



ESTUDO CLÍNICO

Associação entre lesão renal aguda e mortalidade após ressuscitação cardiopulmonar bem-sucedida: um estudo observacional retrospectivo

Ender Para^a, Mustafa Azizoğlu^b, Aslınur Sagün^b, Gülhan Orekici Temel^c, Handan Birbiçer^{b,*}

^a Reyhanlı Devlet Hastanesi, Anesthesia and Reanimation Department, Hatay, Turkey

^b Mersin University, Anesthesia and Reanimation Department, Mersin, Turkey

^c Mersin University, Biostatistics and Bioinformatics Department, Mersin, Turkey

Recebido em 3 de julho de 2019; aceito em 15 de janeiro de 2021

PALAVRAS-CHAVE:

Lesão renal aguda;
Pós-parada cardíaca;
RIFLE;
KDIGO

RESUMO:

Justificativa e objetivos: A Lesão Renal Aguda (LRA) afeta a mortalidade e morbidade em pacientes criticamente enfermos. Existem poucos estudos examinando a prevalência de IRA e mortalidade após a ressuscitação cardiopulmonar bem-sucedida. No presente estudo, investigamos a associação entre LRA e mortalidade em pacientes pós-parada cardíaca internados em Unidade de Terapia Intensiva (UTI).

Métodos: Nossa análise retrospectiva incluiu 109 pacientes internados na UTI após ressuscitação cardiopulmonar bem-sucedida entre 2014 e 2016. Comparamos dois sistemas de pontuação para estimar a mortalidade.

Resultados e discussão: LRA foi diagnosticada em 46,7% (n = 51) dos pacientes pelos critérios do RIFLE e em 66,1% (n = 72) pelo KDIGO. A taxa de mortalidade foi significativamente maior entre os pacientes com LRA diagnosticada pelos critérios RIFLE (p = 0,012) e aqueles com LRA diagnosticada pelos critérios KDIGO (p = 0,003). A análise de Característica de Operação do Receptor (COR) mostrou que ambos os sistemas de pontuação foram capazes de detectar com sucesso a mortalidade (área sob a curva COR = 0,693 para RIFLE e 0,731 para KDIGO).

Conclusão: LRA aumenta as taxas de mortalidade e morbidade após a parada cardíaca. Embora mais lesão renal e mortalidade tenham sido detectadas com KDIGO, a sensibilidade e especificidade de ambos os sistemas de pontuação foram semelhantes na previsão de mortalidade em pacientes com Retorno da Circulação Espontânea (RCE).

Autor correspondente:

E-mail: birbicer@hotmail.com (H. Birbiçer).

<https://doi.org/10.1016/j.bjane.2021.02.026>

© 2021 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY-NC-ND licence (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Introdução

Lesão renal aguda (LRA) é uma entidade clínica que pode progredir de um pequeno aumento no nível de creatinina sérica para insuficiência renal em estágio final e é caracterizada pela falha em eliminar ureia e outros resíduos nitrogenados do corpo devido à perda súbita da função renal com interrupções resultantes do líquido extracelular e conteúdo eletrolítico.¹ Geralmente ocorre em pacientes internados em Unidade de Terapia Intensiva (UTI) por causas tóxicas, isquêmicas ou obstrutivas e está associada a elevada mortalidade e morbidade. A LRA tem uma incidência de 5 a 20% entre os pacientes internados na UTI, causando um aumento de 5 vezes na morbidade e de 35 a 65% na mortalidade, independentemente das comorbidades dos pacientes.²

Os critérios de risco, lesão, falha, perda, estágio final (RIFLE), rede de lesão renal aguda (AKIN) e doença renal: melhoria dos resultados globais (KDIGO) são usados no diagnóstico e classificação de AKI.³ Os critérios RIFLE classificam os estágios iniciais de AKI, enquanto os critérios KDIGO classificam AKI em três estágios.³

