

Lesão renal aguda no pós-operatório de cirurgia cardíaca

Acute kidney injury in the postoperative period of cardiac surgery

Mayara Silva do Nascimento¹

Tatiane Carneiro Aguiar²

Alyne Vicentina Elias da Silva¹

Tayse Tâmara da Paixão Duarte¹

Marcia Cristina da Silva Magro¹

Descritores

Lesão renal aguda; Revascularização miocárdica; Cirurgia torácica; Período pós-operatório; Enfermagem perioperatória

Keywords

Acute kidney injury; Myocardial revascularization; Thoracic surgery; Postoperative period; Perioperative nursing

Submetido

18 de Março de 2015

Aceito

9 de Abril de 2015

Resumo

Objetivo: Identificar a ocorrência de lesão renal aguda em pós-operatório de cirurgia cardíaca.

Métodos: Estudo de coorte prospectivo que incluiu 51 pacientes expostos a cirurgia de revascularização do miocárdio, troca valvar ou cirurgia combinada (revascularização do miocárdio e troca valvar), sem antecedentes de doença renal e de transplante renal e que foram acompanhados desde o pré-operatório até 72 horas de pós-operatório. Foi definido como lesão renal aguda o aumento de 0,3mg/dL em tempo menor ou igual a 48 horas ou aumento de 1,5 a 1,9 vez da creatinina basal, ou ainda redução do fluxo urinário <0,5mL/kg/h por 6 horas. Foi utilizada a classificação *Kidney Disease: Improving Global Outcomes* (KDIGO).

Resultados: A classificação KDIGO sinalizou 92,2% dos pacientes com disfunção renal. O critério fluxo urinário dessa classificação isoladamente mostrou que 31,4% dos pacientes apresentaram disfunção renal no estágio de risco, 33,3% no estágio de lesão renal, e 21,6% no estágio de falência renal. Pelo critério creatinina sérica, foram identificados 27,5% no estágio de risco e, nos estágios de lesão e falência renal, foram identificados 3,9% pacientes em cada.

Conclusão: Um percentual elevado de pacientes em pós-operatório de cirurgia cardíaca (revascularização miocárdica e troca valvar) progrediu com lesão renal aguda.

Abstract

Objective: To identify the occurrence of acute kidney injury (AKI) in the postoperative period of cardiac surgery.

Methods: A prospective cohort study including 51 patients exposed to coronary artery bypass surgery, valve replacement, or combined surgery (bypass surgery and valve replacement) without history of kidney disease and kidney transplant, and who were followed from the preoperative period until 72 hours after surgery. Acute renal failure was defined as baseline creatinine increase of 0.3 mg/dL in 48 hours or less, or its increase from 1.5 to 1.9-fold, or a reduction in urine flow <0.5mL/kg/h for 6 hours. The *Kidney Disease: Improving Global Outcomes* (KDIGO) classification was used.

Results: The KDIGO classification showed that 92.2% of patients had renal impairment. The urinary flow criterion of this classification alone showed that 31.4% of patients had renal dysfunction in stage of risk, 33.3% in stage of renal injury, and 21.6% in stage of renal failure. By the serum creatinine criterion, 27.5% were identified in the stage of risk, 3.9% in stage of injury and another 3.9% in stage of kidney failure.

Conclusion: A high percentage of patients in the postoperative period of cardiac surgery (coronary artery bypass surgery and valve replacement) progressed to acute kidney injury.

Autor correspondente

Marcia Cristina da Silva Magro
Faculdade Ceilândia da Universidade de Brasília. Centro Metropolitano, conjunto A, lote 01, Brasília, DF, Brasil. CEP: 70910-900
marciamagro@unb.br

DOI

<http://dx.doi.org/10.1590/1982-0194201500062>

¹Faculdade de Ceilândia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.

²Hospital Regional do Gama, Secretaria de Saúde do Distrito Federal, DF, Brasil.

Conflitos de interesse: não há conflito de interesses a declarar.

