

TRAUMA, CIRURGIA E Medicina Intensiva

EDIÇÃO V

Capítulo 06

TRAUMATISMO CRANIOENCEFÁLICO: NOVOS AVANÇOS NO TRATAMENTO INTENSIVO

LUCAS DE MORAIS FRANCO¹
DÊNISON DAVID GOMES DO NASCIMENTO¹
AMANDA INGRID DA SILVA¹
BEATRIZ DE MATOS SANTOS¹
BIA ALMEIDA FERREIRA¹
GIOVANNA SOARES RODRIGUES¹
GIULIA DE OLIVEIRA PAZ¹
JOÃO FERREIRA DA SILVA AIRES¹
GUSTAVO JOSÉ DA SILVA¹
JOSÉ HENRIQUE LISBOA DA SILVA NETO¹
KAROLINA KELLER CAÚLA PACHECO¹
SIMILDO PACHECO JUNIOR¹
GUILHERME VILAR DE OLIVEIRA²

¹Discente – Medicina da Universidade Nove de Julho – UNINOVE

²Discente – Medicina da Universidade do Oeste de Santa Catarina – UNOESC

Palavras-Chave: Traumatismo Cranioencefálico; Tratamento; Terapia Intensiva.

INTRODUÇÃO

O traumatismo cranioencefálico (TCE) é uma das principais causas de morbidade e mortalidade em todo o mundo, sendo definido como uma lesão causada por impacto direto, forças rotacionais ou ferimentos penetrantes na cabeça, que podem comprometer a função normal do cérebro. O manejo adequado do TCE envolve uma abordagem multidisciplinar, com ênfase na estabilização inicial do paciente, controle da pressão intracraniana (PIC) e estratégias neuroprotetoras para minimizar lesões secundárias (WILES, 2022)

A tomografia computadorizada (TC) de crânio é considerada um dos principais exames para avaliar a gravidade do quadro e direcionar a conduta clínica, especialmente em casos moderados e graves. Além das lesões primárias associadas ao traumatismo cranioencefálico, o comprometimento vascular cerebral é um fator crítico que pode agravar o prognóstico dos pacientes. As lesões cerebrovasculares decorrentes do TCE incluem dissecções arteriais, trombose venosa cerebral e espasmos vasculares, podendo levar a isquemia e hemorragias secundárias. O reconhecimento precoce dessas complicações é essencial para a implementação de estratégias terapêuticas ou anticoagulantes em casos selecionados, bem como o monitoramento rigoroso da perfusão cerebral. Estudos indicam que a detecção precoce, por meio de exames de imagem avançados, como angiografia neurológica, permite intervenções rápidas e precisas (DAS *et al.*, 2022; WILES, 2022).

Recentemente, novas abordagens neuroprotetoras, como a indução de hipotermia terapêutica e o uso de terapias farmacológicas específicas, têm sido investigadas como tratamentos adicionais para reduzir danos neuronais pós-traumáticos (DAS *et al.*, 2022). Além disso, tecnologias de imagem, como a ressonância

magnética funcional e a tomografia computadorizada avançada, desempenham papel crucial na avaliação da extensão das lesões e na tomada de decisões terapêuticas. A integração dessas inovações, aliada a uma abordagem multidisciplinar, tem melhorado os desfechos em pacientes com TCE, especialmente aqueles em estado crítico.

A medicina de precisão tem emergido como uma abordagem inovadora no tratamento do TCE, oferecendo novas possibilidades para personalizar os cuidados com base nas características genéticas e moleculares de cada paciente. Utilizando ferramentas avançadas, como biomarcadores genéticos e neuroimagem de alta resolução, os profissionais podem agora identificar com maior precisão os tipos de lesões e prever desfechos clínicos, o que possibilita a seleção de terapias mais eficazes. Terapias neuroprotetoras direcionadas, como o uso de medicamentos para reduzir o estresse oxidativo e a inflamação, têm mostrado resultados promissores, melhorando a recuperação funcional e prevenindo complicações como edema cerebral. No entanto, o desafio permanece na implementação em larga escala dessas terapias, considerando custos e acessibilidade, além da necessidade de mais estudos para consolidar a eficácia das novas abordagens (SILVA *et al.*, 2024).

Esta revisão se concentra nos novos avanços no tratamento intensivo do TCE, abordando as estratégias de manejo, os desafios atuais e as perspectivas futuras para o cuidado de pacientes com essa condição.

