

Acurácia da ultrassonografia duplex comparada à angiotomografia para o diagnóstico de estenose de carótida interna extracraniana

Accuracy of duplex ultrasonography versus angiotomography for the diagnosis of extracranial internal carotid stenosis

RAUL MUFFATO DAOLIO¹ ; LUIZ FERNANDO SANTETTI ZANIN¹ ; CAROLINA DUTRA QUEIROZ FLUMIGNAN² ; NICOLLE CASSOLA¹ ; HENRIQUE JORGE GUEDES NETO¹ ; JOSÉ EDUARDO MOURÃO SANTOS³ ; JORGE EDUARDO AMORIM¹ ; LUÍS CARLOS UTA NAKANO¹ ; RONALD LUIZ GOMES FLUMIGNAN¹ .

R E S U M O

Introdução: a estenose da artéria carótida interna (ACI) causa cerca de 15% dos acidentes vasculares cerebrais isquêmicos. A ultrassonografia duplex (USD) é a primeira linha de investigação da estenose de ACI, mas sua acurácia varia na literatura e é comum complementar o estudo com outro exame de maior acurácia diante de estenose significativa. Há uma escassez de estudos que comparem a USD com a angiotomografia computadorizada (ATC) na literatura atual. **Métodos:** realizamos um estudo de acurácia, que comparou a USD à ATC de pacientes de um hospital terciário com um intervalo máximo de três meses entre os exames. Os pacientes foram selecionados retrospectivamente e dois cirurgiões vasculares independentes e certificados avaliaram cada imagem de maneira mascarada. Quando houve discordância, um terceiro avaliador foi convocado. Avaliou-se a precisão diagnóstica da estenose da ACI de 50-94% e 70-94%. **Resultados:** foram incluídos 45 pacientes e 84 artérias após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão. Para a faixa de estenose de 50-94%, a acurácia da USD foi 69%, sensibilidade 89% e especificidade 63%. Para a faixa de estenose de 70-94%, a acurácia da USD foi 84%, sensibilidade 61% e especificidade 93%. Ocorreu discordância entre avaliadores da ATC com mudança de conduta clínica para cirúrgica em pelo menos 37,5% dos laudos conflitantes. **Conclusão:** a USD teve uma acurácia de 69% para estenoses de 50-94% e de 84% para estenoses de 70-94% da ACI. A análise das ATC dependeu diretamente do avaliador com mudança de conduta clínica em mais de 37% dos casos.

Palavras-chave: Acidente Vascular Cerebral. Estenose das Carótidas. Ultrassonografia Doppler Dupla. Angiografia por Tomografia Computadorizada.

INTRODUÇÃO

O acidente vascular cerebral (AVC) é a segunda principal doença vascular após o infarto agudo do miocárdio, e a estenose da artéria carótida interna (ACI) está associada a cerca de 15% de todos os acidentes vasculares cerebrais isquêmicos¹⁻⁶. O AVC é uma importante causa de hospitalização, morbidade e morte. O tratamento da estenose da ACI é fonte de intenso debate, assim como seu manejo clínico e radiológico, e a estenose da ACI tem papel central na decisão prática de revascularização. O tratamento da estenose da ACI visa prevenir eventos cerebrovasculares e pode ser apenas clínico ou envolver revascularização carotídea⁷⁻⁹. O tratamento cirúrgico para revascularização carotídea mantém-se indicado nas estenoses de 50-94% em pacientes sintomáticos, ou seja, aqueles que enfrentaram um evento neurológico

relacionado à estenose da ACI nos últimos 3-6 meses. O benefício é mais evidente em pacientes com estenose acima de 70%. Em pacientes assintomáticos, o tratamento cirúrgico mostra benefícios em estenoses de 60-94%. É essencial ressaltar que esse corte de 60% usou os critérios do estudo ACAS¹⁰ e que nos dias atuais correspondem aos critérios usados para estenoses acima de 70% segundo Grant et al.¹¹ e que continuam em voga nas melhores práticas internacionais^{7,9}.

Quatro testes diagnósticos estão disponíveis para avaliação da estenose da ACI: ultrassonografia duplex (USD), angiografia por tomografia computadorizada (ATC) ou angiotomografia, angiografia por ressonância magnética (ARM) e angiografia por subtração digital (ASD). Embora a ASD seja o teste padrão tradicional nesse cenário, ela não é mais recomendada para diagnosticar pacientes com estenose aterosclerótica da ACI, a menos

1 - Universidade Federal de São Paulo, Departamento de Cirurgia, Disciplina de Cirurgia Vascular e Endovascular - São Paulo - SP - Brasil 2 - Centro Universitário São Camilo, Departamento de Cirurgia Vascular - São Paulo - SP - Brasil 3 - Universidade Federal de São Paulo, Departamento de Diagnóstico por Imagem - São Paulo - SP - Brasil

que haja discrepâncias significativas em outros testes diagnósticos ou em pacientes onde se pretende já tratar de maneira endovascular⁷⁻⁹. A ASD é invasiva e associada a complicações com até 2% de risco de AVC ou morte mesmo em testes exclusivamente diagnósticos^{9,12,13}. Por outro lado, devido a uma alta acurácia da ATC e da ARM em comparação com a ASD, a ATC e a ARM também são atualmente consideradas testes de referência para o diagnóstico da estenose carotídea extracraniana^{7,9}.

