



ANGIOLOGIA E CIRURGIA VASCULAR

www.elsevier.pt/acv



ARTIGO DE REVISÃO

Fatores de risco para crescimento do saco aneurismático *pós-endovascular aneurysm repair*: revisão de literatura



José Oliveira-Pinto^{a,b,*}, Sérgio Sampaio^{a,c}, João Rocha-Neves^{a,d},
Ricardo Castro-Ferreira^{a,b}, Jorge Costa-Lima^a, Adelino Leite-Moreira^{a,b},
Armando Mansilha^{a,e} e José Fernando Teixeira^a

^a Serviço de Angiologia e Cirurgia Vascular, Centro Hospitalar de São João, Porto, Portugal

^b Departamento de Fisiologia e Cirurgia Cardiorrespiratória, Faculdade de Medicina, Universidade do Porto, Porto, Portugal

^c Centro de Investigação e Tecnologias de Informação em Sistemas de Saúde (CINTESIS), Faculdade de Medicina, Universidade do Porto, Porto, Portugal

^d Departamento de Anatomia, Faculdade de Medicina, Universidade do Porto, Porto, Portugal

^e Departamento de Cirurgia, Faculdade de Medicina, Universidade do Porto, Porto, Portugal

Recebido a 26 de maio de 2015; aceite a 25 de julho de 2015

Disponível na Internet a 28 de agosto de 2015

PALAVRAS-CHAVE

Saco aneurismático;
Fatores de risco;
Aneurisma da aorta abdominal

Resumo Os aneurismas da aorta abdominal (AAA) são atualmente corrigidos por método endovascular (EVAR) em cerca de 75% dos casos nos EUA. A diminuição diâmetro máximo do saco aneurismático representa o principal marcador de ausência de rotura ou mortalidade relacionada com o aneurisma. Porém, em cerca de 40% dos casos não se verifica diminuição, podendo inclusivamente ocorrer aumento do mesmo.

Vários fatores de risco pré-operatórios podem prever um aumento do saco aneurismático pós-EVAR. O principal objetivo desta revisão passa pela descrição detalhada de todos esses fatores de risco, de modo a que seja possível uma correta estratificação dos doentes.

Vários fatores de risco são descritos nesta revisão de literatura: idade avançada, existência de colos hostis, ocorrência de *endoleak* e até inflamação sistêmica. Estes constituem determinantes importantes, que condicionam um pior prognóstico pré-operatório.

A identificação atempada destes fatores de risco reveste-se de enorme relevância pela correta orientação que permite a cada doente individualmente. Desta forma, doentes com poucos ou nenhum fatores de risco poderão ser incluídos num *follow-up* por ecografia abdominal, enquanto o grupo de doentes que apresentam vários destes fatores beneficiariam de uma vigilância mais intensiva, nomeadamente por angio-tomografia computadorizada, a qual apresenta maior sensibilidade na deteção de complicações, apesar da sua maior iatrogenia.

© 2015 Sociedade Portuguesa de Angiologia e Cirurgia Vascular. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

* Autor para correspondência.

Correio eletrónico: oliveirapintoj89@gmail.com (J. Oliveira-Pinto).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ancv.2015.07.006>

1646-706X/© 2015 Sociedade Portuguesa de Angiologia e Cirurgia Vascular. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

KEYWORDS

Aneurysm sac;
Risk Factors;
Abdominal Aortic
Aneurysm

Risk Factors for aneurysm sac enlargement post-endovascular aneurysm repair: Revision of Literature

Abstract About 75% of the Abdominal Aortic Aneurysms (AAA) are currently repaired by endovascular means (EVAR). Aneurysm sac shrinkage post-EVAR represents the principal marker of absence of rupture or mortality aneurysm related. However, in about 40% of cases aneurysm sac does not shrink or even enlarges.

Several pre-operative risk factors may predict aneurysm sac enlargement post-EVAR. The aim of this review is to summarize all risk factors that may condition an aneurysm sac enlargement so that one could adapt the best follow-up method to each patient according to the risk score.

Most of those risk factors are described in this review: advanced age, hostile necks, endoleak occurrence or even systemic inflammation. These constitute important determinants that predict a worst prognosis pre-operatively.