MÉTODO

A realização deste estudo de revisão científica envolveu uma pesquisa extensiva em bases de dados científicas, tais como: PubMed, Scopus, *Web of Science*, Elsevier, *Science Direct*,

SciELO, *Cochrane Library*, MEDLINE, LILACS e Google Acadêmico. Utilizou-se uma combinação de descritores, incluindo ("*Traumatic Brain Injury*" OR "*TBI*") AND ("*New Advances*" OR "*Innovations*") AND ("*Intensive care*" OR "*Critical Care*") para identificar artigos relevantes e específicos publicados entre os anos de 2020 e 2025, ou seja, nos últimos 05 anos.

Na busca de artigos elegíveis, foram aplicados critérios de seleção rigorosos, com uma análise inicial dos títulos, resumos e textos completos, resultando em um total de 46 artigos. Desses, 32 foram incluídos para avaliação mais detalhada, enquanto 14 foram excluídos devido a critérios como falta de relevância direta com o impacto do exercício na saúde endócrina, restrição de acesso ou visualização parcial, além de estudos que não apresentaram resultados significativos para a questão em estudo.

Os artigos incluídos foram selecionados com base em sua abordagem sobre os novos avanços no tratamento intensivo do traumatismo cranioencefálico. O foco recaiu em estudos que investigaram os avanços do tratamento. Foram considerados estudos em língua portuguesa e inglesa, e informações relevantes foram extraídas dos textos, observando a metodologia empregada, resultados obtidos, discussões fundamentadas e conclusões.

Os dados obtidos foram avaliados e sintetizados com o objetivo de identificar padrões, lacunas na literatura e contribuições significativas para o entendimento dos novos avanços. A análise crítica e a síntese das informações permitiram compreender melhor o papel dos avanços na terapia intensiva do paciente com traumatismo cranioencefálico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O traumatismo cranioencefálico (TCE) é uma lesão cerebral grave intimamente relacio-

nada a acidentes de trânsito, grandes impactos e agressões, configurando-se como a principal causa de óbitos entre crianças e jovens no ocidente (DA SILVA *et al.*, 2024). O TCE caracteriza-se como uma condição clínica delicada, cujos modos de intervenção baseiam-se em condutas rápidas, meticulosas e personalizadas para cada caso, de maneira a reduzir complicações, almejando melhores desfechos em saúde (SILVA *et al.*, 2024).

Nesta sessão, serão abordados os principais atributos relacionados ao traumatismo cranioencefálico, bem como os progressos realizados com o intuito de aprimorar o manejo clínico perante esse tipo de lesão. Primeiramente, será discutida a fisiopatologia da doença, seguida da epidemiologia e dos fatores de risco. O presente capítulo também irá tratar do diagnóstico e da monitorização do TCE, apresentando os tipos de tratamentos intensivos, as novas estratégias e também as formas de reabilitação e prognóstico. Por fim, será discutido acerca do impacto psicossocial e da qualidade de vida do indivíduo que sofreu um traumatismo cranioencefálico.

Fisiopatologia do TCE

O TCE é caracterizado por uma lesão física que atinge o tecido cerebral, assim podendo haver perda ou diminuição da função cerebral. Dessa forma, para a melhor compreensão da fisiopatologia do TCE, é necessário entender a relação entre a pressão intracraniana (PIC), o fluxo sanguíneo cerebral e as forças de Monro-Kellie. As forças de Monro-Kellie sugerem que a quantidade total, tanto de volume sanguíneo, quanto de Líquido Céfalorraquidiano (LCR) é constante. Assim, devido a um impacto físico sofrido pelo paciente, é possível que esse equilíbrio seja afetado, visto que a PIC poderá sofrer um aumento, o que fará com que o volume seja expulso do crânio, podendo gerar complica-

ções, como uma isquemia (CARTERI & SILVA, 2021; NETO *et al.*, 2023).

As alterações estruturais observadas após a TCE podem ser tanto de caráter macro como microscópico, e o que determina a gravidade das lesões cerebrais é a força envolvida no reuma. As manifestações clínicas são usualmente classificadas em Lesões Primárias e Lesões Secundárias. As lesões primárias são consequência de lesão direta do impacto como fratura óssea, penetração do couro cabeludo e tecidos adjacentes e desaceleração brusca do encéfalo e destruição dos tecidos de revestimento cerebral (OPAS, 2021).

Enquanto que as lesões secundárias são de consequência indireta como hematomas, edema, hipóxia ou isquemia por hipertensão crâniana. Ambas as lesões são oriundas de batidas, golpes e movimentos que causam movimentação violenta do cérebro que pode gerar lesões no ponto em que ocorreu o impacto ou no polo oposto, podendo se difundir para demais áreas cerebrais devido rompimento de vasos e aumento da pressão intracraniana (MAGALHÃES *et al.*, 2022).