Após a parada cardíaca, os pacientes com Retorno da Circulação Espontânea (RCE) frequentemente apresentam altas taxas de mortalidade e morbidade devido a danos cerebrais, miocárdicos e de isquemia-reperusão global. A síndrome pós-parada cardíaca, que é uma apresentação clínica caracterizada por hipoperfusão tecidual e disfunção de múltiplos órgãos, pode levar a disfunção renal grave.⁴ A incidência de LRA após a parada cardíaca é de 12-40%.⁵

Numerosos estudos enfatizaram o dano cerebral como o principal fator determinante da expectativa de vida em pacientes com RCE após a ressuscitação cardiopulmonar (RCP) bem-sucedida,^{6,7} enquanto a prevalência de lesão de órgão extracerebral e seus efeitos sobre a mortalidade receberam menos atenção.⁸

O objetivo do presente estudo foi analisar as taxas de mortalidade em pacientes com RCE que foram diagnosticados com lesão renal aguda e / ou insuficiência renal com base nos critérios RIFLE e KDIGO. Pode-se estimar que, com o uso do KDIGO, mais pacientes podem ser diagnosticados com LRA em função dos critérios que contém. Nossa hipótese é que o KDIGO seria mais útil para demonstrar a mortalidade do que o RIFLE. Até onde sabemos, este é o primeiro estudo comparativo de RIFLE e KDIGO para prever mortalidade em pacientes com RCE após RCP com sucesso na literatura.

Materiais e métodos

Este estudo observacional retrospectivo foi realizado na UTI da Faculdade de Medicina da Universidade de Mersin, Departamento de Terapia Intensiva. Após obter a aprovação ética do Comitê de Ética em Estudos Clínicos da Universidade de Mersin (14/04/2016, no2016 / 104), um total de 130 pacientes que tiveram ROSC após

parada cardíaca hospitalar entre 1º de janeiro de 2014 e 28 de fevereiro de 2016 foram avaliados retrospectivamente. Nossa unidade de terapia intensiva é uma “unidade de terapia intensiva geral” que recebe pacientes que precisam de ventilação mecânica. Todos os pacientes já foram internados no hospital antes da parada cardíaca e foram acompanhados até a alta ou óbito. Todos os pacientes tinham artéria radial ou braquial canulada durante / após a RCP. Analisamos retrospectivamente e documentamos a primeira medida de pressão intra-arterial (PIA) após admissão à UTI. Pacientes com patologia renal previamente conhecida, malignidade em estágio final, que tinham menos de 18 anos ou morreram nas primeiras 48 horas foram excluídos do estudo. Pacientes com creatinina sérica maior que 1,5 mg.dL⁻¹ também foram excluídos do estudo. Os dados relativos aos 109 pacientes restantes foram obtidos nos prontuários de acompanhamento da UTI. Um diagrama de fluxo detalhado do estudo é apresentado na Figura 1.

Todos os pacientes foram avaliados com a classificação RIFLE e a classificação KDIGO. A fim de comparar as capacidades de diagnóstico e estadiamento dos dois sistemas de pontuação, os critérios RIFLE para perda de função renal (estágio L) e insuficiência renal em estágio final (estágio E) foram incluídos no grupo de falha (estágio F) para produzir um três - sistema de estágios consistente com a classificação KDIGO.³ Os dados referentes à idade, sexo, ritmo de parada cardíaca, pressão arterial média (PAM), duração da ressuscitação, pH de admissão, níveis de creatinina sérica, débito urinário e terapia de substituição renal dos pacientes foram obtidos em seus prontuários de acompanhamento. Pacientes que sobreviveram 30 dias após a reanimação foram considerados sobreviventes. Os dados de sobrevivência / mortalidade foram obtidos de formulários de acompanhamento diário para não sobreviventes ou do sistema de registro médico eletrônico do hospital para sobreviventes. Os níveis de creatinina e o débito urinário foram verificados individualmente de acordo com os critérios RIFLE e KDIGO para cada dia a partir da primeira internação. Nosso desfecho primário foi comparar as taxas de detecção de insuficiência renal dos dois sistemas e as taxas de mortalidade em 30 dias de pacientes com insuficiência renal de acordo com cada classificação. O desfecho secundário foi comparar sobreviventes e não sobreviventes em termos de idade, sexo, tempo de ventilação mecânica, ritmo cardíaco inicial, tempo de ressuscitação e pressão arterial de admissão, nível de creatinina e pH sérico.

