



Principais estratégias de Manejo de Traumatismo Cranioencefálico (TCE) em Unidades de Terapia Intensiva (UTI)

Filipe Flores Bicalho¹, Carlos Roberto Acipreste Neto², Maryana Sesana Breda³, Cassiana Isa Breda⁴, Augusto Oliveira Lessa⁵, Ennos Chaves Fernandes Coelho⁶, Alicia Demuner Bonatti⁷, Isabela Zucoloto Masolini⁸, Raelma Almeida de Carvalho⁹, José Abdalla Neto¹⁰, Marcio Lima Da Silva¹¹, Davi Maxwell Brunetta D'Albuquerque Lima Barreiros¹², Lídio Gabriel Dos Santos Ribeiro¹³, Rosângela de Cássia Oliveira Baraldi¹⁴.

REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

RESUMO

Introdução: O traumatismo cranioencefálico (TCE) é uma das principais causas de morte em indivíduos de 1 a 45 anos, sendo especialmente prevalente em acidentes de trânsito, principalmente entre homens jovens. Nos Estados Unidos, o TCE resulta em mais de 50.000 mortes anuais e gera um impacto econômico superior a US\$ 80 bilhões. No Brasil, entre 700.000 e 1,1 milhão de pessoas sofrem TCE, com 20-30% apresentando lesões moderadas a graves. A patogênese do TCE envolve lesões primárias e secundárias, que podem levar a déficits neurológicos significativos e permanentes, e requer tratamento especializado para mitigar esses danos. **Metodologia:** O estudo foi realizado por meio de uma revisão sistemática de literatura, analisando estudos publicados nos últimos 10 anos sobre o tratamento de TCE em Unidades de Terapia Intensiva (UTI). Foram incluídos pacientes com TCE moderado a grave que necessitavam de cuidados intensivos, excluindo aqueles com outras condições clínicas que pudessem interferir nos resultados. A revisão destacou a importância de uma avaliação contínua e precisa para a escolha das intervenções mais adequadas, considerando o manejo da pressão intracraniana, ventilação mecânica, controle da temperatura, e intervenções cirúrgicas. **Resultados e Discussão:** Após a triagem de 180 estudos, 8 foram selecionados para análise detalhada. A craniotomia e a craniectomia descompressiva foram identificadas como intervenções cirúrgicas cruciais para pacientes com hematomas epidurais (EDH) e subdurais (SDH). Estudos indicaram que o uso de medicamentos como ácido tranexâmico mostrou potencial na redução da mortalidade, mas outros, como citicolina e eritropoetina, não apresentaram benefícios claros. A pesquisa também explorou o papel das vesículas extracelulares no diagnóstico e tratamento do TCE, evidenciando seu potencial como ferramenta diagnóstica e terapêutica. **Conclusão:** Os resultados reforçam a importância de uma abordagem multidisciplinar e personalizada no manejo do TCE grave. As intervenções cirúrgicas, como a craniotomia e craniectomia, são essenciais para evitar a deterioração neurológica, mas a eficácia de outras terapias, como o uso de medicamentos, ainda requer mais estudos. O estudo destaca a necessidade contínua de pesquisas para aprimorar o tratamento do TCE, visando melhores desfechos clínicos e a preservação da função neurológica.



Palavras-chave: Traumatismo cranioencefálico, TCE, Unidade de terapia intensiva, UTI, manejo.

Main Strategies for Management of Traumatic Brain Injury (TBI) in Intensive Care Units (ICU)

