

## ARCHIVO HISTÓRICO



El presente artículo corresponde a un archivo originalmente publicado en el **Boletín de la Escuela de Medicina**, actualmente incluido en el historial de **Ars Medica Revista de ciencias médicas**. El contenido del presente artículo, no necesariamente representa la actual línea editorial. Para mayor información visitar el siguiente

vínculo: <http://www.arsmedica.cl/index.php/MED/about/submissions#authorGuidelines>

# Diagnóstico no invasivo de la aterosclerosis de los vasos del cuello

DR. FRANCISCO CRUZ OLIVOS  
Profesor Auxiliar de Radiología  
Departamento de Radiología

### INTRODUCCIÓN

La formación de placas de ateroma en la porción cervical de las arterias carótidas y vertebrales es un factor importante en la etiopatogenia de algunos accidentes vasculares encefálicos. Estas placas pueden ser fuentes de émbolos a distancia o producir estenosis del lumen vascular con alteraciones del flujo arterial, una de cuyas manifestaciones clínicas es el soplo carotídeo.

Este fenómeno, clínicamente reconocido desde al menos tres a cuatro décadas, ha llevado al desarrollo de técnicas de diagnóstico y alternativas de tratamiento que han ido paulatinamente progresando en complejidad y resultados. La introducción del método Doppler en la práctica clínica permitió evaluar directa o indirectamente en forma no invasiva el flujo vascular normal o patológico en las arterias carótidas, en particular la región de la bifurcación carotídea, sitio frecuente de ateromatosis clínicamente importante. Paralelamente se produjo un gran desarrollo en las técnicas de diagnóstico por imagen, incluyendo la ecotomografía con alta resolución, posibilitando una muy buena visualización anatómica de las arterias carótidas. Ambas técnicas tienen en común el uso de ultrasonido como medio físico para obtener la información requerida.

La evaluación hemodinámica aislada de los vasos arteriales con Doppler o la sola evaluación morfológica no produjeron resultados clínicamente satisfactorios. Nuevos avances tecnológicos en el área de la computación hicieron posible combinar ambas técnicas en un solo equipo, obteniendo en forma simultánea la imagen morfológica y la información hemodinámica, dando origen al llamado Doppler-Duplex.

Los alentadores resultados iniciales facilitaron que esta técnica se difundiera rápidamente, llegando a ser en la actualidad el método no invasivo de elección en la sospecha de ateromatosis carotídea. Aunque también se utiliza para evaluar las arterias vertebrales, su rendimiento en general es menor, principalmente debido a que su visualización es difícil porque éstas ascienden al cráneo por un canal fundamentalmente óseo, formado por los forámenes de las apófisis transversas de las arterias cervicales.

### DOPPLER-DUPLEX CAROTIDEO

#### Aspectos generales

El examen comprende una evaluación morfológica y hemodinámica de las arterias carótidas. La exploración se realiza colocando un transductor de alta frecuencia en el cuello. Se obtiene una imagen de las arterias carótidas comunes, de las bifurcaciones y de la porción inicial (2-3 cm) de las arterias carótidas internas y externas. Pueden identificarse el lumen y la pared arterial, los que tienen una apariencia característica. Las placas de ateroma se reconocen con facilidad, siendo

necesario caracterizarlas en cuanto a su apariencia, espesor, extensión y si comprometen las carótidas internas o bifurcaciones adyacentes.

**Apariencia.** Las placas de ateroma pueden caracterizarse o clasificarse en blandas y duras. Las placas blandas son homogéneamente ecogénicas. La heterogeneidad indica la presencia de hemorragia, acumulación anormal de lípidos o bien la presencia de calcificaciones (placa dura), como se observa en la Figura 1. Es necesario detallar si su superficie es lisa o está ulcerada, ya que estas últimas pueden ser fuente de émbolos. En general, las placas heterogéneas o ulceradas son de mayor importancia patológica porque se asocian con mayor frecuencia a síntomas y complicaciones.

