

Lesão renal aguda no pós-operatório de cirurgias não cardíacas em pacientes com recuperação na unidade de terapia intensiva

Non-cardiac postoperative acute kidney injury in patients requiring intensive care

Benedito Jorge Pereira¹, Muna Badaoui¹, Emilia Maria Dantas Soeiro¹, Thais Marques Sanches Gentil², Valéria Regina de Cristo Alvares², Karryla Lany Scaranello², Isac de Castro³, João Manoel Silva Jr.², Sandra Maria Laranja²

Recebido do Instituto de Assistência ao Servidor Público Estadual, São Paulo.

RESUMO

OBJETIVO: Caracterizar os fatores de risco para lesão renal aguda em pacientes submetidos a cirurgias não cardíacas na unidade de terapia intensiva e sua influência na evolução clínica no pós-operatório. **MÉTODOS:** Estudo clínico, prospectivo, observacional com 98 pacientes na unidade de terapia intensiva de pós-operatório do Hospital Servidor Público Estadual entre novembro de 2012 e fevereiro de 2013. As variáveis estudadas foram idade, sexo, risco pré-operatório, tipo de cirurgia e anestesia, comorbidades, necessidade de ventilação mecânica, drogas vasoativas, transfusão, diálise e sobrevida em 30 dias. O diagnóstico da lesão renal aguda foi estabelecido pelos critérios *Acute Kidney Injury Network* (AKIN). Na análise estatística, variáveis categóricas foram avaliadas pelo teste qui quadrado e níveis de $p < 0,05$ foram considerados significantes. **RESULTADOS:** Os pacientes apresentavam idade de $70,7 \pm 13,8$ anos, 57,1% eram do sexo masculino e 88,8% estavam em pós-operatório de cirurgia eletiva. Desenvolveram lesão renal aguda 35 (35,7%) pacientes e, destes, 20 (59,2%) eram AKIN 1, (3) 8,6% AKIN 2 e 12 (34,2%) AKIN 3. Necessitaram de diálise 24 (68,57%) pacientes. Risco anestésico elevado nas cirurgias eletivas, intercorrências no intraoperatório e presença da doença renal crônica foram fatores que influenciaram no aparecimento da lesão renal

aguda especialmente nos idosos. A mortalidade nos pacientes com lesão renal aguda foi 46% vs. 11% daqueles sem lesão renal aguda. **CONCLUSÃO:** A lesão renal aguda apresentou alta mortalidade em idosos submetidos à cirurgia eletiva com risco pré-operatório elevado e doença renal crônica prévia. É importante a identificação precoce destes fatores de risco e da lesão renal aguda nesses pacientes.

Descritores: Lesão renal aguda; Cirurgia geral; Insuficiência renal crônica; Complicações pós-operatórias; Idoso

ABSTRACT

OBJECTIVES: To characterize risk factors for acute kidney injury in patients undergoing non-cardiac surgeries in Intensive Care Unit (ICU), and their influence on clinical outcomes postoperatively. **METHODS:** Clinical, prospective, observational study of 98 patients admitted to the Intensive Care Unit after surgery at Hospital do Servidor Público Estadual from November/2012 to February/2013. The variables studied were: age, gender, preoperative anesthetic risk, type of surgery and anesthesia, comorbidities, need for mechanical ventilation, use of vasoactive drugs, need for blood transfusion, renal replacement therapy (RRT) and survival at 30 days. The diagnosis of acute kidney injury has been established through the *Acute Kidney Injury Network* (AKIN) criteria. At statistical analysis, categorical variables were analyzed using the chi-square test and p levels < 0.05 were considered significant. **RESULTS:** Patients were 70.7 ± 13.8 years old; 57.1% were male, and 88.8% were in postoperative period of elective surgery. Thirty-five patients (35.7%) had an acute kidney injury, with 20 (59.2%) being AKIN1, 8.6% AKIN2 (3), and 12 (34.2%) AKIN3. High anesthetic risk in elective surgeries, complications during surgery, and the presence of chronic kidney disease were factors that influenced the onset of acute kidney injury, especially in the elderly. Mortality in patients with acute kidney injury was of 46%, versus 11% of those without acute kidney injury. **CONCLUSION:** Acute kidney injury showed high mortality in the elderly patients undergoing elective surgery with a high preoperative risk and previous chronic kidney disease. The early identification of these risk factors, as well as the early diagnosis of acute kidney injury in these patients is important.

