

ROTURA DE ANEURISMA DA AORTA ABDOMINAL NA ERA DO TRATAMENTO ENDOVASCULAR – VALIDAÇÃO UNICÊNTRICA DE 2 ALGORITMOS DE PREVISÃO DE RISCO

RUPTURED ABDOMINAL AORTIC ANEURYSM IN THE ERA OF ENDOVASCULAR REPAIR – TOWARDS SINGLE CENTER VALIDATION OF TWO NEW RISK PREDICTION ALGORITHMS

Andreia Coelho, Miguel Lobo, Ricardo Gouveia, Jacinta Campos, Rita Augusto, Nuno Coelho, Ana Carolina Semião, Alexandra Canedo

Serviço de Angiologia e Cirurgia Vascular do Centro Hospitalar de Vila Nova de Gaia e Espinho

Recebido a 16 de setembro de 2017

Aceite a 30 de janeiro de 2018

RESUMO

Introdução: Atualmente, o aneurisma da aorta abdominal em rotura (AAAr) continua a apresentar uma elevada taxa de mortalidade associada e consequentemente a decisão de prosseguir ou recusar tratamento cirúrgico é extremamente complexa. Os algoritmos de previsão de risco de mortalidade por AAAr desenvolvidos antes da globalização do tratamento endovascular de aneurisma da aorta abdominal (EVAR) em rotura tiveram a sua validade questionada numa era em que quer a cirurgia aberta (CA) quer o EVAR estão disponíveis. Em 2017, foram publicados dois novos algoritmos de previsão de risco, ambos baseados em variáveis clínicas facilmente obtidas e validados numa população submetida quer a CA quer a EVAR. O objetivo deste trabalho foi descrever a evolução da experiência no tratamento de AAAr na nossa instituição e validar a aplicabilidade dos algoritmos supracitados na nossa prática.

Métodos: Os dados clínicos de todos os doentes admitidos entre 2010 a 2016 com o diagnóstico de AAAr foram avaliados retrospectivamente e foi realizada análise estatística usando SPSS V.22.

Resultados: Foi incluído um total de 71 doentes, 19 dos quais submetidos a EVAR e 52 a CA. Houve um aumento significativo ao longo do tempo de procedimentos de EVAR, e em 2015 a taxa anual de EVAR excedeu a de CA.

A população de pacientes submetidos a EVAR e CA é sobreponível em fatores como género, idade e co-morbilidades com exceção do tabagismo, mais comum no grupo EVAR (73,7% Vs 36,5%; $p = 0,005$).

Não foram registrados casos de morte intraoperatória no grupo EVAR, por oposição a 17% no grupo CA ($p = 0,049$). A mortalidade aos 30 dias atingiu 49% no grupo CA e 31,6% no grupo EVAR ($p > 0,05$).

Vários preditores de mortalidade pré-operatórios foram identificados: tabagismo ($p = 0,005$), instabilidade hemodinâmica pré-operatória ($p = 0,003$) e razão internacional normalizada (INR) à admissão ($p < 0,0001$). Identificou-se como preditor de mortalidade pós-operatório a instabilidade hemodinâmica pós-operatória ($p < 0,0001$). Realizou-se uma regressão logística binária e concluiu-se que o INR elevado e a instabilidade pós-operatória foram preditores de risco independentes de *outcome* ($p < 0,05$).

Os modelos de previsão de mortalidade supracitados foram aplicados à nossa população e a mortalidade estimada correlacionou-se significativamente com a mortalidade real (mortalidade estimada 41% e 45,3% Vs mortalidade real 45%, ambos com $p < 0,0001$). A correlação de Pearson foi aplicada para comparar os *scores* e concluiu um coeficiente de correlação de 0.775 ($p < 0,001$), descrevendo uma correlação linear positiva significativa entre *scores*.

Conclusões: Nos últimos anos, o EVAR tornou-se cada vez mais o procedimento de escolha para rAAA na nossa instituição. Nesta população, ambos os algoritmos de previsão de pontuação foram aplicados retrospectivamente e ambos previram com acuidade a mortalidade na população estudada ($p < 0,001$).



