

Ultrassonografia vascular no seguimento da correção endovascular do aneurisma da aorta abdominal

Vascular ultrasonography for follow-up of endovascular repair of abdominal aorta aneurysms

Domingos Moraes Filho¹, Fernando Barbosa Trevisan¹, José Manoel da Silva Silvestre¹, Wander Eduardo Sardinha¹, Eduardo Durante Ramires¹, Silfayner Victor Mathias Dias¹, Henrique Matsuda¹

Resumo

Contexto: As informações sobre o seguimento de pacientes submetidos à correção endovascular de aneurisma de aorta abdominal com ultrassonografia vascular no Brasil são escassas, bem como sua comparação com os resultados obtidos com a angiotomografia. Na medida em que a ultrassonografia é um exame sem riscos, de baixo custo e de grande disponibilidade, esta se torna um método bastante atraente. Na presente pesquisa, procuramos avaliar a sensibilidade e a especificidade da ultrassonografia vascular (USV) no acompanhamento desses pacientes, comparando este método com a angiotomografia. **Materiais e métodos:** Realizamos estudo prospectivo durante o período de junho de 2012 a maio de 2013. Para tanto, examinamos pacientes acompanhados pelo Ambulatório de Cirurgia Endovascular do Hospital Universitário de Londrina pós-correção endovascular de aneurisma de aorta abdominal. Todos os pacientes haviam sido submetidos à angiotomografia para acompanhamento e foram também avaliados através da radiografia abdominal (raio x simples) e da ultrassonografia vascular. **Resultados:** Foram analisados 30 pacientes, com média de idade de 73 anos, com diâmetro médio do aneurisma de 6 cm, detectando-se quatro vazamentos endovasculares. Na avaliação desses vazamentos endovasculares, a ultrassonografia vascular obteve uma sensibilidade de 75% e uma especificidade de 96%, em relação à angiotomografia. **Conclusão:** A ultrassonografia vascular é um excelente método primário na avaliação e no acompanhamento pós-cirúrgico de pacientes submetidos à correção endovascular do aneurisma da aorta abdominal (AAA). No entanto, em caso de alteração ultrassonográfica ou dificuldade na realização do exame, uma investigação mais específica deve ser realizada para confirmação diagnóstica.

Palavras-chave: Aneurisma aórtico; ultrassonografia; vazamento endovascular.

Abstract

Background: There is little information available on follow-up of abdominal aortic aneurysm patients treated with endovascular repair using vascular ultrasonography in Brazil or on how it compares with the results of angiotomography. Since ultrasonography is an examination that is risk-free, inexpensive and widely available, it is a very attractive method. In this study we attempted to evaluate the sensitivity and specificity of vascular ultrasonography for follow-up of these patients by comparing the method with angiotomography. **Materials and methods:** We conducted a prospective study from June 2012 to May 2013. We examined patients followed-up at the endovascular surgery clinic run by the University Hospital of Londrina after endovascular repair of abdominal aortic aneurysms. All patients underwent angiotomography for follow-up and were also examined using simple abdominal X-rays and vascular ultrasonography. **Results:** A total of 30 patients were analyzed, with a mean age of 73 years and a mean aneurysm diameter of 6 cm. Four endoleaks were detected. Vascular ultrasonography achieved sensitivity of 75% and specificity of 96% for classification of these endoleaks, in comparison with angiotomography. **Conclusions:** Vascular ultrasonography is an excellent primary method for evaluation and post-surgical follow-up of patients treated with endovascular repair of abdominal aorta aneurysms. However, when ultrasonography detects problems or is difficult to accomplish, it should be supplemented with a more specific investigation for diagnostic confirmation.

Keywords: Aortic aneurysm; ultrasonography; endoleaks.

¹ Universidade Estadual de Londrina (UEL), Hospital Universitário, Departamento de Cirurgia, Londrina, PR, Brasil.

Fonte de financiamento: Nenhuma.

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

Submetido em: 04.10.13. Aceito em: 19.03.14.

O estudo foi realizado no Hospital Universitário de Londrina.

■ INTRODUÇÃO

A correção endovascular do aneurisma, introduzida por Parodi^{1,2} em 1991, é uma alternativa muito utilizada no reparo cirúrgico aberto em pacientes com aneurisma da aorta abdominal (AAA). Esta técnica foi projetada para evitar a expansão e a ruptura do aneurisma, colocando uma endoprótese em seu interior, formando um canal ao fluxo de sangue através do saco aneurismático^{1,2}. Em comparação com a cirurgia convencional, a correção endovascular possui baixas taxas de mortalidade e morbidade perioperatórias, mas necessita de uma estreita vigilância ao longo da vida, devido a uma incidência relevante de complicações em longo prazo, tais como vazamento endovascular, crescimento aneurismático, falha estrutural, migração do enxerto, trombose, oclusão de ramos e infecção^{1,3-5}.