The early identification of these risk factors have remarkable implications in the follow up strategy. Patients with none or only one risk factor may be suitable for a US-Duplex follow-up, while those patients with several pre-operative risk factors could be good candidates for Angio-Computed Tomography surveillance, which presents more sensivity in the detection of complications, despite its greater iatrogeny.

© 2015 Sociedade Portuguesa de Angiologia e Cirurgia Vascular. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introdução

O aneurisma da aorta abdominal (AAA) representa uma situação de risco de vida, cuja mortalidade em caso de rotura pode atingir os 90%¹. Aquando do seu diagnóstico, torna-se mandatório considerar a reparação eletiva, que apresenta uma mortalidade inferior a 5%. Em caso de rotura, esta pode atingir os 90%².

O AAA está presente em cerca de 4-7% da população com mais de 65 anos e é mais frequente em indivíduos do sexo masculino^{2,3}.

A etiologia não se encontra perfeitamente estudada³. Pensa-se que possam ser causados por processos degenerativos (como o «remodelling» da matriz pelas metaloproteínas da matriz [MMP]), aterosclerose, doenças genéticas, doenças inflamatórias, autoimunes e infecciosas e trauma²⁻⁴.

A principal complicação do aneurisma é a rotura, sendo que a sua probabilidade é diretamente proporcional ao diâmetro aneurismático⁵.

A correção dos AAA pode ser realizada por cirurgia convencional ou por método endovascular (endovascular aneurysm repair – EVAR). Esta última técnica foi publicada pela primeira vez em 1991 por Parodi e desde então tem vindo a reconhecer-se como a técnica padrão para tratamento do AAA infrarrenal⁶.

O EVAR cresceu significativamente, sendo neste momento realizado em mais de 75% dos pacientes nos EUA, com a porção remanescente apresentando anatomia inadequada para o procedimento⁷.

Quando comparado com a cirurgia convencional, o EVAR está associado a taxas de mortalidade e complicações a curto prazo menores⁸. A vantagem na sobrevida é mais significativa em indivíduos mais velhos. Reintervenção tardias relacionadas com os aneurismas abdominais são mais comuns após correção endovascular,

mas são contrabalançadas com as complicações da laparotomia⁹.

O *endoleak* representa a mais frequente complicação pós-EVAR¹⁰. A sua classificação é feita em 5 tipos, baseado na fonte comunicante entra a circulação sistémica e o saco aneurismático¹¹. Os *endoleaks* tipo I resultam do fluxo sanguíneo entre a parede do vaso e a prótese na zona de ancoragem proximal (tipo Ia), distal (Ib) ou devido a inadequada selagem (tipo Ic). *Endoleaks* tipo II, os mais frequentes, resultam de fluxo de sangue para o saco aneurismático proveniente de vasos viscerais e/ou lombares através de um vaso único (tipo IIa) ou de vários vasos (tipo IIb). *Endoleaks* tipo III resultam da entrada de sangue no aneurisma proveniente de defeito na prótese, por separação dos módulos da mesma (tipo IIIa) ou rotura do material protésico (tipo IIIb). *Endoleaks* tipo IV resultam do fluxo através da prótese devido a porosidade elevada e, por fim, o tipo 5 em que se verifica um aumento continuado da expansão do saco aneurismático sem deteção de qualquer *endoleak* imagiologicamente^{12,13}.

Cerca de 15-25% dos EVAR complicam com *endoleaks*, podendo até 12% destes pacientes necessitar de reintervenção^{13,14}.

A presença de *endoleaks* tem sido associada a roturas pós-cirúrgicas, principalmente se proximais. Embora menos comum, roturas têm também sido observadas em pacientes com *endoleak* tipo II, mesmo sem necessidade de aumento do saco aneurismático¹⁵.

Embora o tratamento cirúrgico seja habitualmente necessário no caso do *endoleak* tipo I, os *endoleaks* tipo II resolvem-se habitualmente sem necessidade de correção cirúrgica¹⁵.

A vigilância por método de imagem é, portanto, mandatória para a identificação e tratamento precoce estas complicações. Correntemente, não existe consenso quanto

ao melhor método de vigilância pós-EVAR^{1,16}. A angio-tomografia computadorizada (TC) constitui ainda o método padrão, dada a sua boa precisão na detecção de *endoleaks*, variações do tamanho do aneurisma e na posição da prótese¹⁷.

