

Elastografia por cisalhamento (*shear wave*) para placas ateroscleróticas carotídeas extracranianas: princípios técnicos e como realizar

Shear wave elastography for extracranial carotid atherosclerotic plaques: technical principles and how to do it

Pedro Luciano Mellucci Filho¹ , Matheus Bertanha¹ , Rodrigo Gibin Jaldin¹, Winston Bonetti Yoshida¹, Marcone Lima Sobreira¹ 

Resumo

Na esteira de estudos direcionados à placa aterosclerótica e em busca de variáveis quantificáveis que adicionem informações à tomada de decisão terapêutica, a avaliação a partir de elastografia *shear wave* (SWE) se apresenta como alternativa reprodutível e promissora. Utilizamos um único aparelho Logiq S8 (General Electric, Boston, Massachusetts, Estados Unidos) com um transdutor linear multifrequencial 8,5-11 MHz em 10 MHz em corte longitudinal. Consideramos critérios relevantes para a aquisição de imagem: adequada insonação longitudinal, diferenciação do complexo médio-intimal, delineamento de túnicas adventícias proximal e distal, lúmen vascular, boa visualização da placa aterosclerótica, ciclo em diástole ventricular e ausência de alterações incongruentes. A SWE é um método emergente e extremamente promissor no contexto da avaliação de placas carotídeas, podendo contribuir no futuro para a tomada de decisão terapêutica baseada em características relativas à placa aterosclerótica de forma reprodutível entre aparelhos e examinadores.

Palavras-chave: doenças das artérias carótidas; estenose das carótidas; ultrassonografia Doppler; interpretação de imagem assistida por computador; técnicas de imagem por elasticidade.

Abstract

In the wake of studies targeting atherosclerotic plaques and searching for quantifiable variables that contribute additional information to therapeutic decision-making, plaque assessment using Shear Wave Elastography (SWE) is emerging as a reproducible and promising alternative. We used a single Logiq S8 device (General Electric, Boston, Massachusetts, United States) with an 8.5-11MHz multifrequency linear transducer at 10MHz in longitudinal section. We considered relevant criteria for image acquisition: adequate longitudinal insonation, differentiation of the intima-media complex, delineation of proximal and distal tunica adventitia and the vascular lumen, good visualization of the atherosclerotic plaque, cardiac cycle in ventricular diastole, and absence of incongruous changes. SWE is an emerging and extremely promising method for assessment of carotid plaques that may contribute to therapeutic decision-making based on characteristics related to the atherosclerotic plaque, with inter-device and inter-examiner reproducibility.

Keywords: carotid artery diseases; carotid stenosis; Doppler ultrasonography; computer-assisted image interpretation; elasticity imaging techniques.

Como citar: Mellucci Filho PL, Bertanha M, Jaldin RG, Yoshida WB, Sobreira ML. Elastografia por cisalhamento (*shear wave*) para placas ateroscleróticas carotídeas extracranianas: princípios técnicos e como realizar. J Vasc Bras. 2023;22:e20220082. <https://doi.org/10.1590/1677-5449.202200821>

¹ Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP, Faculdade de Medicina de Botucatu – FMB, Botucatu, SP, Brasil.

Fonte de financiamento: Nenhuma.

Conflito de interesse: Os autores declararam não haver conflitos de interesse que precisam ser informados.

Submetido em: Agosto 07, 2022. Aceito em: Junho 12, 2023.

O estudo foi realizado no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu (HC-FMB), Botucatu, SP, Brasil.

Aprovação do comitê de ética: Este estudo apresenta a metodologia utilizada no estudo cadastrado sob o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética número 36750720.4.0000.5411, Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina de Botucatu (UNESP-FMB), sob o registro de parecer consubstanciado 4.296.479.



