

Como Eu Faço Ultrassonografia Vascular nas Dolicoarteriopatias das Artérias Carótidas

My Approach To: Vascular Ultrasonography in Dolichoarteriopathies of the Carotid Arteries

Armando Luis Cantisano,¹ Catarina Schiavo Grubert¹

Hospital Barra D'Or, Ecocardiograma,¹ Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Resumo

Este artigo traz um passo a passo de orientações sobre como eu faço a investigação, classificação e avaliação anatômica e hemodinâmica das dolicoarteriopatias, frequentemente encontradas nas artérias carótidas e vertebrais. As dolicoarteriopatias podem estar presentes na população infantil, e podem desaparecer durante o crescimento e ressurgir na idade avançada. Consideradas anteriormente variações anatômicas (VAs) benignas, discussões sobre o tema vêm surgindo a partir de novas implicações por associações com eventos cardiovasculares, fatores de risco e diversas patologias.

Introdução

A artéria carótida interna (ACI) geralmente percorre um trajeto extracranial linear no espaço parafaríngeo para a base do crânio, sem ramificações. Segue posterolateralmente à parede faríngea, à artéria carótida externa, e medial à veia jugular interna. No entanto, o vaso pode se alongar e formar tortuosidades, fazer voltas (*coil* ou *looping*) ou chegar aos acotovelamentos (*kinkings*). Tais variações anatômicas (VAs), também chamadas de dolicoarteriopatias, são frequentemente encontradas na população em geral, variando entre 10 e 45%, sendo 5% dessas pronunciadas aberrações.¹⁻³

Entre as variações anatômicas, os *kinkings* são os mais prevalentes. O sexo feminino é o mais acometido por *kinking* e *coil*, enquanto as tortuosidades acometem igualmente ambos os sexos. A taxa de incidência das VAs aumenta com a idade e é particularmente elevada em idosos acima de 70 anos. O pico de prevalência apresenta característica bimodal, ocorrendo na extremidade mais jovem e na mais velha, com menor incidência entre 21-60 anos de idade (Tabela 1).^{3,4}

Entre as crianças, as VAs costumam ser causa de redução da capacidade cognitiva e neuropsicológica, com atraso

no desenvolvimento e presença de convulsões focais ou de mal epilético.^{3,5,6} A condição congênita esporádica aparentemente diminui e/ou desaparece com o aumento da idade e o crescimento corporal, devido ao estiramento da aorta e tronco supra-aórtico. Por outro lado, em idosos, as dolicoarteriopatias podem se manifestar devido ao esmagamento senil (por exemplo, compressão vertebral osteoporótica).^{3,4}

Diferentes hipóteses são consideradas para o surgimento das VAs. Entre elas, causas embriológicas, genéticas e a presença de displasia fibromuscular, estas últimas mais relacionadas aos *coils*. O processo de aterosclerose em pacientes hipertensos, diabéticos e tabagistas está mais relacionado aos *kinkings* e tortuosidades.⁵⁻⁸ A ACI é normalmente enrolada na vida intrauterina, e o endireitamento acontece quando o coração fetal e os grandes vasos descem para o mediastino. Se a descida se faz de forma incompleta, ocorre o enrolamento (*coil*) da ACI.⁹

Há aumento da prevalência de torções em pacientes com hipertensão arterial, provavelmente devido ao aumento da pressão endoluminal e tensão parietal favorecendo o espessamento endotelial e sua deformação. Uma alteração mais severa na elasticidade da parede do vaso também pode estar relacionada a mulheres na pós-menopausa, devido ao processo hormonal, sem excluir um viés relacionado ao maior número de comorbidades nos homens. Talvez isso justifique

Tabela 1 – Prevalência de *coils* e *kinkings* estratificados por décadas

Grupos de idades (anos)	Pacientes submetidos ao ECD da CI (2.856) (n)	Pacientes com CKCI (284) (n)	Prevalência, % (relação)	
0-10	208	39	18,8	15,2%
11-20	166	18	10,8	(57/374)
21-30	55	2	3,6	4,4 %
31-40	58	3	5,2	(5/113)
41-50	228	18	7,9	5,3%
51-60	454	18	4	(36/682)
61-70	777	59	7,6	11%
71-80	680	90	13,2	(186/1,687)
> 80	230	37	16,1	

ECD: eco-Doppler colorido; CI: carótida interna; CKCI: coil e kinking da carótida interna.

