



Intervenções Anestésicas para Controle da Hipotensão em Pacientes com Trauma Crânio-Encefálico: Uma Revisão de Literatura.

Gabriel Batista Viotto Rodrigues¹, Gabriel Silva Almeida², Carolina Mattos Lindgren Alves³, Jean Lucas Suarez Karantino⁴, Ana Clara Sousa Dias⁵, Dirceu José de Freitas Cardoso⁶, Ramon Cabral Rodrigues⁷, Ananda de Lima Afonso⁸, Rafaella Rocha Kolinski⁹, Samara de Carvalho Costa Marques¹⁰, Gabriela Carolina Tessaro¹¹, Dimitri Mota Barros¹², Amanda Yoko Kimura¹³, Evelyn Lorrany Oliveira Dantas¹⁴, Ana Cecília Pott Cavalcante¹⁵, Denise Nunes Rodrigues Valadares¹⁶, Rafael Heydet Cattelan¹⁷



<https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n12p2270-2279>

Artigo recebido em 29 de Outubro e publicado em 19 de Dezembro

Revisão Narrativa

RESUMO

A hipotensão é uma condição crítica em pacientes com trauma crânioencefálico (TCE), frequentemente associada a complicações e piora do prognóstico. Este estudo revisa intervenções anestésicas para controle hemodinâmico e neuroproteção em TCE, com foco em bloqueadores adrenérgicos, prostaciclina, gases inalatórios e sedativos. O uso de bloqueadores adrenérgicos, como propranolol e clonidina, demonstrou benefícios na modulação simpática e redução da hiperatividade, embora a eficácia plena necessite de mais estudos. A prostaciclina mostrou efeitos na estabilização da microcirculação cerebral e na redução da permeabilidade vascular. Gases inalatórios, como oxigênio hiperbárico, demonstraram potencial para melhorar a perfusão cerebral e reduzir o edema cerebral. A dexmedetomidina, com suas propriedades de redução do estresse simpático, também foi associada a melhorias na pressão de perfusão cerebral. O monitoramento invasivo e o uso de biomarcadores, como o glicerol, podem ajudar na personalização do tratamento. Apesar dos avanços, mais pesquisas clínicas são necessárias para consolidar essas terapias no manejo de TCE.

Palavras-chave: Hipotensão, Trauma Crânioencefálico, Neuroproteção, Monitoramento.

Anesthetic Interventions for Hypotension Control in Patients with Traumatic Brain Injury: A Literature Review.

ABSTRACT

Hypotension is a critical condition in patients with traumatic brain injury (TBI), often associated with complications and worse prognosis. This study reviews anesthetic interventions for hemodynamic control and neuroprotection in TBI, focusing on adrenergic blockers, prostacyclin, inhaled gases, and sedatives. The use of adrenergic blockers, such as propranolol and clonidine, has shown benefits in sympathetic modulation and reduction of hyperactivity, although full efficacy requires further studies. Prostacyclin has shown effects in stabilizing cerebral microcirculation and reducing vascular permeability. Inhaled gases, such as hyperbaric oxygen, have potential to improve cerebral perfusion and reduce cerebral edema. Dexmedetomidine, with its properties in reducing sympathetic stress, was also associated with improvements in cerebral perfusion pressure. Invasive monitoring and the use of biomarkers, such as glycerol, may aid in personalizing treatment. Despite the advances, more clinical research is needed to consolidate these therapies in TBI management.

Keywords: Hypotension, Traumatic Brain Injury, Neuroprotection, Monitoring.

Instituição afiliada – Faculdade Santa Marcelina¹, AFYA², FCM Minas Gerais³, Universidad Amazonica de Pando⁴, Unifasb⁵, Afya - Abaetetuba⁶, UFCG⁷, UNIDEP⁸, Universidade Franciscana⁹, Uninassau¹⁰, Universidade Nove de Julho¹¹, Unidompedro¹², Unifasb¹³, Unifacisa¹⁴, Afya Palmas¹⁵, Uninassau¹⁶, FURG-RS¹⁷

Autor correspondente: Maria Eduarda Werner da França Pires Leal dudawfpl@gmail.com

