

# Manejes e Efeitos de Terapias para Redução da Pressão Intracraniana em Pacientes Vítimas de Traumatismo Cranioencefálico Grave

Management and Effects of Therapies to Reduce Intracranial Pressure in Patients Victims of Severe Traumatic Brain Injury

Manejes y Efectos de las Terapias para Reducir la Presión Intracraneal en Pacientes Víctimas de Traumatismo Craneoencefálico Grave

Anna Victória Coelho Andrade Delgado Fonseca<sup>1</sup>, Vitor Moreira Alvarenga<sup>2</sup>

**Como citar esse artigo.** Fonseca, AVCAD. Alvarenga, VM. Manejes e Efeitos de Terapias para Redução da Pressão Intracraniana em Pacientes Vítimas de Traumatismo Cranioencefálico Grave. Rev Pró-UniverSUS. 2025; 16(4):81-87.



## Resumo

O traumatismo cranioencefálico (TCE) corresponde à uma das emergências médicas com alta morbimortalidade, sendo a principal causa de óbito em pacientes adultos jovens. São encontradas lesões primárias causadas pelo trauma, porém, a meta primordial é prevenir injúria cerebral secundária, tendo como causador a pressão intracraniana (PIC) elevada. O objetivo desta revisão foi determinar possíveis manejes e efeitos na redução da PIC em pacientes vítimas de TCE grave. Foi realizada uma pesquisa por artigos prévios nas plataformas PubMed e Portal Regional da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). Foram incluídos no estudo, artigos publicados nos últimos 5 anos (2019-2024); do tipo ensaio clínico controlado e estudo observacional e disponíveis gratuitamente. Foram excluídos artigos que fugiam do tema abordado e duplicados. Ao final da análise, 17 artigos científicos foram selecionados. Os estudos analisados evidenciaram que a monitorização da PIC ou com dispositivos não convencionais, ou por meio da pressão de oxigenação cerebral, pressão parcial de dióxido de carbono e tratamento com solução salina hipertônica ou manitol foram os mais eficazes na redução da PIC. Embora haja divergências sob a intervenção da PIC elevada, há evidências de que quando a mesma é controlada, muda o prognóstico do paciente, assumindo importante papel na prática clínica. Em conclusão, as intervenções mais eficazes foram uso da pressão parcial de dióxido de carbono, solução salina hipertônica e manitol e a monitorização precoce da oxigenação cerebral pela pressão de oxigenação cerebral (PbtO<sub>2</sub>), enfatizando a necessidade do monitoramento da PIC afim de reduzir a mortalidade.

**Palavras-chave:** Traumatismo Cranioencefálico Grave; Pressão Intracraniana; Manejo.

## Abstract

Traumatic brain injury (TBI) is one of the medical emergencies with high morbidity and mortality, and is the leading cause of death in young adult patients. Primary injuries caused by trauma are found, but the primary goal is to prevent secondary brain injury, which is caused by elevated intracranial pressure (ICP). The objective of this review was to determine possible management and effects on reducing ICP in patients with severe TBI. A search for previous articles was carried out on the PubMed and Regional Portal of the Virtual Health Library (VHL) platforms. The study included articles published in the last 5 years (2019-2024); controlled clinical trials and observational studies and available free of charge. Articles that deviated from the topic addressed and duplicates were excluded. At the end of the analysis, 17 scientific articles were selected. The studies analyzed showed that ICP monitoring with non-conventional devices, or through cerebral oxygenation pressure, partial pressure of carbon dioxide and treatment with hypertonic saline or mannitol were the most effective in reducing ICP. Although there are divergences regarding the intervention of elevated ICP, there is evidence that when it is controlled, it changes the patient's prognosis, assuming an important role in clinical practice. In conclusion, the most effective interventions were the use of partial pressure of carbon dioxide, hypertonic saline and mannitol and early monitoring of cerebral oxygenation by cerebral oxygenation pressure (PbtO<sub>2</sub>), emphasizing the need for ICP monitoring in order to reduce mortality.