Tabela adaptada de Di Pino et al.³

Palavras-chave

Variação anatômica; Artérias Carótidas; Ultrassonografia das Artérias Carótidas

Correspondência: Armando Luis Cantisano •

Hospital Barra D'Or, Ecocardiograma. Av. Ayrton Senna, 3079.

CEP: 22775-002. Rio de Janeiro, RJ – Brasil

E-mail: alcantisano@gmail.com

Artigo recebido em 07/04/2023; revisado em 09/05/2023;

aceito em 22/05/2023

Editor responsável pela revisão: Simone Nascimento dos Santos

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20230034>

a prevalência geral mais alta de VA em mulheres do que em homens, a partir dos 60 anos.^{10,11}

O estudo ultrassonográfico carotídeo avalia o risco morfológico e aterotrombótico da ACI, observando-se alterações na espessura da parede arterial, distúrbio hemodinâmico devido ao estreitamento luminal, que leva a um fluxo sanguíneo turbulento, predispondo assim a acidente vascular encefálico (AVE).³ No entanto, nem todas as VAs costumam levar ao AVE, pois este está presente em 11-33% das VAs.⁶ O *coil* e as tortuosidades não podem ser considerados fatores de risco para eventos isquêmicos devido à sua fraca associação com eventos cerebrais. Já o *kinking*, mesmo na ausência de placas ateroscleróticas, está mais associado ao surgimento de eventos, sendo agravado quando há a combinação com estenose carotídea.⁴

A isquemia cerebral ocorre por dois mecanismos: mecanismo tromboembólico, resultante de lesões endoteliais, associado à estase do fluxo sanguíneo no nível da curvatura e ocorrência de microembolização; e um mecanismo hemodinâmico, que desempenha papel em condições neutras e dinâmicas. Quanto menor o ângulo formado entre os segmentos carotídeos acotovelados maior é a resistência ao fluxo sanguíneo, que pode piorar em condições como hipotensão arterial, durante o sono ou com a flexão e/ou extensão da cabeça. Essas situações juntas podem levar ao colapso do vaso no ponto de maior estreitamento carotídeo.^{3,5,6}

As dolicoarteriopatias podem ser classificadas em três tipos, conforme mostra a Figura 1.^{2,6}

- Tipo 1: tortuosidade em forma de “S” ou “C” de um segmento da artéria não retilínea formando uma angulação maior que 90°;
- Tipo 2: angulação de 360° da artéria em seu eixo transversal em forma circular ou em espiral (*coil*);
- Tipo 3: torção da inflexão de dois ou mais segmentos da artéria formando um ângulo interno menor ou igual a 90° (*kinking*).

Enquanto o Tipo 2 ou *coil* é atribuído a causas embriológicas, os outros dois são causados, em geral, pelo processo de envelhecimento com progressão de aterosclerose ou por displasia fibromuscular.¹¹⁻¹³

A classificação anatômica dos *kinkings* pelos critérios de Metz é feita da seguinte forma (Figura 2):^{6,8,13}

- *Kinking* leve: angulação aguda da carótida interna (CI) entre segmentos que formam o *kink*, $\geq 60^\circ$;
- *Kinking* moderado: angulação aguda da CI entre segmentos que formam o *kink*, entre 30-60°;
- *Kinking* grave: angulação aguda da CI entre segmentos que formam o *kink*, $< 30^\circ$.

Os *kinkings* são comuns entre pacientes com AVE isquêmico, afetando tanto a vascularização intra quanto extracraniana. A anatomia desfavorável desses vasos tem sido identificada como um impedimento para vários tipos de tratamentos endovasculares, como o cateterismo da ACI, gerando piores resultados com aumento do tempo de revascularização durante a trombectomia, tendo como alternativa procedimentos como a ressecção e *bypass* do vaso. A aplicação de stent carotídeo também pode ter seu

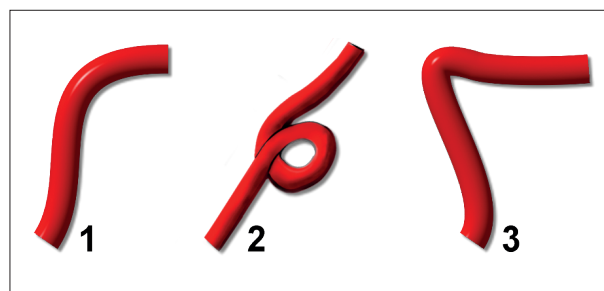


Figura 1 – Classificação das dolicoarteriopatias: Tipo 1, Tipo 2 e Tipo 3.