Keywords: Acute kidney injury; General surgery; Renal insufficiency, chronic; Postoperative complications; Aged

1. Universidade Nove de Julho, São Paulo, SP, Brasil.
2. Instituto de Assistência ao Servidor Público Estadual, São Paulo, SP, Brasil.
3. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

Data de submissão: 26/05/2016 – Data de aceite: 31/05/2016

Fonte de financiamento: nenhuma.

Conflito de interesse: não há.

Endereço para correspondência:

Benedito Jorge Pereira
Instituto de Assistência ao Servidor Público Estadual
Rua Pedro de Toledo, 1.800, portão 11 – Vila Clementino
CEP: 04039-004 – São Paulo, SP, Brasil
E-mail: beneditopereira@iamspe.sp.gov.br; beneditojp@uni9.pro.br
Tel.: (11) 4573-8145

Este estudo foi submetido ao Conselho de Ética e Pesquisa do Instituto de Assistência Médica ao Servidor Público Estadual (IAMSPE) e registrado sob o número CAAE: 00740712.1.0000.5463.
REBEC N° UTN: U1111-1183-3271

© Sociedade Brasileira de Clínica Médica

INTRODUÇÃO

A lesão renal aguda (LRA) é um problema comum em pacientes hospitalizados e um fator de risco independente para a mortalidade.⁽¹⁾ Pacientes com LRA e falência de múltiplos órgãos podem apresentar taxas de mortalidade maiores que 50%.⁽²⁻⁴⁾

De todos os casos de LRA durante a internação, 30 a 40% são observados após procedimentos cirúrgicos.^(5,6) Muitos estudos foram feitos relacionando LRA com pós-operatório de cirurgias cardíacas, porém um número limitado desses estudos relacionou a LRA com cirurgias não cardíacas.⁽⁷⁾ Em cirurgia de *bypass* gástrico para obesidade mórbida, a incidência de LRA no pós-operatório foi de 8,5%.⁽⁸⁾ Em transplante de fígado, um em cada três pacientes pode desenvolver LRA, com necessidade de diálise em 17% dos casos.⁽⁹⁾

A identificação de pacientes com risco potencial de LRA ainda no pré-operatório é de grande importância para instituir medidas visando evitar a evolução desta condição. Entre fatores de risco para LRA no pós-operatório estão: idosos, cirurgia de emergência, cirrose, obesidade, doença vascular periférica e doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC).^(10,11,12)

Outros estudos relacionaram a mortalidade pós-operatória com fatores como idade, hipertensão, *diabetes mellitus*, insuficiência cardíaca, doença vascular periférica, doença vascular cerebral e doença renal crônica (DRC) preexistente.⁽¹³⁻¹⁵⁾ Talvez, o mais importante deles seja o último, com taxas de necessidade de diálise de até 30%.⁽¹¹⁾

Vários estudos têm mostrado que a LRA é mais comum em idosos. Isso pode ocorrer pela associação de idosos com fatores como: morbidades que acumulam necessidade de procedimentos e medicamentos nefrotóxicos, além das alterações estruturais e funcionais dependentes do envelhecimento.⁽¹²⁾

Considerando que há poucos dados publicados relacionando a ocorrência da LRA em pacientes submetidos à cirurgias não cardíacas, é importante a identificação dos fatores que aumentam o risco de LRA ainda no pré-operatório, para tentar medidas que evitem a evolução dessa condição. Com isso, propomos, neste estudo, caracterizar a presença de fatores de risco para LRA em pacientes submetidos a grandes cirurgias não cardíacas e sua influência na evolução clínica desses pacientes no pós-operatório.