Contudo, a alta dose de radiação, a administração de agentes de contraste nefrotóxicos aliados aos elevados custos constituem uma limitação ao seu uso ao longo dos anos. A ecografia abdominal tem sido investigada como alternativa dado a ausência de radiação e de risco associado ao contraste. Para além destes fatores, trata-se também de um método de imagem menos dispendioso. O reforço da ecografia abdominal com contraste não nefrotóxico tem também revelado resultados promissores¹⁸.

Mais estudos são, portanto, necessários para comprovar um custo-efetividade superior à TC no *follow-up* pós-EVAR.

Controvérsia existe também quanto à periodicidade da vigilância: atualmente está preconizada a execução de TC ao primeiro mês, 6 meses e um ano após EVAR. Porém, em centros de referência, casos não complicados podem seguir um protocolo menos intensivo, principalmente se a TC for normal ao final do primeiro mês^{19,20}.

Objetivos

Esta revisão pretende fazer uma descrição detalhada de todos os fatores de risco para aumento do saco aneurismático pós-EVAR, de forma a adaptar a estratégia de *follow-up* ao risco pré-operatório de cada paciente.

Fatores preditores de evolução do saco aneurismático

O principal preditor de sucesso pós-EVAR é a diminuição do máximo diâmetro transversal do aneurisma^{21,22}.

Alterações precoces do saco aneurismático representam um forte preditor complicações a longo prazo após EVAR. Cieri et al. descreveram que uma diminuição persistente do saco aneurismático (> 5 mm) estava associada a ausência de mortalidade relacionada com o aneurisma aos 3 e 10 anos de 100 e 99,7%, respetivamente²³.

Num outro estudo levado a cabo por Bastos-Gonçalves et al., os pacientes foram estratificados em 3 grupos de acordo com a diminuição do saco aneurismático até 18 meses após cirurgia: pacientes com diminuição acentuada do saco aneurismático se > 5 mm, diminuição moderada se entre 1-5 mm e pacientes sem diminuição. Os autores concluíram que a não diminuição do saco aneurismático representava, por si só, um fator de risco independente para complicações tardias. O grupo sem diminuição apresentou também maior taxa de reintervenção, tendo a frequência de *endoleaks* sido menor no grupo com diminuição acentuada²⁴.

Contudo, a diminuição maior do saco aneurismático só é verificada em 60% dos doentes submetidos a EVAR²².

Vários outros estudos têm nos últimos anos identificado fatores de risco para aumento do saco aneurismático.

Um estudo multicêntrico retrospectivo que incluiu uma população de 10.228 doentes submetidos a EVAR entre 1999-2008 nos EUA verificou que a prevalência de aumento do saco aneurismático era de aproximadamente 41% aos 5 anos

e identificou como fatores de risco: idade superior a 80 anos, presença de colo cônico, diâmetro do colo proximal > 28 mm, angulação do colo proximal > 60°, diâmetro das artérias ilíacas comuns > 20 mm. Neste mesmo estudo foi realizada uma análise multivariada de todos estes fatores de risco e concluiu-se que o seu determinante primário era a presença de *endoleak*. Verificou-se também que a idade > 80 anos, o diâmetro do colo proximal > 28 mm, angulação do colo proximal > 60° e diâmetros das artérias ilíacas internas > 20 constituíam fatores de risco independentes para aumento do saco aneurismático²⁵. Deve-se, porém, notar que o estudo acima citado foi elaborado por recurso a análise de uma base de dados de software de reconstrução 3D, para a qual apenas uma minoria dos centros enviam casos de uma forma sistemática. Podemos, portanto, estar perante um caso de potencial viés negativo, dado que a maioria dos centros envia para reconstrução apenas os casos em que a anatomia se revela desfavorável ou com possível suspeita de complicações, o que explica uma taxa superior de complicações neste estudo quando comparada com a restante literatura.

Greenberg confirmou também a idade avançada como fator de risco, descrevendo que uma maior dimensão do aneurisma pré-operatoriamente se correlacionava com aumento do saco aneurismático²⁶.