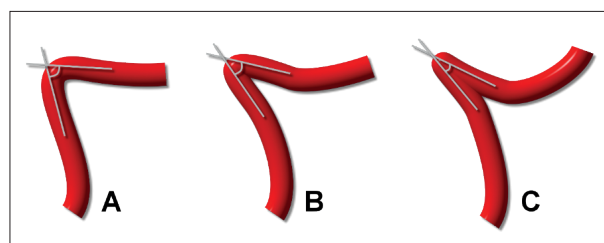


Figura 2 – Classificação anatômica dos *kinkings*. *Kinking* leve, ângulo entre 60° e 90° (A); *Kinking* moderado, ângulo entre 30° e 60° (B); *Kinking* grave, com ângulo $< 30^\circ$ (C).

resultado bastante prejudicado, visto que irá esticar mais a carótida, fazendo com que um *kinking* distal a ele se acotovele ainda mais. Torções e espirais são uma contraindicação para intervenções endovasculares devido ao perigo associado à passagem de um fio através de um segmento arterial angulado.^{3,9,12,14} A ultrassonografia carotídea é o padrão-ouro para a avaliação da circulação extracraniana, substituiu a arteriografia carotídea como teste de triagem para doença oclusiva arterial e possui baixo custo, risco mínimo e boa acurácia diagnóstica.⁴

O uso da ultrassonografia duplex intraoperatória na endarterectomia carotídea tem permitido a identificação e correção de defeitos residuais intraluminais que podem decorrer da reconstrução arterial na extremidade distal ao reparo, e parece resultar de forças hidrodinâmicas vistas após o fechamento primário da arteriotomia.¹⁵ A especificidade do método para prever o pequeno diâmetro da ACI, bifurcação carotídea alta e artéria carótida enrolada ou dobrada foi de 56, 100 e 100%, respectivamente. Se houver grave tortuosidade de uma artéria, bifurcação carotídea alta, obesidade ou calcificação arterial, esses reduzirão a precisão do ultrassom. O método pode ser melhorado quando associado ao uso de sondas de alta e de baixa frequência, sendo que essa combinação pode fornecer uma interface intuitiva com imagem anatômica completa da artéria para os cirurgiões.

De forma simples, sem adicionar risco, custo ou desconforto ao paciente, é sugerido o uso de sonda convexa como complementação à ultrassonografia convencional quando necessário.^{6,16,17} É um método não invasivo e efetivo para detectar disfunções vasculares com facilidade e permite a avaliação quanto à presença de massas submucosas na parede

Artigo de Revisão

posterior da faringe relacionadas às VAs vasculares que podem estar em risco de lesão cirúrgica da orofaringe e laringofaringe. Dessa forma, é possível tentar prever eventos cardiovasculares e complicações durante procedimentos cirúrgicos, sejam eles vasculares ou não vasculares, como amidalectomia, abscesso tonsilar ou cirurgia para correção de adenoide. Por isso, a grande importância de um exame cuidadoso e preciso anterior ao procedimento.^{5,6,18}

Técnica de aquisição de imagem pela ultrassonografia vascular com mapeamento de fluxo em cores – passo a passo do “como eu faço”