Introdução

A lesão renal aguda é considerada uma condição abrupta, potencialmente reversível e, geralmente, sua recuperação é integral, quando o paciente sobrevive à essa fase da doença.⁽¹⁾

No entanto, estudos epidemiológicos e observacionais recentes ressaltaram a associação de um episódio de lesão renal aguda com nefastos resultados a longo prazo, tais como doença renal crônica, eventos cardiovasculares e morte prematura. O aumento da incidência da lesão renal aguda e sua associação com graves complicações intra-hospitalares, aliado ao aumento dos custos, são fatores que tornam essa patologia um importante problema para os sistemas de saúde.⁽¹⁾

A lesão renal aguda é uma síndrome clínica amplamente definida como um declínio abrupto da função renal, que ocorre em um período de horas a dias e resulta em retenção de produtos nitrogenados e resíduos metabólicos. Embora sua manifestação clínica inicial geralmente seja a oligúria, o volume de urina pode permanecer normal ou elevado, e os pacientes podem ser assintomáticos, principalmente no início do quadro. O diagnóstico de lesão renal aguda é revelado a partir de um recente aumento da creatinina sérica e/ou ureia, ou redução na produção de urina.⁽²⁾

Os fatores de risco para lesão renal aguda incluem idade avançada, sexo masculino e *diabetes mellitus*.⁽³⁾ Entretanto, o fator de risco mais importante é a doença renal crônica preexistente.⁽⁴⁾ Esta, por sua vez, é um preditor de lesão renal aguda no pós-operatório.⁽⁵⁾

A lesão renal aguda é um problema crítico em pacientes graves e, normalmente, é preditiva de um aumento de morbidade e mortalidade.⁽⁶⁾ Em pós-operatório de cirurgia cardíaca, incide sobre 5 a 30% dos pacientes.^(7,8)

A disfunção renal pode ser identificada no pós-operatório de cirurgia cardíaca, tanto em pacientes com prejuízos renais prévios, como naqueles sem comprometimento renal anterior. Assim, nesse período, a mortalidade decorrente da lesão renal aguda aumenta substancialmente.⁽⁹⁾

A necessidade de diagnosticar a lesão renal aguda o mais precocemente possível, a fim de impedir ou limitar as diversas complicações a ela associadas, tem se tornado a chave para implementação de es-

tratégias de controle e minimização do risco de progressão para a doença renal crônica.⁽¹⁰⁾

Nesse panorama, a padronização do diagnóstico e o estadiamento da lesão renal aguda têm se tornado um esforço mundial para a elaboração e o aperfeiçoamento de sistemas de classificação multidimensionais sensíveis à detecção e à estratificação da lesão renal. Dentre estes, destacam-se as classificações RIFLE (acrônimo em inglês a partir de *Risk, Injury, Failure, Loss in End-stage*) e *Acute Kidney Injury* (AKIN), publicadas em 2004 e 2007, respectivamente.⁽¹¹⁾

Atualmente, apesar das conquistas, a taxa de mortalidade pouco se modificou, fato que tem mantido e tornado premente a implementação de ferramentas que ofereçam maior precocidade à identificação da lesão renal aguda. Em 2012, foi publicada a classificação *Kidney Disease: Improving Global Outcomes* (KDIGO), baseada nas classificações RIFLE e AKIN, e implementada em realidades clínicas e cirúrgicas para identificação de seu valor diagnóstico e precocidade na identificação de lesão renal aguda em pacientes hospitalizados.^(2,12)

Acredita-se que a classificação KDIGO (Quadro 1) subsidie o manejo precoce do paciente na prática clínica, por definir a lesão renal aguda como o aumento de 0,3mg/dL da creatinina sérica em um período de 48 horas e/ou redução da taxa de filtração glomerular em 7 dias ou, ainda, redução inferior a 0,5mL/kg/h por 6 horas do débito urinário. A creatinina sérica e o débito urinário são considerados marcadores fundamentais para o estadiamento do comprometimento renal.⁽¹²⁾