Segundo Geller SC⁶, o acompanhamento com imagens após a correção endovascular deve avaliar três principais parâmetros: (1) o diâmetro aneurismático; (2) a detecção e a classificação do vazamento endovascular, e (3) a detecção de qualquer alteração morfológica da endoprótese. Oclusão do enxerto, infecção ou outras complicações potenciais também devem ser avaliadas⁴. Dessa forma, a angiotomografia vem sendo considerada a técnica de imagem padrão-ouro para avaliar todas essas complicações¹, embora alguns estudos nos últimos anos tenham demonstrado um aumento do risco de câncer induzido por radiação e de nefropatia induzida pelo contraste, após exposição repetida à tomografia^{7,8}.

À luz destes fatos, muitos pesquisadores têm proposto a substituição da tomografia por outras modalidades de imagem no acompanhamento destes pacientes, incluindo a ultrassonografia vascular (USV) com ou sem contraste. Esta é uma alternativa relativamente barata e atraente para a vigilância pós-operatória, sendo também uma modalidade diagnóstica não invasiva de disponibilidade generalizada⁹⁻¹¹. Desta forma, vários estudos, comparando a precisão da ultrassonografia vascular com a angiotomografia na classificação dos vazamentos endovasculares, já foram realizados com resultados diversos¹²⁻¹⁴. O objetivo deste estudo foi avaliar a correlação, a sensibilidade e a especificidade do método ultrassonográfico em relação à angiotomografia na medida do diâmetro aneurismático, na identificação de tortuosidades e na identificação e na classificação dos vazamentos endovasculares.

■ MATERIAIS E MÉTODOS

Delineamento

O estudo foi realizado de junho de 2012 a maio de 2013, já em avaliação pelo Comitê de Ética, sendo posteriormente aprovado. Foram incluídos todos os pacientes submetidos à correção endovascular do aneurisma de aorta abdominal (AAA) atendidos no Ambulatório de Cirurgia Endovascular do Hospital Universitário de Londrina. O protocolo de seguimento pós-operatório dos pacientes incluía exames angiotomográfico, ultrassonográfico e radiográfico abdominal no primeiro, sexto e 12.º mês, no primeiro ano, e então anualmente. Como critérios de exclusão, foram considerados os pacientes que não possuíam seguimento adequado e que não haviam realizado a USV e a angiotomografia com intervalo menor do que 30 dias.

Protocolo radiológico

Exames radiológicos simples do abdome, em incidência anteroposterior, foram obtidos em todos os pacientes em acompanhamento após correção endovascular de aneurisma de aorta abdominal. Estes exames tinham como objetivo avaliar alterações morfológicas da endoprótese, como fraturas, tortuosidade e deslocamento de segmentos.

Protocolo ultrassonográfico

Exames ultrassonográficos vasculares em modo B, cor, análise espectral e modo *power* de toda a aorta abdominal e das artérias ilíacas, usando transdutor convexo abdominal ESAOTE de 3-5MHz, foram realizados em todos os pacientes após a correção endovascular do aneurisma de aorta abdominal. Esses exames eram realizados com o paciente em jejum de 8 horas, com preparo intestinal adequado com 40 gotas de dimeticona de 8 em 8 horas, com seu início no dia anterior ao exame. Todos os exames foram também realizados pelo mesmo Cirurgião Vascular, credenciado em Ecografia Vascular. Estes exames tinham como objetivo avaliar o diâmetro dos aneurismas e a perviedade das endopróteses, além de identificar e classificar a presença dos vazamentos endovasculares. Estas avaliações foram realizadas através da medida aneurismática em anteroposterior e laterolateral, e pela identificação do fluxo sanguíneo fora da endoprótese pelo Doppler.

Protocolo tomográfico

Exames angiotomográficos abdominais totais de três fases: sem contraste; com 100-120 mL de contraste, e tardia, após 180 segundos da injeção

de contraste, em tomógrafo de 16 canais com cortes em abdome e pelve de 1,25 mm, foram realizados conforme nosso protocolo de rotina nos pacientes em acompanhamento. Estes exames também tinham como objetivo avaliar a presença e a classificação dos vazamentos endovasculares, identificados pelo contraste fora das endopróteses, assim como avaliar o diâmetro dos aneurismas pelas medidas em anteroposterior e laterolateral, além da perviedade e das alterações estruturais das endopróteses nas reconstruções tridimensionais. Para evitar interferência na avaliação ultrassonográfica, outro examinador, que somente realizou a avaliação angiotomográfica, também credenciado, ficou responsável por esse procedimento. Pacientes com história de alergia e/ou insuficiência renal eram devidamente preparados com antialérgicos, corticoesteroides e hidratação adequada pré e pós-exames.