O tamanho da amostra foi calculado usando ClinCalc (<https://clincalc.com/stats/samplesize.aspx>). Com base em dados de nosso estudo piloto (de 15 pacientes com lesão renal avaliados, 50% daqueles com diagnóstico de RIFLE e 70% dos pacientes com diagnóstico de KDIGO morreram), um total de 93 pacientes foram necessários para atingir 80% de poder com erro Tipo I. Foi utilizado o pacote de software SPSS16.0 para análise estatística. A distribuição normal dos parâmetros em

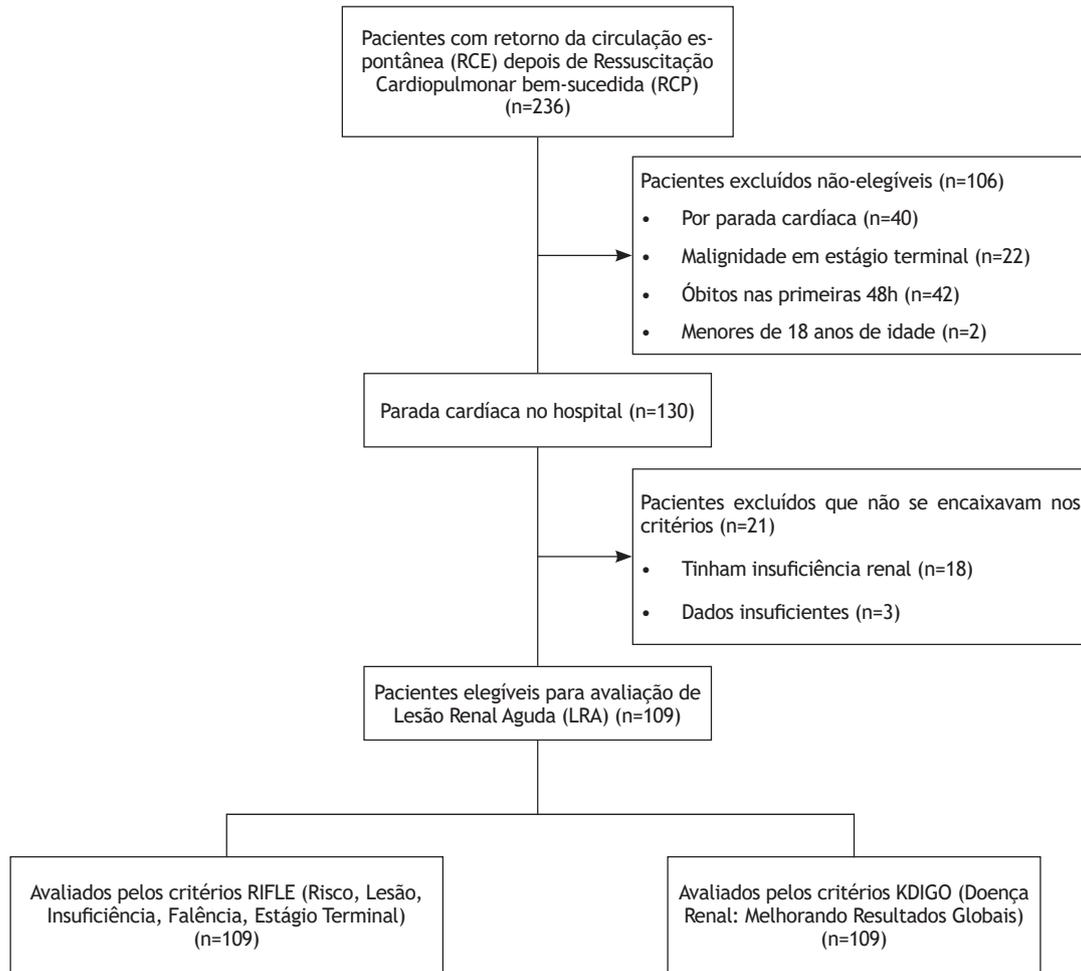


Figura 1 Diagrama de fluxo da seleção dos pacientes para comparação com lesão renal aguda

