



ANGIOLOGIA E CIRURGIA VASCULAR

www.elsevier.pt/acv



ARTIGO ORIGINAL

Impacto da insuficiência renal no prognóstico dos doentes submetidos a reparação de aneurisma da aorta abdominal – Cirurgia convencional vs. Tratamento Endovascular do Aneurisma da Aorta



Rodolfo Abreu*, João Monteiro e Castro, Frederico Bastos Gonçalves, Gonçalo Rodrigues, Anita Quintas, Rita Ferreira, Nelson Camacho, Maria Emília Ferreira, João Albuquerque e Castro e Luís Mota Capitão

Serviço de Angiologia e Cirurgia Vascular, Hospital de Santa Marta, Centro Hospitalar Lisboa Central, Lisboa, Portugal

Recebido a 25 de maio de 2015; aceite a 23 de janeiro de 2016

Disponível na Internet a 14 de março de 2016

PALAVRAS-CHAVE

Aneurisma da aorta abdominal;
Insuficiência renal crónica;
Insuficiência renal aguda;
Tratamento Endovascular do Aneurisma da Aorta

Resumo

Introdução: A correção cirúrgica do aneurisma da aorta abdominal (AAA), por *Endovascular Aneurysm Repair* (EVAR) ou cirurgia convencional (CC), pode agravar a função renal a curto prazo. Esta complicação, mais frequente nos doentes com insuficiência renal crónica (IRC), associa-se a pior prognóstico a longo prazo. O objetivo deste trabalho foi quantificar o agravamento da função renal após reparação do AAA em doentes com IRC prévia e demonstrar o consequente aumento da morbimortalidade.

Métodos: Estudo retrospectivo em doentes com IRC estádios *Chronic Kidney Disease* 3-4 (TFGe 15-59 ml/min), submetidos a correção eletiva de AAA entre fevereiro/2011 e fevereiro/2015 numa instituição terciária. Variáveis estudadas: idade, sexo, tipo de intervenção (convencional/EVAR) e estágio CKD. Endpoints: variação da creatinina e taxa de filtração glomerular com a cirurgia, complicações renais pós-operatórias, necessidade de reintervenção cirúrgica e mortalidade. A análise estatística foi realizada em SPSS.

Resultados: Foram incluídos 71 doentes. Quinze doentes (21%) foram operados por CC e 56 (78%) por EVAR. À data da intervenção, os doentes encontravam-se nos seguintes estádios da DRC: CKD 3 – 65 (91%) e CKD 4 – 6 (9%). A variação da TFG com a cirurgia foi $-1,08 \pm 18,01$ mg/dl. Verificou-se IRC agudizada pós-operatória em 22 (31%) doentes e necessidade de diálise em 5 (7%). A mortalidade global foi 8,5%. Os doentes operados por EVAR tinham DRC mais avançada pré-operatoriamente, mas apresentaram menor agravamento da função renal. Variação TFG: EVAR $1,14 \pm 16,26$ ml/min vs. CC $9,40 \pm 22,11$ ml/min ($p=0,022$); variação creatinina: EVAR $0,17 \pm 1,03$ mg/dl vs. CC $0,81 \pm 1,47$ mg/dl ($p=0,02$). A agudização da IRC pós-operatória foi superior no grupo CC (53,3 vs. 28,6%; $p=0,072$), assim como a necessidade de diálise (20 vs. 3,6%, $p=0,06$). Os 6 doentes que faleceram (EVAR: 3; CC: 3) apresentaram maior agravamento

* Autor para correspondência.

Correio eletrónico: rferreirabreu@hotmail.com (R. Abreu).

da função renal (variação da creatinina: $1,41 \pm 1,63$ mg/dl vs. $0,20 \pm 1,07$ mg/dl, $p=0,001$; variação da TFG: $-19,0 \pm 16,55$ ml/min; $0,57 \pm 17,34$ ml/min, $p=0,007$) e necessidade de diálise (50 vs. 3,1%, $p=0,003$).

Conclusão: Os resultados demonstraram uma tendência para uma menor probabilidade de IRA, menor necessidade de diálise pós-operatória e menor mortalidade nos doentes tratados por EVAR. Contudo, o impacto da administração de contraste a médio/longo prazo, decorrente dos programas de vigilância pós-EVAR, deve ser considerado.