Os objetivos deste estudo foram: caracterizar a presença dos fatores de risco para o desenvolvimento de LRA no pós-operatório de cirurgias não cardíacas; e avaliar a repercussão da LRA na evolução clínica dos pacientes no pós-operatório imediato e em 30 dias.

MÉTODOS

Foi realizado um estudo prospectivo observacional, entre novembro de 2012 e fevereiro de 2013, com 98 pacientes internados na unidade crítica de pós-operatório de cirurgias não cardíacas do Hospital do Servidor Público Estadual de São Paulo (HSPE/SP). Foram avaliadas as variáveis: idade, sexo, risco anestésico pela classificação da *American Society of Anesthesiologists* (ASA),⁽¹³⁾ tipo de cirurgia e anestesia, morbidades associadas,

uso de ventilação mecânica, drogas vasoativas, presença de sepse e transfusão de sangue. Foram incluídos pacientes internados no pós-operatório imediato de cirurgias não cardíacas internados na unidade de terapia intensiva (UTI). Os critérios de admissão na UTI foram definidos pela equipe de anestesiologistas no pré-operatório, considerando a presença das morbidades e tipo de cirurgia proposta, sendo excluídos pacientes com risco cirúrgico muito elevado no pré-operatório (ASA 4 e 5) para evitar fatores de confusão em relação a etiologia da LRA e aqueles com DRC dialítica. A permanência na UTI por mais de 24 horas era definida pós-operatório pela equipe da UTI, tentando manter a aleatoriedade da seleção.

O diagnóstico da LRA foi estabelecido pelos critérios do *Acute kidney Injury Network* (AKIN)⁽¹⁴⁾ com o aumento absoluto de creatinina sérica (sCr) maior ou igual a 0,3mg/dL, ou aumento porcentual da sCr $\geq 50\%$ (1,5 vez do valor basal) em 48 horas, ou uma redução no débito urinário menor que 0,5mL/kg por hora por mais de 6 horas, aplicados no pós-operatório imediato. Entre as morbidades, foram definidos: pacientes com hipertensão arterial sistêmica (HAS) aqueles com pressão arterial (PA) $>140/90$ mmHg ou em uso de hipotensores; a DRC com Ritmo de filtração glomerular estimado (eRFG) <60 mL/min; os pacientes diabéticos com glicemia em jejum >126 mg/dL ou em uso de hipoglicemiantes (orais ou insulina). A avaliação do nefrologista foi realizada quando formalmente solicitada pela equipe da UTI. Nos pacientes em que foi indicada a hemodiálise, a escolha do método foi definida pelo nefrologista que o acompanhou no dia do procedimento, baseada no estado hemodinâmico do paciente entre: hemodiálise intermitente (HDI) com duração entre 3 e 4 horas naqueles sem necessidade de droga vasoativa (noradrenalina) e hemodiálise estendida intermitente por 6 a 8 horas (SLED, sigla do inglês *sustained low-efficiency dialysis*), naqueles com uso de droga vasoativa.

As variáveis independentes foram divididas em pré-operatórias (idade, sexo, morbidades associadas e creatinina prévia a cirurgia) e intraoperatórias (tipo de cirurgia realizada, necessidade de transfusão sanguínea no intraoperatório e creatinina do primeiro dia do pós-operatório). As características clínicas, morbidades, presença de LRA e necessidade de diálise foram confrontadas com o desfecho clínico de sobrevida em 30 dias a partir da internação hospitalar. O trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) do HSPE/SP (CAAE: 00740712.1.0000.5463).