Palavras-chave

Aneurisma da Aorta Abdominal; Aneurisma em rotura; Mortalidade; Técnicas de suporte de decisão

ABSTRACT

Introduction: Despite significant advancements, ruptured abdominal aortic aneurysm (rAAA) remains a life-threatening condition, and the decision whether or not to proceed with surgical intervention is extremely difficult in daily practice. Previous risk prediction models of rAAA mortality developed before EVAR was an option, had their validity questioned in an era where both open repair (OR) and EVAR are available. In 2017, Healey CT et al and von Meijenfeldt GC et al (Dutch Aneurysm Score) published two new mortality prediction models, both based on easily obtained clinical variables and validated in a population submitted to either OR or EVAR. The purpose of this paper was to describe the evolving experience in rAAA management in our centre, and to validate the applicability of the aforementioned scores in our practice.

Methods: The clinical data of all patients admitted in our hospital from 2010 to 2016 with the diagnosis of rAAA were retrospectively reviewed and statistical analysis using SPSS V.22 was performed.

Results: A total of 71 patients were considered, including 19 EVARs and 52 ORs. There was a significant increase over time in repairs performed by EVAR, and in 2015 the annual rate of EVAR exceeded that of OR.

The population of patients submitted to EVAR and OR were comparable in gender, age and co-morbidities with the exception of smoking, more common in the EVAR group (73.7% Vs 36.5%; $p=0.005$).

No cases of intra-operative mortality were registered in the EVAR group, as opposed to 17% in the OR group ($p=0.049$). 30-day mortality reached 49% in the OR group and 31,6% in the EVAR group ($p>0.05$).

Several pre-operative predictors of outcome were identified: smoking ($p=0.005$), pre-operative hemodynamic instability ($p=0.003$) and international normalized ratio (INR) at admission ($p<0.0001$). As for post-operative predictors of outcome, hemodynamic instability in the ICU was statistically significant ($p<0.0001$). Binary logistic regression concluded elevated INR and post-operative instability were independent risk predictors of outcome ($p<0.05$).

The mortality score prediction models aforementioned were applied to our population and estimated mortality significantly correlated with real mortality (estimated mortality 41% and 45.3% Vs real mortality 45%; both $p<0.0001$). Pearson correlation was applied to compare scores and concluded a correlation coefficient of 0.775 ($p<0.001$), describing a significant positive linear correlation between scores.

Conclusions: In recent years, EVAR has increasingly become the procedure of choice for rAAA in our institution. With this evolving approach to rAAA, both score prediction models were retrospectively applied and both accurately predicted mortality in the study population ($p<0.001$).

Keywords

Aortic Aneurysm, Abdominal (MeSH Term); Aneurysm, Ruptured (MeSH Term); Mortality (MeSH Term); Decision Support Techniques (MeSH Term)

INTRODUÇÃO

Atualmente, o aneurisma da aorta abdominal em rotura (AAAr) continua a ser uma patologia potencialmente fatal com uma taxa de mortalidade global estimada em 80%.¹ Cerca de um terço dos doentes não chega a receber cuidados hospitalares e um terço não chega a ser submetido a intervenção cirúrgica. Do restante terço dos doentes que é submetido a intervenção cirúrgica, apenas 50% sobrevivem ao período peri-operatório.² Apesar de todos os avan-

ços técnicos, a taxa de mortalidade não se tem alterado muito ao longo do tempo.³

O tratamento endovascular de aneurisma da aorta abdominal (EVAR) tem sido utilizado de uma forma crescente no tratamento de AAAr, apesar da ausência de evidência nível A. De facto, estima-se que 60% dos casos de AAAr sejam anatomicamente compatíveis com EVAR (18-83%).⁴

Modelos preditores de risco de morte foram estudados de uma forma exaustiva na era pré-EVAR, tendo sido desenvolvidos múltiplos algoritmos como é o caso do *Glasgow Aneu-*

rysm Score (GAS), Hardman Index, Vancouver Score, Edinburgh Ruptured Aneurysm Score (ERAS) e Vascular Study Group of New England Ruptured Abdominal Aneurysm Score (VSGNE-RAAA Score). Apenas o GAS sofreu uma atualização com a adição de uma variável para o tipo de intervenção, e mesmo esse não foi capaz de identificar um grupo de muito elevado risco não suportando assim uma decisão de não oferecer tratamento.⁵ Em 2017, foram publicados dois novos algoritmos de previsão de risco, ambos baseados em variáveis clínicas facilmente obtidas e validados numa população submetida quer a CA quer a EVAR.⁶⁻⁷

Os objetivos deste trabalho foram, portanto, descrever a evolução da experiência no tratamento de AAAR na nossa instituição e validar a aplicabilidade dos algoritmos supracitados na nossa prática clínica.