■ INTRODUÇÃO

O acidente vascular cerebral (AVC) oriundo da estenose carotídea de origem extracraniana foi um assunto extensamente estudado durante as últimas décadas, com correlações causais bem definidas¹ e estudos randomizados em grandes populações de pacientes sintomáticos²⁻⁴ e assintomáticos^{5,6}. Conclusões acerca da melhor terapêutica para esses pacientes foram propostas com nível de evidência satisfatório, com fluxogramas terapêuticos bem definidos pelos consensos da European Society for Vascular Surgery (ESVS)⁷ e da Society for Vascular Surgery (SVS)⁸; entretanto, a análise objetiva da placa aterosclerótica para tomada de decisão ainda é, em grande parte, restrita ao grau de estenose apresentado.

Postula-se que o risco do AVC também esteja intimamente relacionado a características morfológicas da placa aterosclerótica. No trabalho desenvolvido pelo Oxford Plaque Study⁹, ulcerações foram observadas em até 58,1% das placas carotídeas sintomáticas, e hemorragias e inflamações estiveram presentes em até 64,6% e 66,8% dos casos, respectivamente.

Utilizando dados oriundos do grupo North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (NASCET)³, observaram-se parâmetros objetivos correlacionados a risco aumentado de desenvolvimento do AVC em relação à área da placa aterosclerótica, presença de “áreas brancas discretas” (DWAs, do inglês *discrete white areas*) e valores de mediana de escala de cinza (GSM, do inglês *greyscale median*) inferiores a 30, com riscos de AVC em 5 anos chegando a até 70% na presença dos três fatores¹⁰.

Na esteira de estudos direcionados à placa aterosclerótica e em busca de variáveis quantificáveis que adicionem informações para a tomada de decisão terapêutica, a avaliação a partir de elastografia se apresenta como alternativa reprodutível e promissora¹¹. A ultrassonografia associada a elastografia por cisalhamento (SWE, do inglês *shear wave elastography*) é uma técnica recente, em que uma onda acústica potente é emitida pela sonda ecográfica, induzindo uma onda perpendicular após chocar-se com o tecido objetivado (Figura 1). A onda de cisalhamento que se propaga perpendicularmente à onda original é aferida, sendo proporcional à dureza do tecido, correlação representada pelo módulo de Young¹².

Este artigo tem como objetivo descrever o método utilizado para aquisição de valores de rigidez de placas ateroscleróticas carotídeas a partir da ecografia vascular associada ao método de SWE. Embora estudos iniciais com pequena amostragem¹³⁻²² tenham se proposto à realização da elastografia no território carotídeo, a ausência de descrição metodológica detalhada justifica uma nota técnica para servir como guia para os futuros estudos acerca do tema.

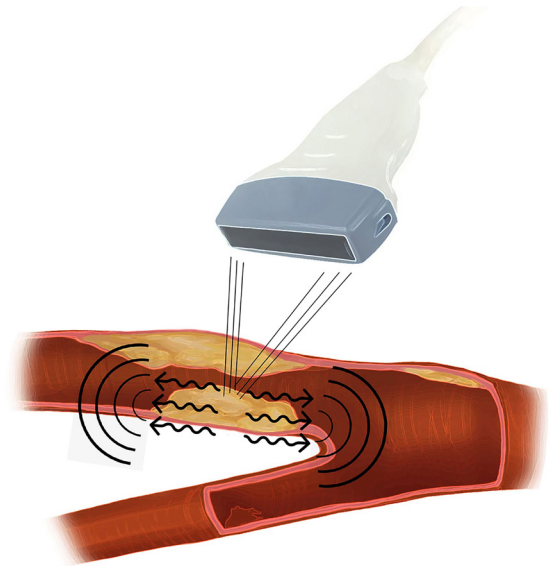


Figura 1. Imagem esquemática demonstrando a onda de cisalhamento e sua propagação perpendicular ao tecido insonado.

■ MÉTODOS

Aquisição da imagem

Imagens ultrassonográficas em modo B foram obtidas por dois ultrassonografistas titulados pelo Colégio Brasileiro de Radiologistas (CBR) e pela Sociedade Brasileira de Angiologia e de Cirurgia Vascular (SBACV), utilizando um único aparelho Logiq S8 com um transdutor linear multifrequencial 8,5-11 MHz em corte longitudinal.

