

## Doppler Ecografía de las Arterias Carótidas: Criterios de Velocidad Validados por la Arteriografía

Ana Cláudia Gomes Pereira Petisco, José Eduardo Martins Barbosa, Mohamed Hassan Saleh, Carlos Alberto de Jesus, Patrick Bastos Metzger, Marcela Silva Dourado, Samuel Martins Moreira, Antonio M. Kambara, Jorge Eduardo Assef, Rodrigo Bellio de Mattos Barretto

Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia, São Paulo, SP – Brasil

### Resumen

**Introducción:** Doppler Ecografía (DE) es ampliamente utilizada en el diagnóstico de las estenosis carótideas. En 2003, la Sociedad Americana de Radiología divulgó un consenso proponiendo criterios para graduación de las estenosis de la Arteria Carótida Interna (ACI). En 2009, un grupo del Reino Unido presentó recomendaciones para realización de la DE de las arterias carótidas.

**Objetivo:** Evaluar la precisión de los criterios velocimétricos utilizados en la graduación de las estenosis de la arteria carótida interna por Doppler Ecografía comparados a la arteriografía.

**Métodos:** En 73 pacientes (146 ACI), fueron evaluados: Pico de Velocidad Sistólica (PVS), Velocidad Diastólica Final (VDF) de la ACI y razón PVS ACI/Arteria Carótida Común (ACC), para detección de estenosis <50%, 50% - 69% (PVS: 125-230 cm/s), 70% - 99% (PVS > 230 cm/s). La correlación entre DE y arteriografía fue hecha por el método de Spearman y  $p < 0,05$  considerado estadísticamente significativo.

**Resultados:** La edad media de los pacientes fue 69 años, 47(64%) hombres, 27(37%) con accidente cerebro vascular, y 13 (18%) ataque isquémico transitorio. El mejor criterio para estenosis de 50%-69% fue PVS ACI  $\geq 141$  cm/s (sensibilidad: 94%, especificidad: 90%, precisión: 93%) (AUC 0,97). Para estenosis entre 70%-99%, PVS ACI  $\geq 176$  cm/s mostró sensibilidad: 92%; especificidad: 87%; precisión: 90%; PVS ACI  $\geq 230$  cm/s tuvo sensibilidad: 89%; especificidad: 89%; precisión: 89% (AUC 0,96); y la razón PVS ACI/ACC  $\geq 4,0$  tuvo sensibilidad: 70%; especificidad: 100%; y precisión: 81% (AUC 0,96). Seis oclusiones de ACI fueron detectadas a la DE y arteriografía. La correlación DE y arteriografía fue: PVS (0,81 –  $p < 0,001$ ); VDF (0,78 –  $p < 0,001$ ) y razón PVS ACI/ACC (0,81 –  $p < 0,001$ ).

**Conclusiones:** Doppler Ecografía es un método confiable en la detección de las estenosis carótideas, correlacionándose bien con la arteriografía, siendo importante validar los criterios DE que mejor se aplican a cada servicio. (Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2015; 28(1):17-24)

**Palabras clave:** Arteria Carótida Interna/Ultrasonografía; Estenosis de las Carótidas/Ultrasonografía; Ultrasonografía Doppler/Métodos; Precisión de la Medición Dimensional.

### Introducción

Según la OMS, las Enfermedades Cardiovasculares (ECV) constituyen la principal causa de muerte en todo el mundo<sup>1</sup>. Entre las ECV, el Accidente cerebro vascular (ACV) es uno de los mayores responsables por muertes e invalidez entre hombres y mujeres, hecho éste también observado en el Brasil<sup>1,2</sup>. En los Estados Unidos, el ACV es la tercera causa de muerte y se estima un costo directo e indirecto de 68,9 mil millones de dólares al año para el tratamiento, tanto en el evento agudo como en la evolución de los pacientes afectados<sup>3,4</sup>. Aproximadamente 10% a 20% de los casos de ACV son causados por la estenosis de las arterias carótidas cuya principal causa es la enfermedad aterosclerótica<sup>4,6</sup>.

Históricamente, la arteriografía convencional ha sido considerada *gold standard* para cuantificar las estenosis de la Arteria Carótida Interna (ACI)<sup>6</sup>. Los estudios NASCET (*North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial*), ECST (*European Carotid Surgery Trial*) y ACAS (*Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study*) utilizaron la arteriografía para establecer la severidad de la enfermedad y puntos de corte específicos en la indicación de la intervención quirúrgica en pacientes sintomáticos y asintomáticos<sup>7-9</sup>. Como la arteriografía no está exenta de riesgos, se hizo necesario el desarrollo de exámenes no invasivos que pudiesen tanto identificar como cuantificar las estenosis carótideas<sup>10</sup>. Actualmente, varios exámenes pueden ser realizados para evaluación de la enfermedad de las arterias carótidas, como la arteriografía convencional, la Angiografía por Resonancia magnética nuclear (ARMN), la angiotomografía y la Doppler Ecografía (DE)<sup>11</sup>.

En las últimas tres décadas, la DE se volvió el método más utilizado para evaluación de las carótidas extracraneanas, es un examen no invasivo, no utiliza radiación o contraste,

**Correspondencia:** Ana Cláudia Gomes Pereira Petisco •  
Rua Embuaçu 3 - 81B, Código Postal 04118-080, São Paulo, SP - Brasil  
E-mail: anapetisco@outlook.com

Artículo recibido el 15/9/2014; revisado el 9/10/2014; aceptado el 27/10/2014.