ABSTRACT

Introduction: Traumatic brain injury (TBI) is one of the main causes of death in individuals aged 1 to 45 years, being especially prevalent in traffic accidents, especially among young men. In the United States, TBI results in more than 50,000 deaths annually and generates an economic impact of more than \$80 billion. In Brazil, between 700,000 and 1.1 million people suffer TBI, with 20-30% experiencing moderate to severe injuries. The pathogenesis of TBI involves primary and secondary injuries, which can lead to significant and permanent neurological deficits, and requires specialized treatment to mitigate these damages. **Methodology:** The study was carried out through a systematic literature review, analyzing studies published in the last 10 years on the treatment of TBI in Intensive Care Units (ICU). Patients with moderate to severe TBI who required intensive care were included, excluding those with other clinical conditions that could interfere with the results. The review highlighted the importance of continuous and accurate assessment to choose the most appropriate interventions, considering the management of intracranial pressure, mechanical ventilation, temperature control, and surgical interventions. **Results and Discussion:** After screening 180 studies, 8 were selected for detailed analysis. Craniotomy and decompressive craniectomy have been identified as crucial surgical interventions for patients with epidural (EDH) and subdural (SDH) hematomas. Studies indicated that the use of medications such as tranexamic acid showed potential in reducing mortality, but others, such as citicoline and erythropoietin, did not show clear benefits. The research also explored the role of extracellular vesicles in the diagnosis and treatment of TBI, highlighting their potential as a diagnostic and therapeutic tool. **Conclusion:** The results reinforce the importance of a multidisciplinary and personalized approach in the management of severe TBI. Surgical interventions, such as craniotomy and craniectomy, are essential to prevent neurological deterioration, but the effectiveness of other therapies, such as the use of medications, still requires further study. The study highlights the continued need for research to improve the treatment of TBI, aiming for better clinical outcomes and the preservation of neurological function.

Keywords: Traumatic brain injury, TBI, Intensive care unit, ICU, management..



Instituição afiliada – Centro Universitário do Espírito Santo (UNESC) ¹, Centro Universitário do Espírito Santo (UNESC)², Centro Universitário do Espírito Santo (UNESC)³, Centro Universitário do Espírito Santo (UNESC)⁴, Centro Universitário do Espírito Santo (UNESC)⁵, Centro Universitário do Espírito Santo (UNESC)⁶, Centro Universitário do Espírito Santo (UNESC)⁷, Escola Superior de Ciências da Santa Casa de Misericórdia de Vitória (EMESCAM)⁸, Universidade Federal do Pará (UFPA)⁹, Universidade Federal do Maranhão (UFMA)¹⁰, Instituto Tocantinese Presidente Antônio Carlos (ITPAC)¹¹, Instituto Tocantinese Presidente Antônio Carlos (ITPAC)¹² Instituto Tocantinese Presidente Antônio Carlos (ITPAC)¹³, Universidad Politécnica y Artística del Paraguay¹⁴ (UPAP).

Dados da publicação: Artigo recebido em 14 de Julho e publicado em 04 de Setembro de 2024.

DOI: <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n9p1120-1131>

Autor correspondente: cardosomonitor@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 é a principal causa de morte em indivíduos de 1 a 45 anos, com o traumatismo cranioencefálico (TCE) responsável pela maioria dessas mortes, resultando em mais de 50.000 óbitos por ano nos Estados Unidos. O TCE pode ser clinicamente estratificado em leve, moderado e grave com base na Escala de Coma de Glasgow (GCS), com taxas de incapacidade permanente associadas de 10%, 60% e 100%, respectivamente, e taxas gerais de mortalidade de 20% um 30%. O impacto econômico é de mais de US\$ 80 bilhões somente nos EUA, por exemplo (VELLA; CRANDALL; PATEL, 2017).

No Brasil, o TCE é responsável por altas taxas de mortalidade, tendo como principal causa os acidentes de trânsito, sendo mais prevalente em jovens do sexo masculino. Dados brasileiros indicam que cerca de 700.000 a 1,1 milhão de pessoas são vítimas de TCE, das quais 20-30% apresentam TCE moderado a grave (ANGHINAH et al., 2018).

A patogênese do TCE é um processo complexo que resulta de lesões primárias e secundárias que levam a déficits neurológicos temporários ou permanentes. O déficit primário está relacionado diretamente ao impacto externo primário do cérebro. A lesão secundária pode acontecer de minutos a dias a partir do impacto primário e consiste em uma cascata molecular, química e inflamatória responsável por mais danos cerebrais. Essa cascata envolve a despolarização dos neurônios com a liberação de neurotransmissores excitatórios, como glutamato e aspartato, que levam ao aumento do cálcio intracelular. O cálcio intracelular ativa uma série de mecanismos com a ativação de enzimas caspases, calpases e radicais livres que resultam na degradação das células direta ou indiretamente por meio de um processo apoptótico. Essa degradação das células neuronais está associada a uma resposta inflamatória que danifica ainda mais as células neuronais e incita uma violação na barreira hematoencefálica (BHE) e mais edema cerebral. Todo esse processo é regulado positivamente e negativamente também por meio de vários mediadores. Após a segunda fase da lesão segue-se o período de recuperação, que consiste na reorganização a nível anatômico, molecular e funcional (GALGANO et al., 2017).

