



MANEJO DA HIPERTENSÃO INTRACRANIANA EM PACIENTES NEUROCRÍTICOS – ABORDAGENS E TECNOLOGIAS PARA O CONTROLE DA PRESSÃO INTRACRANIANA EM TRAUMAS E HEMORRAGIAS CEREBRAIS

Melissa Garcia Silva Saut, Aliandro Willy Duarte Magalhães, Jaqueline Maria Lima Gerbase, Letícia Borin Alves, Cleber Santos Barbosa, Thalita de Cássia Silva de Oliveira, Aneci Calixto da Rocha Barbosa, Gizele Pani, Vivian Trevisan de Castro, Tamires Santos Rios, Rodrigo Silva De Paula



<https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n11p1720-1728>

Artigo recebido em 30 de Agosto e publicado em 15 de Novembro de 2024

REVISÃO SISTEMÁTICA

RESUMO

A hipertensão intracraniana (HIC) é uma complicação frequente em pacientes neurocríticos, especialmente em casos de traumas cranioencefálicos (TCE) e hemorragias cerebrais. A falha no controle da pressão intracraniana (PIC) pode resultar em isquemia cerebral, herniação e morte. Este artigo revisa as abordagens mais recentes para o manejo da HIC, destacando intervenções cirúrgicas, como a craniectomia descompressiva, e o uso de tecnologias avançadas, incluindo monitoramento invasivo e técnicas de neuroimagem. Além disso, são discutidas as terapias farmacológicas, como a osmoterapia, e as estratégias emergentes, como o uso de neuroprotetores e novos parâmetros para a monitoração da PIC. A revisão da literatura revela que uma abordagem integrada e o avanço das tecnologias não invasivas estão revolucionando o manejo da HIC, mas barreiras como o acesso desigual a tecnologias de ponta e a necessidade de mais pesquisas clínicas limitam a aplicação generalizada dessas inovações.

Palavras-chave: hipertensão intracraniana, neurocríticos, trauma cranioencefálico, hemorragia cerebral, craniectomia descompressiva, monitoramento da pressão intracraniana.



MANAGEMENT OF INTRACRANIAL HYPERTENSION IN NEUROCRITICAL PATIENTS – APPROACHES AND TECHNOLOGIES FOR CONTROLLING INTRACRANIAL PRESSURE IN CEREBRAL TRAUMA AND HEMORRHAGES

ABSTRACT

Intracranial hypertension (ICH) is a frequent complication in neurocritical patients, particularly in cases of traumatic brain injury (TBI) and cerebral hemorrhage. Failure to control intracranial pressure (ICP) may result in cerebral ischemia, herniation, and death. This article reviews the most recent approaches to managing ICH, highlighting surgical interventions such as decompressive craniectomy and the use of advanced technologies, including invasive monitoring and neuroimaging techniques. Additionally, pharmacological therapies like osmotherapy and emerging strategies, such as neuroprotective agents and new ICP monitoring parameters, are discussed. The literature review indicates that an integrated approach and advancements in non-invasive technologies are transforming ICH management; however, barriers like unequal access to advanced technologies and the need for more clinical research limit the widespread application of these innovations.

Keywords: intracranial hypertension, neurocritical, traumatic brain injury, cerebral hemorrhage, decompressive craniectomy, intracranial pressure monitoring.

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



INTRODUÇÃO

A hipertensão intracraniana (HIC) representa um dos principais desafios no manejo de pacientes neurocríticos, sendo um fator crítico que influencia o prognóstico em condições como o trauma crânioencefálico (TCE) e as hemorragias intracranianas. O aumento da pressão intracraniana (PIC) desencadeia uma cascata de eventos fisiopatológicos, incluindo a redução da perfusão cerebral e a compressão de estruturas vitais, que podem culminar em isquemia cerebral irreversível, herniação e morte (Carvalho et al., 2022). Entre as principais causas de HIC estão os hematomas subdurais, epidurais e intraparenquimatosos, o edema cerebral difuso, e a obstrução do fluxo do líquido cefalorraquidiano (LCR) (Oliveira et al., 2020).

Diante da gravidade da HIC, o tratamento envolve um conjunto de intervenções que buscam manter a PIC abaixo de 20 mmHg, assegurando uma perfusão cerebral adequada (Smith et al., 2018). A monitorização contínua da PIC é essencial para detectar alterações precoces que possam requerer intervenção imediata, evitando a progressão para lesões secundárias.

Este estudo revisa as principais abordagens e tecnologias disponíveis para o manejo da HIC, com ênfase em intervenções terapêuticas e avanços recentes no campo da neurociência, além de discutir as barreiras e limitações no acesso a essas intervenções em contextos de menor infraestrutura.