O modo dual (apresentação da imagem em duas janelas) foi utilizado para todas as avaliações, de modo que o examinador obtivesse acesso à imagem em modo B para manutenção de insonação regular sobre a área de interesse à esquerda e o processamento da elastografia à direita. A área de processamento da elastografia deve englobar a túnica adventícia anteriormente e posteriormente, além do lúmen vascular, com o objetivo de caracterizar quadros adequados que demonstrem uma dureza que tende a zero no lúmen arterial (sangue) e delimite a parede vascular satisfatoriamente (Figura 2).

O número de focos, a distância focal, a *time gain compensation* (TGC) e o ganho dos modos B, colorido ou Doppler não foram padronizados para a realização da elastografia. Deve-se considerar a independência do método em relação ao ganho do modo B, diferentemente da avaliação de GSM, que necessita de uma padronização de ganho para a avaliação de *pixels*. Dessa forma, deve-se priorizar a obtenção de imagens que maximizem os aspectos morfológicos da placa aterosclerótica.

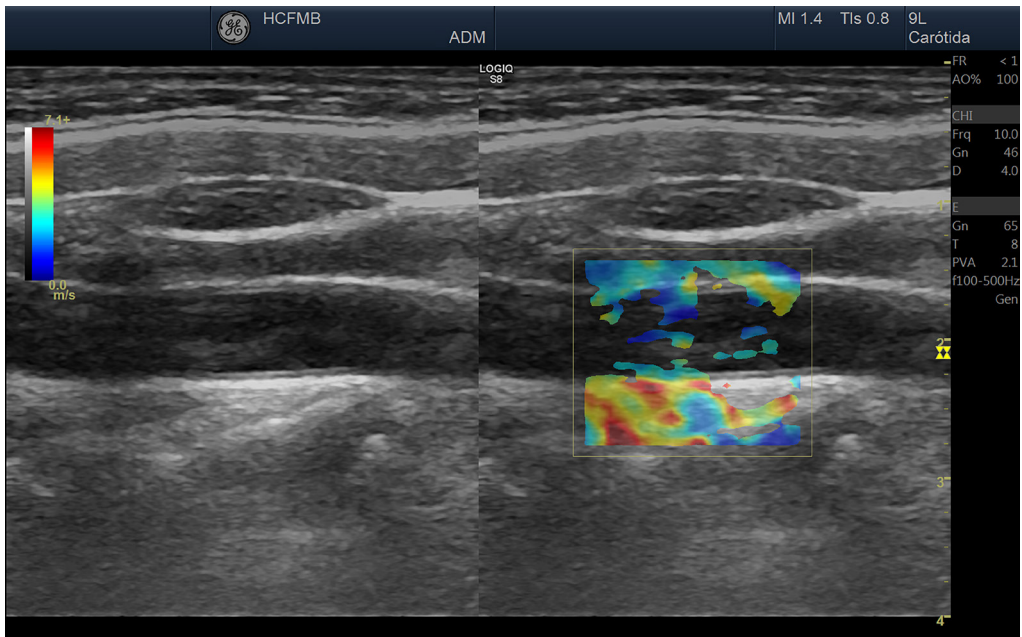


Figura 2. Imagem adquirida com elastografia (à direita), onde o lúmen vascular apresenta-se fora do mapa de cores ou tendendo a cores azuis escuras (rigidez menor), enquanto a túnica adventícia apresenta cores tendendo ao vermelho (rigidez maior).

É importante salientar que a elastografia ainda é um método restrito para uso em aparelhos com alto poder de processamento e que contem com *software* próprio, presente na máquina. Essa é uma especificação que difere da avaliação da GSM, que pode ser realizada de forma eficaz em qualquer aparelho, mas que depende de uma avaliação a partir de pós-processamento.