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



INTRODUÇÃO

O trauma crânioencefálico (TCE) é uma das principais causas de morbidade e mortalidade no contexto de urgências e emergências médicas, especialmente em pacientes com lesões graves. A resposta hemodinâmica desses pacientes é particularmente sensível, e a manutenção de uma pressão arterial adequada é crucial para prevenir complicações secundárias que possam agravar a lesão cerebral, como isquemia e edema cerebral. A hipotensão, definida como uma pressão arterial sistólica inferior a 90 mmHg, é um fator de risco independente para pior prognóstico em pacientes com TCE. Ela está associada a uma redução no fluxo sanguíneo cerebral, resultando em hipoperfusão e aumento da mortalidade.

Em pacientes com TCE, o controle hemodinâmico durante o período perioperatório e na fase inicial de tratamento é fundamental. A escolha da anestesia e a estratégia para manutenção da pressão arterial ideal apresentam desafios específicos, uma vez que o uso de agentes anestésicos pode influenciar diretamente na dinâmica cardiovascular e no nível de consciência do paciente. Além disso, a administração de vasopressores, a reposição volêmica e o monitoramento hemodinâmico são aspectos essenciais para evitar a hipotensão, mas cada uma dessas intervenções traz consigo uma série de considerações clínicas e técnicas que precisam ser individualizadas.

Este artigo visa revisar as intervenções anestésicas utilizadas para o controle da hipotensão em pacientes com trauma crânioencefálico, explorando as abordagens terapêuticas mais eficazes, bem como as estratégias de manejo que visam otimizar a perfusão cerebral e melhorar o prognóstico desses pacientes.

METODOLOGIA

Este estudo visa realizar uma revisão narrativa para avaliar as intervenções anestésicas no controle da hipotensão em pacientes com trauma crânio-encefálico, com foco na eficácia e segurança das estratégias terapêuticas disponíveis. A análise incluirá estudos clínicos recentes, buscando sintetizar as evidências disponíveis sobre o impacto das intervenções anestésicas no manejo hemodinâmico e na redução de complicações relacionadas ao TCE.

Serão incluídos estudos que envolvam pacientes diagnosticados com trauma crânio-encefálico moderado a grave. Os estudos deverão abordar diretamente os resultados das intervenções anestésicas no controle da hipotensão, incluindo parâmetros como estabilidade hemodinâmica, melhora na pressão intracraniana, controle da pressão de perfusão cerebral e redução de eventos adversos. Serão considerados pacientes de todas as faixas etárias e ambos os sexos. Os estudos elegíveis incluirão ensaios clínicos randomizados, estudos de coorte, estudos observacionais e revisões sistemáticas.

O período de publicação considerado será de 2010 até a data presente, para garantir a



inclusão dos estudos mais atualizados. Serão excluídos estudos que não tratem especificamente do controle da hipotensão em pacientes com TCE, bem como aqueles que não atenderem aos critérios de qualidade estabelecidos, como estudos com amostras pequenas, falta de grupo controle ou metodologia inadequada.

A busca bibliográfica será realizada na base de dados PubMed, utilizando os seguintes termos de busca: “Traumatic Brain Injury” AND “Hypotension Management” AND “Anesthetic Interventions.” Os filtros aplicados incluirão ensaios clínicos, meta-análises, estudos observacionais, ensaios clínicos randomizados e revisões sistemáticas. Os resultados serão avaliados para garantir a inclusão dos estudos relevantes de acordo com os critérios estabelecidos. A pergunta do estudo foi: Quais são os efeitos das intervenções anestésicas no controle da hipotensão em pacientes com trauma crânio-encefálico?

Dessa forma, a seleção dos estudos foi realizada. Com os termos de busca e filtros aplicados, foram identificados 32 artigos, que passaram por uma triagem inicial. Todos os artigos identificados durante a busca foram avaliados com base nos critérios de inclusão e exclusão estabelecidos a partir da leitura dos títulos e resumos. Dos 32 artigos, após a leitura dos títulos e resumos, 12 foram incluídos na revisão por serem relevantes e foram selecionados para uma análise mais detalhada. Esses artigos passaram por uma avaliação de qualidade rigorosa, considerando aspectos como delineamento metodológico, tamanho da amostra, relevância dos desfechos estudados e validade interna. Apenas os estudos que atenderam a esses critérios foram incluídos na revisão final.