MÉTODOS

Rotura de aneurisma da aorta abdominal (AAAR) foi definida como extravasamento de sangue ou hematoma perianeurismático identificado em estudo por Tomografia Computorizada (TC) ou intraoperatóriamente.

Instabilidade hemodinâmica definiu-se como perda de consciência, transitória ou permanente, previamente à cirurgia ou pressão arterial sistólica ≤ 70 mmHg em qualquer momento do pré-operatório.

Instabilidade hemodinâmica pós-operatória definiu-se como incapacidade de manter pressão arterial sistólica ≥ 70 mmHg apesar de tratamento adequado numa unidade de cuidados intensivos (UCI).

Identificaram-se todos os doentes admitidos na nossa instituição com o diagnóstico de AAAR no período decorrido entre janeiro de 2010 e dezembro de 2016. Aneurismas justa-renais e toraco-abdominais foram excluídos desta análise.

Foram recolhidos os dados dos processos clínicos dos doentes selecionados e procedeu-se à análise estatística dos mesmos. Variáveis categóricas foram apresentadas como frequências e percentagens. Variáveis contínuas com distribuição normal foram apresentadas como médias e desvios padrão. Todos os valores p são bicaudados, com um valor menor ou igual a 0,05 a indicar significância estatística. A análise estatística foi realizada com recurso ao SPSS versão 22.0. Variáveis categóricas foram comparadas com o uso do teste de Qui-Quadrado. O teste de Levene foi usado para avaliar a igualdade de variância entre dois grupos de variáveis contínuas, sendo que para um valor de $p > 0,05$ foi assumido que a diferença de variância entre dois grupos era improvável que se devesse a um fator aleatório. Variáveis contínuas foram comparadas com recurso ao teste T de amostras independentes. O teste de Kaplan-Meier foi usado para estimar

e comparar sobrevivência em função do tempo. Um modelo de regressão logística multivariada binária foi aplicado para a identificação de fatores preditores independentes de mortalidade, após realização de análise univariada.

RESULTADOS

Durante o período de estudo foram identificados 71 doentes admitidos com o diagnóstico de AAAR, 19 doentes foram submetidos a EVAR e 52 a CA. Não houve registo de casos recusados para cirurgia. Houve um aumento significativo ao longo do tempo de procedimentos de EVAR, e em 2015 a taxa anual de EVAR excedeu a de CA. Comparou-se ambos os grupos relativamente a idade à data da rotura do aneurisma, sexo e fatores de risco cardiovasculares, sendo comparáveis em todos os parâmetros à exceção de tabagismo, mais prevalente no grupo EVAR (73,7% Vs. 36,5%; $p=0,005$). (Tabela 1)

Tabela 1 Dados demográficos comparativos entre grupo submetido a EVAR e CA

EVAR – Endovascular aneurysm repair; CA – Cirurgia aberta; DP – Desvio padrão; HTA – Hipertensão arterial

	EVAR	CA	p
Idade à admissão, anos ($\mu \pm DP$)	75 \pm 9,8	74,3 \pm 9,3	0,79
Sexo (n,%)			
♀	2 (10,5%)	8 (14,3%)	0,602
♂	17 (89,5%)	44 (84,6%)	0,602
Fatores de risco			
HTA(n,%)	16 (84,2%)	35 (67,3%)	0,161
Dislipidemia (n,%)	13 (68,4%)	19 (36,5%)	0,054
Tabagismo (n,%)	14 (73,7%)	19 (36,5%)	0,005
Diabetes Mellitus (n,%)	2 (10,5%)	9 (17,3%)	0,484
Doença coronária (n,%)	7 (36,8%)	12 (23,1%)	0,246
Total (n,%)	19 (26,8%)	52 (73,2%)	

