



# REVISTA BRASILEIRA DE ANESTESIOLOGIA

Official Publication of the Brazilian Society of Anesthesiology  
www.sba.com.br



## INFORMAÇÃO CLÍNICA

# Hiperpotassemia pela Solução Euro-Collins na Anestesia para Transplante Renal: Relato de Caso

Eunice Sizue Hirata<sup>\*,a</sup>, Rosa Inês Costa Pereira<sup>a</sup>, Gentil Alves Filho<sup>b</sup>,  
Angélica de Fátima Assunção Braga<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Anestesiologia, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil

<sup>b</sup> Departamento de Clínica Médica, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil

Trabalho realizado no Hospital das Clínicas da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil.

Recebido em 28 de novembro de 2011; aceito em 20 de agosto de 2012

### PALAVRAS-CHAVE

CIRURGIA, Transplante;  
COMPLICAÇÕES,  
Hiperpotassemia;  
Soluções Hipertônicas/  
Euro-Collins;

### Resumo

**Objetivos:** Descrever uma anestesia para transplante renal que se complicou com a elevação brusca de potássio, pela reperfusão do rim com solução Euro-Collins no campo operatório. Também será relatado o diagnóstico e o tratamento empregados nessa complicação.

**Conclusão:** O uso de soluções de perfusão no campo cirúrgico requer cuidados na monitoração, como eletrocardiografia e dosagem de potássio sérico, e disponibilidade para uso imediato de gluconato de cálcio, insulina e salbutamol. A substituição da solução Euro-Collins por soro fisiológico imediatamente antes do implante pode ser uma opção útil em pacientes com níveis de potássio sabidamente elevados.

© 2013 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

## Introdução

Hiperpotassemia na anestesia para transplante renal já foi uma complicação mais comum.<sup>1</sup> Succinilcolina administrada para intubação traqueal<sup>2,3</sup> e pacientes mal dialisados<sup>4</sup> e/ou com diabetes insulino-dependente<sup>5</sup> já foram responsáveis por acidentes graves em anestesia. Cuidados pré-operatórios mais rigorosos e o uso de relaxantes musculares adespolarizantes na indução da anestesia geral têm reduzido significativamente essa complicação. Entretanto, são poucas

as recomendações quanto aos riscos de hiperpotassemia decorrentes do uso de soluções de perfusão nos órgãos transplantados.<sup>6,7</sup> As mais empregadas são as de Euro-Collins e a da University of Wisconsin (UW),<sup>8</sup> que têm em comum uma alta concentração de potássio, semelhante à do líquido intracelular.<sup>9</sup> Complicações como elevação rápida do potássio sérico<sup>7</sup> e parada cardíaca<sup>6</sup> imediatamente após a liberação das anastomoses vasculares em rins perfundidos com solução Euro-Collins já foram relatadas.

\*Autor para correspondência. Cidade Universitária Zeferino Vaz, Rua Vital Brasil, 251, Campinas, SP, Brasil. CEP: 13083-888.

E-mail: eshirata@hotmail.com (E.S. Hirata)

0034-7094/\$ - see front matter © 2013 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.bjan.2012.08.004>

## Relato de caso

Paciente do sexo masculino, 32 anos, submetido a um segundo transplante renal com doador vivo relacionado. Apresentava história de uma anestesia geral para transplante renal havia nove anos, sem intercorrências. Estava em programa de diálise há 16 meses. Relatava hipertensão arterial havia quatro anos e infecção urinária tratada havia três meses.

No dia da visita pré-anestésica apresentava-se em bom estado geral e sem queixas. O paciente foi submetido à hemodiálise de manhã e apresentou uma hemofiltração estimada de 4 kg. Ao exame físico apresentava-se afebril, 79 quilos, altura de 1,71 metros. A pressão arterial era de 130/80 mm Hg e a frequência cardíaca de 70 batimentos por minuto. Na ausculta cardíaca, apresentava um discreto sopro sistólico no foco mitral. Também foi observada a presença de fístula arteriovenosa no membro superior esquerdo (MSE) e um cateter central inserido na veia jugular interna à direita. Estava sendo medicado com azatioprina, prednisona e propranolol. Os exames pré-operatórios feitos foram: Hb = 9,93 gr%; Ht = 29,28%; INR = 1,02; R = 1,12; ureia = 80 mg%; creatinina = 5,75 mg%; Na<sup>+</sup> = 134 mEq.L<sup>-1</sup>; K<sup>+</sup> = 5,10 mEq.L<sup>-1</sup>. O eletrocardiograma (ECG) mostrava sobrecarga de ventrículo esquerdo e o RX de tórax, aumento da área cardíaca por sobrecarga de ventrículo esquerdo. O paciente foi considerado estado físico ASA 3. Como medicação pré-anestésica foi prescrito midazolam 7,5 mg por via intramuscular, 30 minutos antes da cirurgia, e a técnica anestésica indicada foi a anestesia geral.

