

Palabras clave

Eco doppler vascular, aterosclerosis subclínica, espesor intima media, velocidad de onda del pulso, disfunción endotelial.

Abreviaturas utilizadas

ACV: accidente cerebrovascular
CV: cardiovascular
EAC: enfermedad arterial coronaria
EIM: espesor intima media
RMN: resonancia magnética nuclear
VOP: velocidad de onda del pulso

Síntesis Inicial

La evaluación de lesión de órgano blanco vascular comprende múltiples técnicas que determinan alteraciones de la estructura y función vascular, indicadoras de la presencia de aterosclerosis.

Entre ellas, el ultrasonido se caracteriza por ser naturalmente no invasiva, no requiere radiación ionizante, es reproducible y tiene bajo costo.

Las técnicas actuales de imágenes computarizadas, desarrollos en el área de doppler, análisis de radiofrecuencia y reconstrucción tridimensional (estática y dinámica) han llegado a niveles sin precedentes en lo que hace a nitidez, resolución y reproducibilidad en el análisis de las estructuras vasculares y placas ateroscleróticas, y permiten también la evaluación de la función y el flujo vascular.

INTRODUCCIÓN

Diferentes técnicas aplicando ultrasonido permiten evaluar la fisiopatología de la enfermedad vascular en la que arbitrariamente se podrían considerar tres procesos, absolutamente interdependientes:

- *La disfunción endotelial*
- *El remodelado vascular*
- *La aterosclerosis*

No son procesos sucesivos, ni siguen un orden, pueden ser simultáneos y modificarse según el período de evolución de la enfermedad, condiciones genéticas e intervenciones terapéuticas entre otras múltiples causas.

En forma didáctica se podría decir que la disfunción del endotelio inicia el proceso (asociado a alteraciones de la vasodilatación), esto lleva a cambios en la función y estructura vascular, generando mayor rigidez (aumento de la VOP, aumento de las ondas de aumentación) y el engrosamiento

de la pared vascular (aumento del EIM), indicadores de remodelado vascular.

Finalmente, la falla del endotelio y las condiciones anormales de trabajo del vaso, más rígido y con una luz mas estrecha sumados a la agresión de los factores de riesgo, conducen a la aparición de las placas ateroscleróticas.¹

Se podrían definir las aplicaciones de la evaluación vascular no invasiva al menos en tres áreas:

- *Diagnostico de aterosclerosis preclínica*
- *Re-estratificación pronóstica*²
- *Evaluación de terapéutica*

Ni los costos de métodos diagnósticos, como la ecografía vascular, ni los tratamientos emergentes superan, ni superaran, los generados en hospitalización y procedimientos por la enfermedad CV complicada. Es una ecuación con una lógica epidemiológica y sanitaria contundente.³

En las secciones siguientes se muestran mediciones manuales para estimular, a aquellos que solo cuentan con un ecógrafo a explorar estos métodos diagnósticos para que lue-

go, si decidieran incorporarlos, recurran al entrenamiento adecuado y tecnología más avanzada.

ESTUDIOS DE EVALUACION VASCULAR NO INVASIVA

Espesor íntima-media carotídeo

El EIM es una técnica largamente validada, la mayoría de los ecógrafos disponen de programas de medición de alta resolución por reconocimiento de bordes lo que reduce la variabilidad intra e interobservador, facilita el entrenamiento de los operadores y provee información precisa y reproducible.

Técnica: la técnica más práctica y aconsejable es su medición a 10 mm de la bifurcación carotídea en ambas carótidas y considerar el mayor valor. Este parámetro tiene guías para su determinación, tablas que establecen los puntos de corte según edad, sexo y etnia y a partir de los cuales el riesgo CV aumenta significativamente (mas allá del alto riesgo para las escalas clínicas).⁴

Lo ideal es considerar la modificación de la media del EIM y no la variación del mismo por ser esta ultima en miras y estar en el límite de resolución de los sistemas de detección.⁵ (fig. 79-1, fotos A y B).

