

Choque em Crianças

Autora: Ana Paula de Carvalho Panzeri Carlotti

Introdução

Choque é a situação clínica resultante do desequilíbrio entre a oferta de oxigênio e nutrientes e a demanda metabólica dos tecidos. Caracteriza-se por déficit agudo de oxigênio nas células, que resulta em metabolismo anaeróbico e acidose láctica.

- Oferta de oxigênio (DO_2) = Conteúdo arterial de oxigênio (CaO_2) x débito cardíaco
 - $CaO_2 = [\text{Hemoglobina}] \text{ (g/dL)} \times 1,34 \times SaO_2 + (PaO_2 \times 0,003)$
 - Débito cardíaco = Frequência cardíaca x Volume de ejeção
 - ✓ Volume de ejeção depende da pré-carga, contratilidade e pós-carga.

Os mecanismos compensatórios para manutenção do débito cardíaco incluem taquicardia e aumento da contratilidade cardíaca e do tônus do sistema venoso. Entretanto, as crianças têm reserva de frequência cardíaca limitada em virtude da frequência basal já elevada e menor massa muscular ventricular, o que limita o aumento da contratilidade cardíaca. A falha dos mecanismos compensatórios resulta em redução do débito cardíaco e da oferta de oxigênio, e hipóxia tecidual.

Em situações de diminuição significativa do débito cardíaco, o aumento da resistência vascular sistêmica mantém, inicialmente, a pressão arterial normal.

- Pressão arterial = Débito cardíaco x Resistência vascular sistêmica

Diagnóstico

Sinais de choque

- Alteração do nível de consciência
- Diminuição da diurese ($< 1 \text{ mL/kg/h}$ ou $12 \text{ mL/m}^2/\text{h}$)
- Acidose láctica

Hipotensão arterial é sinal tardio de choque em crianças. Os limites de pressão arterial sistólica de acordo com a idade são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1: Definição de hipotensão pelos limites de pressão arterial sistólica (mm Hg) de acordo com a idade

Idade	Pressão arterial sistólica (mm Hg)
Recém-nascidos a termo (0-28 dias)	< 60
Lactentes (1-12 meses)	< 70
Crianças 1-10 anos	$< 70 + (2 \times \text{idade em anos})$
> 10 anos	< 90

Fonte: *Pediatric Advance Life Support Provider Manual*, 2002.

Classificação

Segundo o estado fisiológico

- *Choque compensado*: há sinais de perfusão tecidual inadequada, mas a pressão arterial sistólica é normal.
- *Choque descompensado*: os sinais de choque se associam à hipotensão arterial sistólica.

Segundo o estado hemodinâmico

- *Hipodinâmico ou frio*: associado a baixo débito cardíaco, caracterizado por pele fria e marmórea, pulsos finos e tempo de enchimento capilar prolongado (> 2 segundos). A resistência vascular sistêmica pode estar normal, elevada ou baixa.
- *Hiperdinâmico ou quente*: associado a alto débito cardíaco e baixa resistência vascular sistêmica. Caracteriza-se por extremidades quentes, avermelhadas, com alargamento da pressão de pulso e tempo de enchimento capilar rápido.

Segundo a etiologia

- *Choque hipovolêmico*: caracteriza-se por volume intravascular inadequado relativo ao espaço vascular (p.ex., desidratação, hemorragia e perdas para o terceiro espaço). Apresenta-se como choque hipodinâmico ou frio.
 - Em crianças com hemorragia, observa-se hipotensão com perda aguda de mais de 25-30% da volemia.
- *Choque cardiogênico*: resulta de disfunção miocárdica secundária a cardiomiopatias, distúrbios do ritmo, cardiopatias congênitas ou lesões traumáticas do coração. Caracteriza-se por baixo débito cardíaco e alta resistência vascular sistêmica.
 - Diagnóstico clínico: história de aumento do esforço respiratório, dificuldades de alimentação, dispneia às mamadas, sudorese excessiva, baixo ganho pômbero-estatural e infecções respiratórias frequentes (em crianças com cardiopatias congênitas com hiperfluxo pulmonar). Ao exame físico, pode-se observar taquicardia, ritmo de galope, taquipneia, extremidades frias, pulsos finos, cianose, diaforese, estertores crepitantes, sibilos (pelo edema pulmonar – “asma cardíaca”), hepatomegalia, estase jugular (em crianças maiores) e edema periférico (manifestação tardia de insuficiência cardíaca em crianças).
 - As obstruções congênitas da via de saída do ventrículo esquerdo (p.ex., coarctação de aorta grave, interrupção do arco aórtico, estenose aórtica crítica) se manifestam por choque cardiogênico nas duas primeiras semanas de vida, por ocasião do fechamento do canal arterial.
 - ✓ Em recém-nascido que se apresenta com choque, é importante fazer a palpação comparativa dos pulsos dos membros superiores e dos membros inferiores e a medida da pressão arterial e da saturação de oxigênio nos quatro membros.
 - Exames complementares:
 - ✓ Radiografia de tórax: os achados típicos são cardiomegalia e congestão vascular pulmonar