Complicações patológicas

Dentre as complicações patológicas temos a Concussão, Lesão Axonal Difusa, Hematomas e Fraturas Cranianas. Explicando a primeira delas, temos a concussão, que se define por uma disfunção pós traumática de caráter transitório e potencialmente reversível. Os sinais clínicos observados são a perda de consciência, memória, confusão mental, que podem ser observados em segundos ou até em horas. Na concussão, não se observa lesões graves na estrutura cerebral e nem danos neurológicos graves, mas os sintomas temporários podem desencadear efeitos adversos como cefaléia, náusea e tonturas (NASCIMENTO *et al.*, 2020).

Em segundo ponto, temos a lesão axonal difusa, que ocorre devido ao trauma gerar uma

desaceleração rotacional que pode resultar em forças internas abruptas e ruptura das fibras Axonais e bainhas de mielina. Essa também não gera resultados graves pois são resultado de uma lesão cerebral mínima (BRAZINOVA *et al.*, 2021).

Além disso, observa-se os hematomas, sendo um aglomerado de sangue no cérebro em lesões abertas e fechadas, identificado nas estruturas epidural, intracerebral e subdural. Destaca-se a hemorragia subaracnóidea como sinal comum na TCE, podendo ou não ser identificado no TC (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Há também as fraturas cranianas, sendo essas lesões penetrantes com fratura óssea crâniana, resultante da força do trauma envolvido. As fraturas são caracterizadas em fraturas lineares, depressivas ósseas ou cominutiva, e a sua presença sugere o nível de força agravante envolvida no caso. Vale destacar que a presença de fraturas sugere risco aumentado para hematomas intracranianos (SILVA *et al.*, 2021).

Epidemiologia e fatores de risco

Sabe-se que o TCE é uma das condições mais severas e preocupantes no panorama da saúde pública no Brasil, sendo responsável por elevadas taxas de morbidade, mortalidade e custos hospitalares. Entre os diversos fatores que impactam negativamente a saúde da população, o TCE se destaca como uma das principais causas, devido a óbitos e incapacidades geradas pelas sequelas dessa lesão, que é frequentemente associado a acidentes de trânsito, quedas e episódios de violência. De acordo com estudos epidemiológicos, como o realizado por Santos (2020), essa condição afeta majoritariamente homens adultos jovens, gerando impactos sociais, econômicos e clínicos significativos. A alta incidência nesse grupo populacional está relacionada, sobretudo, a comportamentos de risco, como a imprudência no trânsito e a exposição à violência.

Dessa forma, no cenário brasileiro, o TCE é responsável por um expressivo número de internações hospitalares, com mais de 1 milhão de casos registrados entre 2010 e 2019, conforme dados do Sistema Único de Saúde (SUS). Desse total, 76,23% das internações ocorreram em pacientes do sexo masculino, destacando uma diferença de gênero significativa, essa predominância está relacionada a comportamentos de risco, como imprudência no trânsito, consumo de álcool e drogas, e maior exposição a situações de risco, tal qual a violência (SANTOS, 2020). Em relação à faixa etária, os adultos jovens entre 20 e 29 anos são os mais afetados, representando 17,65% dos casos, seguidos por indivíduos de 30 a 39 anos (14,96%) e 40 a 49 anos (12,81%). Contudo, crianças e idosos também apresentam números relevantes, com destaque para a população acima de 80 anos, que registra a maior taxa de mortalidade (SANTOS, 2020).

O TCE pode ser causado por diversos fatores, como quedas e episódios de violência urbana. A relação entre a causa do trauma e a idade da vítima é um aspecto importante a ser considerado. Jovens estão mais propensos a sofrer acidentes de trânsito, enquanto idosos são mais acometidos por quedas, que frequentemente levam ao TCE. Além disso, pesquisas apontam que indivíduos do sexo masculino são as principais vítimas desse tipo de trauma, apresentando maior incidência de morbidade e mortalidade associadas (OLIVEIRA *et al.*, 2022).

De acordo com Souza & Zedan (2022), o TCE pode ser classificado com base em diferentes critérios, como o mecanismo do trauma, a gravidade das lesões — seguindo a Escala de Coma de Glasgow (leve: 13 a 15; moderado: 9 a 12; grave: 3 a 8) — e a morfologia das lesões, que podem incluir fraturas no crânio, lesões cerebrais difusas e lesões focais. Segundo Oliveira *et al.* (2022), além das sequelas físicas, o TCE pode provocar déficits neuropsicológicos

significativos para os sobreviventes e seus familiares. A gravidade da lesão, sua localização e o impacto sofrido são fatores determinantes na recuperação do paciente. Casos moderados e graves apresentam maior risco de morte, pior prognóstico e uma grande parcela dos pacientes pode desenvolver sequelas neurológicas.