DOI: 10.5935/2318-8219.20150003

provee informaciones anatómicas y hemodinámicas, tiene buena reproductibilidad, portabilidad y costo inferior a los demás exámenes diagnósticos<sup>12,13</sup>. Tanto que la Sociedad Americana de Cirugía Vascular preconiza la DE como primera elección para evaluación de la enfermedad carotídea sintomática o asintomática, y muchas veces la decisión quirúrgica es basada apenas en sus resultados<sup>14</sup>.

En general, la evaluación de las carótidas por la DE envuelve medidas de velocidad del flujo por el Doppler espectral y sus relaciones, asociadas a la evaluación de la imagen bidimensional y al Doppler color. Varias instituciones publicaron sus criterios de evaluación de las estenosis por análisis de las velocidades del flujo, con algunas diferencias en su interpretación<sup>15-17</sup>. A fin de normatizar la utilización de la DE, la Sociedad Americana de Radiología y Ultrasonografía, en 2003, publicó un consenso en el cual propone criterios para graduación de la estenosis de la ACI<sup>18</sup>. Como los criterios recomendados por el consenso fueron basados en varios estudios publicados y en la experiencia de los autores, ellos fueron poco validados, no habiendo sido, hasta entonces, validados en servicios brasileños. En 2009, un Grupo de Trabajo conjunto en el Reino Unido también presentó recomendaciones con intención de estandarizar la realización de la DE de las arterias carótidas<sup>19</sup>. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar la precisión de los criterios velocimétricos utilizados en la graduación de las estenosis de la ACI por la DE, comparados con la arteriografía.

## Métodos

Entre enero de 2009 y julio de 2010, 73 pacientes consecutivos (146 arterias carótidas) fueron sometidos a arteriografía por tener exámenes no invasivos (DE, angiotomografía o ARMN) compatibles con estenosis carotídea significativa sintomática o asintomática, además de pacientes con síntomas neurológicos y casos con exámenes conflictivos. Todos los pacientes fueron, entonces, encaminados para la realización de DE por dos examinadores que desconocían el resultado de la arteriografía y de los demás exámenes, incluyendo aquellos que ya portaban DE previa. Los exámenes DE fueron realizados con intervalo que no excedió treinta días de la arteriografía.

En el momento de la evaluación DE, los pacientes fueron cuestionados y evaluados respecto a datos clínicos y presencia de síntomas que pudiesen estar relacionados a la estenosis carotídea.

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación del Instituto Dante Pazzanese de Cardiología, y todos los pacientes firmaron el Término de Consentimiento Libre y Aclarado.

### Doppler Ecografía de las Arterias Carótidas

Los exámenes DE fueron realizados en los equipos Toshiba Aplio XV Ultrasound System y Vivid 7 Dimension, GE Healthcare, utilizando transductor lineal de alta frecuencia (7MHz). Fue realizado un estudio completo de las arterias carótidas derecha e izquierda, en el trayecto extracraneano, para detectar la presencia de placas

ateroscleróticas al bidimensional. Enseguida, fue hecho el análisis del flujo al Doppler color y la cuantificación de las velocidades de flujo al Doppler pulsado en las carótidas común, interna y externa. Todo cuidado fue tomado para que el ángulo de insonación del

Doppler no supere 60°.

El trazado de la onda de flujo al Doppler espectral permitió la evaluación de los siguientes parámetros: Pico de Velocidad Sistólica (PVS), Velocidad Diastólica Final (VDF) y razón: PVS en la ACI/PVS en la Arteria Carótida Común (ACC).

La cuantificación de las estenosis de la ACI fue realizada según el Consenso de 2003<sup>18</sup> según es descrito:

Parámetros primarios:

- Estenosis < 50%: PVS ACI < 125 cm/s; placa con reducción luminal < 50%;
- Estenosis entre 50% y 69%: PVS ACI 125 la 230 cm/s; placa con reducción luminal  $\geq$  50%;
- Estenosis  $\geq$  70%: PVS ACI > 230 cm/s; placa con reducción luminal > 50%;
- Suboclusión: PVS variables; placa con gran reducción luminal;
- Oclusión: ausencia de luz patente, sin flujo detectable.

Parámetros adicionales:

- Estenosis < 50%: razón PVS ACI/ACC < 2 y VDF < 40 cm/s;
- Estenosis entre 50% y 69%: razón PVS ACI/ACC 2 a 4 y VDF 40 a 100 cm/s;
- Estenosis  $\geq$  70%: razón PVS ACI/ACC > 4 y VDF > 100 cm/s

Fueron evaluados parámetros DE relacionados a las estenosis  $\geq$  50%,  $\geq$  70% y  $\geq$  80%<sup>16,18</sup>.

Los criterios de exclusión para evaluación de las velocidades fueron: presencia de oclusión carotídea; carótidas previamente sometidas la intervención quirúrgica o endovascular; presencia de disección; fibrodisplasia; estenosis significativa del tronco braquicefálico o en el origen de la ACC; además de condiciones clínicas que pudiesen generar alteraciones del flujo perjudiciales para la evaluación de las velocidades, como pacientes con valvulopatía aórtica grave.

### Arteriografía

La evaluación de las arterias carótidas fue realizada por la arteriografía contrastada con sustracción digital. La cuantificación de la estenosis carotídea fue medida y descrita según el criterio estandarizado por el estudio NASCET<sup>7</sup>, en que el diámetro del lumen residual, en el punto de la mayor estenosis, es comparado al diámetro de la ACI distal a la estenosis y se calcula el porcentaje de reducción de luz del vaso.

### Análisis estadístico

Las variables continuas fueron expresadas en media  $\pm$  desviación estándar. Las variables cualitativas fueron expresadas en valor absoluto y porcentajes.