Condições pró-inflamatórias basais poderão também conferir um pior prognóstico pós-EVAR. Segundo Diehm et al., a concentração basal de hemoglobina está independentemente associada ao tamanho do aneurisma, assim como uma redução da sobrevida pós-EVAR. O racional para este estudo seria a anemia como marcador de inflamação sistêmica, a qual está também associada à patogenia do AAA²⁷. A proteína c reativa, marcador inflamatório rotineiramente usado na prática clínica, encontra-se elevada em doentes com patologia aneurismática e correlaciona-se com o tamanho do aneurisma²⁸. Uma meta-análise recente demonstrou elevação significativa de outras proteínas séricas como MMP-9, TIMP-1, IL-6, CRP, α 1AT e triglicéridos, quando comparados com pacientes sem AAA²⁹. Parece, portanto, relevante averiguar através de marcadores séricos as condições inflamatórias pré-operatoriamente.

O efeito da terapêutica anticoagulante e antiagregante tem também sido alvo de estudos, sendo que existem relatos divergentes na literatura. Estudos anteriores sugeriram que a varfarina estaria associada a um aumento de 30% na taxa de *endoleaks*, assim como de aumento do saco aneurismático³⁰. Porém, Wild et al. refutaram esta hipótese estabelecendo que a sua administração é segura nestes doentes¹⁵. Em conflito com este último estudo, De Rango revela que administração de terapia anticoagulante, varfarina ou heparina estão sujeitos a maior taxa de *endoleak* imediato e aos 5 anos, assim como a maior taxa de reintervenção. Por fim, os autores concluem ainda uma menor sobrevida aos 5 anos dos doentes submetidos a anticoagulação³¹.

Outro aspeto que pode influenciar as variações do diâmetro aneurismático prende-se com a presença de trombo: pacientes com maior área trombótica de AAA no pré-operatório parecem apresentar maior taxa de diminuição do saco aneurismático pós-EVAR dada a cessação de fluxo que se cria dentro do saco aneurismático³².

