



## Revisão da gestão e diagnóstico do Pneumotórax no contexto pré-hospitalar

ARTIGO DE REVISÃO

**Defeitos congênitos desvendados numa emergência**

CASO CLÍNICO PEDIATRIA

**Os dispositivos mecânicos de compressão torácica na rede de ambulâncias SIV: um imperativo ou uma excentricidade?**

ARTIGO DE REVISÃO

**Inteligência Artificial identifica PCR em chamada de emergência**

LIFESAVING TRENDS

Handwritten signature and date: 22



2018/01

Raiva  
22

# TRAUMATISMO CRÂNIO-ENCEFÁLICO GRAVE EM PEDIATRIA: AVALIAÇÃO E ABORDAGEM PRÉ-HOSPITALAR

## SEVERE TRAUMATIC BRAIN INJURY IN PEDIATRIC AGE: PRE-HOSPITAL EVALUATION AND MANAGEMENT

Marta Novo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Interna do Internato Complementar de Pediatria Médica, Serviço de Pediatria, Centro Hospitalar Universitário do Algarve Unidade de Faro

### RESUMO

O traumatismo crânio-encefálico (TCE) é frequente em idade pediátrica, geralmente ligeiro e sem lesões intracranianas, contudo pode ser potencialmente grave nesta faixa etária. Nesse sentido este artigo tem como objetivo fazer uma revisão da avaliação e abordagem iniciais da criança com TCE grave. O TCE é uma das principais causas de morbimortalidade em crianças e adolescentes sendo os principais fatores associados a baixa pontuação na escala de Glasgow (GCS), hipotensão, edema cerebral, lesão axonal difusa e baixa pressão de perfusão cerebral. A avaliação e abordagem iniciais, a monitorização e cuidados intensivos adequados são fundamentais para prevenção da lesão cerebral secundária.

### ABSTRACT

Traumatic brain injury (TBI) is common in pediatric age; although usually mild and not associated with intracranial lesions, it can be potentially serious in this age group. This article aims to review the initial assessment and approach to children with severe TBI. TBI is one of the main causes of morbidity and mortality in children and teenagers. The main factors associated with low scores on the Glasgow scale (GCS) are hypotension, cerebral oedema, diffuse axonal lesion and low cerebral perfusion pressure. The initial approach, evaluation, monitoring and adequate intensive care are essential to prevent secondary brain injury.

### INTRODUÇÃO

O presente artigo pretende esquematizar a avaliação inicial e abordagem da criança com traumatismo crânio-encefálico (TCE) grave. O TCE é uma causa frequente de lesão em crianças, com uma incidência estimada em 280/100000.<sup>1,2</sup> Em idade pediátrica, as lesões que necessitam de intervenção são menos frequentes que nos adultos. Uma causa importante de trauma são as lesões infligidas (abuso físico), que devem ser consideradas na investigação etiológica. São fatores de risco para maior morbimortalidade a idade <4 anos, GCS inicial baixo, coagulopatia, hipotensão ou hiperglicemia<sup>3-11</sup>. As escalas de triagem inicial devem ser simples e sensíveis o suficiente de forma a identificar os doentes que requerem maior nível de cuidados em unidades de trauma. As escalas validadas para a população pediátrica são: Escala de Glasgow (GCS), GCS Pediátrica, Escala de Trauma Pediátrica (PTS). **GSC** é amplamente utilizada em trauma e a sua modificação para a idade pediátrica foi um grande avanço

**Palavras-Chave:** Traumatismo crânio-encefálico, escala coma Glasgow, hipertensão intracraniana

**Keywords:** Traumatic brain injury, Glasgow coma scale, cranial hypertension

	GSC	GCS Pediátrica	Pontuação
Abertura ocular	Espontânea	Espontânea	4
	Ao comando	Ao som	3
	À dor	À dor	2
	Nenhuma	Nenhuma	1
Resposta verbal	Orientada	Vocalização apropriada à idade, sorriso, orientação ao som, interação, segue objetos	5
	Confusa	Choro, irritável	4
	Palavras inapropriadas	Choro à dor	3
	Sons incompreensíveis	Gemido à dor	2
Resposta motora	Nenhuma	Nenhuma	1
	À ordem	Movimentos espontâneos (ou de comando)	6
	Localiza a dor	Retirada ao toque (localiza a dor)	5
	Retirada	Retirada à dor	4
	Flexão anormal à dor	Flexão anormal à dor (descorticação)	3
Extensão anormal à dor	Extensão anormal à dor (descerebração)	2	
Nenhuma	Nenhuma	1	
<b>Melhor pontuação total</b>			<b>15</b>

Tabela 1: Escala de Glasgow e Escala de Glasgow Pediátrica (adaptada de Holmes JF, Palchak MJ, MacFarlane T, Kuppermann N. Performance of the pediatric Glasgow coma scale in children with blunt head trauma. Acad Emerg Med 2005; 12:814)

A PTS está relacionada com a gravidade da lesão, mortalidade, utilização de recursos e a necessidade de transporte para um centro de trauma pediátrico. Pode ser mau preditor de lesões hepáticas e esplênicas em crianças com traumatismo abdominal fechado isolado.