**Key words:** Severe Traumatic Brain Injury; Intracranial Pressure; Management.

## Resumen

El traumatismo craneoencefálico (TCE) es una de las emergencias médicas con alta morbilidad y mortalidad, y la principal causa de muerte en adultos jóvenes. Si bien se observan lesiones primarias causadas por traumatismos, el objetivo principal es prevenir la lesión cerebral secundaria, causada por la presión intracraneal (PIC) elevada. El objetivo de esta revisión fue determinar el posible manejo y los efectos en la reducción de la PIC en pacientes con TCE grave. Se realizó una búsqueda de artículos previos en PubMed y el Portal Regional de la Biblioteca Virtual en Salud (BVS). El estudio incluyó artículos publicados en los últimos 5 años (2019-2024), ensayos clínicos controlados y estudios observacionales, de libre acceso. Se excluyeron los artículos que se desviaban del tema abordado y los duplicados. Al final del análisis, se seleccionaron 17 artículos científicos. Los estudios analizados demostraron que la monitorización de la PIC con dispositivos no convencionales, o mediante presión de oxigenación cerebral, presión parcial de dióxido de carbono y tratamiento con solución salina hipertónica o manitol, fueron los más efectivos para reducir la PIC. Si bien existen discrepancias en cuanto a la intervención para la PIC elevada, existe evidencia de que, cuando se controla, modifica el pronóstico del paciente y desempeña un papel importante en la práctica clínica. En conclusión, las intervenciones más efectivas fueron el uso de presión parcial de dióxido de carbono, solución salina hipertónica y manitol, así como la monitorización temprana de la oxigenación cerebral mediante la presión de oxigenación cerebral (PbtO<sub>2</sub>), lo que enfatiza la necesidad de monitorizar la PIC para reducir la mortalidad.

**Palabras clave:** Traumatismo craneoencefálico grave; Presión intracraneal; Manejo.

Afiliação dos autores:

<sup>1</sup>Discente do curso de Medicina da Universidade de Vassouras, Vassouras, Rio de Janeiro, Brasil. Email: annavictoria.fonseca@hotmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6836-3199>

<sup>2</sup>Docente do Curso de Medicina da Universidade de Vassouras, Vassouras, Rio de Janeiro, Brasil. Email: vitoralvarenga@cardiol.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8696-8148>

\* E-mail de correspondência: annavictoria.fonseca@hotmail.com

Recebido em: 16/06/25 Aceito em: 09/09/25

## Introdução

O traumatismo cranioencefálico (TCE) é uma das importantes causas de morbimortalidade e incapacidade<sup>1</sup>, destacando-se por ser uma das principais causas de óbito em pacientes menores de 45 anos de idade, sendo decorrente de uma variedade de eventos, desde quedas até colisões automobilísticas<sup>2</sup>. Em sua manifestação mais grave de TCE (pontuação da Escala de Coma de Glasgow (GCS)  $\leq 8$ ), ocorre um dano generalizado, além de edema em todo o cérebro<sup>3,4</sup>.

Fora as lesões primárias causadas pelo trauma, danos cerebrais secundários podem surgir, sendo o principal causador a pressão intracraniana (PIC) elevada, que é um sinal crucial de lesão cerebral grave em casos de TCE<sup>5,6</sup>. A PIC é influenciada por volumes de sangue intracraniano, líquido cefalorraquidiano e tecido cerebral. Qualquer aumento em um desses volumes citados, desencadeará ajustes compensatórios nos compartimentos, inicialmente mantendo a PIC estável. Entretanto, devido à rigidez do crânio, uma vez que esses os mecanismos compensatórios se esgotam, a PIC aumenta rapidamente<sup>7</sup>.

Uma PIC elevada pode ocasionar em isquemia cerebral, representando perigo à vida e podendo resultar em compressão do tronco encefálico<sup>8</sup>. Isso está intimamente ligado a desfechos neurológicos adversos e maior mortalidade em pacientes após um TCE grave<sup>9</sup>. Dessa forma, controlar a PIC é um dos pilares essenciais no manejo do TCE grave visando diminuir o dano cerebral secundário e suas repercussões, sendo mantida em níveis inferiores a 20 mmHg<sup>10</sup>.

Divergências sobre o manejo do aumento da pressão intracraniana após traumatismo cranioencefálico grave são encontrados na literatura<sup>11</sup>. Segundo Huang X, Yang L, et al<sup>12</sup>, a solução salina hipertônica (STH) é ligeiramente mais eficaz na redução da PIC do que o manitol. Por outro lado, Rowland, M J; Veenith, T et al<sup>13</sup>, não observaram diferença benéfica ou maléfica no tratamento da PIC elevada seja com solução salina hipertônica ou manitol<sup>13</sup>. Desta forma, o objetivo desta revisão foi determinar os possíveis manejos e seus efeitos na redução da pressão intracraniana em pacientes vítimas de TCE grave.

