tiene una prevalencia de entre un 0,2 y un 2% y una incidencia de 220 casos nuevos por cada millón de habitantes al año<sup>1</sup>. Entre los factores que intervienen en su aparición destaca la enfermedad arterial periférica (EAP), la cual afecta entre un 15 y un 20% de la población por encima de 70 años<sup>2</sup>, principalmente en los que cursan con diabetes y diversos factores de riesgo cardiovasculares<sup>3,4</sup>.

La manifestación de esta patología se debe a un proceso fisiopatológico que tiene su inicio en la disminución de la presión parcial de oxígeno tisular secundaria a la obstrucción del eje arterial de la extremidad. Esta obstrucción suele ser crónica y con una evolución clínica descompensada.

Tanto las úlceras en las extremidades inferiores (EEII) como las de aparición por múltiples etiologías, están precedidas por un infarto cutáneo que ocasiona la existencia de isquemia.

Sin embargo, en las UEI la fisiopatología inicial se centra en los compartimentos arteriales de la extremidad y en las alteraciones hemodinámicas de las arteriolas, los capilares y las vénulas, que son de tipo funcional o adaptativo, y que comportan las alteraciones metabólicas a nivel celular dando lugar al infarto tegumentario. Este hecho es lo que las diferencia de las úlceras de etiología venosa, de las de etiología hipertensiva arterial y de la de etiología arterítica<sup>1</sup>.

Para que se cumpla lo anterior, se deben seguir una serie de fases (fig. 1): la presencia de dicha patología ocasiona un aumento de la morbimortalidad cardiovascular y la afectación de la calidad de vida, y es necesario el empleo de métodos diagnósticos que permitan llevar a cabo medidas preventivas de forma precoz<sup>2,5</sup>.

En el diagnóstico clínico inicial, no solo se deben tener en cuenta los antecedentes clínicos del paciente, sino también la clínica actual, ya que aportan una gran fiabilidad. En los antecedentes clínicos debe evaluarse la existencia de claudicación intermitente (CI), su localización y su evolución. La aparición de dolor persistente, generalmente por la noche, es muy frecuente y aumenta mediante la colocación de la extremidad afectada en decúbito<sup>1</sup>.

Otro aspecto importante es la valoración de la presencia o ausencia de los pulsos tibiales además de la localización y morfología de la úlcera. Las UEI se caracterizan por<sup>1</sup>:

- Localización: tercio inferior de la extremidad, cara lateral interna, y/o dedos del pie, y/o talón.
- Morfología: variable; bordes irregulares y poco profundos; base formada por tejido necrótico y/o fibrina.

Una vez se ha llevado a cabo la exploración clínica inicial, para completar el diagnóstico se lleva a cabo la exploración hemodinámica a través del cálculo del índice tobillo-brazo (ITB) o también conocido como índice de Yao<sup>1</sup>.

El ITB es una técnica diagnóstica clásica sencilla, no invasiva e indolora, que ayuda a detectar la EAP<sup>2,6</sup>. Más concretamente, es un parámetro que mide la relación existente entre la presión arterial sistólica (PAS) de las extremidades superiores y la parte distal de las EEII<sup>6,7</sup>.

Según Yao et al.<sup>8</sup>, esta medida surgió en 1969 con el objetivo de valorar la permeabilidad arterial de la parte inferior de la pierna para detectar la presencia de EAP. Sin embargo, no fue hasta 1999 cuando en España varios autores<sup>9,10</sup> empezaron a considerar su utilidad por parte de las enfermeras como herramienta de valoración de las úlceras vasculares y, en 2001, apareció el primer trabajo en el que se consideraba como un parámetro de utilidad en los cuidados de los pacientes con EAP<sup>11</sup>.

El método considerado como *gold standard* para determinar el ITB se basa en el cálculo de la PAS en ambos brazos, ambas arterias tibiales posteriores y ambas arterias pedias y con un esfigmomanómetro manual y un Doppler de mano de 8 mhz para la detección de pulsos.

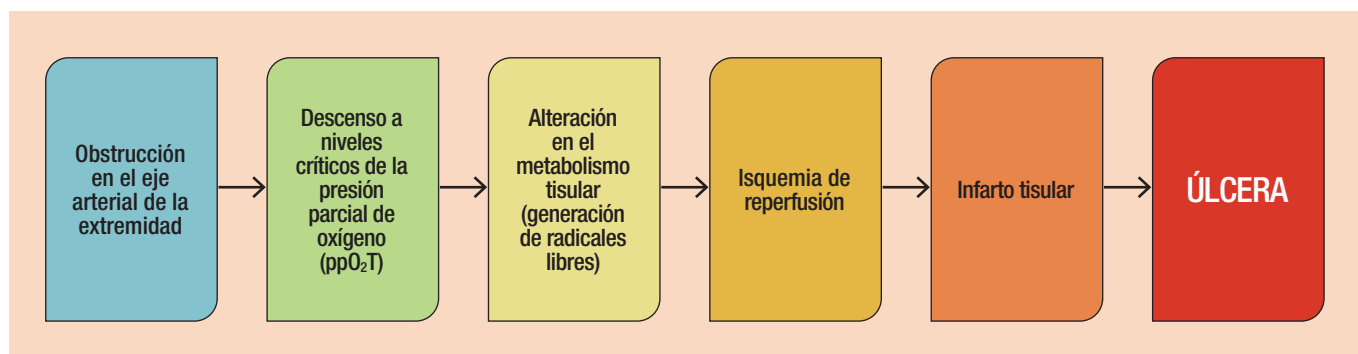
Para el cálculo del ITB se debe realizar lo siguiente: dividir la PAS tibial posterior y pedia dorsal entre la presión sistólica braquial, y siempre se considerará el valor más bajo de ambas mediciones de las piernas como ITB general del paciente<sup>7</sup>.

Tras varios estudios, se ha visto que es una técnica aplicable a la práctica clínica diaria con una sensibilidad del 95% y una especificidad que puede llegar al 100%<sup>6</sup>, además de disponer de un valor predictivo del 95% en situaciones de lesión de los ejes arteriales con repercusión clínica de isquemia en la extremidad. Sin embargo, un factor de error, que modifica y altera el valor obtenido, resulta de la presencia de calcificación en la capa media arterial que se debe considerar, por su elevada prevalencia, en los pacientes diabéticos (“falso negativo”)<sup>1</sup>.

Los valores normales del ITB son 1,20 y 0,80. Un valor por encima de 1,20 permite descartar el diagnóstico de UEI, mientras que un valor de ITB inferior a 0,75, descarta inicialmente cualquier etiología que no sea de origen isquémico<sup>1</sup> (fig. 2).