Quadro 1. Clinical Practice Guideline for Acute Kidney Injury

Classificação KDIGO	
Estágio 1 (risco)	Aumento de 1,5-1,9 vez a creatinina basal, aumento >0,3 mg/dL, ou diminuição do débito urinário <0,5mL/kg/h por 6 a 12 horas
Estágio 2 (lesão renal)	Aumento de 2-2,9 vezes a creatinina basal, ou diminuição do débito urinário <0,5mL/kg/h por mais de 12 horas
Estágio 3 (falência renal)	Aumento de 3 vezes a creatinina basal, ou aumento da creatinina para >4mg/dL, ou início da terapia dialítica, ou em pacientes menores de 18 anos, o <i>clearance</i> de creatinina estimado <35mL/min/1,73m ² ou diminuição do débito urinário <0,3mL/kg/h por mais de 24 horas, ou anúria por 12 horas ou mais

Adaptado: Kidney Disease Improving Global Outcomes (KDIGO). Clinical Practice Guideline for Acute Kidney Injury. *Kidney Int.* 2012.

Neste cenário, estudos têm revelado que a vigilância ativa de alterações da creatinina sérica e do débito urinário podem automatizar alertas e orientar a dosagem de drogas, assim como reduzir a in-

cidência de lesão renal aguda, melhorar a segurança do paciente e facilitar a identificação da ocorrência de complicações.^(13,14)

O objetivo deste estudo foi identificar a ocorrência de lesão renal aguda em pós-operatório de cirurgia cardíaca.

Métodos

Estudo de coorte, prospectivo e quantitativo desenvolvido no período de agosto de 2013 a junho de 2014, na unidade de terapia intensiva de um hospital público do Distrito Federal.

Foram incluídos os pacientes com idade igual ou superior a 18 anos, expostos a cirurgia de revascularização do miocárdio, troca valvar ou cirurgia combinada (revascularização do miocárdio e troca valvar), sem antecedentes de doença renal e de transplante renal. Foram excluídos aqueles expostos a cirurgias vasculares, de correção de aneurisma, exames contrastados nas últimas 72 horas pré-cirurgia e com insuficiência renal crônica (taxa de filtração glomerular $<60\text{mL}/\text{min}/1,73\text{m}^2$).

Para a obtenção da estimativa do tamanho da amostra (n), foi utilizada a fórmula para estimação de uma proporção. O *p-value* considerado na fórmula foi de 85%, obtido a partir dos pacientes que evoluíram com lesão renal aguda em um teste piloto com 20 pacientes. Para o parâmetro da fórmula, precisão absoluta para a proporção (d), assumiu-se $d=10\%$. O cálculo do tamanho da amostra resultou em 49 pacientes. O tamanho amostral adotado foi de 51 pacientes.

O período de acompanhamento dos pacientes ocorreu desde o pré-operatório até 72 horas de pós-operatório e esteve vinculado à exposição ao procedimento de cirurgia cardíaca.

Foi definido como lesão renal aguda o aumento de $0,3\text{mg}/\text{dL}$ em tempo menor ou igual a 48 horas ou aumento de 1,5 a 1,9 vez da creatinina basal, ou ainda redução do fluxo urinário $<0,5\text{mL}/\text{kg}/\text{h}$ por 6 horas.⁽¹²⁾

Os dados foram coletados a partir de um instrumento estruturado de coleta de dados, que constou de dados de identificação, demográficos,

clínicos (doenças pregressas, medicamentos em uso e exames laboratoriais pré-cirurgia), cirúrgicos (tempo de cirurgia, uso de drogas vasoativas, tempo de intubação, exames laboratoriais pós-cirurgia e tipo de cirurgia), período de internação na unidade de terapia intensiva e índice prognóstico *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II* (APACHE II).

Os resultados foram expressos em frequência absoluta e relativa, em mediana e percentil 25% e 75%. A análise das variáveis categóricas foi realizada por meio do teste exato de Fisher e qui quadrado. Foi aplicado o teste de *Mann-Whitney* para comparação entre variáveis categóricas e contínuas, e, para comparação entre variáveis contínuas, calculou-se o coeficiente de correlação de postos de Spearman. Foram considerados significativos *p-values* $<0,05$.

O desenvolvimento do estudo atendeu as normas nacionais e internacionais de ética em pesquisa envolvendo seres humanos.