El desempeño de cada criterio DE en diagnosticar presencia de estenosis carotídea  $\geq$  50%,  $\geq$  70% y  $\geq$  80%, comparados

con el resultado de la arteriografía, fue evaluado por una curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*), determinando valores con la mejor sensibilidad y especificidad, y, también, el área bajo la curva (AUC – *Area Under Curve*), que corresponde a la medida resumen del desempeño del test. Fueron evaluados precisión, sensibilidad, especificidad, VPP (Valor Predictivo Positivo), VPN (Valor Predictivo Negativo) de los criterios diagnósticos para las estenosis de la ACI.

La correlación entre los resultados DE (PVS, VDF y relación PVS ACI/PVS ACC) y los obtenidos por la arteriografía fue realizada por el método de Spearman con intervalo de confianza de 95%. También el índice de Kappa fue evaluado para validar la concordancia entre los valores del consenso de 2003 para identificar estenosis  $\geq 50\%$  y  $\geq 70\%$ , con el resultado de la arteriografía.

El valor de  $p < 0,05$  fue considerado estadísticamente significativo.

## Resultados

Fueron incluidos 73 pacientes en el estudio, 146 arterias carótidas evaluadas. Seis arterias carótidas (4,3%) se presentaban ocluidas a la DE, concordante con la arteriografía. Esas arterias fueron excluidas de los análisis de velocidades. En el total, 140 ACI fueron incluidas para evaluación de las velocidades a la DE.

La edad media de los pacientes fue:  $69 \pm 15$  años, 47 (64%) eran hombres. Respecto a las características clínicas: 66 pacientes presentaban hipertensión arterial sistémica (90%); 28 (38%), diabetes melito; 36 (49%), enfermedad arterial coronaria; 13 (18%), enfermedad arterial obstructiva periférica; 54 (74%) eran dislipémicos; y 32 (44%), tabaquistas. Respecto a la presencia de síntomas neurológicos, 27 pacientes (37%) presentaban historia de ACV; 13 (18%), ataque isquémico transitorio; 2 (2,7%), amaurosis fugaz; y síntomas inespecíficos (síncope, mareos) en cuatro pacientes (5,5%).

La arteriografía identificó 87 carótidas (62,1%) con estenosis  $\geq 70\%$  y 13 (9,3%), con estenosis entre 50%

y 69%. Carótidas normales y/o con estenosis  $< 50\%$  totalizaron 40 (28,6%). La DE identificó 81 carótidas (57,9%) con estenosis  $\geq 70\%$  y 21 (15%), con estenosis entre 50% y 69%. Carótidas normales y/o con estenosis  $< 50\%$  totalizaron 38 (27,1%). La arteriografía detectó estenosis  $\geq 70\%$  bilateral en siete pacientes (9,6%) y la DE, en cuatro (5,5%).

La concordancia entre los valores de corte del consenso de 2003 con la arteriografía, por el índice de Kappa, para las estenosis de la ACI  $\geq 50\%$ , fue 0,88, y para las estenosis  $\geq 70\%$  fue 0,8.

En la Tabla 1 se encuentra un resumen de la sensibilidad, de la especificidad y de la precisión del PVS para detección de las estenosis de la ACI  $\geq 50\%$  y  $\geq 70\%$ . Se observa que los parámetros primarios preconizados por el consenso de 2003 presentaron, respectivamente, para estenosis  $\geq 50\%$  (PVS  $\geq 125$  cm/s), una sensibilidad de 97%; especificidad de 83%; y precisión de 93%; y para estenosis entre  $\geq 70\%$  (PVS  $\geq 230$  cm/s), una sensibilidad de 89%; especificidad de 89%; y precisión de 89%. Como podemos notar, el PVS  $\geq 141$  cm/s obtuvo 94% de sensibilidad con especificidad de 90%, el PVS  $\geq 176$  cm/s mostró mayor sensibilidad, aunque menor especificidad que el PVS  $\geq 230$  cm/s (valor de corte del consenso de 2003) y el PVS de 233 cm/s. El VPS  $\geq 304$  cm/s identificó las obstrucciones  $\geq 80\%$  con una especificidad de 90% y precisión de 84%.

Respecto a la VDF, para las obstrucciones  $\geq 70\%$ , se observó que la VDF  $\geq 80$  cm/s obtuvo sensibilidad de 74% y especificidad de 98%, con precisión de 84%, y la VDF  $\geq 100$  cm/s, sensibilidad de 57%, especificidad de 98% con precisión de 73%.

Para las obstrucciones  $\geq 80\%$ , la VDF  $\geq 100$  cm/s presentó sensibilidad de 70%, especificidad 86%, y precisión de 80%; mientras que la VDF  $\geq 140$  cm/s (valor utilizado en los criterios de la Universidad de Washington) presentó sensibilidad de 55%, con especificidad de 98%, y precisión de 81% (Figura 1).

En la Tabla 2 observamos que los valores preconizados por el consenso de 2003 para la razón PVS ACI/PVS ACC presentaron respectivamente, para las estenosis  $\geq 50\%$

**Tabla 1 – PVS en el diagnóstico de las estenosis  $\geq 50\%$ ,  $\geq 70\%$  y  $\geq 80\%$**

VPS cm/s	Sensibilidad	Especificidad	VPP	VPN	Precisión
$\geq 50\%$					
125 cm/s	97%	83%	93%	91%	93%
141 cm/s	94%	90%	96%	86%	93%
$\geq 70\%$					
176 cm/s	92%	87%	92%	89%	90%
200 cm/s	90%	87%	92%	84%	89%
230 cm/s	89%	89%	93%	83%	89%
233 cm/s	89%	91%	94%	83%	89%
$\geq 80\%$					
304 cm/s	74%	90%	82%	85%	84%

VPS: velocidad de pico sistólico; VPP: valor predictivo positivo; VPN: valor predictivo negativo.

