



REVISTA BRASILEIRA DE ANESTESIOLOGIA

Publicação Oficial da Sociedade Brasileira de Anestesiologia
www.sba.com.br



ARTIGO CIENTÍFICO

Sistemas de classificação da gravidade da doença e mortalidade após cirurgia não cardíaca



Pedro Videira Reis^{a,b}, Gabriela Sousa^a, Ana Martins Lopes^a, Ana Vera Costa^b, Alice Santos^a e Fernando José Abelha^{a,b,*}

^a Hospital de São João, Serviço de Anestesiologia, Porto, Portugal

^b Universidade do Porto, Faculdade de Medicina, Porto, Portugal

Recebido em 18 de agosto de 2015; aceito em 22 de novembro de 2017

Disponível na Internet em 5 de abril de 2018

PALAVRAS-CHAVE

Mortalidade após cirurgia;
Sistemas de classificação da gravidade da doença;
APACHE II;
SAPS II;
Unidade de terapia intensiva cirúrgica;
Cirurgia não cardíaca

Resumo

Justificativa: A mortalidade após cirurgia é frequente e os sistemas de classificação da gravidade da doença são usados para a previsão. Nosso objetivo foi avaliar os preditivos de mortalidade após cirurgia não cardíaca.

Métodos: Os pacientes adultos admitidos em nossa unidade de terapia intensiva cirúrgica entre janeiro de 2006 e julho de 2013 foram incluídos. Análise univariada foi feita com o teste de Mann-Whitney, qui-quadrado ou exato de Fisher. Regressão logística foi feita para avaliar fatores independentes com cálculo de razão de chances (*odds ratio* – OR) e intervalo de confiança de 95% (IC 95%).

Resultados: No total, 4.398 pacientes foram incluídos. A mortalidade foi de 1,4% na unidade de terapia intensiva cirúrgica e de 7,4% durante a internação hospitalar. Os preditivos independentes de mortalidade na unidade de terapia intensiva cirúrgica foram APACHE II (OR = 1,24); cirurgia de emergência (OR = 4,10), sódio sérico (OR = 1,06) e FiO₂ na admissão (OR = 14,31). Bicarbonato sérico na admissão (OR = 0,89) foi considerado um fator protetor. Os preditivos independentes de mortalidade hospitalar foram idade (OR = 1,02), APACHE II (OR = 1,09), cirurgia de emergência (OR = 1,82), cirurgia de alto risco (OR = 1,61), FiO₂ na admissão (OR = 1,02), insuficiência renal aguda no pós-operatório (OR = 1,96), frequência cardíaca (OR = 1,01) e sódio sérico (OR = 1,04). Os pacientes moribundos apresentaram escores mais altos de gravidade da doença nos sistemas de classificação e mais tempo de permanência em unidade de terapia intensiva cirúrgica.

Conclusão: Alguns fatores tiveram influencia sobre a mortalidade tanto hospitalar quanto na unidade de terapia intensiva cirúrgica.

© 2017 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

* Autor para correspondência.

E-mail: fernando.abelha@gmail.com (F.J. Abelha).

KEYWORDS

Postoperative mortality;
Severity of disease scoring systems;
APACHE II;
SAPS II;
Surgical intensive care unit;
Non-cardiac surgery

Severity of disease scoring systems and mortality after non-cardiac surgery**Abstract**

Background: Mortality after surgery is frequent and severity of disease scoring systems are used for prediction. Our aim was to evaluate predictors for mortality after non-cardiac surgery.

Methods: Adult patients admitted at our surgical intensive care unit between January 2006 and July 2013 was included. Univariate analysis was carried using Mann-Whitney, Chi-square or Fisher's exact test. Logistic regression was performed to assess independent factors with calculation of odds ratio and 95% confidence interval (95% CI).

Results: 4398 patients were included. Mortality was 1.4% in surgical intensive care unit and 7.4% during hospital stay. Independent predictors of mortality in surgical intensive care unit were APACHE II (OR = 1.24); emergent surgery (OR = 4.10), serum sodium (OR = 1.06) and FiO₂ at admission (OR = 14.31). Serum bicarbonate at admission (OR = 0.89) was considered a protective factor. Independent predictors of hospital mortality were age (OR = 1.02), APACHE II (OR = 1.09), emergency surgery (OR = 1.82), high-risk surgery (OR = 1.61), FiO₂ at admission (OR = 1.02), postoperative acute renal failure (OR = 1.96), heart rate (OR = 1.01) and serum sodium (OR = 1.04). Dying patients had higher scores in severity of disease scoring systems and longer surgical intensive care unit stay.

Conclusion: Some factors influenced both surgical intensive care unit and hospital mortality.

© 2017 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introdução

Estima-se que 234,2 milhões de pessoas são submetidas à cirurgia a cada ano.¹ De acordo com o Estudo Europeu de Resultados Cirúrgicos feito em 2012, a mortalidade pós-operatória foi de 4% antes da alta hospitalar e de 5,5% em um ano.² A maioria das mortes ocorreu em pacientes idosos submetidos à cirurgia de grande porte em caráter emergencial e com doenças coexistentes graves, bem como em pacientes que desenvolveram complicações.³⁻⁶

Há vários fatores de risco descritos para morbidade e mortalidade após cirurgias, que podem ser divididos em três categorias: relacionados ao paciente, à cirurgia e à anestesia. Os países desenvolvidos têm taxas elevadas de morbidade devido a complicações pós-operatórias (12% nos Estados Unidos) e evidências sugerem cada vez mais que as complicações pós-operatórias têm um grande impacto na mortalidade.^{3,4,7,8} Os riscos cirúrgicos e anestésicos são baixos para a maioria dos pacientes, mas o envelhecimento e as comorbidades associadas do paciente, bem como o número crescente de pacientes e de cirurgias feitas, tornam a morbidade e mortalidade mais prováveis no pós-operatório.^{4,9}

Metade dos eventos adversos pós-operatórios foi identificada como evitável.¹⁰ A redução das taxas de complicações pós-operatórias e o tratamento efetivo delas podem ser uma abordagem para reduzir a mortalidade após cirurgia.^{3,4,8} Os cuidados pós-operatórios imediatos permitem monitoração atenta e intervenção precoce para prevenir complicações e mortes no pós-operatório. Pacientes com risco aumentado de complicações podem exigir monitoração mais extensa em Unidade de Terapia Intensiva Cirúrgica (UTI-C), o que pode contribuir para um melhor resultado e diminuir a morbidade e a mortalidade. No entanto, existem poucos leitos em UTI-C e os custos de uso são altos.^{11,12}