Neste cenário, a USD tornou-se o teste de primeira escolha no rastreamento da estenose da ACI porque está amplamente disponível, tem custo menor que os testes referência mencionados, é não invasivo e tem precisão suficiente. A técnica de USD envolve o uso de vários recursos de ultrassom para determinar o grau de estenose, incluindo morfologia em modo B, Doppler colorido e Doppler de onda pulsada e pode ainda incluir o uso de contraste de microbolhas^{6,7,11,14}. A ATC tem a desvantagem de usar radiação ionizante e necessitar em todos os casos da administração de contraste iodado conhecidamente nefrotóxico⁹. A ARM não tem exposição à radiação ionizante, mas sim a um campo magnético. A ARM com contraste de gadolínio (paramagnético) é mais precisa do que a ARM sem contraste, porém é um exame de maior custo, não disponível na maioria dos centros médicos, e não é isento de riscos, principalmente em pessoas com insuficiência renal nas quais pode potencializar a síndrome de fibrose sistêmica nefrogênica^{7,9}.

A acurácia da USD, contudo, apresenta uma variação significativa na literatura, dependendo dos critérios utilizados em cada exame, do serviço onde é realizado, da gravidade da doença examinada e do profissional que o executa^{7,15}. A maioria dos centros que manejam o diagnóstico e tratamento da estenose carotídea opta por um exame confirmatório com algum dos testes de referência atuais, ou seja, ATC ou ARM, após a triagem inicial com USD e antes do planejamento cirúrgico. Nos casos pretensos para tratamento cirúrgico convencional essa confirmação é relativa ao grau de estenose e característica da placa^{7,14}. Entretanto, nos casos com indicação de tratamento endovascular, a ATC e a ARM permitem avaliações essenciais a essa técnica de revascularização, como o estudo do arco aórtico, troncos supra-aórticos, bifurcação carotídea, ACI distal e circulação intracraniana⁹. Quando o tratamento cirúrgico

depende apenas da USD, recomenda-se a realização de um segundo exame, preferencialmente por um avaliador diferente⁹.

Vários estudos já exploraram o poder diagnóstico da USD, mas a maioria o utilizou em comparação com o ASD⁷. Apesar do número significativo de estudos sobre a acurácia dos métodos diagnósticos para diagnosticar a estenose da ACI, ainda faltam evidências quanto às estimativas de acurácia da USD versus ARM ou ATC como padrões de referência, seguindo a prática atual⁷. Com o objetivo de estabelecer a acurácia da USD e o grau de discordância entre avaliadores, avaliamos as propriedades diagnósticas da USD em comparação com a ATC para estenose da ACI. Secundariamente, também buscamos avaliar se a acurácia da USD é confiável para se indicar uma revascularização carotídea baseada somente neste método.

MÉTODOS

Realizamos um estudo retrospectivo de acurácia da USD comparada à ATC para o diagnóstico da estenose da ACI de pacientes de um centro médico terciário em um país de renda média-alta. A comparação foi feita seguindo os critérios de precisão e capacidade do diagnóstico de estenose da ACI. O comitê de ética local aprovou prospectivamente o estudo sob o número de registro 75627317.0.0000.5505. Dados preliminares foram apresentados no Society for Vascular Surgery Vascular Annual Meeting (VAM2019) e o resumo foi publicado no Journal of Vascular Surgery¹⁶. O estudo também foi apresentado como dados preliminares no XVI Encontro Paulista de Cirurgia Vascular, Brasil, em 2019.

Usando um registro de banco de dados eletrônico, buscamos todos os pacientes submetidos à USD de carótidas de Janeiro de 2018 a Dezembro de 2019 para possível inclusão. Todos os pacientes com fatores que poderiam trazer confusão durante a análise da ACI (por exemplo, arterite, arritmia e mais de três meses entre USD e ATC) foram excluídos. Por fim, incluímos apenas pacientes que realizaram USD e ATC como parte da investigação de estenose carotídea com intervalo máximo de três meses entre os exames. Utilizamos o Consenso Americano de Radiologia para graduar as faixas de estenose carotídea, e todas as definições injustificadas foram baseadas nessa

diretriz (Tabela 1, Figura 1)¹¹. Os critérios para análise das ATCs foram baseados no estudo NASCET (% da relação do diâmetro da estenose dividido pelo diâmetro do segmento distal normal da artéria, Figura 2)¹⁷. Recuperamos todas as imagens e quatro avaliadores experientes, diferentes, certificados e independentes analisaram todas as imagens de USD (dois avaliadores) ou ATC (outros dois avaliadores). Todos os avaliadores foram mascarados para o resultado do outro teste e para o resultado do outro avaliador. Quando ambos os avaliadores, no mesmo método, discordaram sobre a faixa de estenose, usamos um

terceiro avaliador como árbitro para esse método, a fim de estabelecer o julgamento final da estenose. Os dados foram analisados com o software estatístico Medcalc v20.211 e relatados seguindo a instrução STROBE¹⁸. Adicionalmente, realizamos uma análise de discordância entre os avaliadores seguindo as faixas de estenose carotídea do Consenso Americano de Radiologia¹¹. A unidade de análise para precisão diagnóstica foi a ACI, de forma independente, mas usamos o paciente como unidade de análise para desfechos clínicos como morte e AVC.