As variáveis qualitativas foram representadas por frequência absoluta (n) e relativa (%) e as quantitativas, por média e desvio padrão. A associação entre alta e óbito e as demais variáveis categóricas foram avaliadas pelo teste qui quadrado e, quando necessário, pelo teste qui quadrado da razão de verossimilhança. Foi adotado o nível de significância de 0,05 ($\alpha=5\%$), e níveis descritivos (p) inferiores a esse valor foram considerados significantes.

RESULTADOS

Foram avaliados 98 pacientes internados na unidade crítica de pós-operatório, com idade média de $70,7 \pm 13,8$ anos, sendo 77,1% maiores de 65 anos (n=74) e 57,1% do sexo masculino

(n=56). Com relação às morbidades associadas: 74,1% eram hipertensos, 31% tinham neoplasia, 28,6% diabéticos e 22,4% com DRC. A mediana de tempo de cirurgia foi de 180 minutos (50 a 570 minutos) e a da solicitação da avaliação da nefrologia foi de 2 dias (zero a 13 dias após a cirurgia). A média da sCr do pré-operatório foi de $1,25 \pm 0,8$ mg/dL, do primeiro pós-operatório de $1,58 \pm 1,1$ mg/dL e no dia da avaliação da nefrologia de $3,10 \pm 1,2$ mg/dL.

Verificamos que 88,8% (n=87) desses pacientes eram provenientes de cirurgia eletiva, e 80% receberam anestesia geral (n=79). As abordagens cirúrgicas mais frequentes envolviam a cirurgia do aparelho digestivo (48,0%), seguidos de cirurgia ortopédica (29,6%) e urológica (10,2%) (Tabela 1).

Dentre os 98 pacientes estudados, 35 (35,7%) apresentaram LRA segundo os critérios do AKIN, sendo em 57,1% (n=20) classificados com AKIN 1, 8,6% (n=3) AKIN 2 e 34,2% (n=12) AKIN 3. Durante a internação no pós-operatório, 68,57% dos pacientes (n=24) necessitaram de algum método de diálise e a maioria foi submetida à SLED (41,7%), seguido de HDI (37,5%). Os pacientes idosos >65 anos apresentaram mais LRA que os mais jovens (86% vs. 14%) (Tabela 1).

Tabela 1. Características clínicas, anestésicas e cirúrgicas dos pacientes no pós-operatório de cirurgia não cardíaca e o desenvolvimento de lesão renal aguda

Dados clínicos e demográficos	Com LRA (n=35) n (%)	Sem LRA (n=63) n (%)	Valor de p
Sexo			
Masculino	20 (57)	36 (57)	1,00
Feminino	15 (43)	27 (43)	
Idade, anos			
≥65	30 (86)	44 (44)	<0,05*
<65	5 (14)	19 (30)	
Cirurgia			
Eletiva	32 (91)	55 (87)	0,535
Urgência	3 (9)	8 (13)	
Risco cirúrgico			
ASA 1	4 (11)	17 (27)	<0,05*
ASA 2	25 (71)	41 (65)	
ASA 3	6 (17)	5 (8)	
Tipo de cirurgia			
Aparelho digestivo	16 (46)	31 (49)	0,934
Ortopédica	11 (31)	18 (29)	
Urológica	4 (11)	6 (10)	
Vascular	3 (9)	3 (5)	
Outras	1 (3)	5 (8)	
Tipo de anestesia			
Local	2 (6)	0 (0)	0,143
Regional	5 (14)	12 (19)	
Geral	28 (80)	51 (81)	

*Valor de $p < 0,05$. LRA: lesão renal aguda; ASA: *American Society of Anesthesiologists*.