Para melhorar os cuidados pós-operatórios, sistemas de classificação da gravidade da doença são usados para prever

o prognóstico e estimar a morbidade e mortalidade dos pacientes. A avaliação da gravidade da doença crônica e aguda com bases fisiológicas (APACHE II: *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II*) e a classificação simplificada da doença aguda com bases fisiológicas (SAPS II: *Simplified Acute Physiology Score II*) são dois sistemas de classificação de doenças mundialmente usados.¹³⁻¹⁵ Esses sistemas podem ser usados para prever a mortalidade com o cálculo da razão padronizada de mortalidade (SMR: *Standardized Mortality Ratio*) – o quociente entre a observação e a previsão de mortalidade –, que pode ser usado como indicador da qualidade do atendimento em UTI,¹⁶⁻¹⁸ embora alguns autores argumentem que não deva ser usado para tal.^{19,20} Vários índices de risco foram desenvolvidos nos últimos anos com base na relação entre comorbidades e morbidade e mortalidade no perioperatório. O índice revisado de risco cardíaco (RCRI: *Revised Cardiac Risk Index*) tornou-se bem conhecido e, embora não seja um sistema de classificação da gravidade da doença, tem sido usado para prever o risco de complicações cardíacas após cirurgias, foi incorporado nas diretrizes para avaliação de fatores de risco no pré-operatório.^{21,22}

O objetivo do presente estudo foi avaliar os determinantes da mortalidade com o uso dos parâmetros incluídos nos sistemas de classificação da gravidade da doença em uma coorte de pacientes cirúrgicos em estado crítico.

Métodos**Coleta de dados**

O protocolo do estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa de nosso hospital. Este estudo retrospectivo de coorte foi feito em Sala de Recuperação Pós-Anestesia (SRPA), multidisciplinar, do Hospital São João, um hospital universitário com 1.124 leitos na cidade do Porto, Portugal.

A SRPA contém uma UTI-C com cinco leitos, na qual os pacientes cirúrgicos criticamente doentes foram internados, monitorados e tratados.

Todos os pacientes internados na UTI-C que haviam sido submetidos à cirurgia não cardíaca entre 1º de janeiro de 2006 e 19 de julho de 2013 foram elegíveis para inclusão no estudo. Pacientes com menos de 18 anos, clínicos e aqueles readmitidos pelo mesmo motivo médico durante o período do estudo e com tempo de permanência na UTI-C (TP-UC) inferior a 12 horas (h) foram excluídos.

As seguintes variáveis foram registradas na UTI-C: idade, tipo de admissão (cirurgia eletiva ou não eletiva), ventilação mecânica, TP-UC e mortalidade. Escores de APACHE II e SAPS II foram calculados e todas as variáveis e parâmetros desses escores foram avaliados separadamente.^{13,15} Insuficiência orgânica (considerando a presença de pelo menos uma insuficiência orgânica definida pelo APACHE II) e insuficiência renal prévia (considerando creatinina > 2 mg.dL⁻¹ e/ou oligúria < 500 mL.dia⁻¹) também foram avaliadas.

RCRI foi avaliado com o uso dos critérios desenvolvidos por Lee et al.: cirurgia de alto risco (procedimentos vasculares intraperitoneais, intratorácicos ou suprainguinais), história de doença cardíaca isquêmica, história de doença cardíaca congestiva, terapia pré-operatória com insulina, creatinina sérica pré-operatória > 2,0 mg.dL⁻¹ e história de doença vascular cerebral.²¹

Análise estatística

O teste de Kolmogorov-Smirnov foi feito para avaliar a normalidade das variáveis subjacentes. Os testes *U* de Mann-Whitney, qui-quadrado e exato de Fisher foram usados nas análises univariadas para comparar as proporções e as variáveis contínuas, respectivamente. Para avaliar os fatores preditivos independentes de mortalidade pós-operatória, usamos múltiplas regressões logísticas binárias. Após a aplicação da correção de Bonferroni para comparações múltiplas, todas as variáveis incluídas nos sistemas de classificação da gravidade da doença que apresentassem $p \leq 0,001$ nas análises univariadas foram inseridas em uma análise múltipla de regressão logística binária com método de eliminação direta para examinar os efeitos covariáveis sobre a mortalidade, calculou-se uma razão de chances (OR: *odds ratio*) e um intervalo de confiança (IC) de 95%. O programa estatístico SPSS versão 22.0 para Windows (SPSS, Chicago, IL) foi usado para analisar os dados.

Resultados

Durante o período de estudo houve 4.561 admissões na UTI-C e 4.398 pacientes estavam dentro dos critérios de inclusão. Foram excluídos 163 pacientes: 53 com TP-UC < 12h, 42 foram admitidos mais de uma vez, 38 eram menores de 18 anos e 30 foram admitidos por razões médicas.

A média das idades era de 65 anos, 61% eram do sexo masculino e 13% foram internados após cirurgia não eletiva. O tempo médio de permanência no pós-operatório foi de 20 h (IQR 16-42 h). Sessenta pacientes (1,4%) morreram na UTI-C e 327 (7,4%) morreram durante a internação hospitalar.

A **tabela 1** mostra as características de todos os pacientes inscritos no estudo e a comparação entre os pacientes

que sobrevivem e os que morreram durante a permanência na UTI-C. Na análise univariada, os pacientes que morreram na UTI-C eram mais velhos e mais provavelmente submetidos à cirurgia de emergência. Foram admitidos mais frequentemente com ventilação mecânica, escala de coma de Glasgow < 9 e insuficiência orgânica, conforme definido pelo APACHE II. Os pacientes que morreram na UTI-C apresentaram contagem mais baixa de hematócritos, temperatura corporal mais baixa, pressão arterial sistólica e média mais baixas, frequência cardíaca e respiratória mais alta, maior concentração sérica de ureia e creatinina, bilirrubina total mais alta, FiO₂ mais alta, PaO₂ mais baixa, PaCO₂ mais alta, bicarbonato sérico mais baixo, pH mais baixo e teor mais alto de sódio sérico durante as primeiras 24 h de permanência na UTI-C. Também desenvolveram insuficiência renal aguda pós-operatória com mais frequência.

A **tabela 2** apresenta os escores de gravidade da doença e os tempos de permanência na UTI-C. Os pacientes que morreram eram mais propensos a apresentar insuficiência cardíaca congestiva ou insuficiência renal no pré-operatório e foram submetidos mais frequentemente a cirurgias de alto risco. Os pacientes que não sobreviveram apresentaram com mais frequência escores mais altos no APACHE II (mediana de 22 vs. 8), SAPS II (mediana de 44 vs. 18), RCRI ≥ 2 e tempo maior de permanência na UTI-C (mediana de 46 vs. 20).

Na **tabela 3**, os resultados das análises multivariadas para mortalidade durante a permanência na UTI-C mostram que APACHE II (OR = 1,24), cirurgia de emergência (OR = 4,10), sódio sérico (OR = 1,06) e FiO₂ na admissão (OR = 14,31) foram preditivos independentes de mortalidade. O bicarbonato sérico na admissão (OR = 0,89) foi considerado um fator de proteção.