1. Utilizar um dispositivo com transdutor linear multifrequencial com frequências superiores a 7 MHz e capacidade para eco-Doppler colorido e Power Doppler. Não raramente, é preciso uma sonda convexa que tenha frequências entre 2 e 5 MHz para obter uma imagem de toda a extensão da alteração carotídea e alcançar maior profundidade;
2. Deitar o paciente em posição supina com a cabeça ligeiramente hiperestendida e rotacionada a 45° em posição contralateral ao lado a ser examinado;
3. Realizar uma varredura axial e longitudinal, desde a origem da artéria carótida comum até a porção mais distal visível da ACL, já em busca de tortuosidades;
4. Através do Doppler pulsado, Doppler colorido e Power Doppler, detectar o fluxo sanguíneo, determinar sua direção, velocidade de fluxo, espectro e morfologia;
5. Com o Doppler espectral ou pulsado, registrar a velocidade de pico sistólica (VPS), a velocidade diastólica final (VDF) e o índice de resistência na artéria carótida comum, na ACL proximal e da artéria carótida externa proximal;
6. Ao identificar uma VA, registrar ainda com o Doppler pulsado as velocidades antes, dentro e após a área de curvatura, mantendo a correção de ângulo a 0° (Figuras 3 e 4):

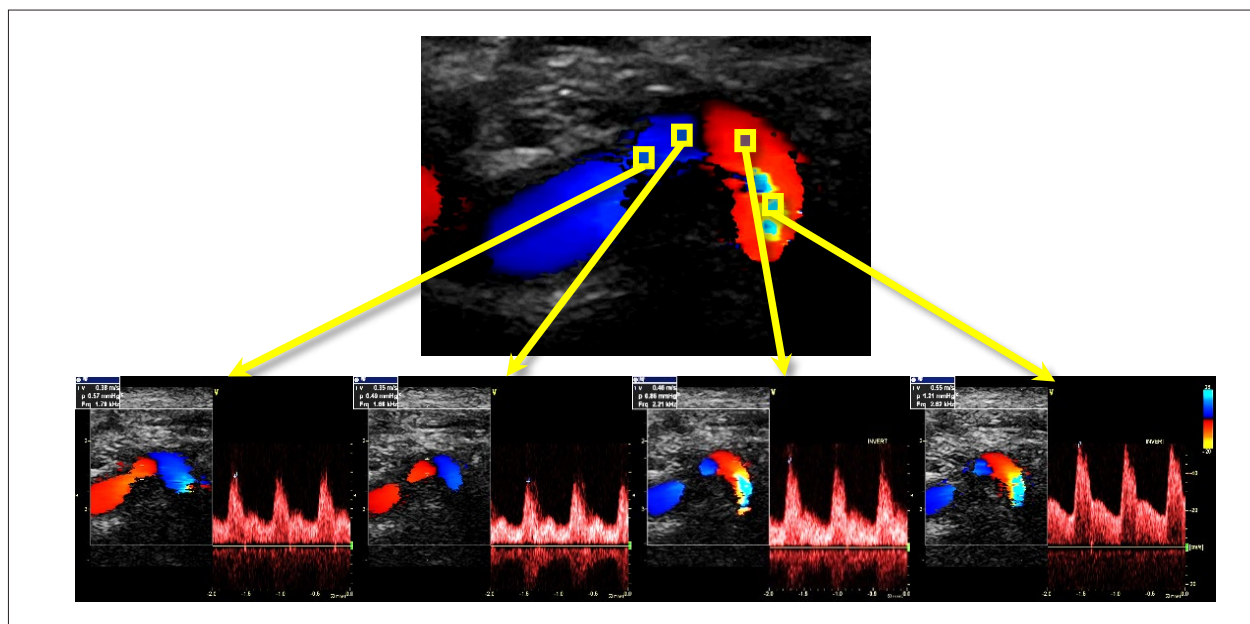


Figura 3 – Mapeamento das velocidades ao longo do kinking, sem correção de ângulo na região do acotovelamento.