	PTS	Pontuação
Peso (kg)	≥20	2
	10-20	1
	<20	-1
Via aérea	Normal	2
	Sustentável	1
	Insustentável	-1
Pressão arterial sistólica	≥90	2
	50-90	1
	<50	-1
SNC	Acordado	2
	Perda de consciência	1
	Coma ou descerebração	-1
Ferida aberta	Nenhuma	2
	Minor	1
	Major/penetrante	-1
Ósseo	Nenhum	2
	Fratura fechada	1
	Aberta/múltiplas fraturas	-1
<b>Transferência para um Centro de Trauma, se total:</b>		<b>≤ 8</b>

Tabela 2: Escala de Trauma Pediátrica (adaptado de Furnival, RA, Schunk, JE. Pediatr Emerg Care 1999; 15:215)

na avaliação dos doentes verbais e pré-verbais. GSC pediátrica está validada para crianças com menos de 2 anos. É um parâmetro evolutivo e índice prognóstico.<sup>12-13</sup>

As lesões intracranianas são as mais comuns em pediatria, podem ser classificadas em focais (LCF) ou difusas e serem resultantes de uma lesão primária e/ou secundária.<sup>14-16</sup>

**CLASSIFICAÇÃO**

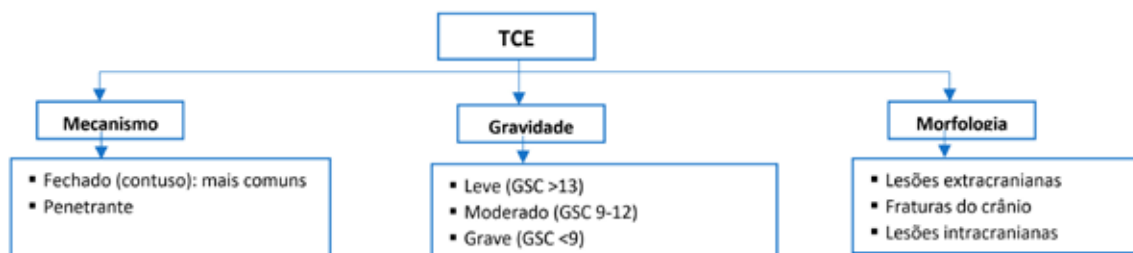
O TCE pode ser classificado quanto ao mecanismo, gravidade e morfologia.<sup>14-16</sup>

A lesão cerebral classifica-se em primária e secundária. A primária é a lesão mecânica direta que ocorre no

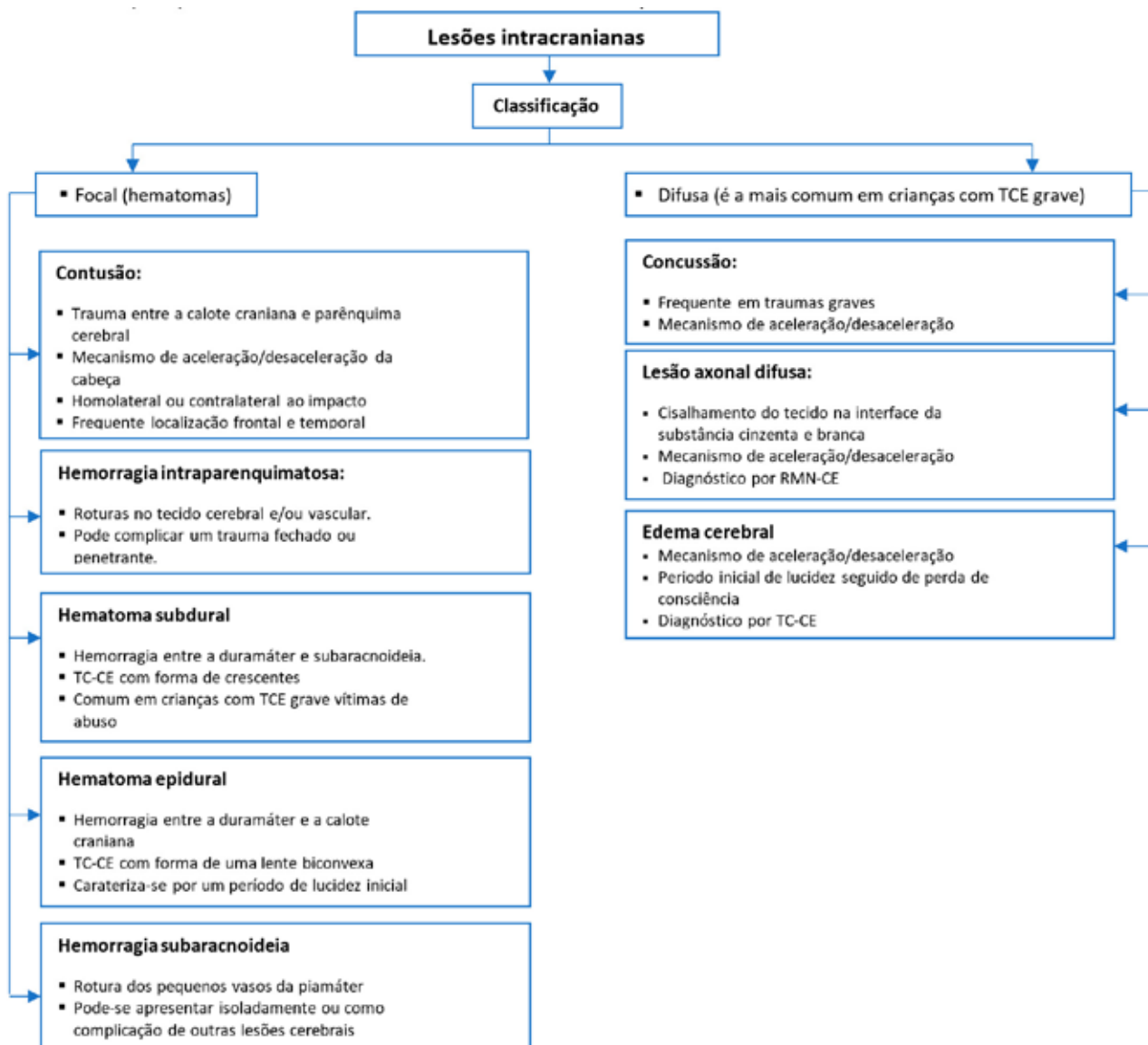
momento do trauma, e o mecanismo inerente é o impacto ou aceleração/desaceleração. A lesão primária conduz à resposta secundária, uma resposta fisiológica a nível bioquímico, celular e metabólico.<sup>18-22</sup> Inicialmente, após a lesão direta, o fluxo sanguíneo cerebral diminui e como há aumento das necessidades metabólicas, o cérebro torna-se mais suscetível à hipoxemia, hipotensão, hipertermia e aos distúrbios hidroelectrolíticos (sódio e glicose). Adicionalmente há prejuízo dos mecanismos de autorregulação cerebral e libertação de neurotransmissores excitatórios que amplificam a cascata de lesão neuronal, sendo a perfusão cerebral dependente da manutenção da pressão arterial adequada. 24-72 horas após a lesão desenvolve-se o edema cerebral que pode comprometer ainda mais a perfusão cerebral e conduzir a isquemia e edema adicionais, herniação e morte.<sup>18-22</sup>