Tabela 1 - Consenso Americano de Radiologia para o diagnóstico de estenose de ICA com USD.

Grau de estenose	ACI VPS (cm/s)	Estimativa de placa (%)	ACI/ACC VPS	ACI VDF (cm/s)
<50%	<125	<50	<2	<40
50-69%	125-230	≥50	<2	40-100
70-94%	>230	≥50	2-4	>100
95-99% (suboclusão)	Variável	Visível	>4	Variável
100% (oclusão)	Nenhum	Lúmen não visível	Não aplicável	Não aplicável

Adaptado de Grant et al 2003¹¹. VPS = velocidade de pico sistólico; ACI = artéria carótida interna; ACC = artéria carótida comum; VDF = velocidade diastólica final.

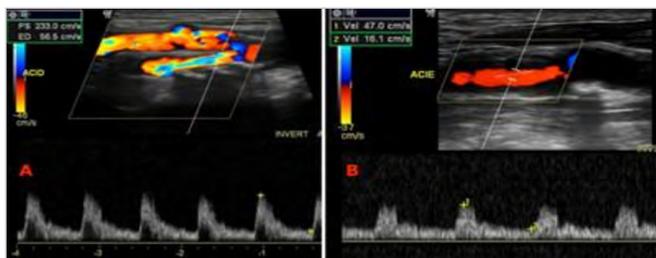


Figura 1. Ultrassonografia duplex de estenose carotídea. A = artéria carótida interna direita com estenose maior que 70%. B = artéria carótida interna esquerda com estenose menor que 50%. Segundo critérios de Grant et al 2003¹¹.

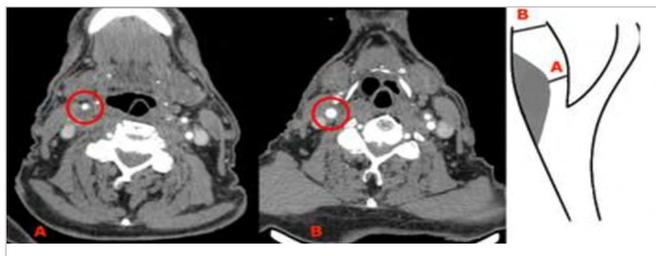


Figura 2. Angiotomografia de estenose de carótida interna direita maior que 70%. A = corte transversal no ponto de maior estenose. B = corte transversal no ponto de artéria normal distal à estenose. Estenose pelo NASCET = $(B-A)/B \times 100$ ¹⁷.

RESULTADOS

Dos 61 (122 ACI) pacientes inicialmente selecionados, doze pacientes foram excluídos por problemas técnicos no acesso às suas imagens; quatro pacientes por apresentar doença carotídea não aterosclerótica (por exemplo, vasculite ou anemia falciforme); duas artérias foram excluídas devido à presença de stent; uma artéria por dissecação; duas artérias devido a uma endarterectomia carotídea entre os dois testes diagnósticos de interesse; uma artéria por problemas técnicos no acesso da imagem. Por fim, incluímos em nossa análise 45 pacientes (84 artérias) que foram submetidos a exames de USD e ATC (Figura 3). Realizamos análises de acurácia independentes de acordo com as faixas de estenose da ACI (50-94% e 70-94%). Na faixa de 50-94% de estenose, os resultados dentro desse intervalo foram considerados positivos. A razoabilidade de se analisar a faixa de 50-94% é que, na prática clínica, essa faixa confirma a presença de estenose carotídea significativa na USD, ou seja, aquelas que produzem modificação no fluxo

volumétrico e na velocidade¹⁹, além de ser o ponto de corte para a indicação de revascularização em pacientes sintomáticos^{5,9}. Um paciente apresentando estenose da ACI de 50-94% comumente é submetido a um teste confirmatório com um teste de referência (ATC ou ARM) antes da revascularização^{5,9,20}. Em outra análise, consideramos a estenose da ACI positiva de 70-94% porque é considerada uma estenose mais grave associada a um maior risco de acidente vascular cerebral e morte e ainda hoje é o ponto de corte para indicação de revascularização em pacientes assintomáticos que apresentem outro risco adicional^{8,9,14}. Os benefícios da revascularização carotídea em pacientes assintomáticos e sintomáticos que apresentam 70-94% nos levam a considerar essa análise crucial para a tomada de decisão clínica.

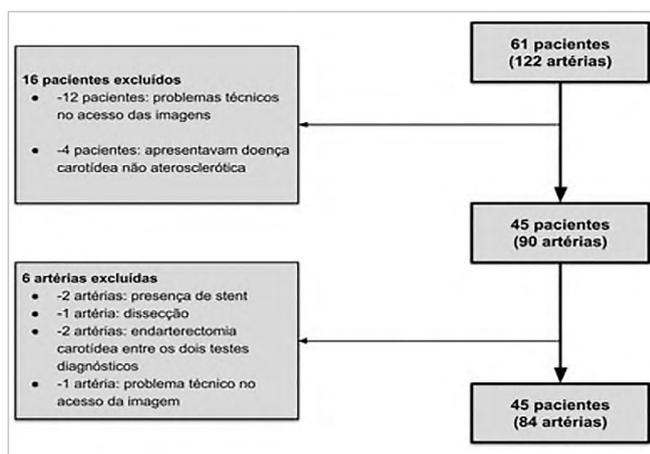


Figura 3. Diagrama de fluxo dos pacientes.