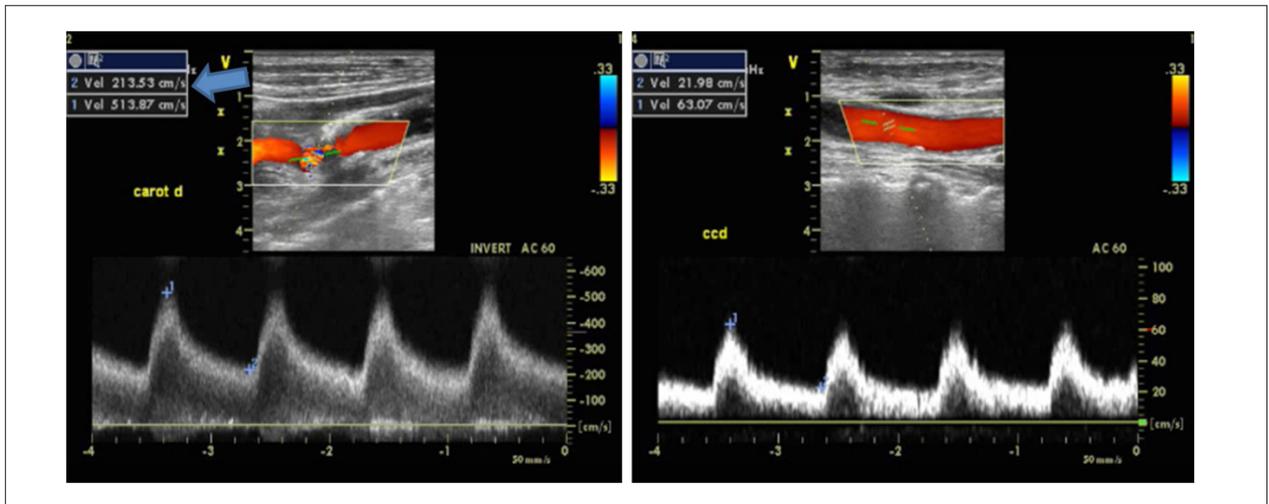


Figura 1 – Estenosis de la arteria carótida interna. VDF > 140 cm/s compatible con estenosis  $\geq$  80%.

(razón  $\geq$  2), sensibilidad de 89%, especificidad de 90%, VPP de 96%, VPN de 78% y precisión de 90%; mientras para estenosis  $\geq$  70% (razón  $\geq$  4), sensibilidad de 70%, especificidad de 100% y precisión de 81%.

En el análisis de las curvas ROC se observó: AUC de 0,97 y 0,96, respectivamente, para PVS y VDF en la detección de las estenosis de la ACI  $\geq$  50% comparando con la arteriografía. Para las estenosis  $\geq$  70%, el PVS, la VDF y la relación PVS ACI/PVS ACC presentaron AUC respectivamente de 0,96, 0,96 y 0,935, mientras para las estenosis  $\geq$  80% la AUC de la VDF fue 0,895 (Figuras 2, 3 y 4).

La correlación entre los valores del PVS, de la VDF y de la razón del PVS ACI/PVS ACC con la arteriografía fue evaluada por el método de Spearman. El PVS y la razón PVS ACI/PVS ACC presentaron un coeficiente (r) de 0,81 (Tabla 3).

## Discusión

Los resultados del presente estudio muestran una buena concordancia entre DE y arteriografía, así como validan los criterios del Consenso de 2003<sup>18</sup> para las estenosis carótidas en nuestra institución.

Actualmente, la DE ha sido el examen diagnóstico de elección para la evaluación de las estenosis de la ACI. Algunas veces es realizado para la selección de los pacientes a ser sometidos a arteriografía, que, por ser un examen invasivo, con riesgo de morbilidad y mortalidad, puede reducir el beneficio potencial de la intervención, o como único examen, direccionado para la realización del tratamiento quirúrgico o endovascular<sup>18,20,21</sup>. Su realización se justifica, pues estudios randomizados mostraron beneficio de la endarterectomía carotídea en pacientes sintomáticos con estenosis entre 70% y 99%, y en algunos con estenosis entre 50% y 69%<sup>7,8</sup>, así como en pacientes asintomáticos con estenosis  $\geq$  60%<sup>9</sup>. Como las indicaciones de la endarterectomía en pacientes asintomáticos no son tan robustas, algunos autores reservan la intervención para pacientes seleccionados con estenosis  $\geq$  80%<sup>22</sup>.

En 2002, en San Francisco, en los Estados Unidos, fue realizada una reunión de especialistas de la Sociedad de Radiología y Ultrasonografía con el propósito de ofrecer recomendaciones para la realización de los exámenes DE de las carótidas, así como la interpretación de los resultados en el diagnóstico de la estenosis de la ACI. El consenso generado por esa reunión fue publicado en el año 2003, volviéndose referencia hasta los días actuales<sup>18</sup>.

En 2009, en el Reino Unido, fue publicado un documento con recomendaciones para la uniformización de la práctica de la DE y recomendaciones respecto a los criterios diagnósticos de las estenosis carótidas, utilizando algunos criterios del consenso americano y acrecentando otros como el índice de St Mary's que divide en deciles el grado de estenosis utilizando la razón PVS ACI/VDF ACC<sup>19</sup>.