Estatística

Comparações das medidas do tamanho entre os aneurismas da USV com a angiotomografia foram realizadas pelo cálculo dos coeficientes de variação. O coeficiente de variação foi determinado dividindo-se o desvio padrão das diferenças entre as duas medições feitas com a média das médias da população do estudo. Para determinar o nível de concordância entre a USV e a angiotomografia, o coeficiente da correlação de Pearson foi calculado.

RESULTADOS

No período de junho de 2012 a maio de 2013, foram examinados 62 pacientes no protocolo de acompanhamento pós-correção endovascular de AAA. Destes pacientes, três haviam sido tratados para correção endovascular de AAA em 2010, 11 em 2011, 13 em 2012 e três em 2013. Foram excluídos os outros 32 pacientes por estes não possuírem acompanhamento adequado nem exames ultrassonográficos e angiotomográficos em datas próximas.

Quanto ao gênero, os pacientes se dividiram em 25 homens (84%) e cinco mulheres (16%), com média de idade de 73 anos (56-84). Hipertensão, tabagismo e diabetes foram as comorbidades mais encontradas. Quanto ao diâmetro dos aneurismas abdominais, foram encontrados, após a correção endovascular, pela angiotomografia, diâmetros entre 3,0 e 10,5 cm, com uma média de 5,8 cm. Aneurismas em artérias ilíacas também foram identificados pela angiotomografia em nove pacientes, 30% dos casos,

sendo que, em cinco casos (17% do total), eram bilaterais.

Quando analisadas as radiografias abdominais, em apenas um paciente, foi constatada tortuosidade na estrutura da endoprótese, sem alteração hemodinâmica significativa quando analisada pela ultrassonografia vascular (Figura 1). Ao Raio x simples, não foram diagnosticadas desconexões nem fraturas estruturais.

Em relação à USV, nos 30 pacientes analisados, foram identificados quatro vazamentos endovasculares, dois do tipo IA e dois do tipo II. Quando comparados à angiotomografia, pela qual também foram encontrados quatro vazamentos endovasculares, em três houve a confirmação diagnóstica do vazamento. Em somente uma angiotomografia, foi identificado um vazamento não diagnosticado na ultrassonografia. Dessa forma, tem-se como resultado estatístico uma sensibilidade e uma especificidade para vazamento endovascular, respectivamente, de 75% e 96%, assim como um valor preditivo positivo e preditivo negativo de 75% e 96%. No entanto, já não observamos a mesma relação quanto à classificação dos vazamentos endovasculares, pois foi somente em um dos casos em que houve a mesma classificação; nos outros três casos, ou a classificação estava errada ou era um falso positivo.

De todos os exames realizados com a USV, em somente um dos casos foi observada alteração na análise espectral. Neste caso, a angiotomografia



Figura 1. Radiografia simples de abdome com tortuosidade de ramo de endoprótese.

confirmou o diagnóstico ultrassonográfico de oclusão do ramo externo de uma endoprótese em *sanduíche*, em artérias ilíacas (Figura 2). Sensibilidade e especificidade de 100%, apesar da pequena amostra.

Quanto aos diâmetros aneurismáticos medidos pela ultrassonografia, de forma semelhante à literatura, também observamos uma variação de três milímetros em relação à angiotomografia, com forte correlação linear positiva (Tabela 1).

DISCUSSÃO

No seguimento do tratamento endovascular do AAA, as radiografias seriadas são úteis na avaliação da alteração estrutural, especialmente quando o interesse é na detecção de fraturas e torções das endopróteses abdominais¹⁵. Essas radiografias são simples de se obterem, baratas e facilmente disponíveis. Além disso, sua sensibilidade para a migração da endoprótese é semelhante à tomografia computadorizada¹⁵. Portanto, para uma correta avaliação e interpretação das radiografias, é imprescindível a compreensão da construção da endoprótese, bem como a posição dos marcadores radiopacos^{16,17}. No entanto, a radiografia apresenta duas importantes limitações: não avalia o diâmetro do aneurisma nem identifica os vazamentos endovasculares.

Por outro lado, a USV pode ser usada como modalidade para vigilância do diâmetro aneurismático e para a busca de vazamento endovascular após correção endovascular do AAA^{3,4}. Trata-se, também, de um exame conveniente, não invasivo, barato e portátil, que não envolve exposição à radiação nem necessita de uso de contraste. No entanto, a variabilidade inter ou intraobservadores

é relativamente mais elevada na ultrassonografia do que na angiotomografia¹⁸, sendo que essa variabilidade não é maior do que 4 mm, em média¹⁹. Além disso, a ultrassonografia também oferece uma melhor aproximação do verdadeiro diâmetro perpendicular do aneurisma de aorta abdominal, pois esta não é afetada pela angulação da aorta, como ocorre na tomografia em angulações maiores do que 25°⁽²⁰⁾.