**FATORES DE GRAVIDADE**

Os fatores de gravidade podem estar relacionados com a lesão ou com a eficácia da resposta na estabilização do doente durante o atendimento pré-hospitalar/hospitalar.



Algoritmo 1. Classificação do TCE



Algoritmo 2. Classificação das lesões intracranianas

Tipo de lesão	Atendimento pré-hospitalar/hospitalar
Hematoma subdural	Hipotensão
Hemorragia subaracnoideia	Hipóxia
Hipertensão intracraniana	Hipercápnia
Lesão axonal difusa	Hiperglicemia
Edema cerebral	Coagulopatia

Tabela 3. Fatores de gravidade 7, 23-29

**ABORDAGEM PRIMÁRIA**

Neste artigo vamos dar ênfase à avaliação inicial e estabilização da criança, dando prioridade à permeabilização da via aérea, ventilação e suporte cardiovascular. Deve ser feita a imobilização cervical durante toda a abordagem inicial.<sup>30-33</sup>

**ABC:**

- A. Vias aéreas e manutenção da imobilização cervical
- B. Ventilação adequada (normocapnia)
- C. Circulatório com controlo das perdas hemáticas
- D: Exame Neurológico**

- GSC
- Movimentos dos membros
- Pupilas

**E:** Exposição e avaliação de toda a superfície corporal

Numa primeira abordagem a avaliação inicial tem como objetivo triar as crianças com necessidade de cuidados num centro de trauma pediátrico ou de adultos com qualificação para atendimento pediátrico. Deve-se realizar a avaliação neurológica através da GCS para averiguar o nível de consciência

e eventual necessidade de intervenção:

- se  $GCS \geq 12$ , mas com provável TC-CE com alterações, necessita de avaliação por neurocirurgia;
- $GCS \leq 8$  ou a descer rapidamente a avaliação por neurocirurgia é emergente. É essencial identificar os sinais de herniação cerebral eminente:

### 1. Via aérea e ventilação

A estabilização do doente crítico, inicia-se pela avaliação e eventual suporte da via aérea e ventilação, sendo que as crianças conscientes e com pressão arterial normal podem realizar apenas oxigénio suplementar. A abordagem avançada da via aérea, nomeadamente **entubação endotraqueal**, está indicada nas seguintes situações<sup>17</sup>:

- Afundamento do nível de consciência ( $GSC \leq 8$ ) ou descida rapidamente progressiva
- Sinais de falência respiratória
- Instabilidade hemodinâmica

A entubação endotraqueal deve ser realizada com tubos endotraqueais com cuff (evitar aspirações) deve ser precedida da sequência rápida de entubação (tabela 5) e é fundamental manter a imobilização cervical durante este processo.<sup>31, 33-35</sup>

A pré-oxigenação é particularmente importante nas crianças pela combinação do alto consumo de oxigénio com a baixa capacidade residual funcional e baixo volume alveolar.<sup>36-38</sup>

O etomidato, propofol e tiopental têm propriedades neuroprotectoras. Uma vez que o propofol e tiopental têm efeito depressor cardiovascular, sugere-se dar preferência ao

Tipos Herniação	Ocular	Resposta motora	Respiração	Reflexos vestibulo-oculares
Diencefálica	Miose, mas pupilas reativas à luz	Localiza a dor com o membro não parético, postura de descorticação (tardia)	Cheyne-Stokes	Presentes, normal
Mesencefálica- parte superior da ponte	Pupilas médias fixas	Descerebração ou ausente	Hiperventilação ou Cheynes-Stokes	Ausentes ou apenas abdução
Parte inferior da ponte/medular superior	Pupilas médias e fixas	Ausente ou resposta de tripla flexão	Atáxica	Ausentes
Medular	Pupilas médias e fixas	Ausente	Irregular, gasping ou ausente	Ausentes

Tabela 4. Tipos Herniação cerebral<sup>7,34</sup>(Adaptado de: Plum F, Posner JB, The Diagnosis of Stupor and Coma III. FA Davis, Philadelphia p. 103)