Julgamos ser possível considerar que a realização de EVAR para o tratamento de doentes com AAA e IRC é um procedimento pelo menos tão seguro como a CC.

© 2016 Sociedade Portuguesa de Angiologia e Cirurgia Vascular. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

KEYWORDS

Abdominal Aortic Aneurysm;
Chronic Kidney Disease;
Acute Renal Failure;
Endovascular Aneurysm Repair

Impact of chronic kidney disease on prognosis after abdominal aortic aneurysm repair – convencional surgery vs Endovascular Aneurysm Repair

Abstract

Introduction: Surgical repair of AAA through EVAR or conventional surgery (CS) can worsen renal function in the short-term. This complication, more common in patients with CKD, is associated with worse long-term prognosis. The aim of this study was to quantify the deterioration of renal function after AAA repair in patients with previous IRC and demonstrate the resulting increase in morbidity and mortality.

Methods: Retrospective study of patients with CKD stages 3-4 (eGFR 15-59 mL/min) undergoing elective repair of AAA between February/2011 and February/2015 in a tertiary institution. Studied variables: age, gender, type of intervention (CS/EVAR) and CKD stage. Endpoints: change in creatinine and GFR with surgery, postoperative renal complications, need for another surgical intervention and mortality. Statistical analysis was performed in SPSS.

Results: We included 71 patients. Fifteen (21%) underwent CS and 56 (78%) EVAR. At the time of intervention, patients had the following stages of CKD: CKD 3 - 65 (91%); CKD 4 - 6 (9%). GFR change with surgery was -1.08 ± 18.01 mg/dl. Worsened postoperative IRC occurred in 22 (31%) patients and 5 (7%) needed dialysis. Overall mortality was 8.5%. Patients operated by EVAR had more advanced CKD preoperatively, but showed less worsening of renal function. GFR variation: EVAR 14.1 ± 16.26 ml/min vs CS -9.40 ± 22.11 ml/min ($p=0.022$); creatinine variation: EVAR 0.17 ± 1.03 mg/dl vs CS 0.81 ± 1.47 mg/dl ($p=0.02$). CKD worsening was superior in the CS group (53.3% vs 28.6%; $p=0.072$) as well as the need for dialysis (20% vs 3.6%, $p=0.06$). The 6 patients that died (EVAR: 3; CC: 3) showed greater worsening of renal function (creatinine variation: 1.41 ± 1.63 mg/dl vs. 0.20 ± 1.07 mg/dl, $p=0.001$; GFR change: -19.0 ± 16.55 ml/min; 0.57 ± 17.34 ml/min, $p=0.007$) and need for dialysis.

Conclusion: The results showed a trend towards a lower probability of acute renal failure, less need of post-operative dialysis and lower mortality in patients treated by EVAR. However, the medium/long term impact of contrast administration, due to post-EVAR surveillance programs, should be regarded.

We believe that it is possible to consider that the use of EVAR for the treatment of patients with AAA and CKD is a procedure at least as safe as CS.

© 2016 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 um problema de saúde comum, cuja prevalência nos homens acima dos 65 anos varia entre os 2 e os 7%¹.

O tratamento endovascular do AAA (EVAR) é, cada vez mais, visto como a primeira linha de tratamento, uma vez que os resultados a curto e a médio prazo são similares ou superiores à cirurgia convencional (CC)².

Associadamente, estima-se que, nesta população, cerca de 33% dos doentes apresenta algum grau de insuficiência

renal crónica (IRC)³. A presença desta comorbilidade está associada a maior risco de insuficiência renal aguda (IRA) e maior mortalidade precoce e tardia, após cirurgia de reparação do AAA⁴⁻⁶.

O desenvolvimento de IRA após qualquer tipo de cirurgia ou intervenção radiológica está independentemente associado a um aumento da morbilidade, mortalidade, custo e tempo de internamento⁷.

A recusa de EVAR com base na presença de IRC grave (estádios 3 e 4 de CKD [chronic kidney disease] da National Kidney Foundation) é uma atitude frequente, mas pouco

sustentada na literatura. Quer a CC (através da manipulação da aorta abdominal – que pode causar traumatismo da artéria renal, rutura de placas lipídicas e subsequente embolização para a vascularização renal – tempo operatório prolongado, clampagem aórtica e necessidade de anestesia geral) quer a realização de EVAR (através da manipulação endoluminal, a administração intra-arterial de contraste e microembolização), podem afetar adversamente a função renal no curto prazo⁸.

Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar o resultado do tratamento de AAA em doentes com IRC em estádios CKD 3 e 4, comparando os doentes tratados por CC e por EVAR. Adicionalmente, pretendemos estabelecer a prevalência da IRC na população de doentes submetidos eletivamente a reparação de AAA e quantificar a incidência da IRA nesta população de risco.

Métodos

Foi realizado um estudo retrospectivo em doentes com IRC estádios CKD 3-4 (taxa de filtração glomerular [TFG] 15-59 ml/min), submetidos a correção eletiva de AAA e/ou das artérias ilíacas, entre fevereiro/2011 e fevereiro/2015, numa instituição terciária. Os AAA em rutura, os casos em que houve necessidade de correção simultânea de aneurismas da aorta torácica e os doentes tratados por CC, em que foram realizados procedimentos adicionais de revascularização de artérias viscerais, foram excluídos desde estudo.

Os doentes foram elegíveis para reparação do AAA se este tivesse um diâmetro superior a 5,5 cm, ou se (independentemente do diâmetro) tivesse crescimento superior a 1 cm/ano, ou se fosse sintomático.

Os doentes incluídos no estudo apresentavam-se nos estádios 3 (TFG entre 30-59 ml/min/1,73 m²) e 4 (TFG entre 15-29 ml/min/1,73 m²) das guidelines da National Kidney Foundation. Os doentes com TFG superior ou igual a 60 ml/min/1,73 m² e aqueles que se encontravam em terapia renal de substituição (estádio CKD 5) não foram incluídos na população em estudo.

A função renal pré-operatória foi avaliada através da TFG, calculada pela equação Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration (CKD-EPI) – a alternativa mais fidedigna para este cálculo⁷.

As características demográficas e comorbilidades dos doentes, incluindo idade, sexo, doença arterial coronária, acidente vascular cerebral prévio, doença pulmonar obstrutiva crónica, hipertensão, dislipidemia e diabetes, foram registadas.

Os endpoints foram: variação da creatinina, da TFG e incidência de IRC agudizada no período perioperatório, necessidade de diálise pós-operatória, necessidade de reintervenção e mortalidade.

O diagnóstico de IRA foi definido como um aumento absoluto da creatinina sérica igual ou superior a 0,3 mg/dL, ou um aumento igual ou superior a 50% em relação ao valor da creatinina sérica pré-operatória.

No nosso serviço, o EVAR é, habitualmente, a 1.^a opção de tratamento dos AAA. A CC é normalmente reservada para os doentes com contra-indicação anatómica para EVAR – colo aórtico infrarrenal proximal inferior a 15 mm de extensão,

colo proximal de diâmetro superior a 30 mm ou menor que 17 mm, angulação proximal maior que 60 graus, presença de trombo ou cálcio em mais de 50% da circunferência do colo proximal e artérias ilíacas com diâmetro inferior a 7 mm. Apesar disso, a opção final de qual o tratamento escolhido é tomada pelo médico assistente de cada doente.

Procedimentos

Endovascular Aneurysm Repair

O protocolo do nosso serviço, que é aplicado em todos os doentes, implica as seguintes medidas de proteção renal: toma de 1,2 g N-acetilcisteína, por via oral, 24 horas antes do procedimento; a evicção, nas 2 semanas prévias ao procedimento, da administração de qualquer contraste; suspensão, quando possível, dos fármacos com potencial nefrotóxicos (metformina, diuréticos, inibidores da enzima conversora da angiotensina, antagonistas dos recetores da angiotensina, anti-inflamatórios não esteroides). Foram administrados à generalidade dos doentes, no dia anterior à realização de EVAR, fluidos intravenosos (0,9% de solução salina, 1,5 L/24 horas) os quais foram mantidos durante 72 horas.

O produto de contraste utilizado foi Ultravist 370 (Bayer, Berlim, Alemanha), em todos os casos.