Tabela 1 Características dos pacientes e dados clínicos dos pacientes

Idade (anos)	60,98 ± 20,1
Sexo (masculino / feminino)	69/40 (63,3% vs, 36,7%)
Duração média da ventilação mecânica (dias)	13,66 ± 15,90
Duração média da ressuscitação (min)	18,75 ± 11,71
Pressão arterial média (mm-Hg)	77,66 ± 22,42
Número de pacientes que receberam alta (n,%)	26 (23,9%)
Número de pacientes com ritmo passível de choque (fibrilação ventricular e taquicardia ventricular sem pulso) (n,%)	22 (20,1%)
Níveis médios de creatinina durante a admissão (mg / dl)	1,32 ± 0,12
Número de pacientes tratados com hemodiálise (n,%)	7 (6,3%)

cada grupo foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk. Para parâmetros normalmente distribuídos, média e desvio padrão foram usados como estatísticas descritivas; mediana e intervalo interquartil (valores percentis 25-75) foram dados para parâmetros com distribuição não normal. Variáveis categóricas foram expressas como números e valores percentuais. As diferenças entre os dois

grupos foram avaliadas usando o teste t para dados com distribuição normal e o teste U de Mann-Whitney para aqueles com distribuição não normal. O teste Qui-quadrado foi usado para avaliar a relação entre as variáveis categóricas. A análise da Característica de Operação do Receptor (COR) também foi usada para avaliar o poder preditivo da mortalidade dos dois sistemas de pontua-

Tabela 2 Comparação dos dados demográficos e clínicos dos pacientes sobreviventes e não sobreviventes

	Sobreviventes	Não sobreviventes	P
Idade (anos)	57,96 ± 19,92	60,98 ± 20,10	0,50
Sexo (M / F)	14/12 (53,8% / 46,2%)	55/28 (66,2% / 33,8%)	0,22
Duração média da ventilação mecânica (dias)	7(2-17,5)	6,5 (5-21)	0,67
Ritmo inicial determinado (passível de choque/ não passível de choque)	5/21	15/68	0,87
Duração média da ressuscitação (min)	13,62 ± 13,58	18,46 ± 13,42	0,02*
Pressão arterial média (mm-Hg)	86,38 ± 20,48	74,62 ± 22,48	0,01*
Níveis médios de creatinina (mg / dl)	1,29 ± 1,05	1,34 ± 1,21	0,85
PH médio do sangue	7,28 ± 0,13	7,20 ± 0,18	0,02*

* P < 0,05

Tabela 3 Comparação do desenvolvimento de lesão renal aguda de acordo com os critérios RIFLE e KDIGO

		Número de pacientes com diagnóstico de KDIGO (n = 72/109)				P
		Stage 0	Stage 1	Stage 2	Stage 3	
Número de pacientes diagnosticados com RIFLE (n = 51/109)	Stage 0	37 (33,9%)	21 (19,2%)	0	0	< 0,001*
	Stage 1	0	10 (9,1%)	1 (0,9%)	0	
	Stage 2	0	0	6 (5,5%)	6 (5,5%)	
	Stage 3-4-5	0	0	0	28 (25,6%)	

* p < 0,05

RIFLE: Risco, Lesão, Insuficiência, Falência, Estágio Final
KDIGO: Doença Renal: Melhorando os Resultados Globais**Tabela 4** Taxas de mortalidade de pacientes com lesão renal aguda de acordo com os critérios RIFLE e KDIGO