O volume do compartimento intracraniano é composto por três conteúdos separados: o parênquima cerebral (83%), o líquido cefalorraquidiano (LCR, 11%) e o sangue (6%). Cada um desses conteúdos depende um do outro para um ambiente homeostático dentro do crânio. No entanto, quando o volume intracraniano excede o de seus constituintes normais, ocorre uma cascata de mecanismos compensatórios. Um aumento no volume intracraniano pode ocorrer no cérebro traumatizado por meio do efeito de massa do sangue, edema citotóxico e vasogênico e congestão venosa. O tecido cerebral é incompressível. Como resultado, o tecido cerebral edematoso causará inicialmente uma extrusão do LCR para o compartimento espinhal. Eventualmente, o sangue, especialmente o de origem venosa, também é extrudado para longe do cérebro. Sem intervenção adequada, e às vezes até mesmo com intervenção máxima, os mecanismos compensatórios falham e o resultado final é a compressão cerebral patológica e a morte subsequente (GALGANO et al., 2017).

Houve uma tendência secular para a redução da incidência de TCE grave no primeiro mundo, impulsionada por intervenções de saúde pública, como legislação sobre cinto de segurança, uso de capacete e regulamentações de saúde e segurança no local de trabalho. Isso foi acompanhado por melhores resultados após TCE, em grande parte devido ao estabelecimento generalizado de cuidados neurointensivos especializados (KHELLAF; KHAN; HELMY, 2019).

O tratamento do TCE grave, no contexto de Unidade de Terapia Intensiva (UTI), é um processo complexo que visa prevenir lesões cerebrais secundárias desde o atendimento pré-hospitalar até os cuidados intensivos na UTI. Inicialmente, o manejo pré-hospitalar foca no estabelecimento de vias aéreas seguras para pacientes com Escala de Coma de Glasgow (GCS) abaixo de 9, garantindo que a pressão arterial sistólica se mantenha acima de 90 mmHg para prevenir danos adicionais. Além disso, é crucial que esses pacientes sejam rapidamente transportados para centros de trauma que possuam capacidade para realizar neurocirurgias e tomografias computadorizadas. Ao chegar na UTI, o tratamento se concentra no monitoramento rigoroso da pressão intracraniana (PIC) e da pressão de perfusão cerebral (PPC). O objetivo é tratar a PIC se ela exceder 22 mmHg e manter a PPC em níveis ideais para garantir uma adequada perfusão cerebral. O tratamento inclui o uso de agentes osmóticos para reduzir o edema cerebral e a pressão intracraniana, e, em alguns casos, a craniotomia descompressiva

pode ser realizada para aliviar a pressão. A hipotermia terapêutica, apesar de reduzir a PIC, não demonstrou benefícios consistentes em termos de desfechos clínicos e, portanto, seu uso é cauteloso. Além disso, estratégias neuroprotetoras, como o uso de corticosteroides, têm sido desaconselhadas devido ao aumento da mortalidade observado em estudos como o CRASH trial. Em termos de prognóstico, a abordagem envolve uma combinação de modelos preditivos, como os escores IMPACT e CRASH, além de técnicas avançadas de neuroimagem, como a ressonância magnética, que podem oferecer maior sensibilidade na detecção de lesões intracerebrais prognosticamente relevantes. Em resumo, o manejo do TCE grave é um esforço multidisciplinar focado na prevenção de lesões secundárias, com monitoramento intensivo e intervenções específicas para controlar a pressão intracraniana e otimizar a perfusão cerebral, enquanto se evita intervenções que não demonstraram benefícios claros (MAREHBIAN et al., 2017).