Relativamente ao *outcome* dos doentes, constatou-se que nenhum doente no grupo EVAR morreu no período intraoperatório, por oposição a 17,3% no grupo CA, sendo esta diferença significativa (0 (0%) Vs. 9 (17,3%); $p=0,049$). (Tabela 2) A taxa de mortalidade a 30 dias foi inferior no grupo EVAR, atingindo 31,6%, por oposição a 50% no grupo CA, mas não atingiu significância estatística ($p > 0,05$). (Tabela 2)



Tabela 2 Mortalidade intra-operatória e mortalidade a 30 dias de doentes submetidos a EVAR e CA

EVAR – Endovascular aneurysm repair; CA – Cirurgia aberta

Outcome	EVAR	CA	p
Mortalidade intra-operatória (n,%)	0 (0%)	9 (17,3%)	0,049
Mortalidade aos 30 dias (n,%)	6 (31,6%)	26 (50%)	0,167
Total	19	52	

Vários preditores pré-operatórios de *outcome* propostos na literatura foram avaliados neste estudo, comparando-se o grupo de doentes com sobrevida >30 dias com doentes com sobrevida ≤30 dias. (Tabela 3) Constatou-se que tabagismo, elevação do *International Normalized Ratio* (INR) e instabilidade hemodinâmica à admissão, são fatores preditores de mau *outcome* neste grupo de doentes (p<0,05).

Como fatores preditores intra-operatórios de *outcome* identificou-se o número de unidades de plasma fresco congelados transfundido intraoperatoriamente bem como as perdas sanguíneas intra-operatórias. (Tabela 3)

Como fatores preditores pós-operatórios de *outcome* identificou-se a instabilidade hemodinâmica pós-operatória (p<0,0001).

Após a análise univariada procedeu-se a uma regressão logística multivariada e constatou-se que a elevação do INR e a instabilidade hemodinâmica pós-operatória são fatores de risco independentes para mau prognóstico (p=0,036 e p=0,043 respetivamente).

Recentemente, *Healey et al* propôs um algoritmo destinado a calcular a mortalidade esperada, com recurso a 3 parâmetros fáceis de obter na urgência, nomeadamente a idade, creatinina superior ou inferior a 1,5 mg/dL e pressão arterial sistólica inferior a 70 mmHg, calculando 4 categorias de risco, com o grupo de risco mais elevado situado entre 56-65%. Este modelo foi validado numa população

Tabela 3 Dados comparativos entre o grupo de doentes com sobrevida >30 dias com doentes com sobrevida ≤30 dias

DP – Desvio Padrão; HTA – Hipertensão arterial; INR – International Normalized Ratio

	Sobrevida > 30 dias	Sobrevida ≤ 30 dias	Total	p
Idade à admissão, anos ($\mu \pm DP$)	71,62±8,58	77,91±9,32	74,45±9,399	0,743
Sexo masculino (n, %)	34 (87)	27 (84)	61 (86)	0,735
Diâmetro aneurisma (mm) ($\mu \pm DP$)	68,23±15,61	77±19,23	71,71±17,5	0,409
HTA (n, %)	27 (69)	24 (75)	51 (72)	0,591
Dislipidemia (n, %)	19 (49)	13 (40)	32 (59)	0,485
Tabagismo (n, %)	9 (23)	24 (75)	33 (46,5%)	0,005
Diabetes mellitus (n, %)	5 (12,8)	6 (8,9)	11 (15,5)	0,492
Doença coronária (n, %)	12 (30,7)	7 (21,9)	19 (26,8)	0,400
Hemoglobina, g/dL ($\mu \pm DP$)	13,66±14,1	9,5±2,41	11,83±10,79	0,228
Plaquetas(x10⁶/mL) ($\mu \pm DP$)	188±81,6	156±70,8	174,8±78,3	0,721
INR ($\mu \pm DP$)	1,29 ± 0.25	1,76 ± 0.81	1,48±0.61	0,001
Creatinina, mg/dL ($\mu \pm DP$)	1,42±1,46	1,82±1,07	1,59±1,31	0,675
Instabilidade hemodinâmica à admissão n(%)²	20 (51%)	27 (85%)	47 (66%)	0,003
UGR intraoperatórias, unidades ($\mu \pm DP$)	2,76±2,06	6,8±3,9	4,47±3,58	0,79
UPlasma intraoperatórias, unidades ($\mu \pm DP$)	1,3±1,47	4,5±2,59	2,65±2,54	0,001
Instabilidade hemodinâmica pós-operatória n(%)^{3,4}	12 (30,1%)	18 (78,2%)	30 (48,4%)	0,0001
Perdas sanguíneas intra-operatórias, mL ($\mu \pm DP$)	930 ± 669	2215 ± 1778	1474±1402	0,001
Total	39	32	71	

