

Doppler Ecografia das Artérias Carótidas: Critérios de Velocidade Validados pela Arteriografia

Doppler Ultrasonography of Carotid Arteries: Velocity Criteria Validated by Arteriography

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 Asséf, Rodrigo Bellio de Mattos Barretto

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

Resumo

Introdução: Doppler Ecografia (DE) é largamente utilizada no diagnóstico das estenoses carótídeas. Em 2003, a Sociedade Americana de Radiologia divulgou um consenso propondo critérios para graduação das estenoses da Artéria Carótida Interna (ACI). Em 2009, um grupo do Reino Unido apresentou recomendações para realização da DE das artérias carótidas.

Objetivo: Avaliar a acurácia dos critérios velocimétricos utilizados na graduação das estenoses da artéria carótida interna por Doppler Ecografia comparados à arteriografia.

Métodos: Em 73 pacientes (146 ACI), foram avaliados: Pico de Velocidade Sistólica (PVS), Velocidade Diastólica Final (VDF) da ACI e razão PVS ACI/Artéria Carótida Comum (ACC), para detecção de estenoses < 50%, 50% - 69% (PVS: 125 - 230 cm/s), 70% - 99% (PVS > 230 cm/s). A correlação entre DE e arteriografia foi feita pelo método de Spearman e $p < 0,05$ considerado estatisticamente significativo.

Resultados: A idade média dos pacientes foi 69 anos, 47 (64%) homens, 27 (37%) com acidente vascular encefálico, e 13 (18%) ataque isquêmico transitório. O melhor critério para estenoses de 50% - 69% foi PVS ACI ≥ 141 cm/s (sensibilidade: 94%, especificidade: 90%, acurácia: 93%) (AUC 0,97). Para estenoses entre 70% - 99%, PVS ACI ≥ 176 cm/s mostrou sensibilidade: 92%; especificidade: 87%; acurácia: 90%; PVS ACI ≥ 230 cm/s teve sensibilidade: 89%; especificidade: 89%; acurácia: 89% (AUC 0,96); e a razão PVS ACI/ACC $\geq 4,0$ teve sensibilidade: 70%; especificidade: 100%; e acurácia: 81% (AUC 0,96). Seis oclusões de ACI foram detectadas à DE e arteriografia. A correlação DE e arteriografia foi: PVS (0,81 - $p < 0,001$); VDF (0,78 - $p < 0,001$) e razão PVS ACI/ACC (0,81 - $p < 0,001$).

Conclusões: Doppler Ecografia é um método confiável na detecção das estenoses carótídeas, correlacionando-se bem com a arteriografia, sendo importante validar os critérios DE que melhor se aplicam a cada serviço. (Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2015; 28(1):17-24)

Palavras-chave: Artéria Carótida Interna/Ultrassonografia; Estenose das Carótidas/Ultrassonografia; Ultrassonografia Doppler/Métodos; Acurácia da Medição Dimensional.

Abstract

Introduction: The Doppler Ultrasonography (DU) is largely used to diagnose carotid stenoses. In 2003, the American Society of Radiology issued a consensus establishing criteria for gradating the stenoses of the Internal Carotid Artery (ICA). In 2009, a group in the United Kingdom presented recommendations for performing DU of carotid arteries.

Objective: Evaluating the accuracy of the velocimetric criteria used to grade internal carotid artery stenoses by Doppler Ultrasonography compared to arteriography.

Methods: We evaluated 73 patients (146 ICA): Peak Systolic Velocity (PSV), End-Diastolic Velocity (EDV) of ICA and the ICA/Common Carotid Artery (CCA) PSV ratio to detect stenoses < 50%, 50% - 69% (PSV: 125-230 (cm/s), 70% - 99% (PSV > 230 (cm/s)). The correlation between DU and arteriography was ascertained with the Spearman's method and $p < 0.05$ deemed statistically significant.

Results: The patients' average age was 69 years, 47 (64%) men, 27 (37%) with cerebrovascular accident, and 13 (18%), transient ischemic attack. The best criterion for stenoses of 50% - 69% was ICA PSV ≥ 141 cm/s (sensitivity: 94%, specificity: 90%, accuracy: 93%) (AUC 0.97). For stenoses between 70% - 99%, ICA PSV ≥ 176 cm/s presented sensitivity: 92%; specificity: 87%; accuracy: 90%; ICA PSV ≥ 230 cm/s presented sensitivity: 89%; specificity: 89%; accuracy: 89% (AUC 0.96); and ICA/CCA PSV ratio ≥ 4.0 presented sensitivity: 70%; specificity: 100%; and accuracy: 81% (AUC 0.96). Six ICA occlusions were detected by DU and arteriography. The DU and arteriography correlation was: PSV (0.81 - $p < 0.001$); EDV (0.78 - $p < 0.001$) and ICA/CCA PSV ratio (0.81 - $p < 0.001$).

