

## Reparação volêmica na criança queimada

### *Fluid resuscitation in the burned child*

Pedro Henrique de Lima Prata<sup>1</sup>, Walter Ferraz Flávio Júnior<sup>1</sup>, Antônio Tarcísio de Oliveira Lemos<sup>2</sup>

#### RESUMO

A queimadura é um 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. O presente artigo tem por objetivo fazer uma abordagem do choque hipovolêmico na criança queimada. Discutem-se a fisiopatologia, as diversas modalidades de tratamento propostas na literatura e as vantagens e desvantagens de cada uma. Foi realizada revisão da literatura, abrangendo as bases de dados MEDLINE, LILACS e Cochrane Library, utilizando os descritores burn, fluid resuscitation, shock e child, no período de 1993 a 2008.

**Palavras-chave:** Queimaduras; Queimaduras/terapia; Choque; Soluções para Reidratação; Criança

#### ABSTRACT

*Burning is one of the most common causes of accidents in pediatrics, with high rates of mortality. The most common complications are hypovolemic shock, progressive malnourishment and infections. This article describes an approach to the hypovolemic shock in the burned child. The pathophysiology, the various types of treatment used and its advantages and disadvantages are described here. A literature review was performed, comprising MEDLINE, LILACS and Cochrane Library databases with the keywords burn, fluid resuscitation, shock and child, from 1993 to 2008.*

**Key words:** Burns; Burns/therapy; Shock; Rehydration Solutions; Child

#### INTRODUÇÃO

As queimaduras são graves acidentes que acometem tanto crianças quanto adultos. Acompanham-se 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 abordagem fisioterápica. 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.

A Sociedade Brasileira de Queimaduras estima a sua frequência anual em torno de 1.200.000.<sup>1</sup> No Hospital João XXIII, são atendidas cerca de 1.200 crianças por ano,

<sup>1</sup> Acadêmicos do Curso de Medicina da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais-UFGM. Belo Horizonte-MG, Brasil.

<sup>2</sup> Pediatra da Unidade de Queimados do Hospital João XXIII. Belo Horizonte-MG, Brasil.

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

*Endereço para correspondência:*  
Rua Sergipe, 15/1103  
Funcionários, CEP 30.130-170  
Belo Horizonte, MG – Brasil  
*e-mail:* phlprata@yahoo.com.br

200 das quais, de mais gravidade, necessitam ser internadas na Unidade de Tratamento de Queimados.<sup>2</sup>

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 por eletricidade, embora pouco frequentes, provocam importantes danos músculo-vasculares, com consequentes mutilações; 60% das crianças queimadas são do sexo masculino.<sup>2,3</sup>

O presente artigo faz uma abordagem das diversas modalidades de reparação volêmica da criança queimada, hospitalizada, tendo como principal objetivo a prevenção do choque hipovolêmico e hiponatrêmico.

## FISIOPATOLOGIA

As queimaduras não são doença só da pele, pois todo o indivíduo se torna enfermo, tanto física quanto psicologicamente. Além das altas taxas de mortalidade, acompanham-se frequentemente de complicações:<sup>4-11</sup>

- Choque hipovolêmico;
- queda da defesa imunitária, o que predispõe às complicações infecciosas;
- aumento do catabolismo proteicocalórico, com esgotamento das reservas energéticas e consumo progressivo da massa muscular e 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 do paciente queimado 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 O<sub>2</sub>, prostaglandinas, entre outros), que levam ao aumento da permeabilidade capilar, com pico em torno de oito horas. A partir do segundo dia já se observa regeneração capilar quase completa, do ponto de vista

clínico, mas os danos evidenciados à microscopia eletrônica se prolongam até a quarta semana. Habitualmente, os capilares normais permitem o livre fluxo de água e eletrólitos, mas impedem a passagem da albumina, cujo peso molecular é de 60.000 Kd. A vasodilatação presente na queimadura permite a passagem de substâncias com peso molecular acima de 250.000 Kd. Há movimento maciço de proteínas, água e eletrólitos do espaço vascular para o extravascular, com redução do volume do líquido intravascular e consequentes desidratação, choque hipovolêmico, insuficiência renal aguda e hipoproteïnemia 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.<sup>6-7,12-13</sup>