METODOLOGIA

Este estudo foi conduzido com base em uma revisão sistemática da literatura, utilizando uma abordagem metodológica rigorosa para garantir a relevância e a qualidade das evidências científicas sobre o manejo da hipertensão intracraniana (HIC) em pacientes neurocríticos. A revisão incluiu estudos publicados entre 2015 e 2023, com ênfase nas estratégias terapêuticas, avanços tecnológicos e novas abordagens farmacológicas. A seguir, detalha-se cada etapa metodológica:

2.1 Fontes de Dados e Estratégia de Busca

As bases de dados utilizadas foram PubMed, Scopus, Web of Science e SciELO, por sua ampla cobertura de literatura científica revisada por pares. A estratégia de busca foi

desenvolvida com o uso de descritores controlados (MeSH e DeCS) e palavras-chave, como "hipertensão intracraniana", "monitoramento da PIC", "osmoterapia", "craniectomia descompressiva", "neuroproteção", e "trauma cranioencefálico". Foram realizadas buscas adicionais por meio da análise das referências citadas nos artigos relevantes, a fim de identificar publicações adicionais não capturadas inicialmente.

2.2 Critérios de Inclusão e Exclusão

Foram incluídos artigos que abordavam aspectos clínicos e terapêuticos da HIC, especificamente em traumas cranioencefálicos e hemorragias cerebrais. Estudos que tratassem de manejo cirúrgico, farmacológico, tecnologias de monitoramento da pressão intracraniana e uso de terapias emergentes foram priorizados. Apenas estudos em humanos, revisões sistemáticas, ensaios clínicos controlados, estudos observacionais e meta-análises publicados em inglês, português e espanhol foram considerados.

Os critérios de exclusão incluíram artigos puramente experimentais em modelos animais, relatos de caso isolados sem relevância clínica significativa e estudos publicados antes de 2015. Foram também excluídos artigos que não apresentavam metodologia clara ou dados insuficientes para análise crítica.

2.3 Processo de Seleção de Estudos

A triagem dos estudos foi realizada em três etapas. Primeiro, os títulos e resumos foram avaliados por dois revisores independentes para garantir a aderência aos critérios de inclusão. Os artigos selecionados nessa fase passaram por uma leitura detalhada dos textos completos. Em seguida, foi feita uma análise de duplicidade e foram eliminados estudos redundantes entre as bases de dados. Em caso de divergências entre os revisores, um terceiro revisor foi consultado para a decisão final.

2.4 Avaliação da Qualidade dos Estudos

A qualidade metodológica dos estudos incluídos foi avaliada utilizando a ferramenta Cochrane para risco de viés em ensaios clínicos randomizados e a escala Newcastle-Ottawa para estudos observacionais. Foram considerados elementos como clareza nos objetivos, rigor na coleta e análise de dados, controle de variáveis e validade dos resultados apresentados. Apenas estudos de alta qualidade metodológica foram considerados para a análise final.

2.5 Extração e Síntese de Dados

Os dados extraídos dos estudos incluíram informações sobre o tipo de intervenção (cirúrgica, farmacológica ou tecnológica), características dos pacientes (idade, sexo, comorbidades), métodos de monitoramento da pressão intracraniana, resultados clínicos (mortalidade, tempo de internação, sequelas neurológicas) e complicações associadas. A síntese dos dados foi realizada de forma narrativa, com ênfase nos achados mais relevantes sobre o manejo da HIC, bem como nas lacunas identificadas na literatura atual.

2.6 Análise dos Dados

A análise foi conduzida de forma descritiva e analítica, focando-se nas principais intervenções utilizadas para o controle da HIC. Foi adotada uma abordagem qualitativa para sintetizar as evidências sobre a eficácia das terapias, avanços tecnológicos no monitoramento da PIC, e o impacto das intervenções no prognóstico dos pacientes. As recomendações clínicas foram comparadas com diretrizes internacionais, incluindo a Brain Trauma Foundation (BTF) e a European Brain Injury Consortium (EBIC).

3. HIPERTENSÃO INTRACRANIANA: FISIOPATOLOGIA E DIAGNÓSTICO

A fisiopatologia da HIC está fortemente relacionada ao conceito de complacência intracraniana, ou seja, a capacidade do cérebro de compensar aumentos de volume intracraniano sem elevação significativa da PIC. No entanto, quando essa compensação é ultrapassada, ocorre um rápido aumento da PIC, levando a complicações severas. A tríade de Cushing (bradicardia, hipertensão e alterações respiratórias) é um sinal clínico de herniação iminente e requer intervenção imediata (Maas *et al.*, 2017).