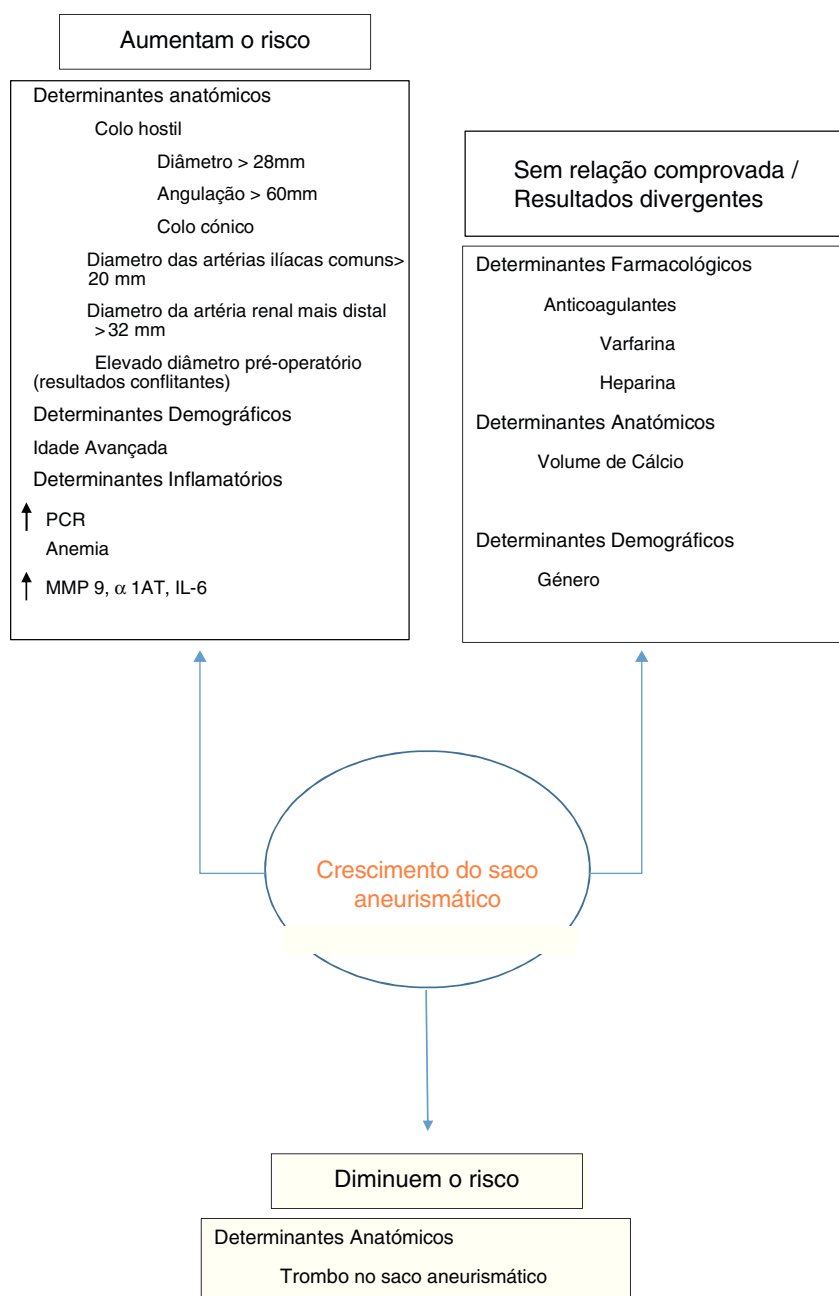


Figura 1 Resumo dos fatores de risco e protetores do aumento do saco aneurismático pós-EVAR. MMP: metaloproteinase; PCR: proteína c reativa; α1AT: α1 antitripsina; IL-6: interleucina-6.

A corroborar estes resultados, um artigo publicado em 2013 revela que uma proporção > 50% de trombo pré-operatória parece protetora quanto ao surgimento de *endoleak*, assim como do aumento do saco aneurismático. O mesmo estudo revela que a percentagem de cálcio, assim como os diâmetros aneurismáticos pré-operatórios não se revelaram preditores do aumento do saco aneurismático³³ (fig. 1).

Conclusão

Vários estudos têm sido publicados nos últimos anos, descrevendo a influência de fatores clínicos, anatômicos, hematológicos e até farmacológicos na evolução do saco

aneurismático após EVAR. Embora a literatura apresente divergência entre alguns dados, vários fatores têm sido consistentemente referidos. A detecção pré-operatória destes determinantes permite estratificar grupos de risco com vista uma orientação adequada do *follow-up* pós-EVAR.

Apesar da controvérsia quanto aos melhores métodos para *follow-up* de EVAR, a TC permanece ainda como *gold standard*. Porém, a repetição de TC acarreta aumento de exposição a radiações, risco de nefropatia de contraste e aumento dos custos de saúde. Por sua vez, a ecografia representa um método menos invasivo e dispendioso, mas também menos sensível que a TC.

Vários trabalhos têm reportado o uso de ecografia para vigilância, reservando a TC apenas para casos com achados

anormais ou suspeitos na ecografia. Um estudo publicado em 2007 envolveu 160 doentes submetidos a EVAR e que tinham sido seguidos apenas por ecografia abdominal, ficando a TC reservada para casos em que fosse detetável a presença de *endoleak* ou alargamento do saco aneurismático. Num total de 359 ecografias foram detetados 41 *endoleaks*, 35 dos quais foram posteriormente estudados por TC, tendo 14 deles sido confirmados. Em apenas 3 casos a TC demonstrou presença de *endoleak* que não tinha sido detetada por ecografia³⁴.

Segundo Dias et al., menos de 10% dos pacientes seguidos após EVAR com prótese Zenith beneficiaram do seguimento periódico. Este benefício poderia provavelmente ser sustentado por um protocolo baseado nas medições do diâmetro aneurismático através de ecografia e radiografia abdominal. As TC devem, porém, ser realizadas até um ano pós-intervenção ou sempre que haja suspeição de alguma intercorrência ou planeamento de reintervenção^{35,36}.

Também Verhoeven et al. sugeriram a possibilidade de reservar a TC para casos de ecografia inconclusiva, sinais de complicações e anatomia desfavorável³⁷.