Conclusions: The Doppler Ultrasonography is a reliable method for detecting carotid stenoses, having a good correlation with arteriography. In this respect, validating the DU criteria which better suit each service is important. (Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2015; 28(1):17-24)

Keywords: Internal Carotid Artery/Ultrasonography; Carotid Stenosis/Ultrasonography; Ultrasonography, Doppler/Methods; Dimensional Management Accuracy.

Full texts in English - <http://departamentos.cardiol.br/dic/publicacoes/revistadic/>

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

Artigo recebido em 15/09/2014; revisado em 09/10/2014; aceito em 27/10/2014.

DOI: 10.5935/2318-8219.20150003

Introdução

Segundo a OMS, as Doenças Cardiovasculares (DCV) constituem a principal causa de morte em todo o mundo¹. Dentre as DCV, o Acidente Vascular Encefálico (AVE) é um dos maiores responsáveis por mortes e invalidez entre homens e mulheres, fato esse também observado no Brasil^{1,2}. Nos Estados Unidos, o AVE é a terceira causa de morte e estima-se um custo direto e indireto de 68,9 bilhões de dólares ao ano para o tratamento, tanto no evento agudo como na evolução dos pacientes acometidos^{3,4}. Aproximadamente 10% a 20% dos casos de AVE são causados pela estenose das artérias carótidas cuja principal causa é a doença aterosclerótica⁴⁻⁶.

Historicamente, a arteriografia convencional tem sido considerada padrão ouro para quantificar as estenoses da Artéria Carótida Interna (ACI)⁶. Os estudos NASCET (*North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial*), ECST (*European Carotid Surgery Trial*) e ACAS (*Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study*) utilizaram a arteriografia para estabelecer a severidade da doença e pontos de corte específicos na indicação da intervenção cirúrgica em pacientes sintomáticos e assintomáticos⁷⁻⁹. Como a arteriografia não é isenta de riscos, tornou-se necessário o desenvolvimento de exames não invasivos que pudessem tanto identificar como quantificar as estenoses carótidas¹⁰. Atualmente, vários exames podem ser realizados para avaliação da doença das artérias carótidas, como a arteriografia convencional, a Angiografia por Ressonância Nuclear Magnética (ARNM), a angiotomografia e a Doppler Ecografia (DE)¹¹.

Nas últimas três décadas, a DE tornou-se o método mais utilizado para avaliação das carótidas extracranianas, é um exame não invasivo, não utiliza radiação ou contraste, fornece informações anatômicas e hemodinâmicas, tem boa reprodutibilidade, portabilidade e custo inferior aos demais exames diagnósticos^{12,13}. Tanto que a Sociedade Americana de Cirurgia Vascular preconiza a DE como primeira escolha para avaliação da doença carótida sintomática ou assintomática, e muitas vezes a decisão cirúrgica é baseada apenas em seus resultados¹⁴.

Em geral, a avaliação das carótidas pela DE envolve medidas de velocidade do fluxo pelo Doppler espectral e suas relações, associadas à avaliação da imagem bidimensional e ao Doppler colorido. Várias instituições publicaram seus critérios de avaliação das estenoses por análises das velocidades do fluxo, com algumas diferenças em sua interpretação¹⁵⁻¹⁷. A fim de normatizar a utilização da DE, a Sociedade Americana de Radiologia e Ultrassonografia, em 2003, publicou um consenso no qual propõe critérios para graduação da estenose da ACI¹⁸. Como os critérios recomendados pelo consenso foram baseados em vários estudos publicados e na experiência dos autores, eles foram pouco validados, não tendo sido, até então, validados em serviços brasileiros. Em 2009, um Grupo de Trabalho conjunto no Reino Unido também apresentou recomendações com intenção de padronizar a realização da DE das artérias carótidas¹⁹. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a acurácia dos critérios velocimétricos utilizados na graduação das estenoses da ACI pela DE, comparados com a arteriografia.

Métodos

Entre janeiro de 2009 e julho de 2010, 73 pacientes consecutivos (146 artérias carótidas) foram submetidos a arteriografia por possuírem exames não invasivos (DE, angiotomografia ou ARNM) compatíveis com estenose carotídea significativa sintomática ou assintomática, além de pacientes com sintomas neurológicos e casos com exames conflitantes. Todos os pacientes foram, então, encaminhados à realização de DE por dois examinadores que desconheciam o resultado da arteriografia e dos demais exames, incluindo aqueles que já portavam DE prévia. Os exames DE foram realizados com intervalo que não excedeu trinta dias da arteriografia.