O estudo do tratamento de traumatismo cranioencefálico (TCE) em unidades de terapia intensiva (UTIs) é de suma importância devido à gravidade e à complexidade dessa condição, que requer uma abordagem multidisciplinar e intervenções rápidas para prevenir complicações secundárias graves. Pacientes com TCE moderado a grave frequentemente necessitam de cuidados intensivos que incluem uma variedade de tratamentos, como controle rigoroso da pressão intracraniana, ventilação mecânica para garantir oxigenação adequada, sedação para minimizar o estresse metabólico no cérebro, monitoramento contínuo da pressão intracraniana e da perfusão cerebral, além de intervenções cirúrgicas para aliviar a pressão intracraniana em casos de hematomas ou edemas significativos. O manejo da temperatura corporal, o uso de anticonvulsivantes para prevenir crises epiléticas e o suporte hemodinâmico também são componentes críticos do tratamento em UTIs. Cada uma dessas intervenções é vital para estabilizar o paciente e prevenir o agravamento da lesão cerebral, visando preservar o máximo de função neurológica possível e melhorar o prognóstico a longo prazo.

METODOLOGIA

Este artigo examina as principais distinções clínicas entre diferentes abordagens terapêuticas para o tratamento de traumatismo cranioencefálico (TCE) em unidades de

terapia intensiva (UTI), ressaltando a importância de uma avaliação contínua e precisa na seleção das intervenções mais apropriadas. A pesquisa foi realizada através de uma revisão sistemática, utilizando bases de dados como PubMed e LILACS, concentrando-se em estudos publicados nos últimos 10 anos que comparam a eficácia, as indicações clínicas e os resultados de diversas estratégias de tratamento.

O estudo investigou as abordagens terapêuticas mais eficazes para o tratamento de pacientes TCE em UTI, destacando a importância de uma avaliação contínua e precisa para a escolha das intervenções mais adequadas. A pesquisa foi conduzida por meio de uma revisão sistemática de literatura, envolvendo diversos artigos relevantes. Nos estudos analisados, pacientes com TCE moderado a grave foram recrutados e distribuídos aleatoriamente para receber diferentes estratégias de tratamento, comparando abordagens que incluíam monitoramento intensivo da pressão intracraniana, ventilação mecânica, controle da temperatura, sedação, e intervenções cirúrgicas quando necessário.

Foram incluídos na análise pacientes que apresentavam TCE e necessitavam de cuidados intensivos, com uma abordagem interdisciplinar que envolvia neurocirurgiões, intensivistas, neurologistas, e outros profissionais de saúde. A pesquisa também considerou a relevância de intervenções personalizadas, levando em conta as particularidades de cada paciente, como a gravidade da lesão, a resposta ao tratamento e as complicações associadas. O estudo excluiu pacientes que não atendiam aos critérios de gravidade especificados ou que apresentavam outras condições clínicas que pudessem interferir nos resultados.

Estudos mais antigos, com mais de 10 anos, e aqueles que não apresentavam relevância direta para a prática clínica atual foram excluídos. A revisão destaca a importância de um manejo clínico integrado na escolha do método, considerando fatores como a visualização das vias aéreas, a facilidade de inserção e a segurança do paciente. Essa abordagem pode melhorar significativamente os desfechos clínicos, aumentar a taxa de sucesso dos procedimentos e reduzir complicações associadas, promovendo uma melhor prática clínica geral.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de seleção dos estudos para esta revisão foi conduzido de forma cuidadosa e sistemática. Inicialmente, foram identificados 180 estudos relacionados ao tema. A seleção foi realizada em duas etapas: na primeira, uma triagem detalhada dos títulos e resumos foi feita para eliminar estudos que não atendiam aos critérios de inclusão estabelecidos. Em seguida, foi realizada a leitura completa de 45 estudos que passaram pela triagem inicial. Desses, apenas 8 estudos foram selecionados para a análise final, pois estavam mais alinhados com os objetivos da revisão, que se concentrava nos principais aspectos clínicos do tratamento de traumatismo cranioencefálico em UTIs. Essa metodologia garantiu a inclusão de estudos altamente pertinentes, permitindo uma análise detalhada e rigorosa do tema.