- ✓ Eletrocardiograma e ecocardiografia: dão o diagnóstico da doença de base.
- ✓ Marcadores bioquímicos de lesão celular e disfunção miocárdica:
 - Troponinas cardíacas I e C: marcadores mais sensíveis e específicos de lesão celular miocárdica que a CK-MB. O aumento de suas concentrações também se associa à disfunção miocárdica.
 - Peptídeo natriurético tipo B (BNP): liberado em resposta ao estiramento e aumento da tensão da parede ventricular. O aumento de suas concentrações plasmáticas está associado à disfunção sistólica do ventrículo esquerdo.
- *Choque distributivo*: caracteriza-se pela distribuição inadequada de sangue aos tecidos que resulta em má perfusão tecidual, geralmente secundária a alterações do tônus vasomotor (p. ex., anafilaxia, anestesia espinal ou epidural, secção de medula, disfunção grave do cérebro e do tronco cerebral, uso inadequado de vasodilatador). Caracteriza-se por vasodilatação sistêmica, com hipovolemia relativa.
 - No choque neurogênico, não há taquicardia compensatória, porque a inervação simpática do coração também está comprometida.
- *Choque obstrutivo*: caracteriza-se por débito cardíaco inadequado na vigência de volume intravascular e função miocárdica normais, em decorrência de obstrução mecânica à entrada e/ou saída de sangue do coração (p.ex., pneumotórax hipertensivo, tamponamento cardíaco e embolia pulmonar maciça).
- *Síndrome da resposta inflamatória sistêmica (SIRS), sepse e choque séptico*
 - *SIRS* caracteriza a resposta inflamatória sistêmica, independente da causa. É definida pela presença de duas ou mais das seguintes condições, uma das quais deve ser alteração da temperatura ou da contagem de leucócitos:
 - ✓ Febre ($> 38,5^{\circ}\text{C}$) ou hipotermia ($< 36,0^{\circ}\text{C}$)
 - ✓ Taquicardia (> 2 desvios-padrão para idade), ou bradicardia para crianças abaixo de 1 ano de idade (< 10 para idade)
 - ✓ Taquipneia (> 2 desvios-padrão para idade)
 - ✓ Hemograma com leucocitose, leucopenia ou desvio à esquerda.
 - *Sepse*: SIRS na presença de infecção (suspeita ou confirmada).
 - *Choque séptico*: sepse associada a alterações da perfusão sistêmica. Possui componente hipovolêmico (lesão endotelial e aumento da permeabilidade capilar), cardiogênico (disfunção miocárdica causada por citocinas e toxinas bacterianas) e distributivo (alteração do tônus vascular). Pode ser:
 - ✓ Compensado (pressão arterial normal) ou descompensado (hipotensão).
 - ✓ Hipodinâmico (frio) ou hiperdinâmico (quente).