Entre as principais causas de TCE estão acidentes de trânsito (incluindo atropelamentos e colisões envolvendo bicicletas, motocicletas e veículos automotores), agressões físicas, quedas e ferimentos por arma de fogo. O impacto dos acidentes rodoviários como causa de morte não natural é alarmante em escala global. No Brasil, essas mortes cresceram expressivamente a partir da década de 1980, tornando-se uma preocupação contínua para a saúde pública (SANTOS, 2020).

Segundo Santos (2020), em 1989, as chamadas “causas externas” representaram a principal razão de óbito no Brasil, superadas apenas pelas doenças cardiovasculares e casos sem explicação definida. O TCE é uma ocorrência frequente entre vítimas de trauma, e a gravidade das lesões tem relação direta com o prognóstico do paciente. No cenário global, o TCE é um dos maiores desafios para a saúde pública, sendo uma das principais causas de morte e incapacidade, especialmente entre os jovens.

A morte relacionada com TCE é um sinal preocupante, com taxa total de 9,49% entre 2010 e 2019, os homens mostram maior taxa de óbitos (10,06%), enquanto pessoas velhas com mais de 80 anos têm a maior taxa morte específica (19,85%) e a faixa etária de 20 a 29 anos é a mais onerosa, correspondendo a 18,07% dos gastos totais, seguida pelas faixas de 30 a 39 anos e 40 a 49 anos (SANTOS, 2020). Esses dados não mostram só a seriedade do prejuízo, mas também os problemas de saúde e fraquezas ligados ao envelhecimento que pioram as chances para os pacientes (SANTOS, 2020). Além disso, os custos hospitalares representam um

impacto significativo para o sistema de saúde, com gastos totais superiores a R\$1,6 bilhão na década analisada.

O impacto socioeconômico do TCE vai além dos custos diretos com internações, afetando também a produtividade econômica, uma vez que a maioria das vítimas está em idade economicamente ativa. Além disso, os sobreviventes frequentemente apresentam sequelas que exigem reabilitação prolongada, gerando custos adicionais para o sistema de saúde e para as famílias (SANTOS, 2020).

Nesse contexto, é muito importante aplicar leis públicas que funcionam bem para diminuir a quantidade e os gastos ligados ao TCE. A Lei Seca (2008) e o Código de Trânsito Brasileiro (1998) são exemplos de ações que tiveram um efeito bom na queda de acidentes e internações. Assim, a Lei Seca ajuda a baixar as internações por acidentes no trânsito, mas ainda é preciso aumentar as campanhas educativas e as ações de controle para firmar esses progressos e evitar novos casos. Portanto, o TCE foi confirmado um problema de saúde pública de grande abrangência no Brasil, com alta incidência em adultos jovens do sexo masculino e altos custos para o sistema de saúde. A análise epidemiológica fundamentada em dados do SUS, como a feita por Santos (2020), oferece contribuições relevantes para o desenvolvimento de políticas voltadas à prevenção e controle do TCE. Investimentos em educação, medidas de segurança no trânsito e ampliação dos serviços de reabilitação são essenciais para reduzir a morbimortalidade associada ao TCE e melhorar a qualidade de vida da população.

Diagnóstico e monitorização

As manifestações clínicas do TCE variam amplamente, desde sintomas leves, como cefaléia e confusão mental, até quadros graves que envolvem comprometimento da consciência,

déficits neurológicos significativos e risco iminente de morte (BEZERRA *et al.*, 2024).

O diagnóstico e a monitorização do TCE são fundamentais para reduzir complicações e melhorar os desfechos clínicos dos pacientes. A associação entre exames de imagem, como tomografia computadorizada e ressonância magnética, escalas clínicas, como a Escala de Coma de Glasgow, e a monitorização neurológica contínua permite intervenções mais precisas e personalizadas, reduzindo a morbimortalidade associada ao TCE (BEZERRA *et al.*, 2024). Além disso, o controle da pressão intracraniana e a implementação de protocolos padronizados nas unidades de terapia intensiva desempenham um papel crucial na otimização dos resultados clínicos (SILVA *et al.*, 2024).

A evolução das técnicas de monitorização cerebral, aliada ao avanço da neuroimagem e à implementação de protocolos individualizados de manejo clínico, tem potencial para aprimorar significativamente os resultados terapêuticos no TCE. Assim, a adoção de uma abordagem integrada e baseada em evidências é essencial para minimizar as sequelas da lesão encefálica e otimizar a funcionalidade dos indivíduos acometidos (SILVA *et al.*, 2024).