Resultados

Foram acompanhados 51 pacientes com média de idade de 58 ± 17 anos. A maioria (58,8%) era hipertensa, com índice de massa corporal médio de $25,9\text{kg}/\text{m}^2$ e APACHE II de 15. Constatou-se discreto predomínio (51%) do sexo feminino e a maioria dos pacientes fez uso de drogas vasoativas (Tabela 1).

Um percentual de 21,6% dos pacientes apresentaram procedimentos cirúrgicos anteriores a cirurgia cardíaca. Entre as cirurgias cardíacas, notou-se predomínio da revascularização do miocárdio, seguida das trocas valvares e, em menor percentual, das cirurgias combinadas. A média do tempo de duração da cirurgia foi de 300 minutos. Os pacientes permaneceram em ventilação mecânica por um período mediano de 12 horas. A pressão positiva expiratória final média desses pacientes foi de $5,4\text{cmH}_2\text{O}$ (Tabela 1).

O tempo de circulação extracorpórea na cirurgia de troca valvar foi superior ao da cirurgia de revascularização do miocárdio.

Tabela 1. Distribuição dos pacientes, de acordo com as características clínicas

Características (n=51)	n(%)	Média (±DP)	Mediana (25%-75%)
Idade (anos)	-	58±17	-
Sexo feminino	26(51,0)	-	-
IMC* (kg/m ²)	-	25,9±4,7	-
Uso de drogas vasoativas	-	-	-
Dobutamina	40(78,4)	-	-
Noradrenalina	33(64,7)	-	-
Vasopressina	4(7,8)	-	-
APACHE II*	-	-	15 (12-18)
Cirurgia*	-	-	-
Revascularização do miocárdio	33(64,7)	-	-
Troca de válvula	15(29,4)	-	-
Combinada	2(3,9)	-	-
Duração da cirurgia (minutos)**	-	-	300 (240-360)
Tempo de ventilação (horas)***	-	-	12 (8-20)
PEEP****	-	5,4±0,9	-
Disfunção renal	47(92,2)	-	-
Tempo de CEC (minutos)	-	-	-
Troca valvar	-	-	123 (93-153)
Revascularização do miocárdio	-	-	90 (70-101)
Comorbidades	-	-	-
Hipertensão	30(58,8)	-	-
Diabetes	19(37,3)	-	-
Tabagismo	19(37,3)	-	-
Dislipidemia	12(23,5)	-	-

*50 pacientes com dados; **46 pacientes com dados; ***47 pacientes com dados; ****48 pacientes com dados. DP - Desvio Padrão; IMC - Índice de Massa Corporal; APACHE II - *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II*; PEEP - Pressão Positiva Expiratória Final; CEC - Circulação Extracorpórea

A classificação KDIGO sinalizou 92,2% dos pacientes com disfunção renal. O critério fluxo urinário dessa classificação isoladamente mostrou que 31,4% dos pacientes apresentaram disfunção renal no estágio de risco, 33,3% foram estratificados no estágio de lesão renal e 21,6% no estágio de falência renal. Pelo critério creatinina sérica, foram identificados 27,5% no estágio de risco e 3,9% tanto no estágio de lesão quanto no de falência renal.

Verificou-se relação significativa entre o sexo masculino e a realização de cirurgia de revascularização do miocárdio ($p=0,04$) pelo teste qui quadrado. Os pacientes que realizaram cirurgia valvar (29,4%) fizeram mais uso de vasopressina, e essa relação estatística foi significativa ($p=0,007$) pelo teste exato de Fisher.

Foi constatada relação significativa da cirurgia de revascularização do miocárdio com os seguintes fatores de risco: hipertensão ($p=0,04$), diabetes ($p=0,001$), tabagismo ($p=0,008$) e deslipidemia ($p=0,009$), de acordo com o teste qui quadrado.

Pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio tinham idade mediana de 51 a 73

anos e os que fizeram cirurgia valvar de 35 a 55 anos. Esses resultados apresentaram associação significativa ($p<0,001$) pelo teste de Mann-Whitney. Por outro lado, o índice de massa corporal foi similar entre os pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio (26,6) e de troca valvar (25).