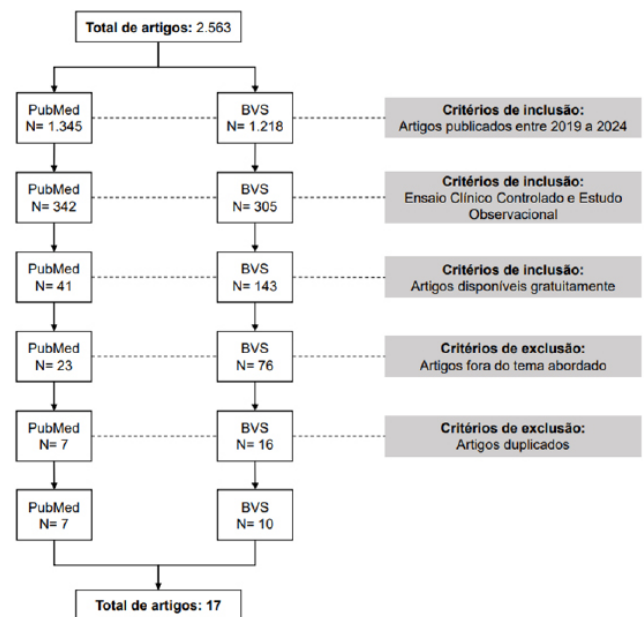
## Metodologia

Trata-se de um estudo de caráter descritivo, abordagem qualitativa, retrospectiva e transversal realizado por meio de uma revisão integrativa da literatura. Foram utilizadas bases de dados como a National Library of Medicine (PubMed) e o Portal Regional da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). A busca pelos artigos foi executada considerando os descritores “severe traumatic brain injury”, “intracranial pressure”

e “management”, aplicando o operador booleano “AND”. A revisão de literatura foi realizada seguindo as seguintes etapas: determinação do tema; definição do intervalo de tempo a ser observado; estabelecimento do tipo de estudo; definição de critérios de inclusão e exclusão; pesquisa por publicações nas bases de dados; estudo das informações encontradas; análise dos estudos encontrados e exposição dos resultados. Foram incluídos no presente estudo, artigos publicados nos últimos 5 anos (2019-2024), disponíveis gratuitamente e cujos estudos são do tipo ensaio clínico controlado e estudo observacional. Foram excluídos os artigos que fugiam do tema abordado e os duplicados.

## Resultados

A pesquisa originou um total de 2.563 artigos. Foram encontrados 1.345 artigos na base de dados PubMed e 1.218 artigos na base de dados na BVS. Aplicados os critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 7 artigos no PubMed e 16 artigos na BVS, sendo 6 artigos retirados por estarem duplicados nas plataformas descritas acima, conforme apresentado na Figura 1.



**Figura 1.** Fluxograma de identificação e seleção dos artigos nas bases de dados PubMed e BVS

Dos 17 estudos selecionados, 8 são ensaios clínicos controlados e 9 são estudos observacionais (Tabela 1). Dentre os artigos selecionados, não há unanimidade quanto ao manejo ideal na redução da PIC. Três estudos observaram a eficácia da solução salina hipertônica (STH) em relação ao manitol na redução da pressão intracraniana, dois deles revelam que não há diferença

entre ambas, tendo um deles apontado inclusive, que a STH está relacionada a maior risco de hipernatremia. O outro estudo revelou que a STH possui maior eficácia em relação ao manitol. Um estudo observou a monitorização precoce da oxigenação cerebral por meio da pressão de oxigenação cerebral revelando benefícios ao paciente quando associada a monitorização da pressão intracraniana. Foi observado em dois estudos, se o uso de terapias paralíticas ou barbitúricas seriam eficazes no controle da PIC, não tendo tanto impacto e revelando que há chances de aumentar a hemostasia basal e a recorrências de eventos tromboembólicos. Tratamentos profiláticos ou neuroprotetores também foram observados, não demonstrando benefícios sendo que dois estudos evidenciaram inclusive efeitos colaterais como instabilidade hemodinâmica, limitando seu uso. Nos demais estudos analisados, foram observados diferentes manejos para o diagnóstico e controle da pressão intracraniana (PIC). Destacou-se o uso do sistema não invasivo *Brain4Care*, embora tenha sido evidenciado que ele não deve ser a única forma de monitorização. Também foi relatado o monitoramento da pressão parcial de dióxido de carbono, com intervenção direcionada para manter a normocapnia. A hipotermia terapêutica mostrou potencial para controle da PIC. Quanto ao método de monitorização, tanto o uso do dispositivo ventricular externo quanto o do monitor intraparenquimatoso primário apresentaram resultados semelhantes em relação ao desfecho, embora o primeiro esteja associado a maior número de complicações. Além disso, foi relatado o uso de dispositivos não convencionais para monitorizar a PIC, representando

uma alternativa viável para diagnóstico e tratamento em contextos específicos.