A **tabela 4** mostra as características de todos os pacientes inscritos no estudo e a comparação entre os pacientes que sobreviveram e os que morreram durante a internação hospitalar. Na análise univariada, os pacientes que morreram antes da alta hospitalar eram mais velhos e mais provavelmente submetidos a cirurgias de emergência. Foram admitidos mais frequentemente com ventilação mecânica, escala de coma de Glasgow < 9 e insuficiência orgânica, conforme definido pelo APACHE II. Os pacientes que morreram durante a internação hospitalar apresentaram contagem mais baixa de hematócritos, temperatura corporal mais baixa, pressão arterial sistólica e média mais baixas, frequência cardíaca mais alta, maior concentração sérica de ureia e creatinina, bilirrubina total mais alta, FiO₂ mais alta, PaCO₂ mais alta, bicarbonato sérico mais baixo, pH mais baixo e teor mais alto de sódio sérico durante as primeiras 24 h de permanência na UTI-C. Também desenvolveram insuficiência renal aguda pós-operatória com mais frequência.

A **tabela 5** mostra os escores de gravidade da doença e o tempo de permanência na UTI-C. Os pacientes que morreram eram mais propensos a ter insuficiência cardíaca congestiva ou insuficiência renal no pré-operatório e foram submetidos mais frequentemente a cirurgias de alto risco. Os pacientes que não sobreviveram apresentaram com mais frequência escores mais altos no APACHE II (mediana de 12 vs. 8), SAPS II (mediana de 27 vs. 18), RCRI ≥ 2 e tempo maior de permanência na UTI-C (mediana de 36 vs. 20).

Tabela 1 Análise univariada dos preditivos de mortalidade em UTI-C – Características dos pacientes

Variáveis	Total (n = 4.398)	Grupo sobrevivência (n = 4.338)	Grupo mortalidade (n = 60)	Valor-p
Sexo, n (%)				0,518 ^a
Masculino	2.681 (61,0)	2.642 (60,9)	39 (65,0)	
Feminino	1.717 (39,0)	1.696 (39,1)	21 (35,0)	
Idade, mediana (IQR)	65,0 (54,0–74,0)	65,0 (53,0–74,0)	72,5 (59,5–79,8)	< 0,001 ^b
Tipo de admissão, n (%)				< 0,001 ^a
Cirurgia eletiva	3.827 (87,0)	3.803 (87,7)	24 (40,0)	
Cirurgia não eletiva	571 (13,0)	535 (12,3)	36 (60,0)	
Ventilação mecânica na admissão, n (%)	1.341 (30,5)	1.291 (29,8)	50 (83,3)	< 0,001 ^a
Insuficiência orgânica,^d n (%)	682 (15,5)	658 (15,2)	24 (40,0)	< 0,001 ^a
Hematócritos, mediana (IQR)	33,0 (29,8–36,3)	33,0 (29,9–36,4)	28,8 (22,9–33,0)	< 0,001 ^b
Temperatura corporal, mediana (IQR)	35,4 (34,6–36,0)	35,8 (34,6–36,0)	34,0 (33,0–35,3)	< 0,001 ^b
Pressão arterial sistólica, mediana (IQR)	122,0 (102,0–144,0)	122,0 (102,0–144,0)	76,5 (66,0–88,8)	< 0,001 ^b
Pressão arterial média, mediana (IQR)	85,0 (71,0–96,0)	85,0 (71,0–96,0)	53,0 (47,3–63,0)	< 0,001 ^b
Frequência cardíaca, mediana (IQR)	83 (69–98)	83 (68–98)	112 (88–133)	< 0,001 ^b
Frequência respiratória, mediana (IQR)	14 (12–16)	14 (12–16)	16 (14–16)	< 0,001 ^b
Ureia sérica, mediana (IQR)	30,0 (20,0–40,0)	30,0 (20,0–40,0)	45,0 (23,5–70,0)	0,001 ^b
Creatinina sérica, mediana (IQR)	8,3 (6,5–11,0)	8,2 (6,5–11,0)	15,6 (9,0–25,3)	< 0,001 ^b
Bilirrubina total, mediana (IQR)	4,0 (1,0–7,0)	4,0 (1,0–7,0)	6,0 (4,0–10,8)	< 0,001 ^b
FiO₂, mediana (IQR)	0,40 (0,35–0,40)	0,40 (0,34–0,40)	0,52 (0,40–1,00)	< 0,001 ^b
PaO₂, mediana (IQR)	100,0 (100,0–110,0)	100,0 (100,0–110,0)	98,0 (75,5–138,6)	0,039 ^b
PaCO₂, mediana (IQR)	39,5 (35,0–45,0)	39,4 (35,0–45,0)	42,7 (36,0–54,0)	0,001 ^b
Bicarbonato sérico, mediana (IQR)	22,0 (21,0–24,0)	22,0 (21,0–24,0)	19,4 (17,0–22,0)	< 0,001 ^b
pH, mediana (IQR)	7,40 (7,35–7,40)	7,40 (7,35–7,40)	7,28 (7,17–7,35)	< 0,001 ^b
Potássio sérico, mediana (IQR)	3,80 (3,40–4,10)	3,80 (3,40–4,10)	3,90 (3,13–4,45)	0,806 ^b
Sódio sérico, mediana (IQR)	140 (137–142)	140 (137–142)	145 (140–152)	< 0,001 ^b
Leucócitos, mediana (IQR)	11,0 (8,0–14,0)	11,0 (8,0–11,0)	9,5 (4,0–19,0)	0,230 ^b
Escala de coma de Glasgow (<9), n (%)	54 (1,2)	46 (1,1)	8 (13,3)	< 0,001 ^e
Insuficiência renal aguda,^c n (%)	285 (6,5)	264 (6,1)	21 (35,0)	< 0,001 ^e

APACHE II, avaliação da gravidade da doença crônica e aguda com bases fisiológicas; IQR, intervalo interquartil (P25-P75); SAPS II, classificação simplificada da doença aguda com bases fisiológicas; UTI-C, unidade de terapia intensiva cirúrgica.

^a Teste do qui-quadrado.

^b Teste de Mann-Whitney.

^c Insuficiência renal prévia: creatinina > 2 mg.dL⁻¹ e/ou oligúria < 500 mL.dia⁻¹.

^d Insuficiência orgânica: presença de insuficiência de pelo menos um órgão definida pelo APACHE II.

^e Valor-p com o teste exato de Fisher.