Respaldo para sus aplicaciones clínicas: Este parámetro cuenta con estudios prospectivos, poblacionales y observacionales a gran escala y numerosos estudios aleatorizados que muestran el efecto del tratamiento antihipertensivo e hipolipemiente sobre este marcador y su impacto sobre el riesgo CV.^{6,7}

Evaluación de la presencia de placas ateroscleróticas

Las placas ateroscleróticas, aun con porcentajes bajos de estenosis (<50%) son indicadores indelebles de la presencia de enfermedad aterosclerótica. Su presencia modifica el pronós-

tico del paciente, llevándolo por sobre el máximo considerado por las escalas clínicas convencionales (Framingham).

Técnica: el criterio mas aceptado para diagnóstico de placas es un engrosamiento miointimal >1,5 mm al menos en dos cortes del mismo segmento arterial. Dado que el valor máximo de EIM por edad es 1,2 mm, incluso este podría ser un límite alternativo.

Es importante describir el número de placas, su localización, composición y características y el grado de compromiso hemodinámico que generan. Hay guías que determinan claramente los criterios para el diagnóstico y clasificación de las placas y los procedimientos para hacerlo.⁸ (fig. 79-2 fotos C, D, E, F).

Respaldo para sus aplicaciones clínicas: hay estudios prospectivos observacionales poblacionales que demuestran el aumento del riesgo en los pacientes portadores de placas y también estudios aleatorizados que muestran la reducción de las placas y reducción de eventos cardiovasculares.⁹

Incluso determinadas propiedades de la placa como su contenido lipídico, el grado de flexibilidad se relacionan con la vulnerabilidad de las mismas y más riesgo de eventos, en especial ACV.

Velocidad de onda de pulso (carótido - femoral)

Es un parámetro de distensibilidad arterial y ha sido validado en el tracto aórtico.

Técnica: este parámetro puede medirse simplemente tomando la distancia carótido-femoral en metros (con una cinta métrica) y con un ecógrafo la onda de flujo carotídea y femoral o con un tonómetro las ondas en esos puntos.

Se requiere el trazado electrocardiográfico para que sirva de punto cero para medir el tiempo transcurrido desde el QRS hasta el pie de cada onda.

La distancia dividida por la diferencia entre los tiempos carotídeo y femoral, en segundos, es la velocidad de la onda de pulso. (Fig. 79-3, Fotos G y H).