A detecção de vazamento endovascular pelo ultrassom é possível graças à análise do fluxo sanguíneo pelo modo cor e análise espectral. Embora as taxas de especificidade relatadas pela ultrassonografia com Doppler para a detecção de vazamento endovascular sejam altas (89%-97%)²¹, a sensibilidade e o poder diagnóstico do Doppler para a detecção desses vazamentos endovasculares, em comparação com a angiotomografia, ainda é discutível^{11,22-30}. Alguns estudos^{11,22-25}, como o de Collins et al.¹¹, relataram um valor preditivo positivo da ultrassonografia vascular de 85%, enquanto outros²⁶⁻³⁰ demonstraram que a ultrassonografia é menos sensível do que a tomografia, como Ashoke et al.³⁰, que verificaram uma sensibilidade de 70% em seu trabalho. Em nossa pesquisa, dos quatro

Tabela 1. Correlação entre as análises do diâmetro aneurismáticos: USV × angiotomografia.

Análise	Resultado (cm)
Diâmetro médio ultrassonográfico	5,79
Diâmetro médio tomográfico	5,86
Variação média	0,35
Desvio Padrão	0,32
Coefficiente de correlação de Pearson	0,91

cm: centímetro.

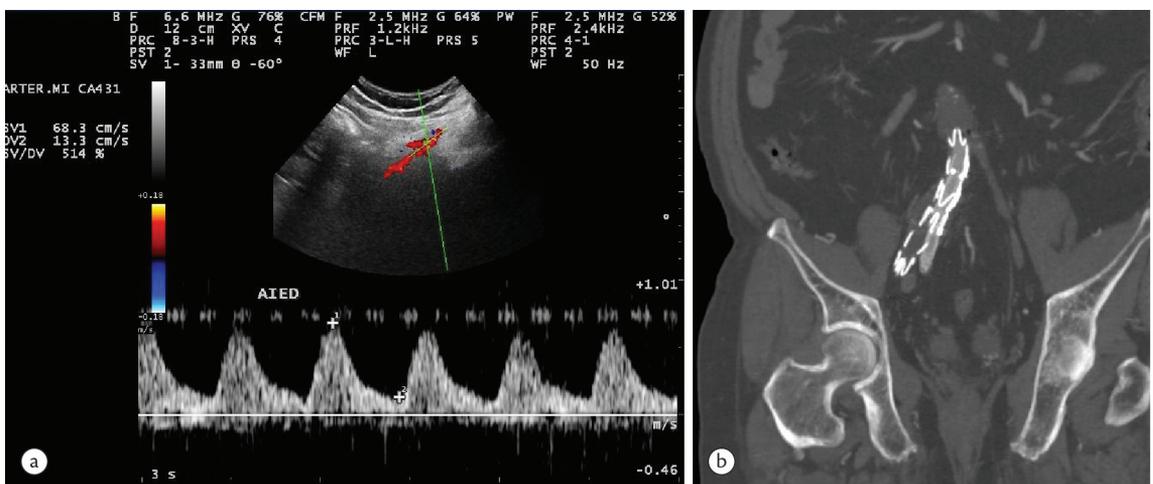


Figura 2. (a) Ultrassonografia vascular com fluxo em íliaca externa direita monofásico. (b) Angiotomografia com oclusão do ramo ilíaco externo direito.

pacientes portadores de vazamento endovascular identificado pela angiotomografia, três (clínicamente significativos do tipo IA) foram também identificados pela USV e somente um caso de vazamento endovascular do tipo II, que não apresentava expansão, não foi identificado pela USV (Tabela 2). Dessa forma, percebemos que a USV, mesmo não apresentando uma sensibilidade relativamente alta, conforme também foi observado em outros trabalhos, já seria suficiente para identificar e indicar o tratamento dos vazamentos endovasculares, sem interferir na qualidade do tratamento.

A detecção da direção do fluxo do vazamento endovascular é outra vantagem da USV, detecção esta que não é facilmente avaliada pela angiotomografia. Parent et al.³¹ relataram a relação entre a forma de onda do Doppler e a análise do vazamento endovascular tipo II: um padrão ‘anterógrado e retrógrado’ foi associado à resolução espontânea, enquanto que a presença de uma forma de onda monofásica ou bifásica foi associada com a persistência do extravazamento. No entanto, não foi o que observamos em nosso trabalho, pois dos três vazamentos endovasculares corretamente identificados pela ultrassonografia, dois deles, do tipo IA, foram erroneamente classificados como do tipo II, sendo um corrigido com extensão proximal e o outro, com embolização (Figura 3). Provavelmente, uma falha na interpretação do examinador deve ter sido a principal causa dessa diferença.