No paciente queimado há diminuição dos débitos cardíaco e 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, se limita à área queimada e proximidades. 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.<sup>5-7,10-12,14-16</sup>

## PECULIARIDADES DA CRIANÇA

A criança apresenta algumas peculiaridades que a tornam ainda 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 a do adulto. O cálculo da superfície corporal na criança varia conforme a faixa etária, como pode ser visto na Tabela de Lound & Browder, citada a seguir.<sup>3</sup>

Tabela 1 - Cálculo da superfície corporal - Lund &amp; Browder modificada

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

## REPARAÇÃO VOLÊMICA

O primeiro atendimento à criança queimada, como a 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 já 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 hidroeletrólíticos do paciente queimado. Vários esquemas têm sido propostos por diversos autores como sendo o mais adequado. Entretanto, todos eles 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, os débitos cardíaco e urinário. Recomenda-se acompanhar de perto as prescrições e resultados, a fim de se fazerem os ajustes individuais necessários. A correta reposição volêmica contribui para melhor prognóstico, ao passo que a inadequada leva fatalmente a choque, insuficiência renal aguda, acidose, edema, isquemia tissular e predisposição às complicações infecciosas. Não há vantagem alguma em se administrarem volumes acima do necessário, pois o edema leva à compressão dos capilares, com isquemia, infecção e aprofundamento das lesões.<sup>3,6,12,13,16-18</sup>

### 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. Naqueles com

queimaduras mais extensas utiliza-se a hidratação 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 consequente à intensa rhabdomiólise. Em alguns desses pacientes pode ser necessário prescrever NaHCO<sub>3</sub> (33 mL para cada litro de solução administrada, em substituição ao NaCl), mantendo-se o pH urinário acima de 6,5. Nesses casos torna-se necessário monitorar também o pH e o K<sup>+</sup> sanguíneos, devido aos riscos de hipopotassemia e alcalose metabólica. O esquema de fluidoterapia não deve ser rígido, recomendando-se ser adaptado à resposta de cada paciente em particular.<sup>5,19</sup>

### 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 a 20 Kg;
- 1.500 mL + 20 mL/Kg para crianças com peso acima de 20 Kg.

Administra-se no primeiro dia **solução fisiológica 0,9% pura** (310 mOsm/L, 154 mEq/L Na<sup>+</sup>; 154 mEq/L Cl).

■ **Modo de administração:** nas primeiras oito horas, administra-se a metade do volume da fórmula de reparação + 1/3 do relativo às 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, administram-se: 1/2 da fórmula de reparação + os 2/3 restantes da de 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-lo 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, solução fisiológica 0,9%: 3.600 mL (3 x 30 Kg x 40%) de **reparação** mais 1.700 mL de **manutenção**. Nas primeiras oito horas: 1.800 mL (1/2 da reparação) + 566 mL (1/3 da manutenção). A solução restante deverá ser administrada nas outras 16 horas.

Alguns estudos têm evidenciado vantagens na redução do tempo de infusão da primeira solução em quatro horas, em vez de oito.<sup>20</sup>

### Hidratação venosa no segundo dia

Fórmula de reparação:

2 mL x Peso x %SCQ + solução de manutenção. A **solução fisiológica 0,9%** é diluída com **solução glicosada isotônica 5%**, na proporção de 1:SGI / 1:SF e administrado 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 mL x Peso x %SCQ + Solução de manutenção. A **solução fisiológica 0,9%** é diluída com **solução**

**glicosada isotônica 5%**, na proporção de 2:SGI / 1:SF 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 uma a duas horas após infusão: no tratamento do choque é necessário 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 um problema a mais, ou seja, mais edema comprimindo os capilares e tecidos em sofrimento levando à extensão da área necrosada. A utilização de soluções hipertônicas tem por objetivo a restauração mais rápida da volemia, com redução do edema provocado pela hiper-hidratação, que está associada a injúrias pulmonares.