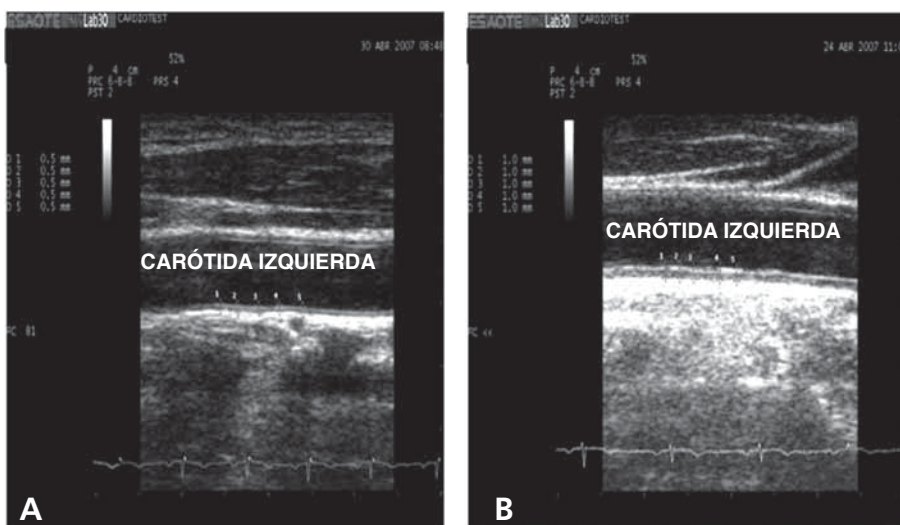
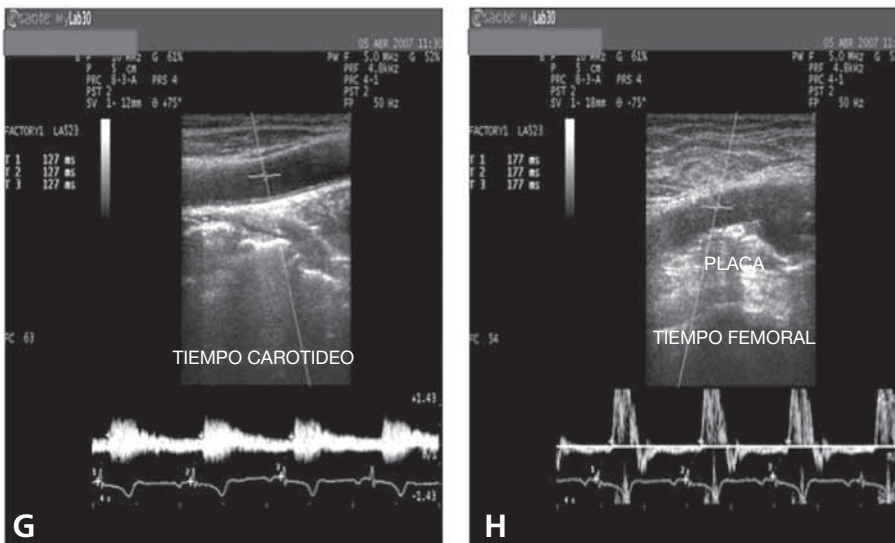
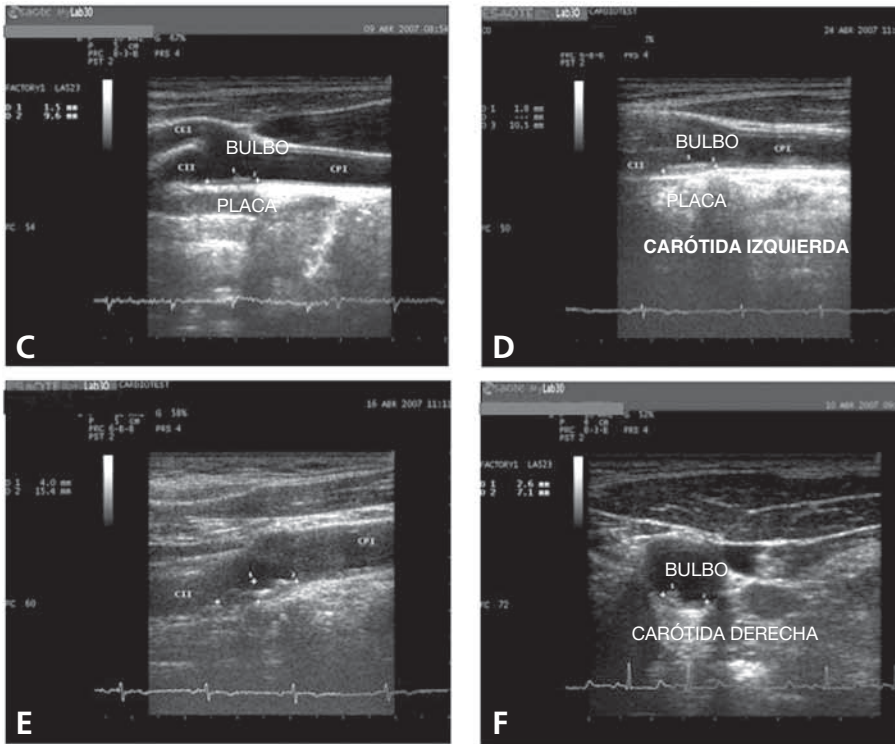


Figura 79-1. Fotos **A** y **B**: Muestran la medición manual de Espesor Intima Media, en **A** normal y en **B** anormal. La medición es la media de 5 puntos a 10 mm del bulbo carotídeo en pared posterior de carótida común.



Al resultado final deber restársele 20% debido a que la medición externa con la cinta métrica supraestima el tracto aórtico en esa proporción (validado por RMN).

Hay equipos que pueden medir fundamentalmente por tonometría y por oscilometría la VOP tanto aórtica como de otros territorios y pronto habrá disponibles equipos para su medición ambulatoria. Todos ellos son de simple operación, fácil entrenamiento de los operadores y permiten mediciones precisas y reproducibles, sin embargo, el alto costo del equipamiento y su alta especificidad respecto a los ecógrafos, hace de estos últimos la mejor opción para su medición en la práctica clínica.