## Discussão

A PIC elevada está associada a alta mortalidade e desfechos neurológicos desfavoráveis no TCE<sup>1</sup>. Seu reconhecimento, monitoramento e tratamento imediato são os pilares no manejo dessa complicação<sup>10</sup>. Estudos evidenciam que o controle da temperatura de forma agressiva, tendendo a normotermia é o ideal para esses pacientes, reservando a hipotermia terapêutica como tratamento refratário<sup>19,24,29</sup>.

O uso de solução salina hipertônica ou manitol foi citado como um fator importante, pois foi verificada associação com menor incidência e benefícios ao paciente, melhorando seu desfecho<sup>12,13,17</sup>. Artigos revelam ainda, maior eficácia na STH, pelo melhor desempenho em relação à desnutrição proteico-calórico que esses pacientes estão submetidos<sup>12,30</sup>.

Outro manejo considerado neste estudo é o controle da pressão parcial de dióxido de carbono afim de manter um alvo ideal da PaCO<sub>2</sub><sup>14,25,31</sup>. Foi observado que o monitoramento é necessário, já que pacientes com hipercapnia fazem acidose perivascular, causando vasodilatação cerebral e conseqüentemente aumento do volume intracraniano, podendo assim, elevar a PIC<sup>31</sup>. Foi encontrado maior benefício a esses pacientes manter hipocapnia leve<sup>14</sup>.

Um dos manejos mais importantes e eficazes no diagnóstico e controle da PIC é seu monitoramento<sup>16,22,32</sup>.

**Quadro 1.** Caracterização dos artigos conforme autor, ano de publicação, tipo de estudo, manejos e efeitos.

Autor	Ano	Tipo de estudo	Manejo	Efeitos
Robba, C; Battaglini, D; Abbas, A; Sarrió, E; Cinotti, R; Asehnounce, K; Taccone, FS; Rocco, PR; Schultz, MJ; Citerio, G; Stevens, RD; Badenes, R; ENIO collaborators <sup>14</sup> .	2024	Estudo Observacional n= 1.476	Uso da pressão parcial de dióxido de carbono (PaCO <sub>2</sub> ) para intervenção-alvo no manejo da pressão intracraniana (PIC) elevada.	Foi evidenciado que tanto hipocapnia profunda quanto hipercapnia estão associadas a mortalidade intra-hospitalar. Porém, hipocapnia leve é mais tolerada em paciente com hipertensão intracraniana. O ideal em primeira instância, é manter a normocapnia.
Ballesteros, M; Dias, C; Gomes, ICN; Grisi, LS; Cardoso, RAM; Júnior, ELZ; de Oliveira, RS <sup>15</sup> .	2023	Estudo Observacional n= 22	Parâmetros do sistema não invasivo Brain4Care (nIcP) utilizados como única forma de monitorizar a PIC.	Não deve ser utilizado como única forma de monitorizar a PIC, nem tanto, predizer prognóstico funcional no TCE grave.

Autor	Ano	Tipo de estudo	Manejo	Efeitos
Usuah, J; Jesuyajolu, D; Bankole, O; Ojo, O <sup>16</sup> .	2023	Ensaio Clínico n= 54	Dispositivos não convencionais de monitorização da PIC para diagnóstico e tratamento.	São uma opção possível para diagnóstico e tratamento, já que a mortalidade em pacientes não monitorizados supera três vezes mais que os monitorizados.
Bernhardt, K; McClune, W; Rowland, MJ; Shah, A <sup>17</sup> .	2023	Ensaio Clínico n= 760	Uso de solução salina hipertônica (STH) em relação aos demais agentes hiperosmolares redutores da pressão intracraniana, como o manitol.	Não há evidências importantes quanto ao benefício do uso de STH em relação aos demais agentes hiperosmolares redutores da pressão intracraniana, como o manitol. Foi apontado que a STH pode, inclusive, estar relacionado a maior risco de hipernatremia.
Bernard, F; Barsan, W; Diaz-Arrastia, R; Merck, LH; Yeatts, S; Shutter, LA <sup>16</sup> .	2022	Ensaio Clínico n= 1.094	Evidência de melhor desfecho quando monitoro a pressão intracraniana.	Há melhora no desfecho quando além do uso do monitor de PIC, adicionarmos oxigenação no tecido cerebral (PbtO2).
Jo, KW <sup>19</sup> .	2022	Ensaio Clínico n=	Hipotermia terapêutica tem valor sob a melhora dos desfechos neurológicos e no controle da PIC.	Hipotermia terapêutica não tem valor sob a melhora dos desfechos neurológicos. Porém, o controle da temperatura direcionada pode ter sucesso no que tange ao tratamento de pacientes com TCE grave, principalmente por atuar no controle da PIC.
Volovici, V; Pisica, D; Gravestijn, BY; Dirven, CMF; Steyerberg, EW; Ercole, A; Stocchetti, N; Nelson, D; Menon, DK; Citerio, G; van der Jagt, M; Maas, AIR; Haitisma, IK; Lingsma, HF <sup>20</sup> .	2022	Estudo Observacional n= 878	Manejo da hipertensão intracraniana guiada por dispositivo ventricular externo (DVE) ou por monitor intraparenquimatoso primário (IP).	Não houve diferenças significativas no desfecho de pacientes com TCE quanto ao manejo da hipertensão intracraniana guiada por DVE ou por IP. Porém, um número maior de complicações foi observado no grupo que fez uso do DVE.
Rowland, MJ; Veenith, T; Scomparin, C; Wilson, M H; Hutchinson, P J; Kolias, A G; Lall, R; Regan, S; Mason, J; Andrews, Pjd; Horner, D; Naisbitt, J; Devrell, A; Malins, A; Dark, P; McAuley, D F; Perkins, G D <sup>13</sup> .	2022	Ensaio Clínico n= 638	Diferenças no tratamento da PIC elevada com solução salina hipertônica ou manitol.	Não há diferença benéfica ou maléfica no tratamento da PIC elevada seja com solução salina hipertônica ou manitol. Porém, a solução salina hipertônica se mostrou melhor em desfechos neurológicos a longo prazo.
Bumberger, A; Braunsteiner, T; Leitgeb, J; Haider, T <sup>21</sup> .	2022	Estudo Observacional n= 213	Segurança na monitorização da PIC nos pacientes com TCE grave.	A monitorização da PIC nos pacientes com TCE grave se mostrou segura, porém com complicações. Logo, o estudo indica que para essa monitorização invasiva, deveremos levar em conta valores elevados de PIC, além de deteriorização clínica.