- Ao contrário do que ocorre na maioria dos adultos que apresenta choque hiperdinâmico (com alto débito cardíaco e baixa resistência vascular sistêmica), aproximadamente 80% das crianças com choque séptico têm baixo débito cardíaco, com graus variáveis de resistência vascular sistêmica.
- A definição de choque séptico tem sido questionada, recentemente. As diretrizes do *American College of Critical Care Medicine* publicadas em 2017 recomendam que choque séptico seja diagnosticado quando houver suspeita de infecção, manifestada por hipotermia ou hipertermia, associada a sinais clínicos de perfusão tecidual inadequada, que incluem alteração do estado mental, extremidades frias, pulsos finos, tempo de enchimento capilar > 2 s (choque frio) ou extremidades quentes, avermelhadas, tempo de enchimento capilar < 1 s, alargamento da pressão de pulso (choque quente) e diurese reduzida (< 1 mL/kg/h). Ressalta-se que o diagnóstico deve ser feito antes da ocorrência de hipotensão arterial, que constitui sinal tardio de choque em crianças.

Particularidades do Recém-Nascido

Diagnóstico diferencial de choque séptico vs. cardiogênico

- História materna de febre, tratamento recente de infecção ou ruptura prolongada de membranas sugere o diagnóstico de choque séptico. Por outro lado, presença de sopro, cianose, hepatomegalia ou diferencial de pressão arterial ou saturação de oxigênio entre membros superiores e membros inferiores sugere choque cardiogênico.
 - Na dúvida, deve-se iniciar infusão de prostaglandina E1 precocemente e providenciar um ecocardiograma, para verificar a presença de cardiopatia congênita.

Resposta hemodinâmica do recém-nascido

- Acidose e hipóxia causam aumento da pressão em território arterial pulmonar e podem levar a quadro de hipertensão pulmonar e insuficiência cardíaca direita, especialmente em recém-nascidos e lactentes jovens.
 - Nestes casos, o tratamento da hipertensão pulmonar deve ser instituído prontamente, pois pode melhorar significativamente as condições hemodinâmicas do paciente.

Tratamento do Choque

A velocidade da intervenção é crucial, pois o reconhecimento precoce e o tratamento agressivo dos vários tipos de choque podem melhorar significativamente o desfecho.

Objetivo do tratamento

- Restabelecimento eficaz da perfusão e da oxigenação tecidual, evidenciado por:
 - Tempo de enchimento capilar menor ou igual a 2 segundos
 - Pulsos normais
 - Extremidades aquecidas
 - Diurese $> 1 \text{ mL/kg/h}$ ou $> 12 \text{ mL/m}^2/\text{h}$
 - Nível de consciência normal
 - Pressão arterial normal para a idade
 - Saturação venosa central de oxigênio maior ou igual a 70%
 - Índice cardíaco entre 3,3 e 6 L/min/m^2

Manejo inicial

A (“Airway”)

- Abertura de vias aéreas pelo posicionamento adequado da cabeça e aspiração das vias aéreas superiores.

B (“Breathing”)

- Administração de oxigênio por meio de dispositivos de alto fluxo (máscara não reinalante).
 - Indicações de intubação: aumento do trabalho respiratório, hipoventilação, diminuição do nível de consciência, instabilidade hemodinâmica grave.
 - No choque cardiogênico, o suporte ventilatório deve ser precoce e a intubação deve ser feita utilizando a sequência rápida de intubação:
 - ✓ Pré-oxigenação com O_2 a 100%
 - ✓ Atropina (< 1 ano ou bradicardia)
 - ✓ Fentanil $1\text{-}2 \text{ mcg/kg}$
 - ✓ Rocurônio 1 mg/kg
 - No choque séptico, o sedativo de escolha é a ketamina (na ausência de contraindicações, como hipertensão pulmonar e hipertensão intracraniana), com pré-tratamento com atropina, para reduzir o efeito de hipersecreção causado pela ketamina.

C (“Circulation”)

O objetivo é adequar a volemia, a pressão arterial e o débito cardíaco.

Acesso vascular

- A primeira escolha é a punção de veia periférica, utilizando cateteres curtos e grossos (tipo cateter sobre agulha); caso o acesso venoso periférico não seja obtido prontamente em poucos minutos, a via intraóssea deve ser estabelecida.

Ressuscitação hídrica

Enquanto se procede à ressuscitação hídrica, deve-se obter acesso venoso central, para monitoração da pressão venosa central e posterior infusão de drogas vasoativas, se necessário. Na ausência de sinais de sobrecarga hídrica, deve-se prosseguir com expansões de volume, até adequação da volemia.