Respaldo para sus aplicaciones clínicas: este parámetro ha sido validado invasivamente y hay guías precisas para su medición e incluso una amplia base de datos europea que permite conocer los valores esperados por sexo, edad y nivel de presión arterial.

Hay estudios prospectivos, observacionales, poblacionales que muestran claramente que si la VOP se encuentra por sobre los valores esperados, el riesgo CV del paciente excede el alto riesgo para las escalas clínicas tradicionales.

Varios estudios han demostrado que la VOP varía con diferentes maniobras (fumar, tomar café, ejercicio, estrés matemático) y con intervenciones terapéuticas. Sin embargo

aun no se ha establecido si dicha reducción conlleva una reducción del riesgo de eventos cardiovasculares.¹⁰

En ciertas poblaciones de muy alto riesgo, como pacientes con insuficiencia renal, es un indicador pronóstico.

Evaluación de la función endotelial (pruebas de isquemia - hiperemia)

La disfunción endotelial está presente en todas las etapas del proceso aterosclerótico, desde una alteración funcional hasta los estadios avanzados de la enfermedad aterosclerótica y sus complicaciones.

Incluso es sensible a las medidas terapéuticas no farmacológicas y farmacológicas con una respuesta más rápida que las alteraciones estructurales lo que genera controversia al interpretar los resultados de esta prueba en relación a las mismas.

Técnica: esta es una de las pruebas que mas destreza y despliegue técnico requiere al igual que una instrucción prolongada de los operadores para asegurar valores reproducibles intra e interobservador e incluso al compararlos en el tiempo.

Por lo general se recurre a interrumpir el flujo en el antebrazo comprimiendo la raíz del miembro superior (técnica de Celermajer) durante 3 minutos (la prueba es igualmente efectiva entre un minuto y cinco de compresión y no debe repetirse dentro de los 15 minutos para asegurarse de volver a valores basales). Se determina el diámetro de la arteria humeral y el flujo en condiciones basales y luego de liberar el flujo, por lo regular se espera para medir al menos 30 segundos, durante la hiperemia. Se considera una prueba anormal con una dilatación menor al 5%, sin embargo hay algunas limitaciones a un punto de corte fijo debido a la gran variación del diámetro arterial y la respuesta de flujo según la edad, el sexo y la contextura física de los sujetos. Esta prueba tiene guías que estandarizan el procedimiento¹¹ y su interpretación.¹² (fig. 79-4 Fotos I y J).

Respaldo para sus aplicaciones clínicas: esta técnica ha sido utilizada en estudios prospectivos, observacionales y poblacionales a gran escala que muestran su valor pronóstico, pero aun faltan aquellos que demuestren que su recuperación se correlacione con una mejoría del pronóstico CV.¹³

Índice tobillo-brazo

Técnica: es una medición que ha sido descrita en las guías específicas,¹⁴ utilizando un doppler ciego para determinar la presión sistólica en las cuatro extremidades y luego realizar el cociente entre la presión sistólica en tobillo y la más alta de ambos brazos. Se expresa el cociente de cada lado y cuando es menor de 0,9 es sugestivo de enfermedad vascular periférica.

Pueden realizarse las mediciones en la mayoría de los pacientes, en forma auscultatoria o mediante tensiómetros oscilométricos, pero no ha sido validado.

Respaldo para sus aplicaciones clínicas: es una herramienta largamente utilizada, sencilla, que no aumenta en exceso el tiempo y la complejidad del examen, es un indicador de lesión de órgano blanco vascular y aporta un dato pronóstico CV importante como la presencia de arteriopatía periférica y riesgo aumentado de ACV, EAC y complicaciones vasculares periféricas.¹⁵

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Las técnicas de diagnóstico por imágenes han tenido un gran avance en el área de evaluación de la estructura y función vascular.

Entre ellas se destaca fundamentalmente el ultrasonido, por su mayor costo-efectividad, su sensibilidad y especificidad, reproducibilidad, ser accesible y económica, simple para entrenar a los operadores y además no ser contaminante.