Poder de processamento e quadros por segundo

Optamos pela aquisição de imagens por um período mínimo de 10 segundos, considerando a queda expressiva do *frame rate* (quadros por segundo [FPS]) durante a realização da elastografia, que recruta um expressivo poder de processamento do aparelho, além da mobilidade vascular, que foi fator determinante para a dificuldade técnica do exame no território. A quantidade de quadros obtidos até aquisição de uma imagem satisfatória ainda é subjetiva e pode ser largamente determinada pelo poder de processamento do aparelho em questão. Espera-se uma quantidade de quadros em um intervalo de tempo proporcional ao processamento do aparelho, possivelmente com menores implicações secundárias ao ciclo cardíaco.

Ciclo cardíaco e módulo de Young

Em relação ao ciclo cardíaco e vascular, realizamos a aquisição de imagens em consonância com a diástole ventricular (Figura 3), que representa a maior parte

do ciclo cardíaco e regresso da parede vascular à sua morfologia original após a passagem da onda de pulso. Optamos pela realização da medida nesta fase do ciclo cardíaco pelo maior ΔT (tempo) para processamento das ondas de cisalhamento (invariavelmente dependente do aparelho utilizado) e considerando o módulo E de Young, que mede a tensão de um sólido quando uma força é aplicada, determinado pela fórmula $E = \sigma/\epsilon$, em que σ representa a força imprimida sobre uma determinada área (*stress*) e ϵ representa a deformação axial do sólido (*strain*), que, simplificadamente, aponta para um aumento da dureza da parede arterial durante a passagem da onda de pulso (Figura 4).

A observação da sístole arterial (ou diástole ventricular) pode ser feita de forma indireta pela redução do diâmetro arterial ao modo B (observa-se a importância do exame em modo *dual* se possível), sem a necessidade de eletrocardiograma acoplado ao exame. De acordo com o módulo de Young, durante a passagem da onda de pulso, a deformação da parede vascular é máxima e diretamente proporcional à força imprimida sobre ela pela coluna de sangue.

Aferição da área de interesse

Avaliamos a área de interesse dentro da placa aterosclerótica, excluindo a túnica adventícia posterior a partir de medida em uma área circular, com resultado obtido em kilopascals (kPa), unidade internacional de tensão, a partir de quadro único,

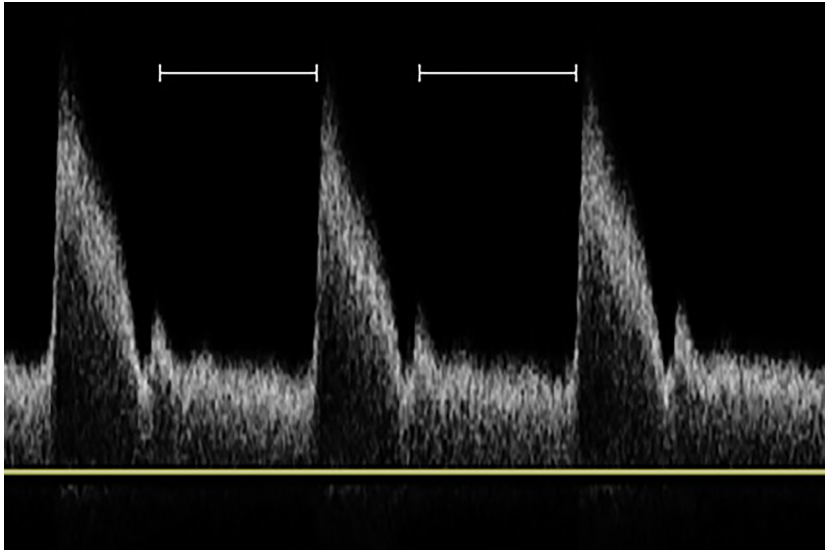


Figura 3. Demonstração da diástole ventricular na onda de pulso arterial.

desde que preenchida uma série de critérios para adequação (Tabela 1 e Figura 5). A imagem em modo dual é salva, e a tensão da área de interesse é descrita em laudo juntamente às características morfológicas da placa aterosclerótica estudada.