No momento da avaliação DE, os pacientes foram questionados e avaliados quanto a dados clínicos e presença de sintomas que pudessem estar relacionados à estenose carotídea.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia, e todos os pacientes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Doppler Ecografia das Artérias Carótidas

Os exames DE foram realizados nos equipamentos Toshiba Aplio XV Ultrasound System e Vivid 7 Dimension, GE Healthcare, utilizando-se transdutor linear de alta frequência (7MHz). Foi realizado um estudo completo das artérias carótidas direita e esquerda, no trajeto extracraniano, para se detectar a presença de placas ateroscleróticas ao bidimensional. Em seguida, foi feita a análise do fluxo ao Doppler colorido e a quantificação das velocidades de fluxo ao Doppler pulsado nas carótidas comum, interna e externa. Todo cuidado fora tomado para que o ângulo de insonação do Doppler não ultrapassasse 60°.

O traçado da onda de fluxo ao Doppler espectral permitiu a avaliação dos seguintes parâmetros: Pico de Velocidade Sistólico (PVS), Velocidade Diastólica Final (VDF) e razão: PVS na ACI/PVS na Artéria Carótida Comum (ACC).

A quantificação das estenoses da ACI foi realizada segundo o Consenso de 2003¹⁸ conforme descrito:

Parâmetros primários:

- Estenose < 50%: PVS ACI < 125 cm/s; placa com redução luminal < 50%;
- Estenose entre 50% e 69%: PVS ACI 125 a 230 cm/s; placa com redução luminal ≥ 50%;
- Estenose ≥ 70%: PVS ACI > 230 cm/s; placa com redução luminal > 50%;
- Suboclusão: PVS variáveis; placa com grande redução luminal;
- Oclusão: ausência de luz patente, sem fluxo detectável.

Parâmetros adicionais:

- Estenose < 50%: razão PVS ACI/ACC < 2 e VDF < 40 cm/s;
 - Estenose entre 50% e 69%: razão PVS ACI/ACC 2 a 4 e VDF 40 a 100 cm/s;
 - Estenose ≥ 70%: razão PVS ACI/ACC > 4 e VDF > 100 cm/s
- Foram avaliados parâmetros DE relacionados às estenoses ≥ 50%, ≥ 70% e ≥ 80%^{16,18}.

Os critérios de exclusão para avaliação das velocidades foram: presença de oclusão carotídea; carótidas previamente submetidas a intervenção cirúrgica ou endovascular; presença de dissecção; fibrodisplasia; estenose significativa do tronco braquicefálico ou na origem da ACC; além de condições clínicas que pudessem gerar alterações do fluxo prejudiciais à avaliação das velocidades, como pacientes com valvopatia aórtica grave.

Arteriografia

A avaliação das artérias carótidas foi realizada pela arteriografia contrastada com subtração digital. A quantificação da estenose carotídea foi aferida e descrita segundo o critério padronizado pelo estudo NASCET⁷, em que o diâmetro do lúmen residual, no ponto da maior estenose, é comparado ao diâmetro da ACI distal à estenose e calcula-se a porcentagem de redução de luz do vaso.

Análise estatística

As variáveis contínuas foram expressas em média \pm desvio padrão. As variáveis qualitativas foram expressas em valor absoluto e porcentagens.

O desempenho de cada critério DE em diagnosticar presença de estenose carotídea $\geq 50\%$, $\geq 70\%$ e $\geq 80\%$, comparados com o resultado da arteriografia, foi avaliado por uma curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*), determinando valores com a melhor sensibilidade e especificidade, e, também, a área sob a curva (AUC – *Area Under Curve*), que corresponde à medida resumo do desempenho do teste. Foram avaliados acurácia, sensibilidade, especificidade, VPP (Valor Preditivo Positivo), VPN (Valor Preditivo Negativo) dos critérios diagnósticos para as estenoses da ACI.

A correlação entre os resultados DE (PVS, VDF e relação PVS ACI/PVS ACC) e os obtidos pela arteriografia foi realizada pelo método de Spearman com intervalo de confiança de 95%. Também o índice de Kappa foi avaliado para validar a concordância entre os valores do consenso de 2003 para identificar estenoses $\geq 50\%$ e $\geq 70\%$, com o resultado da arteriografia.

O valor de $p < 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo.

Resultados

Foram incluídos 73 pacientes no estudo, 146 artérias carótidas avaliadas. Seis artérias carótidas (4,3%) apresentavam-se ocluídas à DE, concordante com a arteriografia. Essas artérias foram excluídas das análises de velocidades. No total, 140 ACI foram incluídas para avaliação das velocidades à DE.

A idade média dos pacientes foi: 69 ± 15 anos, 47(64%) eram homens. Quanto às características clínicas: 66 pacientes apresentavam hipertensão arterial sistêmica (90%); 28 (38%), diabetes melito; 36(49%), doença arterial coronária; 13 (18%), doença arterial obstrutiva periférica; 54 (74%) eram dislipêmicos; e 32 (44%), tabagistas. Quanto à presença de sintomas neurológicos, 27 pacientes (37%) apresentavam história de AVE; 13 (18%), ataque isquêmico transitório; 2 (2,7%), amaurose fugaz; e sintomas inespecíficos (síncope, tonturas) em quatro pacientes (5,5%).