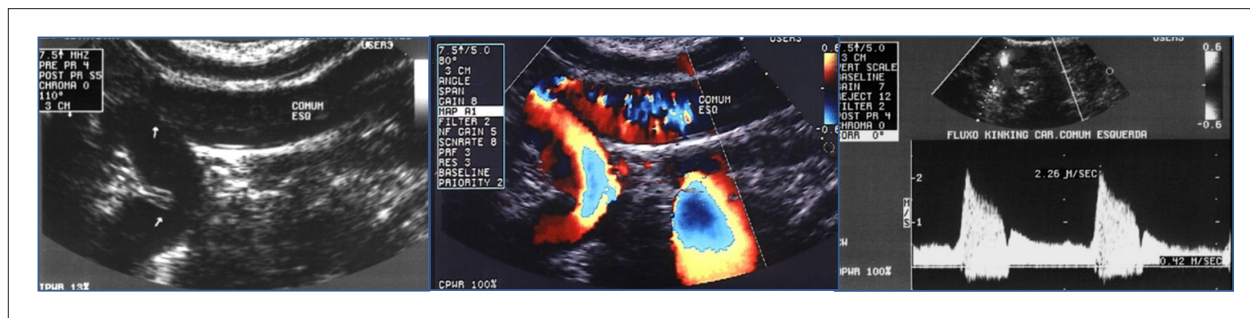


Figura 4 – Kinking obstrutivo com velocidade de pico de 2,26m/s. A velocidade da carótida comum antes do kinking era 0,68m/s. Razão = 3,3.

- a) VPS > 140 cm/s – parâmetro hemodinamicamente significativo e sugestivo de estenose em torno de 50% do diâmetro;
 - b) VPS > 140 cm/seg com VDF < 70 cm/s – parâmetros hemodinamicamente significativos e sugestivos de estenose entre 50-69%.
 - c) VPS > 140 cm/seg com VDF > 70 cm/s – parâmetro sugestivo de estenose entre 70-99%.
7. Calcular a relação do pico sistólico entre dois segmentos carotídeos (velocidade ao nível do *kinking* dividida pela velocidade obtida nos 2cm proximais do ramo interno antes da lesão).³
- Se:
- a) Razão < 1,5 → fisiológico ou obstruções < 50%
 - b) Razão > 3,2 → obstrução acima de 60%
 - c) Razão > 3,3 → obstrução acima de 70%

Dificuldade técnica

Habitualmente, utilizamos em nosso serviço a razão de 2,5 para *kinkings* com obstruções significativas (acima de 60%), critério utilizado para avaliação da gravidade de obstruções arteriais periféricas em série. É importante lembrar que um *kinking* é considerado obstrutivo apenas quando apresenta

aumento significativo de velocidades ao Doppler pulsado. O grau de acotovelamento não necessariamente se relaciona a uma obstrução importante (mesmo com ângulos próximos a 0°). A presença de turbulência do fluxo ao Doppler também não reflete o grau estenose, visto que é encontrada em todos os *kinkings*, sejam eles obstrutivos ou não.

As dolicoarteriopatias podem estar situadas bem no início da carótida comum ou mais distante da bifurcação carotídea no ramo interno, sendo necessária uma varredura de toda a extensão da carótida, desde a base do pescoço até seu desaparecimento na calota craniana. Aproximadamente 75% das anormalidades encontram-se entre 2-4 cm proximais à bifurcação carotídea, porém também são vistas mais distalmente, como representado na Figura 5.^{5,6} Deve-se considerar como possível presença de *kinking* distal no ramo interno quando o ângulo de abertura entre as carótidas interna e externa for maior do que 60° (Figura 6).

Os *coils* podem ser encontrados em diferentes planos, sendo necessário um mapa “3D mental”, com a aquisição de imagem em diferentes eixos, planos e ângulos do pescoço para sua composição e avaliação (Figura 7).

Quando existe a associação com aneurismas, dilatações, placas de ateroma ou trombos nas dolicoarteriopatias, a quantificação das possíveis estenoses é ainda mais dificultada (Figura 8).