Cirurgia convencional

Em todos os doentes é realizada a medição da creatinina pré-operatória, é realizada a suspensão dos fármacos com potencial nefrotóxico e é assegurada a adequada hidratação do doente. Os cuidados intraoperatórios implicam a manutenção de um volume intravascular adequado e a utilização limitada de fármacos diuréticos. Todas as cirurgias foram realizadas sob anestesia geral. Foram utilizadas próteses de Dacron e criadas interposições aorto-aórticas ou aorto-bi-ilíacas da forma convencional.

Os doentes permaneceram na unidade de cuidados intensivos por pelo menos 24 horas.

Análise estatística

A análise estatística foi realizada com o programa SPSS versão 21.0 (SPSS, Chicago, Estados Unidos da América [EUA]). Dados paramétricos contínuos são apresentados como média do valor e desvio padrão, os dados categóricos são apresentados como valores absolutos e percentuais. Os dados não paramétricos são apresentados como mediana e intervalo interquartil. A análise estatística foi realizada aplicando os testes Mann Whitney, qui-quadrado, Fisher e correlação de Spearman, conforme aplicável. Um valor de $p < 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo.

Resultados

Foram operados eletivamente, durante o período em estudo, 317 doentes com AAA, dos quais 71 (22,3%) foram incluídos no estudo.

A idade média dos doentes era $74,8 \pm 7,2$ anos (EVAR $75,4 \pm 7,2$ vs. CC $72,8 \pm 6,9$; $p = 0,26$), sendo 69 do sexo masculino (97,2%).

Foi possível realizar a exclusão do AAA em 100% dos casos. Nenhum dos EVAR teve de ser convertido para CC intraoperatoriamente e em nenhum caso houve evidência da presença

Tabela 1 Procedimentos adicionais realizados, de acordo com a complicação e o procedimento prévio

Complicação	Procedimento adicional	EVAR vs. CC
Linfocelo	Reparação de linfocelo	EVAR
Oclusão de ramo de EVAR	Bypass femorofemoral cruzado	EVAR
Rutura da aorta suprarrenal	Laparotomia e refixação de artéria	EVAR
Endoleak tipo Ia	FEVAR	EVAR
Endoleak tipo Ib	Colocação de cuff proximal	EVAR
Isquemia do MI	Trombectomia por via femoral	CC
Necessidade de realização de hemodiálise	Construção de AV	EVAR
Isquemia intestinal do cego	Hemicolectomia direita	EVAR
Isquemia intestinal do cego	Hemicolectomia direita	EVAR

Tabela 2 Comorbilidades presentes nos doentes submetidos a EVAR/CC

	EVAR (%)	Convencional (%)	p
D. arterial coronária	16 (28,6)	1 (6,7)	0,070
Acidente vascular cerebral	5 (8,9)	1 (6,7)	0,627
DPOC	14 (25,0)	2 (13,3)	0,280
HTA	45 (80,4)	14 (93,3)	0,218
Dislipidemia	31 (55,4)	13 (86,7)	0,027
Diabetes	15 (26,8)	3 (20,0)	0,433

imediate de endoleak tipo I ou tipo III. Não ocorreu nenhuma morte intraoperatória.

Foi necessário realizar clampagem suprarrenal em apenas um caso.

Foram usadas as seguintes endopróteses: 14 Gore Excluder (Gore, EUA), 10 Endurant e 17 Endurant II (Medtronic, EUA), 3 Treovance (Bolton Medical, EUA), 10 Zenith e 2 Zenith Fenestrated (Cook, EUA).

Houve necessidade de realização de procedimentos adicionais (tabela 1) em 9 (12,7%) doentes (EVAR 8 vs. CC um; $p=0,673$).

O volume médio de contraste utilizado foi de 121,15 mL e, este valor, não foi significativamente diferente entre aqueles que desenvolveram IRA ou não ($p>0,05$).

Com exceção da dislipidemia, a qual era mais frequente nos doentes submetidos a CC, as diferenças na prevalência das diferentes comorbilidades (doença arterial coronária, acidente vascular cerebral prévio, doença pulmonar obstrutiva crónica, hipertensão e diabetes) não eram estatisticamente significativas entre os doentes submetidos a EVAR ou CC (tabela 2). Contudo este facto poderá dever-se ao reduzido número de doentes submetidos a CC, uma vez que, em termos percentuais, as diferenças ao nível da doença arterial coronária e DPOC entre os 2 grupos são grandes.