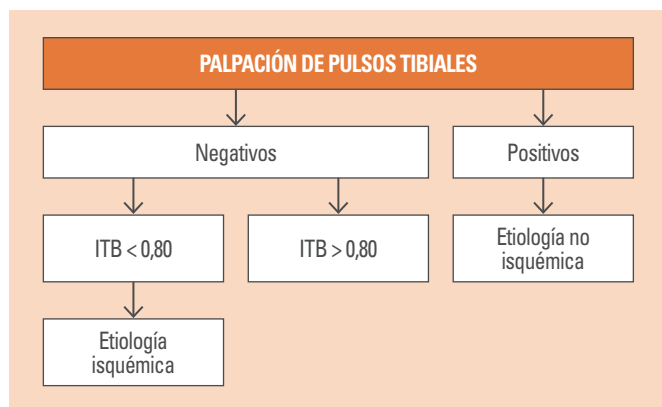
Aparte de estos valores, hay otras clasificaciones para la EAP, como la clasificación de Leriche y Fontaine (tabla 1) y la clasificación de Rutherford (tabla 2).

No obstante, para la obtención de unas mediciones fiables a partir del método ITB se requiere que el personal sanitario tenga cierta experiencia y entrenamiento, lo que, a su vez, supone un inconveniente importante para la utilización del ITB como método de cribado rutinario de la EAP en las consultas de atención primaria (AP) o en la valoración de



**Figura 1.** Principales fases en la formación de la úlcera de etiología isquémica.

Modificado de: Marinello Roura y Verdú Soriano, 2018<sup>1</sup>.



**Figura 2.** Valores del índice tobillo-brazo (ITB) en relación con la palpación de los pulsos tibiales.

Modificado de: Marinell-Roura y Verdú Soriano, 2018<sup>1</sup>.

**Tabla 1.** Clasificación de la enfermedad arterial periférica según Leriche y Fontaine

Clasificación de Leriche y Fontaine	
Estadio	Clínica
I	Asintomático
IIa	CI > 500 m
IIb	CI 100-200 m
III	Dolor en reposo
IV	Úlcera/gangrena

CI: claudicación intermitente.

Tomado de: Marinell-Roura y Verdú Soriano, 2018<sup>1</sup>

**Tabla 2.** Clasificación de la enfermedad arterial periférica según Rutherford

Clasificación de Rutherford		
Grado	Categoría	Clínica
0	0	Asintomático
I	1	CI > 500 m
I	2	CI 200-500 m
I	3	CI 100-200 m
II	4	Dolor en reposo
III	5	Afectación tisular menor
III	6	Afectación tisular mayor

CI: claudicación intermitente.

Tomado de: Marinell-Roura y Verdú Soriano, 2018<sup>1</sup>

las úlceras vasculares de la extremidad inferior. Esto hace que solo una parte de los pacientes sea diagnosticada de forma adecuada<sup>7</sup>.

Estos motivos, junto con la elevada frecuencia de EAP asintomática, justifican el elevado infradiagnóstico de esta enfermedad en población general, que llega a ser del 80,7%<sup>5,7,12,13</sup>.

Por tanto, a pesar de ser un importante predictor de enfermedad cardiovascular y cerebrovascular, debido a su sencillez y a su elevada sensibilidad y especificidad<sup>7</sup>, el tiempo que precisa y la necesidad de experiencia previa han dificultado su instauración en AP<sup>2,7</sup>, aumentando la necesidad de desarrollar métodos más eficaces<sup>7</sup>.

Con la intención de superar estos inconvenientes, se ha planteado la sustitución de la técnica tradicional para el cálculo del ITB por equipos oscilómetros automáticos de medida de presión arterial. Sin embargo, no todos los equipos oscilométricos están validados para el cálculo del ITB<sup>2,6</sup>.

## OBJETIVOS

Para aportar mayor evidencia sobre el tema, el objetivo de este estudio es realizar una revisión sistemática de los diferentes equipos oscilométricos automáticos existentes para el cálculo del ITB para poder determinar su fiabilidad en relación con el método manual estándar.

## METODOLOGÍA

### Diseño

En este estudio se ha realizado una revisión sistemática de la literatura científica, con el propósito de recuperar y recoger información relacionada con la cuestión inicial planteada.

## POBLACIÓN/TIPO DE PARTICIPANTES

La población escogida es la que está incluida en los artículos que se han seleccionado de las diferentes bases de datos empleadas en cualquier nivel de atención.

### Descriptorios

- Definición española de índice tobillo braquial (DeCs). Comparación de la presión sanguínea entre la arteria braquial y la arteria tibial posterior. Es un predictor de la EAP. Identificador único: D055109.
- Definición en inglés de índice tobillo braquial (MeSH). Comparison of the blood pressure between the brachial artery and the posterior tibial artery. It is a predictor of peripheral arterial disease. Year introduced: 2009. Qualificator: methods.

### Estrategia de búsqueda

- Inglés: (ankle brachial Index) AND (automatic oscillometric device\*); (ankle brachial Index) AND (oscillometric); (ankle brachial Index) AND (oscillome\*).
- Castellano: (índice tobillo-brazo) y (oscilome\*).

Se han identificado los documentos que responden al objetivo de esta revisión sistemática en las principales bases de datos relacionadas con las ciencias de la salud como: MEDLINE (PubMed), SciELO, Cochrane, Elsevier y CUIDEN.

Para tratar de recuperar la mayor evidencia científica posible, la búsqueda bibliográfica se llevó a cabo en todas las bases de datos mencionadas desde el año de creación de cada una de ellas hasta febrero de 2020. Se han incluido todos los estudios que comparaban algún método automático oscilométrico para el cálculo del ITB, tanto en español como en inglés. Además, se realizó una búsqueda inversa analizando la bibliografía de los artículos seleccionados y de otras revisiones que se consideraron de utilidad.

Las palabras clave fueron: “ankle brachial index” y “automatic oscillometric device”. Para la obtención de los descriptorios de ciencias de la

salud relacionados con el tema en cuestión, se consultaron las palabras clave anteriores en el DeCS. En la estrategia de búsqueda, dichas palabras se emplearon en la base de datos MeSH (tesauro de PubMed), y en el resto de bases de datos en las que los descriptores no estaban presentes, se llevó a cabo una búsqueda en texto libre. Sin embargo, al emplear el término “ankle brachial index” [MeSH] en MEDLINE (PubMed), la búsqueda era muy limitada, por lo que finalmente se decidió llevar a cabo una búsqueda en texto libre en todas las bases de datos empleadas.

Se utilizaron operadores booleanos como el AND para poder enlazar los términos de la búsqueda bibliográfica y se utilizó el carácter de truncamiento “\*” en la palabra *device* y en *oscillometric* en las bases en las que la búsqueda era reducida.