No que se refere à presença de morbidades associadas, o fato de já ter uma disfunção renal prévia era fator de risco de piora dos níveis de creatinina no pós-operatório (48,6% vs. 7,9%), como mostra a tabela 2. As demais morbidades estudadas não influenciaram significativamente no desenvolvimento de LRA. Uso de droga vasoativa, necessidade de transfusão sanguínea, ventilação mecânica e sepse no pós-operatório imediato, também não foram preditores do risco para LRA. Entretanto os pacientes que apresentaram complicações graves, como hipotensão, choque hipovolêmico, parada cardiorrespiratória, broncoespasmo, broncoaspiração na indução anestésica, foram os que mais desenvolveram LRA. A mortalidade foi maior naqueles que desenvolveram LRA no pós-operatório.

Como nesta casuística foram encontrados mais idosos do que jovens evoluindo com LRA, fez-se uma análise em separado desse subgrupo, sendo identificado como fatores de risco, o fato de terem DRC no pré-operatório, e apresentar intercorrências graves (hipotensão, choque hipovolêmico, parada cardiorrespiratória, broncoespasmo, aspiração brônquica na indução anestésica). Esses pacientes também foram os que mais necessitaram de acompanhamento nefrológico, de diálise e tiveram maior mortalidade. Esses dados são descritos na tabela 3.

DISCUSSÃO

Os pacientes submetidos a grandes cirurgias estão predispostos a desenvolver LRA no pós-operatório devido à resposta inflamatória desencadeada pelo procedimento cirúrgico, morbidades associadas e complicações no intraoperatório e pós-operatório, entre outros fatores.⁽¹⁵⁾ Poucos estudos foram realizados relacionando a LRA após cirurgias não cardiovasculares.⁽⁷⁾

Tabela 2. Morbidades associadas no pré-operatório, complicações no pós-operatório e o desenvolvimento de lesão renal aguda

Morbidades	Com LRA (n=35) n (%)	Sem LRA (n=63) n (%)	Valor de p
Diabetes	14 (40%)	14 (22)	0,70
Hipertensão arterial	27 (77)	46 (73)	0,65
Insuficiência cardíaca	7 (20)	43 (68)	0,94
Neoplasias	15 (43)	16 (25)	0,75
Insuficiência hepática	1 (3)	0 (0)	0,17
DRC	17 (49)	5 (8)	<0,05*
Droga vasoativa	16 (46)	18 (29)	0,88
Transfusão sanguínea	10 (29)	15 (24)	0,6
Ventilação mecânica	16 (46)	18 (29)	0,88
Sepse	16 (46)	18 (29)	0,88
Intercorrências**	4 (11)	0 (0)	<0,05*
Chamado nefrologista	26 (74)	2 (3)	<0,05*
Diálise	24 (69)	0 (0)	<0,05*
Óbito	16 (46)	7 (11)	<0,05*

*Valor de $p < 0,05$; **hipotensão, choque hipovolêmico. LRA: lesão renal aguda; DRC: doença renal crônica.

Tabela 3. Características clínicas, cirúrgicas e anestésicas dos idosos (≥ 65 anos) no pós-operatório de cirurgia não cardíaca e o desenvolvimento de lesão renal aguda (n=74)

Características clínico-cirúrgicas	Com LRA (n=30) n (%)	Sem LRA (n=44) n (%)	Valor de p
Tipo de cirurgia			
Eletiva	27 (42)	38 (86)	0,64
Urgência	3 (33)	6 (14)	
ASA			
1	2 (29)	5 (11)	0,17
2	22 (39)	35 (80)	
3	6 (60)	4 (9)	
Anestesia			
Regional	4 (44)	5 (11)	0,14
Geral	24 (38)	39 (89)	
Local	2 (100)	0 (0)	
Transfusão	7 (32)	15 (34)	0,32
DRC	17 (90)	2 (5)	<0,05*
Intercorrências**	2 (100)	0 (0)	0,05
Chamado Nefrologista	23 (98)	1 (2)	<0,05*
Díalise	24(100)	0 (0)	<0,05*
Óbito	13 (72)	5 (27,8)	<0,05*

*Valor de $p < 0,05$; **hipotensão, choque hipovolêmico. LRA: lesão renal aguda; ASA: *American Society of Anesthesiologists*; DRC: doença renal crônica.