O diagnóstico do TCE fundamenta-se na avaliação clínica inicial e no suporte de exames complementares. A Escala de Coma de Glasgow (ECG) é amplamente utilizada para estimar a gravidade da lesão, classificando o TCE em leve (ECG 13-15), moderado (ECG 9-12) e grave (ECG ≤ 8). Essa ferramenta é essencial na triagem hospitalar, uma vez que orienta a necessidade de exames adicionais e condutas terapêuticas específicas (SILVA *et al.*, 2024).

Além da ECG, outras escalas neurológicas têm sido empregadas na avaliação do prognóstico dos pacientes com TCE, como a escala FOUR (*Full Outline of UnResponsiveness*), que avalia não apenas a resposta motora e ocular, mas também a função do tronco encefálico e o

padrão respiratório. Segundo Criollo *et al.* (2022), a Escala FOUR tem sido utilizada como alternativa à ECG para avaliar o prognóstico de pacientes com TCE, especialmente aqueles intubados, pois permite uma análise mais detalhada da função do tronco encefálico e do padrão respiratório.

A TC de crânio é o exame de escolha na avaliação inicial do TCE, por sua capacidade de identificar rapidamente hemorragias intracranianas, fraturas cranianas e edema cerebral. A ressonância magnética (RM), por sua vez, apresenta maior sensibilidade na detecção de lesões axonais difusas e anormalidades estruturais não evidentes na TC, sendo indicada em casos de TCE moderado a grave com persistência de sintomas neurológicos inexplicáveis (BEZERRA *et al.*, 2024).

A neuroimagem funcional, incluindo a tomografia por emissão de pósitrons (PET) e a ressonância magnética funcional (RMf), tem sido estudada como método complementar na investigação de alterações metabólicas cerebrais pós-TCE, com potencial aplicação prognóstica. Esses exames permitem a avaliação da atividade neural e da perfusão cerebral, auxiliando na compreensão dos efeitos a longo prazo da lesão encefálica e no planejamento terapêutico (IRIMIA & ROSTOWSKY, 2021; ARBIZU *et al.*, 2024). Além dos exames de imagem, a avaliação neuropsicológica desempenha um papel fundamental na identificação de déficits cognitivos em pacientes com TCE. Déficits em atenção, memória e funções executivas são comuns, especialmente em TCE moderado a grave, e podem evoluir para comprometimento cognitivo leve (CCL) e até doenças neurodegenerativas, como a doença de Alzheimer (DA). Estudos mostram que padrões de neurodegeneração no TCE e na DA são semelhantes, principalmente em áreas cerebrais relacionadas à memória e funções executivas, sugerindo que o comprometimento cognitivo pós-TCE pode prever o

risco de DA (IRIMIA & ROSTOWSKY, 2021).

A monitorização neurológica contínua é um componente essencial no manejo do TCE, especialmente nos casos graves. A mensuração da pressão intracraniana (PIC) é uma das principais estratégias adotadas para prevenir complicações secundárias decorrentes da hipertensão intracraniana (HIC), condição que pode levar à isquemia cerebral e morte neuronal. A PIC é monitorada por meio de dispositivos invasivos, como cateteres intraventriculares, permitindo tanto a aferição da pressão quanto a drenagem do líquido cefalorraquidiano para alívio da HIC (SILVA *et al.*, 2024).

Outro parâmetro relevante na monitorização do TCE é a pressão de perfusão cerebral (PPC), definida como a diferença entre a pressão arterial média (PAM) e a PIC. A manutenção da PPC dentro de uma faixa segura (50-70 mmHg) tem sido associada a melhores desfechos clínicos, reduzindo o risco de lesões secundárias e promovendo a recuperação funcional (BEZERRA *et al.*, 2024).

Além disso, a oximetria cerebral tem sido utilizada para avaliar a oxigenação tecidual cerebral, sendo a saturação venosa de oxigênio no bulbo jugular (SjvO₂) um marcador confiável do equilíbrio entre a oferta e o consumo de oxigênio no cérebro. Estudos indicam que valores reduzidos de SjvO₂ estão associados a um pior prognóstico funcional, evidenciando a importância da monitorização contínua desse parâmetro na prevenção da hipóxia cerebral (SILVA *et al.*, 2024).

Outras abordagens de monitorização avançada incluem a espectroscopia no infravermelho próximo (NIRS), que avalia a oxigenação cerebral de forma não invasiva, e a eletroencefalografia contínua (EEGc), utilizada para detectar crises epiléticas subclínicas.