Tanto para la base de datos MEDLINE como Cochrane se llevó a cabo la siguiente estrategia de búsqueda: “ankle brachial index” AND “automatic oscillometric devic\*”. En Elsevier se emplearon los términos en castellano: “índice tobillo brazo” y “oscilome\*”. En la base de datos SciELO se llevó a cabo la búsqueda con los siguientes términos “ankle brachial index” AND “oscillome\*” debido a la escasez de la literatura científica, ya que si se introducían los términos en castellano, únicamente se obtenían dos resultados. Por otro lado, en CUIDEN con la estrategia de búsqueda “ankle brachial index” AND “automatic oscillometric devic\*” no se obtuvo ningún resultado, por lo que se acortó el término a “oscillometric” pasando a la siguiente estrategia de búsqueda “ankle brachial index” AND “oscillometric” y así se encontró un único resultado. Los artículos que no han sido publicados no se han considerado en la revisión.

## Crterios de inclusión y exclusión

### INCLUSIÓN

- Estudios de todo tipo relacionados con la cuestión planteada (ensayos clínicos aleatorios, estudios de cohortes, revisiones sistemáticas, etc.).
- Lenguaje de publicación: español e inglés.
- Estudios realizados en humanos.
- Población adulta en cualquier nivel de atención.
- Límite de fecha: desde la creación de la base de datos hasta febrero de 2020.
- Texto completo accesible.
- Artículos de accesibilidad gratuita.

### EXCLUSIÓN

- Artículos que no tienen relación con el cálculo del ITB mediante métodos automáticos oscilómetros.

## Síntesis de los datos

A partir de la evidencia bibliográfica incluida, se ha elaborado una tabla en el apartado de resultados con el objetivo de sintetizar la información relevante de cada uno de ellos. Se han empleado las siguientes variables: autor, fecha de publicación, objetivo, tipo de estudio, población y datos relevantes.

## RESULTADOS

Se encontraron 56 artículos en las bases de datos incluidas en el estudio (sin restricción de fecha hasta febrero de 2020): PubMed, 13; Cochrane, 4; Elsevier, 30; SciELO, 8; CUIDEN, 1. Aparte de esto, se incluyeron 2 artículos más por búsqueda inversa que cumplían con los criterios

de inclusión y resultaban de utilidad para la cuestión planteada, dando lugar a un total de 58 artículos.

En PubMed se aplicaron los filtros: texto completo y estudios basados en humanos, lo que redujo el número de artículos totales a 10. Posteriormente se eliminó uno de ellos por no ser de libre acceso y dos más por estar en un idioma diferente al inglés o al español, obteniéndose un total de 7 estudios. En la base de datos Cochrane, tras realizar la búsqueda se encontraron 4 artículos, de los cuales solo 1 cumplía con los criterios de inclusión. En Elsevier se encontraron 30 resultados, pero no se llevó a cabo ningún tipo de filtración ya que se perdía evidencia científica que podía ser de utilidad para la presente revisión. En SciELO se obtuvieron 8 resultados, que se redujeron a 6 tras aplicar los filtros: idioma español o inglés. Finalmente, en CUIDEN únicamente se obtuvo 1 resultado, que estaba asociado al objetivo planteado en la revisión.

Se excluyeron todos los estudios que no cumplían con los criterios de inclusión y no tenían relación con el cálculo del ITB a partir de métodos automáticos oscilométricos. Cabe destacar que uno de los artículos seleccionados en PubMed también estaba presente en Elsevier, por lo que se descartó del análisis al estar duplicado. Así pues, se incluyeron un total de 15 artículos en la revisión. La realización de la estrategia de búsqueda queda reflejada en la figura 3. En la figura 4 se muestran los diferentes tipos de estudios analizados en la revisión.

La tabla 3 recoge la información relevante de los artículos seleccionados en relación con el objetivo de estudio.

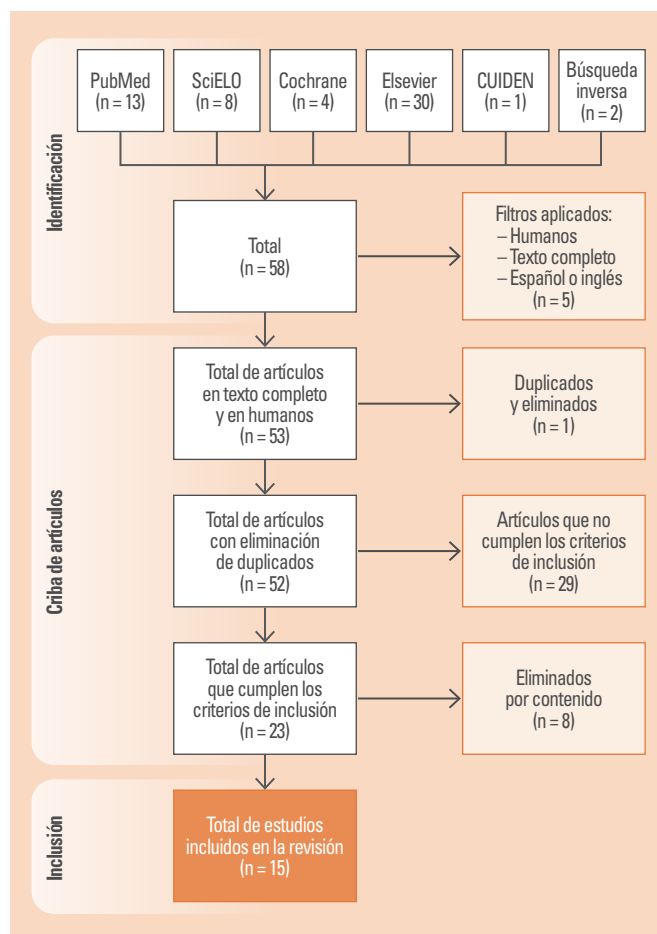


Figura 3. Diagrama de flujo acerca de la estrategia de búsqueda realizada en la revisión.

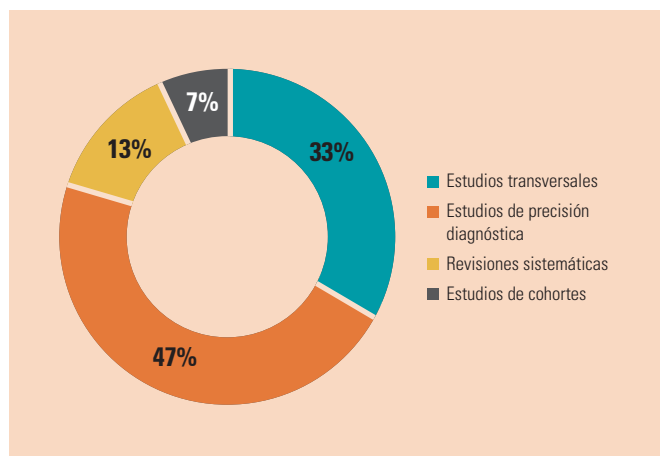


Figura 4. Tipología de los estudios incluidos en la revisión sistemática.

