

**Curvas de presión con índice
tobillo brazo mediante
pletismografía arterial por
volumen. Una revisión
sistemática**

**Pulse pressure curves with ABI
through volume arterial
plethysmography. A systematic
review**

10.20960/angiologia.00832

02/26/2026

Curvas de presión con índice tobillo brazo mediante pletismografía arterial por volumen. Una revisión sistemática
Pulse pressure curves with ABI through volume arterial plethysmography. A systematic review

Enrique Santillán-Aguayo¹, Javier E. Anaya-Ayala²

¹Departamento de Investigación y Desarrollo. Centro Especializado para el Tratamiento Integral de las Enfermedades Vasculares (CETIEV). Sección de Cirugía Vascular y Terapia Endovascular. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Ciudad de México, México. ²Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México

Correspondencia: Enrique Santillán-Aguayo. Departamento de Investigación y Desarrollo. Centro Especializado para el Tratamiento Integral de las Enfermedades Vasculares (CETIEV). C/ Tepic, 126. Roma Norte. 06760 Ciudad de México, México
e-mail: dr.santillan@cetiev.com

Recibido: 15/10/2025

Aceptado: 19/02/2026

Conflictos de interés: los autores declaran no tener conflictos de interés.
Inteligencia artificial: los autores declaran no haber usado inteligencia artificial (IA) ni ninguna herramienta que use IA para la redacción del artículo.

RESUMEN

Desde su introducción en 1969, la pletismografía constituye uno de los estudios utilizados más antiguos para la evaluación de la circulación arterial. La modalidad por volumen es asequible en México y posee

ventajas sobre estudios más complejos y costosos, como la tomografía, la resonancia y el ultrasonido Doppler, sin la limitación “operador dependiente” de este último.

Hacemos una revisión de artículos sobre pletismografía arterial por volumen utilizando el análisis de la curva de presión de pulso (CPP) con o sin índice tobillo-brazo (ITB), el registro de las oscilaciones (ROCPP) y/o las presiones diastólicas como una alternativa potencial a la forma de las ondas obtenidas por Doppler arterial. Las búsquedas se realizaron en PRISMA utilizando PubMed, PubMed Central y Google Scholars. Los criterios de inclusión se estudiaron utilizando un pletismógrafo de volumen en pacientes con enfermedad arterial, diabetes / pie diabético que mencionen CPP, ROCPP y/o presiones diastólicas y estudios casos-controles. Se obtuvieron 2103 artículos que, después de aplicar los criterios de inclusión, se redujeron en 263, de los que se excluyeron 257; se utilizaron 6 y se eliminaron 5. No se encontraron artículos que usaran los criterios utilizados. La pletismografía arterial es un estudio paraclínico poco utilizado y que potencialmente podría sustituir al USG Doppler arterial en ciertos contextos descritos en el artículo. Es rápido, práctico, la naturaleza operador dependiente puede reducirse al mínimo y puede generar registros de todo el sistema arterial troncal en la extremidad.

Palabras clave: Pletismografía por volumen. Grabaciones de volumen de pulso. Diagnóstico de insuficiencia arterial.

ABSTRACT

Plethysmography is one of the oldest studies to analyze arterial circulation (1969), the volume modality is affordable in our country and has advantages over more complex and expensive studies such as CT, MRI and Doppler USG, without the operator-dependent nature of the latter. Define whether there are articles on arterial volume

plethysmography using the pulse pressure curve (PPC) with or without ABI, the recording of the oscillations (PPCOR) and/or diastolic pressures as a potential alternative to the shape of the waves obtained by arterial Doppler. Prisma-based search using PubMed, PubMed Central and Google Scholars. Inclusion criteria include studies using Volume Plethysmography in patients with Arterial Disease, Diabetes/Diabetic foot that mention PPC, PPCOR and/or diastolic pressures, case-control studies. 2,103 articles were obtained applying the criteria, leaving 263 of which 257 were excluded, using 5 and eliminating 5. No articles were found using the criteria. Arterial plethysmography is a rarely used paraclinical study and could potentially replace arterial Doppler USG in some contexts described in this article. It is fast, practical and the operator-dependent nature can be minimized. It can generate records of the entire trunk arterial system in the extremity.

Keywords: Volume plethysmography. Pulse volume recordings. Arterial insufficiency diagnosis.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad arterial es una condición médica que pone en riesgo la viabilidad del órgano blanco (u órgano diana). La variante periférica compromete especialmente las extremidades de los pacientes que la padecen. Puede afectar a los brazos y a las piernas, pero lo más frecuente es que la isquemia que amenaza la extremidad ocurra en las extremidades inferiores. El diagnóstico es clínico, pero requiere de mucha experiencia; e incluso con médicos vasculares experimentados, en ocasiones, la clínica puede no aportar la información suficiente que permita la toma de decisiones. El estándar de referencia para el diagnóstico y el tratamiento, aunque se considera que es la angiografía por sustracción digital (1,2), en las guías globales (consideradas así

debido a que participaron distintos centros de EE. UU. y de Europa) de manejo para la isquemia crítica que amenaza la extremidad se sugiere que, debido a que cada vez es más frecuente la disponibilidad del ultrasonido Doppler arterial periférico, tomografía computarizada y resonancia magnética, estas deben considerarse como una de las primeras técnicas de imagen a utilizar (1), además de la naturaleza invasiva de la angiografía (2), a lo que agregaríamos, en relación al ultrasonido, que siempre y cuando el operador que lo realiza sea alguien experimentado, dada la naturaleza operador dependiente del estudio. Estas guías globales mencionan como estrategias adicionales no invasivas para el diagnóstico la flujometría por láser Doppler, la presión transcutánea de oxígeno ($TcPO_2$), las presiones de perfusión cutánea y la pletismografía. Aunque existen distintas modalidades, desde la perspectiva de la asequibilidad la única disponible en México es la pletismografía por volumen. En su modalidad accesible el equipo puede costar aproximadamente 50 000 pesos mexicanos, y la inaccesible cuesta varios cientos de miles de pesos, muy cerca del millón, con la ventaja de contar con fotopletismografía y la capacidad de realizar mediciones simultáneas de las 4 extremidades.