Neste estudo, demonstramos que a LRA ocorreu em 35,7% dos casos, sendo a maioria em procedimentos cirúrgicos eletivos (88,8%), o que não costuma ser frequente nos levantamentos, nos quais há uma maior prevalência de LRA em pacientes de cirurgias emergenciais, pelas características clínicas mais instáveis desses pacientes.⁽¹⁶⁾

Um achado relevante foi o fato de a faixa etária ser mais elevada, com uma média de idade de 71,2 anos, diferente do encontrado em outros estudos com médias de idade mais baixas entre 41,1 e 60 anos.⁽¹⁷⁻¹⁹⁾

Encontramos também a tendência maior dos idosos evoluírem com LRA (86% vs. 14 %). Isso pode ser explicado em parte pelo fato de as características do hospital ser de alta complexidade e concentrar idosos com múltiplas morbidades submetidos a grandes cirurgias. As morbidades mais prevalentes associadas com LRA no pós-operatório em outros estudos também foram HAS, DRC e *diabetes mellitus*.^(18,20-22)

É importante destacar que 48,6% dos nossos pacientes que desenvolveram LRA apresentavam DRC prévia, que é o maior fator de risco do pré-operatório para evolução com LRA na maioria dos estudos.^(18,22,23)

Com relação ao tipo de cirurgia, encontramos uma maior incidência de LRA após cirurgias do aparelho digestivo (45,7%), assim como encontrado em outros estudos.⁽²³⁻²⁵⁾ Sugere-se que a pressão de perfusão renal inadequada, possivelmente causada por cirurgias abdominais mais complexas, possa ser um dos pontos chave no aumento da pressão intra-abdominal induzindo LRA.^(23,24)

Os pacientes submetidos a procedimentos cirúrgicos eletivos e com risco anestésico ASA 3 (62,5%) evoluíram mais frequentemente com LRA. Este achado está de acordo com os dados disponíveis na literatura, que mostram o quanto o risco anestésico consegue prever a maior predisposição desses pacientes complicarem clinicamente no perioperatório, principalmente quando submetidos a grandes cirurgias.^(17,24,25)

Dos pacientes que desenvolveram LRA, observa-se que 32,4% (n=24) necessitaram de terapias renais substitutivas (TRS). A taxa de pacientes dialíticos no pós-operatório variou de 27,1% a 51,5% em alguns estudos e reflete a gravidade do acometimento renal desses indivíduos.^(10,20,26)

Há ampla variabilidade descrita e divergências na literatura sobre a influência da diálise nas taxas de mortalidade, que variam no grupo dialítico de 65,8% em um estudo, enquanto em outros não mostraram diferenças entre dialíticos e não dialíticos.^(27,28) A taxa de mortalidade dos pacientes estudados com LRA foi de 45,7%, semelhante ao encontrado na literatura, que varia de 42,1% a 90% em unidades de terapia intensiva.⁽²⁹⁾

Ressalta-se a necessidade do diagnóstico precoce da LRA, utilizando critérios estabelecidos, como o *Risk, Injury, Failure, Loss of kidney function, and End-stage kidney disease* (RIFLE), AKIN e as recomendações *Kidney Disease Improving Global Outcomes* (KDIGO),⁽³⁰⁾ assim como promover novos estudos multicêntricos, prospectivos e controlados em busca de marcadores precoces da LRA no pós-operatório, e para traçar um perfil de risco mais fidedigno na maior parte da população.

LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Apesar de ser um estudo clínico e prospectivo, este é um estudo observacional. Ter sido realizado em um único centro e comparar pacientes submetidos a cirurgias tão diferentes, como as do aparelho digestivo e as ortopédicas, são grandes limitações, o que dificulta a generalização dos resultados, embora mostre algumas características importantes que devem ser valorizadas na prevenção da LRA em todo o período de pré, intra e pós-operatório, principalmente de pacientes idosos submetidos a cirurgias eletivas e não cardíacas.