## Evaluación de la calidad

Para poder determinar la calidad de los artículos seleccionados, se ha recurrido al CASPe (Critical Appraisal Skills Programme Español)<sup>14</sup>, que es una herramienta que permite realizar una lectura crítica de la evidencia clínica seleccionada a través de una serie de listas de verificación que varía en función del tipo de estudio.

En cada una de las plantillas disponibles, según el número de ítems evaluables, se estableció que para considerarse un estudio de calidad debía cumplir como mínimo 5 de los ítems. No obstante, solo si las dos primeras preguntas “de eliminación” se cumplen se continúa con el resto de las preguntas, por lo que, en caso contrario, el estudio quedaría descartado del análisis por considerarse de baja calidad.

## DISCUSIÓN

Esta revisión de la literatura recoge los resultados de todos los estudios que evalúan la validez y/o fiabilidad del ITB medido por diferentes métodos automáticos oscilométricos en las bases de datos escogidas. La decisión de incluir todo tipo de dispositivos automáticos se debió a la gran variedad de modelos existentes en la actualidad y la escasa concordancia de estos en los estudios analizados.

Actualmente, se conoce que el ITB es una de las herramientas clínicas más importantes que existe para la detección de la EAP<sup>5,6,16,18,20,24</sup>, ya que muchos de los pacientes que presentan dicha patología son asintomáticos<sup>2,15,18,24,25</sup>. El método tradicional y, por tanto, considerado como *gold standard* para la determinación del ITB es el realizado a partir de un esfigmógrafo manual y un Doppler de bolsillo<sup>5,15,21</sup>. Sin embargo, a pesar de ser un procedimiento no invasivo, económico y accesible<sup>2,18</sup> existen ciertas limitaciones para su uso: el tiempo que requiere dicho procedimiento para llevar a cabo una medición correcta (aproximadamente 30 min)<sup>6</sup>, y la necesidad de estar entrenados en la técnica<sup>5,15,18,21</sup>. Por esta razón, es por lo que se empezó a plantear la utilización de otros métodos para el cálculo del ITB más fáciles de realizar y con un menor consumo de tiempo.

A pesar de que se han llevado a cabo múltiples procedimientos para determinar el ITB, parece ser que el test automatizado es el de elección por el personal sanitario que efectúa la prueba, sobre todo si quien la realiza es personal no entrenado en el manejo de la sonda Doppler<sup>15,18</sup>.

Cumplieron con los criterios de inclusión y de calidad 15 estudios, que en su mayoría fueron estudios observacionales analíticos de preci-

sión diagnóstica. No obstante, las diferencias existentes en la población a estudio y metodologías empleadas en cada uno, dificulta la realización de una comparación válida entre ellos.

Una gran parte de los estudios incluidos en la revisión comparan los resultados de las mediciones realizadas por el método estándar con las obtenidas por un dispositivo oscilométrico automático en el cálculo del ITB; no obstante, existen 2 estudios<sup>2,5</sup> que evalúan la concordancia entre 2 métodos automáticos y el Doppler. El original de Forés et al.<sup>5</sup> compara los métodos automáticos Omron M6 y WatchBP Office y determinan que existe una mala correlación entre los valores de ITB obtenidos cuando la técnica la realiza personal sanitario entrenado en la técnica Doppler. A la misma conclusión llegan Raya et al.<sup>2</sup> en la evaluación de los dispositivos WatchBP Office y MESI ABPIMDD en comparación con el método tradicional, a pesar de que los resultados obtenidos en su estudio son ligeramente mejores. Ambos estudios determinan que no se debería sustituir la determinación mediante Doppler del ITB por ninguno de los dispositivos automáticos evaluados en sus estudios. A una conclusión diferente llegan Vega et al.<sup>15</sup> en su investigación, en la que comparan el método Doppler con el oscilométrico Omron M4-1 en personal con un corto período de entrenamiento previo en el manejo de la sonda Doppler, y establecen que este aparato presenta una mejor rentabilidad diagnóstica cuando es personal no entrenado quien realiza la prueba.

Por otro lado, Wohlfahrt et al.<sup>23</sup> determinan que el nuevo dispositivo automático oscilométrico BOSO ABI-system 100 puede emplearse como herramienta de cribado para la EAP, siempre que después se confirme el diagnóstico a través del método tradicional; mientras que Khan et al.<sup>25</sup> en su estudio con pacientes con diabetes tipo 2, concluyen que el método automático sí que podría ser una herramienta útil para la detección y el diagnóstico del EAP. Este último no especifica qué modelos oscilométricos compara, por lo que no se puede determinar la fiabilidad de los resultados.

Diversos estudios<sup>2,5,6,16,17,20,21,24,25</sup> determinan que los métodos oscilométricos empleados en sus investigaciones presentan una baja sensibilidad y una alta especificidad; mientras que en el estudio de Vega et al.<sup>15</sup> se obtienen valores contrarios: una sensibilidad del 97% y una especificidad del 89%, siendo incluso superiores a los obtenidos por el método Doppler. Esta variación puede estar relacionada con el corto período de entrenamiento del personal que realiza la prueba y la población escogida, ya que una de las limitaciones del estudio fue el bajo número de pacientes estudiados y el sesgo producido al incluir pacientes con CI o sospecha de EAP avanzada.

Teniendo en cuenta estos valores de especificidad y sensibilidad, se ha visto que el dispositivo BOSO ABI-system<sup>23</sup> es el que más destaca al presentar una especificidad de 96,7% y una sensibilidad del 76,7%, considerándose, por tanto, el más fiable en el cálculo del ITB. Sin embargo, no podemos afirmar estos valores, ya que al tratarse de un aparato novedoso harían falta más estudios que lo corroboren.