Autor	Ano	Tipo de estudo	Manejo	Efeitos
Okazaki, T; Kawakita, K; Kuroda, Y <sup>22</sup> .	2021	Estudo Observacional n= 427	Monitorização rigorosa da PIC.	A monitorização da PIC de forma rigorosa está associada a melhores desfechos funcionais
Al-Shudifat, ARM; Kahlon, B; Bin Abdulqader, S; Almutairi, W; Alsumali, K; Aldhfyhan, Y; Al-Abdallat, L <sup>23</sup> .	2021	Estudo Observacional n= 74	A monitorização da PIC é um preditor de melhor evolução do paciente.	A monitorização da PIC é um manejo válido e que resulta em melhor evolução para pacientes com TCE grave. Além disso, a Karnofsky Performance Score (KPS) pode ser utilizada de forma alternativa para aferir resultado funcional no TCE grave.
Huang X, Yang L, Ye J, He S, Wang B <sup>12</sup> .	2020	Ensaio Clínico n= 83	Eficácia da STH em relação ao manitol na redução da PIC.	A STH é ligeiramente mais eficaz na redução da PIC do que o manitol.
Escamilla-Ocañas, C E; Albores-Ibarra, N <sup>24</sup> .	2020	Ensaio Clínico n=	Tratamentos profiláticos ou neuroprotetores administrados precocemente no manejo da hipertensão intracraniana. São eles, craniectomia descompressiva (CD), hipotermia terapêutica (TH) e barbitúricos.	A CD embora reduza a mortalidade quando utilizada como terapia final, traz consigo um elevado risco de incapacidade grave, tornando-a inadequada. A hipotermia terapêutica não demonstrou benefícios e nem reduziu mortalidade nos pacientes, tornando-a ineficaz. E por fim, os barbitúricos assumem papel importante no manejo da hipertensão intracraniana, porém, seus efeitos colaterais e a instabilidade hemodinâmica causada tornam seu uso limitado aos casos refratários.
Payen, JF; Richard, M; Francony, G; Audibert, G; Barbier, EL; Bruder, N; Dahyot-Fizelier, C; Geeraerts, T; Gergele, L; Puybasset, L; Vigue, B; Skaare, K; Bosson, JL; Bouzat, P <sup>25</sup> .	2020	Ensaio Clínico n= 300	Monitorização precoce da oxigenação cerebral por meio da pressão de oxigenação cerebral (PbtO2) e da PIC para melhores desfechos neurológicos.	O estudo revelou que o monitoramento cerebral precoce com PIC e pressão de oxigenação do tecido cerebral (PbtO2) traz muito mais benefícios aos pacientes do que a monitorização da PIC isolada.
Zhang, M; Parikh, B; Dirlikov, B; Cage, T; Lee, M; Singh, H <sup>26</sup> .	2020	Estudo Observacional n= 144	Uso de terapia paralítica ou barbitúrica para controlar PIC.	Foi concluída que, embora há necessidade do controle da PIC, o uso dessas terapias pode aumentar a hemostasia basal e a recorrência de eventos tromboembólicos.
Al Saiegh, F; Philipp, L; Mouchtouris, N; Chalouhi, N; Khanna, O; Shah, S; Jallo, J <sup>27</sup> .	2020	Estudo Observacional n= 36.929	Risco de mortalidade em pacientes com aumento da PIC.	O estudo revelou que pacientes monitorizados pela PIC apresentam menor risco de mortalidade intra-hospitalar, corroborando assim, positivamente para o seu uso.
Jahns FP, Miroz JP, Messerer M, Daniel RT, Taccone FS, Eckert P, Oddo M <sup>28</sup> .	2019	Estudo Observacional n= 54	Correlação da PIC com o índice neurológico pupilar (NPi).	Casos em que há elevação da PIC, há também correlação com a redução do NPi. Que, uma vez anormal e sustentado, percebeu-se um curso com pior desfecho.