Ética

O presente estudo não apresenta dados que identifiquem pacientes, com representação técnica e revisão de literatura. Entretanto, a metodologia exposta faz parte de estudo-piloto, cujo protocolo foi aprovado pelo Comitê de Ética de nossa instituição, com Certificado de Apresentação de Apreciação Ética número 36750720.4.0000.5411, Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina de Botucatu (UNESP-FMB), sob o registro de parecer substanciado 4.296.479.

DISCUSSÃO

A elastografia ainda é um método pouco acessível, especialmente em países em desenvolvimento, em grande parte devido ao custo empregado na realização da técnica, usualmente em aparelhos top de linha muitas vezes restritos a centros de pesquisa. Entre os aparelhos mais recorrentemente utilizados, encontramos Supersonic Aiexplorer (Hologic, Marlborough, Massachusetts, Estados Unidos)¹³⁻¹⁹, Logiq E9 (General Electric, Boston, Massachusetts, Estados Unidos)²⁰ e Aplio 500 (Toshiba, Tokio, Japão)^{21,22}. O elevado poder de processamento desses aparelhos é relevante para a obtenção de FPS elevados durante a realização da técnica e para a obtenção de imagens de forma

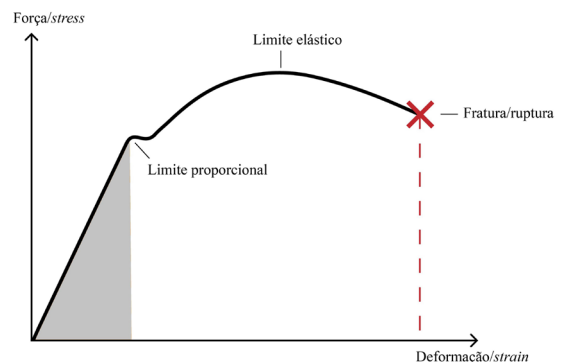


Figura 4. Gráfico demonstrando a relação entre força imprimida sobre um tecido (*stress*), representada por σ , e sua deformação (*strain*), representada por ϵ , de acordo com o módulo de Young.

ágil entre duas ondas de pulso, evitando artefatos causados pela mobilização do tecido vascular. Além da dificuldade técnica para obter imagens livres de artefato causado por mobilização tecidual, o uso de aparelhos não otimizados para o exame pode levar a uma elevada subjetividade na obtenção das imagens.

Até o momento, a maior parte estudos *in vivo* realizou a medida das características relativas à placa aterosclerótica em cortes longitudinais¹³⁻²². Em 2020, Marlevi et al.¹³, em estudo comparativo entre SWE e ressonância magnética (RNM), identificaram achados que diferiram entre imagens em plano transversal e longitudinal. Considerando o delineamento circular da área de aferição e a maior exposição da placa aterosclerótica, o plano longitudinal parece ser preferível para a medida.

Tabela 1. Critérios adotados no Serviço de Cirurgia Vascular e Endovascular do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu (FMB-UNESP) para boa aquisição de imagem para elastografia de placa aterosclerótica carotídea.

Adequada insonação longitudinal
Adequada diferenciação do complexo médio-intimal
Delineamento das tûnicas adventícias proximal e distal (kPa > 7,1)
Delineamento do lûmen vascular (kPa < 7,1)
Delineamento da placa aterosclerótica
Diástole ventricular
Ausência de alterações incongruentes