Quando se avalia a estenose ou a oclusão do segmento aortoilíaco, é importante mencionar que é a arteriografia – e não a angiotomografia – o método padrão-ouro para o diagnóstico³². Além disso, Beeman et al.³³ acreditam que a USV também é mais precisa do que a angiotomografia para identificar perviedade e outros problemas, como tortuosidades e estenoses. As imagens de fluxo de cor associadas com a análise da forma de onda fornecem dados anatômicos e hemodinâmicos que não são possíveis de se avaliar pela angiotomografia. Em seu estudo³³, a USV identificou com precisão todos os sete casos de problemas de permeabilidade do enxerto que necessitaram de tratamento, assim como nós, que também identificamos nosso único caso de oclusão de ramo corretamente com a USV.

Outras limitações da ultrassonografia duplex incluem a sua dependência do operador, as variações físicas do paciente e a necessidade de preparo intestinal⁴. No entanto, o avanço da tecnologia e das técnicas ultrassonográficas pode melhorar e aumentar o poder de diagnóstico da ultrassonografia. Meios de contraste, por exemplo, têm sido desenvolvidos para ultrapassar algumas das limitações ultrassonográficas³⁴. Contrastes ultrassonográficos não são invasivos, são fáceis de manipular, são bem tolerados e, aparentemente, aumentam a sensibilidade da ultrassonografia. O uso de contrastes ultrassonográficos melhorou significativamente a sensibilidade para a detecção dos vazamentos endovasculares³⁵⁻³⁷, particularmente

Tabela 2. Correlação entre os pacientes com vazamento endovasculares: USV × angiotomografia.

Paciente	Dmt aneurisma USV	Tipo de vazamento endovascular	Dmt aneurisma TC	Tipo de vazamento endovascular	
Paciente 1	5,8	IA	6	Sem vazamento	Falso positivo
Paciente 2	6,6	II	6,9	IA	
Paciente 3	10,3	Sem vazamento	10,9	II	Falso negativo
Paciente 4	7,9	II	7,3	IA	
Paciente 5	10	IA	9,8	IA	

Dmt: diâmetro; USV: ultrassonografia vascular; TC: tomografia computadorizada.

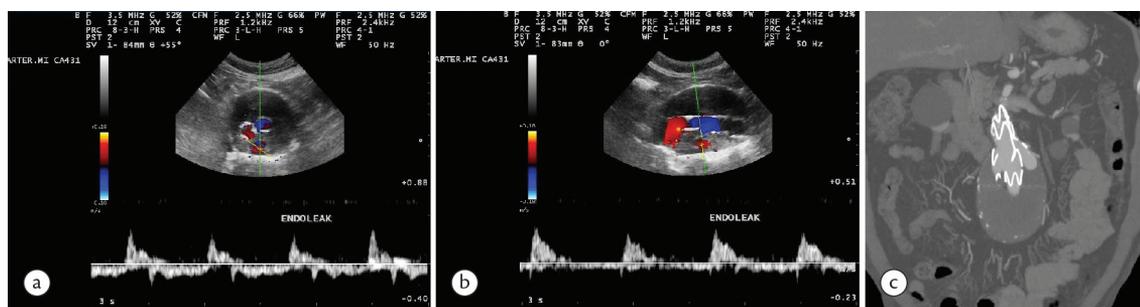


Figura 3. (a) Ultrassonografia vascular em corte transversal e longitudinal (b) evidenciando vazamento endovascular tipo II. (c) Angiotomografia evidenciando vazamento endovascular tipo IA.

nos casos de endotensão, a qual é obscura na angiotomografia, mas pode ser vista sob o reforço do contraste^{36,37}.

Além disso, o uso da radiografia e da USV como modalidade de imagem primária no seguimento dos pacientes após correção endovascular do aneurisma de aorta abdominal também pode reduzir os riscos radiológicos associados à angiotomografia³⁸. O procedimento endovascular e a angiotomografia seriada ao longo da vida carregam uma substancial carga de radiação ionizante, além de a angiotomografia requerer a administração de agentes de contrastes iodados, que estão associados com efeitos nefrotóxicos³⁹. Entretanto, sabe-se que a ultrassonografia também pode apresentar uma série de limitações. Pacientes obesos com preparo intestinal inadequado podem limitar o exame abdominal com uma janela acústica inapropriada⁴. No entanto, mesmo com a limitada amostra de 30 casos e do curto período de observação, o estudo obteve baixa variabilidade das dimensões do saco aneurismático com forte coeficiente de correlação, assim como também baixo número de exames falsos negativos, apenas um, sem significância clínica, pois o aneurisma não apresentava crescimento significativo.