Porém, segundo uma meta-análise publicada em 2010, a ecografia ainda não se revelou um método suficientemente sensível para a deteção de *endoleak*. Parte destes resultados poderão explicar-se pela heterogeneidade da população estudada. Já a ecografia com utilização de contraste não nefrotóxico revela-se uma modalidade segura e mais sensível que a ecografia convencional para a deteção de *endoleaks*, tornando-se por isso um método promissor¹⁸.

Dada a possibilidade de uma vigilância mais custo-efetiva e com menor invasibilidade, urge a necessidade de averiguar exaustivamente todos os determinantes de risco desta população, de forma a identificar os grupos de menor risco clínico e anatómico e possibilitar a este estrato uma vigilância com protocolos mais custo-efetivos, remetendo apenas a fração de maior risco para vigilância mais intensiva.

Este trabalho não foi apresentado ao público.

Não há fundos de investigação a reportar.

Responsabilidades éticas

Proteção de pessoas e animais. Os autores declaram que para esta investigação não se realizaram experiências em seres humanos e/ou animais.

Confidencialidade dos dados. Os autores declaram que não aparecem dados de pacientes neste artigo.

Direito à privacidade e consentimento escrito. Os autores declaram que não aparecem dados de pacientes neste artigo.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

1. Moll FL, Powell JT, Fraedrich G, et al. Management of abdominal aortic aneurysms clinical practice guidelines of the European society for vascular surgery. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2011;41 Suppl 1:S1–58.
2. Katzen BT, Dake MD, MacLean AA, et al. Endovascular repair of abdominal and thoracic aortic aneurysms. *Circulation.* 2005;112:1663–75.
3. Kurosawa K, Matsumura JS, Yamanouchi D. Current status of medical treatment for abdominal aortic aneurysm. *Circ J.* 2013;77:2860–6.
4. Almahameed A, Latif AA, Graham LM. Managing abdominal aortic aneurysms: Treat the aneurysm and the risk factors. *Cleve Clin J Med.* 2005;72:877–88.
5. Jaunoo S. Endovascular aneurysm repair (EVAR). *Int J Surg.* 2008;6:266–9.
6. Ricotta JJ 2nd, Malgor RD, Oderich GS. Endovascular abdominal aortic aneurysm repair: Part I. *Ann Vasc Surg.* 2009;23:799–812.
7. Kent KC. Clinical practice. Abdominal aortic aneurysms. *N Engl J Med.* 2014;371:2101–8.
8. Greenhalgh RM, Brown LC, Powell JT, et al. Endovascular versus open repair of abdominal aortic aneurysm. *N Engl J Med.* 2010;362:1863–71.
9. Schermerhorn ML, O'Malley AJ, Jhaveri A, et al. Endovascular vs. open repair of abdominal aortic aneurysms in the Medicare population. *N Engl J Med.* 2008;358:464–74.
10. Schlosser FJ, Muhs BE. Endoleaks after endovascular abdominal aortic aneurysm repair: what one needs to know. *Curr Opin Cardiol.* 2012;27:598–603.
11. Corriere MA, Feurer ID, Becker SY, et al. Endoleak following endovascular abdominal aortic aneurysm repair: Implications for duration of screening. *Ann Surg.* 2004;239:800–5, discussion 5–7.
12. Ilyas S, Shaida N, Thakor AS, et al. Endovascular aneurysm repair (EVAR) follow-up imaging: The assessment and treatment of common postoperative complications. *Clin Radiol.* 2015;70:183–96.
13. Stavropoulos SW, Charagundla SR. Imaging techniques for detection and management of endoleaks after endovascular aortic aneurysm repair. *Radiology.* 2007;243:641–55.
14. Faries PL, Cadot H, Agarwal G, et al. Management of endoleak after endovascular aneurysm repair: Cuffs, coils, and conversion. *J Vasc Surg.* 2003;37:1155–61.
15. Wild JB, Dattani N, Stather P, et al. Effect of anticoagulation and antiplatelet therapy on incidence of endoleaks and sac size expansions after endovascular aneurysm repair. *Ann Vasc Surg.* 2014;28:554–9.
16. Sternbergh WC 3rd, Greenberg RK, Chuter TA, et al. Redefining postoperative surveillance after endovascular aneurysm repair: Recommendations based on 5-year follow-up in the US Zenith multicenter trial. *J Vasc Surg.* 2008;48:278–84, discussion 84–85.
17. Van der Vliet JA, Kool LJ, van Hoek F. Simplifying post-EVAR surveillance. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2011;42:193–4.
18. Mirza TA, Karthikesalingam A, Jackson D, et al. Duplex ultrasound and contrast-enhanced ultrasound versus computed tomography for the detection of endoleak after EVAR: Systematic review and bivariate meta-analysis. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2010;39:418–28.
19. Uthoff H, Pena C, Katzen BT, et al. Current clinical practice in postoperative endovascular aneurysm repair imaging surveillance. *JVIR.* 2012;23, 1152–9.e6.
20. Go MR, Barbato JE, Rhee RY, et al. What is the clinical utility of a 6-month computed tomography in the follow-up of endovascular aneurysm repair patients? *J Vasc Surg.* 2008;47:1181–6, discussion 6–7.
21. Georgakarakos E, Georgiadis GS, Ioannou CV, et al. Aneurysm sac shrinkage after endovascular treatment of the aorta: Beyond sac pressure and endoleaks. *Vasc Med.* 2012;17:168–73.