submetida quer a cirurgia direta quer a cirurgia endovascular.⁶ Este algoritmo foi aplicado à nossa população, tendo-se obtido uma taxa de mortalidade esperada de 41%, muito semelhante à mortalidade real de 45%. A representação gráfica ilustra que à medida que o risco estimado aumenta, também aumenta a mortalidade real de forma significativa ($p < 0,001$). No entanto, constata-se que no último patamar de risco (56-65%) a mortalidade real é muito superior. (Tabela 4)

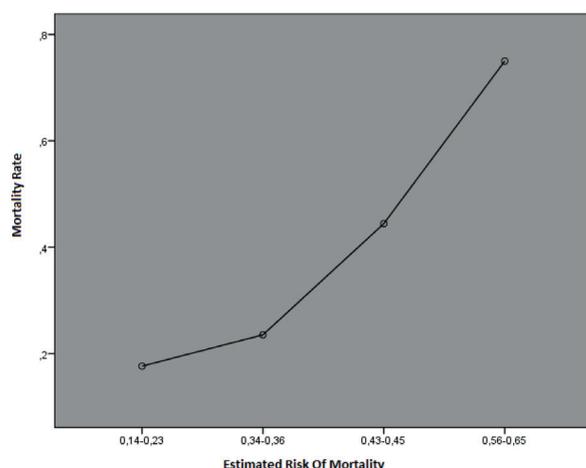


Tabela 4 4A: Representação gráfica da mortalidade aos 30 dias esperada em função da mortalidade real
4B: Tabela representativa da mortalidade aos 30 dias esperada em função da mortalidade real

		Mortalidade aos 30 dias (n,%)	p
	0,14-0,23	3 (17,6%)	<0,001
Mortalidade esperada aos 30 dias	0,34-0,36	4 (23,5%)	<0,001
	0,43-0,45	4 (44%)	<0,001
	0,56-0,65	21 (75%)	<0,001
Total		32 (45%)	

O *Dutch Aneurysm Score* tem uma fórmula de cálculo complexa mas baseada em 4 parâmetros facilmente obtidos em contexto de urgência, nomeadamente idade, pressão arterial sistólica mais baixa avaliada a nível hospitalar no período pré-operatório, necessidade de ressuscitação cardiopulmonar e valor de hemoglobina à admissão.⁷ Este algoritmo foi aplicado à nossa população, tendo-se obtido uma taxa de mortalidade esperada de 45,3%, muito semelhante à mortalidade real de 45%, sendo a correlação estatisticamente significativa. (Tabela 5)

Tabela 5 Mortalidade esperada usando o *Dutch Aneurysm Score* em comparação com mortalidade real

	Mortalidade aos 30 dias ($\mu \pm SD$)	p
Sobrevida > 30 dias	30,2% \pm 19,6	<0,001
Sobrevida \leq 30 dias	63,8% \pm 20,9	<0,001
Total	45,3% \pm 26,1	

Comparando diretamente a aplicação de ambos os *scores* na nossa população recorrendo à correlação de Pearson, constatou-se que há uma correlação linear positiva entre ambos os *scores* com um valor de r elevado – 0,775 – com significância estatística ($p < 0,0001$).