CONCLUSÃO

Portanto, percebe-se que a ultrassonografia vascular aliada à radiografia abdominal pode ser usada como possível substituta da angiotomografia como modalidade primária no seguimento de pacientes com aneurismas de aorta abdominal operados pela técnica endovascular. A radiografia abdominal se comprovou como um excelente exame complementar para a avaliação estrutural das endopróteses. A ultrassonografia apresentou um forte coeficiente de correlação e uma baixa variabilidade quando comparada à angiotomografia em relação à medida do diâmetro aneurismático. E, quanto aos vazamentos endovasculares, todos clinicamente significativos, foram identificados pela ultrassonografia vascular.

REFERÊNCIAS

- Greenhalgh RM, Powell JT. Endovascular repair of abdominal aortic aneurysm. *N Engl J Med*. 2008;388:494-501. PMID:18234753. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMct0707524>
- Stavropoulos SW, Charagundla SR. Imaging techniques for detection and management of endoleaks after endovascular aortic aneurysm repair. *Radiology*. 2007;243:641-55. PMID:17517926. <http://dx.doi.org/10.1148/radiol.2433051649>
- Chaer RA, Gushchin P, Rhee R, et al. Duplex ultrasound as the sole long-term surveillance method postendovascular aneurysm repair: a safe alternative for stable aneurysm. *Vasc Surg*. 2009;49:845-50. PMID:19341877. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2008.10.073>
- Kranokpirakasa P, Kaufman JA. Follow-up of endovascular aneurysm repair: plain radiography, ultrasound, CT/CT angiography, MR imaging/MR angiography, or what? *J Vasc Interv Radiol*. 2008;19:527-36. PMID:18502384. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvir.2008.03.009>
- EVAR trial participants. Endovascular aneurysm repair versus open repair in patients with abdominal aortic aneurysm (EVAR trial 1): randomised controlled trial. *Lancet*. 2005;365:2179-86. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)66627-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(05)66627-5)
- Geller SC. Imaging guidelines for abdominal aortic aneurysm repair with endovascular stent grafts. *J Vasc Interv Radiol*. 2003;14:S263-4. PMID:14514830.
- Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography an increasing source of radiation exposure. *N Engl J Med*. 2007;357:2277-84. PMID:18046031. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMra072149>
- Einstein AJ, Henzlova MJ, Rajagopalan S. Estimating risk of cancer associated with radiation exposure from 64-slice computed tomography coronary angiography. *JAMA*. 2007;298:317-23. PMID:17635892. <http://dx.doi.org/10.1001/jama.298.3.317>
- Conrad MF, Adams AB, Guest JM, et al. Secondary intervention after endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *Ann Surg*. 2009;250:383-9. PMID:19652592.
- Bendick PJ, Bove PG, Long GW, Zelenock GB, Brown OW, Shanley CJ. Efficacy of ultrasound scan contrast agents in the noninvasive follow-up of aortic stent grafts. *J Vasc Surg*. 2003;37:381-5. PMID:12563210. <http://dx.doi.org/10.1067/mva.2003.17>
- Collins JT, Boros MJ, Combs K. Ultrasound surveillance of endovascular aneurysm repair: a safe modality versus computed tomography. *Ann Vasc Surg*. 2007;21:671-5. PMID:17980791. <http://dx.doi.org/10.1016/j.avsg.2007.07.009>
- Cantisani V, Ricci P, Grazhdani H, et al. Prospective comparative analysis of colour-Doppler ultrasound, contrast-enhanced ultrasound, computed tomography and magnetic resonance in detecting endoleak after endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *Eur J Endovasc Surg*. 2011;41:186-92. PMID:21095141. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejvs.2010.10.003>
- Carrafiello G, Laganà D, Recaldini C, et al. Comparison of contrast-enhanced ultrasound and computed tomography in classifying endoleaks after endovascular treatment of abdominal aorta aneurysms: preliminary experience. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2006;29:969-74. PMID:16897267. <http://dx.doi.org/10.1007/s00270-005-0267-x>
- Ten Bosch JA, Rouwet EV, Peters CTH, et al. Contrast-enhanced ultrasound versus computed tomographic angiography for surveillance of endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Interv Radiol*. 2010;21:638-43. PMID:20363153. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvir.2010.01.032>
- Fearn S, Lawrence-Brown MM, Semmens JB, Hartley D. Follow-up after endovascular aortic aneurysm repair: the plain radiograph has an essential role in surveillance. *J Endovasc Ther*. 2003;10:894-901. [http://dx.doi.org/10.1583/1545-1550\(2003\)010<0894:FAEAAR>2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1583/1545-1550(2003)010<0894:FAEAAR>2.0.CO;2)
- Hodgson R, McWilliams RG, Simpson A, et al. Migration versus apparent migration: Importance of error due to positioning variation in plain radiographic follow-up of aortic stentgrafts. *J Endovasc Ther*. 2003;10:902-10. [http://dx.doi.org/10.1583/1545-1550\(2003\)010<0902:MVAMIO>2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1583/1545-1550(2003)010<0902:MVAMIO>2.0.CO;2)
- Murphy M, Hodgson R, Harris PL, McWilliams RG, Hartley DE, Lawrence-Brown MM. Plain radiographic surveillance of abdominal aortic stent-grafts: the Liverpool/ Perth protocol. *J Endovasc Ther*. 2003;10:911-2. [http://dx.doi.org/10.1583/1545-1550\(2003\)010<0911:PRSOAA>2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1583/1545-1550(2003)010<0911:PRSOAA>2.0.CO;2)