A indução da anestesia foi feita com fentanil (0,5 mg), etomidato (16 mg) e cisatracúrio (12 mg) e a manutenção foi feita com isoflurano vaporizado em uma mistura de óxido nitroso e oxigênio a 50%. Quando necessário, foram administradas doses fracionadas de fentanil e cisatracúrio.

Cerca de uma hora e 45 minutos após o início da cirurgia iniciou-se o implante no receptor, com a anastomose da artéria renal do doador na artéria hipogástrica do receptor e da veia renal do doador na veia hipogástrica do receptor. A duração total das anastomoses vasculares foi de 30 minutos. Após cinco minutos de observação do órgão implantado, constatou-se que o rim apresentava-se pálido, isquêmico e sem sinais de perfusão ou de perfusão tecidual. Procedeu-se então a novo clampeamento da artéria hipogástrica e da veia ilíaca externa; foi desfeita a anastomose arterial e foi feita uma incisão na veia renal, próximo da anastomose. Imediatamente após iniciou-se a reperfusão do enxerto com a solução Euro-Collins, no próprio campo cirúrgico. Esse procedimento durou 15 minutos. Com os vasos desobstruídos, foram reiniciadas a anastomose arterial e a sutura da veia renal.

O diagnóstico de hiperpotassemia foi feito logo ao término das suturas vasculares, pela alteração da morfologia da onda T, que se apresentava alta, simétrica e pontiaguda. Uma gasometria arterial confirmou as suspeitas do quadro (tabela 1).

Foi imediatamente iniciada a administração rápida de solução polarizada, 1 U de insulina para cada 5 g de glicose. Nesse momento observou-se também o início da diurese, reforçada pela administração de furosemida 60 mg. Exames subsequentes para controle da potassemia mostraram os resultados expressos na tabela 2.

**Tabela 1** Gasometria Arterial e resultados séricos complementares

pH = 7,21 mm Hg	Na <sup>+</sup> = 125 mmol.L <sup>-1</sup>
pO <sub>2</sub> = 152 mm Hg	K <sup>+</sup> = 8,5 mmol.L <sup>-1</sup>
pCO <sub>2</sub> = 58,1 mm Hg	Ca <sup>++</sup> = 1,38 mmol.L <sup>-1</sup>
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> = 22,6 mmol.L <sup>-1</sup>	Cl <sup>-</sup> = 101 mmol.L <sup>-1</sup>
tCO <sub>2</sub> = 24,4 mmol.L <sup>-1</sup>	Glicemia = 134 mg%
BE = -5,1 mmol.L <sup>-1</sup>	Hb = 11,3 gr%
SO <sub>2</sub> = 99,4%	Ht = 35%

**Tabela 2** Resultados de Exames Subsequentes para Controle da Potassemia

Hora (hora:minutos)	11:50	12:53	15:00	16:37
Na <sup>+</sup> mmol.L <sup>-1</sup>	125	125	126	128
K <sup>+</sup> mmol.L <sup>-1</sup>	8,2	6,9	6,2	5,4
Ca <sup>++</sup> mmol.L <sup>-1</sup>	1,32	1,27	1,27	1,22
Cl <sup>-</sup> mmol.L <sup>-1</sup>	101	102	102	102
Glicemia mg%	136	155	155	73
Hb g%	11,1	10,9	11,1	10,3
Ht %	34,2	33,8	34,2	31,8

**Tabela 3** Características da Solução Euro-Collins

Potássio	115 mmol.L <sup>-1</sup>
Sódio	10 mmol.L <sup>-1</sup>
Fosfato	100 mmol.L <sup>-1</sup>
Cloreto	15 mmol.L <sup>-1</sup>
Bicarbonato	10 mmol.L <sup>-1</sup>
Dextrose	198 mmol.L <sup>-1</sup>
Osmolaridade	406 mOsm.L <sup>-1</sup>