Mediante ultrasonido se pueden evaluar al menos tres niveles de alteración de la estructura y función vascular: la

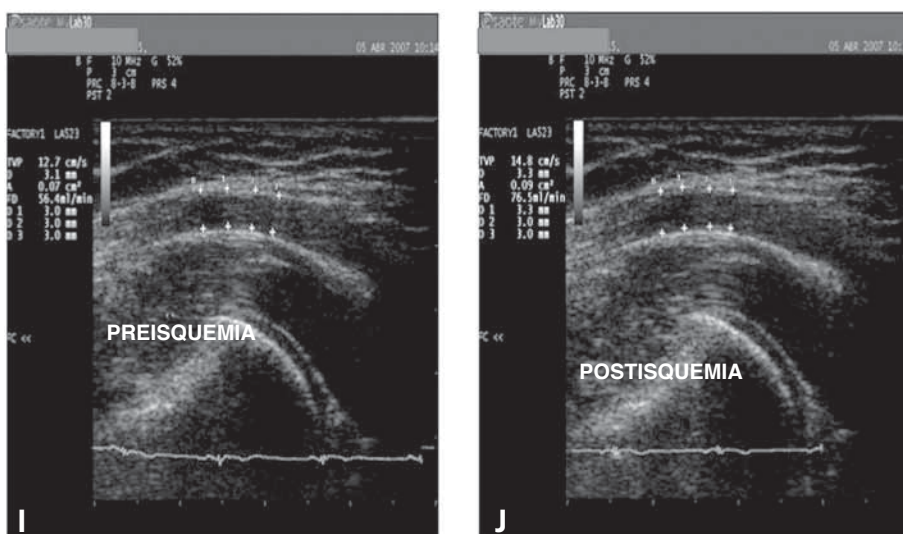


Figura 79-4. A la izquierda (Foto I), diámetro PREISQUEMIA de la arteria humeral 3,0 mm (promedio), a la derecha (Foto J), diámetro POSTISQUEMIA 3,1 (PROMEDIO) VARIACIÓN= 3,3% (Anormal). Ver explicación en el texto.

disfunción endotelial, el remodelado vascular y el proceso aterosclerótico.

Las técnicas de ultrasonido vascular tienen aplicación clínica en tres áreas: Diagnóstico de aterosclerosis preclínica, reestratificación pronóstica y evaluación de terapéutica.

Los dos aspectos más novedosos, la reestratificación pronóstica y la evaluación de efectos terapéuticos son los que necesitan de unificación de criterios, tanto de los métodos de medición así como el tipo de estudios para evaluar su capacidad pronóstica y el impacto sobre la evolución CV que tiene la modificación de estos parámetros.

Se describen cuatro técnicas que enfocan diferentes aspectos de la estructura y función vascular: el EIM, la detección y análisis de placas ateroscleróticas, la velocidad de la onda del pulso, la evaluación de la función endotelial y el índice tobillo-brazo.

Tanto el EIM como la determinación de placas, son los más antiguos y mejor estudiados, conociéndose con más exactitud su capacidad pronóstica y el efecto sobre la evolución de los pacientes de su modificación.

El índice tobillo-brazo es una técnica antigua y muy difundida para detección indirecta de enfermedad aterosclerótica, con alta sensibilidad pero pobre especificidad y que no cuenta con estudios que demuestren si mejora con el tratamiento (probablemente por lo avanzado de la enfermedad cuando la detecta).

Finalmente, más recientes pero ya con casi 40 años de experiencia, la velocidad de onda del pulso y la prueba de función endotelial, han cobrado más difusión en los últimos 20 años. Detectan alteraciones de función vascular, estadios más tempranos del proceso aterosclerótico y si bien se ha demostrado el efecto del tratamiento sobre ellas (no farmacológico y farmacológico), aun resta demostrar el impacto de dicha mejoría sobre el pronóstico CV de los pacientes.

Las técnicas de evaluación por ultrasonido son cada vez más accesibles y su rol en la clínica y terapéutica CV cada vez es más definido, agregándose a las herramientas clínicas (factores de riesgo, genética, marcadores bioquímicos) para la estimación del riesgo CV, y la toma de decisiones terapéuticas en prevención CV.