Tabela 2 Análise univariada dos preditivos de mortalidade na UTI-C – Critérios desenvolvidos por Lee et al. e classificação de risco

Variáveis	Total (n = 4.398)	Grupo sobrevivência (n = 4.338)	Grupo mortalidade (n = 60)	Valor-p
Cirurgia de alto risco, n (%)	2.382 (54,2)	2.334 (53,8)	48 (80,0)	< 0,001 ^a
História da doença cardíaca isquêmica, n (%)	617 (14,0)	607 (14,0)	10 (16,7)	0,554 ^a
História da doença cardíaca congestiva, n (%)	691 (15,7)	673 (15,5)	18 (30,0)	0,002 ^a
Insulinoterapia pré-operatória, n (%)	215 (4,9)	213 (4,9)	2 (3,3)	1 ^c
Creatinina sérica pré-operatória >2,0 mg . dL ⁻¹ , n (%)	281 (6,4)	272 (6,3)	9 (15,0)	0,013 ^c
História da doença cerebrovascular, n (%)	559 (12,7)	548 (12,6)	11 (18,3)	0,188 ^a
RCRI ≥2, n (%)	328 (7,5)	317 (7,3)	11 (18,3)	0,004 ^c
APACHE II, mediana (IQR)	8,0 (6,0–12,0)	8,0 (6,0–12,0)	22,0 (19,0–26,0)	< 0,001 ^b
SAPS II, mediana (IQR)	18,0 (13,3–26,7)	18,0 (13,3–25,0)	43,7 (37,8–57,8)	< 0,001 ^b
TP-UC (horas), mediana (IQR)	20,0 (16,0–42,0)	20,0 (16,0–41,0)	46,0 (19,5–82,8)	< 0,001 ^b

^a Teste do qui-quadrado.

^b Teste de Mann-Whitney.

^c Valor-p com o teste exato de Fisher.

Tabela 3 Análise multivariada dos preditivos de mortalidade na UTI-C

Variáveis	OR simples	Valor-p	OR ajustada (IC 95%) ^b	Valor-p ^a
Idade	1,04 (1,02–1,06)	< 0,001	–	
Cirurgia não eletiva	10,66 (6,31–18,01)	< 0,001	3,88 (2,02–7,46)	< 0,001
Ventilação mecânica	11,80 (5,96–23,34)	< 0,001	–	
Insuficiência orgânica	3,78 (2,21–6,34)	< 0,001	–	
Hematócritos	0,86 (0,83–0,90)	< 0,001	–	
Temperatura corporal	0,53 (0,45–0,62)	< 0,001	–	
Pressão sistólica	0,95 (0,94–0,96)	< 0,001	–	
Pressão arterial média	0,92 (0,91–0,94)	< 0,001	–	
Frequência cardíaca	1,05 (1,04–1,06)	< 0,001	–	
Frequência respiratória	1,04 (1,01–1,07)	0,023	–	
Ureia sérica	1,02 (1,01–1,02)	< 0,001	–	
Creatinina sérica	1,04 (1,03–1,05)	< 0,001	–	
Bilirrubina total	1,00 (1,00–1,01)	0,252	–	
FiO ₂	1,08 (1,07–1,09)	< 0,001	1,03 (1,02–1,05)	< 0,001
PaCO ₂	1,07 (1,05–1,09)	< 0,001	–	
Bicarbonato sérico	0,74 (0,67–0,81)	< 0,001	0,88 (0,82–0,95)	0,001
pH, mediana	0,86 (0,84–0,88)	< 0,001	–	
Sódio sérico	1,23 (1,18–1,28)	< 0,001	1,06 (1,01–1,11)	0,010
Escala de coma de Glasgow	0,72 (0,67–0,78)	< 0,001	–	
Insuficiência renal aguda	8,3 (4,8–14,3)	< 0,001	–	
APACHE II	1,38 (1,31–1,41)	< 0,001	1,25 (1,18–1,31)	< 0,001
SAPS II	1,14 (1,12–1,16)	< 0,001	–	
TP-UC (horas)	1,01 (1,01–1,01)	< 0,001	–	
Cirurgia de alto risco	3,4 (1,8–6,5)	< 0,001	–	

APACHE II, avaliação da gravidade da doença crônica e aguda com bases fisiológicas; IQR, intervalo interquartil (P25-P75); SAPS II, classificação simplificada da doença aguda com bases fisiológicas; TP-UC, tempo de permanência em UTI cirúrgica; UTI-C, unidade de terapia intensiva.

^a Ajustado para idade, ventilação mecânica na admissão, insuficiência renal prévia, insuficiência orgânica, hematócrito, temperatura corporal, pressão sistólica, pressão arterial média, frequência cardíaca, frequência respiratória, ureia, creatinina, bilirrubina total, FiO₂, PaCO₂, bicarbonato sérico, pH, sódio sérico, Escala de Coma de Glasgow e SAPS II.

^b Análise de regressão logística feita com inclusão das variáveis dos sistemas de classificação da gravidade da doença com $p \leq 0,001$.

Tabela 4 Análise univariada dos preditivos de mortalidade hospitalar – Características dos pacientes

Variáveis	Total (n=4.398)	Grupo sobrevivência (n=4.071)	Grupo mortalidade (n=327)	Valor-p
Sexo, n (%)				0,938 ^a
Masculino	2.681 (61,0)	2,481 (60,9)	200 (61,2)	
Feminino	1,717 (39,0)	1,590 (39,1)	127 (38,8)	
Idade, mediana (IQR)	65 (54–74)	65 (53–74)	71 (59–78)	< 0,001 ^b
Tipo de admissão, n (%)				< 0,001 ^a
Cirurgia eletiva	3.827 (87,0)	3.598 (88,4)	229 (70,0)	
Cirurgia não eletiva	571 (13,0)	535 (12,3)	98 (30,0)	
Ventilação mecânica na admissão, n (%)	1.341 (30,5)	1.181 (29,0)	160 (48,9)	< 0,001 ^a
Insuficiência orgânica, ^d n (%)	682 (15,5)	585 (14,4)	97 (29,7)	< 0,001 ^a
Hematócritos, mediana (IQR)	33,0 (29,8–36,3)	33,0 (30,0–36,5)	31,0 (27,0–34,9)	< 0,001 ^b
Temperatura corporal, mediana (IQR)	35,4 (34,6–36,0)	35,8 (34,7–36,0)	35,2 (34,0–36,0)	< 0,001 ^b
Pressão arterial sistólica, mediana (IQR)	122,0 (102,0–144,0)	122,0 (103,0–144,0)	112,0 (87,0–138,0)	< 0,001 ^b
Pressão arterial média, mediana (IQR)	85,0 (71,0–96,0)	85,0 (71,0–96,0)	78,0 (60,0–91,0)	< 0,001 ^b
Frequência cardíaca, mediana (IQR)	83 (69–98)	82 (68–96)	89 (78–108)	< 0,001 ^b
Frequência respiratória, mediana (IQR)	14 (12–16)	14 (12–16)	14 (12–16)	0,113 ^b
Ureia sérica, mediana (IQR)	30,0 (20,0–40,0)	30,0 (20,0–40,0)	36,0 (20,0–50,0)	< 0,001 ^b
Creatinina sérica, mediana (IQR)	8,3 (6,5–11,0)	8,1 (6,4–10,7)	9,7 (7,0–16,0)	< 0,001 ^b
Bilirrubina total, mediana (IQR)	4,0 (1,0–7,0)	4,0 (1,0–7,0)	6,0 (3,0–9,0)	< 0,001 ^b
FiO ₂ , mediana (IQR)	0,40 (0,35–0,40)	0,40 (0,35–0,40)	0,40 (0,40–0,50)	< 0,001 ^b
PaO ₂ , mediana (IQR)	100,0 (100,0–110,0)	100,0 (100,0–110,0)	100,0 (90,0–120,0)	0,151 ^b
PaCO ₂ , mediana (IQR)	39,5 (35,0–45,0)	39,1 (35,0–45,0)	41,0 (35,0–45,0)	0,007 ^b
Bicarbonato sérico, mediana (IQR)	22,0 (21,0–24,0)	22,0 (21,0–24,0)	22,0 (20,0–24,0)	0,003 ^b
pH, mediana (IQR)	7,40 (7,35–7,40)	7,40 (7,35–7,40)	7,36 (7,30–7,40)	< 0,001 ^b
Potássio sérico, mediana (IQR)	3,80 (3,40–4,10)	3,8 (3,5–4,0)	3,7 (3,3–4,1)	0,078 ^b
Sódio sérico, mediana (IQR)	140 (137–142)	140 (137–142)	141 (138–142)	< 0,001 ^b
Leucócitos, mediana (IQR)	11,0 (8,0–14,0)	11,0 (8,0–14,0)	11,7 (7,5–16,0)	0,134 ^b
Escala de coma de Glasgow (<9), n (%)	54 (1,2)	37 (0,9)	17 (5,2)	< 0,001 ^e
Acute Renal failure, ^c n (%)	285 (6,5)	222 (5,5)	63 (19,3)	< 0,001