Pre-oxigenação
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Respiração espontânea: FIO<sub>2</sub> 100% (&gt;7L/min) durante 3 minutos</li> <li>• Apnéia ou respiração inadequada: Máscara com reservatório, com pequenas insuflações usando FIO<sub>2</sub> 100%</li> <li>• Durante a indução e curatização: providenciar oxigenação via cânula nasal a 1L/kg/min (máx 15L/min)</li> <li>• Administrar oxigénio na máxima concentração possível</li> </ul>
Pre-tratamento (opcional)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ATROPINA (não é recomendada de rotina) apenas se criança com &lt;1 ano, choque, &lt;5 anos recebendo succinilcolina, crianças mais velhas recebendo a 2ª dose de succinilcolina. Dose 0,02 mg/kg/dose IV/IM (dose máxima de 1mg)</li> <li>• LIDOCAINA</li> </ul>
Sedação
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ETOMIDATO (segura se instabilidade hemodinâmica, neuroprotectora, dose 0,3 mg/kg IV)</li> <li>• KETAMINA (utilizar com cuidado em doentes com hipertensão intracraniana, dose 1-2 mg/kg IV ou 3-7 mg/kg IM)</li> <li>• PROPOFOL (causa hipotensão, pode ser usado em doentes hemodinamicamente estáveis em estado epiléptico: dose 1-1,5 mg/kg/IV)</li> <li>• MIDAZOLAM (pode ser usada em doentes hemodinamicamente estáveis em estado epiléptico, pode causar instabilidade hemodinâmica em doses sedativas): dose 0,2-0,3 mg/kg IV, dose máx 10 mg, início de acção 2-3 min</li> <li>• FENTANIL (evidência limitada em crianças, dose 1-5 mcg/kg)</li> </ul>
Relaxante muscular
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ROCURÓNIO (Se ≥ 3 meses, dose 1 mg/kg; Se 1-6 anos: 1,8 mg/kg)</li> <li>• SUCCINILCOLINA (não utilizar em casos de rabdomiólise, doenças musculoesqueléticas crónicas, doenças neuromusculares desmielinizantes, 46-72h após queimadura, politraumatizado, doentes com história de hipertermia maligna e hipercalemia): dose em crianças com ≤ 2 anos -2 mg/kg IV, crianças mais velhas/adólescentes: 1-1,5 mg/kg IV (se IM 4 mg/kg)</li> </ul>
Proteção e posicionamento
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manutenção da imobilização cervical</li> <li>• Manipulação laringea externa ou pressionar gentilmente a cartilagem cricoide para maximizar a visualização da glote</li> <li>• Confirmar a localização do tubo com avaliação do DCO<sub>2</sub> e auscultação pulmonar</li> </ul>
Pos-intubação
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rx-tórax para confirmar o posicionamento do tubo endotraqueal</li> <li>• Providenciar sedação (midazolam), analgesia (fentanil) e se indicado curatização (se descompensação: deslocação do tubo endotraqueal, obstrução do tubo, pneumotórax, falha do equipamento)</li> </ul>

Tabela 5. Sequência rápida de entubação (adaptada de: Monica S Vavilala, Robert C Tasker, MBBS; Severe traumatic brain injury in children: Initial evaluation and management; Uptodate Oct 08, 2019)

etomidato em crianças com TCE grave e com hipertensão intracraniana (HIC), hipotensão e/ou crise convulsiva.<sup>39,40</sup> A ketamina reduz em alguns doentes a PIC, enquanto mantém a pressão de perfusão cerebral, sendo uma alternativa se etomidato indisponível. O fentanil, apesar de limitada evidência em crianças, pode ser utilizado em casos de choque cardiogénico. Relativamente aos relaxantes musculares, o rocurónio e a succinilcolina são boas opções. O efeito do relaxante muscular é mais lento se administração intramuscular (IM).<sup>41</sup>

Quanto à ventilação mecânica, não está recomendada a hiperventilação profilática ( $PaCO_2 < 30$  mmHg), por causar isquémia cerebral devido à diminuição da pressão da perfusão cerebral (recomendação nível III)<sup>31</sup>. No entanto, pode ser realizada hiperventilação agressiva ( $PaCO_2 < 30$  mmHg) por curtos períodos de tempo nos casos de HIC refratária, herniação cerebral ou agravamento neurológico agudo.<sup>32</sup> A  $PaCO_2$  deve ser rigorosamente monitorizada com valores alvo de 35-40 mmHg.

### 2. Circulação

Relativamente à pressão de perfusão cerebral (PPC= PAM-PIC, desejável > 40 mmHg)<sup>24</sup>, deve monitorizada de

forma a prevenir as lesões cerebrais isquémicas secundárias (evidência nível III1). Sugere-se PPC entre 40-50 mmHg de forma a garantir o valor mínimo de 40 mmHg (evidência nível III2.)<sup>31</sup>. A pressão arterial mínima necessária para manter a pressão de perfusão cerebral adequada para as necessidades metabólicas em bebés e crianças com TCE grave ainda não foi estabelecida, porém a pressão arterial sistólica deve ser mantida idealmente entre o P75-90, para o sexo, altura e idade, pelo fato da hipotensão inicial estar associada a maior morbimortalidade.<sup>30,42-44</sup>

O doente com TCE grave deve ter 2 acessos venosos em vasos de grande calibre, de forma que, em caso de choque, seja possível um tratamento rápido.

Nas primeiras 24-48h a fluidoterapia tem que ser dirigida para a normovolémia.

- Recém-nascidos e crianças pequenas habitualmente Glicose 5%+NaCl 0.9 % ou Glicose10%+NaCl 0.9%
- Crianças maiores e adolescentes NaCl 0.9%
- Utilizar soluções isotónicas no choque hipovolémico, uma vez que o aumento do volume extravascular pode aumentar o edema cerebral. A administração de soluções hipotónicas deve ser evitada pela associação ao aumento do edema cerebral e destruição celular. Em caso de hemorragia, estão indicadas transfusões com derivados hematopoiéticos.