- Choque hipovolêmico, distributivo ou séptico: soro fisiológico 0,9% 20 mL/kg em 5-10 minutos.
 - As crianças com choque séptico usualmente necessitam de 40 a 60 mL/kg de ressuscitação hídrica na primeira hora de tratamento.
- Cetoacidose diabética com choque hipovolêmico: soro fisiológico 0,9% 10-20 mL/kg em 1 hora.
 - Ressuscitação hídrica agressiva e rápida é fator de risco para edema cerebral na cetoacidose diabética.
- Choque cardiogênico: soro fisiológico 0,9% 5 mL/kg em 15-20 minutos.
 - Nesta situação, a ressuscitação hídrica tem o objetivo de melhorar o débito cardíaco pela otimização da pré-carga, mas deve ser cuidadosa.
- Fluidoterapia em recém-nascidos
 - Deve ser mais gradual, especialmente em recém-nascidos pré-termo, pelo risco de abertura ou persistência do canal arterial e hemorragia intraventricular.
 - ✓ Recém-nascido a termo: *bolus* de 10 mL/kg em 5-20 minutos.
 - ✓ Recém-nascido pré-termo: *bolus* de 10 mL/kg em 15-30 minutos e reposição de perdas insensíveis e sangramento, com início precoce de drogas vasoativas.

Tipo de fluido

- Cristaloides vs. coloides
 - Cristaloides: baixo custo, não tóxicos, ampla disponibilidade, mas apenas 25% do volume infundido permanecem no intravascular, causando mais edema.
 - Coloides: promovem melhor expansão intravascular com menores volumes, mas seu custo é elevado. Em situações com lesão endotelial (p.ex., sepse) pode haver extravasamento de 15-20% do volume administrado, piorando o edema tissular.

Não há evidências de que a ressuscitação hídrica com coloides reduza o risco de morte quando comparados com cristaloides. No Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, administra-se solução de albumina 5% 5-10 mL/kg, caso a criança persista com sinais de choque após ter recebido 60 mL/kg de cristalóide e ainda necessite de fluido adicional para a adequação da volemia.

- Concentrado de hemácias
 - A transfusão de 10-15 mL/kg de concentrado de hemácias é indicada se a concentração de hemoglobina for < 10 g/dL em crianças ou < 12 g/dL

em recém-nascidos com qualquer tipo de choque, e em vítimas de trauma com choque hemorrágico quando houver persistência dos sinais de choque ou instabilidade hemodinâmica após administração de 20-40 mL/kg de cristalóide.

- Plasma fresco
 - A transfusão de plasma fresco (10 mL/kg) é indicada apenas em coagulopatias, para repor fatores de coagulação; não deve ser usada para expansão de volume, pelo risco de transmissão de infecções.

Drogas vasoativas

Uso indicado se o paciente ainda tiver sinais de choque, mesmo após a adequação da volemia (Tabela 2).

Tabela 2: Drogas vasoativas frequentemente utilizadas em terapia intensiva pediátrica

Droga	Dose	Efeitos
Dobutamina	5-15 mcg/kg/min	Inotrópico e vasodilatador sistêmico e pulmonar
Dopamina	5-15 mcg/kg/min	Inotrópico (5-10 mcg/kg/min) Vasoconstrictor (> 10 mcg/kg/min)
Epinefrina	0,01-1 mcg/kg/min	Inotrópico (0,01-0,3 mcg/kg/min) Vasoconstrictor (> 0,3 mcg/kg/min)
Levosimendana	0,1-0,2 mcg/kg/min#	Inotrópico e vasodilatador periférico e coronariano
Milrinona	0,1-1 mcg/kg/min*	Inotrópico e vasodilatador sistêmico e pulmonar
Nitroprussiato de sódio	0,5-10 mcg/kg/min	Vasodilatador sistêmico
Norepinefrina	0,01-2 mcg/kg/min	Inotrópico (0,01-0,2 mcg/kg/min) Vasoconstrictor (> 0,2 mcg/kg/min)
Terlipressina	20 mcg/kg/dose a cada 6 h, por 24-48 h	Vasoconstrictor
Vasopressina	0.0003-0.008 U/kg/min	Vasoconstrictor

*A dose deve ser ajustada em pacientes com redução do *clearance* de creatinina, como se segue: 30-50 mL/min/1,73 m²: 0,33-0,43 mcg/kg/min; 10-29 mL/min/1,73 m²: 0,23-0,33 mcg/kg/min; < 10 mL/min/1,73 m²: 0,2 mcg/kg/min; #Infusão única por 24 h pode produzir efeitos clínicos por vários dias e, portanto, a droga pode ser administrada a cada 1-2 semanas.