La pletismografía arterial es la más antigua de todas; uno de los artículos data de 1969 (3). Una gran ventaja de la pletismografía arterial es que, una vez entendido el proceso de medición, es un estudio no operador dependiente y que consume muy poco tiempo, lo contrario de lo que sucede con el ultrasonido, a lo que se suma que los equipos más actuales incluso calculan de forma indirecta el índice tobillo brazo (ITB o ABI en inglés). Una opción descrita en las guías globales considerada como criterio diagnóstico para isquemia crítica que amenaza la extremidad es el análisis de la forma de la onda en el registro de volumen de pulso (*pulse volume recordings* en inglés), utilizando una forma de onda aplanada o mínima como criterio para isquemia crítica que amenaza la extremidad. Además, estas guías sugieren que, en

pacientes con calcinosis de la media, como los diabéticos, deben correlacionarse las presiones registradas (ITB o presión de los dedos de los pies) con las formas de la onda en el Doppler arterial (1), algo que podría hacerse también con un pletismógrafo de volumen al registrar ondas basadas en los cambios de volumen intravascular, que es potencialmente capaz de sustituir específicamente esa función del ultrasonido Doppler arterial, lo que permite, con un equipo que no depende estructuralmente del operador, guiar nuestras decisiones terapéuticas con un estudio cuya ejecución dura de 10 a 20 minutos.

El objetivo primario de este artículo es definir si existen estudios que consideren otros parámetros pletismográficos, además del aplanamiento, en cualquier momento del abordaje diagnóstico-terapéutico en pacientes con patologías arteriales específicas, como enfermedad arterial aguda, enfermedad arterial crónica y pie diabético isquémico. Los otros parámetros para considerar incluyen: el análisis de las curvas de presión de pulso con o sin índice tobillo-brazo (ITB), el del registro de las oscilaciones de las curvas de presión de pulso y/o el de las presiones diastólicas mediante pletismografía arterial por volumen como una alternativa potencial a la forma de las ondas obtenidas por el Doppler arterial espectral, algo que podría permitir sentar las bases para después realizar estudios de un mayor nivel científico de evidencia. Nos basaremos exclusivamente en el análisis de los resúmenes de todos los artículos encontrados con la finalidad de entender los parámetros que otros autores utilizan para ponerlos en práctica con sus pacientes, considerando la revisión de los artículos en caso de que ya estén utilizando los parámetros descritos.

Se estableció como objetivo secundario (en caso de la ausencia de información que analizar) mostrar una gráfica que permita entender con facilidad qué componentes tiene un estudio pletismográfico por volumen completo. En este contexto no se busca analizar de forma minuciosa cada uno de los artículos, ya que los autores buscan mostrar la

practicidad del equipo en los pacientes con las patologías arteriales descritas, sin contaminar el método de análisis realizado en la Clínica Especializada en el Tratamiento Integral de Enfermedades Vasculares (CETIEV), para lo que al final del artículo también se incluirán casos representativos de cada patología y estudios representativos de cada uno de los criterios utilizados en el método personal de análisis de la clínica con la intención de mostrar su practicidad, dada la ausencia de evidencia o protocolos instaurados.

MÉTODOS

Se hizo una búsqueda para una revisión sistemática basada en la lista de cotejo PRISMA 2020, realizada por el primer autor, utilizando PubMed, PubMed Central y Google Scholars para localizar todos los artículos en los que se haya registrado la utilización de un pletismógrafo de volumen, ya sea alámbrico o inalámbrico, en pacientes con las patologías arteriales descritas (enfermedad arterial aguda, enfermedad arterial crónica y pie diabético isquémico). No se limitó la búsqueda a ninguna década. El protocolo no se encuentra registrado debido a que la búsqueda inicial de prueba registró muy pocos resultados y se consideró que era un tema poco estudiado que no merecía un procedimiento riguroso. Se consideró innecesaria la realización de una segunda revisión por el segundo autor, dada la escasez de información. Los autores declaran no tener conflictos de interés. Las palabras claves utilizadas incluyeron “*Lower limb arterial volume plethysmography*”. Se utilizaron los operadores booleanos {NOT} para “*venous*” y para “*vein*”. La búsqueda se limitó a estudios de casos y controles para poder contrastar los resultados con pacientes sanos en caso de existir evidencia y, en el caso de la ausencia de evidencia, se decidió solo la lectura de los resúmenes debido a que no se busca la experiencia interpretativa de otros autores, sino que sean capaces de definir los parámetros incluidos

en un pletismógrafo de volumen que utilizan otros autores para analizar las patologías arteriales referidas.

Los términos MeSH utilizados incluyen: (("CASE (Phila)"[Journal] OR "case"[All Fields]) AND ("prevention and control"[Subheading] OR ("prevention"[All Fields] AND "control"[All Fields]) OR "prevention and control"[All Fields] OR "control"[All Fields] OR "control groups"[MeSH Terms] OR ("control"[All Fields] AND "groups"[All Fields]) OR "control groups"[All Fields]) AND ("lower extremity"[MeSH Terms] OR ("lower"[All Fields] AND "extremity"[All Fields]) OR "lower extremity"[All Fields] OR ("lower"[All Fields] AND "limb"[All Fields]) OR "lower limb"[All Fields]) AND ("arteries"[MeSH Terms] OR "arteries"[All Fields] OR "arterial"[All Fields]) AND volume[All Fields] AND ("plethysmography"[MeSH Terms] OR "plethysmography"[All Fields])) NOT ("veins"[MeSH Terms] OR "veins"[All Fields] OR "vein"[All Fields]) NOT ("veins"[MeSH Terms] OR "veins"[All Fields] OR "venous"[All Fields]).