A arteriografia identificou 87 carótidas (62,1%) com estenose $\geq 70\%$ e 13 (9,3%), com estenose entre 50% e 69%. Carótidas normais e/ou com estenose $< 50\%$ totalizaram 40 (28,6%). A DE identificou 81 carótidas (57,9%) com estenose $\geq 70\%$ e 21 (15%), com estenose entre 50% e 69%. Carótidas normais e/ou com estenose $< 50\%$ totalizaram 38 (27,1%). A arteriografia detectou estenose $\geq 70\%$ bilateral em sete pacientes (9,6%) e a DE, em quatro (5,5%).

A concordância entre os valores de corte do consenso de 2003 com a arteriografia, pelo índice de Kappa, para as estenoses da ACI $\geq 50\%$, foi 0,88, e para as estenoses $\geq 70\%$ foi 0,8.

Na Tabela 1 encontra-se um resumo da sensibilidade, da especificidade e da acurácia do PVS para detecção das estenoses da ACI $\geq 50\%$ e $\geq 70\%$. Observa-se que os parâmetros primários preconizados pelo consenso de 2003 apresentaram, respectivamente, para estenoses $\geq 50\%$ (PVS ≥ 125 cm/s), uma sensibilidade de 97%; especificidade de 83%; e acurácia

Tabela 1 – PVS no diagnóstico das estenoses $\geq 50\%$, $\geq 70\%$ e $\geq 80\%$

PVS cm/s	Sensibilidade	Especificidade	VPP	VPN	Acurácia
$\geq 50\%$					
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%

PVS: pico de velocidade sistólica; VPP: valor preditivo positivo; VPN: valor preditivo negativo.

de 93%; e para estenoses entre $\geq 70\%$ (PVS ≥ 230 cm/s), uma sensibilidade de 89%; especificidade de 89%; e acurácia de 89%. Como podemos notar, o PVS ≥ 141 cm/s obteve 94% de sensibilidade com especificidade de 90%, o PVS ≥ 176 cm/s mostrou maior sensibilidade, porém menor especificidade que o PVS ≥ 230 cm/s (valor de corte do consenso de 2003) e o PVS de 233 cm/s. O PVS ≥ 304 cm/s identificou as obstruções $\geq 80\%$ com uma especificidade de 90% e acurácia de 84%.

Quanto à VDF, para as obstruções $\geq 70\%$, observou-se que a VDF ≥ 80 cm/s obteve sensibilidade de 74% e especificidade de 98%, com acurácia de 84%, e a VDF ≥ 100 cm/s, sensibilidade de 57%, especificidade de 98% com acurácia de 73%.

Para as obstruções $\geq 80\%$, a VDF ≥ 100 cm/s apresentou sensibilidade de 70%, especificidade 86%, e acurácia de 80%; enquanto a VDF ≥ 140 cm/s (valor utilizado nos critérios da Universidade de Washington) apresentou sensibilidade de 55%, com especificidade de 98%, e acurácia de 81% (Figura 1).

Na Tabela 2 observamos que os valores preconizados pelo consenso de 2003 para a razão PVS ACI/PVS ACC apresentaram respectivamente, para as estenoses $\geq 50\%$ (razão ≥ 2), sensibilidade de 89%, especificidade de 90%, VPP de 96%, VPN de 78% e acurácia de 90%; enquanto para estenoses $\geq 70\%$ (razão ≥ 4), sensibilidade de 70%, especificidade de 100% e acurácia de 81%.

Na análise das curvas ROC observou-se: AUC de 0,97 e 0,96, respectivamente, para PVS e VDF na detecção das estenoses da ACI $\geq 50\%$ comparando-se com a arteriografia. Para as estenoses $\geq 70\%$, o PVS, a VDF e a relação PVS ACI/PVS ACC apresentaram AUC respectivamente de 0,96, 0,96 e 0,935, enquanto para as estenoses $\geq 80\%$ a AUC da VDF foi 0,895 (Figuras 2, 3 e 4).

A correlação entre os valores do PVS, da VDF e da razão do PVS ACI/PVS ACC com a arteriografia foram avaliados pelo método de Spearman. O PVS e a razão PVS ACI/PVS ACC apresentaram um coeficiente (r) de 0,81 (Tabela 3).

Discussão

Os resultados do presente estudo mostram uma boa concordância entre DE e arteriografia, assim como validam os critérios do Consenso de 2003¹⁸ para as estenoses carótídeas em nossa instituição.