APACHE II, avaliação da gravidade da doença crônica e aguda com bases fisiológicas; IQR, intervalo interquartil (P25-P75); SAPS II, classificação simplificada da doença aguda com bases fisiológicas.

^a Teste do qui-quadrado.

^b Teste de Mann-Whitney.

^c Insuficiência renal prévia: creatinina >2 mg.dL⁻¹ e/ou oligúria <500 mL.dia⁻¹.

^d Insuficiência orgânica: presença de insuficiência de pelo menos um órgão definida pelo APACHE II.

^e Valor-p com o teste exato de Fisher.

Na [tabela 6](#), os resultados das análises multivariadas para mortalidade durante a internação hospitalar mostram que idade (OR = 1,02), APACHE II (OR = 1,09), cirurgia de emergência (OR = 1,82), alto risco cirúrgico (OR = 1,61)

e FiO₂ (OR = 1,02) na admissão, insuficiência renal aguda (OR = 1,96), frequência cardíaca (OR = 1,1) e sódio sérico (OR = 1,01) no pós-operatório foram preditivos independentes de mortalidade.

Tabela 5 Análise univariada dos preditivos de mortalidade hospitalar – Critérios desenvolvidos por Lee et al. e classificação de risco

Variáveis	Total (n = 4.398)	Grupo sobrevivência (n = 4.071)	Grupo mortalidade (n = 327)	Valor-p
Cirurgia de alto risco, n (%)	2.382 (54,2)	2.153 (52,9)	229 (70,0)	< 0,001 ^a
História da doença cardíaca isquêmica, n (%)	617 (14,0)	568 (14,0)	49 (15,0)	0,605 ^a
História da doença cardíaca congestiva, n (%)	691 (15,7)	616 (15,1)	75 (22,9)	< 0,001 ^a
Insulinoterapia pré-operatória, n (%)	215 (4,9)	198 (4,9)	17 (5,2)	0,787 ^c
Creatinina sérica pré-operatória > 2,0 mg. dL ⁻¹ , n (%)	281 (6,4)	237 (5,8)	44 (13,5)	< 0,001 ^c
História da doença cerebrovascular, n (%)	559 (12,7)	515 (12,7)	44 (13,5)	0,674 ^a
RCRI ≥ 2, n (%)	328 (7,5)	287 (7,0)	41 (12,5)	< 0,001 ^c
APACHE II, mediana (IQR)	8,0 (6,0–12,0)	8,0 (6,0–11,0)	12,0 (9,0–18,0)	< 0,001 ^b
SAPS II, mediana (IQR)	18,0 (13,3–26,7)	17,8 (13,3–24,4)	26,7 (18,0–38,0)	< 0,001 ^b
TP-UC (horas), mediana (IQR)	20,0 (16,0–42,0)	20,0 (16,0–41,0)	36,0 (19,0–68,0)	< 0,001 ^b

APACHE II, avaliação da gravidade da doença crônica e aguda com bases fisiológicas; IQR, intervalo interquartil (P25-P75); RCRI, índice revisado de risco cardíaco; SAPS II, classificação simplificada da doença aguda com bases fisiológicas; TP-UC, tempo de permanência em UTI cirúrgica; UTI-C, unidade de terapia intensiva cardíaca.

^a Teste do qui-quadrado.

^b Teste de Mann-Whitney.

^c Valor-p com o teste exato de Fisher.

Discussão

O estudo dos desfechos de pacientes em terapia intensiva tem como foco principal a sobrevivência hospitalar e o uso de recursos de saúde, ajustados de acordo com a gravidade da doença. A mortalidade em UTI depende muito da gravidade da doença da população em análise.²³ Vários modelos de risco foram desenvolvidos para avaliar a mortalidade após a internação em UTI e também podem ser úteis em pacientes cirúrgicos.

Embora estudos anteriores tenham se concentrado na identificação de fatores preditivos de morbidade e mortalidade no pós-operatório e avaliado e quantificado as comorbidades, os fatores perioperatórios e a presença de complicações pós-operatórias,^{2-5,24-32} nenhum deles tentou identificar os fatores preditivos a partir dos parâmetros fisiológicos e analíticos rotineiros no pós-operatório incluídos nos sistemas de classificação da gravidade da doença.

Em um grande estudo com 46.539 pacientes cirúrgicos, apenas 4% morreram antes da alta hospitalar; porém, apenas 27% foram submetidos a cirurgias de grande porte e admitidos em UTI-C no pós-operatório.² Um estudo multicêntrico que incluiu 84.730 pacientes submetidos a cirurgias gerais ou vasculares relatou diferentes taxas de mortalidade entre hospitais, variaram de 3,5% a 6,9%.⁵ Alguns anos atrás, medimos a taxa de mortalidade após cirurgias de grande porte em nosso hospital e descobrimos que foi de

7,6% na UTI-C e de 15,7% antes da alta hospitalar.⁷ Felizmente, conseguimos reduzir essas taxas de mortalidade, melhoramos o atendimento pós-operatório em nossa UTI-C.