Tras el análisis de la literatura, hemos encontrados escasos artículos que concuerden en el modelo oscilométrico estudiado: dos de ellos<sup>5,21</sup> durante el análisis del dispositivo Omron M6 coinciden en los resultados y determinan que tiene una alta especificidad (entre un 96,29-97%) y una baja sensibilidad (entre un 33-34,78%), y que la técnica Doppler es necesaria para la obtención de un valor adecuado de ITB cuando es personal entrenado quien realiza la prueba; mientras que otros 2 estudios<sup>6,19</sup> en los que se compara el dispositivo Omron HEM 705 CP con el método estándar, no llegan a la misma conclusión, lo que puede estar relacionado con las diferencias en las metodologías empleadas y la variabilidad del observador, ya que en ambos casos la población que hay que estudiar es similar al tratarse

**Tabla 3.** Síntesis de los datos

Referencia	Año	Objetivo	Tipo de estudio	Población	Datos relevantes
5	2014	Determinar el grado de concordancia del ITB determinado mediante el esfigmógrafo automatizado Omron (OMRON M6) y la medición automática mediante triple toma (WatchBP Office) respecto al método Doppler (MNI DOPLX D900-Ps, HUNTLEIGH), así como su sensibilidad y especificidad	Estudio transversal	Pacientes mayores de 55 años de la cohorte poblacional ARTPER, clasificados como arteriopatía periférica si ITB <0,9, calculados si ITB ≥ 1,4, y sanos	Las mediciones las llevaron a cabo 4 profesionales de enfermería entrenadas en el método Doppler. Fue posible medir el ITB en el 100% con Doppler, en el 97% con Omron y en el 95% con triple toma. Tanto Omron como triple toma fueron muy específicos (97%), pero muy poco sensibles (33 y 9%, respectivamente) respecto a Doppler. Los resultados del presente estudio muestran una mala correlación entre los valores del ITB obtenidos mediante Omron y triple toma automatizada respecto al método Doppler, cuando la técnica es realizada por personal con experiencia en la realización del ITB mediante Doppler. Por tanto, la determinación del ITB mediante Omron M6 (HEM7001-E) o triple toma WatchBP Office modelo TWIN200 ABI no debería sustituir la determinación mediante Doppler como cribado de AP. En personal entrenado, es mejor la realización del ITB mediante Doppler
2	2019	Evaluar la concordancia entre el método Doppler (HUNTLEIGH DOPLX II, SD2) y 2 métodos automáticos: WatchBP Office (TWIN200ABI) y MESI ABPI/MD en la medida del ITB	Estudio transversal	Pacientes entre 50-77 años que espontáneamente acudieron de modo consecutivo al centro de AP	Los resultados se llevaron a cabo por 2 enfermeras con experiencia en la técnica. Los resultados son ligeramente mejores que en el estudio anterior, pero con la misma conclusión: los dispositivos automáticos tienen una especificidad alta pero baja sensibilidad (WBP, 44% y MESI 63%) para el diagnóstico de EAP comparados con Doppler. Por tanto, presentan una pobre concordancia respecto al Doppler en la determinación del ITB, el cual no puede sustituirse por los métodos automáticos utilizados en el estudio
15	2011	Determinar la eficacia diagnóstica de cada técnica: método Doppler (HUNTLEIGH DOPLX I/MD2/SD) y método oscilométrico (OMRON M4+) frente a la angiografía	Precisión diagnóstica	Pacientes mayores de 30 años con CI o EAP avanzada	El manejo de los dispositivos lo llevaron a cabo 3 médicos residentes tras un corto período de entrenamiento. El método Doppler es capaz de detectar valores tensionales muy bajos en EEII, en comparación con el método oscilométrico. Sin embargo, en este estudio se ha visto que el método oscilométrico tiene una sensibilidad del 97% y una especificidad del 89%, mientras que el Doppler tiene una sensibilidad del 95% y una especificidad del 55%. No obstante, una ventaja que se observó en el método Doppler es que tiene la capacidad de detectar valores tensionales muy bajos en EEII, aunque la localización del pulso depende del explorador. Por tanto, los resultados indican que el equipo automático de PA tiene mejor rentabilidad diagnóstica cuando médicos no entrenados realizan la prueba
6	2007	Determinar la sensibilidad, la especificidad y la concordancia del ITB calculado mediante un determinado equipo oscilométrico (OMRON 705 CP) y el método Doppler (DIADOP50) como método de referencia	Estudio transversal	Pacientes hipertensos sin arritmias o arteriopatía periférica conocidas	Las determinaciones se obtuvieron por 4 investigadores entrenados en las medias y los instrumentos utilizados. Se pudo calcular el ITB mediante Doppler en el 93% de los pacientes y mediante método oscilométrico en el 83%. En el 17% restante no se obtuvo una lectura válida del ITB por fallo en la determinación en el tobillo (posiblemente problemas del manguito). La sensibilidad del ITB e ITB determinados con método oscilométrico fueron del 37,5 y del 20,0%, y la especificidad del 93,0 y del 97,1% con relación a la determinación por Doppler. No se observa buena concordancia entre la medida del ITB con Doppler y el método automático, por lo que Omron 705CP no podría sustituir a la determinación con Doppler, ni tampoco serviría para cribar arteriopatía periférica
16	2012	Determinar la prevalencia de EAP en pacientes diabéticos a partir del ITB obtenido por el método Doppler (HADECO SMARTDOP 30EX) y por OMRON	Estudio transversal	Pacientes diabéticos tipo 2	La prueba la llevaron a cabo 2 profesionales entrenados: un médico y una enfermera. La concordancia de las mediciones con el método Doppler y el tensiómetro automático es moderada. La sensibilidad del ITB mediante Omron es del 25,7% y la del Doppler del 37,1%, mientras que la especificidad del Omron es del 90% y del Doppler del 84,9%. El estudio no aporta conclusión propia, ya que refiere ser necesario llevar a cabo una revisión de los estudios existentes para dar conclusiones más acertadas
17	2010	Determinar la validez del criterio del ITB oscilométrico (OMRON M7 HEM 780) comparado con el eco-Doppler arterial de EEII para detectar EAP	Precisión diagnóstica	Personas mayores de 18 años con, al menos, 1 factor de riesgo CV	Las determinaciones se realizaron por 1 enfermera capacitada en la medición del ITB. Los resultados muestran que el punto de corte ≤ 1,1 del ITB oscilométrico, cuenta con sensibilidad alta (96,3%), especificidad baja (≤ 23,81%), y los puntos de corte ≤ 0,9 cursan con especificidad alta (≥ 90,48%) y sensibilidad regular (≤ 70,37%). El estudio recomienda la medición del ITB oscilométrico en personas con factores de riesgo CV, como una prueba rutinaria, bien sea para tamizaje (punto de corte ≤ 1,1 o ≤ 1,2) o diagnóstico (puntos de corte ≤ 0,9). Además, de importancia a la formación del personal de enfermería y medicina
18	2014	Evaluar la validez, fiabilidad y precisión de las mediciones del ITB tomadas con el método automático oscilométrico y con el método Doppler	Revisión de la literatura	No hay población	La búsqueda bibliográfica se llevó a cabo en las bases de datos: PubMed, Europubmed, Scopus, Web of Science y Cochrane. Se escogieron 4 estudios que cumplan con los criterios de inclusión, entre los años 2008 y 2010, con un factor de impacto de entre 0,427 y 1,531 para el año 2011. Todos los dispositivos oscilométricos automáticos utilizados en los estudios incluidos en la revisión, están validados para su uso en la práctica clínica. Esta revisión ha resaltado la escasez de estudios que investigan la validez, la fiabilidad y la precisión de los dispositivos oscilométricos para medir el ITB en comparación con el método Doppler. Las diferencias en las poblaciones a estudio y la metodología empleada para el cálculo del ITB hizo que no fuera posible la comparación entre estos. Así pues, esta revisión concluye que, hasta la fecha, no hay pruebas suficientes para determinar la sustitución de los dispositivos Doppler por los oscilométricos en la determinación del ITB
19	2008	Evaluar la aplicabilidad del dispositivo oscilométrico automático (OMRON HEM 705 CP) y determinación del ITB	Estudio transversal	Pacientes ambulatorios de una clínica de cardiología	Fue posible medir los niveles de PA en un 90,7% de los casos, mientras que en un 9,3% de los pacientes se requirió el método Doppler para la determinación del ITB, que resultó ser normal en un 79,9% y alterado en un 21,1%. En todos los pacientes en los que los datos no pudieron ser medidos por el método automático y que se sometieron al método Doppler, se confirmaron valores alterados de ITB. Este estudio concluye con que la determinación del ITB en la práctica clínica se puede realizar empleando métodos automáticos validados, excepto cuando la presión sistólica sanguínea de las EEII sea muy baja, recomendando en estos casos la utilización del método Doppler
20	2016	Identificar cómo el ITB puede ser aplicado en AP	Estudio de cohortes	Participantes de entre 35 y 74 años, libres de enfermedades CV y que se inscribieron en el Estudio Longitudinal Brasileño de Salud de Adultos (ELSA-Brasil)	Para el estudio se emplearon 3 métodos diferentes para el cálculo del ITB: ITB-ALTO, ITB-MEDIO e ITB-BAJO. Los parámetros se obtuvieron por enfermeras entrenadas y supervisadas mediante el método automático Omron HEM 705 CP. Así pues, las mediciones de PA en las EEII se llevaron a cabo con el método oscilométrico en lugar de con el Doppler, lo cual fue una de las limitaciones del estudio. Los tres métodos empleados para el cálculo del ITB mostraron una baja sensibilidad y una alta especificidad. No obstante, este estudio muestra que el uso de la medida más baja de presión sistólica de la pierna para el cálculo del ITB mejora la sensibilidad y permite clasificar a más individuos como de alto riesgo incrementando el número de personas elegibles para la prevención CV secundaria. No obstante, la elección de qué método de ITB se debe emplear, dependerá de hipótesis que quiera ser probada

