

Reparação volêmica na criança queimada

Fluid resuscitation in burned child

Pedro Henrique de Lima Prata¹, Walter Ferraz Flávio Júnior¹, Antônio Tarcísio de Oliveira Lemos²

DOI: 10.5935/2238-3182.20150077

RESUMO

A queimadura é dos acidentes mais frequentes em Pediatria, com altas taxas de mortalidade. As complicações mais frequentes são o choque hipovolêmico, a desnutrição progressiva e as infecções. Este artigo faz uma revisão sobre a abordagem do choque hipovolêmico na criança queimada em relação à sua fisiopatologia e as diversas modalidades de tratamento, discutindo as suas vantagens e desvantagens.

Palavras-chave: Choque; Queimaduras; Queimaduras/terapia; Pediatria; Soluções para Reidratação.

¹ Acadêmico do Curso de Medicina da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Estagiário na Unidade de Tratamento de Queimados do Hospital João XXIII. Belo Horizonte, MG – Brasil.

² Médico. Doutor em Pediatria. Unidade de Tratamento de Queimados Pediátrica do Hospital João XXIII. Belo Horizonte, MG – Brasil.

ABSTRACT

Burns are the most frequent accidents in Pediatrics, with high mortality rates. The most frequent complications are a hypovolemic shock, progressive malnutrition, and infections. This article is a review of the hypovolemic shock approach in the burned child in relation to his pathophysiology and the various treatment modalities, discussing their advantages and disadvantages.

Key words: Shock; Burns; Burns/therapy; Pediatrics; Rehydration Solutions.

INTRODUÇÃO

As queimaduras são acidentes graves que acometem todas as faixas etárias e se acompanham de importante sofrimento para o paciente, tanto pelas lesões, quanto pelo tratamento instituído, representado pelos banhos e curativos diários, desbridamentos cirúrgicos, enxertias cutâneas, punções venosas, coleta de sangue para exames laboratoriais e fisioterapia. São frequentes as complicações clínicas, destacando-se o choque hipovolêmico e hiponatrêmico, a desnutrição progressiva pelo aumento do gasto energético e as infecções, tanto da ferida quanto sistêmicas. Os sobreviventes levam marcas traumáticas pelo resto da vida, tanto físicas quanto emocionais. São comuns as cicatrizes, as deformidades com limitações físicas e dificuldades de adaptação social.

Sua frequência anual situa-se em torno de 1.200.000.¹ No Hospital João XXIII, da Fundação Hospitalar de Minas Gerais, instituição referencial em atendimento em queimaduras para todo o estado de Minas Gerais, são atendidas aproximadamente 1.200 crianças por ano, sendo que 200, com maior gravidade, necessitam ser internadas na Unidade de Tratamento de Queimados.²

Recebido em: 10/07/2009
Aprovado em: 26/08/2010

Instituição:
Unidade de Tratamento de Queimados
Pediátrica do Hospital João XXIII
Belo Horizonte, MG – Brasil

Autor correspondente:
Pedro Henrique de Lima Prata
E-mail: phlprata@yahoo.com.br

Aproximadamente 85% das queimaduras em crianças ocorrem no domicílio, a maior parte na cozinha. A escaldadura é o agente mais importante, seguida das lesões de natureza térmica, por contato com produtos químicos e radiação solar. Os acidentes pela eletricidade, embora pouco frequentes, provocam danos musculovasculares importantes, com consequentes mutilações. Cerca de 60% das crianças queimadas são do sexo masculino.^{2,3}

Este artigo aborda as diversas modalidades de reparação volêmica da criança queimada, hospitalizada, tendo como principal objetivo a prevenção do choque hipovolêmico e hiponatrêmico.