	Insuficiência Renal	Não-sobreviventes	Sobreviventes	P
Diagnosticados com os critérios RIFLE	Não	37 (33,9%)	21 (19,2%)	0,012*
	Sim	46 (42,2%)	5 (4,5%)	
	Estágio 1	9 (8,2%)	2 (1,8%)	
	Estágio 2	11 (10,0%)	1 (0,9%)	
	Estágio 3-5	26 (23,8%)	2 (1,8%)	
Diagnosticados com os critérios KDIGO	Não	21 (19,2%)	16 (14,6%)	0,003*
	Sim	62 (56,8%)	10 (9,1%)	
	Estágio 1	24 (22,0%)	7 (6,3%)	
	Estágio 2	6 (5,4%)	1 (0,9%)	
	Estágio 3	32 (29,3%)	2 (1,8%)	

* p < 0,05

RIFLE: Risco, Lesão, Insuficiência, Falência, Estágio Final
KDIGO: Doença Renal: Melhorando os Resultados Globais

ção. Um valor de p < 0,05 foi considerado estatisticamente significativo.

Resultados

No total, 109 pacientes foram incluídos no estudo (Figura 1). A média de idade foi de 60,98 ± 20,1 anos e havia 69 mulheres e 40 homens (63,3% vs. 36,7%). As características demográficas e os dados clínicos dos pa-

cientes estão resumidos na Tabela 1. A duração média da ressuscitação foi de 18,75 ± 11,71 minutos, e os pacientes sobreviventes tiveram tempos de ressuscitação mais curtos (13,62 ± 13,58 minutos vs. 18,46 ± 13,42 minutos, p < 0,05). Não houve diferença na duração média da ressuscitação entre os pacientes com diagnóstico de lesão renal nos grupos KDIGO e RIFLE em comparação com os pacientes que não desenvolveram lesão renal (17,74 ± 14,00 min vs. 17,40 ± 12,85 min

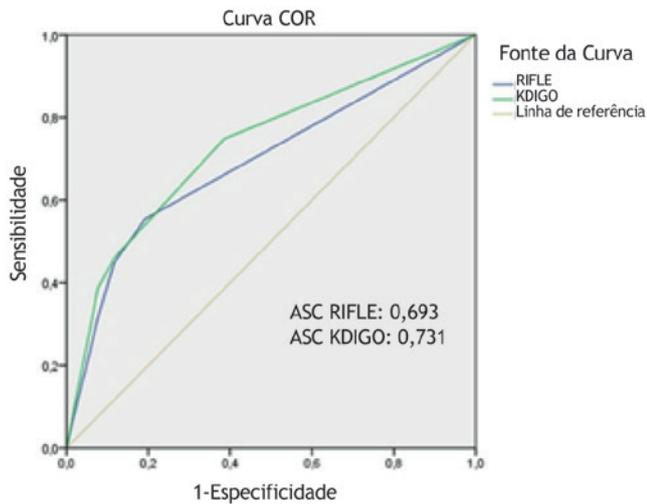


Figura 2 Característica de Operação do Receptor (ROC) Curva de previsão de mortalidade de risco, lesão, insuficiência, falência, estágio final (RIFLE) e doença renal: melhoria dos resultados globais (KDIGO). Área sob a curva (ASC) (RIFLE): 0,693, ASC (KDIGO): 0,731, $p < 0,05$. Não houve diferença entre os dois sistemas de acordo com a análise da curva ROC. $p > 0,05$.

com KDIGO, $18,43 \pm 15,20$ vs. $16,55 \pm 12,01$ para RIFLE; $p > 0,05$). Os valores da PAM na admissão foram significativamente maiores nos pacientes sobreviventes em comparação com os não sobreviventes ($86,38 \pm 20,48$ mmHg vs. $74,62 \pm 22,48$ mmHg, $p < 0,05$). Nenhuma diferença significativa foi detectada entre sobreviventes e não sobreviventes em relação ao tempo de ventilação mecânica ou ritmo de parada cardíaca ($p > 0,05$) (Tabela 2).