Idade	Pressão Arterial Normal em Crianças P50-90	
	Pressão arterial sistólica (mmHg)	Pressão arterial diastólica (mmHg)
RN 12h, <1000g	30-59	16-36
RN 12h, 3000g	50-70	25-45
RN 96h	60-90	20-60
6 meses	87-105	53-66
2 anos	95-105	53-66
Idade escolar	97-112	57-71
Adolescentes	112-128	66-88

- P50 da PAs em crianças com >1 ano (90 mmHg + 2x idade em anos)
- Se hipotensão apresenta alteração do estado de consciência, aumento do TRC e taquicardia.

Tabela 6. Valores de Pressão Arterial Normal em crianças (adaptado de Vershold, H. Aortic blood pressure during the first 12 hours of life in infants with birth weight 610-4220 grms. Pediatrics 1981; 67:107 and Report of the second Task Force on Blood Pressure Control in Children--1987. Task Force on Blood Pressure Control in Children. National Heart, Lung, and Blood Institute, Bethesda, Maryland. Pediatrics 1987; 79:1)

### 3. Abordagem da pressão intracraniana

A hipertensão intracraniana é de difícil diagnóstico em crianças pequenas e a existência de suturas ou fontanelas abertas não impedem a sua ocorrência. A monitorização da PIC está recomendada em crianças com TCE grave e GSC  $\leq 8$  e/ou lesões intracranianas com efeito de massa e/ou em situações em que o ENS seriado esteja comprometido devido à sedoanalgesia ou curarização<sup>32</sup>. Sabe-se que PIC > 20mm Hg está associada a uma mortalidade de 28% enquanto PIC > 40mmHg tem uma mortalidade de 100%<sup>32</sup>. No tratamento da HIC sugere-se um valor alvo de pressão intracraniana <20 mmHg (evidência de nível III1.)<sup>31</sup>

Pode-se realizar punção lombar para redução da PIC (recomendação nível III)<sup>31</sup> e o uso de corticoterapia não está indicado por falta de evidência entre o risco e benefício.

As soluções hiperosmolares:

- Solução salina 3% está recomendada em doentes com HIC, sendo a dose inicial de 2-5 mL/kg durante 10-20 minutos (recomendação nível II) e a perfusão contínua entre 0.1-1 mL/kg/h, sendo que se sugere a dose mínima eficaz para manter a PIC<20 mmHg (recomendação nível III)<sup>31</sup>
- Se HIC intracraniana refratária, sugere-se a administração de bólus de solução salina a 23.4%

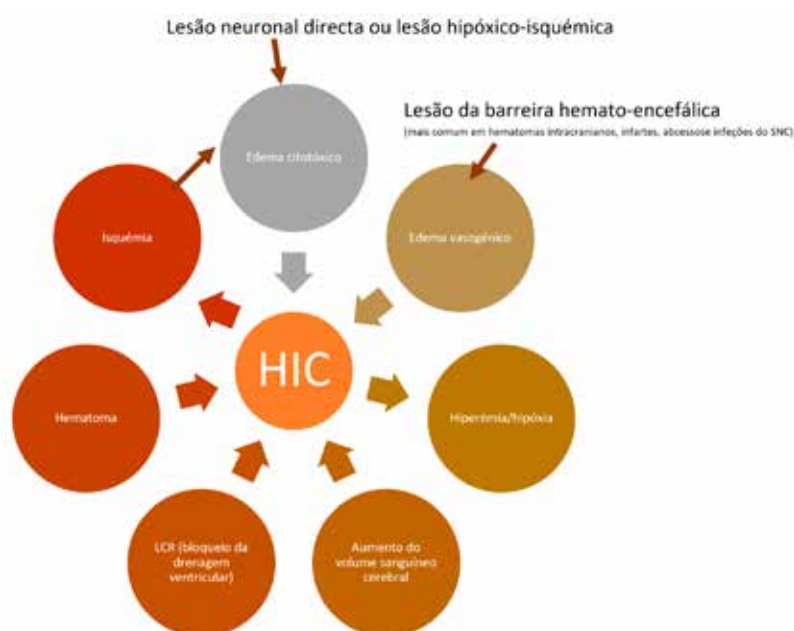
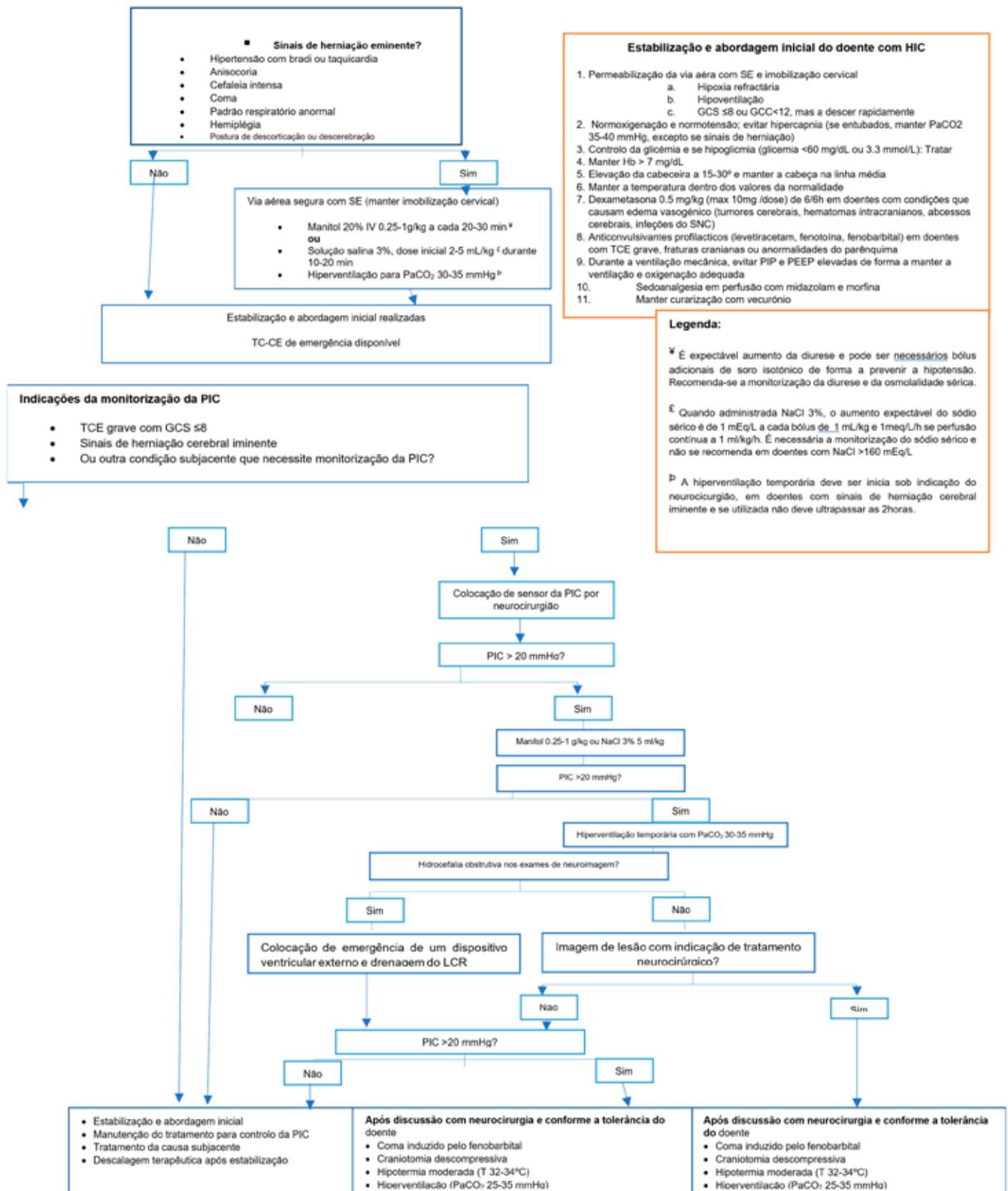