Dos 45 pacientes incluídos, 37 eram assintomáticos e oito sintomáticos, ou seja, apresentavam eventos cerebrovasculares prévios como AVC, ataque isquêmico transitório ou amaurose fugaz até 6 meses antes do exame diagnóstico. A maioria dos pacientes eram tabagistas neurologicamente sintomáticos com dislipidemia e com hipertensão arterial (Tabela 2).

Estenose da artéria carótida de 50% a 94%

A prevalência de estenose da ACI de 50-94% foi 21,4%. Encontramos uma acurácia de 69%, sensibilidade de 89% e especificidade de 63%, além de valor preditivo positivo de 44% e valor preditivo negativo de 96%.

Tabela 2 - Características demográficas.

Gênero	
Homens	56%
Mulheres	44%
Idade (anos)	
Faixa	50-84
Mediana	67
Raça	
Branços	68%
Pardos	25%
Pretos	7%
Hipertensão Arterial	86%
Diabetes Mellitus	27%
Dislipidemia	82%
Fumantes ou ex-fumantes	75%
Infarto do miocárdio prévio	14%
AVC, AIT ou amaurose fugaz prévios	52%

AVC = acidente vascular cerebral; AIT = ataque isquêmico transitório.

Estenose da artéria carótida de 70% a 94%

A prevalência de estenose da ACI de 70-94% foi 17,8%. Nesta faixa, encontramos uma acurácia de 84%, sensibilidade de 61%, especificidade de 93%, além de valor preditivo positivo de 73% e valor preditivo negativo de 87%.

A curva ROC desta faixa de estenose é mostrada abaixo na Figura 4.

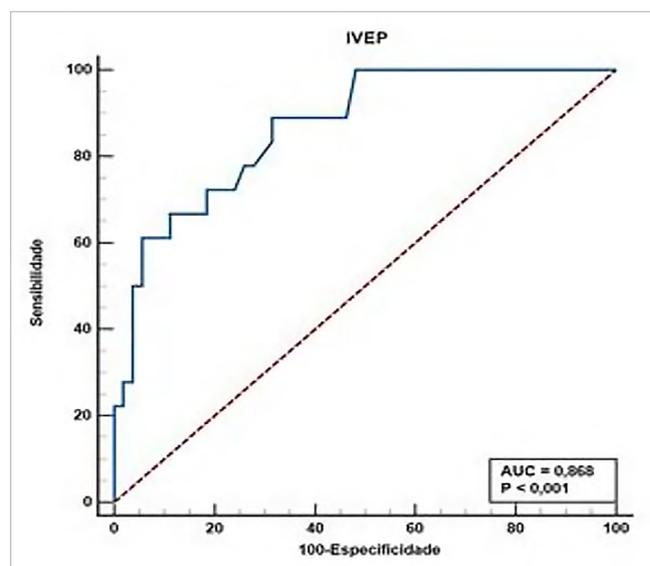


Figura 4. Curva ROC da faixa de estenose de 70-94%. AUC = área abaixo da curva; IVEP = índice de dependência visual da estabilidade postural.

Tabela 3 - Acurácia da USD para diagnóstico de estenose.

	Estenose >50%		Estenose de 70 a 94%		
	ATC >50%	ATC >50%	ATC >70%	ATC <70%	
USD >50%	16	20	USD > 70%	11	4
USD <50%	2	34	USD < 70%	7	50

AVC = acidente vascular cerebral; AIT = ataque isquêmico transitório.

Variações entre avaliadores

Os avaliadores da USD discordaram em 3% de suas avaliações. A Figura 5. mostra a dispersão entre a avaliação dos avaliadores 1 e 2, sendo o eixo X o número de artérias e o eixo Y a velocidade de pico sistólica (VPS).

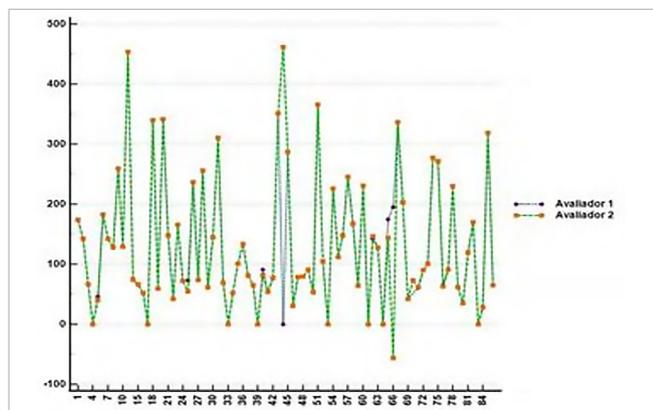


Figura 5. Dispersão entre avaliadores da ultrassonografia duplex. O eixo X mostra o número de artérias e o eixo Y a velocidade de pico sistólica (VPS) em cm/s.

Tabela 4 - Variação entre os avaliadores da ATC.

	Avaliador 1 versus Avaliador 2	Avaliador 1 versus Árbitro	Avaliador 2 versus Árbitro
Coefficiente de correlação r	0,5993	0,6102	0,5369
p valor	0,020	0,0015	0,0068
Intervalo de confiança para r (IC 95%)	0,2583 – 0,8075	0,2744 – 0,8134	0,1705 – 0,7729

A análise da variação das avaliações dos ATCs mostra que em 37,5% das artérias discordantes (9/24 artérias), o tratamento poderia ser significativamente alterado para seguir o laudo do Avaliador 1 ou o laudo do Avaliador 2, variando de conduta para revascularização. A Tabela 5 ilustra a conduta apontada pelo avaliador.