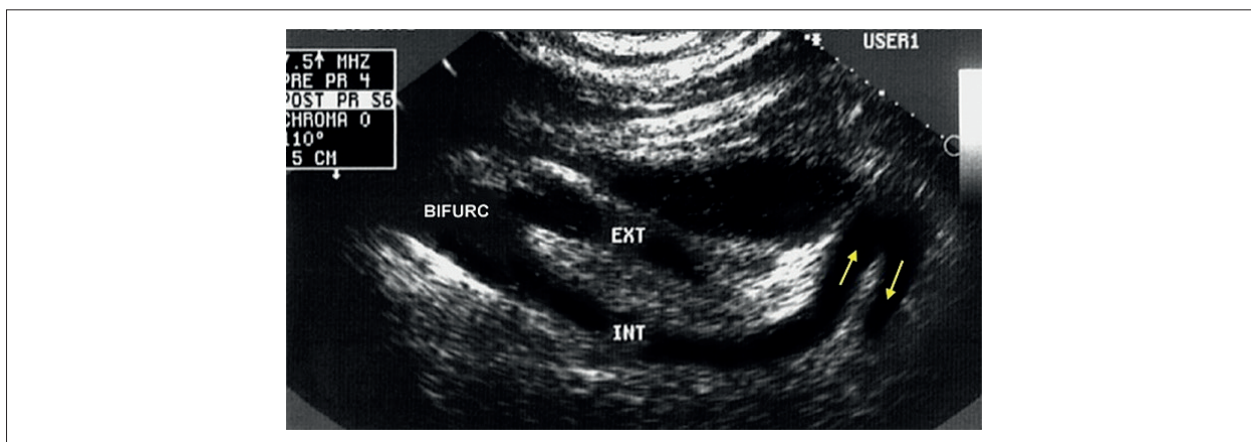


Figura 5 – Kinking distante da bifurcação. Bifurc: bifurcação carotídea; Ext: carótida externa; Int: carótida interna.

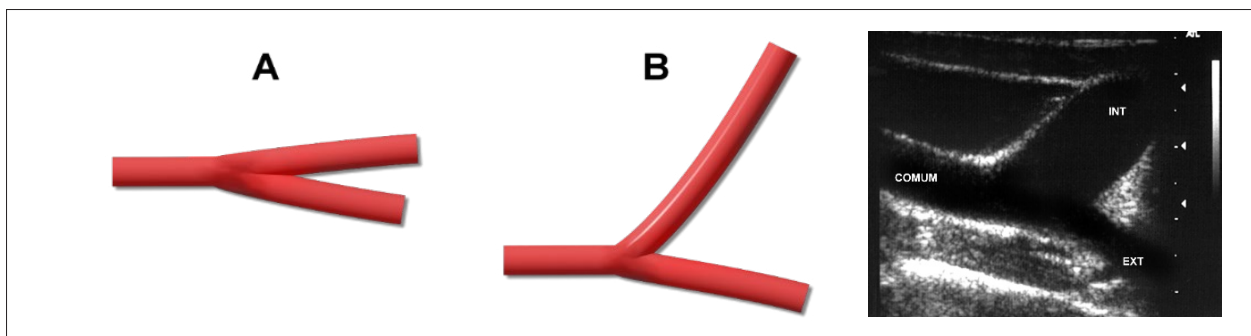


Figura 6 – No esquema, ângulo formado entre os ramos carotídeos. A) pequena angulação entre os ramos, o que é mais comum; B) há maior probabilidade de haver kinking, pois o ângulo entre eles é > 60°, como na foto que está à direita. Comum: carótida comum; Ext: carótida externa; Int: carótida interna.

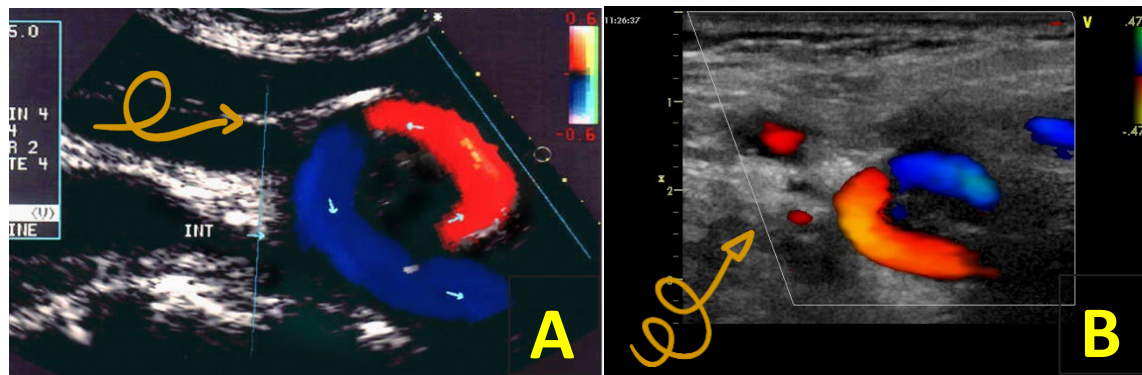


Figura 7 – Coil sendo construído em duas formas. A) circular, aparece todo no mesmo plano; B) em espiral, onde seu traçado completo é observado em vários planos, sendo necessária uma varredura com o transdutor. Int: carótida interna.