Los criterios de inclusión son: 1) estudios en los que se haya utilizado un pletismógrafo de volumen en pacientes con enfermedad arterial aguda o crónica y diabetes *mellitus* / pie diabético; 2) estudios que mencionen las curvas de presión de pulso con o sin índice tobillo-brazo (ITB) y/o el registro de las oscilaciones de las curvas de presión de pulso y/o las presiones diastólicas, y 3) estudios de casos y controles. Los criterios de exclusión son reportes de caso, serie de casos, ensayos clínicos, revisiones sistemáticas y metaanálisis. Los de eliminación incluyen artículos que fueron confundidos y no filtrados. La estrategia de búsqueda consistió en utilizar las frases claves en las bases de datos mencionadas y los resultados se reportan en la siguiente sección de estudios seleccionados. La búsqueda se realizó el 20 de julio de 2024 y se consideró innecesario realizar una segunda búsqueda debido a la escasa información registrada.

Para mostrar la practicidad de la pletismografía de volumen y el gran apoyo en la práctica clínica diaria, se incluyen los casos representativos

después de la discusión. Los pacientes que participan en el estudio aceptaron y firmaron un consentimiento informado para poder utilizar la información guardada en el expediente clínico electrónico (ECE) de CETIEV, clínica especializada en el tratamiento integral de las patologías vasculares, ubicada en Ciudad de México. El anonimato de los pacientes y la privacidad de su información se lograron eliminando los nombres en los estudios externos registrados en el ECE y utilizando el sistema de registros oficial de MESI mRecords, donde solo puede accederse al reporte sin ningún indicativo de pacientes. No se sometió el estudio a autorización por parte de un comité de ética debido a su naturaleza retrospectiva y a la ausencia de datos personales.

Estudios seleccionados y análisis

Se realizó una revisión de los títulos para definir si cumplían con los criterios de inclusión y, aquellos que cumplieron con alguno de los criterios, el resumen fue revisado para confirmar su cumplimiento. La información se resume en la tabla I y en la figura 1.

Una vez aplicado el proceso metodológico, se procedió a leer el resumen por completo para poder definir si los componentes del resultado de la pletismografía arterial por volumen (y, además, definir cuáles) se utilizan para analizar a sus pacientes a través de estudios de casos y controles. También se realizó una búsqueda manual considerando la inclusión de todos los artículos encontrados que mencionaran cualquiera de los criterios de inclusión, independientemente del diseño del estudio, además de estudios en español escritos con relación a la pletismografía, con la intención de profundizar en la discusión.

No se realiza ningún análisis de datos puesto que, en primer lugar, la intención del artículo, a través de su objetivo principal, es definir si la pletismografía arterial se utiliza como un estudio paraclínico complementario en pacientes con enfermedad arterial junto con los

parámetros considerados, y en segundo lugar, porque no se obtuvieron artículos que permitan realizar algún análisis de datos.

RESULTADOS

Se obtuvieron un total de 2103 artículos, de los que, a través de herramientas automáticas y con los términos MeSH registrados en metodología, quedaron solo 263, de los que ninguno cumplió con los criterios de inclusión, por lo que se tuvo que buscar de forma manual algo que permitiera generar una discusión de mayor calidad. Los artículos de la introducción se buscaron manualmente (1-3).

Los artículos excluidos lo fueron porque, con los criterios aplicados, el buscador confundió artículos sobre otros pletismógrafos: con uno óptico (4), temas no relacionados con los criterios de inclusión (5-7) o porque utilizan un parámetro que no fue considerado por el diseño original (variabilidad) (8). También de forma manual se utilizaron 7 artículos que nos permiten proporcionar evidencia de algunas de las consideraciones descritas en la discusión (9-15).

DISCUSIÓN

Las bases de datos consideradas en la metodología representan aproximadamente el 80 % de la información publicada en el conglomerado total de bases de datos que existen en el mundo, por lo que, sin duda, eso es una de las principales debilidades de este estudio. Sin embargo, ese 80 % de información sugiere que, en pletismografía arterial por volumen, ni las curvas de presión de pulso, ni el registro de las oscilaciones de las curvas de presión de pulso ni las presiones diastólicas se utilizan de forma regular como método de análisis en los pacientes con las patologías arteriales consideradas en la metodología, y es muy probable que no estén utilizándose tampoco de forma regular como sustitutos de las formas de la onda en el ultrasonido Doppler arterial. Solo de forma manual fue posible localizar un estudio

transversal en el que utilizan como parámetro la variabilidad de las curvas de presión (8), pero sin fines diagnósticos; un artículo en el que mencionan a la pletismografía segmentaria como método de criba (9) sin profundizar; otro en el que calculan el ITB de forma indirecta mediante fotopletismografía como sustituto del ITB manual (10); un par en los que profundizaremos un poco para definir la forma en que analizan la curva de presión de pulso, en los que utilizan los sinónimos “onda de volumen de pulso” (11) y “análisis del volumen de pulso” (12); el único artículo en español en el que mencionan PVR como siglas de “*Pulse Volumen Recordings*” (13) en contexto diagnóstico; un segundo artículo en español, pero de pletismografía en patología venosa (14), y finalmente un último artículo escrito por enfermería en el que reconocen la pletismografía como potencial marcador de disfunción endotelial (15). Es importante mencionar que ninguno de los estudios agregados de forma manual cumplió con los criterios de inclusión de este proceso metodológico y que los artículos que llegan a abordar el tema no especifican el tipo de pletismógrafo que utilizan (11,12), algo que debe considerarse como área de oportunidad de estudio para su posterior estandarización debido a que los distintos mecanismos de medición podrían limitar potencialmente su uso en circunstancias específicas. Por ejemplo, la pletismografía por volumen requiere de un brazalete que cubra de forma circunferencial la extremidad y su uso se limita a personas con un diámetro suficiente que permita que el brazalete cubra la periferia del sitio donde está realizándose la medición, además de cumplir el requisito de proporción al volumen de la extremidad. También se limita si el paciente tiene problemas de movimiento, como movimientos anormales, en caso de enfermedades neurológicas a nivel central o a nivel periférico, y en pacientes con dolor que no toleran la presión aplicada por el brazalete, algo que tratamos de disminuir aplicando recomendaciones de higiene de columna y de articulaciones.