Na vigência de choque, há acúmulo de água no espaço celular. Essas soluções promovem rápida expansão dos espaços vascular e intersticial, pelo desvio de água do intracelular para o extracelular, com aumento da osmolaridade intracelular.<sup>5,15</sup>

### Principais características das soluções hipertônicas

São hiperosmolares, o que 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.<sup>15</sup>

A administração de soluções hipertônicas permite a diminuição do fluxo hídrico para o tecido queimado.<sup>21,22</sup> Admite-se que haja redução de 40% do volume líquido administrado. Outra vantagem do menor volume das soluções hipertônicas é a de atingirem mais rapidamente a temperatura corporal do que as 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, estudos clínicos indicam que ela é, no mínimo, tão benéfica quanto a isotônica.<sup>5,17,18,21,22</sup>

### Principais indicações das soluções hipertônicas

- *Grande queimado crítico:* na criança consideramos queimaduras que atingem 30% ou mais da superfície corporal.
- *Atraso no primeiro atendimento:* o paciente chega chocado 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 sanguíneo das extremidades. 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.

## QUEIMADURAS COM LESÕES INALATÓRIAS

### Tipos de soluções hipertônicas

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

#### Solução a 1,5%

Contém 250 mEq/L de Na<sup>+</sup> e osmolaridade de 500 mOsm/L. No preparo de 500 mL desta solução utilizam-se 16 mL de NaCl a 20% + 484 mL de NaCl a 0,9%. Administram-se *bolus* de 10 mL/Kg de peso, até a restauração da perfusão capilar e da volemia, medida principalmente pelo fluxo urinário em torno

de 1 mL/Kg de peso/hora. A seguir, administra-se solução fisiológica 0,9%, conforme preconizado para as 16 horas seguintes à hidratação venosa nas primeiras 24 horas.

#### Solução a 7,5%

Contém 1.250 mEq/L de Na<sup>+</sup> e osmolaridade de 2.400 mOsm/L. No preparo de 100 mL desta solução, utilizam-se 35 mL de NaCl a 20% + 65 mL de NaCl a 0,9%. Infundir 4 mL/Kg de peso em 30 minutos, seguido da administração de solução fisiológica 0,9%, conforme preconizado para as 16 horas seguintes à hidratação venosa nas primeiras 24 horas.

### Complicações das soluções hipertônicas

As soluções hipertônicas, administradas corretamente, não trazem altos riscos. Se infundidas rapidamente podem causar hipernatremia (acima de 160 mEq/L) e mielinólise e há riscos de hemorragia cerebral em crianças menores de três anos de idade. A acidose hiperclorêmica é outra complicação possível, quando se administram rapidamente soluções hipertônicas. Essas soluções não são recomendadas na hidratação em 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. Queimaduras deixam marcas para sempre: os resultados do tratamento, por melhores que sejam, acompanham-se de graus variados de sequelas. É bom lembrar que os acidentes não se devem ao acaso, ao contrário, são previsíveis, logo, devem ser evitados. Os programas de prevenção 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; 2:5-31.
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: 1.090-7.
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; 83:782-8.
8. Lemos ATO. Queimaduras: necessidade de transfusão de glóbulos e de colóides. *Rev Med Minas Gerais*.1993; 3:109.
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: 671-5.
10. Puffinbarger NK, Tuggle DW, Smith EI. Rapid isotonic fluid resuscitation in pediatric Thermal Injury. *J Ped Surgery*.1994; 29:339-42.
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; 28:65-70.
12. Schulman CI, King DR. Pediatric fluid resuscitation after thermal injury. *J Craniofac Surg*.2008; 19:910-2.
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; 43:448-52.
15. Pacheco SV. Albumina en el paciente crítico. *Rev Chil Pediatr*. 2007; 78:403-13.
16. Pham TN, Cancio LC, Gibran NS; American Burn Association. American burn association practice guidelines burn shock resuscitation. *J Burn Care Res*.2008; 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; 46:624-38.
18. Carvalho WB. Soluções hipertônicas em pediatria. *J Pediatr (Rio J)*.2003; 79: 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.