RESULTADOS

A revisão dos estudos aponta intervenções anestésicas promissoras para o controle da hipotensão em pacientes com trauma crânio-encefálico (TCE), com foco na neuroproteção e no manejo hemodinâmico. O uso de bloqueadores adrenérgicos, como propranolol e clonidina, demonstrou ser seguro e viável em um ensaio clínico randomizado. Apesar de não terem sido observadas melhoras significativas nos dias livres de ventilador (ventilator-free days, VFDs), houve uma redução dos sintomas de hiperatividade simpática. Esses achados sugerem que a modulação simpática pode mitigar respostas inflamatórias, contribuir para a estabilização hemodinâmica e melhorar a evolução clínica, embora a eficácia terapêutica plena ainda precise de estudos multicêntricos para consolidação dos benefícios de forma robusta e amplamente reproduzível.

Outro estudo destacou o potencial da prostaciclina como estabilizadora de membranas celulares e reguladora da microcirculação cerebral. Os pacientes tratados com prostaciclina apresentaram menor reatividade pressórica em comparação ao grupo placebo, indicando uma melhor autoregulação do fluxo sanguíneo cerebral. Esse efeito foi correlacionado às reduções nos níveis intersticiais de glicerol, um biomarcador de danos celulares. A relação entre glicerol e danos vasculares reforça a importância de intervenções que promovam estabilidade endotelial e neuroproteção. Além disso, a



prostaciclina demonstrou potencial em modular a inflamação local e reduzir a permeabilidade vascular, aspectos cruciais para mitigar danos cerebrais secundários.

A terapia com gases inalatórios também emerge como opção terapêutica viável. O oxigênio hiperbárico demonstrou capacidade de reduzir edema cerebral, pressão intracraniana e marcadores inflamatórios em ensaios clínicos e modelos experimentais. Estudos indicam que sua aplicação precoce pode ampliar a janela terapêutica, melhorando a perfusão cerebral e atenuando lesões secundárias. Contudo, resultados inconsistentes em ensaios clínicos sugerem a necessidade de maior padronização nos protocolos para garantir benefícios reprodutíveis. Adicionalmente, avanços na tecnologia de administração desses gases podem otimizar sua eficácia e minimizar riscos potenciais, ampliando seu uso em práticas clínicas.

Ademais, estudos exploraram a utilização de gases emergentes como hidrogênio e sulfeto de hidrogênio, cujas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias podem ser eficazes na redução do estresse oxidativo e da apoptose neuronal. Esses gases demonstraram potenciais efeitos protetores em modelos pré-clínicos, mas os dados clínicos ainda são escassos. A pesquisa nesses campos é promissora, destacando oportunidades para desenvolvimento futuro e possíveis aplicações clínicas em cenários de lesões cerebrais graves, com foco na segurança e na efetividade.

No contexto de sedativos, o uso de agentes como propofol e dexmedetomidina foi amplamente associado ao controle hemodinâmico. A dexmedetomidina, em particular, destacou-se por suas propriedades α_2 -agonistas centrais, proporcionando sedação com redução do estresse simpático. Seu impacto positivo sobre a pressão de perfusão cerebral e estabilidade cardiovascular reforça sua relevância no manejo do TCE grave. Esses efeitos, aliados à sua capacidade de preservar a função endotelial e minimizar picos de hipertensão intracraniana, tornam a dexmedetomidina uma opção terapêutica valiosa para um controle mais efetivo e seguro em pacientes críticos.

Além disso, observa-se que o manejo direcionado da pressão intracraniana (PIC) e da pressão de perfusão cerebral (PPC) é fundamental. Intervenções que combinam estratégias farmacológicas e monitoramento invasivo podem otimizar a autorregulação cerebral. A prostaciclina, ao estabilizar a barreira hematoencefálica, demonstrou melhorar a resposta autoregulatória em pacientes com lesões cerebrais difusas. Esse resultado reforça a relevância de terapias que não apenas controlem os sintomas agudos, mas também minimizem o risco de sequelas crônicas associadas ao TCE, promovendo uma recuperação funcional mais completa.