**Espesor.** Como el transductor es móvil, las carótidas se pueden examinar en todos los planos. En cortes transversales puede estimarse el grado de estenosis u ocupación del lumen que provoca la placa en cuestión. Midiendo el diámetro transversal del vaso y el del lumen residual, puede calcularse el porcentaje de estenosis. Sin embargo, este método es relativamente impreciso, en especial en estenosis que superan el 40%-50%, que son las clínicamente importantes. No siempre el detalle morfológico es satisfactorio, sobre todo en la carótida interna, motivo por el cual, si se quiere mayor certeza, siempre deben evaluarse las alteraciones del flujo arterial que se producen en el área sospechosa. La medición con Doppler se hace directamente de la imagen, colocando un cursor en el área de estenosis. Esta medición se expresa en una curva que aparece simultáneamente en la pantalla.

#### Efecto Doppler en la evaluación de estenosis vasculares

El efecto Doppler se refiere al cambio en frecuencia que experimenta una onda de sonido o ultrasonido cuando interactúa con un cuerpo en movimiento, en este caso los glóbulos rojos de la sangre. Este cambio en frecuencia es directamente proporcional a la velocidad del cuerpo en movimiento.

Si el lumen arterial se estrecha, en orden a mantener constante el flujo distal, necesariamente se produce un aumento en la velocidad de la sangre en el área de estenosis, que es directamente proporcional a su gravedad. Conociendo la velocidad del flujo sanguíneo en un segmento vascular determinado, puede estimarse el grado de estenosis. El equipo transforma matemática y simultáneamente los cambios en frecuencia por efecto Doppler y los expresa en velocidad, en una curva velocidad-tiempo. Esta curva tiene una porción sistólica y una diastólica y de ella se puede medir directamente la velocidad en el *peak* sistólico y en el *peak* diastólico (Figura 2). Los valores obtenidos se comparan con tablas diseñadas ad-hoc, que gradúan arbitrariamente las estenosis en grado I: 0%-49%, grado II: 50%-74%, grado III: 75%-90%, grado IV: mayor de 90% y grado V: oclusión completa.

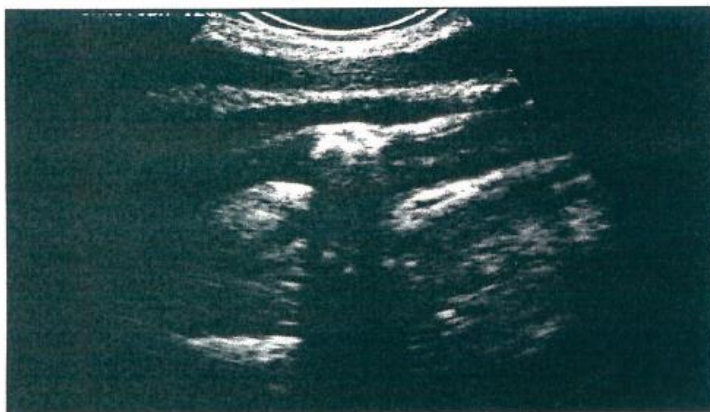
Se ha definido como estenosis hemodinámicamente significativa aquella que alcanza un 60% y estenosis crítica cuando sobrepasa el 80% del diámetro. La ausencia de señal Doppler indica oclusión del vaso.

El examen comprende mediciones separadas en las arterias carótidas comunes, externas e internas, y, en lo posible, el origen de las arterias vertebrales. Las velocidades obtenidas en estas arterias se comparan entre ellas, fabricando índices relativos que ayudan a una mejor evaluación de las alteraciones, ya que la velocidad absoluta en las arterias carótidas presenta una amplia gama de valores normales.