Quinze doentes (21,1%) foram operados por CC e 56 (78,9%) por EVAR.

À data da intervenção, os doentes encontravam-se nos seguintes estádios de IRC: CKD 3A – 65 (91%) doentes (EVAR 50 doentes vs. CC 15 doentes); CKD 4-6 (8,5%) doentes (EVAR 6 doentes vs. CC 0 doentes).

Verificou-se IRA pós-operatória em 22 (31%) doentes e necessidade de diálise em 5 (7%). A agudização da IRC pós-operatória no grupo submetido a CC ocorreu em 8 doentes (53,3% do total de doentes submetidos a CC) e em 16 doentes

submetidos a EVAR (28,6% do total de doentes submetidos a EVAR; $p=0,072$). Foi necessário realizar diálise em 3 doentes submetidos a CC (20% do total de doentes submetidos a CC) e em 2 doentes submetidos a EVAR (3,6% do total de doentes submetidos a EVAR; $p=0,06$).

Assim, os doentes submetidos a EVAR apresentavam IRC mais avançada pré-operatoriamente, como é manifestado por valores mais altos de creatinina pré-operatória (EVAR $1,64 \pm 0,50$ vs. CC $1,40 \pm 0,23$; $p=0,026$) e menor valor de TFG (EVAR $43,75 \pm 10,78$ vs. $51,33 \pm 8,05$; $p=0,006$). Apesar disso, manifestaram menor agravamento da função renal – variação da TFG: EVAR $1,14 \pm 16,26$ vs. CC $-9,40 \pm 22,11$ ($p=0,02$); variação creatinina: EVAR $0,17 \pm 1,03$ vs. CC $0,81 \pm 1,47$ ($p=0,02$). A variação média da TFG com a cirurgia foi: $1,08 \pm 18$ mL/min/1,73 m².

A mortalidade global foi de 8,5% (EVAR 5,4% vs. CC 20%; $p=0,104$).

Os 6 doentes que morreram (tabela 3) (EVAR: 3 vs. CC: 3), por comparação com aqueles em que isso não aconteceu, apresentaram maior agravamento da função renal (variação da creatinina: $1,41 \pm 1,63$ mg/dL vs. $0,20 \pm 1,07$ mg/dL; $p=0,001$; variação da TFG: $-19,0 \pm 16,55$ mL/min vs.

Tabela 3 Causa da morte dos doentes submetidos a EVAR/CC

Causa de morte	EVAR vs. CC
Trombose de endoprótese	EVAR
Trombose aórtica e dos ramos viscerais após implantação de endoprótese	EVAR
Pneumonia nosocomial	EVAR
Sépsis	CC
Isquemia intestinal	CC
Hemorragia digestiva alta	CC

0,57 ± 17,34 ml/min, $p=0,007$) e necessidade de diálise (50 vs. 3,1%, $p=0,003$).

Discussão

A IRC é comum em doentes com AAA. Esta particularidade é importante, uma vez que, nesta população, a morbimortalidade é significativamente superior por comparação com aqueles com função renal normal.

Dos 317 doentes submetidos a reparação de AAA, 81 (25,6%) apresentavam TFG < 60 ml/min/1,73 m². Este valor é inferior ao reportado noutros trabalhos^{5,9} onde a prevalência desta patologia ronda os 35%. É significativo referir que uma percentagem de cerca de 75% dos casos tratados por EVAR nesta população é concordante com outros trabalhos⁹.

Este trabalho foi realizado com o intuito de verificar qual a técnica cirúrgica que apresenta melhores resultados a curto prazo, na reparação do AAA.

Apesar da menor invasividade da técnica endovascular, esta requer o uso de contraste, o qual tem características nefrotóxicas e é visto, habitualmente, como limitação do uso do EVAR nos doentes com IRC. Apesar disso, os doentes submetidos a EVAR manifestaram menor agravamento da função renal, menor incidência de IRA (CC: 53,3% vs. EVAR: 28,6%), menor necessidade de diálise (CC: 20% vs. EVAR: 3,6%) e menor mortalidade global (CC: 20% vs. EVAR: 5,4%), apesar de ausência de significado estatístico nos 3 últimos parâmetros.