En los artículos en los que se utilizan las curvas de presión de pulso reportan una excelente especificidad para detectar enfermedad arterial frente al ITB calculado por métodos tradicionales (88,8 % frente al 72,7 %) (11) y que combinar modalidades (curva de presión más ITB indirecto) representa un método muy preciso para descartar enfermedad arterial periférica; también concluyen que este método puede utilizarse en la atención primaria para reducir de una forma segura referencias innecesarias a centros de atención secundaria (12) e incluso referencias tempranas de pacientes con enfermedad arterial subclínica.

Podemos concluir sin certeza, puesto que se requieren estudios con distintos procesos metodológicos, a pesar de que la pletismografía arterial es bastante antigua (3), que su utilización es limitada y se reserva para contextos de investigación, sin utilizarse de forma rutinaria. Lo anterior podría explicarse en parte debido a que la mayor parte de especialistas en enfermedades vasculares (la mayoría son cirujanos vasculares) la consideran poco útil en la práctica diaria. Por un lado, probablemente porque, al menos en México, los cursos de angiología y cirugía vascular se enfocan vagamente en la hemodinamia arterial y su principal enfoque es quirúrgico, algo que merece estudiarse de forma prospectiva, y, por otro, debido a que existen pocos recursos literarios en inglés, y aun menos en español, probablemente como consecuencia directa de lo previamente comentado.

Debilidades de esta revisión

Es una revisión limitada a un análisis cualitativo y no cuantitativo, reducido a solo estudios de casos y controles, aunque al final se permitió la inclusión de artículos con cualquier diseño, concluyendo su ausencia. No se incluyeron otras bases de datos ni estudios presentados en congresos médicos o tesis de estudiantes de posgrado.

Procedimiento utilizado en CETIEV al realizar pletismografía arterial de extremidades con un equipo de volumen

Se coloca al paciente en decúbito supino y se le deja en reposo 5 minutos. Se coloca el manguito/brazalete de brazo y posteriormente se coloca el brazalete en cada extremidad, poniendo atención en los indicadores del productor para cada extremidad (color) y en el marcador (una flecha) que indica la dirección del territorio arterial que va a analizarse. El equipo con el que se cuenta en el CETIEV viene con un brazalete de un color distinto para cada extremidad: rojo para el brazo, verde para la extremidad pélvica derecha y amarillo para la izquierda (Fig. 2). De esta misma manera puede observarse en el reporte del estudio. La flecha puede dirigirse a la arteria que desea analizarse, ya sea la arteria tibial anterior o la posterior (Fig. 2). Si se desea puede dirigirse a la arteria peronea, algo que no realizamos de forma rutinaria por el trayecto anatómico, e incluso después puede dirigirse hacia la arteria poplítea. Si se contara con los brazaletes correctos (en diámetro), el equipo potencialmente podría colocarse en el muslo para registrar la arteria femoral y en el dorso o planta del pie. Esto puede considerarse como una pletismografía arterial segmentaria.

Debido a que el reporte del pletismógrafo de volumen con el que contamos en el CETIEV no permite diferenciar de forma electrónica el territorio arterial que está analizándose, de forma rutinaria se rotulan con un marcatextos los resultados impresos entregados a los pacientes y se guarda en el expediente clínico electrónico de forma independiente cada registro y se rotula según el segmento.

En el siguiente apartado se muestran estudios representativos y casos clínicos de pacientes para poder mostrar la practicidad de este equipo en la consulta.

Casos clínicos para analizar estudios representativos

Se muestra un reporte completo en la figura 2, en la que pueden identificarse las curvas de presión de pulso (CPP), el índice tobillo-brazo (ITB), el registro de las oscilaciones (ROCPP) de las curvas de presión de pulso y las presiones sistólicas (PS) y diastólicas (PD).

En la figura 3 el caso es de un paciente masculino con enfermedad arterial periférica en miembro pélvico derecho, que inició su proceso de tratamiento en diciembre de 2023, tratado de manera inicial con el esquema COMPASS, aunado a atorvastatina, antecedente de hipertensión arterial y diabetes *mellitus* de tipo 2. Se realizó el mismo mes un angio TAC con diagnóstico basado en el TASC-II de enfermedad aortoiliaca TASC C y enfermedad femoropoplítea derecha TASC C (A). La pletismografía arterial inicial (B) no cumplió con criterios para isquemia crítica que amenaza la extremidad, unido a que en segundo dedo del pie (C) tenía una herida, que cicatrizó de forma espontánea con tratamiento médico en 2 semanas (D). Debido a una nueva lesión en el cuarto dedo del pie (E), que también cicatrizó con manejo médico (F), se tuvo la sospecha de osteomielitis metatarsal y, para poder realizar protocolo quirúrgico con resonancia magnética, se continuó solo con manejo médico; se perdió el seguimiento del paciente por cuestiones personales. Acude nuevamente a la clínica por exacerbación de los síntomas iniciales (dolores neuropáticos) con síntomas en reposo y la aparición de una lesión necrótica en el cuarto dedo del pie (G). La pletismografía de control (H) tuvo una mejoría en la arteria tibial posterior; incluso el equipo registró presión y pudo calcular un ITB, pero en la arteria poplítea con un cambio sugestivo de exacerbación, situación que sugirió la necesidad de revascularización en un paciente con osteomielitis, puesto que la resonancia magnética (I) la había reportado (en la falange proximal del primer dedo del pie), hallazgos que en conjunto explican potencialmente todas las lesiones, incluyendo la necrosis.