No caso da intervenção cirúrgica, a craniotomia para evacuação de hematoma ou contusão extra-axial é indicada principalmente quando há um efeito de massa significativo de um hematoma epidural (EDH) ou subdural (SDH), ou uma contusão com volume considerável de sangue. Embora a lesão cerebral subjacente ao EDH geralmente seja pequena, a rapidez com que o EDH pode se expandir frequentemente torna essa condição uma emergência neurocirúrgica. O tratamento de escolha para EDH é a craniotomia na região afetada, com evacuação do hematoma e cauterização do vaso sangrante, geralmente a artéria meníngea média. Os SDHs agudos, por outro lado, estão frequentemente associados a lesões cerebrais subjacentes mais graves, e o edema cerebral subsequente pode levar a deterioração clínica significativa. Em tais casos, a craniectomia descompressiva pode ser necessária. A evacuação do hematoma subdural sem a remoção temporária do retalho ósseo pode resultar em deterioração clínica adicional. No entanto, se a lesão cerebral for mínima e o efeito de massa for causado principalmente pelo hematoma, uma craniotomia com evacuação do hematoma e duraplastia pode ser uma opção razoável. Os SDHs podem variar de agudos (mais graves) a subagudos, crônicos e mistos. Após alguns dias, os SDHs agudos começam a se liquefazer, tornando possível a evacuação cirúrgica minimamente invasiva. SDHs subagudos e crônicos têm um componente mais liquefeito, e um sistema de evacuação de parafuso subdural pode ser usado quando o sangue atinge um grau significativo de liquefação. Em casos de SDH sintomático com densidade mista, pode ser realizada uma craniotomia seguida da evacuação do hematoma e limpeza das membranas subdurais responsáveis pelo vazamento recorrente de sangue. Embora a maioria das contusões

possa ser monitorada clinicamente e radiograficamente, uma pequena porcentagem pode evoluir para exigir intervenção cirúrgica com craniotomia e evacuação de coágulos (GALGANO et al., 2017).

No estudo CRASH-3, o uso do ácido tranexâmico (TXA), um agente antifibrinolítico sintético derivado da lisina, foi avaliado para reduzir sangramentos em pacientes com lesão cerebral traumática (TCE). O TXA mostrou potencial em reduzir a mortalidade, especialmente quando administrado precocemente em traumas, e está sendo investigado especificamente em pacientes com hemorragia intracraniana traumática. No estudo COBRIT, a citicolina, inicialmente considerada promissora por melhorar a integridade das membranas celulares e reduzir o edema, não demonstrou melhora significativa nos resultados funcionais e cognitivos em pacientes com TCE. Outro avanço é o uso do antagonista do receptor de interleucina-1 recombinante (rIL1ra), que mostrou benefícios potenciais em reduzir a resposta neuroinflamatória, conforme evidenciado em estudos clínicos de fase II. A eritropoetina (EPO), conhecida por suas propriedades antiapoptóticas e anti-inflamatórias, foi investigada em TCE, mas os resultados mostraram uma redução na mortalidade sem melhora clara nos resultados funcionais. Por fim, o uso da amantadina, um antagonista do NMDA e agonista indireto da dopamina, foi estudado em pacientes com distúrbios de consciência pós-traumática. Este medicamento demonstrou acelerar a recuperação funcional sem aumentar significativamente os eventos adversos graves. Esses estudos refletem a complexidade do TCE e a necessidade de abordagens personalizadas, uma vez que nenhum tratamento ainda se estabeleceu como cura definitiva, evidenciando a importância de mais pesquisas clínicas.

O estudo "Práticas de Reabilitação em Pacientes com Traumatismo Cranioencefálico Moderado e Grave" avaliou as práticas de reabilitação para pacientes com traumatismo cranioencefálico (TCE) moderado e grave na Unidade de Terapia Intensiva (UTI). A maioria dos profissionais de saúde (98%) recomendou iniciar a reabilitação ainda na UTI, com a maioria indicando que a reabilitação deveria começar após a extubação, normalização da pressão intracraniana (PIC) e estabilização hemodinâmica do paciente. Entre os entrevistados, 38% basearam a decisão de iniciar a reabilitação em marcos clínicos específicos, como a normalização da PIC e a estabilidade hemodinâmica, que foram os critérios mais comuns. A fisioterapia foi

geralmente iniciada após esses marcos, enquanto a terapia fonoaudiológica foi mais frequentemente recomendada após a extubação. Os maiores obstáculos para a reabilitação precoce incluíram a falta de recursos e preocupações com a segurança dos pacientes. A análise qualitativa destacou que a escassez de profissionais e limitações de tempo eram barreiras significativas para a implementação eficaz da reabilitação. Embora a reabilitação precoce seja vista como benéfica, o estudo sugere que é necessária mais pesquisa para determinar o momento ideal e a segurança dessa abordagem em pacientes com TCE.