No entanto, o *Dutch Aneurysm Score* permite, por oposição ao *score* de *Healey et al*, identificar um grupo de risco esperado muito elevado (>80%). De facto, na nossa população constatou-se que 16,9% dos doentes (n=12) apresentavam risco esperado muito elevado com risco médio de 0,85 \pm 0,042 (range 0,80-0,93) com uma taxa de mortalidade aos 30 dias de 91,7%. (Tabela 6)

Tabela 6 Tabela comparativa do *outcome* de doentes com risco muito elevado calculado com DAS com o *score* de *Healey et al* e com a mortalidade real DAS – *Dutch aneurysm score*

	DAS	n	Healey et al Score Mortalidade esperada	Mortalidade real intraoperatória	Mortalidade real a 30 dias
DAS: Doentes risco muito elevado ($\geq 80\%$)	0,85 \pm 0,042 (range 0,80 - 0,93)	n=12 (16,9%)	0,62 \pm 0,044 (range 0,56-0,65)	n=6 (50%)	n=11 (91,7%)



DISCUSSÃO

O conceito teórico de estratificar risco de mortalidade em doentes com aneurisma da aorta abdominal em rotura não é um conceito novo. De facto, na era pré-EVAR múltiplos algoritmos de previsão de risco de mortalidade foram propostos. No entanto, apenas o GAS sofreu uma atualização com a introdução da variável de tipo de tratamento (EVAR Vs. CA).⁸ Segundo *Thompson et al*, nenhum desses *scores*, incluindo o GAS modificado, apresenta utilidade na prática clínica para definir um subgrupo de doentes com muito baixa probabilidade de sucesso do tratamento. A maioria dos doentes com AAAr não foi classificado no grupo de risco muito elevado por estes algoritmos, e por outro lado, no grupo de doentes de mais alto risco a taxa de mortalidade foi sobrestimada.

A falta de especificidade destes algoritmos, aliado a diferenças na prática clínica entre diferentes centros levou a taxas de recusa de tratamento muito variáveis na literatura. O *Improve Trial* apresentou uma taxa de recusa que chegou a 23% por oposição a 9% no *Ajax Trial*.⁹⁻¹⁰ De facto, a decisão de recusar tratamento será sempre extremamente complexa, mas a existência de um bom modelo preditor poderá auxiliar nesta decisão.

Modelos preditores de mortalidade adaptados a uma realidade em que quer o EVAR quer a cirurgia direta são exequíveis são raros. *Healey et al* identificou as variáveis creatinina sérica à admissão, idade e instabilidade hemodinâmica como preditores de mau prognóstico a 30 dias.⁶ Noutro estudo foram identificadas as variáveis idade, perda de consciência e valor de hemoglobina à admissão como preditores de mau prognóstico.¹¹ Em ambos os estudos as variáveis são facilmente obtidas em contexto de urgência. O *Dutch Aneurysm Score* (DAS) foi desenvolvido e validado numa coorte de doentes com uma elevada percentagem de doentes tratados por via endovascular (23,8%). Adicionalmente, é o primeiro *score* a identificar de forma fidedigna um grupo de risco muito elevado (>80%) nos quais se deve ponderar não oferecer tratamento.⁷

Na nossa experiência o EVAR tem-se tornado cada vez mais o procedimento de escolha em casos de AAA em rotura, sendo que apesar de a mortalidade aos 30 dias não ser significativamente diferente, há uma tendência no sentido de melhor *outcome* (taxa de mortalidade a 30 dias de 31,6 Vs. 50%, $p=0,167$).

Na nossa coorte o tabagismo, a instabilidade hemodinâmica à admissão e a elevação do INR à admissão foram identificados como fatores pré-operatórios de mau prognóstico, podendo ser tidos em conta na decisão de submeter ou não, a cirurgia de reparação de aneurisma em rotura.

As perdas sanguíneas intraoperatórias e o número de transfusões de plasma fresco congelado intraoperatórias foram identificados como fatores preditores intra-operatórios de mau *outcome* a 30 dias ($p<0,05$). Admite-se que a avaliação de perdas sanguíneas intra-operatórias no caso do EVAR seja falaciosa, uma vez que apenas se estimam as perdas durante a abordagem de acessos percutâneos, salvo se se realizar laparotomia descompressiva, ignorando-se assim o volume de hematoma intra-abdominal.