Os pacientes que fizeram revascularização do miocárdio apresentaram um percentual maior (61,5%) de lesão ou de falência renal, enquanto dentre aqueles que realizaram troca valvar, um percentual menor (38,5%) evoluiu com lesão ou falência renal.

Com relação ao panorama cirúrgico, os pacientes que realizaram cirurgias valvares necessitaram de tempo de circulação extracorpórea mais prolongado, de 93 a 153 minutos, e, conseqüentemente, maior tempo cirúrgico (340 minutos), comparado àqueles submetidos à revascularização do miocárdio, cujo o tempo de circulação extracorpórea foi de 70 a 101 minutos, e de 270 minutos de cirurgia. De forma particular, o tempo de circulação extracorpórea mostrou associação significativa com o tipo de cirurgia ($p=0,01$), mas essa associação não se repetiu com o tempo de cirurgia ($p=0,1$).

Discussão

As limitações deste estudo estiveram relacionadas com aumentos absolutos da creatinina sérica por alterações agudas, tanto no volume de distribuição, como em situações de desidratação aguda ou de expansão de volume, comuns em pacientes graves sob regime de hospitalização em unidades de terapia intensiva.⁽¹⁵⁾ Além disso, o tamanho amostral adotado também pode limitar a generalização dos resultados. Por outro lado, a contribuição está pautada no incentivo à aplicação de uma classificação funcional para identificação da lesão renal aguda pela equipe de saúde, especialmente por enfermeiros, considerando ser este profissional o responsável pelo manejo direto do paciente.

A lesão renal aguda é uma complicação frequentemente observada no pós-operatório de cirurgia cardíaca, com repercussões clínicas complexas capazes de impactar negativamente no prognóstico precoce e tardio dos pacientes.⁽¹⁶⁾ A despeito dos

avanços científicos e tecnológicos na área da saúde, a abordagem da lesão renal aguda é complexa e desafiadora por carência de critérios capazes para identificá-la precocemente e discriminá-la quanto à sua complexidade.^(17,18) Assim, a implementação do sistema de classificação KDIGO viabilizou o reconhecimento e a estratificação da lesão renal aguda no cenário de cuidado intensivo.

Esse sistema de classificação funcional dos rins é de fundamental importância e oportuniza a monitorização da função renal, facilitando a implementação de medidas de prevenção e tratamento da lesão renal aguda precoce.^(10,19)

O sexo feminino foi identificado como um fator de risco independente para lesão renal pós-operatória, embora não seja um achado consistente. No entanto, em comparação com os homens, as mulheres geralmente têm menos massa muscular e são tipicamente mais velhas no momento da cirurgia. Esses dois fatores podem afetar os níveis de creatinina sérica. Neste estudo, houve predomínio do sexo feminino e tal evidência pode ser um dos fatores a justificar o percentual expressivo de lesão renal, considerando que a mulher possui fisiologicamente menor taxa de filtração glomerular do que o homem.⁽²⁰⁾ Aliado a tal fator, o emprego de drogas vasoconstritoras potentes (noradrenalina e vasopressina) em um percentual de pacientes deste estudo pode ser um adicional agravante para a disfunção renal.

Sabidamente a lesão renal aguda é multifatorial. No entanto, naqueles pacientes submetidos à cirurgia cardíaca, uma das causas mais comuns da lesão renal aguda é decorrente das técnicas de perfusão empregadas durante a gestão do circuito extracorpóreo. Estas podem desencadear a necessidade de diálise ou de terapia renal substitutiva. Uma metanálise mostrou que a cirurgia sem circulação extracorpórea pode diminuir o risco de lesão renal aguda em comparação àquela com circulação extracorpórea. Esses resultados, entretanto, não foram conclusivos, considerando várias definições dessa patologia.⁽¹⁹⁾

Por outro lado, durante a cirurgia cardíaca, geralmente não é a circulação extracorpórea isoladamente, mas também seu tempo que provocam redução na função renal. A duração da circulação extracorpórea e a ocorrência de disfunção renal pós

-operatória são controversas. Contudo, uma metanálise identificou que esse período representa um fator de risco independente para lesão renal aguda.⁽¹⁸⁾ Nessa direção, este estudo constatou relação estatística significativa ($p=0,01$) entre o tipo de cirurgia e o tempo de circulação extracorpórea.