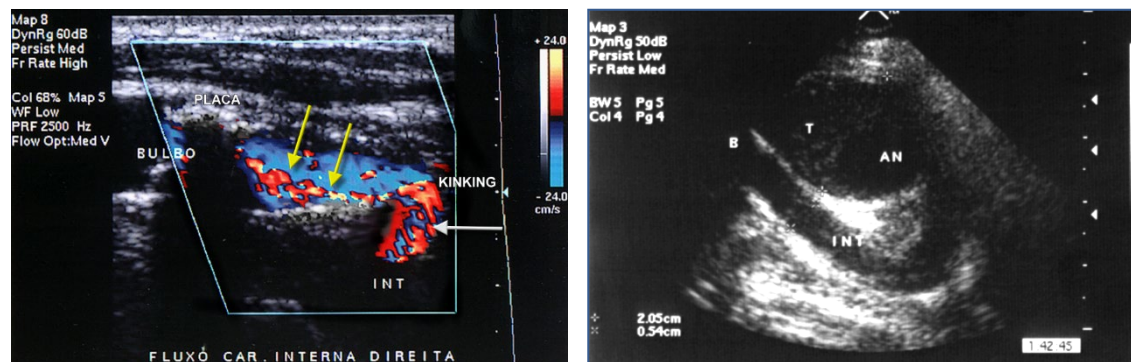


Figura 8 – Condições associadas. A) placa de ateroma obstrutiva precedendo um kinking (turbulência da placa, setas amarelas, se mistura com a do kinking, seta branca); B) grande aneurisma do ramo interno após kinking. Int: carótida interna; B: bifurcação carotídea; T: trombo; An: Aneurisma.

Conclusão

As dolicoarteriopatias são frequentemente encontradas em nossa prática clínica, sejam em pacientes em pré-operatório de doenças não vasculares, vasculares, com quadro de AVE, doenças genéticas ou em crianças com quadros convulsivos, as quais necessitam um estudo detalhado de todo o percurso do vaso a procura das alterações anatômicas com fluxos turbulentos e velocidades aumentadas. Diante de um paciente com quadro cerebrovascular, devemos buscar ativamente, através de técnica adequada, por essas alterações, que podem ser as responsáveis pelo evento, e, assim, decidir sobre a conduta e o tratamento necessário.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa, obtenção de dados e revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Cantisano AL; análise e interpretação dos dados e redação do manuscrito: Cantisano AL, Grubert CS.

Potencial Conflito de Interesse

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.

Aprovação Ética e Consentimento Informado

Este artigo não contém estudos com humanos ou animais realizados por nenhum dos autores.