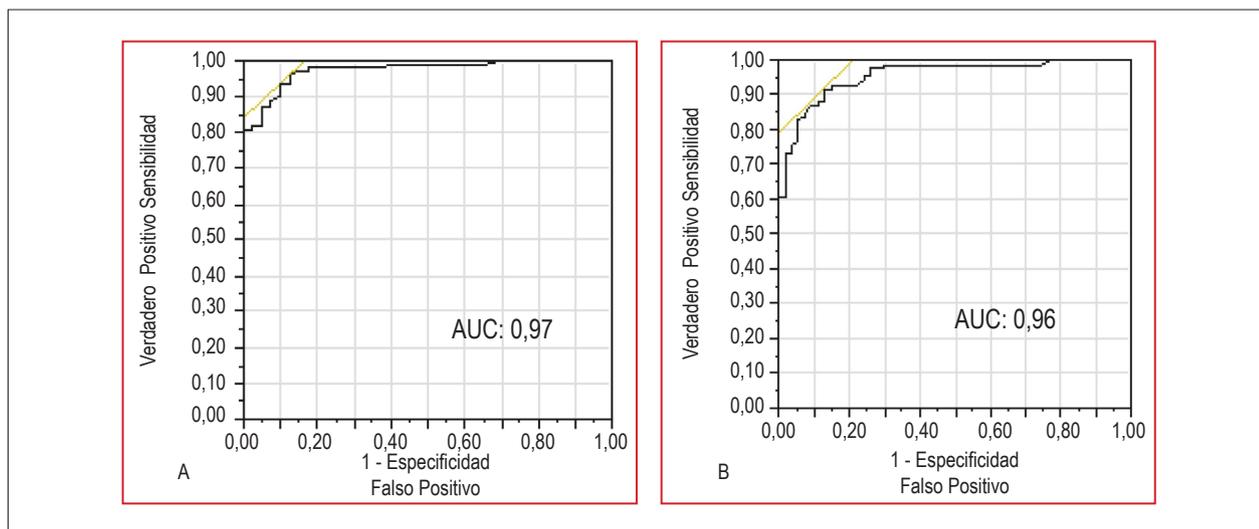
En nuestro estudio se evaluó la precisión de los criterios DE de velocidad utilizados en la graduación de las estenosis carótidas comparándolos con los resultados de la arteriografía. Observamos que, cuando utilizamos los parámetros del Consenso de 2003 para graduar las estenosis  $\geq$  50% y  $\geq$  70%, hubo buena concordancia entre los métodos (Kappa = 0,88 y 0,8, respectivamente).

Cuando son evaluadas las estenosis de la ACI  $\geq$  50%, el PVS  $\geq$  141 cm/s presentó una mejor especificidad que el PVS  $\geq$  125 cm/s (90% X 83%), con precisión semejante. Para estenosis  $\geq$  70% obtuvimos buena especificidad y precisión con valores en torno de 230 cm/s (valor preconizado por el consenso de 2003). AbuRahma et al.<sup>13</sup> también validaron el consenso de 2003 en su institución. Esos autores evaluaron 376 ACI en 197 pacientes sometidos a DE y la arteriografía y concluyeron que los valores del consenso fueron precisos para estenosis ACI  $\geq$  70%; mientras tanto, encontraron, así como en nuestro estudio, una mejor especificidad para el diagnóstico de las estenosis  $\geq$  50%, con el PVS  $\geq$  137 cm/s, del que con 125 cm/s (91% X 85%), optando, para fines prácticos, por el PVS de 140 cm/s<sup>13</sup>.

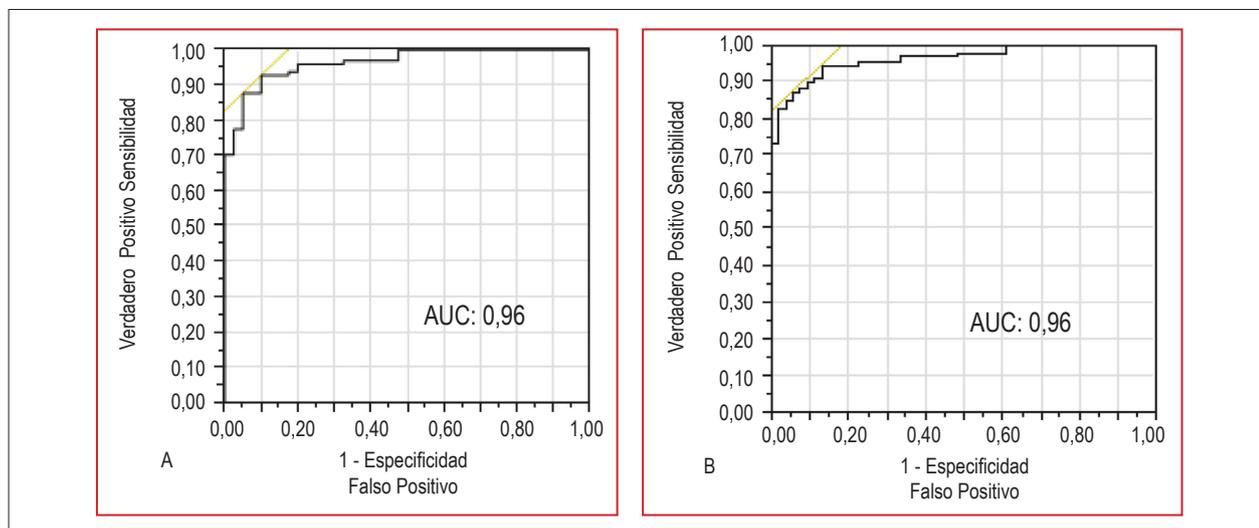
**Tabla 2 – Razón PVS ACI/PVS ACC en el diagnóstico de las estenosis  $\geq 50\%$  y  $\geq 70\%$**