Agradecimientos: A los equipos del Centro de HTA de Hospital Universitario Austral y de DIM Cardiovascular, que con su trabajo cotidiano contribuyen a la experiencia que da lugar a este capítulo. Al Dr. Christian Ponce, de DIM Cardiovascular, por las imágenes que acompañan este artículo.

Bibliografía sugerida

1. Naghavi M, Libby P, Falk E y col. From Vulnerable Plaque to Vulnerable Patient: A Call for New Definitions and Risk Assessment Strategies: Part I. *Circulation* 2003;108:1664-1672.
2. Peters SA, den Ruijter HM, Bots ML y col. Improvements in risk stratification for the occurrence of cardiovascular disease by imaging subclinical atherosclerosis: a systematic review. *Heart* 2012; 98:e177-e184.
3. Kones R. Is Prevention a Fantasy, or the Future of Medicine? *Ther Adv Cardiovasc Dis* 2011; 5: 61-81.
4. Stein JH, Korcarz CE, Hurst RT y col: Use of Carotid Ultrasound to Identify Subclinical Vascular Disease and Evaluate Cardiovascular Disease Risk: A Consensus Statement from the American Society of Echocardiography Carotid Intima-Media Thickness Task Force Endorsed by the Society for Vascular Medicine. *J Am Soc Echocard* 2008; 21: 93-111.
5. Bots ML, Evans GW, Riley WA, Grobee D. Carotid Intima-Media Thickness Measurements in Intervention Studies Design Options, Progression Rates, and Sample Size Considerations: A Point of View. *Stroke* 2003;34:2985-2994.
6. Vijay Nambi V, Chambless LE, Folsom AR y col; The Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study Group: Carotid Intima-Media Thickness and Presence or Absence of Plaque Improves Prediction of Coronary Heart Disease Risk: The ARIC (Atherosclerosis Risk in Communities) Study. *J Am Coll Cardiol* 2010; 55: 1600-1607.
7. Polak JF, Pencina MJ, Pencina KM, Donnell C, Wolf P, D'Agostino R. Carotid-Wall Intima-Media Thickness and Cardiovascular Events. *N Engl J Med* 2011; 365: 213-221.
8. Fustinoni O, Atallah A, Cirio JJ y col. Sociedad Argentina de Cardiología, Sociedad Neurológica Argentina: Consenso de Estenosis Carotídea. *Rev Arg Cardiol* 2006; 74: 160-174.
9. Davidsson L, Fagerberg B, Bergström F, Schmidt C. Ultrasound-assessed plaque occurrence in the carotid and femoral arteries are independent predictors of cardiovascular events in middle-aged men during 10 years of follow-up. *Atherosclerosis* 2010; 209: 469-473.
10. Safar ME, Blacher J, Jankowski P. Arterial stiffness, pulse pressure, and cardiovascular disease—Is it possible to break the vicious circle? *Atherosclerosis* 2011; 218: 263-271.
11. Corretti MC, Anderson TJ, Benjamin E y col. Guidelines for the Ultrasound Assessment of Endothelial-Dependent Flow-Mediated Vasodilation of the Brachial Artery A Report of the International Brachial Artery Reactivity Task Force. *J Am Coll Cardiol* 2002; 39: 257- 265.
12. Harris RA, Nishiyama SK, Wray W, Richardson R. Ultrasound Assessment of Flow-Mediated Dilatation. Tutorial. *Hypertension* 2010; 55:1075-1085.
13. Yeboah J, Folsom AR, Burke GL y col; MESA Study Investigators. Predictive Value of Brachial Flow-Mediated Dilatation for Incident Cardiovascular Events in a Population-Based Study: The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *Circulation* 2009; 120:502-509.
14. Hirsch AT, Haskal ZJ, Hertzner NR y col: Peripheral Arterial Disease: ACC/AHA 2005 Guidelines for the Management of Patients With Peripheral Arterial Disease. *J Am Coll Cardiol* 2006; 47:1239-1312.
15. Lamina C, Meisinger C, Heid IM y col. Association of ankle-brachial index and plaques in the carotid and femoral arteries with cardiovascular events and total mortality in a population-based study with 13 years of follow-up. *Eur Heart J* 2006; 27: 2580-2587.