Atualmente, a DE tem sido o exame diagnóstico de escolha para a avaliação das estenoses da ACI. Algumas vezes é realizado para a seleção dos pacientes a serem submetidos a arteriografia, que, por ser exame invasivo, com risco de morbidade e mortalidade, pode reduzir o benefício potencial da intervenção, ou como único exame, direcionado para a realização do tratamento cirúrgico ou endovascular^{18,20,21}. Sua realização se justifica, pois estudos randomizados mostraram benefício da endarterectomia carótídea em pacientes sintomáticos com estenoses entre 70% e 99%, e em alguns com estenoses entre 50% e 69%^{7,8}, assim como em pacientes assintomáticos com estenose $\geq 60\%$ ⁹. Como as indicações da endarterectomia em pacientes assintomáticos não são tão robustas, alguns autores reservam a intervenção para pacientes selecionados com estenoses $\geq 80\%$ ²².

Em 2002, em San Francisco, nos Estados Unidos, foi realizada uma reunião de especialistas da Sociedade de Radiologia e Ultrassonografia com o intuito de oferecer recomendações para a realização dos exames DE das carótidas, assim como a interpretação dos resultados no diagnóstico da estenose da ACI. O consenso gerado por essa reunião foi publicado no ano 2003, tornando-se referência até os dias atuais¹⁸.

Em 2009, no Reino Unido, foi publicado um documento com recomendações para a uniformização da prática da DE e recomendações quanto aos critérios diagnóstico das estenoses carótídeas, utilizando alguns critérios do consenso americano e acrescentando outros como o índice de St Mary's que divide em decis o grau de estenose utilizando a razão PVS ACI/VDF ACC¹⁹.

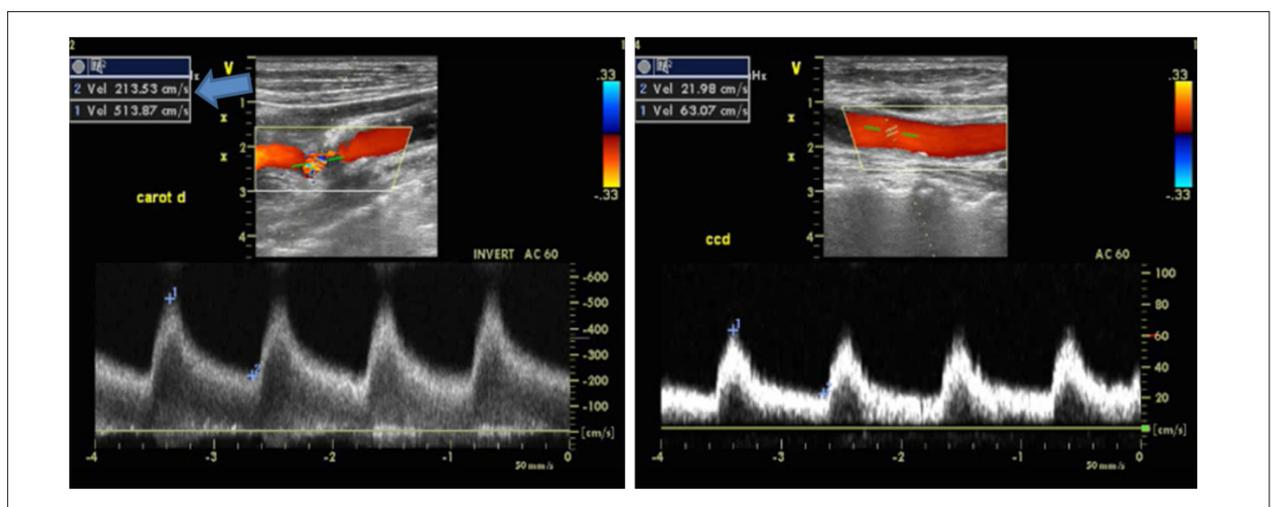


Figura 1 – Estenose da artéria carótida interna. VDF (velocidade diastólica final) > 140 cm/s compatível com estenose $\geq 80\%$.

Tabela 2 – Razão PVS ACI/PVS ACC no diagnóstico das estenoses $\geq 50\%$ e $\geq 70\%$

Rel PVS	Sensibilidade	Especificidade	VPP	VPN	Acurácia
$\geq 50\%$					
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%

PVS: pico de velocidade sistólica; VPP: valor preditivo positivo; VPN: valor preditivo negativo.