Rel PVS	Sensibilidad	Especificidad	VPP	VPN	Precisión
$\geq 50\%$					
1,74	92%	90%	96%	84%	92%
2,0	90%	90%	96%	78%	90%
$\geq 70\%$					
2,84	87%	95%	96%	82%	90%
3,5	80%	98%	99%	76%	87%
4,0	70%	100%	100%	68%	81%

VPS: velocidad de pico sistólico; VPP: valor predictivo positivo; VPN: valor predictivo negativo.



**Figura 2 – Curvas ROC del PVS en relación a la arteriografía para las estenosis  $\geq 50\%$  (A) y  $\geq 70\%$  (B).**



**Figura 3 – Curvas ROC de la razón PVS ACI/PVS ACC en relación a la arteriografía para las estenosis  $\geq 50\%$  (A) y  $\geq 70\%$  (B).**

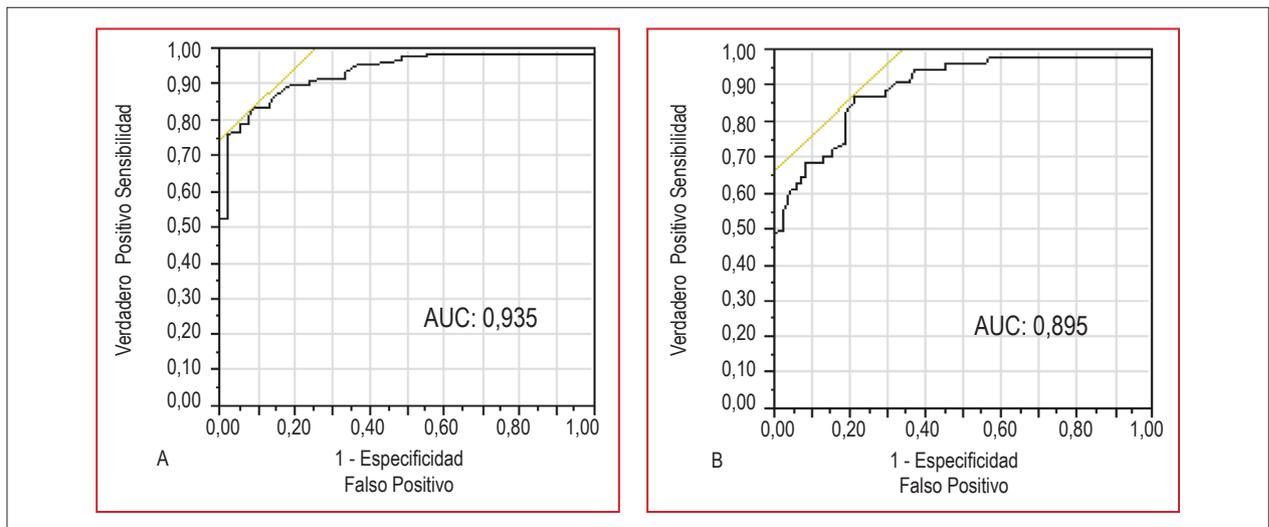


Figura 4 – Curvas ROC de la VDF en relación a la arteriografía para las estenosis  $\geq 70\%$  (A) y  $\geq 80\%$  (B).

Tabla 3 – Correlación entre el PVS, VDF y la razón PVS ACI / PVS ACC con la arteriografía

Variable	Correlación
PVS	$r = 0,81; p < 0,001$
VDF	$r = 0,78; p < 0,001$
Razón PVS ACI / PVS ACC	$r = 0,81; p < 0,001$

VPS: velocidad de pico sistólico; VDF: velocidad diastólica final; ACI: arteria carótida interna; ACC: arteria carótida común.

Observamos, en nuestro estudio, una correlación muy buena entre los valores del PVS ACI, razón PVS ACI/PVS ACC y VDF ACI con los grados de estenosis de la ACI a la arteriografía ( $r = 0,81$ ;  $r = 0,81$ ;  $r = 0,78$ ; todos con  $p < 0,001$ ). AbuRahma et al.<sup>13</sup> encontraron correlación semejante para el PVS ACI ( $r = 0,81$ ), aunque inferiores cuando son evaluadas razón PVS ACI/PVS ACC y VDF ACI ( $r = 0,54$ ;  $r = 0,7$ ).

Braun et al.<sup>23</sup> evaluaron 420 ACI por la DE y arteriografía y validaron el consenso de 2003 en su institución. Observaron que, para obstrucciones  $\geq 70\%$ , el PVS  $\geq 230$  cm/s presentó sensibilidad de 95,3%, especificidad de 84,4% y precisión de 87%. En el presente estudio, el PVS  $\geq 230$  cm/s presentó sensibilidad de 89%, especificidad de 89% y precisión de 89%. Esos autores encontraron también buena correlación de los parámetros: PVS ACI, razón PVS ACI/PVS ACC y VDF ACI ( $r = 0,825$ ;  $r = 0,766$ ;  $r = 0,762$ , respectivamente).