FISIOPATOLOGIA

As queimaduras afetam não só a pele, mas todo o indivíduo, de forma física e psicológica, com elevada taxa de mortalidade e várias complicações, como:⁴
¹¹ choque hipovolêmico; diminuição da defesa imunitária, que predispõe a complicações infecciosas; aumento do catabolismo proteico-calórico, com esgotamento das reservas energéticas e consumo progressivo da massa muscular e desenvolvimento de hipoalbuminemia grave; anemia progressiva devido à hemólise, diminuição da vida média das hemácias, sangramento, desbridamentos e enxertias cutâneas, coletas de sangue, úlcera de estresse, complicações infecciosas e anemia prévia à queimadura; sequelas físicas e emocionais e dificuldade de ajustes sociais.

O choque associado à queimadura é do tipo hipovolêmico e hiponatrêmico. A destruição celular pela queimadura provoca liberação de grande quantidade de mediadores sistêmicos e celulares (cininas, anafilotoxinas, histamina, serotonina, metabólitos do ácido araquidônico, radicais livres de O₂, prostaglandinas, entre outros) que levam ao aumento da permeabilidade capilar, maximamente em torno de oito horas. A partir do segundo dia já se observa, clinicamente, regeneração capilar quase completa, mas os danos evidenciados à microscopia eletrônica se prolongam até a quarta semana. Os capilares normais permitem, usualmente, o livre fluxo de água e eletrólitos entre o espaço intravascular e o intersticial, mas impedem a passagem da albumina, cujo peso molecular é de 60.000 Kd, entretanto, a vasodilatação que acompanha a queimadura permite que substâncias com peso molecular acima de 250.000 Kd atinjam o interstício. A consequência é a ocorrência de movimento maci-

ço de proteínas, água e eletrólitos do espaço vascular para o extravascular, com redução do volume do líquido intravascular e desidratação, choque hipovolêmico, insuficiência renal aguda e hipoproteinemia grave. A albumina, administrada nessa fase, passa ao espaço extravascular. Após restauração da perfusão capilar, a albumina retida no espaço extravascular contribui para a formação de edema e aumento dos riscos de complicações pulmonares.^{6,7,12-13}

No paciente queimado há diminuição do débito cardíaco e do urinário. O excessivo líquido extravascular comprime os vasos sanguíneos, já em sofrimento pela hipovolemia e aumento da viscosidade, podendo acarretar aumento da área necrosada. O edema provocado pela vasodilatação capilar, em geral, limita-se à área queimada e em sua proximidade. Mas, nas queimaduras que atingem mais de 40% da superfície corporal, aparece anasarca. Esta se dá pelo aumento de sódio e potássio intracelulares, devido à diminuição da ação da ATP-ase e é agravada pela hipoalbuminemia.^{5-7,10-12,14-16}

PECULIARIDADES DA CRIANÇA

A criança apresenta algumas peculiaridades que a tornam mais hidrolábil, favorecendo o aparecimento mais precoce da desidratação. A primeira é a maior quantidade de água total do organismo: 80% no recém-nascido, 60% à idade de um ano e 58% no adulto. Outra característica é o percentual da distribuição dos líquidos no compartimento extracelular, logo disponíveis para perdas: 40% no recém-nascido, 25% à idade de um ano e 18% no adulto. A criança possui ainda maior superfície corporal em relação ao peso, sendo essa relação 1,5 vez maior no recém-nascido do que na criança de 10 anos e três vezes maior se comparada com o adulto. O cálculo da superfície corporal na criança varia conforme a faixa etária, como pode ser visto na tabela de Lound & Browder.³

Tabela 1 - Cálculo da Superfície Corporal – Lund & Browder modificada

Segmento	% dos segmentos que variam com a idade (anos)					
	< 1	1 a 4	5 a 9	10 a 14	15	≥ 15
Cabeça	19 %	17 %	13 %	11 %	9 %	7 %
Coxa	5,5 %	6,5 %	8,0 %	8,5 %	9 %	9,5 %
Perna	5 %	5 %	5,5 %	6 %	6,5 %	7 %

Continua...