Pacientes com lesão renal aguda têm geralmente períodos mais prolongados de estadia hospitalar e consomem mais recursos financeiros. Poucos marcadores, de acordo com as evidências atuais, determinam se os rins estão adequadamente protegidos durante a cirurgia.⁽²¹⁾

Evidências científicas identificaram incidências de lesão renal aguda de 14 e 51% por meio do emprego da classificação KDIGO.^(22,23) Entretanto, neste estudo, mais da metade dos pacientes evoluíram com lesão renal aguda no pós-operatório de cirurgia cardíaca. Isso pode ser justificado, entre outros fatores, pelo fato dessa classificação permitir a identificação da lesão renal aguda nos 2 primeiros dias após o insulto renal.⁽²⁴⁾

Além disso, verificou-se que um percentual elevado de pacientes que evoluiu para o estágio 2. Neste contexto, na prática clínica, deve ser reforçada a importância da implementação de protocolos, sistemas de alerta e estratégias preventivas, para controlar o impacto desse insulto na qualidade de vida dos indivíduos acometidos, minimizando o risco de progressão para estágios mais avançados da doença e da piora prognóstica.⁽²¹⁾

O débito urinário diminuído pode determinar modificações hemodinâmicas e endócrinas, mas nem toda lesão renal aguda se manifesta a partir da redução desse parâmetro. Evidências têm mostrado o débito urinário como sinalizador mais sensível à detecção da lesão renal aguda em detrimento aos biomarcadores usualmente empregados na prática clínica.^(9,17)

A creatinina sérica é um marcador tardio da lesão renal aguda. Alterações em seu resultado podem ser decorrentes de variáveis não renais, como a idade, o peso corporal, a massa muscular, a ingestão proteica, entre outros, geralmente constatadas tardiamente. Nessa perspectiva, o emprego da classificação KDIGO subsidia a detecção precoce da lesão renal aguda, assim como possibilita o estadiamento do grau de comprometimento da função renal.⁽¹⁷⁾

A idade avançada, o sobrepeso e as comorbidades são características clínicas de uma população predisposta ao desenvolvimento da disfunção renal.^(9,17) Estudos científicos, assim como este, mostraram que a idade avançada e o sobrepeso foram fatores presentes na amostra que evoluiu com lesão renal aguda.^(10,25)

O APACHE II elevado pode ser considerado um dos fatores de risco para o óbito em pacientes que desenvolveram lesão renal aguda, assim como risco para necessidade de diálise⁽⁶⁾ – realidade esta constatada neste estudo.

A noradrenalina é empregada em situações em que a hipotensão é vigente. Nesses casos, é comum que os pacientes em período pós-cirurgia cardíaca desenvolvam a lesão renal aguda por redução do fluxo sanguíneo renal e, posteriormente, isquemia. Seguramente, a maior causa para o surgimento da lesão renal aguda após cirurgia cardíaca é a isquemia secundária à hipoperfusão renal.⁽²⁶⁾

Pesquisa científica mostrou que o maior tempo de emprego da ventilação mecânica expõe significativamente os pacientes à ocorrência da lesão renal aguda no pós-operatório de cirurgia cardíaca.⁽¹⁹⁾ Neste estudo, apesar da incidência elevada de lesão renal aguda, a estratégia ventilatória invasiva empregou uma pressão positiva expiratória final média de $5,4 \pm 0,9 \text{ cmH}_2\text{O}$. Revisão sistemática mostrou-se a favor de que a ocorrência de lesão renal aguda em pacientes sob ventilação mecânica invasiva estivesse relacionada mais diretamente com a alteração de variáveis hemodinâmicas. Mesmo assim, não se descarta a possibilidade de desenvolvimento dessa patologia como consequência da estratégia ventilatória.⁽²⁷⁾

A classificação KDIGO favorece precocidade na identificação da disfunção renal e, assim, possibilita a adoção de medidas preventivas e realização de intervenções individualizadas para um comprometimento renal identificado, o que pode representar um diferencial importante na prática clínica.