El paciente del caso registrado en la figura 3 fue sometido a amputación del cuarto dedo del pie derecho con fasciotomías. Presentaba adecuado sangrado, con eutermia y llenado capilar inmediato, por lo que se decidió dejar pendiente la revascularización hasta el control del foco infeccioso, con la potencial probabilidad de evitar la revascularización en caso de cicatrización espontánea, dado que los síntomas neuropáticos se controlaron por completo con el tratamiento antibiótico dirigido por cultivo. Cabe mencionar que se obtuvieron biopsias del hueso de la falange proximal del primer dedo del pie, de la falange media del cuarto dedo del pie y de la cuarta cabeza metatarsal, que revelaron *S. marcescens* con *P. aeruginosa* en las dos falanges, aunado a *S. marcescens* con *P. aeruginosa* y *C. freundii* en la cuarta cabeza metatarsal.

La figura 4 muestra el caso clínico de la paciente del sexo femenino de la figura 1. Tiene antecedente de diabetes *mellitus* de tipo 2. Acude para seguimiento en julio de 2024 y se registra una pletismografía en tibial anterior y posterior (B) en miembro pélvico derecho, sin posibilidad de registrar a nivel poplíteo por dolor en la extremidad izquierda, la contralateral a la lesión inicial. Se contrasta la pletismografía con una previa pletismografía arterial del segmento tibial posterior (A) y un USG Doppler arterial de ambos miembros pélvicos, realizado por uno de los expertos más confiables en el estudio en la Ciudad de México.

La figura 5 es el caso de un paciente con un cuadro de insuficiencia arterial crónica agudizada con hiperemia reactiva en miembro pélvico derecho que requirió la realización de una angioplastia simple femoropoplítea en la que se utilizó exclusivamente la pletismografía arterial para planear la cirugía y confirmar el resultado terapéutico. El paciente tiene antecedente de diabetes *mellitus* e hipertensión arterial de larga evolución.

Por último, la figura 6 muestra el caso de un paciente con pie diabético y con enfermedad arterial periférica. La pletismografía inicial (A) muestra

la incapacidad para registrar presiones tanto sistólicas como diastólicas en la arteria tibial anterior y posterior. Se trató con fasciotomía dorsal y ventral para prevenir una amputación y con esquema COMPASS durante 2 meses, tiempo en el que recupera presiones e incluso es posible calcular el ITB, sin revascularización de por medio, lo que confirma dos cosas: que no debemos considerar el ITB inicial como criterio de revascularización en un paciente con una infección activa y que puede darse seguimiento a pacientes con enfermedad arterial sin la necesidad de realizar un estudio morfológico, como el ultrasonido Doppler arterial o la tomografía, hasta que no se considere que se necesita un tratamiento quirúrgico, algo que, sin duda, puede ser beneficioso desde la perspectiva costo-efectividad; incluso potencialmente evitando la necesidad de estudios contrastados, estudios costosos o estudios que dependen del operador y del equipo.

CONCLUSIONES

La pletismografía arterial por volumen es un estudio paraclínico antiguo, pero poco utilizado y que potencialmente puede sustituir al ultrasonido Doppler arterial en el diagnóstico (asintomático y sintomático, como en isquemia que pone en riesgo la extremidad mediante la curva de presión de pulso) y en el seguimiento al analizar las curvas de presión de distintos segmentos arteriales independientes, con ventajas que no posee el ultrasonido, como la capacidad de registrar presiones diastólicas y de calcular un índice tobillo brazo desde el parámetro diastólico (algo imposible cuando solo registramos presiones sistólicas) y la capacidad de analizar los registros en conjunto, como en el caso de los ROCPP (registro de las oscilaciones de la curva de presión), en un equipo en el que la naturaleza operador dependiente puede limitarse al mínimo. Además, puede analizar la totalidad del sistema arterial troncal en la extremidad considerando que pueden registrarse curvas de presión de pulso en cada vaso, es decir, de forma independiente solo con

modificar la posición de los brazaletes, generando registros segmentarios y simultáneos con comparaciones también simultáneas.

El estudio es de bajo costo en comparación con la realización de un USG Doppler arterial, una tomografía arterial o una resonancia magnética y de ejecución rápida (menos de 20 minutos), en comparación con los anteriormente mencionados. La pletismografía arterial puede considerarse como un estudio hemodinámico puro. Los parámetros para considerar futuras investigaciones son los registros de la oscilación de las curvas de presión de pulso (ROCPP), las curvas de presión de pulso (CPP), las presiones sistólicas con el tradicional ITB e incluso las presiones diastólicas, con la posibilidad de calcular un ITB basado en esas presiones, agregando la variabilidad entre cada latido registrado en las curvas de presión de pulso (8). Se sugiere siempre aplicar recomendaciones de higiene de columna y de articulaciones al ejecutar el estudio, ya que, al tratarse de un estudio por volumen, es altamente sensible a los movimientos, sobre todo a los involuntarios, como las fasciculaciones; estas incluyen, para la posición de decúbito, el uso de una almohada cervical, lumbar y podálica, y en los pacientes con movimiento anormal de brazos, una almohada torácica.

BIBLIOGRAFÍA

1. Conte MS, Bradbury AW, Nihms PK, et al. J Vasc Surg 2021;69:3S-125S.
2. Parwani D, Ahmed MA, Mahawar A, et al. Peripheral Arterial Disease: A Narrative Review. Cureus 2023;15:1-15. DOI: 10.7759/cureus.40267
3. Roos DB. Plethysmography Peripheral Vascular Disorders. Surg Clin North Am 1969;49.