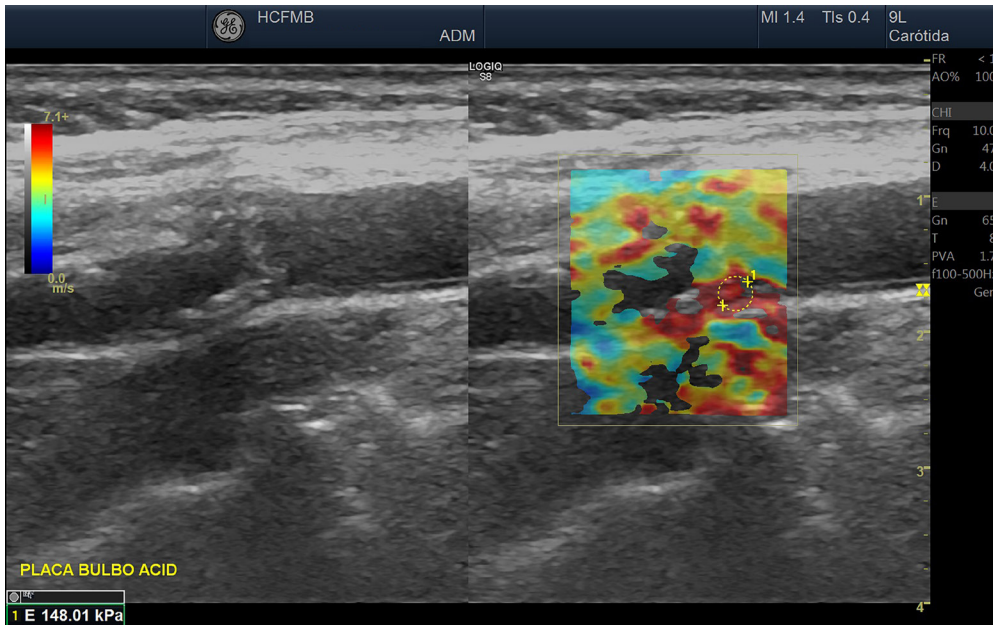


Figura 5. Aquisição de imagem em modo dual (tela dupla), com elastografia à direita, demonstrando delimitação de área analisada e critérios para boa adequação da imagem.

Quando comparada com outros métodos de imagem como RNM e a tomografia computadorizada (TC), a SWE foi capaz de identificar placas vulneráveis, validadas por RNM¹³, sendo mais sensível e menos específica do que a TC¹⁵. Quanto à comparação entre SWE e GSM, a primeira apresenta a possível vantagem de depender menos de padronização do modo B para se obter o valor medido, o que torna a avaliação entre examinadores e aparelhos mais reprodutível^{18-20,23}, embora a medida de GSM permita a padronização da escala de cinza no pós-processamento de imagem. Em estudo com 54 placas ateroscleróticas, Ramnarine et al.²² observaram que a SWE apresentou um valor preditivo superior à GSM na identificação de placas sintomáticas.

Até o momento, a SWE tem apresentado boa reprodutibilidade no território carotídeo¹⁸⁻²⁰. Apresenta, ainda, correlação estatisticamente significativa na identificação de placas sintomáticas e vulneráveis¹⁸⁻²².

Como um método novo e emergente, a sua difusão ainda é restrita a centros de pesquisa, e sua metodologia ainda precisa ser padronizada.

■ CONCLUSÃO

A SWE é um método emergente e promissor no contexto da avaliação de placas carotídeas, podendo contribuir no futuro para a tomada de decisão terapêutica baseada em características relativas à placa aterosclerótica de forma reprodutível entre aparelhos e examinadores. Com o desenvolvimento de mais estudos, é possível que fatores prognósticos relevantes possam ser extraídos a partir da avaliação da rigidez da placa, em especial se considerando que placas de núcleo lipídico e hemorragias intraplacas aumentam a chance de eventos trombóticos e que estes apresentam uma rigidez muito inferior ao cálcio ou fibrose. Uma metodologia padronizada para a realização

da elastografia em placas carotídeas, entretanto, ainda não foi definida, o que contribui para a dificuldade na disseminação do método.

Aparelhos de ultrassonografia vascular de ponta ainda são necessários para a realização de um exame livre de maior subjetividade do examinador devido à expressiva queda dos FPS relativa à alta demanda de processamento do exame e artefatos relativos à onda de pulso.

Com a constante evolução tecnológica e científica, é possível que a elastografia se torne uma realidade na avaliação da ecografia da placa carotídea, considerando que sua realização leva apenas alguns segundos e que o próprio aparelho utilizado pode calcular a rigidez da placa aterosclerótica de forma quantitativa sem a necessidade de avaliação a partir de pós-processamento, o que é um limitante importante de outros métodos de avaliação da placa tal qual a GSM.