Conclusão

Um percentual elevado de pacientes em pós-operatório de cirurgia cardíaca progrediu com lesão renal aguda. Somente pelo critério fluxo urinário da classifica-

ção KDIGO, a maioria dos pacientes foi estratificada nos estágios 1 ou 2. O débito urinário revelou maior poder discriminatório como marcador de lesão renal aguda, quando comparado ao critério creatinina.

Colaborações

Silva AVE participou da concepção e elaboração do projeto. Nascimento MS e Aguiar TC participaram da coleta e interpretação dos dados e redação do artigo. Duarte TTP contribuiu nas etapas de revisão do estudo, formatação, organização do referencial teórico, correção de concordância e processo de submissão. Magro MCS colaborou nas etapas de concepção, planejamento do projeto, análise e interpretação dos dados, redação e revisão crítica relevante do conteúdo intelectual e aprovação da versão final a ser publicada.

Referências

1. Kane-Gill SL, Sileanu FE, Murugan R, Trietley GS, Handler SM, Kellum JA. Risk Factors for Acute Kidney Injury in Older Adults With Critical Illness: A Retrospective Cohort Study. *Am J Kidney Dis.* 2014; S0272-6386(14)01375-4.
2. Ad-hoc Working Group of ERBP, Fliser D, Laville M, Covic A, Fouque D, Vanholder R, Juillard L, Van Biesen W. A European Renal Best Practice (ERBP) position statement on the Kidney Disease Improving Global Outcomes (KDIGO) Clinical Practice Guidelines on Acute Kidney Injury: Part 1: definitions, conservative management and contrast-induced nephropathy. *Nephrol Dial Transplant.* 2012; 27(12):4263-72
3. Rydén L, Sartipy U, Evans M, Holzmann MJ. Acute kidney injury after coronary artery bypass grafting and long-term risk of end-stage renal disease. *Circulation.* 2014; 130(23):2005-11.
4. Wald R, Quinn RR, Adhikari NK, Burns KE, Friedrich JO, Garg AX, Harel Z, Hladunewich MA, Luo J, Mamdani M, Perl J, Ray JG; University of Toronto Acute Kidney Injury Research Group. Risk of chronic dialysis and death following acute kidney injury. *Am J Med.* 2012; 125(6):585-93.
5. Mooney JF, Ranasinghe I, Chow CK, Perkovic V, Barzi F, Zoungas S, et al. Preoperative estimates of glomerular filtration rate as predictors of outcome after surgery: a systematic review and meta-analysis. *Anesthesiology.* 2013; 118(4):809-24.
6. Dirkes S. Acute kidney injury: not just acute renal failure anymore? *Crit Care Nurse.* 2011; 31(1):37-49; quiz 50.
7. Shaw A. Update on acute kidney injury after cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012; 143(3):676-81.
8. Alsabbagh MM, Asmar A, Ejaz NI, Aiyer RK, Kambhampati G, Ejaz AA. Update on clinical trials for the prevention of acute kidney injury in patients undergoing cardiac surgery. *Am J Surg.* 2013; 206(1):86-95.
9. Englberger L, Suri RM, Li Z, Casey ET, Daly RC, Dearani JA, et al. Clinical accuracy of RIFLE and Acute Kidney Injury Network (AKIN) criteria for acute kidney injury in patients undergoing cardiac surgery. *Crit Care.* 2011; 15(1):R16.