Diagrama 1. Fisiopatologia da HIC <sup>45-48</sup>



Algoritmo 3. Tratamento de herniação cerebral e HIC em crianças (Adaptado de: Stevens RD, Shoykhet M, Cadena R, Emergency Neurological Life Support: Intracranial Hypertension and Herniation. Neurocrit Care. 2015 Dec;23 Suppl 2:S76-82.)


na dose de 0.5 ml/kg sendo a dose máxima de 30mL (recomendação nível III)<sup>31</sup>

- Evitar o aumento excessivo do sódio. Na<sup>+</sup> > 160 mEq/L tem risco de trombose venosa profunda. Na<sup>+</sup> > 170 mEq/L tem risco de trombocitopenia e anemia
- Manitol a 20%: apesar de frequentemente utilizado na redução da PIC em doentes pediátricos com lesão traumática, não há nenhum estudo que refira quais os critérios para a sua utilização no controlo da PIC.<sup>31</sup>

#### 4. Exposição

Nas crianças com TCE deve-se manter a normotermia (temperatura central 36-37.5°C), sendo que a hipertermia deve ser agressivamente tratada com antipiréticos e, se necessário, arrefecimento do ambiente (mantas de refrigeração, placas de arrefecimento nas axilas e virilhas, irrigação gástrica e vesical com soro frio). A hipotermia deve também ser tratada com medidas inversas, contudo em situações de HIC refractária pode-se recorrer a hipotermia controlada.<sup>30-32</sup> A manutenção da normoglicemia é fulcral na abordagem destes doentes.<sup>32</sup>

#### NOTA FINAL

Este artigo tem como objetivo elucidar a avaliação e abordagem das crianças com TCE grave em contexto pré-hospitalar, salientando a importância de um tratamento contínuo em Unidade de Medicina Intensiva Pediátrica sob orientação de um neurocirurgião com experiência em Pediatria 

#### MENSAGENS CHAVE

- A gravidade do TCE é definida pela GCS inicial
- Nas crianças com TCE grave, a avaliação e estabilização iniciais são importantes para prevenir lesões secundárias.
- Durante a avaliação inicial e abordagem da via aérea, tal como na entubação endotraqueal, deve-se manter a imobilização cervical e está indicada nas seguintes situações:
  - GCS  $\leq$ 8 ou a descer rapidamente
  - Sinais de falência respiratória
  - Instabilidade hemodinâmica
- A entubação endotraqueal deve ser realizada com a SE dando privilégio aos fármacos neuroprotetores, tais como o etomidato na sedação e rocurónio ou succinilcolina na curarização (se sugammadex disponível, é recomendado o uso do rocurónio).
- Se ausência de sinais de herniação manter PaCO<sub>2</sub> entre 35-40 mmHg, contudo se sinais de herniação eminente manter PaCO<sub>2</sub> 30-35 mmHg (não ultrapassar as 2 horas).
- É fundamental manter a normotermia, normoglicemia e usar soros isotónicos.
- O transporte para um hospital com uma Unidade de Cuidados Intensivos Pediátricos e Neurocirurgia com experiência em crianças/adolescentes é primordial para melhorar o prognóstico destes doentes.