Para realizar o procedimento, podemos utilizar dispositivos não convencionais, adaptando, por exemplo, tubo de alimentação macio, de tamanho 6, conectado a um manômetro preenchido com solução salina a 0,9%, que atua como agente de acoplamento. Esse sistema permite medir a pressão do líquido de forma contínua e relativamente segura. Essa abordagem é considerada uma alternativa viável, especialmente em cenários onde dispositivos padrão de monitorização invasiva não estão disponíveis, já que a mortalidade em pacientes sem monitorização adequada é significativamente maior do que naqueles monitorizados<sup>16</sup>. Além disso, foi evidenciado que, embora os métodos de monitorização não invasiva possam ser úteis para complementar a avaliação clínica, eles não substituem a monitorização invasiva na definição da conduta terapêutica<sup>32</sup>.

Drenos ventriculares externos, que são colocados no ventrículo lateral e conectados a um monitor de pressão, também são considerados manejos eficazes na diminuição da PIC. A drenagem do líquido cefalorraquidiano pode ser contínua ou intermitente e aberta ou fechada. Artigos evidenciaram que tem mais benefícios e melhor redução da PIC quando a DVE está aberta e de forma contínua<sup>33</sup>. Outros trabalhos mostram que a DVE não teve diferença significativa no desfecho e ainda teve maior número de complicações<sup>20</sup>. Logo, por mais que a DVE ajude a controlar a PIC e drenar o líquido, há poucas evidências de qualidade e falta de padronização sobre seu uso<sup>35</sup>.

Outro manejo considerado neste estudo foi a craniectomia descompressiva, que nos artigos foi considerada uma forma de reduzir a PIC refratária a outros tratamentos, além de redução do tempo de permanência na UTI, porém também foi associada a desfechos piores e alto risco de incapacidade grave, tornando-a inadequada<sup>24,34</sup>.

## Conclusão

Com base neste estudo, conclui-se que os manejos mais eficazes para o controle da pressão intracraniana (PIC) incluem: a manutenção de uma leve hipocapnia por meio do controle da pressão parcial de dióxido de carbono (PaCO<sub>2</sub>); o uso de dispositivos não convencionais para monitorização da PIC, considerando que a ausência de monitoramento pode triplicar a mortalidade; a administração de solução salina hipertônica (SSH) e manitol, com diferenças discretas entre os dois tratamentos; o controle rigoroso da temperatura corporal; e a monitorização precoce da oxigenação cerebral, avaliada pela pressão tecidual de oxigênio (PbtO<sub>2</sub>). Esses achados são altamente relevantes para a prática clínica, pois permitem uma abordagem mais direcionada ao identificar a elevação da PIC após um traumatismo crânioencefálico (TCE)

grave, contribuindo para a redução de complicações e da mortalidade dos pacientes.