4. Alnaeb ME, Crabtree VP, Boutin A, et al. Prospective assessment of lower-extremity peripheral arterial disease in diabetic patients using a novel automated optical device. *Angiology* 2007;58:579-85.
5. Taneja I, Medow MS, Glover JL, et al. Increased vasoconstriction predisposes to hyperpnea and postural faint. *Am J Physiol* 2008;295:372-81.
6. Faghihimani E, Darakhshandeh A, Feizi A, et al. Evaluation of peripheral arterial disease in prediabetes. *Int J Prev Med* 2014;5:1099-105.
7. Diage TR, Johnson G, Ravipati G. Digital ankle-brachial index technology used in primary care settings to detect flow obstruction: A population based registry study. *BMC Res Notes* 2013;6:404. DOI: 10.1186/1756-0500-6-404
8. Svačinová J, Hrušková J, Jakubík J, et al. Variability of Peripheral Pulse Wave Velocity in Patients with Diabetes Mellitus Type 2 During Orthostatic Challenge. *Physiol Res* 2021;69:S433-41.
9. Guindo, J. *et al.* Métodos diagnósticos de la enfermedad arterial periférica. Importancia del índice tobillo-brazo como técnica de criba. *Rev Esp Cardiol Supl* 11-17 (2009).
10. Sánchez-Mengana A, Pascau-Simón A, García-Céspedes ME, et al. Índice tobillo-brazo obtenido mediante fotopletiśmografía como marcador de insuficiencia arterial periférica asintomática en pacientes prehipertensos. *Soc Cuba Cardiol* 2021;13:317-21.
11. Babaei MR, Malek M, Rostami FT, et al. Non-invasive vascular assessment in people with type 2 diabetes: Diagnostic performance of Plethysmographic-and-Doppler derived ankle brachial index, toe brachial index, and pulse volume wave analysis for detection of peripheral arterial disease. *Prim Care Diabetes* 2020;14:282-9.
12. Lewis JEA, Williams P, Davies JH. Non-invasive assessment of peripheral arterial disease: Automated ankle brachial index

measurement and pulse volume analysis compared to duplex scan. SAGE Open Med 2016;4:1-9.

13. Moreno FL, Barreiro A, Ibáñez V, et al. La pletismografía electronica PVR y las presiones parciales en el diagnóstico de la enfermedad arterial periférica. Angiologia 1983;35(6):256-66.

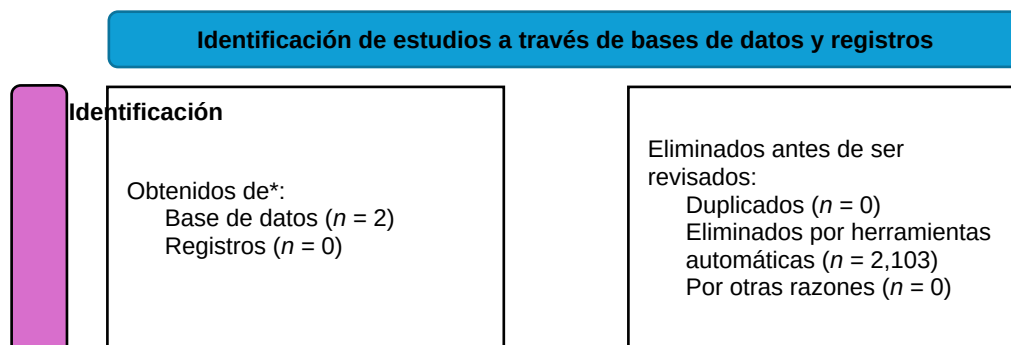
14. Álvarez Sánchez JA, Vega Gómez ME, Martínez Griñán MA, et al. La pletismografía en el estudio y seguimiento de los operados de varices. Angiologia 1988;40:145-8.

15. Toca M, Laso S, Herrero A. La pletismografía. medición de la función endotelial. Enfermería en Cardiol 2009;91-93.

Tabla I. Proceso metodológico para la selección de los artículos

Términos	Base de datos	Total	Revisados	Usados	Ref.	Última consulta
<i>"Lower limb arterial volume plethysmography"</i>	PubMed	6*	6	2		21 de julio
	PubMed Central	257*	257	3		21 de julio
	Google Scholars	0	0	-	-	-
	Total	263	263	5	-	-

Se aplica el operador booleano {NOT} con *"Vein"* y *"Venous"*.