DISCUSSÃO

A USD geralmente é considerada um teste diagnóstico dependente do avaliador, pois há

Os avaliadores da ATC, por outro lado, tomando esse mesmo parâmetro de análise, tiveram uma variação de 14% entre suas avaliações. Realizamos uma análise de correlação por meio do teste de Pearson em três cenários distintos. Nessas três análises, utilizamos apenas as 24 artérias identificadas como discordantes na avaliação do avaliador da ATC. A Tabela 4 descreve os três cenários. Avaliador 1 versus Avaliador 2: Coeficiente de correlação r: 0,5993, valor p: 0,020, intervalo de confiança para r (IC 95%): 0,2583 – 0,8075. Avaliador 1 versus árbitro: Coeficiente de correlação r: 0,6102, valor p: 0,020, intervalo de confiança para r (IC 95%): 0,2744 – 0,8134. Avaliador 2 versus árbitro: Coeficiente de correlação r: 0,5369, valor p: 0,0015, intervalo de confiança para r (IC 95%): 0,1705 – 0,7729.

A Figura 6 mostra a dispersão entre os avaliadores da ATC, sendo os pontos de cada artéria com discordância, o eixo X o número de artérias e o eixo Y o valor da estenose.

variabilidade durante a aquisição das imagens. Além disso, os limiares para definir o alcance das artérias carótidas podem variar entre os laboratórios. Um estudo avaliando os critérios utilizados em diferentes centros americanos²¹ identificou que, apesar das tentativas de padronização, apenas 46% dos centros utilizavam os critérios determinados no Consenso Americano de Radiologia^{11,20-23}. Além disso, há a necessidade dos centros auditarem seus resultados, pois os demais estudos foram realizados com diferentes profissionais e aparelhos de ultrassonografia e não necessariamente

representam a realidade de acurácia em todos os centros¹¹. Nesse cenário, este estudo ajuda na falta de evidências comparando a USD com a ATC para o diagnóstico de estenose da ACI, conforme apontado em uma recente revisão sistemática⁷, e foi projetado para determinar o poder do diagnóstico da USD em nosso centro terciário. Nosso principal objetivo foi determinar a precisão e o valor da sensibilidade e especificidade de nosso centro com base nos dados de nossos pacientes sob investigação de estenose carotídea (sintomática ou assintomática). Encontramos para a faixa de 50-94% de estenose uma sensibilidade de 93% e especificidade de 53%, o que revela muitos casos falsos positivos em nossa amostra. A precisão geral de 70% foi semelhante a outros estudos internacionais^{7,24}. Para a faixa de estenose de 70-94%, encontramos uma acurácia geral de 84%, sensibilidade de 61% e especificidade de 93%, semelhante a outros estudos internacionais^{7,24,25}.

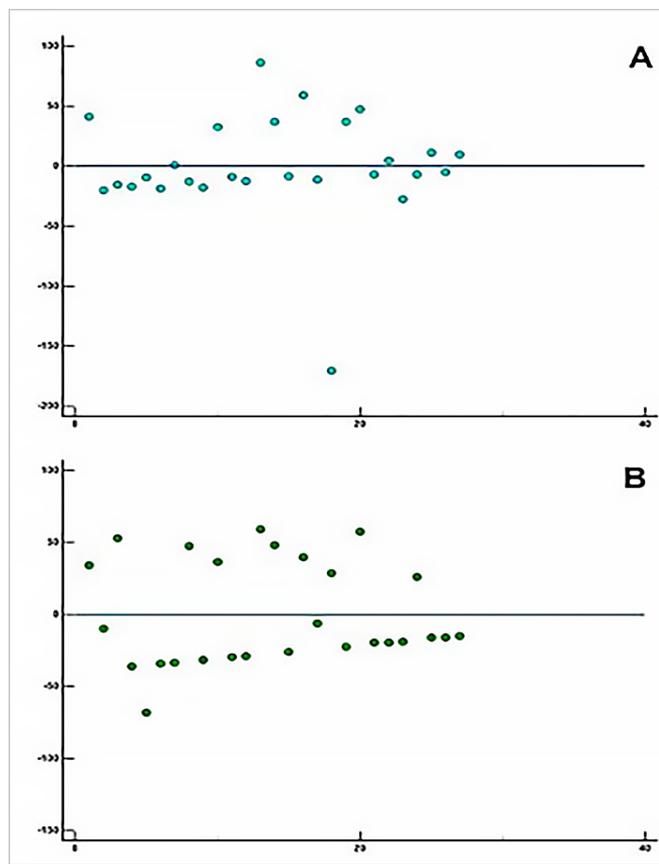


Figura 6. Dispersão entre os avaliadores da ATC, sendo os pontos de cada artéria com discordância, o eixo X o número de artérias e o eixo Y o valor da estenose. A = distribuição das artérias com discordância - avaliador 1; B = distribuição das artérias com discordância - avaliador 2.

Tabela 5 - Mudança de conduta dos Avaliadores da ATC.