**Tabla 3.** Síntesis de los datos (Cont.)

Referencia	Año	Objetivo	Tipo de estudio	Población	Datos relevantes
21	2010		Precisión diagnóstica	Pacientes de 65 años o más, hospitalizados en un servicio médico general del Hospital Universitario de Angers francés que no estaban diagnosticados de EAP	Las medidas se llevaron a cabo por el mismo examinador, el cual estaba entrenado en el empleo del método Doppler. Los resultados del estudio muestran que el método automático oscilométrico presenta una sensibilidad del 34,78% y una especificidad del 96,29%. Así pues, determinan que el método automático no resulta útil para el diagnóstico de la EAP debido a su falta de sensibilidad y a su baja eficiencia. Se observó una pobre fiabilidad entre las mediciones de ambos métodos para el cálculo del ITB. Además, se ha visto que existe una gran variabilidad de los resultados, lo que altera las decisiones clínicas.  Como conclusión, determina que los resultados de ITB obtenidos por el dispositivo automático no son fiables, y es necesario el método Doppler para obtener una medición adecuada de este. Por tanto, no considera el método automático como una alternativa al Doppler, a pesar de sus ventajas en la práctica clínica. Con esto refuerza la importancia de programas de capacitación a médicos generales para el uso adecuado del método Doppler
22	2012		Precisión diagnóstica	Pacientes con al menos dos de los factores de riesgo CV que describe la European guidelines on CV prevention	Durante el estudio, todas las mediciones se llevaron a cabo en las mismas condiciones. Los valores se compararon con los obtenidos por el método Doppler en los mismos pacientes de forma aleatoria. Para las mediciones en los brazos, el método Doppler fue asistido por el dispositivo automático Omron HEM-907; mientras que, para las mediciones en las EEI, se empleó únicamente el método Doppler. A diferencia de estos dos, el SVL es un dispositivo automático con dos manguitos que se conectan al ordenador y permiten la medición simultánea de la presión sanguínea en el brazo y en las EEI.  En el estudio se observó una fuerte correlación con el método Doppler en sujetos clasificados con un ITB anormal, además de una buena concordancia entre ambos métodos. También se ha visto que la medición del ITB con el SVL es reproducible. Este método no requiere de un equipo especial y únicamente se necesita un mínimo conocimiento para su uso.  Los resultados confirman estudios previos en los que se concluye que las medidas obtenidas por el método oscilométrico son útiles para la evaluación del ITB. Finalmente, como conclusión, determina que el método automático SVL concuerda con el método Doppler. Además, hace hincapié en que es más rápido y fácil de usar, lo que ayudaría a realizar un mayor número de mediciones de ITB en sujetos asintomáticos
23	2011	Evaluar el nuevo dispositivo automático oscilométrico (BOSO ABI-system 100) en comparación con el método estándar, la técnica Doppler (DOPPLEX MULT, HUNTLEIGH)	Precisión diagnóstica	Se escogió una muestra aleatoria representativa de pacientes mayores de 25 años del estudio checo post-MONICA	Este dispositivo automático consta de 4 manguitos (2 para los brazos), por lo que una de las ventajas del BOSO ABI-system 100 en comparación con otros dispositivos oscilométricos es su capacidad para medir la presión sanguínea en las 4 extremidades a la vez, evitando así la fluctuación de la presión sanguínea entre las mediciones.  Considerando el método Doppler como el <i>gold standard</i> , la medición oscilométrica automática en este estudio tenía una sensibilidad del 76,7%, una especificidad del 97,6%, el 33,3% de valores predictivos positivos y el 99,6% de negativos en el diagnóstico de ITB < 0,9. Además, el método automático obtuvo un valor predictivo negativo muy alto al excluir a pacientes con un ITB bajo (ITB < 0,9), lo que recomienda su utilización en AP como herramienta de cribado para la EAP, con la confirmación posterior del diagnóstico por el angiólogo a través del método Doppler u otras técnicas.  Como conclusión, BOSO ABI no puede sustituir el método Doppler para el diagnóstico de EAP, pero debido a su alto valor predictivo podría emplearse como una herramienta de cribado para la EAP. Además, el bajo tiempo de empleo y la mínima habilidad que se requiere para su uso correcto, haría posible su uso en atención primaria permitiendo así identificar a pacientes con un alto riesgo CV que son asintomáticos
24	2008	Evaluar la validez y la fiabilidad del cálculo del ITB con el dispositivo automático (ProM, Spengler, Cachan, France) y la palpación del pulso en comparación al método Doppler (Huntleigh Diagnostics, Cardiff, UK)	Precisión diagnóstica	Pacientes con sospecha de CI o EAP, además de 10 voluntarios sanos sin ningún diagnóstico CV previo	Las mediciones las llevaron a cabo 5 médicos vasculares con experiencia previa. En este estudio se observa que el dispositivo automático es más específico que sensible, ya que presenta una sensibilidad del 98,3-76% y una especificidad del 88,3-96,4%. La reproducibilidad inobservador de la determinación por el método automático fue peor que la obtenida por el método Doppler ( $p < 0,05$ ). Los resultados concuerdan en que los datos de ITB obtenidos mediante la medición de las presiones en extremidades por palpación del pulso o el dispositivo automático no son fiables; el método Doppler es necesario para una adecuada medición de este. También recalca la importancia de llevar a cabo programas de capacitación del método Doppler en médicos de AP e incluir la enseñanza de este en las escuelas de medicina. No obstante, considera necesario evaluar la relación efectividad-coste debido al tiempo de empleo que requiere el método Doppler y reafirma la importancia de seguir investigando para desarrollar un método más simple que mida el ITB de manera fiable