Jahromi et al.<sup>20</sup> realizaron un metanálisis evaluando el desempeño de la DE al estimar estenosis de la ACI, y encontraron que, para estenosis  $\geq 50\%$ , el PVS  $\geq 130$  cm/s presentó sensibilidad de 98% y especificidad de 88%. Para las estenosis  $\geq 70\%$ , el PVS  $\geq 200$  cm/s presentó sensibilidad de 90% y especificidad de 94%; ya el PVS

$\geq 230$  cm/s presentó sensibilidad de 90% y especificidad de 85%; la razón PVS ACI/PVS ACC  $\geq 3$  se presentó con sensibilidad de 89% y especificidad de 84%; y la razón  $\geq 4$ , 80% y 88%, respectivamente, habiendo en los dos criterios sobreposición de los intervalos de confianza. También para evaluación de las estenosis  $\geq 70\%$ , la VDF  $\geq 100$  cm/s presentó sensibilidad de 82% y especificidad de 90%. En nuestro estudio los PVS  $\geq 200$  cm/s y 230 cm/s presentaron precisión (89%) semejante para estenosis  $\geq 70\%$ , aunque el PVS  $\geq 230$  cm/s presentó especificidad un poco mayor (87% X 89%); ya la razón PVS ACI/PVS ACC  $\geq 3,5$  presentó sensibilidad de 80%, 98% de especificidad y, para la razón  $\geq 4$ , especificidad de 100%.

El desempeño de la DE también fue evaluado por Shaalan et al.<sup>24</sup>, aunque comparándola a la angiotomografía. Esos autores evaluaron 481 ACI y también encontraron, así como en el presente estudio y en el estudio de AbuRahma et al., que un valor de corte mayor del PVS detectó mejor las estenosis de la ACI  $\geq 50\%$  (PVS  $\geq 155$  cm/s) y también la razón PVS ACI/PVS ACC  $\geq 2$ . En nuestro estudio la razón PVS ACI/PVS ACC  $\geq 2$ , para identificar las estenosis de la ACI  $\geq 50\%$ , presentó sensibilidad, especificidad y precisión de 90%.

En el estudio de Shaalan et al.<sup>24</sup> los parámetros DE para la identificación de las estenosis de la ACI fueron aquellos preconizados por la Universidad de Washington que, para las estenosis de la ACI  $\geq 50\%$ , utiliza el PVS ACI  $\geq 125$  cm/s y para las estenosis  $\geq 80\%$ , la VDF  $\geq 140$  cm/s<sup>16</sup>. En ese estudio, el PVS  $\geq 370$  cm/s detectó las estenosis de la ACI  $\geq 80\%$  con sensibilidad de 87%, especificidad de 90% y precisión de 89%; la VDF  $\geq 140$  cm/s presentó sensibilidad de 84%, especificidad de 91% y precisión de 90%. En nuestro estudio el PVS  $\geq 304$  cm/s identificó las estenosis de la ACI  $\geq 80\%$ , con sensibilidad de 74%, especificidad de 90% y precisión de 84%; la VDF de 140 cm/s presentó sensibilidad de 55%, especificidad de 98% y precisión de 81%.

La utilización de dos diferentes equipos DE puede ser considerada una potencial limitación, pues podría generar imágenes con diferente resolución bidimensional y evaluación Doppler. Por otro lado, vuelve el estudio más aproximado al día a día de los laboratorios que trabajan con equipos diversos.

El presente estudio muestra que los criterios del Consenso de 2003<sup>18</sup> para identificación de las estenosis de la ACI  $\geq 50\%$  y  $\geq 70\%$  son válidos y aplicables en nuestra institución con buena precisión. Sin embargo, en el caso de las estenosis  $\geq 50\%$ , el PVS  $\geq 141$  cm/s presentó una mejora en la especificidad en relación al PVS  $\geq 125$  cm/s (90% X 83%), con reducción de apenas 3% en la sensibilidad.

La buena especificidad (98%) y VPP (94%) de la VDF  $\geq 140$  cm/s en la identificación de las estenosis de la ACI  $\geq 80\%$  nos llevan a creer que, si nos deparamos con una estenosis de la ACI  $\geq 70\%$ , identificada por los criterios del consenso de 2003, aunque en la evaluación de la VDF el valor es  $\geq 140$  cm/s, probablemente estamos delante de una estenosis de la ACI  $\geq 80\%$ .

### Conclusiones

La Doppler Ecografía es un método confiable en la detección de las estenosis carotídeas, correlacionándose bien con la

arteriografía. Este estudio muestra la importancia de la validación de los criterios DE que mejor se aplican a cada servicio.

### Contribución de los autores

Concepción y diseño de la investigación: Petisco ACGP, Barbosa JEM, Saleh MH, Jesus CA; Obtención de datos: Petisco ACGP, Barbosa JEM, Metzger PB, Moreira SM, Kambara AM; Análisis e interpretación de los datos: Petisco ACGP, Saleh MH, Jesus CA, Dourado MS, Moreira SM, Kambara AM, Barretto RBM; Análisis estadístico: Barretto RBM; Redacción del manuscrito: Petisco ACGP, Jesus CA; Revisión crítica del manuscrito respecto al contenido intelectual importante: Petisco ACGP, Barbosa JEM, Assef JE.

### Potencial Conflicto de Intereses

Declaro no haber conflicto de intereses pertinentes.

### Fuentes de Financiamiento

El presente estudio no tuvo fuentes de financiamiento externas.

### Vinculación Académica

No hay vinculación de este estudio a programas de postgrado.