Choque séptico

- Suporte hemodinâmico
 - Inicia-se *epinefrina* (0,01-0,3 mcg/kg/min) em crianças com choque frio ou *norepinefrina* (0,2-1 mcg/kg/min) em crianças com choque quente.

Medidas adicionais são tomadas de acordo com a apresentação clínica e o perfil hemodinâmico (sempre que possível, fazer ecocardiograma para direcionar melhor o tratamento):

- ✓ Choque frio com pressão arterial normal (débito cardíaco baixo com resistência vascular sistêmica elevada): adicionar *milrinona* (0,1-1 mcg/kg/min) e/ou *dobutamina* (5-15 mcg/kg/min) ou *nitroprussiato de sódio* (0,5-10 mcg/kg/min). Considerar *levosimendana* (0,1-0,2 mcg/kg/min).
- ✓ Choque frio com pressão arterial baixa (débito cardíaco baixo com resistência vascular sistêmica baixa): associar *norepinefrina* (0,01-0,2 mcg/kg/min).
- ✓ Choque quente com pressão arterial baixa (débito cardíaco elevado com resistência vascular sistêmica baixa): titular *norepinefrina* (até 2 mcg/kg/min). Considerar vasopressina ou terlipressina.
- Uso de corticosteroide é indicado em crianças com risco de insuficiência adrenal (púrpura fulminante, uso crônico de corticosteroides, doença adrenal ou hipofisária) e choque refratário às catecolaminas.
 - Utiliza-se a hidrocortisona em dose de estresse: ataque 25-30 mg em recém-nascidos, 50 mg em lactentes, 100 mg em crianças maiores e adolescentes; manutenção 100 mg/m²/dia (máx. 200 mg/dia), 6/6 horas.
- Antibioticoterapia específica deve ser iniciada na primeira hora de tratamento.
 - Cada hora de atraso na administração do antibiótico diminui a sobrevida em 7,6%.
- Correção dos distúrbios metabólicos, especialmente a acidose, a hipoglicemia e a hipocalcemia, que contribuem para a disfunção miocárdica.
- Drenagem de coleções purulentas.

Choque cardiogênico

- Suporte hemodinâmico
 - Pressão arterial normal
 - ✓ Milrinona 0,1-1 mcg/kg/min
 - ✓ Dobutamina 5-15 mcg/kg/min
 - ✓ Levosimendana 0,1-0,2 mcg/kg/min
 - Pressão arterial baixa
 - ✓ Dopamina 5-10 mcg/kg/min
 - ✓ Epinefrina 0,01-0,3 mcg/kg/min
 - ✓ Norepinefrina 0,01-0,2 mcg/kg/min
- Medidas que visam minimizar as demandas de oxigênio
 - Suporte ventilatório precoce

- Uso de sedativos e analgésicos
- Manutenção da temperatura corpórea normal
- Manter a homeostase metabólica
 - pH, glicose, cálcio e magnésio
- Corrigir anemia
- Tratar arritmias
- Uso de diurético
 - Indicado em pacientes com edema pulmonar ou congestão venosa sistêmica (furosemida 1 mg/kg), mas deve ser administrado apenas após a restauração da perfusão sistêmica e a normalização da pressão arterial.