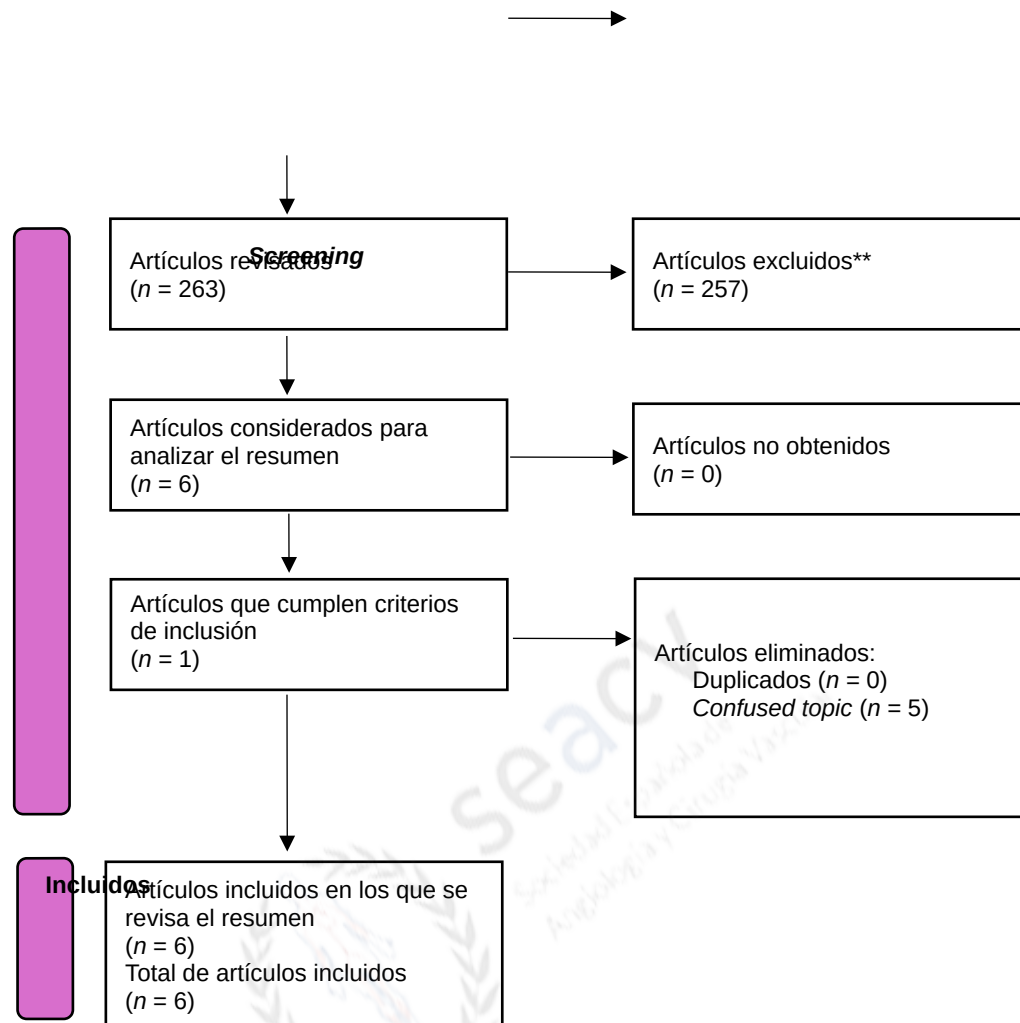


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso metodológico. *El número de artículos encontrados en cada base de datos puede consultarse en la tabla I. **Herramientas de exclusión: 2103 artículos fueron excluidos por herramientas automatizadas y 257 por el autor.

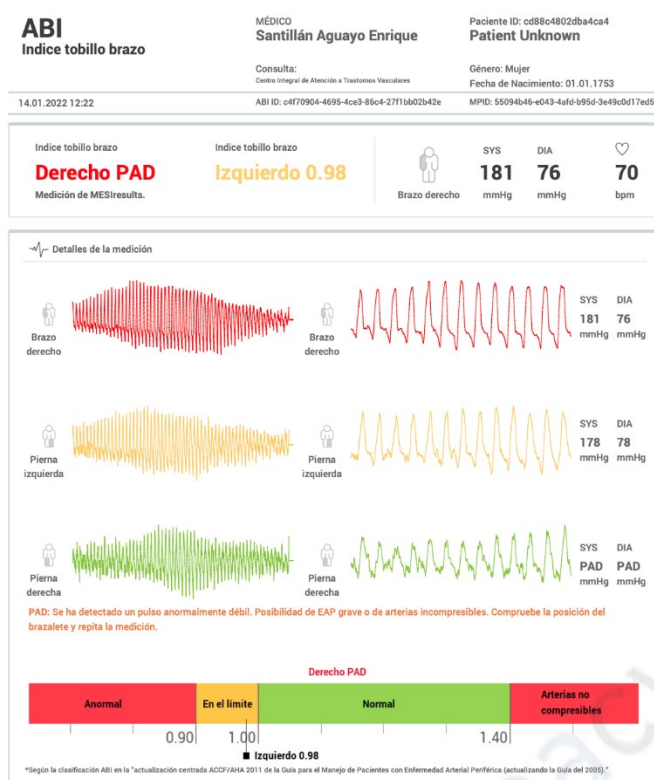


Figura 2. Pletismografía arterial por volumen en la arteria tibial posterior. Paciente femenino de 75 años con antecedente de enfermedad arterial crónica bilateral que, por agudización 7 años atrás en la pierna derecha, requirió de la realización de un *bypass* femoropoplíteo con injerto de PTFe. La paciente no conservaba pulsos en la extremidad. Mediante pletismografía arterial pudo apreciarse que las CPP en el brazo y en la pierna izquierdos están conservadas sin muchas aberraciones, son isométricas entre territorios arteriales y entre sí mismas, mientras que las CPP entre el brazo y la pierna derecha son anisométricas entre territorios arteriales y entre sí mismas, lo que podríamos considerar como variabilidad. Los 3 ROCPP son bastante parecidos entre sí, sobre todo entre el brazo y la pierna izquierda, mientras que en la pierna derecha pueden observarse aberraciones. La amplitud de los 3 ROCPP es similar, mientras que la amplitud de las CPP de la pierna derecha muestra anisometría entre cada curva (lo que se menciona como entre sí mismas), con menor amplitud en comparación

con el brazo y la pierna izquierda. La presión diastólica (PD) se registra y puede apreciarse que es mayor la registrada en el brazo que en la pierna izquierda.

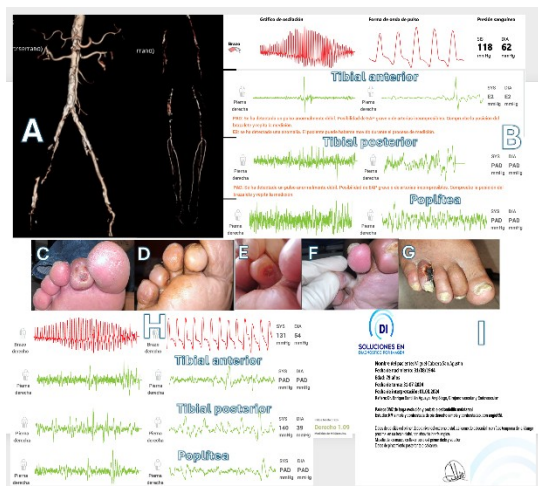


Figura 3. Caso clínico 1. A. Angio TAC realizado a un paciente masculino de 68 años en diciembre de 2023. B. Pletismografía arterial inicial de la misma fecha, con pletismografía de control (H). En la imagen B se aprecian por nombre los componentes del reporte de una pletismografía por volumen: en primer lugar, de izquierda a derecha, el gráfico de oscilación (ROCPP), que en el artículo se denomina “registro de las oscilaciones de las curvas de presión de pulso”, seguido por la forma de onda de pulso, que en el artículo se denomina “curva de presión de pulso” (CPP), y finalmente la presión arterial, en donde se reporta la presión sistólica (PS) y la presión diastólica (PD). A continuación, de arriba hacia abajo (B y H), puede observarse a la arteria tibial anterior, tibial posterior y poplítea en ese orden. La curva anormal en la arteria tibial anterior de B es el resultado de un movimiento por parte del paciente o de una fasciculación espontánea, algo que tratamos de evitar aplicando posturas derivadas de las recomendaciones de higiene de columna y de las articulaciones. La línea isoelectrica observada en la arteria tibial posterior de B es por movimiento en el paciente. Comparando la pletismografía arterial en tibial posterior inicial (B) con la