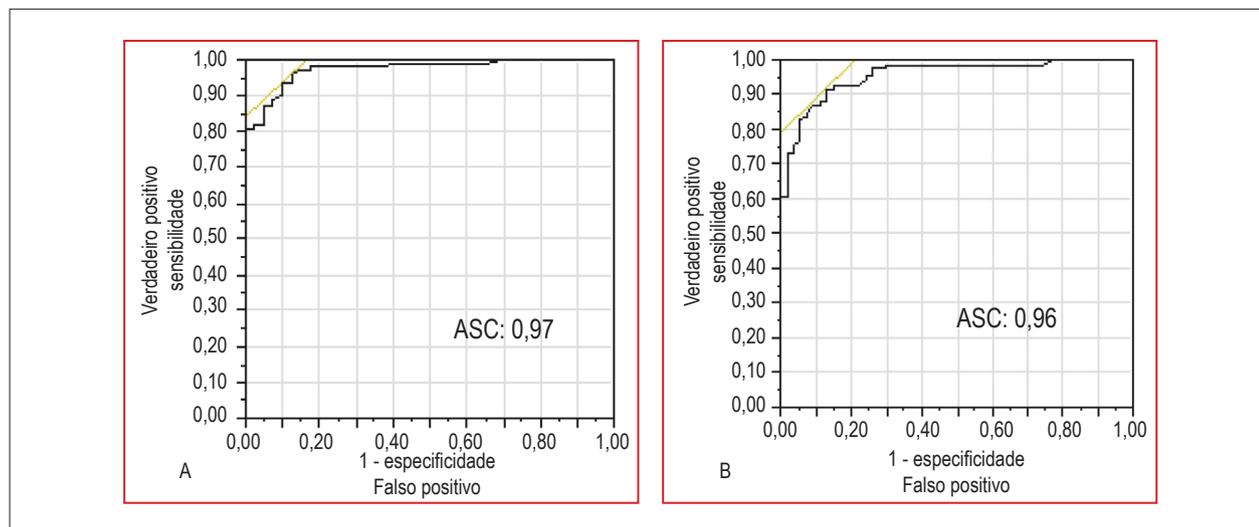


Figura 2 – Curvas ROC (receiver operating characteristic) do PVS em relação à arteriografia para as estenoses $\geq 50\%$ (A) e $\geq 70\%$ (B). ASC: área sob a curva.

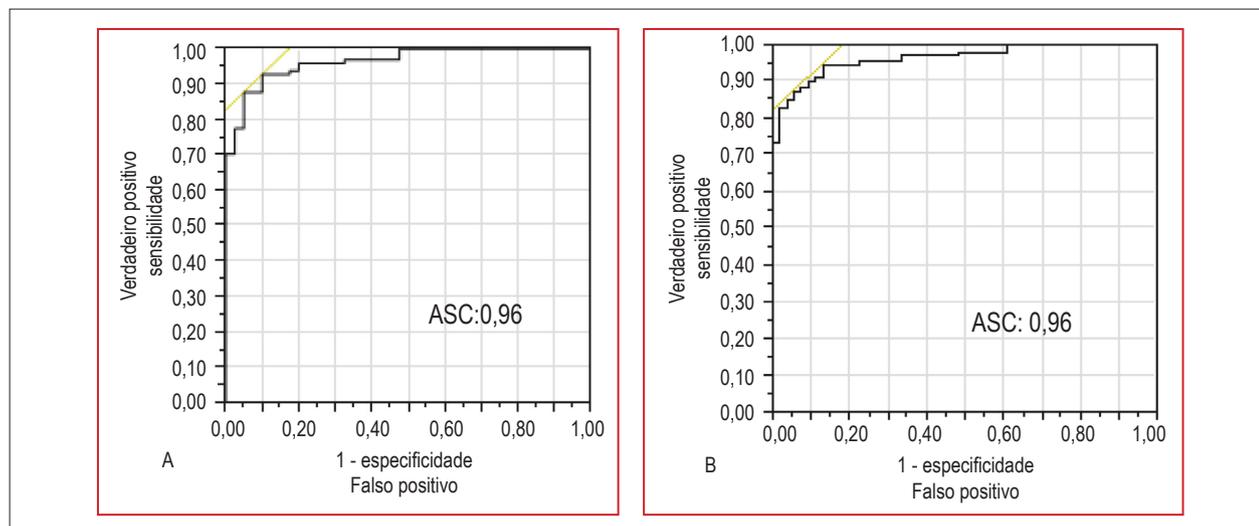


Figura 3 – Curvas ROC da razão PVS ACI/PVS ACC em relação à arteriografia para as estenoses $\geq 50\%$ (A) e $\geq 70\%$ (B). ASC: área sob a curva.