18. Ederle FA, Wilson SE, Johnson GR, et al. Variability in measurement of abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg.* 1995;21:945-52. [http://dx.doi.org/10.1016/S0741-5214\(95\)70222-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0741-5214(95)70222-9)
19. Singh K, Bønaa KH, Solberg S, Sørli DG, Bjørk L. Intra- and interobserver variability in ultrasound measurements of abdominal aortic diameter. The Tromsø Study. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 1998;15:497-504. [http://dx.doi.org/10.1016/S1078-5884\(98\)80109-3](http://dx.doi.org/10.1016/S1078-5884(98)80109-3)
20. Sprouse LR, Meier GH, Parent FN, DeMasi RJ, Glickman MH, Barber GA. Is ultrasound more accurate than axial computed tomography for determination of maximal abdominal aortic aneurysm diameter? *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2004;28:28-35. PMID:15177228. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejvs.2004.03.022>
21. Sun Z. Diagnostic value of color duplex ultrasonography in the follow-up of endovascular repair of abdominal aortic aneurysm. *J Vasc Interv Radiol.* 2006;17:759-64. PMID:16687740. <http://dx.doi.org/10.1097/01.RVI.0000217944.36738.02>
22. Fletcher J, Saker K, Batiste P, Dyer S. Color Doppler diagnosis of perigraft flow following endovascular repair of abdominal aortic aneurysm. *Int Angiol.* 2000;19:326-30. PMID:11305731.
23. D'Audiffret A, Desgranges P, Kobeiter H, Becquemin JP. Follow-up evaluation of endoluminally treated abdominal aortic aneurysms with duplex ultrasonography: validation with computed tomography. *J Vasc Surg.* 2001;33:42-50. PMID:11137922. <http://dx.doi.org/10.1067/mva.2001.112215>
24. McLafferty RB, McCrary BS, Mattos MA, et al. The use of color-flow duplex scan for the detection of endoleaks. *J Vasc Surg.* 2002;36:100-4. PMID:12096265. <http://dx.doi.org/10.1067/mva.2002.123089>
25. Bendick PJ, Bove PG, Long GW, Zelenock GB, Brown OW, Shanley CJ. Efficacy of ultrasound scan contrast agents in the non-invasive follow-up of aortic stent grafts. *J Vasc Surg.* 2003;37:381-5. PMID:12563210. <http://dx.doi.org/10.1067/mva.2003.17>
26. Raman KG, Missig-Carroll N, Richardson T, Muluk SC, Makaroun MS. Color-flow duplex ultrasound scan versus computed tomographic scan in the surveillance of endovascular aneurysm repair. *J Vasc Surg.* 2003;38: 645-51. [http://dx.doi.org/10.1016/S0741-5214\(03\)00909-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0741-5214(03)00909-1)
27. Elkouri S, Panneton JM, Andrews JC, et al. Computed tomography and ultrasound in follow-up of patients after endovascular repair of abdominal aortic aneurysm. *Ann Vasc Surg.* 2004;18:271-9. PMID:15354627. <http://dx.doi.org/10.1007/s10016-004-0034-5>
28. AbuRahma AF, Welch CA, Mullins BB, Dyer B. Computed tomography versus color duplex ultrasound for surveillance of abdominal aortic stent-grafts. *J Endovasc Ther.* 2005;12:568-73. PMID:16212456. <http://dx.doi.org/10.1583/05-1575MR.1>
29. Standford RM, Bown MJ, Fishwick G, et al. Duplex ultrasound scanning is reliable in the detection of endoleak following endovascular aneurysm repair. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2006;32:537-41. PMID:16875850. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejvs.2006.05.013>
30. Ashoke R, Brown LC, Rodway A, et al. Color duplex ultrasonography is insensitive for the detection of endoleak after aortic endografting: a systematic review. *J Endovasc Ther.* 2005;12:297-305. PMID:15943504. <http://dx.doi.org/10.1583/04-1479R.1>
31. Parent FN, Meier GH, Godziachvili V, et al. The incidence and natural history of type I and II endoleak: a 5-year follow-up assessment with 1 color duplex ultrasound scan. *J Vasc Surg.* 2002;35:474-81. PMID:11877694. <http://dx.doi.org/10.1067/mva.2002.121848>
32. Moreira RCP. Estudo comparativo de eco-Doppler cm arteriografia na avaliação da doença oclusiva aortoiiliaca. *J Vasc Bras.* 2009;8:3-13. <http://dx.doi.org/10.1590/S1677-54492009000100002>
33. Beeman BR, Doctor LM, Doerr K, McAfee-Bennett S, Dougherty MJ, Calligaro KD. Duplex ultrasound imaging alone is sufficient for midterm endovascular aneurysm repair surveillance: A cost analysis study and prospective comparison with computed tomography scan. *J Vasc Surg.* 2009;50:1019-24. PMID:19656651. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2009.06.019>
34. Correas JM, Bridal L, Lesavre A, Mejean A, Claudon M, Helenon O. Ultrasound contrast agents: properties, principles of action, tolerance, and artifacts. *Eur Radiol.* 2001;11:1316-28. PMID:11519538. <http://dx.doi.org/10.1007/s003300100940>
35. Giannoni MF, Palombo G, Sbarigia E, Speziale F, Zaccaria A, Fiorani P. Contrast-enhanced ultrasound imaging for aortic stent-graft surveillance. *J Endovasc Ther.* 2003;10:208-17. [http://dx.doi.org/10.1583/1545-1550\(2003\)010<0208:CUIFAS>2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1583/1545-1550(2003)010<0208:CUIFAS>2.0.CO;2)
36. Napoli V, Bargellini I, Sardella SG, et al. Abdominal aortic aneurysm: contrast-enhanced US for missed endoleaks after endoluminal repair. *Radiology.* 2004;233:217-25. PMID:15454621. <http://dx.doi.org/10.1148/radiol.2331031767>
37. Henao EA, Hodge MD, Felkai DD, et al. Contrast-enhanced duplex surveillance after endovascular abdominal aortic aneurysm repair: Improved efficacy using a continuous infusion technique. *J Vasc Surg.* 2006;43:259-64. PMID:16476596. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2005.09.045>
38. Carrafiello G, Recaldini C, Lagana D, Piffaretti G, Fugazzola C. Endoleak detection and classification after endovascular treatment of abdominal aortic aneurysm: value of CEUS over CTA. *Abdom Imaging.* 2008;33:357-62. PMID:17619925. <http://dx.doi.org/10.1007/s00261-007-9268-3>
39. Rao QA, Newhouse JH. Risk of nephropathy after intravenous administration of contrast material: a critical literature analysis. *Radiology.* 2006;239:392-7. PMID:16543592. <http://dx.doi.org/10.1148/radiol.2392050413>