... continuação

Tabela 1 - Cálculo da Superfície Corporal – Lund & Browder modificada

Segmento	% dos segmentos que não variam com a idade					
	< 1	1 a 4	5 a 9	10 a 14	15	≥ 15
Pescoço				2 %		
Tronco				26 %		
Braço				4 %		
Antebraço				3 %		
Mão				2,5 %		
Nádega				2,5 %		
Pé				3,5 %		
Genital				1,0 %		

REPARAÇÃO VOLÊMICA

O primeiro atendimento da criança queimada, como em todo paciente traumatizado, segue as normas básicas do Suporte Avançado de Vida no Trauma (ATLS®). A reparação volêmica não deve ser atrasada, pois o choque pode se instalar rapidamente. Deve ser iniciada no primeiro atendimento, se possível no local onde se deu o acidente. Não há consenso em torno de uma única fórmula de reparação dos distúrbios hidro-eletrolítico, entretanto, todos têm em comum algumas peculiaridades: urgente necessidade de se repor fluido sequestrado e perdas, a fim de se restaurar a volemia; manter a perfusão tissular e os débitos cardíaco e urinário. Recomenda-se acompanhar de perto as prescrições e resultados, a fim de se fazer os ajustes individuais necessários. A reposição volêmica correta contribui para o melhor prognóstico, enquanto que se for inadequada associa-se a choque, insuficiência renal aguda, acidose, edema, isquemia tissular e predisposição às complicações infecciosas. Não há vantagem em se administrar volumes acima do necessário, pois o edema leva à compressão dos capilares, com isquemia, infecção e aprofundamento das lesões.^{3,6,12,13,16-18}

ESQUEMA DE REPARAÇÃO VOLÊMICA PROPOSTO

Nas crianças com queimaduras com extensão inferior a 15% da superfície corporal (10% se menor de um ano) basta a hidratação oral, baseada nas perdas e necessidades fisiológicas; enquanto que naquelas com queimaduras mais extensas utiliza-se a hidra-

tação por punção venosa percutânea. A dissecação venosa deve ser evitada, a não ser nos casos de instabilidade hemodinâmica.

O débito urinário é o principal parâmetro para avaliação da volemia e perfusão tissular, pois a liberação maciça de catecolaminas mantém o pulso cheio, a frequência cardíaca elevada e a pressão arterial normal ou elevada. Nas queimaduras, acompanhadas de lesões inalatórias, há aumento de 50% das necessidades de aporte hídrico. O volume urinário deve ser mantido em torno de 1,5 mL/kg/h e, nas queimaduras elétricas, 2 mL/kg/h, devido ao risco adicional de insuficiência renal aguda pela hemoglobinúria e mioglobínúria consequentes à intensa rabdomiólise. Em alguns desses pacientes pode ser necessário prescrever NaHCO₃ (33 mL para cada litro de solução administrada, em substituição ao NaCl), mantendo o pH urinário acima de 6,5. Nesses casos, torna-se necessário monitorar também o pH e o K⁺ sanguíneos, devido aos riscos de hipopotassemia e alcalose metabólica. O esquema de fluidoterapia não deve ser rígido, devendo ser adaptado à resposta de cada paciente em particular.^{5,19}

Hidratação venosa nas primeiras 24 horas

- fórmula de reparação (Parkland modificada): 3 mL x Peso x % SCQ. Considerar 50% como máximo de SCQ;
- solução de manutenção (necessidades fisiológicas): 100 mL x Peso até 10 kg; 1.000 mL + 50 mL/kg entre 10 e 20 kg; 1.500 mL + 20 mL/kg para crianças com peso acima de 20 kg.

Administra-se no 1º dia NaCl 0,9% pura (310 mOsm/L, 154 mEq/L Na⁺; 154 mEq/L Cl⁻).