#### TAKE HOME MESSAGES:

- TBI's severity is defined by the initial GCS.
- The evaluation and initial stabilization in children with severe TBI, are crucial to prevent secondary lesion.
- During initial evaluation and advanced airway management, such as endotracheal intubation, the patient should remain with cervical spine immobilization it should be performed in the following conditions:
  1. GCS  $\leq$ 8 or sudden decrease
  2. Signs of respiratory failure
  3. Haemodynamic instability
- Endotracheal intubation must be performed by rapid sequence intubation, mainly with neuroprotective medications, such as etomidate as sedative and rocuronium or succinylcholine as muscle relaxants (when sugammadex is available, rocuronium is recommend).
- PaCO<sub>2</sub> should be maintained between 35-40 mmHg, but if signs of impending herniation it should be 30-35 mmHg (no more than 2h).
- It is essential to maintain normal temperature, normal glycaemia and the usage of isotonic solutions.
- Transport to a hospital with Paediatric Intensive Care Unit and neurosurgeons with experience in children and teenagers, is essential for a better prognosis.



**BIBLIOGRAFIA**

1. Langlois JA, Rutland-Brown W, Thomas KE. The incidence of traumatic brain injury among children in the United States: differences by race. *J Head Trauma Rehabil* 2005; 20:229.
2. Dewan MC, Mummareddy N, Wellons JC 3rd, Bonfield CM. Epidemiology of Global Pediatric Traumatic Brain Injury: Qualitative Review. *World Neurosurg* 2016; 91:497.
3. White JR, Farukhi Z, Bull C, et al. Predictors of outcome in severely head-injured children. *Crit Care Med* 2001; 29:534.
4. Luerssen TG, Klauber MR, Marshall LF. Outcome from head injury related to patient's age. A longitudinal prospective study of adult and pediatric head injury. *J Neurosurg* 1988; 68:409.
5. Michaud LJ, Rivara FP, Longstreth WT Jr, Grady MS. Elevated initial blood glucose levels and poor outcome following severe brain injuries in children. *J Trauma* 1991; 31:1356.
6. Nakayama DK, Copes WS, Sacco WJ. The effect of patient age upon survival in pediatric trauma. *J Trauma* 1991; 31:1521.
7. Vavilala MS, Dunbar PJ, Rivara FP, Lam AM. Coagulopathy predicts poor outcome following head injury in children less than 16 years of age. *J Neurosurg Anesthesiol* 2001; 13:13.
8. Jennett B, Teasdale G, Braakman R, et al. Prognosis of patients with severe head injury. *Neurosurgery* 1979; 4:283.
9. Kokoska ER, Smith GS, Pittman T, Weber TR. Early hypotension worsens neurological outcome in pediatric patients with moderately severe head trauma. *J Pediatr Surg* 1998; 33:333.
10. Pigula FA, Wald SL, Shackford SR, Vane DW. The effect of hypotension and hypoxia on children with severe head injuries. *J Pediatr Surg* 1993; 28:310.
11. Keenan HT, Hooper SR, Wetherington CE, et al. Neurodevelopmental consequences of early traumatic brain injury in 3-year-old children. *Pediatrics* 2007; 119:e616.
12. Teasdale G, Jennett B. Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. *Lancet* 1974; 2:81.
13. Holmes JF, Palchak MJ, MacFarlane T, Kuppermann N. Performance of the pediatric Glasgow coma scale in children with blunt head trauma. *Acad Emerg Med* 2005; 12:814
14. Furnival, RA, Schunk, JE. *Pediatr Emerg Care* 1999; 15:215.
15. Bruce DA, Alavi A, Bilaniuk L, et al. Diffuse cerebral swelling following head injuries in children: the syndrome of "malignant brain edema". *J Neurosurg* 1981; 54:170.
16. Tasker RC. Changes in white matter late after severe traumatic brain injury in childhood. *Dev Neurosci* 2006; 28:302.
17. Monica S Vavilala, Robert C Tasker, MBBS; Severe traumatic brain injury in children: Initial evaluation and management; Uptodate Oct 08, 2019
18. Zwieneberg M, Muizelaar JP. Severe pediatric head injury: the role of hyperemia revisited. *J Neurotrauma* 1999; 16:937.
19. Sharples PM, Stuart AG, Matthews DS, et al. Cerebral blood flow and metabolism in children with severe head injury. Part 1: Relation to age, Glasgow coma score, outcome, intracranial pressure, and time after injury. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1995; 58:145.
20. Adelson PD, Clyde B, Kochanek PM, et al. Cerebrovascular response in infants and young children following severe traumatic brain injury: a preliminary report. *Pediatr Neurosurg* 1997; 26:200.
21. Vavilala MS, Muangman S, Tontisirin N, et al. Impaired cerebral autoregulation and 6-month outcome in children with severe traumatic brain injury: preliminary findings. *Dev Neurosci* 2006; 28:348.
22. Ruppel RA, Kochanek PM, Adelson PD, et al. Excitatory amino acid concentrations in ventricular cerebrospinal fluid after severe traumatic brain injury in infants and children: the role of child abuse. *J Pediatr* 2001; 138:18.
23. Michaud LJ, Rivara FP, Grady MS et al - Predictors of survival and severity of disability after severe brain injury in children. *Neurosurgery*, 1992; 31:254-264
24. Song SH, Kim SH, Kim KT et al - Outcome of