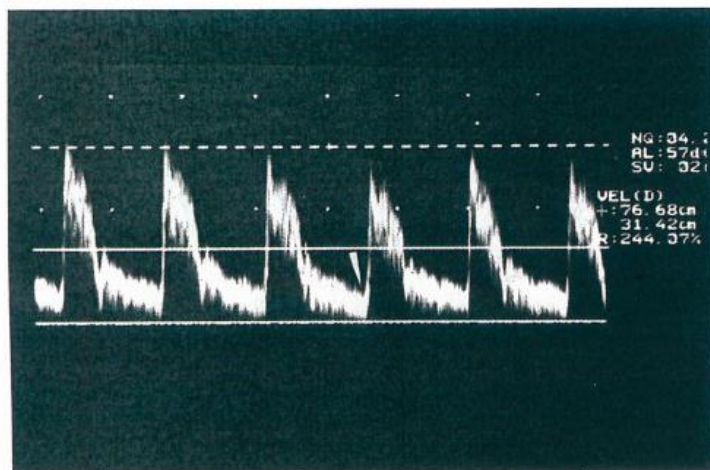
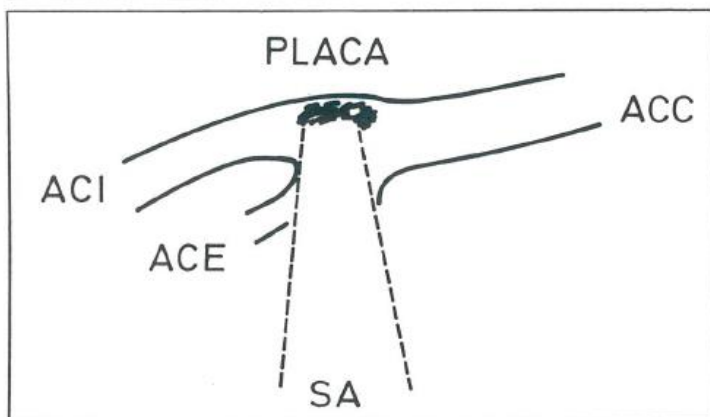
El análisis espectral y del aspecto de la curva permite distinguir las arterias carótidas internas de las externas, ya que tienen una curva distinta. La carótida interna irriga un territorio con baja resistencia periférica, lo que se traduce en la curva en que la velocidad diastólica no

llega a la basal, a diferencia de la carótida externa, que irriga un territorio con mayor resistencia periférica, por lo que la velocidad del flujo en la diástole generalmente llega a cero o, incluso, puede ser negativa por inversión del flujo.

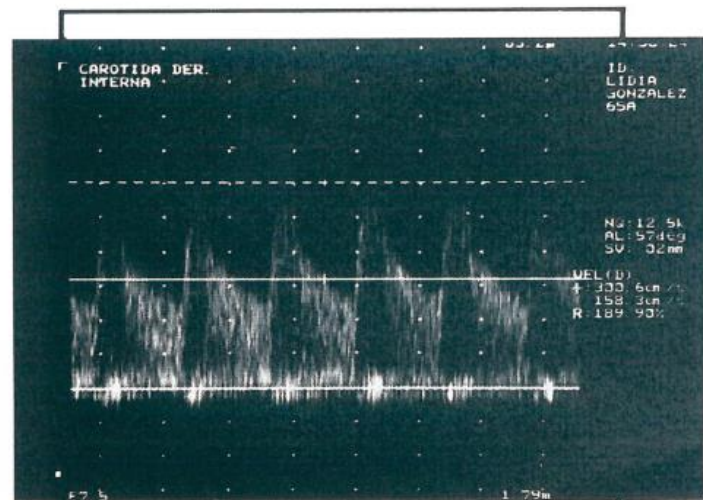
El análisis espectral y del aspecto de la curva también permite distinguir entre flujos estáticos, laminares y turbulentos. En los flujos turbulentos el espectro de las frecuencias se ensancha considerablemente (Figura 3). Estas turbulencias son las que producen el soplo carotídeo y a veces puede ser la única manifestación que se registra distalmente a las placas de aterosclerosis, en especial cuando éstas están calcificadas.



**Figura 1.** Corte sagital de la bifurcación carotídea izquierda. En la pared anterior se aprecia una placa de aterosclerosis calcificada que determina una sombra acústica (SA).  
ACC carótida común; ACI carótida interna; ACE carótida externa.



**Figura 2.** Curva de Doppler expresada en un gráfico de velocidad (eje vertical) versus tiempo (eje horizontal). La curva tiene un *peak* sistólico (línea discontinua) y un *peak* diastólico (flecha). El área bajo la curva sin ecos indica un flujo laminar normal.