Durante todo o procedimento cirúrgico a pressão arterial sistólica oscilou entre 130 e 170 mm Hg; a frequência cardíaca entre 45 e 80 batimentos por minuto; a pressão venosa central entre 5 e 19 cm de água e a oximetria de pulso entre 97% e 99%. A hidratação foi mantida com soro fisiológico 0,9% - 3,5 litros e furosemida 60 mg e a diurese no fim da cirurgia foi de 1,5 litro. Com doses habituais de atropina e prostigmina, procedeu-se à reversão do bloqueio neuromuscular, à qual se seguiu à extubação traqueal. A duração total do procedimento foi de cinco horas.

## Discussão

As estratégias empregadas para a preservação de órgãos têm por objetivo diminuir os efeitos celulares adversos que se seguem à isquemia e à reperfusão. O resfriamento simples da superfície do rim não permite uma preservação adequada por períodos, às vezes, mais longos. A perfusão do rim com soluções eletrolíticas adequadas é uma das estratégias empregadas para preservação de órgãos porque permite períodos de isquemia fria superiores a 24 horas. É um tempo frequentemente necessário para o transporte do órgão, a feitura dos exames de histocompatibilidade e a preparação do receptor em transplantes com doadores falecidos.<sup>9</sup> Uma das primeiras soluções de preservação usadas é a de Euro-Collins, que tem as características mostradas na tabela 3.<sup>6</sup>

Outras, mais recentes, como a solução de University of Wisconsin (UW), representam um avanço porque protegem órgãos muito suscetíveis à isquemia, como o fígado e o pâncreas, por períodos mais prolongados. É a solução de perfusão mais usada em transplantes de órgãos, mas tem em comum com a solução Euro-Collins elevadas concentrações de potássio, à semelhança do líquido intracelular.<sup>6</sup>

Desde a introdução dos líquidos de perfusão, têm sido descritos poucos casos que relacionem essas soluções com complicações como a hiperpotassemia. Casos graves de elevação de potássio sérico que evoluíram com inesperada parada cardíaca foram descritos com a solução Euro-Collins, alguns segundos após a liberação das anastomoses vasculares.<sup>7,8</sup> Em estudo subsequente, Hirshiman observou que, imediatamente após a liberação das anastomoses vasculares, a concentração de potássio no sangue retirado do átrio direito podia apresentar valores anormalmente elevados e que a liberação lenta e progressiva das pinças vasculares atenuava esse efeito.<sup>10</sup>

Os estudos que mostram as variações da potassemia provocadas pela passagem para a circulação sistêmica do líquido de perfusão não revelam alterações significativas. Existem, entretanto, recomendações em algumas situações especiais, como transplante de rim de adulto em crianças muito pequenas e transplante renal no qual a anastomose da artéria do receptor é feita na aorta e essa permanece clampeada durante todo o período das suturas vasculares.<sup>10</sup>

A solução Euro-Collins tem sido usada de rotina em nosso serviço para perfusão renal em transplantes de adultos e crianças de doadores vivos relacionados e de doadores falecidos. Também é empregada no próprio campo cirúrgico em situações em que não há perfusão renal adequada e há necessidade de se refazer a anastomose vascular.

Três possibilidades foram aventadas para explicar essa complicação:

1. Administração intravascular de 600 mL de solução Euro-Collins com altas concentrações de potássio, resultante da dupla perfusão do rim;
2. Absorção intravascular da solução Euro-Collins pelas áreas cruentas expostas na cirurgia por aspiração inadequada do líquido de irrigação;
3. Por instilação acidental do líquido de perfusão próximo do orifício da veia renal.

A reperfusão renal no campo cirúrgico com solução Euro-Collins, embora não seja uma prática comum, já foi feita em outras oportunidades em nosso serviço. Nunca observamos complicação semelhante que sugerisse cuidados especiais.

Nesse paciente em particular, acreditamos que os três fatores juntos, acrescidos à concentração de potássio no pré-operatório no limite superior da normalidade, tenham sido a causa dessa complicação.