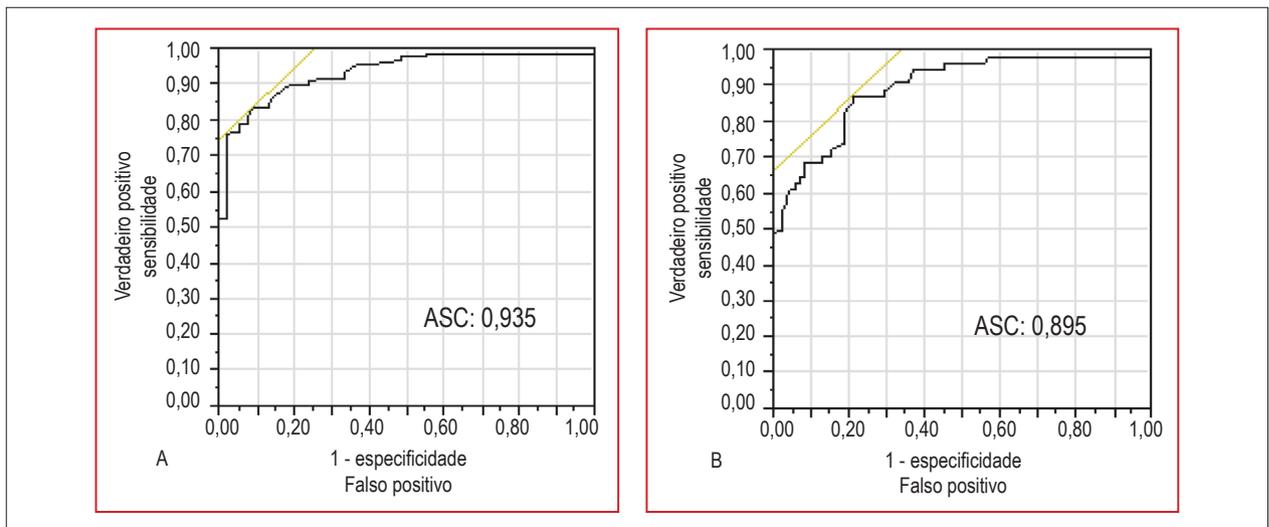


Figura 4 – Curvas ROC da VDF (velocidade diastólica final) em relação à arteriografia para as estenoses $\geq 70\%$ (A) e $\geq 80\%$ (B). ASC: área sob a curva.

Tabela 3 – Correlação entre o PVS, VDF e a razão PVS ACI / PVS ACC com a arteriografia

Variável	Correlação
PVS	$r = 0,81; p < 0,001$
VDF	$r = 0,78; p < 0,001$
Razão PVS ACI / PVS ACC	$r = 0,81; p < 0,001$

VPS: velocidade de pico sistólico; VDF: velocidade diastólica final; ACI: artéria carótida interna; ACC: artéria carótida comum.

Em nosso estudo avaliou-se a acurácia dos critérios DE de velocidade utilizados na graduação das estenoses carótídeas comparando-os com os resultados da arteriografia. Observamos que, quando utilizamos os parâmetros do Consenso de 2003 para graduar as estenoses $\geq 50\%$ e $\geq 70\%$, houve boa concordância entre os métodos (Kappa = 0,88 e 0,8, respectivamente).

Quando avaliadas as estenoses da ACI $\geq 50\%$, o PVS ≥ 141 cm/s apresentou uma melhor especificidade que o PVS ≥ 125 cm/s (90% X 83%), com acurácia semelhante. Para estenoses $\geq 70\%$ obtivemos boa especificidade e acurácia com valores em torno de 230 cm/s (valor preconizado pelo consenso de 2003). AbuRahma e cols.¹³ também validaram o consenso de 2003 em sua instituição. Esses autores avaliaram 376 ACI em 197 pacientes submetidos a DE e a arteriografia e concluíram que os valores do consenso foram acurados para estenoses ACI $\geq 70\%$; no entanto, encontraram, assim como em nosso estudo, uma melhor especificidade para o diagnóstico das estenoses $\geq 50\%$, com o PVS ≥ 137 cm/s, do que com 125 cm/s (91% X 85%), optando, para fins práticos, pelo PVS de 140 cm/s¹³.

Observamos, em nosso estudo, uma correlação muito boa entre os valores do PVS ACI, razão PVS ACI/PVS ACC e VDF

ACI com os graus de estenose da ACI à arteriografia ($r = 0,81$; $r = 0,81$; $r = 0,78$; todos com $p < 0,001$). AbuRahma e cols.¹³ encontraram correlação semelhante para o PVS ACI ($r = 0,81$), porém inferiores quando avaliadas razão PVS ACI/PVS ACC e VDF ACI ($r = 0,54$; $r = 0,7$).

Braun e cols.²³ avaliaram 420 ACI pela DE e arteriografia e validaram o consenso de 2003 em sua instituição. Observaram que, para obstruções $\geq 70\%$, o PVS ≥ 230 cm/s apresentou sensibilidade de 95,3%, especificidade de 84,4% e acurácia de 87%. No presente estudo, o PVS ≥ 230 cm/s apresentou sensibilidade de 89%, especificidade de 89% e acurácia de 89%. Esses autores encontraram também boa correlação dos parâmetros: PVS ACI, razão PVS ACI/PVS ACC e VDF ACI ($r = 0,825$; $r = 0,766$; $r = 0,762$, respectivamente).