O diagnóstico precoce da HIC é realizado por meio de monitoramento invasivo da PIC e de exames de imagem como a tomografia computadorizada (TC) e a ressonância magnética (RM). A TC é particularmente útil para identificar hemorragias agudas e lesões expansivas, enquanto a RM é superior para a detecção de lesões axonais difusas e edema cerebral (Silva, 2019).

4. ABORDAGENS TERAPÊUTICAS PARA O CONTROLE DA PIC

4.1 Craniectomia Descompressiva

A craniectomia descompressiva é uma das intervenções cirúrgicas mais utilizadas em pacientes com HIC refratária ao manejo clínico. O procedimento envolve a remoção de parte do osso craniano, permitindo a expansão do cérebro e a redução da PIC. Estudos recentes sugerem que, embora eficaz na redução da mortalidade, a craniectomia pode estar associada a sequelas significativas, como distúrbios neurológicos graves e complicações a longo prazo, incluindo hidrocefalia (Carvalho *et al.*, 2022). Dessa forma, a decisão de realizar o procedimento deve ser baseada em critérios rigorosos, levando em consideração a idade do paciente, a gravidade da lesão e a resposta às terapias clínicas (Lima *et al.*, 2019).



4.2 Osmoterapia e Controle Osmótico

A osmoterapia é uma intervenção chave no manejo da HIC, sendo frequentemente realizada com o uso de manitol ou solução salina hipertônica. O manitol, um diurético osmótico, atua promovendo a desidratação do tecido cerebral, reduzindo o volume intracraniano e conseqüentemente a PIC (Figueiredo e Souza, 2021). No entanto, seu uso prolongado pode causar complicações renais e hiperosmolaridade. Em contrapartida, a solução salina hipertônica tem demonstrado eficácia semelhante ao manitol, com a vantagem de preservar a hemodinâmica e reduzir o risco de insuficiência renal (Oliveira *et al.*, 2020).

5. AVANÇOS TECNOLÓGICOS NO MONITORAMENTO DA PRESSÃO INTRACRANIANA

5.1 Monitoramento Invasivo da PIC

O monitoramento invasivo da PIC é o padrão-ouro para o manejo da HIC em pacientes neurocríticos. O uso de cateteres ventriculares permite a medição direta da PIC e, em alguns casos, a drenagem terapêutica de líquido cefalorraquidiano (Smith *et al.*, 2018). Tecnologias modernas, como os sensores de fibra óptica, têm melhorado a precisão e a confiabilidade das medições, reduzindo o risco de infecções associadas a dispositivos invasivos.

5.2 Monitoramento Não Invasivo

Nos últimos anos, tem havido um avanço significativo no desenvolvimento de tecnologias não invasivas para a monitorização da PIC, como a ultrassonografia transcraniana e a ressonância magnética funcional (Maas *et al.*, 2017). Essas técnicas oferecem a vantagem de evitar complicações associadas a procedimentos invasivos, mas ainda enfrentam desafios em termos de precisão e padronização dos resultados. Estudos preliminares sugerem que o uso combinado de monitoramento invasivo e não invasivo pode proporcionar uma avaliação mais completa da dinâmica intracraniana (Silva, 2019).



RESULTADOS E DISCUSSÃO

7. RESULTADOS

A revisão da literatura identificou avanços significativos no manejo da hipertensão intracraniana (HIC) em pacientes neurocríticos, com foco em intervenções cirúrgicas, terapias farmacológicas e tecnologias de monitoramento. Os principais resultados podem ser resumidos nas seguintes áreas:

7.1 Craniectomia Descompressiva

Estudos incluídos confirmaram que a craniectomia descompressiva continua sendo uma das intervenções mais eficazes para o tratamento de HIC refratária, especialmente em pacientes com trauma cranioencefálico grave e edema cerebral difuso (Carvalho *et al.*, 2022). A intervenção mostrou-se associada a uma redução significativa da mortalidade em casos graves. No entanto, os desfechos funcionais ainda variam, com alguns pacientes apresentando sequelas neurológicas permanentes, como disfunção motora e cognitiva. A heterogeneidade dos estudos quanto à seleção de pacientes sugere a necessidade de critérios mais claros para a indicação do procedimento.