Referências

- Pfeiffer J, Becker C, Ridder GJ. Aberrant Extracranial Internal Carotid Arteries: New Insights, Implications, and Demand for a Clinical Grading System. *Head Neck*. 2016;38(Suppl 1):E687-93. doi: 10.1002/hed.24071.
- Beigelman R, Izaguirre AM, Robles M, Grana DR, Ambrosio G, Milei J. Are Kinking and Coiling of Carotid Artery Congenital or Acquired? *Angiology*. 2010;61(1):107-12. doi: 10.1177/0003319709336417.
- Di Pino L, Franchina AG, Costa S, Gangi S, Strano F, Ragusa M, et al. Prevalence and Morphological Changes of Carotid Kinking and Coiling in Growth: An Echo-Color Doppler Study of 2856 Subjects between Aged 0 to 96 Years. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2021;37(2):479-84. doi: 10.1007/s10554-020-02014-0.
- Wain RA, Lyon RT, Veith FJ, Berdejo GL, Yuan JG, Suggs WD, et al. Accuracy of Duplex Ultrasound in Evaluating Carotid Artery Anatomy Before Endarterectomy. *J Vasc Surg*. 1998;27(2):235-42. doi: 10.1016/s0741-5214(98)70354-4.
- Radak D, Babić S, Tanasković S, Matić P, Sotirović V, Stevanović P, et al. Are the Carotid Kinking and Coiling Underestimated Entities? *Vojnosanit Pregl*. 2012;69(7):616-9. doi: 10.2298/vsp110722001r.
- Zenteno M, Viñuela F, Moscote-Salazar L, Alvis-Miranda H, Zavaleta R, Flores A, et al. Clinical Implications of Internal Carotid Artery Tortuosity, Kinking and Coiling: A Systematic Review. *Romanian Neurosurgery*. 2014;21(1)50-9.
- Mercado MDCH, Mercado MDNH, Ceballos MDML. Role of Doppler Ultrasound in Carotid Kinking and Coiling: A Pictorial Essay and Brief Review. *Int J Med Sci Clin Res*. 2022;2(6):451-7. doi: 10.47191/ijmscrs/v2-i6-02.
- Metz H, Murray-Leslie RM, Bannister RC, Bull JW, Marshall J. Kinking of the Internal Carotid Artery. *Lancet*. 1961;1(7174):424-6. doi: 10.1016/s0140-6736(61)90004-6.
- Kayssi A, Mukherjee D. Fibromuscular Dysplasia, Carotid Kinks, and Other Rare Lesions. In: Hans SS, editor. *Extracranial Carotid and Vertebral Artery Disease: Contemporary Management*. Cham: Springer International Publishing; 2018. p. 225-39.
- Martins HFG, Mayer A, Batista P, Soares F, Almeida V, Pedro AJ, et al. Morphological Changes of the Internal Carotid Artery: Prevalence and Characteristics. A Clinical and Ultrasonographic Study in a Series of 19 804 Patients Over 25 Years Old. *Eur J Neurol*. 2018;25(1):171-7. doi: 10.1111/ene.13491.
- Sacco S, Totaro R, Baldassarre M, Carolei A. Morphological Variations of the Internal Carotid Artery: Prevalence, Characteristics and Association with Cerebrovascular Disease. *Int J Angiol*. 2007;16(2):59-61. doi: 10.1055/s-0031-1278249.
- Benson JC, Brinjikji W, Messina SA, Lanzino G, Kallmes DF. Cervical Internal Carotid Artery Tortuosity: A Morphologic Analysis of Patients with Acute Ischemic Stroke. *Interv Neuroradiol*. 2020;26(2):216-21. doi: 10.1177/1591019919891295.
- Iwai-Takano M, Watanabe T, Ohira T. Common Carotid Artery Kinking is a Predictor of Cardiovascular Events: A Long-Term Follow-Up Study Using Carotid Ultrasonography. *Echocardiography*. 2019;36(12):2227-33. doi: 10.1111/echo.14536.
- Yu J, Qu L, Xu B, Wang S, Li C, Xu X, et al. Current Understanding of Dolichoarteriopathies of the Internal Carotid Artery: A Review. *Int J Med Sci*. 2017;14(8):772-84. doi: 10.7150/ijms.19229.
- Yuan JY, Durward QJ, Pary JK, Vasgaard JE, Coggins PK. Use of Intraoperative Duplex Ultrasonography for Identification and Patch Repair of Kinking Stenosis after Carotid Endarterectomy: A Single-Surgeon Retrospective Experience. *World Neurosurg*. 2014;81(2):334-43. doi: 10.1016/j.wneu.2012.11.055.
- Xiong JQ, Yu C, Shi YW, Li YH. Morphological Features of the Internal Carotid Artery: Advantages of Combining Linear and Convex Probes in Duplex Ultrasonography. *Acad Radiol*. 2013;20(10):1240-6. doi: 10.1016/j.acra.2012.08.018.
- Murray CSG, Nahar T, Kalashyan H, Becher H, Nanda NC. Ultrasound Assessment of Carotid Arteries: Current Concepts, Methodologies, Diagnostic Criteria, and Technological Advancements. *Echocardiography*. 2018;35(12):2079-91. doi: 10.1111/echo.14197.
- Kaplan ML, Bontsevich SV, Shilko SV. Role of Abnormalities at Pathologic Tortuosity of the Arteries in Development of Vascular Cerebral Insufficiency. *Russ J Biom*. 2015;19(1):5-19. doi: 10.15593/RJBiomech/2015.1.01.



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da licença de atribuição pelo Creative Commons