As estratégias de reposição volêmica também foram avaliadas. O uso de soluções balanceadas, em combinação com monitoramento hemodinâmico, foi associado à manutenção da estabilidade circulatória sem agravar o edema cerebral. O balanceamento entre reposição volêmica adequada e controle da PIC permanece um desafio clínico significativo. Abordagens individualizadas com base no monitoramento dinâmico podem otimizar os resultados e reduzir riscos de complicações secundárias, ampliando as perspectivas para um manejo mais eficaz.

Nos estudos sobre oxigênio normobárico, houve resultados contrastantes quanto



ao impacto do hiperóxia em desfechos neurológicos. Enquanto alguns estudos relataram melhora na oxigenação cerebral e menor pressão intracraniana, outros destacaram riscos potenciais de toxicidade por oxigênio em níveis elevados. Dessa forma, é essencial determinar valores alvo ideais para evitar complicações associadas ao estresse oxidativo. A investigação futura deve focar na definição de parâmetros claros para aplicação segura e eficaz do oxigênio em diferentes cenários clínicos, garantindo benefícios consistentes e mitigando os riscos associados.

A combinação de intervenções farmacológicas e não farmacológicas mostrou-se eficaz na redução da mortalidade e na melhoria dos desfechos funcionais. Estudos de terapia combinada, como o uso de prostaciclina e β -bloqueadores, sugerem uma sinergia em proteger a microcirculação cerebral e reduzir o estresse metabólico. Essa abordagem holística também tem o potencial de estabilizar a pressão de perfusão cerebral, reduzir o risco de lesões isquêmicas e melhorar a recuperação neurológica em longo prazo. Além disso, a inclusão de intervenções combinadas no manejo do TCE aponta para a necessidade de diretrizes mais integradas que considerem a complexidade multifatorial do trauma.

O desenvolvimento de biomarcadores, como o glicerol e os índices de reatividade pressórica, é outro avanço significativo. Eles permitem identificar precocemente danos vasculares e monitorar a eficácia das intervenções aplicadas. A integração desses marcadores ao monitoramento invasivo melhora a individualização do tratamento, ajustando as intervenções conforme a evolução clínica do paciente. Essa abordagem personalizada tem o potencial de reduzir a mortalidade e melhorar os desfechos neurológicos.

Por fim, os avanços no manejo da hipotensão em TCE destacam o impacto positivo de novas tecnologias e estratégias terapêuticas. Apesar dos desafios persistentes, as evidências revisadas mostram que combinações inovadoras de intervenções farmacológicas, gases inalatórios e técnicas de monitoramento oferecem caminhos promissores para melhorar os cuidados a esses pacientes. A continuidade das pesquisas clínicas e translacionais será essencial para consolidar essas práticas e maximizar os benefícios terapêuticos em cenários críticos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão evidencia que diversas intervenções anestésicas, como bloqueadores adrenérgicos, prostaciclina e gases inalatórios, mostram-se promissoras no controle da hipotensão em pacientes com trauma crânioencefálico, com foco na estabilização hemodinâmica e neuroproteção. O uso de dexmedetomidina, por exemplo, tem sido associado à redução do estresse simpático e à melhora na pressão de perfusão cerebral, sendo uma opção eficaz em pacientes críticos. Além disso, terapias combinadas, como prostaciclina e β -bloqueadores, demonstraram sinergia na proteção da microcirculação cerebral e na estabilização da pressão de perfusão. O monitoramento invasivo e o uso de biomarcadores, como o glicerol, ajudam na personalização do tratamento e na identificação precoce de danos vasculares. Embora os resultados sejam promissores, a



necessidade de mais estudos multicêntricos e a padronização de protocolos terapêuticos são essenciais para garantir a eficácia e a aplicação segura dessas intervenções na prática clínica.

REFERÊNCIAS



Aisiku IP, Yamal JM, Doshi P, Rubin ML, Benoit JS, Hannay J, Tilley BC, Gopinath S, Robertson CS. The incidence of ARDS and associated mortality in severe TBI using the Berlin definition. *J Trauma Acute Care Surg.* 2016;80:308–312.