O tipo de admissão é uma variável que foi estudada e está relacionada à mortalidade.^{5,6,9,29,33} Parece que os pacientes submetidos à cirurgia não eletiva estão propensos a ter um prognóstico pior, visto que estão mais gravemente enfermos, têm uma reserva menos funcional ou podem não estar aprimorados para a cirurgia. As cirurgias de emergência podem ser complexas e geralmente requerem um tratamento intraoperatório meticuloso.^{9,34} Em nosso estudo, a cirurgia não eletiva foi considerada um preditivo independente de mortalidade, aumenta o risco de morte durante a internação tanto em UTI quanto hospitalar.

Na análise multivariada, FiO₂ foi outro fator preditivo independente de mortalidade. A elevação da FiO₂ é com frequência necessária em pacientes com oxigenação tecidual prejudicada para tentar evitar os efeitos nocivos da hipóxia. De fato, está bem documentado que a relação PaO₂/FiO₂ está associada à mortalidade; porém, tanto SAPS II quanto APACHE II usam a FiO₂ como variável.^{35,36} Em nosso estudo, não avaliamos a razão PaO₂/FiO₂, mas o parâmetro de FiO₂ isolado, que pode ser considerado como um indicador substituto relevante dessa fração. Em um estudo anterior, a FiO₂ mais elevada permaneceu um preditivo independente de mortalidade mesmo após o ajuste para a razão PaO₂/FiO₂,³⁷ sugeriu um mau prognóstico, não apenas porque esses pacientes estão mais gravemente enfermos com

Tabela 6 Análise multivariada de preditivos de mortalidade hospitalar

Variáveis	OR simples	Valor-p	OR ajustada (IC 95%) ^b	Valor-p ^a
Idade	1,03 (1,03–1,04)	< 0,001	1,02 (1,01–1,03)	< 0,001
Cirurgia não eletiva	3,26 (2,52–4,20)	< 0,001	1,82 (1,34–2,48)	< 0,001
Ventilação mecânica	2,35 (1,87–2,94)	< 0,001	–	
Insuficiência orgânica	2,51 (1,95–3,24)	< 0,001	–	
Hematócritos	0,92 (0,90–0,94)	< 0,001	–	
Temperatura corporal	0,78 (0,72–0,85)	< 0,001	–	
Pressão sistólica	0,99 (0,98–0,99)	< 0,001	–	
Pressão arterial média	0,98 (0,97–0,99)	< 0,001	–	
Frequência cardíaca	1,03 (1,02–1,03)	< 0,001	1,01 (1,01–1,02)	< 0,001
Ureia sérica	1,01 (1,01–1,01)	< 0,001	–	
Creatinina sérica	1,03 (1,02–1,03)	< 0,001	–	
Bilirrubina total	1,00 (1,00–1,01)	0,116	–	
FiO ₂	1,05 (1,04–1,06)	< 0,001	1,02 (1,01–1,03)	< 0,001
pH	0,93 (0,91–0,94)	< 0,001	–	
Sódio sérico	1,11 (1,09–1,14)	< 0,001	1,04 (1,01–1,06)	0,003
Escala de coma de Glasgow	0,80 (0,75–0,84)	< 0,001	–	
Insuficiência renal aguda	4,14 (3,05–5,62)	< 0,001	1,86 (1,28–2,70)	0,001
APACHE II	1,18 (1,16–1,20)	< 0,001	1,09 (1,06–1,12)	< 0,001
SAPS II	1,07 (1,06–1,08)	< 0,001	–	
TP-UC (horas)	1,01 (1,01–1,01)	< 0,001	–	
Cirurgia de alto risco	2,08 (1,63–2,66)	< 0,001	1,61 (1,24–2,09)	< 0,001
História da doença cardíaca congestiva	1,67 (1,27–2,19)	< 0,001		
Creatinina sérica pré-operatória >2,0	4,14 (3,05–5,62)	< 0,001		

APACHE II, avaliação da gravidade da doença crônica e aguda com bases fisiológicas; IQR, intervalo interquartil (P25-P75); SAPS II, classificação simplificada da doença aguda com bases fisiológicas; TP-UC, tempo de permanência em UTI cirúrgica.

^a Ajustado por idade, ventilação mecânica na admissão, insuficiência renal prévia, hematócrito, temperatura corporal, pressão sistólica, pressão arterial média, frequência cardíaca, frequência respiratória, ureia sérica, creatinina sérica, bilirrubina total, FiO₂, PaCO₂, bicarbonato sérico, pH, soro sódio, Escala de coma de Glasgow e SAPS II.

^b Análise de regressão logística feita com inclusão das variáveis dos sistemas de classificação da gravidade da doença com $p \leq 0,001$.

oxigenação tecidual prejudicada, mas também por causa da hiperóxia e efeitos colaterais da ventilação.^{37–39}

Alguns autores descobriram que o sódio sérico é um fator de risco confiável para mortalidade^{40–44} e nós também chegamos ao mesmo resultado. A hipernatremia é uma complicação comum em pacientes criticamente doentes, de modo que podem estar inconscientes, intubados ou sedados e, invariavelmente, apresentar estado hiperosmolar e desidratação transitória intracelular.⁴⁵

A análise multivariada das variáveis independentes mostrou que a elevação do bicarbonato sérico estava associada a uma redução da mortalidade. Níveis baixos de bicarbonato podem estar associados à acidose metabólica e, conseqüentemente, a casos de fatalidade, como mostrado em outros estudos.^{46–49} Embora o impacto deletério da baixa concentração de bicarbonato sérico seja conhecido, os níveis de bicarbonato sérico, tanto baixos quanto elevados, podem estar associados ao aumento da mortalidade por todas as causas, devido às conseqüências bem documentadas do desequilíbrio ácido-base associadas a desfechos adversos e mortalidade.⁵⁰ Contudo, uma recente análise retrospectiva mostrou que a acidose em si não foi relacionada a desfechos ruins e que esses dependiam mais das condições graves causadoras da acidose.⁵¹

Um estudo anterior identificou um risco aumentado de mortalidade se os pacientes desenvolvessem insuficiência

renal aguda no pós-operatório com OR de 3,12.²⁸ Observamos uma tendência similar com OR de 1,86.

Outro estudo relatou taxas maiores de mortalidade com hipotensão ou taquicardia no pós-operatório.⁵² Porém, esse estudo incluiu pacientes de várias áreas médicas em estado agudo, e não apenas aqueles submetidos à cirurgia.

A mortalidade pós-operatória também depende da idade da população incluída no estudo.^{2,5,53} A taxa pode ser tão baixa quanto 3,7% na idade aproximada de 76 anos,¹⁰ versus 38% quando a mediana de idade é de 84 anos.⁵⁵ Em nosso estudo, a idade também foi um fator de risco para a mortalidade.