■ REFERÊNCIAS

- Marder VJ, Chute DJ, Starkman S, et al. Analysis of thrombi retrieved from cerebral arteries of patients with acute ischemic stroke. *Stroke*. 2006;37(8):2086-93. <http://dx.doi.org/10.1161/01.STR.0000230307.03438.94>. PMID:16794209.
- European Carotid Surgery Trialists' Collaborative Group. Randomized trial of endarterectomy for recently symptomatic carotid stenosis: final results of the MRC European Carotid Surgery Trial (ECST). *Lancet*. 1998;351(9113):1379-87. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(97\)09292-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(97)09292-1). PMID:9593407.
- 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. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJM199108153250701>. PMID:1852179.
- Barnett HJ, Taylor DW, Eliasziw M, et al. Benefit of carotid endarterectomy in patients with symptomatic moderate or severe stenosis. *N Engl J Med*. 1998;339(20):1415-25. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJM199811123392002>. PMID:9811916.
- Executive Committee for the Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study. Endarterectomy for asymptomatic patients with high grade stenosis. *JAMA*. 1995 [citado 2022 ago 7];273:1421-8. <https://www.urmc.rochester.edu/MediaLibraries/URMCMedia/neurology/documents/ACAS.pdf>.
- MRC Asymptomatic Carotid Surgery Trial (ACST) Collaborative Group. Prevention of disabling and fatal strokes by successful carotid endarterectomy in patients without recent neurological symptoms: randomised controlled trial. *Lancet*. 2004;363(9420):1491-502. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(04\)16146-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(04)16146-1). PMID:15135594.
- Naylor AR, Ricco J-B, Borst GJD, et al. Editor's choice - management of atherosclerotic carotid and vertebral artery disease: 2017 Clinical Practice Guidelines of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2018;55(1):3-81. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejvs.2017.06.021>. PMID:28851594.
- AbuRahma AF, Avgerinos ED, Chang RW, et al. Society for Vascular Surgery clinical practice guidelines for management of extracranial cerebrovascular disease. *J Vasc Surg*. 2022;75(1 Supl):4S-22S. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2021.04.073>. PMID:34153348.
- Redgrave JN, Lovett JK, Gallagher PJ, Rothwell PM. Histological assessment of 526 symptomatic carotid plaques in relation to the nature and timing of ischemic symptoms: the Oxford Plaque Study. *Circulation*. 2006;113(19):2320-8. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.105.589044>. PMID:16651471.
- Nicolaides AN, Kakkos SK, Kyriacou E, et al. Asymptomatic internal carotid artery stenosis and cerebrovascular risk stratification. *J Vasc Surg*. 2010;52(6):1486-96.E5. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2010.07.021>. PMID:21146746.
- Pruijssen JT, Korte CLD, Voss I, Hansen HHG. Vascular shear wave elastography in atherosclerotic arteries: a systematic review. *Ultrasound Med Biol*. 2020;46(9):2145-63. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2020.05.013>. PMID:32620385.
- Sarvazyan AP, Rudenko OV, Swanson SD, Fowlkes JB, Emelianov SY. Shear wave elasticity imaging: a new ultrasonic technology of medical diagnostics. *Ultrasound Med Biol*. 1998;24(9):1419-35. [http://dx.doi.org/10.1016/S0301-5629\(98\)00110-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0301-5629(98)00110-0). PMID:10385964.
- Marlevi D, Mulvagh SL, Huang R, et al. Combined spatiotemporal and frequency-dependent shear wave elastography enables detection of vulnerable carotid plaques as validated by MRI. *Sci Rep*. 2020;10(1):12214. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-020-69148-y>. PMID:32678301.