A média de idade no grupo de pacientes com diagnóstico de LRA com base nos critérios RIFLE foi de 64,4 anos, enquanto a média de idade no grupo de pacientes com diagnóstico de LRA com base nos critérios do KDIGO foi de 63,8 anos. Em ambos os sistemas, os pacientes com diagnóstico de lesão renal tiveram uma média de idade significativamente maior do que aqueles sem lesão renal (KDIGO: $63,78 \pm 18,56$ vs. $52,89 \pm 21,00$ anos, $p < 0,05$ e RIFLE: $64,47 \pm 20,07$ vs. $56,22 \pm 19,30$ anos, $p < 0,05$). Quando a presença e a gravidade da lesão renal foram avaliadas usando os critérios RIFLE e KDIGO, um número significativamente maior de pacientes foi diagnosticado com LRA com base no KDIGO ($n = 72$, 66,1%) em comparação com RIFLE ($n = 51$, 46,7%) (Tabela 3) ($p < 0,05$). A mortalidade foi significativamente maior entre os pacientes com LRA diagnosticada pelos critérios RIFLE ($p < 0,05$) e aqueles com LRA diagnosticada pelos critérios KDIGO ($p < 0,05$) (Tabela 4). As taxas de mortalidade foram semelhantes em pacientes com dano renal em estágio 3 de acordo com ambos os sistemas de pontuação (32/34, 94% com diagnóstico de KDIGO vs. 26 / 28,92% com diagnóstico de RIFLE; $p > 0,05$). Na análise de mortalidade para ROC, a área sob a curva

(AUC) foi de 0,693 para RIFLE e 0,731 para KDIGO ($p < 0,05$ para todos). No entanto, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre RIFLE e KDIGO ($p > 0,05$) (Figura 2).

Discussão

Este estudo mostrou que a taxa de mortalidade após parada cardíaca esteve associada à presença e gravidade da lesão renal avaliada pelos critérios de RIFLE e KDIGO. No entanto, uma proporção maior de pacientes foi avaliada como portadora de lesão renal quando os critérios KDIGO foram aplicados em vez do RIFLE. A LRA foi diagnosticada em 66,1% dos pacientes com base nos critérios KDIGO, em comparação a 46,7% com base nos critérios RIFLE. Esses resultados são consistentes com a literatura para as classificações RIFLE e KDIGO.⁹ O fato de que a lesão renal foi mais prevalente em nossos pacientes ao usar os critérios KDIGO parece estar relacionado aos seus critérios mais amplos para o estágio 1 em comparação com o sistema RIFLE¹⁰. A análise da COR mostrou que ambos os sistemas são eficazes na determinação do risco de mortalidade.

Em um estudo de Chua et al. avaliando 105 pacientes com parada cardíaca, 33 (31,4%) foram avaliados como tendo IRA ou falha com base nos critérios RIFLE.¹¹ Em uma análise retrospectiva de 82 casos de parada cardíaca por Kim et al., IRA foi detectada em 80,5% dos pacientes com base nos critérios KDIGO.¹² Nos estudos mencionados, o estadiamento da LRA foi realizado nas primeiras 24-48 horas de admissão na UTI, e as mudanças na gravidade da LRA durante o acompanhamento na UTI não foram avaliadas. Em nosso estudo, no entanto, levamos em consideração o nível mais alto de creatinina e / ou o débito urinário mais baixo do paciente na primeira semana de seguimento na UTI ao determinar o estágio da LRA, o que refletiu as alterações ocorridas durante o acompanhamento.

À luz da literatura e de nossos resultados, também pode-se afirmar que, além de sua melhor sensibilidade no diagnóstico de AKI, a classificação KDIGO também é uma melhor estimativa de mortalidade do que RIFLE (mortalidade em pacientes diagnosticados com base em RIFLE vs. KDIGO: 55,4% vs. 74,7 %).¹⁰

Se o risco de desenvolver LRA está associado à duração dos esforços de ressuscitação foi debatido em estudos anteriores. Embora vários estudos tenham mostrado que houve uma diferença significativa na duração da reanimação entre pacientes com e sem LRA,^{13,14} Chua et al. observaram que os tempos de reanimação não eram mais em pacientes com LRA.¹¹ Em nosso estudo, a comparação de pacientes com e sem LRA não revelou diferença significativa em termos de duração da ressuscitação. Um estudo experimental conduzido por Fu et al. também demonstrou que não há relação entre o tempo de reanimação e IRA.¹⁵