- modo de administração: nas primeiras oito horas, administra-se ½ do volume da fórmula de reparação + ½ das necessidades fisiológicas. A contagem de tempo é feita a partir do momento em que ocorreu a queimadura e não do momento em que a criança chegou ao hospital. Nas 16 horas seguintes, administra-se: ½ da fórmula de reparação + os ¾ restantes das necessidades fisiológicas. Considerar no volume administrado a ingestão oral ou por bomba de infusão enteral. Embora o *pool* de potássio e cálcio esteja diminuído, não se deve administrá-los no primeiro dia, pois a potassemia e calcemia estão normais devido à liberação plasmática

desses elementos pelas células lesadas. Exemplo: criança com 30 kg de peso e queimadura atingindo 40% da sua superfície corporal deverá receber, no primeiro dia, NaCl 0,9%: 3.600 mL ($3 \times 30 \text{ kg} \times 40\%$) de reparação mais 1.700 mL de manutenção. Nas primeiras oito horas: 1.800 mL ($\frac{1}{2}$ da reparação) + 566 mL ($\frac{1}{3}$ da manutenção). A solução restante deverá ser administrada nas 16 horas restantes.

Pode haver vantagens na redução do tempo de infusão da primeira solução em quatro horas, em vez de oito horas.²⁰

Hidratação venosa no segundo dia

- fórmula de reparação: $2 \text{ mL} \times \text{Peso} \times \% \text{ SCQ} +$ solução de manutenção. A solução de NaCl 0,9% é diluída com solução glicosada isotônica (SGI) 5%, na proporção de 1:SGI / 1:NaCl0,9% e administrada igualmente ao longo das 24 horas. Acrescentar KCl 10% e gluconato de cálcio a 10%, respectivamente, 2 mL e 1 mL para cada 100 mL da solução de manutenção. Considerar no volume administrado a ingestão oral ou por bomba de infusão enteral.

Hidratação venosa no terceiro dia

- fórmula de reparação: $1 \text{ mL} \times \text{Peso} \times \% \text{ SCQ} +$ Solução de manutenção. A solução de NaCl 0,9% é diluída com SGI 5%, na proporção de 2:SGI / 1:NaCl0,9% e administrado igualmente ao longo das 24 horas. Acrescentar KCl e gluconato de cálcio. No cálculo do volume administrado, considerar a ingestão oral ou por bomba de infusão enteral.

SOLUÇÕES HIPERTÔNICAS

Nos pacientes críticos, apenas 20% do volume líquido administrado permanecem na circulação após uma a duas horas após a infusão, devendo-se no tratamento do choque repor o líquido perdido, assim como o déficit vascular. O grande volume de líquidos de reparação necessário no tratamento do paciente queimado pode vir a se constituir em problema adicional, ou seja, mais edema comprimindo os capilares e tecidos em sofrimento, levando à extensão da área necrosada. A utilização de soluções

hipertônicas objetiva a restauração mais rápida da volemia, com redução do edema provocado pela hiperidratação. Além disso, a hiperidratação está associada a injúrias pulmonares. Na vigência de choque, há acúmulo de água no espaço celular.

As soluções hipertônicas promovem rápida expansão dos espaços vascular e intersticial, pelo desvio de água do intracelular para o extracelular, com aumento da osmolaridade intracelular.^{5,15}

Principais características das soluções hipertônicas

A hiperosmolaridade dessas soluções permite rápido aumento do volume plasmático e do débito cardíaco, com pronta recuperação do choque e do débito urinário. Há ainda redução da resistência vascular periférica e pulmonar e diminuição do trabalho cardíaco. Além disso, diminui a pressão intracraniana e causa vasodilatação sistêmica e pulmonar. A recuperação do fluxo intestinal contribui para a diminuição da translocação bacteriana.¹⁵