- Marais L, Pernot M, Khettab H, et al. Arterial stiffness assessment by shear wave elastography and ultrafast pulse wave imaging: comparison with reference techniques in normotensives and hypertensives. *Ultrasound Med Biol*. 2019;45(3):758-72. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2018.10.032>. PMID:30642659.
- Di Leo N, Venturini L, de Soccio V, et al. Multiparametric ultrasound evaluation with CEUS and shear wave elastography for carotid plaque risk stratification. *J Ultrasound*. 2018;21(4):293-300. <http://dx.doi.org/10.1007/s40477-018-0320-7>. PMID:30378007.
- Shang J, Wang W, Feng J, et al. Carotid plaque stiffness measured with supersonic shear imaging and its correlation with serum homocysteine level in ischemic stroke patients. *Korean J Radiol*. 2018;19(1):15-22. <http://dx.doi.org/10.3348/kjr.2018.19.1.15>. PMID:29353995.
- Alis D, Durmaz ESM, Civcik C, et al. Assessment of the common carotid artery wall stiffness by shear wave elastography in Behcet's disease. *Med Ultrason*. 2018;20(4):446-52. <http://dx.doi.org/10.11152/mu-1565>. PMID:30534651.
- Lou Z, Yang J, Tang L, et al. Shear wave elastography imaging for the features of symptomatic carotid plaques: a feasibility study. *J Ultrasound Med*. 2017;36(6):1213-23. <http://dx.doi.org/10.7863/ultra.16.04073>. PMID:28218798.
- Lei Z, Qiang Y, Tianning P, Jie L. Quantitative assessment of carotid atherosclerotic plaque: initial clinical results using ShearWave™ Elastography. *Int J Clin Exp Med*. 2016;9:9347-55.
- Maksuti E, Widman E, Larsson D, Urban MW, Larsson M, Bjällmark A. Arterial stiffness estimation by shear wave elastography: validation in phantoms with mechanical testing. *Ultrasound Med Biol*. 2016;42(1):308-21. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2015.08.012>. PMID:26454623.
- Garrard JW, Ummur P, Nduwayo S, et al. Shear wave elastography may be superior to greyscale median for the identification of carotid plaque vulnerability: a comparison with histology. *Ultraschall Med*. 2015;36(4):386-90. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0034-1399676>. PMID:26091003.
- Ramnarine KV, Garrard JW, Kanber B, Nduwayo S, Hartshorne TC, Robinson TG. Shear wave elastography imaging of carotid plaques: feasible, reproducible and of clinical potential. *Cardiovasc Ultrasound*. 2014;12(1):49. <http://dx.doi.org/10.1186/1476-7120-12-49>. PMID:25487290.
- Steffel CN, Brown R, Korcarz CE, et al. Influence of ultrasound system and gain on grayscale median values. *J Ultrasound Med*. 2019;38(2):307-19. <http://dx.doi.org/10.1002/jum.14690>. PMID:30027550.

Correspondência

Pedro Luciano Mellucci Filho
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP,
Faculdade de Medicina de Botucatu – FMB, Departamento de
Cirurgia e Ortopedia
Av. Professor Mário Rubens Guimarães Montenegro, S/N
18618-687 - Botucatu (SP), Brasil
Tel.: (18) 99737-8864
E-mail: pedro.lmf@hotmail.com

Informações sobre os autores

MB e RGJ - Doutores, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP); Preceptores, Serviço de Cirurgia Vascular e Endovascular, Faculdade de Medicina de Botucatu (FMB), Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP).
WBY e MLS - Livre-docentes, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP); Preceptores, Serviço de Cirurgia Vascular e Endovascular, Faculdade de Medicina de Botucatu (FMB), Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP).

Contribuição dos autores

Concepção e desenho do estudo: PLMF
Análise e interpretação dos dados: PLMF, RGJ, MLS
Coleta de dados: PLMF
Redação do artigo: PLMF, MB, MLS
Revisão crítica do texto: MB, WBY
Aprovação final do artigo*: PLMF, MB, RGJ, WBY, MLS
Análise estatística: N/A
Responsabilidade geral pelo estudo: PLMF

*Todos os autores leram e aprovaram a versão final submetida ao J Vasc Bras.