Pesquisas recentes também sugerem que o TCE pode impactar não apenas a cognição, mas

também a mobilidade dos pacientes. Irimia & Rostowsky (2021) destacam que déficits motores e cognitivos frequentemente coexistem, sendo necessária uma abordagem multidisciplinar que inclua fisioterapia, terapia ocupacional e reabilitação neuropsicológica para otimizar a recuperação neurológica.

Tratamento intensivo e novas estratégias

O tratamento intensivo e as novas estratégias para TCE envolvem uma abordagem multifacetada, que inclui intervenções farmacológicas e não farmacológicas, além de técnicas emergentes que estão sendo investigadas em ensaios clínicos e estudos pré-clínicos (HOS-SAIN *et al.*, 2023).

Intervenções não farmacológicas: As intervenções não farmacológicas têm ganhado destaque por sua capacidade de modular múltiplos mecanismos neuroprotetores. Entre essas intervenções estão a hipotermia, oxigenoterapia hiperbárica, estimulação cerebral profunda, craniectomia descompressiva, uso de probióticos, terapia gênica, terapia musical e terapia com células-tronco. Essas abordagens têm sido testadas em modelos animais e em ensaios clínicos, mostrando potencial para melhorar os resultados funcionais após LCT (DAVIS *et al.*, 2024).

Manejo inicial e cuidados intensivos: O manejo inicial da TCE grave deve seguir os princípios do *Advanced Trauma Life Support* (ATLS), com foco na manutenção da saturação de oxigênio e pressão arterial. No ambiente hospitalar, o controle das vias aéreas, estabilização da pressão arterial, imobilização da coluna e correção de coagulopatias são prioritários. Técnicas não invasivas, como a medição do diâmetro da bainha do nervo óptico e a doppler transcraniana, podem ajudar na detecção da hipertensão intracraniana. A osmoterapia e a hiperventilação são medidas temporárias eficazes para reduzir a PIC (HOSSAIN *et al.*, 2023).

Terapias emergentes e avançadas: As terapias com células-tronco têm mostrado potencial para mitigar a neuroinflamação e fornecer efeitos neuroprotetores. O uso de biomateriais avançados para apoiar a sobrevivência e integração das células-tronco transplantadas, juntamente com terapias reabilitativas, são áreas de pesquisa promissoras. Além disso, a monitorização multimodal, incluindo a oxigenação do tecido cerebral, está se tornando mais comum e pode guiar intervenções terapêuticas para otimizar o fluxo sanguíneo cerebral (BJORK-LUND *et al.*, 2021; MEYFROIDT *et al.*, 2022).

Abordagens farmacológicas e terapias combinadas: Embora não existam drogas neuroprotetoras com benefício clínico comprovado, a administração de compostos sintéticos e naturais que atuam em vias específicas envolvidas nos processos destrutivos após TCE tem mostrado benefícios potenciais. A terapia combinada, que pode incluir fatores de crescimento e inibidores de ROCK, está sendo explorada como uma abordagem emergente para tratar TCE (MEYFROIDT *et al.*, 2022).

Terapias neuroprotetoras e medicina de precisão

A medicina de precisão, também conhecida como medicina personalizada, propõe a adaptação dos tratamentos médicos com base nas características individuais dos pacientes, levando em conta fatores como predisposição genética e resposta a terapias específicas. Esse modelo tem se tornado cada vez mais relevante devido ao envelhecimento da população e ao aumento das doenças crônicas, impulsionando o uso de tecnologias como testes genéticos, biossensores e terapias celulares e gênicas. Essas inovações permitem diagnósticos mais acurados e abordagens terapêuticas direcionadas, aumentando a eficácia dos tratamentos. No entanto, apesar de seus benefícios potenciais, a implementação da medicina de precisão em larga escala ainda

enfrenta desafios, especialmente relacionados aos custos e à viabilidade dentro dos sistemas de saúde (NEGRI & UZIEL, 2020).

A medicina de precisão tem se destacado como uma abordagem inovadora no manejo do TCE, permitindo estratégias terapêuticas mais personalizadas e eficazes. O uso de biomarcadores genéticos e ferramentas avançadas de neuroimagem possibilita uma melhor estratificação dos pacientes, auxiliando na previsão de desfechos clínicos e na escolha das intervenções mais adequadas. Além disso, terapias celulares e gênicas emergem como alternativas promissoras para a recuperação de lesões cerebrais, promovendo neuroproteção e regeneração neuronal. No contexto do tratamento intensivo do TCE, a integração da medicina de precisão com protocolos individualizados pode otimizar a monitorização neurológica e reduzir complicações, favorecendo a reabilitação e a qualidade de vida dos pacientes.