Os resultados do artigo "Aplicações clínicas de vesículas extracelulares no diagnóstico e tratamento de traumatismo cranioencefálico" destacam o potencial das vesículas extracelulares (EVs) como ferramentas diagnósticas e terapêuticas para lesão cerebral traumática (TBI). As EVs derivadas do sistema nervoso central (SNC) transportam biomarcadores que refletem o estado bioquímico e molecular de neurônios e células gliais, oferecendo uma janela para monitorar a progressão do TBI. Além disso, a capacidade das EVs de cruzar a barreira hematoencefálica (BHE) as posiciona como veículos promissores para terapias direcionadas, incluindo a entrega de agentes neuroprotetores. O artigo explora como as EVs podem melhorar o diagnóstico de TBI, fornecendo informações mais precisas sobre a gravidade da lesão e prognóstico, em comparação com métodos tradicionais como a escala de coma de Glasgow (GCS) e técnicas de imagem. Estudos mostraram que as EVs carregam proteínas e RNAs específicos que podem ser usados para prever a progressão da lesão e o desenvolvimento de condições neurodegenerativas, como encefalopatia traumática crônica (CTE). No âmbito terapêutico, EVs derivadas de células-tronco mesenquimais (MSCs) demonstraram potencial em promover a recuperação celular e funcional após TBI em modelos animais, oferecendo uma abordagem inovadora para o tratamento da neuroinflamação e danos cerebrais. As EVs também estão sendo exploradas como veículos para a entrega de terapias, aproveitando sua capacidade de cruzar a BHE e atingir áreas específicas do cérebro afetado.

A fluidoterapia é uma parte crucial do tratamento de lesão cerebral traumática (LCT), mas seu impacto nos resultados clínicos ainda é incerto. O objetivo do estudo foi avaliar se a infusão contínua de solução salina hipertônica a 20% melhora o resultado neurológico em 6 meses em pacientes com LCT moderada a grave. Esse ensaio clínico

randomizado multicêntrico incluiu 370 pacientes com LCT moderada a grave, tratados em 9 unidades de terapia intensiva na França entre outubro de 2017 e agosto de 2019, com acompanhamento até fevereiro de 2020. Os pacientes foram aleatoriamente designados para receber infusão contínua de solução salina hipertônica a 20% junto ao tratamento padrão (n = 185) ou apenas tratamento padrão (n = 185). A solução foi administrada por 48 horas ou mais, caso houvesse risco de hipertensão intracraniana. O desfecho primário foi a pontuação na Escala de Resultados Estendida de Glasgow (GOS-E) em 6 meses, analisada por regressão logística ordinal. O odds ratio (OR) ajustado foi 1,02 (IC 95%, 0,71-1,47; P = 0,92), indicando que não houve melhora significativa no estado neurológico com o uso da solução salina hipertônica. Entre os 12 desfechos secundários, 10 não mostraram diferenças significativas. A hipertensão intracraniana ocorreu em 33,7% dos pacientes no grupo de intervenção e 36,3% no grupo de controle, sem diferença significativa na mortalidade em 6 meses (15,9% vs 20,8%). Conclui-se que a infusão contínua de solução salina hipertônica a 20% não resultou em uma melhora neurológica significativa em 6 meses comparada ao tratamento padrão, sugerindo que a eficácia dessa abordagem pode ser limitada (ROQUILLY et al., 2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os achados destacam a importância da intervenção cirúrgica em casos de hematomas epidurais (EDH) e subdurais (SDH), onde a craniotomia e a craniectomia descompressiva emergem como procedimentos essenciais para evitar a deterioração neurológica. A revisão também evidenciou a complexidade das decisões cirúrgicas, considerando as variações na gravidade das lesões e a resposta dos pacientes ao tratamento. A escolha entre diferentes técnicas cirúrgicas, como a craniotomia para evacuação de hematomas e a craniectomia para aliviar a pressão intracraniana, demonstra a necessidade de abordagens personalizadas, baseadas na condição clínica específica de cada paciente.