**Figura 3.** Curva Doppler en una estenosis carotídea de un 90% o más. Gran elevación del *peak* sistólico a 300 cm/s (V. N. hasta 100 cm/s). El área bajo la curva aparece llena de ecos por ensanchamiento del espectro de frecuencias debido a flujo turbulento.

## PRINCIPALES INDICACIONES

**Evaluación del soplo carotídeo.** La presencia de un soplo carotídeo siempre hace plantear la posibilidad de una estenosis. Esta debe ser diferenciada de un soplo cervical transmitido desde el corazón o desde los grandes vasos. Esta diferenciación es relativamente fácil y precisa, si se hace con Doppler. Si el soplo es carotídeo, es necesario conocer si éste se origina en la carótida común, carótida interna o en la carótida externa. Un número no despreciable de soplos se generan en las arterias carótidas externas y son clínicamente irrelevantes. Si el soplo se origina en la bifurcación o en la carótida interna, es necesario precisar si produce algún grado de estenosis. La intensidad del soplo no se correlaciona necesariamente con el grado de estenosis. Incluso, una estenosis muy importante (mayor de 90%) puede no producir soplo, debido a que el flujo arterial distal puede caer significativamente.

**Ataque isquémico transitorio.** En la práctica, los ataques isquémicos transitorios (AIT) son una de las indicaciones más comunes en los pacientes referidos a este examen. Es necesario evaluar la posibilidad de aterosclerosis carotídea significativa como causa de este síndrome. En este caso en particular interesa el aspecto morfológico de las placas, especialmente la presencia de hemorragia y/o ulceraciones. También interesa evaluar si hay o no una estenosis carotídea significativa. La reducción del flujo sanguíneo cerebral no ocurre hasta que el diámetro del lumen de la arteria carótida interna se ha reducido en un 50%-60%. Los síntomas y riesgo de un AVE futuro aumentan significativamente cuando el diámetro del lumen arterial disminuye más allá del 80% (estenosis crítica).

**Embolo de colesterol.** El examen de fondo de ojo puede ser el primer indicador de una aterosclerosis carotídea importante. En estos casos es necesario buscar la presencia de placas ulceradas.

**Amaurosis fugaz.** Embolos provenientes de la bifurcación carotídea pueden alojarse en la arteria central de la retina, que es rama de la arteria oftálmica, a su vez primera rama de la arteria carótida interna.

**Accidente vascular encefálico.** Si bien muchos de estos pacientes no presentan alteraciones importantes de los vasos carotídeos extracraneales, en ocasiones es conveniente descartar que el origen esté en una causa corregible en una de las bifurcaciones carotídeas. La incidencia anual de AVE aumenta significativamente en pacientes que tienen una historia previa de AIT, especialmente en pacientes mayores de 55 años.

**Seguimiento de pacientes con aterosclerosis carotídea conocida.** Está comprobado que esta enfermedad es progresiva, como se ha demostrado en estudios longitudinales. Especial relevancia tienen los pacientes con estenosis unilateral de alrededor de un 60% o estenosis menor, pero bilateral. La enfermedad puede progresar anatómicamente antes que aparezcan síntomas alarmantes.

**Seguimiento post endarterectomía.** Ya sea para control post operatorio, o bien, si existe la sospecha de una reestenosis. La mayoría de éstas ocurre dentro del primer año.

**Examen de rutina en pacientes de edad o antes de cirugía mayor.** Estudios de material de autopsia han demostrado que la aterosclerosis carotídea es más frecuente de lo que se piensa, incluso en pacientes asintomáticos. Si bien esta indicación es relativa, puede ser útil en exámenes preventivos en pacientes expuestos a riesgo.

## RENDIMIENTO DIAGNOSTICO

Si se compara esta técnica con la angiografía convencional o por sustracción digital intraarterial, se observa una correlación adecuada en prácticamente el 90% de los casos, en que los hallazgos del Doppler-Duplex coinciden con los hallazgos angiográficos. Con equipos de última generación, y en manos expertas, la sensibilidad en el diagnóstico de estenosis hemodinámicamente significativa puede alcanzar un 95%, con una especificidad del 90%. Hay un 10% de pacientes en que el Doppler-Duplex carotídeo no detecta la exacta intensidad de la enfermedad (falso negativo) o bien sobreestima el grado de estenosis (falso positivo).