Tujjar et al. relataram uma taxa de mortalidade mais elevada em pacientes que desenvolveram LRA (65%)

em comparação com aqueles que não desenvolveram (50%).¹³ Consistente com a literatura, houve uma correlação significativa em nosso estudo entre mortalidade e lesão renal determinada com base em ambos os RIFLE e critérios KDIGO. Geri et al. analisaram a correlação entre o desenvolvimento de LRA e a taxa de mortalidade em 580 pacientes que tiveram parada cardíaca fora do hospital e descobriram que a lesão renal em estágio 3 estava associada a uma taxa de mortalidade significativamente maior.¹⁴ Em nosso estudo, a taxa de mortalidade aumentou progressivamente com o grau de lesão renal e encontramos 94% taxa de mortalidade em pacientes avaliados como LRA de estágio 3 com base nos critérios KDIGO. Yanta et al. afirmam que a idade avançada está associada ao desenvolvimento de IRA após parada cardíaca devido à redução da função fisiológica dos rins.¹⁶ Da mesma forma, observamos em nosso estudo que pacientes com LRA de acordo com os critérios RIFLE e KDIGO tinham média de idade maior do que aqueles sem LRA.

Hasper et al. descobriram que o nível médio de creatinina na admissão inicial pós-parada cardíaca era de 1,20 mg.dL⁻¹,¹⁷. Determinamos um nível médio de creatinina de 1,32 mg.dL⁻¹ em nosso estudo, e o nível alto de creatinina sérica em particular foi encontrado para ser significativamente correlacionado com diagnóstico de LRA baseado nos critérios KDIGO.

Em uma revisão avaliando 1963 pacientes pós-parada cardíaca, Sandroni et al. determinou que ritmo de parada não passível de choque, duração da parada, alto nível de creatinina sérica na admissão, presença de choque cardiogênico pós-ressuscitação e altos níveis de lactato sérico após a ressuscitação foram fatores no desenvolvimento de LRA.¹⁸ Uma relação significativa entre o ritmo de parada inicial ou a duração da ressuscitação e LRA não foi observada em nosso estudo. A mortalidade hospitalar foi significativamente maior no grupo com LRA.

Burne Taney et al. afirmaram que 10 minutos de isquemia-reperfusão foram suficientes para causar elevação dos níveis de creatinina sérica, e uma duração mínima de 30 minutos de pinçamento da artéria renal foi necessária para aumentar os níveis de creatinina sérica para o mesmo grau.¹⁹ Em nosso estudo, a duração média da ressuscitação (tempo de falta de circulação para ROSC) foi de 17,7 minutos nos pacientes com diagnóstico de IRA pelos critérios KDIGO e de 18,4 minutos nos pacientes com diagnóstico de IRA pelos critérios do RIFLE, em concordância com estudos experimentais.

Numerosos estudos enfocaram a disfunção cerebral como o principal determinante do tempo de sobrevida em pacientes com RCE após a RCP com sucesso, enquanto há menos pesquisas sobre a incidência de lesão de órgãos extracerebrais e seu impacto na mortalidade. Nossos achados indicam que lesões em vários órgãos extracerebrais, como LRA, também podem aumentar significativamente a taxa de mortalidade.

Este estudo tem algumas limitações. Primeiramente, realizamos um estudo retrospectivo. Acreditamos que uma avaliação mais confiável possa ser feita com uma pesquisa prospectiva. Em segundo lugar, conduzimos um estudo unicêntrico e o tamanho da amostra foi muito pequeno para outras avaliações além do desfecho primário.