## Conflito de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse de nenhuma natureza.

## Referências

1. Mangat HS. Hypertonic saline infusion for treating intracranial hypertension after severe traumatic brain injury. *Critical Care*. 2018 Feb 20; 22(1): 37-40
2. Magalhães ALG, Barros JLVM de, Cardoso MG de F, Rocha NP, Faleiro RM, Souza LC, et al. Traumatic brain injury in Brazil: an epidemiological study and systematic review of the literature. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*. 2022 Apr 20; 80(4): 410-23.
3. Okonkwo DO, Shutter LA, Moore C, Temkin NR, Puccio AM, Madden CJ, et al. Brain Oxygen Optimization in Severe Traumatic Brain Injury Phase-II. *Critical Care Medicine*. 2017 Nov; 45(11): 1907-14.
4. Galgano M, Toshkezi G, Qiu X, Russell T, Chin L, Zhao LR. Traumatic Brain Injury. *Cell Transplantation*. 2017; 26(7): 1118-30.
5. Purdy E, Thoma B, Milne K, Bond C. SGEM Hot Off the Press: hypertonic saline in severe traumatic brain injury: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *CJEM*. 2016 Sep; 18(5): 379-84.
6. Jha RM, Kochanek PM, Simard JM. Pathophysiology and treatment of cerebral edema in traumatic brain injury. *Neuropharmacology*. 2019 Feb; 145(Pt B): 230-46.
7. Czosnyka M, Pickard JD, Steiner LA. Chapter 5 - Principles of intracranial pressure monitoring and treatment. Wijdicks EFM, Kramer AH, editors, *ScienceDirect*. Elsevier; 2017. 140: 67-89.
8. Li M, Chen T, Chen S, Cai J, Hu Y. Comparison of Equimolar Doses of Mannitol and Hypertonic Saline for the Treatment of Elevated Intracranial Pressure After Traumatic Brain Injury. *Medicine*. 2015 May; 94(17): e668.
9. Chen H, Song Z, Dennis JA. Hypertonic saline versus other intracranial pressure-lowering agents for people with acute traumatic brain injury. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2020 Jan 17; 1(1): CD010904.
10. Oliveira ML, Salinet ASM, Nogueira RC, Azevedo DS, Paiva WS, et al. Intracranial Hypertension and Cerebral Autoregulation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *World Neurosurgery*. 2018. 113: 110-24
11. Iaccarino C, Lippa L, Munari M, Castioni CA, Robba C, Caricato A, et al. Management of intracranial hypertension following traumatic brain injury: a best clinical practice adoption proposal for intracranial pressure monitoring and decompressive craniectomy. Joint statements by the Traumatic Brain Injury Section of the Italian Society of Neurosurgery (SINch) and the Neuroanesthesia and Neurocritical Care Study Group of the Italian Society of Anesthesia, Analgesia, Resuscitation and Intensive Care (SIAARTI) - *Journal of Neurosurgical Sciences* 2021 June; 65(3): 219-38.
12. Huang X, Yang L, Ye J, He S, Wang B. Equimolar doses of hypertonic agents (saline or mannitol) in the treatment of intracranial hypertension after severe traumatic brain injury. *Medicine*. 2020 Sep 18; 99(38): e22004.
13. Rowland M, Veenith T, Scomparin C, Wilson M, Hutchinson P, Kolias A, et al. Sugar or salt ("SOS"): A protocol for a UK multicentre randomised trial of mannitol and hypertonic saline in severe traumatic brain injury and intracranial hypertension. *Journal of the Intensive Care Society*. 2020 Feb 25; 23(2): 222-32.
14. Robba C, Battaglini D, Abbas A, Sarrió E, Cinotti R, Karim Aeshnounge, et al. Clinical practice and effect of carbon dioxide on outcomes in mechanically ventilated acute brain-injured patients: a secondary analysis of the ENIO study. *Intensive Care Medicine*. 2024 Jan 31; 50(2): 234-46.
15. Ballesterio M, Dias C, Neves C, Luca Soares Grisi, Augusto R, Zucoloto L, et al. Can a new noninvasive method for assessment of