Indudablemente tiene la ventaja comparativa de no ser invasivo y poder repetirse las veces que sea necesario. En la práctica, un 8%-10% de los pacientes en que se realiza este estudio con Doppler-Duplex, por cualquiera de las indicaciones antes expuestas, llegan a angiografía y eventualmente a la cirugía. En general, un estudio con Doppler negativo tiene un valor predictivo superior al 95%, por lo que es útil para descartar patología a este nivel. El valor predictivo de una oclusión es de al menos un 90%. Distinguir una estenosis muy grave de una oclusión es de suma importancia, ya que la primera es susceptible de corrección quirúrgica, a diferencia de la oclusión.

## LIMITACIONES

La principal limitación del método es que sólo se puede visualizar la porción cervical de las arterias carótidas. Los orígenes de las arterias carótidas comunes o la porción distal, intracraneana, de las arterias carótidas internas no siempre son posibles de examinar con certeza. En estas áreas puede existir enfermedad aterosclerótica importante, en cuyo caso la angiografía es el método de examen indicado. Los diagnósticos falsos negativos son principalmente debidos a mala visualización de las bifurcaciones carotídeas, en pacientes con cuello corto o muy obesos, o bien, la presencia de vasos carotídeos muy tortuosos, de trayecto cambiante.

Hay que tener en cuenta que la estimación del porcentaje de estenosis se hace por tramos y no en porcentajes exactos, a diferencia de la angiografía. Además, estas estimaciones se hacen refiriéndose a tablas que se aplican a una población general. Sin embargo, hay una serie de factores que estas tablas no toman en cuenta en el paciente en particular, como son el gasto cardíaco, la presión arterial, el hecho de que el flujo sea pulsátil, enfermedad vascular proximal o distal, alteraciones encefálicas previas, elongación o dilatación de los vasos carotídeos, presencia de circulación colateral, etcétera.

También es importante destacar que muchas de las sobreestimaciones provienen del hecho de que para calcular la velocidad de flujo arterial es crítico que el ángulo de incidencia del Doppler sea menor de 60°. Cuando esto no es posible, una mínima variación en el ángulo puede producir velocidades falsamente elevadas.

Finalmente, es necesario tener en cuenta que esta técnica aún va a seguir progresando, y una de las manifestaciones recientes de esto es la aparición del Doppler-Duplex Color, técnica altamente compleja, de muy buen rendimiento y que elimina algunas de las limitaciones que tiene el Doppler-Duplex convencional. ❖

## REFERENCIAS ESCOGIDAS

1. Taylor, K.J.W, Holland, S. Doppler US 1. Basic principles, instrumentation and pitfalls. Radiology 1990; 174:297-307.
2. Taylor, K.J.W. Clinical applications of carotid Doppler ultrasound. In: Taylor, K.J.W., Burns, P.N., Wells, P.N.T., eds. Clinical applications of Doppler ultrasound. New York, Raven Press, 1988; 201-245.
3. Zweibel, W.J. Duplex carotid sonography. In: Zweibel, W.J., ed. Introduction to vascular ultrasonography. 2nd ed. Orlando, Florida, Grune & Stratton, 1986; 139-170.
4. Weinberg, J., Marks S.J., Gaul, J.L. et al. Atherosclerotic plaque at the carotid bifurcation: correlation of ultrasonographic imaging with morphology. J Ultrasound Med 1987; 6:363-366.
5. Bluth, E.L., Kay, D., Merritt, C.R.B. et al. Sonographic characterization of carotid plaque: detection of hemorrhage. AJR 1986; 146:1061-1065.
6. Blackshear, W.M., Phillips, D.J., Chikos, P.M. et al. Carotid artery velocity patterns in normal and stenotic vessels. Stroke 1980; 1:67-71.