22. Aoki A, Suezawa T, Sangawa K, et al. Effect of type II endoleaks and antiplatelet therapy on abdominal aortic aneurysm shrinkage after endovascular repair. *J Vasc Surg.* 2011;54:947–51.
23. Cieri E, de Rango P, Isernia G, et al. Effect of stentgraft model on aneurysm shrinkage in 1,450 endovascular aortic repairs. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2013;46:192–200.
24. Bastos Goncalves F, Baderkhan H, Verhagen HJ, et al. Early sac shrinkage predicts a low risk of late complications after endovascular aortic aneurysm repair. *Br J Surg.* 2014;101:802–10.
25. Schanzer A, Greenberg RK, Hevelone N, et al. Predictors of abdominal aortic aneurysm sac enlargement after endovascular repair. *Circulation.* 2011;123:2848–55.
26. Greenberg RK, Chuter TA, Cambria RP, et al. Zenith abdominal aortic aneurysm endovascular graft. *J Vasc Surg.* 2008;48:1–9.
27. Diehm N, Benenati JF, Becker GJ, et al. Anemia is associated with abdominal aortic aneurysm (AAA) size and decreased long-term survival after endovascular AAA repair. *J Vasc Surg.* 2007;46:676–81.
28. Vainas T, Lubbers T, Stassen FR, et al. Serum C-reactive protein level is associated with abdominal aortic aneurysm size and may be produced by aneurysmal tissue. *Circulation.* 2003;107:1103–5.
29. Stather PW, Sidloff DA, Dattani N, et al. Meta-analysis and meta-regression analysis of biomarkers for abdominal aortic aneurysm. *Br J Surg.* 2014;101:1358–72.
30. Bobadilla JL, Hoch JR, Levenson GE, et al. The effect of warfarin therapy on endoleak development after endovascular aneurysm repair (EVAR) of the abdominal aorta. *J Vasc Surg.* 2010;52:267–71.
31. De Rango P, Verzini F, Parlani G, et al. Safety of chronic anticoagulation therapy after endovascular abdominal aneurysm repair (EVAR). *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2014;47:296–303.
32. Tsuyuki Y, Matsushita S, Dohi S, et al. Factors for sac size change of abdominal aortic aneurysm after endovascular repair. *Ann Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;20:1016–20.
33. Sadek M, Dexter DJ, Rockman CB, et al. Preoperative relative abdominal aortic aneurysm thrombus burden predicts endoleak and sac enlargement after endovascular aneurysm repair. *Ann Vasc Surg.* 2013;27:1036–41.
34. 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.
35. Conrad MF, Adams AB, Guest JM, et al. Secondary intervention after endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *Ann Surg.* 2009;250:383–9.
36. Dias NV, Riva L, Ivancev K, et al. Is there a benefit of frequent CT follow-up after EVAR? *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2009;37:425–30.
37. Verhoeven EL, Oikonomou K, Ventin FC, et al. Is it time to eliminate CT after EVAR as routine follow-up? *J Cardiovasc Surg (Torino).* 2011;52:193–8.