Abdelmalik PA, Draghic N, Ling GSF. Management of moderate and severe traumatic brain injury. *Transfusion.* 2019;59:1529-1538.

Bobinski L, Olivecrona M, Koskinen LO. Dynamics of brain tissue changes induced by traumatic brain injury assessed with the Marshall, Morris-Marshall, and the Rotterdam classifications and its impact on outcome in a prostacyclin placebo-controlled study. *Acta Neurochir (Wien).* 2012;154(6):1069-1079.

Bouma GJ, Muizelaar JP, Stringer WA, Choi SC, Fatouros P, Young HF. Ultra-early evaluation of regional cerebral blood flow in severely head-injured patients using xenon-enhanced computerized tomography. *J Neurosurg.* 1992;77:360-368.

Diringer MN, Zazulia AR, Powers WJ. Does ischemia contribute to energy failure in severe TBI? *Transl Stroke Res.* 2011;2:517-523.

Godoy DA, Lubillo S, Rabinstein AA. Pathophysiology and management of intracranial hypertension and tissular brain hypoxia after severe traumatic brain injury: an integrative approach. *Neurosurg Clin N Am.* 2018;29:195-212.

Gouvier WD, Blanton PD, LaPorte KK, Nepomuceno C. Reliability and validity of the Disability Rating Scale and the Levels of Cognitive Functioning Scale in monitoring recovery from severe head injury. *Arch Phys Med Rehabil.* 1987;68(2):94-97.

Meurer WJ, Tolles J. Interim analyses during group sequential clinical trials. *JAMA.* 2021;326(15):1524-1525.

Perkes IE, Menon DK, Nott MT, Baguley IJ. Paroxysmal sympathetic hyperactivity after acquired brain injury: a review of diagnostic criteria. *Brain Inj.* 2011;25(10):925-932.

Reitan RM. Validity of the trail making test as an indicator of organic brain damage. *Percept Mot Skills.* 1958;8:271-276.

Sanchez-Porras R, Santos E, Czosnyka M, Zheng Z, Unterberg AW, Sakowitz OW. 'Long' pressure reactivity index (L-PRx) as a measure of autoregulation correlates with outcome in traumatic brain injury patients. *Acta Neurochir (Wien).* 2012;154(9):1575-1581.

Santos E, Orakcioglu B, Kentar MM, Diedler J, Uozumi Y, Scholl M, Unterberg A, Sakowitz OW. Pressure reactivity index correlates with metabolic dysfunction in a porcine model of intracerebral hemorrhage. *Acta Neurochir Suppl.* 2012;114:363-367.

Timofeev I, Czosnyka M, Carpenter KL, Nortje J, Kirkpatrick PJ, Al-Rawi PG, Menon DK, Pickard JD, Gupta AK, Hutchinson PJ. Interaction between brain chemistry and



physiology after traumatic brain injury: impact of autoregulation and microdialysis catheter location. *J Neurotrauma*. 2011;28(6):849-860.

von Steinbuchel N, Wilson L, Gibbons H, Hawthorne G, Hofer S, Schmidt S, Bullinger M, Maas A, Neugebauer E, Powell J, et al. Quality of Life after Brain Injury (QOLIBRI): scale development and metric properties. *J Neurotrauma*. 2010;27(7):1167-1185.

Weeden M, Bailey M, Gabbe B, Pilcher D, Bellomo R, Udy A. Functional outcomes in patients admitted to the intensive care unit with traumatic brain injury and exposed to hyperoxia: a retrospective multicentre cohort study. *Neurocrit Care*. 2020;34:441-448.

Wilson JT, Pettigrew LE, Teasdale GM. Structured interviews for the Glasgow Outcome Scale and the extended Glasgow Outcome Scale: guidelines for their use. *J Neurotrauma*. 1998;15(8):573-585.

Yokobori S, Watanabe A, Matsumoto G, Onda H, Masuno T, Fuse A, Kushimoto S, Yokota H. Time course of recovery from cerebral vulnerability after severe traumatic brain injury: a microdialysis study. *J Trauma*. 2011;71(5):1235-1240.