CONCLUSÃO

A presença da lesão renal aguda complica a evolução clínica de pacientes no pós-operatório, mesmo em cirurgias não cardíacas. Os pacientes idosos submetidos à cirurgia eletiva e classificados no risco cirúrgico ASA 3 apresentaram maior risco para desenvolvimento de lesão renal aguda no pós-operatório desse tipo de cirurgia. Os idosos que evoluíram dialíticos tiveram maior mortalidade no pós-operatório. A presença de algum grau de disfunção renal crônica no pré-operatório foi o fator de maior risco do desenvolvimento de piora da função. A identificação precoce dos fatores de risco e agravantes é de extrema importância e pode intervir na evolução do paciente, inclusive orientar protocolos de prevenção da lesão renal aguda no pós-operatório de grandes cirurgias, principalmente nos mais idosos.

REFERÊNCIAS

1. Uchino S, Bellomo R, Goldsmith D, Bates S, Ronco C. An assessment of the RIFLE criteria for acute renal failure in hospitalized patients. *Crit Care Med.* 2006;34(7):1913-7.
2. Mehta RL, Pascual MT, Soroko S, Savage BR, Himmelfarb J, Ikizler TA, Paganini EP, Chertow GM; Program to Improve Care in Acute Renal Disease. Spectrum of acute renal failure in the intensive care unit: the PICARD experience. *Kidney Int.* 2004;66(4):1613-21.
3. Ostermann M, Chang RW. Acute kidney injury in the intensive care unit according to RIFLE. *Crit Care Med.* 2007;35(8):1837-43.
4. Hoste EA, Kellum JA. RIFLE criteria provide robust assessment of kidney dysfunction and correlate with hospital mortality. *Crit Care Med.* 2006; 34(7):2016-7.
5. Thakar CV, Christianson A, Freyberg R, Almenoff P, Render ML. Incidence and outcomes of acute kidney injury in intensive care units: a Veterans Administration study. *Crit Care Med.* 2009; 37(9):2552-8.
6. Uchino S, Kellum JA, Bellomo R, Doig GS, Morimatsu H, Morgera S, Schetz M, Tan I, Bouman C, Macedo E, Gibney N, Tolwani A, Ronco C; Beginning and Ending Supportive Therapy for the Kidney (BEST Kidney) Investigators. Acute renal failure in critically ill patients: a multinational, multicenter study. *JAMA.*2005;294(7):813-8. Comment in: *JAMA.* 2006;295(6): 624; author 624-5.
7. Kheterpal S, Tremper KK, Englesbe MJ, O'Reilly M, Shanks AM, Fetterman DM, et al. Predictors of postoperative acute renal failure after noncardiac surgery in patients with previously normal renal function. *Anesthesiology.* 2008;107(6):892-902.
8. Thakar CV, Kharat V, Blanck S, Leonard AC. Acute kidney injury after gastric bypass surgery. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2007; 2(3):426-30.
9. Cabezuelo JB, Ramirez P, Rios A, Acosta F, Torres D, Sansano T, et al. Risk factors of acute renal failure after liver transplantation. *Kidney Int.* 2006;69(6):1073-80.
10. Kheterpal S, Tremper KK, Heung M, Rosenberg AL, Englesbe M, Shanks AM, et al. Development and validation of an acute kidney injury risk index for patients undergoing general surgery; results from a national data set. *Anesthesiology.* 2009;110(3):505-15.
11. Calvert S, Shaw A. Perioperative acute kidney injury *Perioper Med (Lond).* 2012;1-6.
12. Coca SG. Acute kidney injury in elderly persons. *Am J Kidney Dis.* 2010;56(1):122-31.