Correspondência

Fernando Barbosa Trevisan
Avenida São Paulo, 550/1608 - Centro
CEP 86010-060 – Londrina (PR), Brasil
E-mail: fernandotrsvn@hotmail.com

Informações sobre os autores

DMF e WES são Professores Adjunto da Disciplina de Angiologia e Cirurgia Vascular do Departamento de Clínica Cirúrgica da Universidade Estadual de Londrina (UEL).
FBT é Residente de Angiorradiologia e Cirurgia Endovascular do Hospital Universitário Regional do Norte do Paraná.
JMSS é Professor Associado da Disciplina de Angiologia e Cirurgia Vascular do Departamento de Clínica Cirúrgica da Universidade Estadual de Londrina (UEL).
EDR é Professor Auxiliar da Disciplina de Angiologia e Cirurgia Vascular do Departamento de Clínica Cirúrgica da Universidade Estadual de Londrina (UEL).
SVMD é Residente de Cirurgia Vascular do Hospital Universitário Regional do Norte do Paraná.
HM é Residente de Cirurgia Vascular do Hospital Universitário Regional do Norte do Paraná.

Contribuições dos autores

Concepção e desenho do estudo: DMF, FBT
Análise e interpretação dos dados: JMSS, FBT, WES, DMF, EDR, SVMD, HM
Coleta de dados: JMSS, FBT, WES, DMF, EDR, SVMD, HM
Redação do artigo: DMF, FBT, JMSS
Revisão crítica do texto: JMSS, FBT
Aprovação final do artigo*: JMSS, FBT, WES, DMF, EDR, SVMD, HM
Análise estatística: DMF, FBT
Responsabilidade geral do estudo: DMF, FBT
Informações sobre financiamento: Não houve.

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