Entre as estratégias inovadoras, destacam-se o uso de neuroprotetores direcionados, que visam reduzir a inflamação e o estresse oxidativo, além de terapias celulares e gênicas que promovem a regeneração neuronal. Essas abordagens podem melhorar significativamente os desfechos clínicos dos pacientes, reduzindo a progressão do dano cerebral e favorecendo a recuperação funcional (SILVA *et al.*, 2024).

Além disso, a integração de técnicas de monitorização avançada com a medicina de precisão tem permitido intervenções mais eficazes na terapia intensiva de pacientes com TCE. A análise do perfil genético pode auxiliar na seleção de medicamentos neuroprotetores mais adequados para cada paciente, otimizando o controle da pressão intracraniana e prevenindo complicações como edema cerebral e crises epilépticas. No entanto, apesar dos avanços promissores, ainda existem desafios a serem superados, como a acessibilidade a essas tecnologias e a necessidade de mais estudos para consolidar

a eficácia das novas terapias neuroprotetoras em larga escala (SILVA *et al.*, 2024).

Reabilitação e prognóstico

O TCE representa um grave desafio de saúde pública, ocorrendo com frequência entre pessoas em idade produtiva e estando associado a elevados índices de morbimortalidade, além dos diversos fatores de risco relacionados a essa condição. Estes incluem idade (mais comum em indivíduos entre 15 e 40 anos, com prognóstico mais reservado em indivíduos em extremos de idade), sexo (relatado em uma proporção de 2 - 4:1 para homens: mulheres) e outros fatores de risco, como abuso de álcool e drogas (ARNOLD-DAY & SEMPLE, 2020). Como essas lesões afetam predominantemente pessoas em idade produtiva, elas causam um impacto socioeconômico considerável. As sequelas decorrentes podem demandar acompanhamento em diversas fases da reabilitação e, em certos casos, requerer suporte intensivo contínuo. Dessa forma, o processo reabilitador conta com o envolvimento tanto da família quanto de uma equipe multidisciplinar de saúde ao longo da vida. Estratégias para uma reabilitação em pacientes com TCE é essencial para reduzir os danos individuais, coletivos e socioeconômicos causados por esses traumas.

Pacientes com TCE geralmente serão cuidados por uma equipe multidisciplinar de profissionais de saúde especializados no cuidado de pacientes com TCE por meio da reabilitação (ARNOLD-DAY & SEMPLE, 2020). O tempo até a intervenção é identificado como um fator determinante, enfatizando a importância da prontidão no tratamento de complicações imediatas e na implementação de estratégias terapêuticas precoces para melhores resultados (BEZERRA *et al.*, 2024). Dessa maneira, uma das principais metas do processo de reabilitação após o TCE é possibilitar que a pessoa retome sua participação na comunidade, incluindo a

convivência familiar, o trabalho, os estudos, as atividades domésticas e momentos de lazer.

É essencial dispor dos recursos necessários e das estratégias voltadas para a reabilitação integral desses pacientes. Além disso, o panorama das terapêuticas inovadoras para o TCE revela um campo de pesquisa e prática clínica dinâmico, impulsionado pelo desejo de oferecer intervenções mais eficazes e personalizadas (BEZERRA *et al.*, 2024). Garantir o controle dos riscos e dos sintomas, oferecer suporte intensivo de qualidade, promover uma reintegração social à medida que surgem novos desafios e fornecer apoio emocional tanto para o indivíduo quanto para sua família potencializa a recuperação e assegura uma melhoria contínua na qualidade de vida. Ademais, a influência da rede de suporte social é inegável, ressaltando o papel crucial do suporte emocional, prático e financeiro na adaptação às mudanças decorrentes do TCE e na promoção do bem-estar (BEZERRA *et al.*, 2024).

O prognóstico é dinâmico e pode se modificar ao longo do tempo, dependendo da resposta do paciente ao tratamento inicial e seu quadro clínico. Os casos de TCE são, em sua maioria, graves, nos quais a qualidade de vida de muitos pacientes é prejudicada, levando a desfechos trágicos. Para determinar a gravidade do TCE utiliza-se a Escala de Coma de Glasgow (GCS - *Glasgow Coma Scale*). À medida que a equipe médica trabalha para reduzir os danos secundários ao cérebro, a evolução do quadro clínico pode oferecer novas perspectivas sobre a condição clínica e projeções futuras, sejam elas de recuperação ou de agravamento. A compreensão dos fatores prognósticos determinantes no contexto do TCE é crucial para antecipar a trajetória de recuperação dos pacientes e orientar estratégias terapêuticas personalizadas (BEZERRA *et al.*, 2024).