Jahromi e cols.²⁰ realizaram uma meta-análise avaliando o desempenho da DE em estimar estenoses da ACI, e encontraram que, para estenoses $\geq 50\%$, o PVS ≥ 130 cm/s apresentou sensibilidade de 98% e especificidade de 88%. Para as estenoses $\geq 70\%$, o PVS ≥ 200 cm/s apresentou sensibilidade de 90% e especificidade de 94%; já o PVS ≥ 230 cm/s apresentou sensibilidade de 90% e especificidade de 85%; a razão PVS ACI/PVS ACC ≥ 3 apresentou-se com sensibilidade de 89% e especificidade de 84%; e a razão ≥ 4 , 80% e 88%, respectivamente, havendo nos dois critérios sobreposição dos intervalos de confiança. Também para avaliação das estenoses $\geq 70\%$, a VDF ≥ 100 cm/s apresentou sensibilidade de 82% e especificidade de 90%. Em nosso estudo os PVS ≥ 200 cm/s e 230 cm/s apresentaram acurácia (89%) semelhante para estenoses $\geq 70\%$, porém o PVS ≥ 230 cm/s apresentou especificidade um pouco maior (87% X 89%); já a razão PVS ACI/PVS ACC $\geq 3,5$ apresentou sensibilidade de 80%, 98% de especificidade e, para a razão ≥ 4 , especificidade de 100%.

O desempenho da DE também foi avaliada por Shaalan e cols.²⁴, porém comparando-a à angiotomografia. Esses autores avaliaram 481 ACI e também encontraram, assim como no

presente estudo e no estudo de AbuRahma e cols., que um valor de corte maior do PVS melhor detectou as estenoses da $ACI \geq 50\%$ ($PVS \geq 155$ cm/s) e também a razão PVS ACI/PVS $ACC \geq 2$. Em nosso estudo a razão PVS ACI/PVS $ACC \geq 2$, para identificar as estenoses da $ACI \geq 50\%$, apresentou sensibilidade, especificidade e acurácia de 90%.

No estudo de Shaalan e cols.²⁴ os parâmetros DE para a identificação das estenoses da ACI foram aqueles preconizados pela Universidade de Washington que, para as estenoses da $ACI \geq 50\%$, utiliza o PVS $ACI \geq 125$ cm/s e para as estenoses $\geq 80\%$, a $VDF \geq 140$ cm/s¹⁶. Nesse estudo, o $PVS \geq 370$ cm/s detectou as estenoses da $ACI \geq 80\%$ com sensibilidade de 87%, especificidade de 90% e acurácia de 89%; já a $VDF \geq 140$ cm/s apresentou sensibilidade de 84%, especificidade de 91% e acurácia de 90%. Em nosso estudo o $PVS \geq 304$ cm/s identificou as estenoses da $ACI \geq 80\%$, com sensibilidade de 74%, especificidade de 90% e acurácia de 84%; já a VDF de 140 cm/s apresentou sensibilidade de 55%, especificidade de 98% e acurácia de 81%.

A utilização de dois diferentes equipamentos DE pode ser considerada uma potencial limitação, pois poderia gerar imagens com diferente resolução bidimensional e avaliação Doppler. Por outro lado, torna o estudo mais próximo do dia a dia dos laboratórios que trabalham com equipamentos diversos.

O presente estudo mostra que os critérios do Consenso de 2003¹⁸ para identificação das estenoses da $ACI \geq 50\%$ e $\geq 70\%$ são válidos e aplicáveis na nossa instituição com boa acurácia. Porém, no caso das estenoses $\geq 50\%$, o $PVS \geq 141$ cm/s apresentou uma melhora na especificidade em relação ao $PVS \geq 125$ cm/s (90% X 83%), com redução de apenas 3% na sensibilidade.

A boa especificidade (98%) e VPP (94%) da $VDF \geq 140$ cm/s na identificação das estenoses da $ACI \geq 80\%$ nos levam a crer que, se deparamos com uma estenose da

$ACI \geq 70\%$, identificada pelos critérios do consenso de 2003, porém na avaliação da VDF o valor é ≥ 140 cm/s, provavelmente estamos diante de uma estenose da $ACI \geq 80\%$.

Conclusões

A Doppler Ecografia é um método confiável na detecção das estenoses carotídeas, correlacionando-se bem com a arteriografia. Este estudo mostra a importância da validação dos critérios DE que melhor se aplicam a cada serviço.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Petisco ACGP, Barbosa JEM, Saleh MH, Jesus CA; Obtenção de dados: Petisco ACGP, Barbosa JEM, Metzger PB, Moreira SM, Kambara AM; Análise e interpretação dos dados: Petisco ACGP, Saleh MH, Jesus CA, Dourado MS, Moreira SM, Kambara AM, Barretto RBM; Análise estatística: Barretto RBM; Redação do manuscrito: Petisco ACGP, Jesus CA; Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Petisco ACGP, Barbosa JEM, Assef JE.

Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

Vinculação Acadêmica

Não há vinculação deste estudo a programas de pós-graduação.

Referências

1. Mukherjee D, Patil CG Epidemiology and the global burden of stroke. *World Neurosurg.* 2011;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 TC, Halperin JL, Abbara S, Bacarach JM, Barr JD, Bush RL, et al. ASA/ACCF/AHA/AANN/AANSA/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, Sheridan 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* 8th 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*. 3rd 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.