Entretanto, nunca é demais lembrar que, na anestesia para transplante renal, existem outras causas de hiperpotassemia que podem se sobrepor à solução de perfusão: liberação de potássio induzida pela administração de succinilcolina<sup>2,3</sup> e transfusão rápida de sangue.<sup>11</sup>

Um potássio acima de 7,5 mEq.L<sup>-1</sup> é considerado uma hiperpotassemia grave,<sup>12</sup> que pode ser acompanhada de distúrbios de ritmo cardíaco e ter uma evolução fatal.<sup>13</sup> Entretanto, em muitos pacientes, ela é assintomática e é

percebida apenas nos exames laboratoriais. Apesar de existirem estudos que mostram que aproximadamente metade dos pacientes com potássio sérico superior a 6,5 mEq.L<sup>-1</sup> não tem alterações eletrocardiográficas,<sup>14</sup> o eletrocardiograma é o primeiro indicador de hiperpotassemia: ondas T altas, simétricas e pontiagudas, desaparecimento da onda P, alargamento de QRS, arritmias e parada cardíaca.<sup>15</sup>

O tratamento da hiperpotassemia severa deve atender a três etapas fundamentais. A primeira é a estabilização do miocárdio, que diminuiu a susceptibilidade às arritmias cardíacas, obtida com gluconato de cálcio por via venosa. Podem-se administrar 10 mL a 10% em três a cinco minutos e com controle eletrocardiográfico. Os efeitos podem ser observados quando se inicia a infusão e a duração da ação é de 30 a 60 minutos. A segunda etapa consiste em desviar o potássio para o intracelular, com a administração de insulina 10 U em 25 gramas de glicose,  $\beta_2$  agonistas como o salbutamol por nebulização, 10 a 20 mg em 4 mL de solução salina e bicarbonato de sódio, se o paciente estiver em acidose metabólica. A administração de insulina/glicose produz uma redução no potássio plasmático em 15 a 30 minutos após o início da infusão e a duração da ação é de duas horas. O salbutamol é o  $\beta_2$  agonista mais usado para tratamento da hiperpotassemia. É administrado por nebulização, tem um rápido início de ação e os efeitos podem ser observados 30 minutos após o início da administração. O salbutamol também pode ser administrado por via venosa, na dose de 0,5 a 2,5 mg. Os efeitos das diferentes vias de administração na potassemia ainda não estão bem definidos; entretanto, as complicações como taquicardia, aumento da pressão arterial e palpitações são mais comuns com a administração venosa. O salbutamol pode ser usado concomitantemente à insulina, cujos efeitos potencializa. O efeito do bicarbonato de sódio na correção da hiperpotassemia é inferior ao da insulina e dos  $\beta_2$  adrenérgicos e parece ocorrer somente na vigência de acidose metabólica.<sup>16,17</sup> Dessa forma, o uso sistemático do bicarbonato de sódio no tratamento da hiperpotassemia é controverso e não é recomendado.<sup>18</sup>

A terceira etapa teria por objetivo a retirada do potássio do organismo, que pode ser obtida com o uso de diuréticos, das resinas trocadoras de cátions e da diálise, que é o tratamento mais eficaz para remoção de potássio sérico.<sup>19</sup> A furosemida age na luz tubular da porção espessa da alça de Henle e inibe o cotransporte de sódio e potássio através da membrana apical. É um diurético potente. Assim, pode ser usado no tratamento da hiperpotassemia, desde que haja alguma função residual. A dose empregada é de 40 a 80 mg por via venosa. As resinas trocadoras de íons são administradas por via oral ou enemas e removem o potássio do líquido extracelular em troca por cátions como o sódio ou o cálcio, através da parede intestinal. O efeito pode levar até seis horas para ser obtido, daí seu uso limitado em situações de urgência. O tratamento definitivo da hiperpotassemia é a diálise em suas várias modalidades. A mais eficaz é a hemodiálise, que pode ser adaptada para retiradas rápidas de potássio, com a diminuição da concentração de potássio e ou aumento da concentração de bicarbonato no líquido de diálise ou com o aumento da velocidade do fluxo de sangue na máquina de diálise.<sup>20</sup>

Em nosso caso o tratamento consistiu na administração de solução polarizada e furosemida. Não foi usado salbutamol porque não tínhamos disponível no centro cirúrgico. Não foi feito gluconato de cálcio porque a resposta ao tratamento estabelecido foi imediata e efetiva, provavelmente pelo início concomitante da diurese.