13. Arowson CWL, McAuliffe MS, Miller K. Variability in the American Society of Anesthesiologists physical status Classification scale. *AANA J.* 2003;71(4):265-74.
14. Ricci Z, Cruz DN, Ronco C. Classification and staging of acute kidney injury: beyond the RIFLE and AKIN criteria. *Nat Rev Nephrol.* 2011 7(4):201-8.
15. Metha RL, Kellum JA, Shah SV, Molitoris BA, Ronco C, Warnock DG, Levin A; Acute Kidney Injury Network. Acute Kidney Injury Network: report of an initiative to improve outcomes in acute kidney injury. *Crit Care.* 2007;11(2):R31.
16. Teixeira C, Rosa R, Rodrigues N, Mendes I, Peixoto L, Dias S, et al. Acute kidney injury after major abdominal surgery: a retrospective cohort analysis. *Crit Care Res Pract.* 2014;2014:132175.
17. Sear JW. Kidney dysfunction in the postoperative period. *Br J Anaesth.* 2005;95(1):20-32.
18. Ponce D, Zorzenon CP, Santos NY, Teixeira UA, Balbi AL. Injúria renal aguda em unidade de terapia intensiva: estudo prospectivo sobre a incidência, fatores de risco e mortalidade. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2011; 23(3):321-6.
19. Alves CJ, Terzi RG, Franco GB, Malheiros WM. Comparação entre o Modelo UNICAMP II e o APACHE II em uma UTI Geral. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2003;15(2):144-52.
20. Liangos O, Wald R, O'Bell JW, Price L, Pereira BJ, Jaber BL. Epidemiology and outcomes of acute renal failure in hospitalized patients: a national survey. *Clin. J. Am. Soc. Nephrol.* 2006; 1:43-51.
21. Leblanc M, Kellum JA, Gibney RT, Lieberthal W, Tumlin J, Mehta R. Risk factors for acute renal failure: inherent and modifiable risks. *Curr Opin Crit Care.* 2005;11(6):533-6.
22. Martensson J, Bellomo R. Prevention of renal dysfunction in postoperative elderly patients. *Curr Opin Crit Care.* 2014;20(4): 451-9.
23. Balogh Z, Mckinley RA, Cocanour CS, Kozar RA, Valdivia A, Sailors RM, et al. Supranormal trauma resuscitation causes more cases of abdominal compartment syndrome. *Arch Surg.* 2003; 138(6): 637-42; discussion 642-3.
24. Bihorac A, Yavas S, Subbiah S, Hobson CE, Schold JD, Gabrielli A, et al. Long-term risk of mortality and acute kidney injury during hospitalization after major surgery. *Ann Surg.* 2009;249(5): 851-8.
25. Abelha FJ, Botelho M, Fernandes V, Barros H. Determinants of postoperative acute kidney injury. *Crit Care.* 2009;13(3):R79.
26. Thakar CV. Perioperative acute kidney injury. *Adv Chronic Kidney Dis.* 2013;20(1):67-75.
27. Balbi AL, Gabriel DP, Barsante RC, Caramori JT, Martin LC, Barreti P. Mortalidade e prognóstico específico em pacientes com insuficiência renal aguda. *Rev Assoc Med Bras.* 2005;51(6): 318-22.
28. Bernardina LD, Diccini S, Belasco AG, Bittencourt AR, Barbosa DA. Evolução clínica de pacientes com insuficiência renal aguda em unidade de terapia intensiva. *Acta Paul Enferm.* 2008; 21(n. especial):174-8.
29. Mehta RL, Pascual MT, Gruta CG, Zhuang S, Chertow GM. Refining predictive models in critically ill patients with acute renal failure. *J Am Soc Nephrol.* 2002;13(5):1350-7.
30. KDIGO Clinical Practice Guideline for Acute Kidney Injury. *Kidney Int Supplements.* 2012;2(1):19-36.