25	2019	Comparar los valores de ITB obtenidos por el método automático oscilométrico y el método Doppler	Precisión diagnóstica	Pacientes con diabetes tipo 2	Las mediciones las llevó a cabo un único examinador en ambos métodos. La sensibilidad y especificidad entre las dos modalidades fue de un 60 y un 93,9% para el pie derecho, y un 60 y 97,4% para el pie izquierdo, respectivamente. Además, para el pie izquierdo, el valor predictivo positivo fue del 81,81% y el valor predictivo negativo del 92,68%, de manera similar, para el pie derecho fue del 54,5 y del 95,12%, respectivamente.  Este estudio refiere que el método Doppler depende del examinador, mientras que este no influye en el valor de ITB obtenido por el dispositivo automático, siendo los resultados más fiables. Además, el dispositivo oscilométrico parece ser una técnica válida para diagnosticar EAP, pero no su estado grave. Otro inconveniente del método oscilométrico es su falta de capacidad para medir bajas presiones en el tobillo en comparación con el Doppler. A pesar de esto, el dispositivo automático podría ser una herramienta útil para detectar y diagnosticar EAP.  Así pues, este estudio determina que el método automático es comparable con el método Doppler, ya que es rentable económicamente, requiere de menos tiempo y se puede utilizar sin ningún entrenamiento previo del dispositivo
26	2019	Evaluar la fiabilidad inter e intraevaluador del ITB en adultos	Revisión de la literatura	Población adulta	La búsqueda bibliográfica se llevó a cabo en las bases de datos: MEDLINE, Embase y CINAHL. Se encontraron 1.703 artículos, de los cuales 15 fueron los que se seleccionaron para la revisión. La calidad de los estudios fue variable con respecto al cegamiento entre investigadores, el orden del procedimiento y el tiempo entre las mediciones; sin que ningún estudio abordó de forma clara todas estas variables.  Los resultados de los estudios incluidos determinan que la fiabilidad inter- e intraobservador del ITB es aceptable. Sin embargo, las diferencias entre los métodos de obtención de los valores de presión sistólica, del ITB y la incompleta determinación de las metodologías y el análisis estadístico, dificultan la validez de los resultados incluidos en los estudios. Por tanto, refiere que es necesario llevar a cabo más investigación sobre la fiabilidad del ITB utilizando un diseño más centrado y un informe más detallado de los resultados

AP: atención primaria; CI: claudicación intermitente; CV: cardiovascular; EEI: extremidades inferiores; ITB: índice tobillo-brazo; PA: presión arterial.

de pacientes sin EAP conocida.

Aparte de esto, en el estudio de Vinyoles et al.<sup>6</sup> hasta en un 17% de los pacientes el método oscilométrico no pudo obtener una lectura válida del ITB por fallo en la determinación en el tobillo que, posiblemente, esté relacionado con el diseño del manguito al estar diseñado exclusivamente para su determinación en el brazo. La falta de estos valores puede dar lugar a cierto sesgo de selección, ya que se tuvo que determinar el valor de ITB en estos casos mediante la técnica Doppler dando lugar a 12 casos alterados. Sin embargo, Kawamura<sup>19</sup>, en los pacientes en los que no se pudo determinar el ITB por el método oscilométrico (un 9,3% de los sujetos) y que se sometieron al método Doppler, se confirmaron niveles alterados de ITB, estableciendo que los dispositivos automáticos son válidos a excepción de presentarse valores bajos de presión sanguínea en las EEII, donde se empleó el método tradicional. Varios son los estudios<sup>3,5,15,17,25</sup> que durante la investigación, en caso de valores bajos de ITB, el dispositivo oscilométrico proporcionaba valores repetidos de error.

Además, como determinan Raya et al.<sup>2</sup>, el dispositivo oscilométrico tiende a sobreestimar los valores de PAS, dando valores superiores de ITB a los obtenidos mediante el Doppler. Esto puede estar relacionado con la aparición de falsos negativos y, por tanto, con el infradiagnóstico existente de la arteriopatía periférica. Como solución a esto, se recomienda subir el punto de corte de 0,9 a 0,95 o, incluso, hasta 1.

## CONCLUSIONES

La elaboración de esta revisión sistemática ha sido de gran utilidad para poder determinar el escaso número de estudios que valoran la fiabilidad/eficacia de los dispositivos automáticos y, por consiguiente, su implementación en la práctica clínica. Además, debido a la gran variedad de las metodologías empleadas, los perfiles de la población escogida, los modelos de aparatos seleccionados para el estudio y las diferencias en el entrenamiento del personal que realiza las mediciones, los resultados obtenidos no son significativos, por lo que no se puede afirmar la sustitución del método tradicional por los equipos oscilométricos automáticos en el cálculo del ITB.