Por último identificou-se a instabilidade hemodinâmica pós-operatória como preditor de mau *outcome* pós-operatório ($p<0,0001$). Este último, juntamente com os preditores intra-operatórios de mau *outcome* podem auxiliar na decisão de não manter terapêuticas excecionais em doentes no pós-operatório imediato de reparação de aneurisma da aorta abdominal.

Na análise multivariada concluiu-se que a instabilidade hemodinâmica pós-operatória e elevação do INR são fatores preditores independentes de mau *outcome* a 30 dias ($p<0,05$).

Ambos os modelos preditores aplicados são de uso simples e previram a mortalidade esperada da população estudada adequadamente. O DAS conseguiu identificar um grupo considerável de doentes na nossa população com muito elevado risco (>80%), sendo neste *pool* de doentes que se deve ponderar não oferecer tratamento.

Admite-se como limitações a este estudo a sua natureza retrospectiva, o diminuto *pool* de doentes, a ausência de dados relativos a morte extra-hospitalar por AAAr.

Como conclusão, a definição objetiva de risco de mortalidade muito elevado em doentes com AAAr com recurso a algoritmos fiáveis de usar na prática clínica iria certamente ser um instrumento para auxiliar na decisão de recusar tratamento invasivo. No entanto a definição de limiares estritos para identificar doentes com muito baixa probabilidade de sucesso parece ser pouco realista dado que a decisão vai sempre depender da avaliação clínica subjetiva e das expectativas do doente e da sua família.

REFERÊNCIAS

1. Reimerink JJ, van der Laan MJ, Koelemay MJ, Balm R, Legemate DA. Systematic review and meta-analysis of population-based mortality from ruptured abdominal aortic aneurysm. *Br J Surg*. 2013;100(11):1405-13.
2. van Beek SC, Conijn AP, Koelemay MJ, Balm R. Editor's Choice - Endovascular aneurysm repair versus open repair for patients with a ruptured abdominal aortic aneurysm: a systematic review and meta-analysis of short-term survival. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2014;47(6):593-602.

3. Kantonen I, Lepantalo M, Brommels M, Luther M, Salenius JP, Ylonen K. Mortality in ruptured abdominal aortic aneurysms. The Finnvasc Study Group. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 1999;17(3):208-12.
4. Moll FL, Powell JT, Fraedrich G, Verzini F, Haulon S, Waltham M, 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-S58.
5. van Beek SC, Reimerink JJ, Vahl AC, Wisselink W, Peters RJ, Legemate DA, et al. Editor's Choice--External Validation of Models Predicting Survival After Ruptured Abdominal Aortic Aneurysm Repair. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2015;49(1):10-6.
6. Healey CT, Neilson M, Clark D, Schanzer A, Robinson W, Vascular Study Group of New England N. Predicting Mortality of Ruptured Abdominal Aortic Aneurysms in the Era of Endovascular Repair. *Ann Vasc Surg.* 2017;38:59-63.
7. von Meijenfheldt GC, van Beek SC, Bastos Goncalves F, Verhagen HJ, Zeebregts CJ, Vahl AC, et al. Development and External Validation of a Model Predicting Death After Surgery in Patients With a Ruptured Abdominal Aortic Aneurysm: The Dutch Aneurysm Score. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2017;53(2):168-74.
8. Thompson PC, Dalman RL, Harris EJ, Chandra V, Lee JT, Mell MW. Predictive models for mortality after ruptured aortic aneurysm repair do not predict futility and are not useful for clinical decision making. *J Vasc Surg.* 2016;64(6):1617-22.
9. Investigators IT, Powell JT, Sweeting MJ, Thompson MM, Ashleigh R, Bell R, et al. Endovascular or open repair strategy for ruptured abdominal aortic aneurysm: 30 day outcomes from IMPROVE randomised trial. *BMJ.* 2014;348:f7661.
10. Reimerink JJ, Hoornweg LL, Vahl AC, Wisselink W, van den Broek TA, Legemate DA, et al. Endovascular repair versus open repair of ruptured abdominal aortic aneurysms: a multicenter randomized controlled trial. *Ann Surg.* 2013;258(2):248-56.
11. Acosta S, Lindblad B, Zdanowski Z. Predictors for outcome after open and endovascular repair of ruptured abdominal aortic aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2007;33(3):277-84.