Alguns estudos^{10,11} realizados usaram o valor sérico da creatinina, quer para o estabelecimento do estágio de IRC, como para quantificação da IRA. Acreditamos que o cálculo da TFG através da fórmula CKD-EPI dá força ao nosso estudo.

É obrigatório ressaltar a elevada mortalidade dos doentes submetidos a CC – 20%. Este facto pode dever-se, pelo menos em parte, ao critério de elegibilidade do doente para EVAR ou CC (i.e., viés de seleção). É provável que aneurismas justarrenais, tecnicamente mais complexos, inelegíveis para EVAR, tenham sido submetidos a CC. Contudo, não foi possível obter os dados relativamente à anatomia do aneurisma (tamanho, angulação e comprimento do colo proximal) para todos os doentes e, como tal, não é possível estabelecer comparações fidedignas.

Outra limitação do nosso estudo é a ausência de dados a médio/longo prazo (para além dos 30 dias de pós-operatório); como tal, desconhecemos a percentagem de doentes em que houve recuperação da função renal com o tempo e desconhecemos também a degradação da função renal nos doentes submetidos a EVAR, devido ao follow-up necessário.

O número reduzido de doentes é outra limitação relevante, com o consequente risco de erros estatísticos tipo II.

Conclusão

O nosso estudo confirma a ocorrência de uma relativamente alta morbimortalidade nos doentes com IRC submetidos a reparação de AAA. Assim, deve ser ponderada a aplicação de um limiar mais elevado para a proposta dos doentes que apresentem ambas as patologias. Apesar dos resultados demonstrarem uma tendência para uma menor probabilidade de IRA, menor necessidade de diálise

pós-operatória e menor mortalidade nos doentes tratados por EVAR, não foi possível obter diferenças estatisticamente significativas. Contudo, julgamos ser possível considerar que a realização de EVAR para o tratamento de doentes com AAA e IRC é um procedimento, pelo menos, tão seguro como a CC.

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. Saratzis A, Melas N, Mahmood A, et al. Incidence of acute kidney injury (AKI) after endovascular abdominal aortic aneurysm repair (EVAR) and impact on outcome. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2015;49:534–40.
2. Lovegrove RE, Javid M, Magee TR, et al. A meta-analysis of 21,178 patients undergoing open or endovascular repair of abdominal aortic aneurysm. *Br J Surg.* 2008;95(6):677e84.
3. Walsh SR, Tang T, Sadat U, et al. Preoperative glomerular filtration rate and outcome following open abdominal aortic aneurysm repair. *Vasc Endovasc Surg.* 2007;41:225–9.
4. Nathan DP, Brinster CJ, Jackson BM, et al. Predictors of decreased short- and long-term survival following open abdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg.* 2011;54:1237–43.
5. Patel VI, Lancaster RT, Mukhopadhyay S, et al. Impact of chronic kidney disease on outcomes after abdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg.* 2012;56:1206–13.
6. Lomazzi C, Mariscalco G, Piffaretti G, et al. Endovascular treatment of elective abdominal aortic aneurysms: Independent predictors of early and late mortality. *Ann Vasc Surg.* 2011;25:299–305.
7. Wald R, Waikar S, Liangos O, et al. Acute renal failure after endovascular vs. open repair of abdominal aortic aneurysm. *J Vasc Surg.* 2006;43:460–6.
8. Saratzis A, Sarafidis P, Melas N, et al. Comparison of the impact of open and endovascular abdominal aortic aneurysm repair on renal function. *J Vasc Surg.* 2014;60:597–603.
9. Nguyen B, Neville R, Rahbar R, et al. Comparison of outcomes for open abdominal aortic aneurysm repair and endovascular repair in patients with chronic renal insufficiency. *Ann Surg.* 2013;258:394–9.
10. Mills JL Sr, Duong ST, Leon LR Jr, et al. Comparison of the effects of open and endovascular aortic aneurysm repair on long-term renal function using chronic kidney disease staging based on glomerular filtration rate. *J Vasc Surg.* 2008;47:1141–9.
11. Parmer SS, Fairman RM, Karmacharya J, et al. A comparison of renal function between open and endovascular aneurysm repair in patients with baseline chronic renal insufficiency. *J Vasc Surg.* 2006;44:706–11.