Hipertensão pulmonar

- Suporte hemodinâmico
 - Pressão arterial normal
 - ✓ Milrinona 0,1-1 mcg/kg/min
 - ✓ Dobutamina 5-15 mcg/kg/min
 - Pressão arterial baixa
 - ✓ Dopamina até 10 mcg/kg/min
 - ✓ Epinefrina 0,01-0,3 mcg/kg/min
- Manter oxigenação adequada
- Hiperventilação leve (PaCO₂ em torno de 35 mm Hg)
- Analgesia com opioide
- Bloqueio neuromuscular com vecurônio
- Vasodilatador pulmonar
 - Óxido nítrico 5-20 ppm
 - Sildenafil 0,5-1 mg/kg até de 4/4 h (máx. 2 mg/kg 6/6h)

Choque anafilático

- Suporte farmacológico
 - Epinefrina 0,01 mg/kg (máx. 0,5 mg) EV ou IM
 - Anti-histamínicos (bloqueadores H₁ e H₂)
 - ✓ Anti-H₁: Dexclorfeniramina 0,08 mg/kg EV
 - ✓ Anti-H₂: Ranitidina 1-2 mg/kg EV
 - Corticosteroides
 - ✓ Metilprednisolona 1-2 mg/kg EV

Choque obstrutivo

- Manejo da causa específica
 - Drenagem ou punção pericárdica em crianças com tamponamento cardíaco
 - Descompressão do pneumotórax com agulha seguida de colocação de dreno pleural, em pacientes com pneumotórax hipertensivo
 - Uso de trombolíticos/ anticoagulantes em crianças com embolia pulmonar maciça

Bibliografia

1. AMERICAN HEART ASSOCIATION. **PALS – Pediatric Advanced Life Support – Provider Manual**, 2002.
2. AMERICAN HEART ASSOCIATION. **PALS – Pediatric Advanced Life Support – Provider Manual**, 2006.
3. BRIERLEY, J. et al. 2007 American College of Critical Care Medicine clinical practice parameters for hemodynamic support of pediatric and neonatal septic shock. **Critical Care Medicine**, v. 37, n. 2, p. 666-688, 2009.
4. CARCILLO, J. A.; DAVIS, A. L.; ZARITSKY, A. Role of early fluid resuscitation in pediatric septic shock. **The Journal of the American Medical Association**, v. 266, n. 9, p. 1242-1245, 1991.
5. CENEVIVA, G. et al. Hemodynamic support in fluid-refractory pediatric septic shock. **Pediatrics**, v. 102, n. 2, p. e19, 1998.
6. DAVIS, A.L. et al. American College of Critical Care Medicine Clinical Practice Parameters for Hemodynamic Support of Pediatric and Neonatal Septic Shock. **Critical Care Medicine**, v. 45, n. 6, p. 1061-1093, 2017.
7. DELLINGER, R. P. et al. Surviving Sepsis Campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock, 2012. **Intensive Care Medicine**, v. 39, n. 2, 165–228, 2013.
8. DOMICO, M.; CHECCHIA, P. A. Biomarkers of cardiac injury and performance: B-type natriuretic peptide and troponin as monitors of hemodynamics and oxygen transport balance. **Pediatric Critical Care Medicine**, v. 12, n. 4, p. S33-S42, 2011. Supplement.
9. KUMAR, A. et al. Duration of hypotension before initiation of effective antimicrobial therapy is the critical determinant of survival in human septic shock. **Critical Care Medicine**, v. 34, n. 6, p.1589-1596, 2006.

10. McKIERNAN, C. A.; LIEBERMAN, S. A. Circulatory shock in children: an overview. **Pediatrics in Review**, v. 26, n. 12, p. 451-460, 2005.
11. NADEL, S.; KISSOON, N. T.; RANJIT, S. Recognition and initial management of shock. In: NICHOLS, D. G. (Ed.). **Rogers' textbook of pediatric intensive care**. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008. p. 372-383.
12. NOTRICA, D. M.; LINNAUS, M. E. Nonoperative management of blunt solid organ injury in pediatric surgery. **The Surgical Clinics of North America**, v. 97, n. 1, p. 1–20, 2017.
13. PEREL, P.; ROBERTS, I.; KER, K. Colloids versus crystalloids for fluid resuscitation in critically ill patients. **The Cochrane Database of Systematic Reviews**. 2013 Feb 28; 2:CD000567. doi: 10.1002/14651858.CD000567.pub6.
14. FILIPPI, L. et al. Rescue treatment with terlipressin in different scenarios of refractory hypotension in newborns and infants. **Pediatric Critical Care Medicine**, v. 12, n. 6, p. e237-e241, 2011.