de control (H), se aprecia un registro de las presiones arteriales tanto sistólicas como diastólicas, a pesar de existir una oclusión total; incluso puede calcularse un ITB de 1,09 (H). Sin embargo, la presión diastólica es anormalmente baja, de 54 mmHg en el brazo frente a 39 mmHg en tibial posterior. Aunque es posible registrar un ITB, algo que también puede realizarse de forma manual, la curva de presión de pulso tiene una forma aberrante, anisométrica y, por lo tanto, las oscilaciones tienen la misma morfología, mientras que la amplitud es muy similar en ambas. A nivel poplíteo, en contraste, puede apreciarse que, aunque la morfología es muy similar (aberrante y anisométrica), la amplitud entre los registros (el inicial [B] y el de control [H]) es por completo distinta; es decir, existe una disminución en la amplitud, lo que sugiere una modificación morfológica dentro del vaso, pero con compensación, lo que permite registrar presiones a nivel tibial posterior con ITB indirecto. Sin duda, esto es un análisis que un ultrasonido Doppler no permite con la misma facilidad, sin dejar de mencionar la naturaleza operador dependiente del estudio.

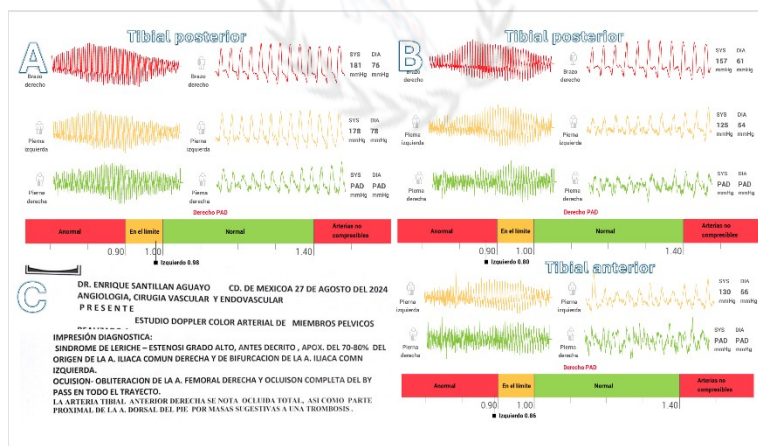


Figura 4. Caso clínico 2. Paciente femenino de 80 años de edad, 5 años después del estudio presentado en la figura 2. A. En el miembro pélvico derecho puede observarse en la pletismografía arterial inicial una amplitud entre los ROCPP muy similar, con pocas aberraciones, algo que puede confirmarse al analizar las CPP en ambas piernas; es decir, son

isométricas entre territorios arteriales y entre sí mismas. B. En la pletismografía de control, las amplitudes de los ROCCP son muy variables y aberrantes, algo que puede confirmarse en las CPP; es decir, son anisométricas entre territorios arteriales y entre sí mismas. Esto sugiere una alteración morfológica en el vaso, es decir, la trombosis del injerto, algo que se confirma mediante el ultrasonido doppler arterial (C). En el miembro pélvico izquierdo puede apreciarse con claridad la disminución en la amplitud de las CPP, así como una mayor variabilidad (parámetro no considerado de forma inicial); y si observamos el ITB calculado por la presión sistólica, podemos ver que entre mediciones existe una alteración que sugiere una alteración morfológica intravascular (ITB 0,98 frente a 0,80), mientras que si calculamos el ITB con las presiones diastólicas, en la inicial (A) es de ,.02, mientras que en la de control (B) es de 0,88, lo que muestra el potencial del ITB calculado por las presiones diastólicas. Sin embargo, en ninguna guía ni texto se consideran las presiones diastólicas como parámetros de comparación.



Figura 5. Caso clínico 3. Estudio en un paciente masculino de 73 años. A. En la pletismografía arterial inicial (A) puede observarse que tanto en la arteria tibial anterior como en la posterior y en la poplítea, los ROCCP y las CPP de la extremidad pélvica derecha son anisométricas entre

territorios arteriales y entre sí mismas con baja amplitud, mientras que en el estudio realizado en el posquirúrgico inmediato (7 días después) (B) son isométricas, con una adecuada amplitud, recuperando presiones sistólicas y diastólicas, por lo que es posible realizar un cálculo del ITB tanto para las presiones sistólicas (lo tradicional) como para las presiones diastólicas, calculadas con una presión diastólica en brazo de 72 mmHg en 0,94 para la tibial anterior (frente a 1,0 con la sistólica), 0,95 para la tibial posterior (frente a 1,04 la sistólica) y 0,81 para la poplítea (frente a 1,09 en sistólica). Esto podría implicar que mediante pletismografía las presiones diastólicas podrían sugerir una alteración morfológica que se encuentra compensada de alguna forma, puesto que después de una revascularización la mejora del ITB calculado mediante las presiones sistólicas en el tobillo no solo registra el flujo sanguíneo proveniente de la arteria nativa, sino también el proveniente de la circulación colateral formada.



Figura 6. Caso clínico 4. Estudio en paciente masculino de 61 años. Puede observarse en la pletismografía arterial inicial (A) que tanto en la arteria tibial anterior como en la arteria tibial posterior, los ROCPP y las CPP de la extremidad pélvica derecha son anisométricas entre territorios arteriales y entre sí mismas con las ROCPP en tibial posterior de menor amplitud, mientras que en el estudio realizado 2 meses después (B) son

isométricas. También puede apreciarse el registro de presiones segmentarias en el control, justo con su respectivo ITB. Por último, es posible observar que la amplitud de los ROCCP mejora de forma evidente entre ambos controles, algo que puede explicarse por el efecto compartimental del absceso presente que necesitó la realización de fasciotomías en el paciente.