- intracranial pressure predict intracranial hypertension and prognosis? *Acta neurochirurgica*. 2023 Apr 15; 165(6): 1495–1503.
16. Usuah J, Jesuyajolu D, Bankole O, Ojo O. Improvised intracranial pressure monitoring devices for traumatic brain injury management in a low-income environment: A single-centre randomised study demonstrating feasibility. *Brain and Spine*. 2023 Apr 5; 3: 101737.
  17. Bernhardt K, McClune W, Rowland M, Shah A. Hypertonic Saline Versus Other Intracranial-Pressure-Lowering Agents for Patients with Acute Traumatic Brain Injury: A Systematic Review and Meta-analysis. *Neurocritical Care*. 2023 Jun 28; 40: 769–84.
  18. Bernard F, Barsan W, Diaz-Arrastia R, Merck LH, Yeatts S, Shutter LA. Brain Oxygen Optimization in Severe Traumatic Brain Injury (BOOST-3): a multicentre, randomised, blinded-endpoint, comparative effectiveness study of brain tissue oxygen and intracranial pressure monitoring versus intracranial pressure alone. *BMJ Open*. 2022 Mar 10; 12(3): e060188.
  19. Jo KW. Target temperature management in traumatic brain injury with a focus on adverse events, recognition, and prevention. *Acute and Critical Care*. 2022 Nov 10; 37(4): 483–90.
  20. Volovici V, Piscià D, Gravesteyn BY, Clemens, Steyerberg EW, Ercole A, et al. Comparative effectiveness of intracranial hypertension management guided by ventricular versus intraparenchymal pressure monitoring: a CENTER-TBI study. *Acta neurochirurgica*. 2022 Jun 1; 164(7): 1693–1705.
  21. Bumberger A, Braunsteiner T, Leitgeb J, Haider T. Intracranial pressure monitoring following traumatic brain injury: evaluation of indications, complications, and significance of follow-up imaging—an exploratory, retrospective study of consecutive patients at a level I trauma center. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2020 Dec 22; 48(2): 863–70.
  22. Okazaki T, Kawakita K, Kuroda Y. Hospital-level intracranial pressure monitoring utilization and functional outcome in severe traumatic brain injury: a post hoc analysis of prospective multicenter observational study. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2021 Jan 6; 29(1): 5-14.
  23. AL-Shudifat ARM, Kahlon B, Bin Abdulqader S, Almutairi W, Alsumali K, Aldhfyani Y, et al. Outcome of Severe Traumatic Brain Injury at KSMC: Functional Outcomes of ICP Monitor Insertion—Two Years' Experience. *Open Access Emergency Medicine*. 2021 Apr 12; 13: 155–59.
  24. Escamilla-Ocañas CE, Albores-Ibarra N. Current status and outlook for the management of intracranial hypertension after traumatic brain injury: decompressive craniectomy, therapeutic hypothermia, and barbiturates. *Neurologia (Engl Ed)*. 2020 Oct 14; 38(5): 357–63.
  25. Payen JF, Richard M, Francony G, Audibert G, Barbier EL, Bruder N, et al. Comparison of strategies for monitoring and treating patients at the early phase of severe traumatic brain injury: the multicentre randomised controlled OXY-TC trial study protocol. *BMJ Open*. 2020 August 20;10(8): e040550.
  26. Zhang M, Parikh B, Dirlikov B, Cage T, Lee M, Singh H. Elevated risk of venous thromboembolism among post-traumatic brain injury patients requiring pharmaceutical immobilization. *Journal of Clinical Neuroscience*. 2020 May 31; 75: 66–70.
  27. Al Saiegh F, Philipp L, Mouchtouris N, Chalouhi N, Khanna O, Shah SO, et al. Comparison of Outcomes of Severe Traumatic Brain Injury in 36,929 Patients Treated with or without Intracranial Pressure Monitoring in a Mature Trauma System. *World Neurosurg*. 2020 Apr; 136: 535–41.
  28. Jahns FP, Miroz JP, Messerer M, Daniel RT, Taccone FS, Eckert P, et al. Quantitative pupillometry for the monitoring of intracranial hypertension in patients with severe traumatic brain injury. *Critical Care*. 2019 May 2; 23(1): 155-64.
  29. Kareemi H, Pratte M, English S, Hendin A. Initial Diagnosis and Management of Acutely Elevated Intracranial Pressure. *Journal of Intensive Care Medicine*. 2023 Feb 19;38(7): 643–50.
  30. Mangat HS, Wu X, Gerber LM, Schwarz JT, Fakhar M, Murthy SB, et al. Hypertonic Saline is Superior to Mannitol for the Combined Effect on Intracranial Pressure and Cerebral Perfusion Pressure Burdens in Patients With Severe Traumatic Brain Injury. *Neurosurgery*. 2019 Mar 16;86(2):221–30.
  31. Citerio G, Robba C, Rebori P, Petrosino M, Rossi E, Malgeri L, et al. Management of arterial partial pressure of carbon dioxide in the first week after traumatic brain injury: results from the CENTER-TBI study. *Intensive Care Medicine*. 2021 Jul 24;47(9):961–73.
  32. Schizodimos T, Soulountsi V, Iasonidou C, Kapravelos N. An Overview of Management of Intracranial Hypertension in the Intensive Care Unit. *Journal of Anesthesia*. 2020 May 21;34(5): 741-57.
  33. Vella MA, Crandall ML, Patel MB. Acute Management of Traumatic Brain Injury. *Surgical Clinics of North America*. 2017 Oct;97(5):1015–30.
  34. Cooper DJ, Rosenfeld JV, Murray L, Arabi YM, Davies AR, D'Urso P, et al. Decompressive Craniectomy in Diffuse Traumatic Brain Injury. *New England Journal of Medicine*. 2011 Apr 21;364(16):1493–502.
  35. Chau CYC et al. The Evolution of the Role of External Ventricular Drainage in Traumatic Brain Injury. *Journal of Clinical Medicine*, v. 8, n. 9, p. 1–23, 10 set. 2019.