### Referencias

1. Mukherjee D, Patil CG Epidemiology and the global burden of stroke. *World Neurosurg.* 2017;76(Suppl):S85-90.
2. Ministério da Saúde. Indicadores e dados básicos – Brasil - 2012 [citado em 2014 set.09]. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/idb2012/matriz>.
3. Brott TG, Halperin JL, Abbara S, Bacarach JM, Barr JD, Bush RL, et al. ASA/ACCF/AHA/AANN/AANS/ACR/ASNR/CNS/SAIP/CSCAI/SIR/SNIS/SVM/SVS guideline on the management of patients with extracranial carotid and vertebral artery disease: executive summary. A report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines, and the American Stroke Association, American Association of Neuroscience Nurses, American Association of Neurological Surgeons, American College of Radiology, American Society of Neuroradiology, Congress of Neurological Surgeons, Society of Atherosclerosis Imaging and Prevention, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Interventional Radiology, Society of NeuroInterventional Surgery, Society for Vascular Medicine, and Society for Vascular Surgery. *Circulation.* 2011;124(4):489-532.
4. Taussky P, Hanel RA, Meyer FB. Clinical considerations in the management of asymptomatic carotid artery stenosis. *Neurosurg Focus.* 2011;31(6):E7.
5. Jonas DE, Feltner C, Amick HR, Sheridam S, Zheng ZJ, Watford DJ, et al. Screening for asymptomatic carotid artery stenosis: a systematic review and meta-analysis for the U.S. Preventive Services Task Force. *Ann Intern Med.* 2014;161(5):336-46.
6. Cronenwett JL, Johnston KW. *Rutherford's vascular surgery* 8<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2014.
7. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis. *N Engl J Med.* 1991;325(7):445-53.
8. European Carotid Surgery Trialists' Collaborative Group. MCR European Carotid Surgery Trial: interim results for symptomatic patients with severe (70-99%) or with mild (0-29%) carotid stenosis. *Lancet.* 1991;337(8752):1235-43.
9. Executive Committee for the Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study. Endarterectomy for asymptomatic carotid stenosis. *JAMA.* 1995;273(18):1421-8.
10. Hankey GJ, Warlow CP, Sellar RJ. Cerebral angiographic risk in mild cerebrovascular disease. *Stroke.* 1990;21(2):209-22.
11. Wardlaw JM, Best JJ, Wartolowska K, Berry E. Non-invasive imaging compared with intra-arterial angiography in the diagnosis of symptomatic carotid stenosis: a meta-analysis. *Lancet.* 2006;367(9521):1503-12.
12. Beach KW, Bergelin RO, Leotta DF, Primozich JF, Severeid PM, Stutzman ET, et al. Standardized ultrasound evaluation of carotid stenosis for clinical trials: University of Washington Ultrasound Reading Center. *Cardiovasc Ultrasound.* 2010;8:39.
13. AbuRahma AF, Srivastava MT, Stone PA, Mousa AY, Jain A, Dean LS, et al. Critical appraisal of the Carotid Duplex Consensus criteria in the diagnosis of carotid artery stenosis. *J Vasc Surg.* 2011;53(1):53-9.
14. Ricotta JJ, Aburahma Updated Society for Vascular Surgery guidelines for management of extracranial carotid disease. *J Vasc Surg.* 2011;54(3):e1-31.
15. Huston J 3rd, James EM, Brown RD Jr, Lefsrud RD, Listrup DM, Robertson EF, et al. Redefined duplex ultrasonographic criteria for diagnosis of carotid artery stenosis. *Mayo Clin Proc.* 2000;75(11):1133-40.
16. Zierler RE. Strandness's *Duplex scanning in vascular disorders*. 3<sup>rd</sup> ed. Saint Louis: Lippincott Williams & Wilkins; 2002.

17. Aburahma AF, Robinson PA, Strickler DL, Alberts S, Young L. Proposed new duplex classification for threshold stenoses used in various symptomatic and asymptomatic carotid endarterectomy trials. *Ann Vasc Surg.* 1998;12(4):349-58.
18. Grant EG, Moneta GL, Benson CB, Alexandro AV, Baker JD, Bluth EL, et al. Carotid artery stenosis: gray-scale and Doppler US diagnosis - Society of Radiologists in Ultrasound Consensus Conference. *Radiology.* 2003;229(2):340-6.
19. Oates CP, Naylor AR, Hartshorne T, Charles SM, Fail T, Humphries K, et al. Joint Recommendations for Reporting Carotid Ultrasound Investigations in the United Kingdom. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2009;37(3):251-61.
20. Jahromi AS, Cina CS, Liu Y, Clase M. Sensitivity and specificity of color duplex ultrasound measurement in the estimation of internal carotid artery stenosis: a systematic review and meta-analysis. *J Vasc Surg.* 2005;41(6):962-72.
21. Marshall WG Jr, Kouchoukos NT, Murphy SF, Pelate C. Carotid endarterectomy based on duplex scanning without preoperative arteriography. *Circulation.* 1988;78(3Pt2):11-5.
22. Faries PL, Chaer RA, Patel S, Lin SC, De Rubertis B, Kent KC. Current management of extracranial carotid artery disease. *Vasc Endovascular Surg.* 2006;40(3):165-75.
23. Braun RM, Bertino BE, Milbrandt J, Bray M. Ultrasound imaging of carotid artery stenosis: application of the Society of Radiologists in Ultrasound Consensus Criteria to a Single Institution Clinical Practice. *Ultrasound Q.* 2008;24(3):161-6.
24. Shaalan WE, Walgren CM, Desai T, Piano G, Skelly C, Bassiouny HS. Reappraisal of velocity criteria for carotid bulb/internal carotid artery stenosis utilizing high-resolution B-mode ultrasound validated with computed tomography angiography. *J Vasc Surg.* 2008;48(1):104-12.