Para estratificar o risco pré-operatório dos pacientes, nós usamos o RCRI. Algumas comorbidades incluídas no RCRI (história de doença cardíaca congestiva ou doença renal) também foram associadas à mortalidade. Os pacientes que morreram apresentaram com mais frequência um escore RCRI ≥ 2 , mas apenas a cirurgia de alto risco foi considerada um fator de risco independente para a mortalidade. Talvez nesse grupo específico de pacientes o peso da cirurgia fosse mais relevante do que suas comorbidades.

Não surpreendentemente, os pacientes com tempos prolongados de permanência na UTI-C apresentaram taxa maior de mortalidade. Isso sugere que podem ter desenvolvido complicações pós-operatórias ou estavam mais gravemente enfermos.^{6,24–26} Com base na literatura anterior, podemos dizer que a ocorrência de complicações pós-operatórias

diminui em 69% a taxa de sobrevivência, o período pós-operatório é mais importante do que as comorbidades pré-operatórias e os fatores de risco intraoperatórios.^{3,4} Portanto, o foco em cuidados intensivos pós-operatórios e a avaliação das variáveis fisiológicas para prever os desfechos é de suma importância.

Limitações do estudo

Além das limitações inerentes a um estudo retrospectivo de coorte, outras estão presentes no desenho deste estudo. A avaliação do risco pré-operatório baseia-se em três categorias amplas, mas conectadas, que incluem vários fatores de risco: relacionados à cirurgia, relacionados ao paciente ou que dependem do estado funcional do paciente. Não conhecer as condições preexistentes dos pacientes além daquelas comorbidades presentes no RCRI provavelmente pode limitar o valor das conclusões, pois outras comorbidades podem influenciar os parâmetros fisiológicos incluídos nos sistemas de classificação da gravidade da doença. A falta da classificação do estado físico de acordo com a Sociedade Americana de Anestesiologistas (ASA-PS: *American Society of Anesthesiologists Physical Status*) em nossa população de amostra também é questionável. Os modelos de previsão de risco para mortalidade intra- e pós-operatória incluíram a classificação ASA-PS como um forte preditivo de desfecho.^{22,52,54,55} Além disso, nenhum dos parâmetros hemodinâmicos intraoperatórios ou outras complicações pós-operatórias além da insuficiência orgânica foram avaliados em nosso estudo, o que pode influenciar tanto o desfecho quanto a mortalidade.

Conclusão

A taxa de mortalidade pós-operatória foi de 1,4% na UTI-C e de 7,4% durante a internação hospitalar. Os casos de fatalidade apresentaram escores significativamente maiores nos sistemas de classificação da gravidade da doença e um tempo de permanência mais longo na UTI-C. Quase todas as variáveis incluídas nos sistemas de classificação da gravidade da doença eram diferentes entre os grupos. Identificamos fatores de risco independentes para a mortalidade na UTI-C: APACHE II, tipo de admissão, sódio sérico e FiO₂ na admissão, enquanto a concentração elevada de bicarbonato sérico foi associada à redução da taxa de mortalidade. Identificamos fatores de risco independentes para mortalidade durante a internação hospitalar: idade, APACHE II, tipo de admissão, cirurgia de alto risco, FiO₂ na admissão, insuficiência renal aguda pós-operatória, frequência cardíaca e sódio sérico durante a permanência na UTI-C.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

- Weiser TG, Regenbogen SE, Thompson KD, et al. An estimation of the global volume of surgery: a modelling strategy based on available data. *Lancet*. 2008;372:139–44.
- Monk TG, Saini V, Weldon BC, et al. Anesthetic management and one-year mortality after noncardiac surgery. *Anesth Analg*. 2005;100:4–10.
- Khuri SF, Henderson WG, DePalma RG, et al., Participants in the VA National Surgical Quality Improvement Program. Determinants of long-term survival after major surgery and the adverse effect of postoperative complications. *Ann Surg*. 2005;242:326–41, discussion 41–3.
- Ghaferi AA, Birkmeyer JD, Dimick JB. Variation in hospital mortality associated with inpatient surgery. *N Engl J Med*. 2009;361:1368–75.
- Pearse RM, Harrison DA, James P, et al. Identification and characterisation of the high-risk surgical population in the United Kingdom. *Crit Care*. 2006;10:R81.
- Abelha FJ, Castro MA, Landeiro NM, et al. Mortality and length of stay in a surgical intensive care unit. *Rev Bras Anesthesiol*. 2006;56:34–45.
- Arbous MS, Grobbee DE, van Kleef JW, et al. Mortality associated with anaesthesia: a qualitative analysis to identify risk factors. *Anaesthesia*. 2001;56:1141–53.
- Hall BL, Hamilton BH, Richards K, et al. Does surgical quality improve in the American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program: an evaluation of all participating hospitals. *Ann Surg*. 2009;250:363–76.
- Leung JM, Dzankic S. Relative importance of preoperative health status versus intraoperative factors in predicting postoperative adverse outcomes in geriatric surgical patients. *J Am Geriatr Soc*. 2001;49:1080–5.
- Kable AK, Gibberd RW, Spigelman AD. Adverse events in surgical patients in Australia. *Int J Qual Health Care*. 2002;14:269–76.
- Weissman C. The enhanced postoperative care system. *J Clin Anesth*. 2005;17:314–22.
- Simpson JC, Moonesinghe SR. Introduction to the postanesthetic care unit. *Perioper Med (Lond)*. 2013;2:5.
- Knaus WA, Draper EA, Wagner DP, et al. APACHE II: a severity of disease classification system. *Crit Care Med*. 1985;13:818–29.
- Vincent JL, Moreno R. Clinical review: scoring systems in the critically ill. *Crit Care*. 2010;14:207.
- Le Gall JR, Lemeshow S, Saulnier F. A new Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) based on a European/North American multicenter study. *JAMA*. 1993;270:2957–63.
- Sirio CA, Shephardson LB, Rotondi AJ, et al. Community-wide assessment of intensive care outcomes using a physiologically based prognostic measure: implications for critical care delivery from Cleveland Health Quality Choice. *Chest*. 1999;115:793–801.
- Jarman B, Pieter D, van der Veen AA, et al. The hospital standardised mortality ratio: a powerful tool for Dutch hospitals to assess their quality of care? *Qual Saf Health Care*. 2010;19:9–13.
- Breslow MJ, Badawi O. Severity scoring in the critically ill: Part 2: maximizing value from outcome prediction scoring systems. *Chest*. 2012;141:518–27.
- Lilford R, Pronovost P. Using hospital mortality rates to judge hospital performance: a bad idea that just won't go away. *BMJ*. 2010;340:c2016.
- Mohammed MA, Deeks JJ, Girling A, et al. Evidence of methodological bias in hospital standardised mortality ratios: retrospective database study of English hospitals. *BMJ*. 2009;338:b780.
- Lee TH, Marcantonio ER, Mangione CM, et al. Derivation and prospective validation of a simple index for prediction of cardiac risk of major noncardiac surgery. *Circulation*. 1999;100:1043–9.
- Kristensen SD, Knuuti J, Saraste A, et al. ESC/ESA Guidelines on non-cardiac surgery: cardiovascular assessment and management: The Joint Task Force on non-cardiac surgery: cardiovascular assessment and management of the European