Avaliador 1		Avaliador 2	
Cirúrgico	Não Cirúrgico	Cirúrgico	Não Cirúrgico
1	8	1	13

Embora nossos dados sejam semelhantes em termos de valores de acurácia com outros estudos primários e secundários prévios, devemos ressaltar algumas diferenças relevantes. Cassola et al. 2022⁷ realizaram uma revisão sistemática Cochrane para comparar a USD com os três testes de referência atuais (ATC, ARM e ASD) em pacientes sintomáticos. Incluíram 22 estudos (4957 artérias), mas apenas dois estudos (685 artérias) compararam USD e ATC. Foi realizada uma busca ampla em pelo menos nove bases de dados diferentes com estratégias eletrônicas de busca sem limite de língua ou ano de publicação, analisaram o risco de viés segundo QUADAS-2²⁶. Concluíram que para a comparação de USD e ATC, a sensibilidade variou de 57% a 94% com especificidade de 87% a 98% onde não foi possível metanálise por falta de dados de boa qualidade, especialmente para a faixa de estenose de 50-69%.

Zavanone et al. 2011²⁴ propuseram uma revisão sistemática para comparar os resultados da USD e ATC, mas realizaram busca eletrônica em uma única base (PubMed), limitaram as buscas quanto ao ano de publicação (2000-2009), usaram apenas duas palavras-chave sem disponibilizar uma estratégia de busca completa que permita reprodutibilidade ou verificação de seus resultados. Eles incluíram quatro estudos (431 artérias) sem identificar sintomáticos ou assintomáticos, identificaram uma acurácia geral de 78% e localizaram de 14-17% de discordância entre os métodos.

Rustempasic et al. 2019²⁷ analisaram dados de 42 dos 297 pacientes possíveis num período de quatro anos de inclusão e usaram o critério de NASCET¹⁷ para ambos os exames (USD e ATC). Ou seja, incluíram uma faixa de estenose de 30-69% que é pouco usual e não praticada mais nos serviços de ultrassonografia ao redor do globo desde o consenso de 2003¹¹. Concluíram apenas que a USD se correlaciona positivamente com a ATC sem fornecer detalhes de sensibilidade, especificidade e acurácia propriamente dito.

Birmpili et al. 2018²⁵ analisaram imagens de 100 artérias retrospectivamente para avaliar a acurácia da ATC usando a USD como teste referência. É um estudo peculiar, pois habitualmente a ATC é usada como referência e não o contrário, já que a USD seria o teste de rastreamento menos invasivo. Esse estudo não distinguiu entre sintomáticos ou assintomáticos e concluiu uma concordância mais baixa que o habitual entre os métodos manuais (Kappa 0,34).

O objetivo secundário de nosso estudo foi avaliar se nossa acurácia geral permite com responsabilidade indicar uma endarterectomia carotídea sem os dados de outro exame de imagem com maior acurácia (teste referência), como a ATC ou ARM. Em nosso serviço, utilizamos a ATC na maioria dos casos. Com nossos resultados, em concordância com os dados já mostrados em uma revisão sistemática recente⁷, a USD é acurada para discriminar a presença ou ausência de estenose significativa da artéria carótida (< 50% ou 50% a 94%), mas com taxa considerável de falsos positivos e alta sensibilidade, sendo um bom exame para descartar estenose da ACI, porém ainda com necessidade de outro exame de USD para confirmar um resultado positivo. Concluímos, assim, que este segundo exame de USD é necessário para confirmação diagnóstica em pacientes com resultado positivo na USD, corroborando dados internacionais⁹.

Também analisamos a discordância entre os avaliadores de USD e ATC. Notamos maior percentual de variação entre os avaliadores da ATC (14%) quando comparados aos avaliadores da USD (3%), o que denota informação altamente relevante visto que a USD é um exame tradicionalmente avaliador-dependente. Optamos por realizar um teste de dispersão apenas para a ATC por ser o exame de maior acurácia, cujos dados determinam a conduta clínica, e porque a divergência da USD foi mínima. Em nossa análise, essa variação pode ser relevante a ponto do paciente ser encaminhado para tratamento clínico ou cirúrgico na dependência de seus avaliadores de ATC. Dados semelhantes já foram descritos em estudos anteriores²⁸. No entanto, nosso estudo foi mais decisivo para esta conclusão porque a variação leva a uma mudança de conduta relevante que não poderia ser desprezada.

Como fatores limitantes do nosso estudo, muitos pacientes não preencheram os critérios mínimos de inclusão por não realizarem os dois exames no prazo mínimo de três meses ou não realizarem os dois exames na mesma situação sintomática (apresentaram algum evento neurológico entre os exames). A falta de recursos financeiros do sistema público de saúde brasileiro, Sistema Único de Saúde (SUS), pode estar relacionada, supondo que alguns exames necessários estão atrasados ou tecnologias de maior custo não estão disponíveis em oportunidades específicas. Outra limitação importante é o delineamento retrospectivo deste estudo, que, como característica inerente a este delineamento, predispõe a dados incompletos nos prontuários dos pacientes e dificuldade de acesso aos exames e informações clínicas de seguimento. O fato de todos os exames terem sido realizados em ambiente clínico pode ter contribuído para um viés, pois os ultrassonografistas podiam reconhecer algum resultado, consultar os dados clínicos do paciente e saber qual paciente tem maior probabilidade de encontrar uma estenose significativa. Por fim, a discordância entre os avaliadores da ATC pode ter afetado a precisão da USD, mesmo com nossos esforços para reduzir esse viés com dois avaliadores mascarados e a possibilidade da análise do árbitro.