- pediatric patient with severe brain injury in Korea: a comparison with reports in the west. *Childs Nerv Syst*, 1997;13:82-86.
25. Feickert H, Drommer S, Heyer R - Severe head injury in children: impact of risk factors on outcome. *J Trauma*, 1999;47:33-38.
  26. Pfenninger J, Santi A - Severe traumatic brain injury in children – are the results improving? *Swiss Med Wkly*, 2002;132:116-120.
  27. Eisenberg HM, Gary HE Jr, Aldrich EF et al - Initial CT findings in 753 patients with severe head injury. A report from the NIH Traumatic Coma Data Bank. *J Neurosurg*, 1990;73:688-698.
  28. Ong L, Selladurai BM, Dhillon MK et al - The prognostic value of the Glasgow Coma Scale, hypoxia and computerised tomography in outcome prediction of pediatric head injury. *Pediatr Neurosurg*, 1996;24:285- 291.
  29. Vavilala MS, Bowen A, Lam AM et al - Blood pressure and outcome after severe pediatric traumatic brain injury. *J Trauma*, 2003;55:1039-1044.
  30. Kochanek PM, Carney N, Adelson PD, et al. Guidelines for the acute medical management of severe traumatic brain injury in infants, children, and adolescents—second edition. *Pediatr Crit Care Med* 2012; 13 Suppl 1:S1.
  31. Kochanek, Patrick M.; Tasker, Robert C.; Carney, Nancy et al. Guidelines for the Management of Pediatric Severe Traumatic Brain Injury, Third Edition: Update of the Brain Trauma Foundation Guidelines, Executive Summary. *Pediatric Critical Care Medicine*. 20(3):280-289, March 2019.
  32. Adelson PD, Bratton SL, Carney NA et al. Guidelines for Acute Medical Management of Severe Traumatic Brain Injury in Infants, Children and Adolescents. *Pediatr Crit Care Med* 2003; 4 Suppl 3:S1-S75.
  33. Vavilala MS, Kernic MA, Wang J, et al. Acute care clinical indicators associated with discharge outcomes in children with severe traumatic brain injury. *Crit Care Med* 2014; 42:2258.
  34. Plum F, Posner JB. The Diagnosis of Stupor and Coma III. FA Davis, Philadelphia 1995. p. 103.
  35. Vavilala MS, King MA, Yang JT, Erickson SL, Mills B, Grant RM, Blayney C, Qiu Q, Chesnut RM, Jaffe KM, Weiner BJ, Johnston BD, The Pediatric Guideline Adherence and Outcomes (PEGASUS) programme in severe traumatic brain injury: a single-centre hybrid implementation and effectiveness study. *Lancet Child Adolesc Health*. 2019;3(1):23. Epub 2018 Nov 23.
  36. Patel R, Lenczyk M, Hannallah RS, McGill WA. Age and the onset of desaturation in apnoeic children. *Can J Anaesth* 1994; 41:771.
  37. Benumof JL, Dagg R, Benumof R. Critical hemoglobin desaturation will occur before return to an unparalyzed state following 1 mg/kg intravenous succinylcholine. *Anesthesiology* 1997; 87:979.
  38. Luten RC, Kisson N. Approach to the pediatric airway. In: *Manual of Emergency Airway Management*, Walls RM, Murphy MF, Luten RC, et al (Eds), Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia 2004. p.212.
  39. Pallin DJ, Dwyer RC, Walls RM, et al. Techniques and Trends, Success Rates, and Adverse Events in Emergency Department Pediatric Intubations: A Report From the National Emergency Airway Registry. *Ann Emerg Med* 2016; 67:610.
  40. Dewesh Agrawal et al. Rapid sequence intubation (RSI) outside the operating room in children: Approach. *Uptodate* Apr 20, 2020.
  41. Shaw I, Trueger NS, Pirotte MJ. What Is the Time to Muscle Relaxation After Intramuscular Administration of Neuromuscular Blockers? *Ann Emerg Med* 2015; 66:390.
  42. White JR, Farukhi Z, Bull C, et al. Predictors of outcome in severely head-injured children. *Crit Care Med* 2001; 29:534.
  43. Chaiwat O, Sharma D, Udomphorn Y, et al. Cerebral hemodynamic predictors of poor 6-month Glasgow Outcome Score in severe pediatric traumatic brain injury. *J Neurotrauma* 2009; 26:657.
  44. Vershold, H. Aortic blood pressure during the first 12 hours of life in infants with birth weight 610-4220 grms. *Pediatrics* 1981; 67:107 and Report of the second Task Force on Blood Pressure Control in Children—1987. Task Force on Blood Pressure Control in Children. National Heart, Lung, and Blood Institute, Bethesda, Maryland. *Pediatrics* 1987; 79:1.
  45. Stevens RD, Shoykhet M, Cadena R, Emergency Neurological Life Support: Intracranial Hypertension and Herniation. *Neurocrit Care*. 2015 Dec;23 Suppl 2:S76-82.
  46. Tasker RC, Acerini CL, Cerebral edema in children with diabetic ketoacidosis: vasogenic rather than cellular?. *Pediatr Diabetes*. 2014 Jun; 15 (4): 261-270.
  47. Jenkins LW, Kpchanek PM. Developmental Neurobiology, Neurophysiology, and the PICU, in *Rogers' Textbook of Pediatric Intensive Care*, 5th ed, Philadelphia 2015. p.861
  48. O'Brien NF, MaaT, Yeates KO, The epidemiology of vasospasm in children with moderate-to-severe traumatic brain injury, *Crit Care Med*. 2015; 43 (3): 674

EDITORA



**CLÁUDIA CALADO**  
Médica Pediátrica

EDITORA



**MÓNICA BOTA**  
Enfermeira Pediátrica

REVISÃO



**COMISSÃO CIENTÍFICA**