Conclusão

Em resumo, a LRA aumenta as taxas de mortalidade após o repouso cardíaco. Mais lesão renal e mortalidade podem ser detectadas com KDIGO, mas o sucesso dos dois métodos é semelhante na previsão de mortalidade em pacientes após a ressuscitação. Mais estudos são necessários para determinar o melhor método para prever a mortalidade em pacientes após a RCP com sucesso.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

- Li PK, Burdmann EA, Mehta RL. World Kidney Day Steering Committee 2013. Acute kidney injury: global health alert. *KidneyInt.* 2013;83:372-6.
- Brivet FG, Kleinknecht DJ, Loirat P, Landais PJ. Acute renal failure in intensive care units-causes, outcome, and prognostic factors of hospital mortality; a prospective, multicenter study. French Study Group on Acute Renal Failure. *Crit CareMed.* 1996;24:192-8.
- Levi TM, de Souza SP, de Magalhães JG, et al. Comparison of the RIFLE, AKIN and KDIGO criteria to predict mortality in critically ill patients. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2013;25:290-6.
- Adrie C, Adib-Conguy M, Laurent I, et al. Successful cardiopulmonary resuscitation after cardiac arrest as "sepsis-like" syndrome. *Circulation.* 2002;106:562-8.
- Domanovits H, Schillinger M, Müllner M, et al. Acute renal failure after successful cardiopulmonary resuscitation. *Intensive CareMed.* 2001;27:1194-9.
- Sasson C, Rogers MA, Dahl J, Kellerman AL. Predictors of survival from out-of-hospital cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes.* 2010;3:63-81.
- Schneider A, Böttiger BW, Popp E. Cerebral resuscitation after cardiocirculatory arrest. *Anesth Analg.* 2009;108:971-9.
- Nolan JP, Neumar RW, Adrie C, et al. Post-cardiac arrest syndrome: epidemiology, pathophysiology, treatment, and prognostication. A Scientific Statement from the International Liaison Committee on Resuscitation; the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee; the Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia; the Council on Cardiopulmonary, Perioperative, and Critical Care; the Council on Clinical Cardiology; the Council on Stroke. *Resuscitation.* 2008;79:350-79.
- Rundgren M, Ullen S, Morgan MPG, et al. Renal function after out-of-hospital cardiac arrest; the influence of temperature management and coronary angiography, a post-hoc study of the target temperature management trial. *Crit Care.* 2019;23:163.

10. Luo X, Jiang L, Du B, Wen Y, Wang M, Xi X. A comparison of different diagnostic criteria of acute kidney injury in critically ill patients. *Crit Care*. 2014;18:R144.
11. Chua HR, Glassford N, Bellomo R. Acute kidney injury after cardiac arrest. *Resuscitation*. 2012;83:721-7.
12. Kim YW, Cha KC, Cha YS, et al. Shock duration after resuscitation is associated with occurrence of post-cardiac arrest acute kidney injury. *J Korean Med Sci*. 2015;30:802-7.
13. Tujjar O, Mineo G, Dell'anna A, et al. Acute renal failure after cardiac arrest. *Crit Care*. 2015;19:169.
14. Geri G, Guillemet L, Dumas F, et al. Acute kidney injury after out-of-hospital cardiac arrest: risk factors and prognosis in a large cohort. *Intensive Care Med*. 2015;41:1273-80.
15. Fu ZY, Wu ZJ, Zheng JH, Qin T, Yang YG, Chen MH. The incidence of acute kidney injury following cardiac arrest and cardiopulmonary resuscitation in a rat model. *Ren Fail*. 2019;41:278-83.
16. Yanta J, Guyette FX, Doshi AA, Callaway CW, Rittenberger JC. Renal dysfunction is common following resuscitation from out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2013;84:1371-4.
17. Hasper D, Von Haehling S, Storm C, Jörres A, Schefold JC. Changes in serum creatinine in the first 24 hours after cardiac arrest indicate prognosis: an observational cohort study. *Crit Care*. 2009;13:R168.
18. Sandroni C, Dell'anna AM, Tujjar O, Geri G, Cariou A, Taccone FS. Acute kidney injury after cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis of clinical studies. *Minerva Anesthesiol*. 2016;82:989-99.
19. Burne-Taney MJ, Kofler J, Yokota N, Weisfeldt M, Traystman RJ, Rabb H. Acute renal failure after whole body ischemia is characterized by inflammation and T cell mediated injury. *Am J Physiol Renal Physiol*. 2003;285:F87-94.6