Como ponto forte de nosso estudo, destacamos nossos esforços em reduzir o viés por ter dois avaliadores mascarados para cada exame, a possibilidade de um árbitro e a avaliação padronizada seguindo critérios internacionais estabelecidos para cada teste usado, ou seja, USD e ATC^{11,17}. É um estudo importante em um cenário de escassez de evidências semelhantes, especialmente para faixa de estenose de 50-69%, e alta variabilidade da acurácia da USD entre os centros pelo mundo, abrindo a possibilidade de incluí-lo em futuras revisões sistemáticas e metanálises de boa qualidade^{7,24,25,27}.

CONCLUSÃO

Na faixa de estenose de 50-94%, a precisão da USD foi de 69%, a sensibilidade de 89% e a especificidade de 63%. Na faixa de estenose de 70-94%, a precisão da USD foi de 84%, a sensibilidade de 61% e a especificidade de 93%. Também descobrimos

que os avaliadores da ATC (14%) variaram mais em sua avaliação de julgamentos de estenose do que os avaliadores da USD (3%), possibilitando mudanças na tomada de decisão clínica. Os testes de precisão

diagnóstica não são propriedades fixas, eles descrevem o comportamento de um teste em condições específicas e nossos dados são cruciais para determinar o real poder diagnóstico da USD em comparação com a ATC.

ABSTRACT

Introduction: Internal carotid artery (ICA) stenosis causes about 15% of ischemic strokes. Duplex ultrasonography (DUS) is the first line of investigation of ICA stenosis, but its accuracy varies in the literature and it is usual to complement the study with another more accurate exam when faced with significant stenosis. There is a lack of studies that compare DUS with angiotomography (CTA) in the present literature. **Methods:** we performed an accuracy study, which compared DUS to CTA of patients in a tertiary hospital with a maximum interval of three months between tests. Patients were selected retrospectively, and two independent and certified vascular surgeons evaluated each image in a masked manner. When there was discordance, a third evaluator was summoned. We evaluated the diagnostic accuracy of ICA stenosis of 50-94% and 70-94%. **Results:** we included 45 patients and 84 arteries after inclusion and exclusion criteria applied. For the 50-94% stenosis range, DUS accuracy was 69%, sensitivity 89%, and specificity 63%. For the 70-94% stenosis range, DUS accuracy was 84%, sensitivity 61%, and specificity 93%. There was discordance between CTA evaluators with a change from clinical to surgical management in at least 37.5% of the conflicting reports. **Conclusion:** DUS had an accuracy of 69% for stenoses of 50-94% and 84% for stenoses of 70-94% of the ICA. The CTA analysis depended directly on the evaluator with a change in clinical conduct in more than 37% of cases.

Keywords: Stroke. Carotid Stenosis. Ultrasonography, Doppler, Duplex. Computed Tomography Angiography.

REFERÊNCIAS

1. Cortesi PA, Fornari C, Madotto F, et al. Trends in cardiovascular diseases burden and vascular risk factors in Italy: The Global Burden of Disease study 1990–2017. *Eur J Prev Cardiol.* 2021;28(4):385–396; doi: 10.1177/2047487320949414.
2. Brant LCC, Nascimento BR, Veloso GA, et al. Burden of Cardiovascular diseases attributable to risk factors in Brazil: data from the “Global Burden of Disease 2019” study. *Rev Soc Bras Med Trop.* 2022;55(suppl 1):e0263-2021. doi: 10.1590/0037-8682-0263-2021.
3. Roth GA, Mensah GA, Johnson CO, et al. Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors, 1990–2019: Update From the GBD 2019 Study. *J Am Coll Cardiol.* 2020;76(25):2982–3021. doi: 10.1016/j.jacc.2020.11.010.
4. Avan A, Digaleh H, Di Napoli M, et al. Socioeconomic status and stroke incidence, prevalence, mortality, and worldwide burden: an ecological analysis from the Global Burden of Disease Study 2017. *BMC Med.* 2019;17(1):191. doi: 10.1186/s12916-019-1397-3.
5. Flumignan CDQ, Flumignan RLG, Navarro TP. Estenose de carótida extracraniana: revisão baseada em evidências. *Rev. Col. Bras. Cir.* 2017;44(3):293–301. doi: 10.1590/0100-69912017003012.
6. Flumignan CDQ, Flumignan RLG, Nakano LCU, et al. Spontaneous carotid dissection. *Rev Assoc Med Bras.* 2017;63(5):397–400. doi: 10.1590/1806-9282.63.05.397.
7. Cassola N, Baptista-Silva JC, Nakano LC, et al. Duplex ultrasound for diagnosing symptomatic carotid stenosis in the extracranial segments. *Cochrane Database Syst Rev.* 2022;7(7):CD013172. doi: 10.1002/14651858.CD013172.pub2.
8. Clezar CN, Cassola N, Flumignan CD, et al. Pharmacological interventions for asymptomatic carotid stenosis. *Cochrane Database Syst Rev.* 2023;8(8):CD013573. doi: 10.1002/14651858.CD013573.pub2.
9. Naylor R, Rantner B, Ancetti S, et al. Editor’s Choice – European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2023 Clinical Practice Guidelines on the Management of Atherosclerotic Carotid and Vertebral Artery Disease. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2023;65(1):7–111. doi:

- 10.1016/j.ejvs.2022.04.011.
10. Walker MD, Marler JR, Goldstein M, et al. Endarterectomy for Asymptomatic Carotid Artery Stenosis. *JAMA*. 1995;273(18):1421–8. doi: 10.1001/jama.1995.03520420037035.
 11. Grant EG, Benson CB, Moneta GL, et al. Carotid artery stenosis: gray-scale and Doppler US diagnosis—Society of Radiologists in Ultrasound Consensus Conference. *Radiology*. 2003;229(2):340–346. doi: 10.1148/radiol.2292030516.
 12. Davies KN, Humphrey PR. Complications of cerebral angiography in patients with symptomatic carotid territory ischaemia screened by carotid ultrasound. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1993;56(9):967–72. doi: 10.1136/jnnp.56.9.967.
 13. Dawkins AA, Evans AL, Wattam J, et al. Complications of cerebral angiography: a prospective analysis of 2,924 consecutive procedures. *Neuroradiology*. 2007;49(9):753–9. doi: 10.1007/s00234-007-0252-y.
 14. Geiger MA, Flumignan RLG, Sobreira ML, et al. Carotid Plaque Composition and the Importance of Non-Invasive in Imaging Stroke Prevention. *Front Cardiovasc Med*. 2022;9:885483. doi: 10.3389/fcvm.2022.885483.
 15. Curley PJ, Norrie L, Nicholson A, et al. Accuracy of carotid duplex is laboratory specific and must be determined by internal audit. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 1998;15(6):511–4. doi: 10.1016/S1078-5884(98)80111-1.
 16. Daolio RM, Cassola N, Flumignan C, et al. PC126. Accuracy of Vascular Ultrasound Compared With Computed Tomography Angiography for Extracranial Carotid Stenosis Imaging. *J Vasc Surg*. 2019;69(6):e239–e240. doi: 10.1016/j.jvs.2019.04.356.
 17. NASCET Collaborators. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. *N Engl J Med*. 1991;325(7):445–53. doi: 10.1056/NEJM199108153250701.
 18. von Elm E, Altman DG, Egger M, et al. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *J Clin Epidemiol*. 2008;61(4):344–9. doi: 10.1016/j.jclinepi.2007.11.008.
 19. Spencer MP, Reid JM. Quantitation of carotid stenosis with continuous-wave (CW) Doppler ultrasound. *Stroke*. 1979;10(3):326–30. doi: 10.1161/01.str.10.3.326.
 20. Brott TG, Halperin JL, Abbara S, et al. 2011 ASA/ACCF/AHA/AANN/AANS/ACR/ASNR/CNS/SAIP/SCAI/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. Developed in collaboration with the American Academy of Neurology and Society of Cardiovascular Computed Tomography. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2013;81(1):E76–123. doi: 10.1002/ccd.22983.
 21. Columbo JA, Suckow BD, Griffin CL, et al. Carotid endarterectomy should not be based on consensus statement duplex velocity criteria. *J Vasc Surg*. 2017;65(4):1029–38.e1. doi: 10.1016/j.jvs.2016.11.028.
 22. Kim AH, Augustin G, Shevitz A, et al. Carotid Consensus Panel duplex criteria can replace modified University of Washington criteria without affecting accuracy. *Vasc Med*. 2018;23(2):126–33. doi: 10.1177/1358863X17751655.
 23. Barlinn K, Floegel T, Kitzler HH, et al. Multi-parametric ultrasound criteria for internal carotid artery disease—comparison with CT angiography. *Neuroradiology*. 2016;58(9):845–51. doi: 10.1007/s00234-016-1706-x.
 24. Zavanone C, Ragone E, Samson Y. Concordance rates of Doppler ultrasound and CT angiography in

- the grading of carotid artery stenosis: a systematic literature review. *J Neurol*. 2012;259(6):1015–8. doi: 10.1007/s00415-011-6265-9.
25. Birmpili P, Porter L, Shaikh U, Torella F. Comparison of Measurement and Grading of Carotid Stenosis with Computed Tomography Angiography and Doppler Ultrasound. *Ann Vasc Surg*. 2018;51:217–24. doi: 10.1016/j.avsg.2018.01.102.
26. Whiting PF. QUADAS-2: A Revised Tool for the Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies. *Ann Intern Med*. 2011;155(8):529. doi: 10.7326/0003-4819-155-8-201110180-00009.
27. Rustempasic N, Gengo M. Assessment of Carotid Stenosis with CT Angiography and Color Doppler Ultrasonography. *Med Arch*. 2019;73(5):321. doi: 10.5455/medarh.2019.73.321-325.
28. Patel SG. Outcome, observer reliability, and patient preferences if CTA, MRA, or Doppler ultrasound were used, individually or together, instead of digital subtraction angiography before carotid endarterectomy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2002;73(1):21–8. doi: 10.1136/jnnp.73.1.21.

Recebido em: 28/07/2023

Aceito para publicação em: 09/02/2024

Conflito de interesses: não.

Fonte de financiamento: nenhuma.

Endereço para correspondência:

Luiz Fernando Santetti Zanin

E-mail: luizzaninepm@gmail.com