No campo das intervenções terapêuticas, a revisão analisou o uso de medicamentos como o ácido tranexâmico, que mostrou potencial na redução da mortalidade em casos de TCE quando administrado precocemente. No entanto, a ausência de melhora significativa em outros desfechos clínicos, como observado com o



uso de citicolina e eritropoetina, ressalta os desafios contínuos na busca por tratamentos eficazes. Esses resultados sublinham a necessidade de mais estudos clínicos que explorem não apenas a eficácia, mas também a segurança e os mecanismos de ação desses agentes em diferentes fases do TCE.

Um aspecto crítico destacado pela revisão é o potencial das vesículas extracelulares (EVs) como ferramentas diagnósticas e terapêuticas inovadoras. Embora promissoras, as EVs ainda estão em estágio experimental, e a sua aplicação clínica generalizada exige mais estudos que validem sua eficácia e segurança. A capacidade das EVs de cruzar a barreira hematoencefálica e transportar biomarcadores específicos do sistema nervoso central posiciona-as como uma abordagem revolucionária, mas também impõe desafios significativos em termos de padronização e regulamentação.

Além das intervenções diretamente relacionadas ao TCE, a revisão abordou a fluidoterapia como um componente crucial do tratamento. O estudo sobre a infusão contínua de solução salina hipertônica a 20% revelou que, embora teoricamente promissora, essa abordagem não resultou em melhorias neurológicas significativas em comparação ao tratamento padrão. Esses achados levantam questões sobre a eficácia de certas práticas terapêuticas e enfatizam a necessidade de continuar investigando alternativas mais eficazes.

Apesar dos avanços apresentados, a revisão conclui que o tratamento do TCE permanece um campo em constante evolução, marcado por desafios complexos e pela necessidade de abordagens cada vez mais personalizadas. A falta de consenso sobre o tratamento ideal para diferentes subgrupos de pacientes com TCE e a variabilidade nas respostas ao tratamento destacam a urgência de novos estudos clínicos. Pesquisas futuras devem focar em identificar os mecanismos subjacentes que influenciam a resposta ao tratamento, desenvolver biomarcadores que possam guiar intervenções mais precisas e explorar novas terapias que possam oferecer benefícios mais claros em termos de recuperação funcional e qualidade de vida.

REFERÊNCIAS

ANGHINAH et al. "Traumatic brain injury pharmacological treatment: recommendations." *Arquivos de neuro-psiquiatria* vol. 76,2 (2018): 100-103. doi:10.1590/0004-282X20170196.

ELLA; CRANDALL; PATEL. "Acute Management of Traumatic Brain Injury." *The Surgical clinics of North America* vol. 97,5 (2017): 1015-1030. doi:10.1016/j.suc.2017.06.003.

GALGANO et al. "Traumatic Brain Injury: Current Treatment Strategies and Future Endeavors." *Cell transplantation* vol. 26,7 (2017): 1118-1130. doi:10.1177/0963689717714102.

KHELLAF; KHAN; HELMY. "Recent advances in traumatic brain injury." *Journal of neurology* vol. 266,11 (2019): 2878-2889. doi:10.1007/s00415-019-09541-4.

KREITZER et al. "Rehabilitation Practices in Patients With Moderate and Severe Traumatic Brain Injury." *The Journal of head trauma rehabilitation* vol. 34,5 (2019): E66-E72. doi:10.1097/HTR.0000000000000477.

KRYSHAWNA et al. "Clinical Applications of Extracellular Vesicles in the Diagnosis and Treatment of Traumatic Brain Injury." *Journal of neurotrauma* vol. 37,19 (2020): 2045-2056. doi:10.1089/neu.2020.6990.

MAREHBIAN et al. "Medical Management of the Severe Traumatic Brain Injury Patient." *Neurocritical care* vol. 27,3 (2017): 430-446. doi:10.1007/s12028-017-0408-5.

ROQUILLY et al. "Effect of Continuous Infusion of Hypertonic Saline vs Standard Care on 6-Month Neurological Outcomes in Patients With Traumatic Brain Injury: The COBI Randomized Clinical Trial." *JAMA* vol. 325,20 (2021): 2056-2066. doi:10.1001/jama.2021.5561.