- Society of Cardiology (ESC) and the European Society of Anesthesiology (ESA). *Eur J Anaesthesiol.* 2014;2014.
23. Halpern NA, Pastores SM, Greenstein RJ. Critical care medicine in the United States 1985–2000: an analysis of bed numbers, use, and costs. *Crit Care Med.* 2004;32:1254–9.
 24. Abelha FJ, Botelho M, Fernandes V, et al. Quality of life and mortality assessment in patients with major cardiac events in the postoperative period. *Rev Bras Anesthesiol.* 2010;60:268–84.
 25. Maia PC, Abelha FJ. Predictors of major postoperative cardiac complications in a surgical ICU. *Rev Port Cardiol.* 2008;27:321–8.
 26. Lobo SM, Rezende E, Knibel MF, et al. Early determinants of death due to multiple organ failure after noncardiac surgery in high-risk patients. *Anesth Analg.* 2011;112:877–83.
 27. Abelha FJ, Luis C, Veiga D, et al. Outcome and quality of life in patients with postoperative delirium during an ICU stay following major surgery. *Crit Care.* 2013;17:R257.
 28. Abelha FJ, Botelho M, Fernandes V, et al. Determinants of postoperative acute kidney injury. *Crit Care.* 2009;13:R79.
 29. Rhodes A, Moreno RP, Metnitz B, et al. Epidemiology and outcome following post-surgical admission to critical care. *Intensive Care Med.* 2011;37:1466–72.
 30. Sakr Y, Vincent JL, Ruokonen E, et al. Sepsis and organ system failure are major determinants of post-intensive care unit mortality. *J Crit Care.* 2008;23:475–83.
 31. Xara D, Santos A, Abelha F. Adverse respiratory events in a post-anesthesia care unit. *Arch Bronconeumol.* 2015;51:69–75.
 32. Elias AC, Matsuo T, Grion CM, et al. Incidence and risk factors for sepsis in surgical patients: a cohort study. *J Crit Care.* 2012;27:159–66.
 33. Vascular Events in Noncardiac Surgery Patients Cohort Evaluation Study Investigators Devereaux PJ, Chan MT, Alonso-Coello P, et al. Association between postoperative troponin levels and 30-day mortality among patients undergoing noncardiac surgery. *JAMA.* 2012;307:2295–3304.
 34. Weissman C, Klein N. The importance of differentiating between elective and emergency postoperative critical care patients. *J Crit Care.* 2008;23:308–16.
 35. Choi WI, Shehu E, Lim SY, et al. Markers of poor outcome in patients with acute hypoxemic respiratory failure. *J Crit Care.* 2014;29:797–802.
 36. Cooke CR, Kahn JM, Caldwell E, et al. Predictors of hospital mortality in a population-based cohort of patients with acute lung injury. *Crit Care Med.* 2008;36:1412–20.
 37. de Jonge E, Peelen L, Keijzers PJ, et al. Association between administered oxygen, arterial partial oxygen pressure and mortality in mechanically ventilated intensive care unit patients. *Crit Care.* 2008;12:R156.
 38. Chahoud J, Semaan A, Almoosa KF. Ventilator-associated events prevention, learning lessons from the past: a systematic review. *Heart Lung.* 2015;44:251–9.
 39. Kallet RH, Matthey MA. Hyperoxic acute lung injury. *Respir Care.* 2013;58:123–41.
 40. Darmon M, Diconne E, Souweine B, et al. Prognostic consequences of borderline dysnatremia: pay attention to minimal serum sodium change. *Crit Care.* 2013;17:R12.
 41. Funk GC, Lindner G, Druml W, et al. Incidence and prognosis of dysnatremias present on ICU admission. *Intensive Care Med.* 2010;36:304–11.
 42. Darmon M, Timsit JF, Francais A, et al. Association between hypernatraemia acquired in the ICU and mortality: a cohort study. *Nephrol Dial Transplant.* 2010;25:2510–5.
 43. Waite MD, Fuhrman SA, Badawi O, et al. Intensive care unit-acquired hypernatremia is an independent predictor of increased mortality and length of stay. *J Crit Care.* 2013;28:405–12.
 44. Stelfox HT, Ahmed SB, Khandwala F, et al. The epidemiology of intensive care unit-acquired hyponatraemia and hypernatraemia in medical-surgical intensive care units. *Crit Care.* 2008;12:R162.
 45. Lindner G, Funk GC. Hypernatremia in critically ill patients. *J Crit Care.* 2013;28, 216.e11–e20.
 46. Martin MJ, FitzSullivan E, Salim A, et al. Use of serum bicarbonate measurement in place of arterial base deficit in the surgical intensive care unit. *Arch Surg.* 2005;140:745–51.
 47. Gunnerson KJ, Saul M, He S, et al. Lactate versus non-lactate metabolic acidosis: a retrospective outcome evaluation of critically ill patients. *Crit Care.* 2006;10:R22.
 48. Surbatovic M, Radakovic S, Jevtic M, et al. Predictive value of serum bicarbonate, arterial base deficit/excess and SAPS III score in critically ill patients. *Gen Physiol Biophys.* 2009;28:271–6.
 49. Meregalli A, Oliveira RP, Friedman G. Occult hypoperfusion is associated with increased mortality in hemodynamically stable, high-risk, surgical patients. *Crit Care.* 2004;8:R60–5.
 50. Liborio AB, Noritomi DT, Leite TT, et al. Increased serum bicarbonate in critically ill patients: a retrospective analysis. *Intensive Care Med.* 2015;41:479–86.
 51. Paz Y, Zegerman A, Sorkine P, et al. Severe acidosis does not predict fatal outcomes in intensive care unit patients: a retrospective analysis. *J Crit Care.* 2014;29:210–3.
 52. Wolters U, Wolf T, Stutzer H, et al. ASA classification and perioperative variables as predictors of postoperative outcome. *Br J Anaesth.* 1996;77:217–22.
 53. Naughton C, Feneck RO. The impact of age on 6-month survival in patients with cardiovascular risk factors undergoing elective non-cardiac surgery. *Int J Clin Pract.* 2007;61:768–76.
 54. Moonesinghe SR, Mythen MG, Das P, et al. Risk stratification tools for predicting morbidity and mortality in adult patients undergoing major surgery: qualitative systematic review. *Anesthesiology.* 2013;119:959–81.
 55. Basques BA, Fu MC, Buerba RA, et al. Using the ACS-NSQIP to identify factors affecting hospital length of stay after elective posterior lumbar fusion. *Spine.* 2014;39:497–502.