A administração de soluções hipertônicas permite a diminuição do fluxo hídrico para o tecido queimado.^{21,22} Admite-se que haja redução de 40% do volume líquido administrado. Outra vantagem do menor volume das soluções hipertônicas é o de atingirem mais rapidamente a temperatura corporal do que soluções isotônicas, cujos volumes são bem maiores, protegendo o paciente com grande queimado contra os graves efeitos da hipotermia. Embora não haja consenso sobre a adoção da reidratação hipertônica, ela é, no mínimo, tão benéfica quanto a isotônica.^{5,17,18,21,22}

Principais indicações das soluções hipertônicas

- grande queimado crítico: isto é, queimaduras que atingem 30% ou mais da superfície corporal;
- atraso no primeiro atendimento: o paciente é admitido em choque ou evoluindo para o choque. A solução hipertônica permite rápida recuperação do choque e pronto restabelecimento dos débitos cardíaco e urinário;
- queimaduras circulares podem provocar garroteamento de membros e comprometer o fluxo sanguí-

neo das extremidades, e quando localizadas no tronco podem provocar dificuldade respiratória;

- lesões extensas de face e pescoço levam ao risco de insuficiência respiratória pelo edema. As soluções hipertônicas reduzem o tamanho do edema secundário à reparação hídrica;
- queimaduras com lesões inalatórias.

Tipos de soluções hipertônicas

Há diferentes tipos de soluções hipertônicas para o tratamento do paciente grande queimado. As mais utilizadas contêm NaCl 1,5 ou 7,5%.

Solução a 1,5%

Contém 250 mEq/L de Na⁺ e osmolaridade de 500 mOsm/L. No preparo de 500 mL dessa solução utilizam-se 16 mL de NaCl a 20% + 484 mL de NaCl a 0,9%. Administra-se *bolus* de 10 mL/kg de peso até a restauração da perfusão capilar e da volemia, medida principalmente pela medida do fluxo urinário em torno de 1 mL/kg de peso/hora. A seguir, administra-se NaCl 0,9%, conforme preconizado para as 16 horas seguintes da hidratação venosa nas primeiras 24 horas.

Solução a 7,5%

Contém 1.250 mEq/L de Na⁺ e osmolaridade de 2.400 mOsm/L. No preparo de 100 mL dessa solução, utilizam-se 35 mL de NaCl a 20% + 65 mL de NaCl a 0,9%. Devem ser infundidos 4 mL/kg de peso em 30 minutos, seguido da administração de NaCl 0,9%, conforme preconizado para as 16 horas seguintes da hidratação venosa nas primeiras 24 horas.

Complicações das soluções hipertônicas

As soluções hipertônicas, administradas corretamente, não trazem altos riscos, e se forem infundidas rapidamente podem causar hipernatremia (acima de 160 mEq/L), mielinólise pontina e riscos de hemorragia cerebral em crianças menores de três anos de idade. A acidose hiperclorêmica é outra complicação possível, quando se administram rapidamente soluções hiper-

tônicas. Essas soluções não são recomendadas na hidratação de recém-nascidos. Pode ser utilizado acesso venoso periférico para a sua administração.

PREVENÇÃO

As queimaduras são a principal causa de acidentes fatais ocorridos no domicílio nos primeiros nove anos de vida; e deixam marcas para sempre e os resultados do tratamento, por melhores que sejam, acompanham-se de variados graus de sequelas. Os acidentes não se devem ao acaso, isto é, são previsíveis e devem ser evitados. Os programas de prevenção de queimaduras devem abranger aspectos educacionais, visando à mudança de comportamento; legislativos, garantindo as medidas de prevenção propostas; tecnológicos, com o objetivo de modificar o ambiente ou o produto que levam ao trauma.