Tal vez, si se tienen en cuenta todas las limitaciones anteriores, podrían emplearse los dispositivos oscilométricos automáticos en caso de no disponer del método Doppler o de entrenamiento previo, para así evitar su infradiagnóstico en la práctica clínica y su empleo únicamente en los que presentan clínica de arteriopatía periférica o sospecha de esta. Finalmente, se concluye que hasta la fecha no se dispone de evidencia suficiente que determine la fiabilidad de los aparatos oscilométricos automáticos, recomendando así que se continúen elaborando estudios con un diseño más centrado para poder establecer alternativas al método tradicional en la práctica clínica ■

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## BIBLIOGRAFÍA

- Marinel-lo Roura J, Verdú Soriano J, coordinadores. Conferencia Nacional de Consenso sobre las Úlceras de la Extremidad Inferior (CONUEI). Documento de consenso 2018. 2.ª ed. Madrid: Ergon; 2018.
- Raya R, Martínez N, Cayuelas F, Pera G, García Y. Comparación de dos oscilómetros automáticos vs el método tradicional con sonda Doppler en la determinación del índice tobillo-brazo. *Aten Prim Pract.* 2019;1:3-8.
- Kollias A, Xilomenos A, Proterogerou A, Dimakakos E, Stergiou GS. Automated determination of the ankle-brachial index using an oscillometric blood pressure monitor: validation vs. Doppler measurement and cardiovascular risk factor profile. *Hypertens Res.* 2011;34:825-30.
- Ma J, Liu M, Chen D, Wang C, Liu G, Ran X. The validity and reliability between automated oscillometric measurement of ankle-brachial index and standard measurement by eco-Doppler in diabetic patients with or without diabetic foot. *Int J Endocrinol.* 2017;2017:2383651.
- Forés R, Alzamora MT, Pera G, Torán P, Urrea M, Heras A. Concordancia entre 3 métodos de medición del índice tobillo-brazo para el diagnóstico de arteriopatía periférica. *Medi Clin (Barc).* 2014;143:335-40.
- Vinyoles E, Pujol E, Casermeiro J, De Prado C, Jabalera S, Salido V. Índice tobillo-brazo en la detección de arteriopatía periférica: estudio de validez y concordancia entre Doppler y método oscilométrico. *Med Clin (Barc).* 2007;128:92-4.
- Arévalo Manso JJ, Juárez Martín B, Gala Chacón E, Rodríguez Martínez C. El índice tobillo-brazo como predictor de mortalidad vascular. *Gerokomos.* 2012;23:88-91.
- Yao ST, Hobbs JT, Irving WT. Ankle systolic pressure measurements in arterial disease affecting the lower extremities. *Br J Surg.* 1969;56:676-9.
- Torra i Bou JE. Evaluación clínica de un apósito hidrocelular en el tratamiento de úlceras venosas de pierna. *Rev ROL Enferm.* 1999;22:531-6.
- Armero Barranco D, Alcaraz Baños MM, Bernal Páez FL, Felices Abad JM. Control de pacientes con problemas isquémicos en miembros inferiores. *Enferm Global.* 2002;1:1-14.
- Mendiolaigoitia Cortina L, Ultra Rodríguez E. Arteriopatía periférica y ecodoppler en la consulta de enfermería. *Metas Enferm.* 2001;IV:44-50.
- Chongthawonsatid S, Dutsadeevattakul S. Validity and reliability of the ankle-brachial index by oscillometric blood pressure and automated ankle-brachial index. *J Res Med Sci.* 2017;22:44.
- Álvarez CE, Verdú G, Éna J. Utilidad de la pulsioximetría en el cribado de enfermedad arterial periférica en pacientes ingresados en servicios de medicina interna. *Clin Invest Arterioscl.* 2013;25:1-7.
- Instrumentos para la lectura crítica | CASPe. *Redcaspe.org.* 2020. Disponible en: <http://www.redcaspe.org/herramientas/instrumentos>
- Vega J, Romani S, Garcipérez FJ, Vicente L, Pacheco N, Zamorano J, et al. Enfermedad arterial periférica: eficacia del método oscilométrico. *Rev Esp Cardiol.* 2011;64:619-21.
- Novo-García C, Ciria-Uriel J, Novo-García E, Niño-de Mateo M. Determinación del índice tobillo-brazo mediante Doppler portátil y tensiómetro automático en pacientes diabéticos. *Enf Clin.* 2012;22:198-204.
- Páez AN, Oróstegui M, Hernández HJ, Valencia LI, Reyes CI, Tapias LF, et al. Validation of oscillometric measurement of ankle-brachial index compared with arterial lower limb echo-doppler for arterial disease. *Revista Colombiana de Cardiología.* 2010;17:157-66.
- Gengo e Silva RC, Amorin de Melo VF, Lima, De Medeiros Lima MA. Validity, reliability and accuracy of oscillometric devices, compared with Doppler ultrasound, for determination of the Ankle Brachial Index: an integrative review. *J Vasc Bras.* 2014;13:27-33.
- Kawamura T. Assessing Ankle-Brachial Index (ABI) by using automated oscillometric devices. *Arq Bras Cardiol.* 2008;90:294-8.
- Miname M, Bensenor IM, Lotufo PA. Different methods of calculating ankle-brachial index in mid-elderly men and women: the Brazilian Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil). *Braz J Med Biol Res.* 2016;49:e5734.
- Hamel J, Foucaud D, Fanello S. Comparison of the automated oscillometric method with the gold standard Doppler ultrasound method to access the ankle-brachial pressure index. *Angiology.* 2010;61:487-91.
- Rosenbaum D, Rodríguez-Carranza S, Laroche P, Bruckert E, Girard P, Girerd X. Accuracy of the ankle-brachial index using the SCVL®, an arm and ankle automated device with synchronized cuffs, in a population with increased cardiovascular risk. *Vasc Health Risk Manag.* 2012;8:239-46.
- Wohlfahrt P, Ingrischova M, Krajaovicchova A, Palous D, Dolejsova M, Seidlerová J, et al. A novel oscillometric device for peripheral arterial disease screening in everyday practice. The Czech-post MONICA study. *Int Angiol.* 2011;30:256-61.
- Aboyans V, Lacroix P, Doucet S, Preux P, Criqui MH, Laskar M. Diagnosis of peripheral arterial disease in general practice: can the ankle-brachial index be measured either by pulse palpation or an automatic blood pressure device? *Int J Clin Pract.* 2008;62:1001-7.
- Khan SZ, Awn-Bin-Zafar NW, Miyan Z, Ulhaque MS, Fawwad A. Comparison of ankle-brachial index (ABI) measured by an automated oscillometric apparatus with that by standard hand-held doppler in patients with Type-2 diabetes. *Pak J Med Sci.* 2019;35:1167-72.
- Casey S, Lanting S, Oldmeadow C, Chuter V. The reliability of the ankle brachial index: a systematic review. *J Foot Ankle Res.* 2019;12:39.