10. Wynn MM, Acher C, Marcas E, Engelbert T, Acher CW. Postoperative renal failure in thoracoabdominal aortic aneurysm repair with simple cross-clamp technique and 4°C renal perfusion. *J Vasc Surg.* 2015; 61(3):611-22.
11. Valette X, du Cheyron D. A critical appraisal of the accuracy of the RIFLE and AKIN classifications in defining "acute kidney insufficiency" in critically ill patients. *J Crit Care.* 2013; 28(2):116-25.
12. Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO). Clinical Practice Guideline for Acute Kidney Injury. *Kidney Int.* 2012; 2 Suppl 1:1-138.
13. Cho A, Lee JE, Yoon JY, Jang HR, Huh W, Kim YG, et al. Effect of an electronic alert on risk of contrast induced acute kidney injury in hospitalized patients undergoing computed tomography. *Am J Kidney Dis.* 2012; 60(1):74-81.
14. FitzHenry F, Murff HJ, Matheny ME, Gentry N, Fielstein EM, Brown SH, et al. Exploring the frontier of electronic health record surveillance: the case of post-operative complications. *Med Care.* 2013; 51(6):509-16.
15. Wang HE, Jain G, Glasscock RJ, Warnock DG. Comparison of absolute serum creatinine changes versus Kidney Disease: Improving Global Outcomes consensus definitions for characterizing stages of acute kidney injury. *Nephrol Dial Transplant.* 2013; 28(6):1447-54.
16. Rydén L, Ahnve S, Bell M, Hammar N, Ivert T, Sartipy U, et al. Acute kidney injury after coronary artery bypass grafting and long-term risk of myocardial infarction and death. *Int J Cardiol.* 2014; 172(1):190-5.
17. Schetz M, Gunst J, Van den Berghe G. The impact of using estimated GFR versus creatinine clearance on the evaluation of recovery from acute kidney injury in the ICU. *Intensive Care Med.* 2014;40(11):1709-17.
18. Kumar AB, Suneja M, Bayman EO, Weide GD, Tarasi M. Association between postoperative acute kidney injury and duration of cardiopulmonary bypass: a meta-analysis. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2012; 26(1):64-9.
19. Srisawat N, Sileanu FE, Murugan R, Bellomod R, Calzavacca P, Cartin-Ceba R, Cruz D, Finn J, Hoste EE, Kashani K, Ronco C, Webb S, Kellum JA; Acute Kidney Injury-6 Study Group. Variation in risk and mortality of acute kidney injury in critically ill patients: a multicenter study. *Am J Nephrol.* 2015; 41(1):81-8.
20. Karkouti K, Grocott HP, Hall R, Jessen ME, Kruger C, Lerner AB, et al. Interrelationship of preoperative anemia, intraoperative anemia, and red blood cell transfusion as potentially modifiable risk factors for acute kidney injury in cardiac surgery: a historical multicentre cohort study. *Can J Anaesth.* 2015; 62(4):377-84.
21. Long D, Jenkins E, Griffith K. Perfusionist techniques of reducing acute kidney injury following cardiopulmonary bypass: an evidence-based review. *Perfusion.* 2015; 30(1):25-32.
22. Machado MN, Nakazone MA, Maia LN. Prognostic value of acute kidney injury after cardiac surgery according to kidney disease: improving global outcomes definition and staging (KDIGO) criteria. *PLoS One.* 2014;9(5):e98028.
23. Luo X, Jiang L, Du B, Wen Y, Wang M, Xi X; Beijing Acute Kidney Injury Trial (BAKIT) Workgroup. A comparison of different diagnostic criteria of acute kidney injury in critically ill patients. *Crit Care.* 2014; 18(4):R144.
24. Libório AB, Macedo E, de Queiroz RE, Leite TT, Rocha IC, Freitas IA, Correa LC, Campelo CP, Araújo FS, de Albuquerque CA, Arnaud FC, de Sousa FD, Neves FM. Kidney Disease Improving Global Outcomes or creatinine kinetics criteria in acute kidney injury: a proof of concept study. *Nephrol Dial Transplant.* 2013;28(11):2779-87.
25. Ng RR, Chew ST, Liu W, Shen L, Ti LK. Identification of modifiable risk factors for acute kidney injury after coronary artery bypass graft surgery in an Asian population. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014 Apr;147(4):1356-61.
26. Redfors B, Bragadottir G, Sellgren J, Swärd K, Ricksten SE. Effects of norepinephrine on renal perfusion, filtration and oxygenation in vasodilatory shock and acute kidney injury. *Intensive Care Med.* 2011; 37(1):60-7.
27. Van Den Akker JP, Egal M, Groeneveld AB. Invasive mechanical ventilation as a risk factor for acute kidney injury in the critically ill: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care.* 2013; 17(3):R98.