REFERÊNCIAS

1. Cocks AJ, O'Connell A, Martin H. Crystalloids, colloids and kids: a review of paediatric burns in intensive care. *Burns*. 1998; 24:717-24.
2. Bortolani A, Governa M, Barisoni D. Fluid replacement in burned patients. *Acta Chir Plast*. 1996; 38:132-6.
3. Elgjo GI. Small volume hypertonic fluid treatment of burns. *J Burns*. 2003; 2(1):5-31.
4. Jeschke MG, Chinkes DL, Finnerty CC, Kulp G, Suman OE, Norbury WB, Branski LK, et al. Pathophysiologic Response to Severe Burn Injury. *Ann Surg*. 2008; 248(3):387-401.
5. Dulhunty JM, Boots RJ, Rudd MJ, Muller MJ, Lipman J. Increased fluid resuscitation can lead to adverse outcomes in major-burn injured patients, but low mortality is achievable. *Burns*. 2008; 34:1090-7.
6. Allison K, Porter K. Consensus on the pre-hospital approach to burns patient management. *Accid Emerg Nurs*. 2004; 12:53-7.
7. Kien ND, Antognini JF, Reilly DA, Moore PG. Small-volume resuscitation using hypertonic saline improves organ perfusion in rats. *Anesth Analg*. 1996; 83(4):782-8.
8. Lemos ATO. Queimaduras: necessidade de transfusão de glóbulos e de colóides. *Rev Med Minas Gerais*. 1993; 3(1):109.
9. Dai NT, Chen TM, Cheng TY, Chen SL, Chen SG, Chou GH, et al. The comparison of early fluid therapy in extensive flame burns. *Burns*. 1998; 24(7):671-5.
10. Puffinbarger NK, Tuggle DW, Smith EI. Rapid isotonic fluid resuscitation in pediatric Thermal Injury. *J Ped Surgery*. 1994; 29(2):339-42.
11. Palmieri TL, Lee T, O'Mara MS, Greenhalgh DG. Effects of a restrictive blood transfusion policy on outcomes in children with burn injury. *J Burn Care Res*. 2007; 28(1):65-70.
12. Schulman CI, King DR. Pediatric fluid resuscitation after thermal injury. *J Craniofac Surg*. 2008; 19(4):910-2.

13. Serra MCVF Tratamento inicial do grande queimado - Reposição Volêmica. In: Lima Júnior EM, Serra MCVF editores. Tratado de Queimaduras. São Paulo: Atheneu; 2004. p.55-63.
14. Sheridan RL, Prelack K, Cunningham JJ. Physiologic hypoalbuminemia is well tolerated by several burned children. *J Trauma*. 1997; 43(3):448-52.
15. Pacheco SV. Albumina en el paciente crítico. *Rev Chil Pediatr*. 2007; 78(4):403-13.
16. Pham TN, Cancio LC, Gibran NS. American Burn Association. American burn association practice guidelines burn shock resuscitation. *J Burn Care Res*. 2008; 29(1):257-66.
17. Kreimeier U, Messmer K. Small-volume resuscitation: from experimental evidence to clinical routine. Advantages and disadvantages of hypertonic solutions. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2002; 46(6):624-38.
18. Carvalho WB. Soluções hipertônicas em pediatria. *J Pediatr (Rio J)*. 2003; 79(2):187-94.
19. Serra MCVF, Lemos ATO, Costa DMC. Peculiaridades do tratamento inicial da criança queimada. In: Lima Júnior EM, editor. Tratado de Queimaduras no Paciente Agudo. São Paulo: Atheneu; 2008. p.147-56.
20. Serra MCVF, Lemos ATO, Costa DMC. Complicações clínicas das queimaduras. In: Lima Júnior EM, editor. Tratado de Queimaduras no Paciente Agudo. São Paulo: Atheneu; 2008. p.157-64.
21. Lima Júnior EM. História da sociedade brasileira de queimaduras. In: Lima Júnior EM, editor. Tratado de Queimaduras no Paciente Agudo. São Paulo: Atheneu; 2008. p.6-10.
22. Costa DMC, Lemos ATO, Bertolin R. Injúrias não intencionais (acidentes): Queimaduras. In: Sociedade Brasileira de Pediatria. Tratado de Pediatria. São Paulo: Manole; 2007. p.85-7.