7.2 Monitoramento Invasivo e Não Invasivo da Pressão Intracraniana

Os dados analisados mostram que o monitoramento invasivo da PIC, por meio de cateteres intraventriculares e sensores de fibra óptica, permanece como o padrão-ouro no manejo da HIC, oferecendo medições precisas e a possibilidade de drenagem terapêutica do líquido cefalorraquidiano. O uso de monitoramento não invasivo, como a ultrassonografia transcraniana e a tomografia por impedância elétrica, ainda está em desenvolvimento, mas os resultados preliminares indicam que essas tecnologias podem complementar as técnicas invasivas, especialmente em ambientes com menor infraestrutura (Smith *et al.*, 2018). Contudo, mais estudos são necessários para padronizar seu uso clínico.

7.3 Osmoterapia



A osmoterapia, utilizando manitol ou solução salina hipertônica, foi amplamente descrita como uma intervenção eficaz no controle da PIC em curto prazo. Os resultados sugerem que o manitol continua sendo a primeira linha de tratamento, mas a solução salina hipertônica demonstrou vantagens em pacientes com disfunção renal ou em estados hiperosmolares, sendo igualmente eficaz na redução da PIC (Figueiredo e Souza, 2021). No entanto, os estudos apontaram a necessidade de monitoramento rigoroso para evitar desequilíbrios eletrolíticos e complicações sistêmicas.

7.4 Terapias Emergentes

As novas abordagens terapêuticas, incluindo o uso de neuroprotetores e agentes antioxidantes, foram discutidas em alguns estudos, mas os resultados ainda são inconclusivos quanto à sua eficácia clínica no manejo da HIC. Estudos experimentais sugerem que essas terapias podem minimizar o dano secundário causado pelo aumento da PIC, mas a aplicação clínica em larga escala requer mais pesquisas (Silva, 2019).

7.5 Prognóstico e Desfechos Clínicos

Os resultados gerais indicam que o manejo adequado da HIC, com intervenções cirúrgicas e tecnológicas oportunas, melhora significativamente os desfechos clínicos, reduzindo a mortalidade e a morbidade associadas a traumas e hemorragias cerebrais. Pacientes tratados com uma abordagem multidisciplinar, incluindo reabilitação precoce, apresentaram melhores taxas de recuperação funcional, mesmo em casos de HIC grave (Maas *et al.*, 2017). No entanto, persistem desigualdades no acesso a essas intervenções, especialmente em regiões com menos recursos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo eficaz da hipertensão intracraniana é essencial para o tratamento de pacientes neurocríticos com traumas e hemorragias cerebrais. O avanço das intervenções cirúrgicas, como a craniectomia descompressiva, e das tecnologias de monitoramento, tanto invasivas quanto não invasivas, tem contribuído para melhorar o prognóstico desses pacientes. No entanto, desafios significativos, como a padronização do monitoramento não invasivo e o acesso desigual a tecnologias de ponta, ainda precisam ser superados.



O uso de terapias farmacológicas, como a osmoterapia, e a introdução de neuroprotetores emergentes oferecem novas perspectivas, mas o sucesso dessas abordagens depende de um acompanhamento rigoroso e do avanço contínuo da pesquisa clínica. Recomenda-se que futuras pesquisas explorem novas formas de integração entre tecnologias invasivas e não invasivas, além de estratégias para tornar esses recursos mais acessíveis em contextos com infraestrutura limitada.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, J. P.; SANTOS, D. F.; PEREIRA, M. S. Prognóstico no traumatismo cranioencefálico. **Revista Brasileira de Neurocirurgia**, v. 31, n. 2, p. 110-117, 2022.

FIGUEIREDO, L. A.; SOUZA, M. C. Reabilitação no trauma cranioencefálico. **Fisioterapia Brasil**, v. 19, n. 1, p. 45-53, 2021.

LIMA, A. M. et al. Diagnóstico por imagem no TCE: Utilização da tomografia e ressonância. **Radiologia Médica**, v. 25, n. 4, p. 20-27, 2019.

MAAS, A. I. et al. Traumatic brain injury: Integrated approaches to improve prevention, clinical care, and research. **Lancet Neurology**, v. 16, n. 12, p. 987-1048, 2017.

SANTOS, P. R.; OLIVEIRA, T. M. Prevenção de quedas e TCE em idosos. **Gerontologia e Saúde Pública**, v. 8, n. 3, p. 110-119, 2023.

SILVA, M. T. Traumatismo cranioencefálico e manejo clínico: Avanços e desafios. **Jornal Brasileiro de Neurociências**, v. 25, n. 1, p. 30-38, 2019.

SMITH, M.; HUTCHINSON, P. J.; JENNETT, B. Advances in neuroimaging in traumatic brain injury. **Journal of Neurosurgery**, v. 128, n. 2, p. 25-40, 2018.