Embora rara, a hiperpotassemia associada ao uso de soluções de perfusão é uma complicação que não pode ser ignorada. Assim, recomendamos que, havendo perfusão do rim com essas soluções dentro do campo cirúrgico, a monitorização eletrocardiográfica seja efetiva e que uma dosagem de potássio possa ser rapidamente feita para diagnóstico dessa complicação. Ter disponível gluconato de cálcio, insulina e salbutamol para uso imediato é uma prática que deve ser difundida. Usar soluções eletrolíticas, como o soro fisiológico, no lugar da solução Euro-Collins é uma opção útil em pacientes com níveis de potássio sabidamente elevados.

### Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

### Referências

1. Lemmens HJM - Kidney transplantation: recent developments and recommendations for anesthetic management. *Anesth Clin North Am.* 2004;22:651-662.
2. Koide M, Waud, BE - Serum potassium concentrations after succinylcholine in patients with renal failure. *Anesthesiology.* 1972;36:142-145.
3. Miller RD, Way WL et al. Succinylcholine-induced hyperkalemia in patients with renal failure? *Anesthesiology.* 1972;36:138-141.
4. Jankovic Z, Sri-Chandana C - Anaesthesia for renal transplant: recent developments and recommendations. *Curr Anaesth Crit Care.* 2008;19(4):247-253.
5. Rosenbaum R, Hoffstein PE, Cryer P et al - Hyperkalemia after renal transplantation. Occurrence in patients with insulin-dependent diabetes. *Arch Intern Med.* 1978;138(8):1270-1272.
6. Soulillou JP, Fillaudeau F, Keribin JP, Guenel J - Acute hyperkalemia risks in recipients of kidney graft cooled with Euro-Collins solution. *Nephron.* 1977;19:301-304.
7. Myles OS, Buckland MR, Pastoriza-Pinol JV et al - Massive hyperkalemia during combined heart-lung transplantation: inadvertent contamination with modified Euro-Collins solution. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 1992;6(5):600-602.
8. Alshabani K, Nizamuddin N, Raza S et al - University of Wisconsin versus Euro-Collins solution for kidney preservation: analysis of clinical outcome. *Transplant Proceedings.* 1998;30:3681-3682.
9. Mühlbacher F, Langer F, Mittermayer C - Preservation solution for transplantation. *Transplant Proc.* 1999;31:2069-2070.
10. Hirshman CA, Edelstein G - Intraoperative hyperkalemia and cardiac arrests during renal transplantation in an insulin-dependent diabetic patient. *Anesthesiology.* 1979;51:161-162.
11. St Peter SD, Imber CJ, Friend PJ - Liver and kidney preservation by perfusion. *Lancet.* 2002;356:604-613.
12. Hirshman CA, Leon D, Edelstein G et al - Risk of hyperkalemia in recipients of kidneys preserved with an intracellular electrolyte solution. *Anesth Analg.* 1980;59:283-286.
13. Smith HM, Farrow SJ, Ackerman et al - Cardiac arrests associated with hyperkalemia during red blood cell transfusion. *Anesth Analg.* 2008;106(4):1062-1069.
14. Lehnhardt A, Kemper MJ - Pathogenesis, diagnosis and management of hyperkalemia. *Pediatr Nephrol.* 2011;26:377-384.
15. Montague BT, Ouellette Jr, Buller GK - Retrospective review of the frequency of ECG changes in hyperkalemia. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2008;3:324-330.
16. Nyirenda JM, Tang JI, Padfield PL et al - Hyperkalaemia. *Brit Med J.* 2009;339:1019-1024.
17. Elliott MJ, Ronksley PE, Clase CM et al - Management of patients with acute hyperkalemia. *Can Med Ass J.* 2010;182(15):1631-1635.
18. Kamel SK, Wei C - Controversial issues in the treatment of hyperkalemia. *Nephrol Dial Transplant.* 2003;18:2215-2218.
19. Acker CG, Johnson JP, Palevisky PM et al - Hyperkalemia in hospitalized patients: causes, adequacy of treatment, and results of an attempt improve physician compliance with published therapy guidelines. *Arch Intern Med.* 1998;158:917-924.
20. Alfonzo AVM, Isles C, Geddes C et al - Potassium disorders - Clinical spectrum and emergency management. *Resuscitation.* 2006;70:10-25.