Assegurar o acesso a informações precisas é responsabilidade da equipe multiprofissional

de saúde preparada para oferecer essa assistência. Essa equipe geralmente é composta por um fisiatra, fisioterapeuta, terapeuta ocupacional, fonoaudiólogo, neuropsicólogo, enfermeiro de reabilitação e assistente social (ARNOLD-DAY & SEMPLE, 2020). Dessa forma, a equipe trabalha em conjunto para promover uma melhor adaptação dos pacientes e melhorar suas condições futuras, prevenindo complicações, recuperando habilidades funcionais perdidas e promovendo maior autonomia funcional. Além disso, ela avalia o ambiente domiciliar para identificar possíveis mudanças que garantam uma adaptação segura, preparando o paciente para o retorno à sua casa.

Durante os 75 anos de existência da OMS, desde 7 de abril de 1948, muito se fez para implementar o primeiro item do preâmbulo da Constituição de princípios da organização, que diz: “A saúde é um estado de completo bem-estar físico, mental e social e não apenas a ausência de doença ou enfermidade” (FIOCRUZ, 2023). Dessa maneira, o processo de reabilitação e o prognóstico de vítimas de traumatismo crânioencefálico, juntamente com sua recuperação, requerem um longo período de tempo e comprometimento com o tratamento. O acompanhamento regular e a adaptação constante do plano terapêutico são essenciais para garantir que o paciente continue a progredir e alcançar uma máxima independência funcional ao longo do tempo (MAGALHÃES *et al.*, 2022).

Impacto psicossocial e qualidade de vida pós-TCE

A análise de pacientes que se recuperaram do TCE se estende além da área hospitalar, como também para a área domiciliar e seus afluentes, como o trabalho, nível de estudo, condição socioeconômica e seu ambiente familiar. Tendo em vista estes fatores, a recuperação da qualidade de vida dos indivíduos é variável.

O impacto psicossocial mede a situação mental e social do indivíduo após o TCE com base no instrumento WHOQOL-bref que verifica possíveis associações de características sociodemográficas com a evolução clínica do paciente. O instrumento WHOQOL-bref tem uma escala de 0 a 100. Desse modo, é importante destacar que esse teste possibilitou que o estudo do Centro de Reabilitação AACD identificasse o perfil dos pacientes do TCE, sendo respectivamente:

- 80,17% homens e 19,83% mulheres
- Principal faixa etária de 31 a 45 anos
- Etnia parda 62,07%
- Ensino fundamental incompleto 36,21%
- Procedência de zona urbana 92,24%
- Reside sozinho 76,72%
- Nível socioeconômico mais baixo 51,72%

Então, é notório que o teste WHOQOL-bref é um mecanismo que possibilita a melhor compreensão do histórico social do paciente para que desse modo o tratamento oferecido seja o mais adequado à realidade do indivíduo (SANTOS, 2020).

Entretanto, em relação a qualidade de vida, o paciente pós-TCE encontra diversos desafios para a sua plena recuperação, desafios esses que devem ser solucionados pela equipe multidisciplinar responsável pelo o atendimento do enfermo, para assim, conseguir oferecer a melhor qualidade de vida possível após a recuperação do paciente. Porém, diversas vezes o prognóstico do paciente com trauma cranioencefálico é de que ele tenha deficiências leves a moderadas, e em casos mais graves deficiências graves. Nestes casos, a saúde do paciente é restaurada porém ele pode desenvolver limitações físicas ou mentais que não podem ser solucionadas devido ao sistema neurológico carecer de formas eficientes de restauração em caso de traumatismos, assim sendo necessário que o paciente fa-

ça acompanhamento com profissionais da área da saúde para garantir melhor funcionalidade mental e corporal (GORDON, 2023).

CONCLUSÃO

Este estudo apresenta uma revisão abrangente sobre os avanços no tratamento intensivo do traumatismo cranioencefálico (TCE), enfatizando novas estratégias de monitorização, métodos diagnósticos, terapias, tratamentos emergentes e a aplicação da medicina de precisão. A análise da epidemiologia, dos fatores de risco e o impacto psicossocial, avaliado pelo teste WHOQOL-bref, reforça a importância de políticas públicas preventivas e de estratégias de reabilitação para minimizar os impactos socioeconômicos ocasionados por essa lesão e promover a qualidade de vida pós-TCE.

No diagnóstico e monitorização, foram discutidas inovações como o uso de escalas clínicas aprimoradas, parâmetros que precisam ser monitorizados e técnicas avançadas de neuroimagem, incluindo a ressonância magnética (RM) funcional e a tomografia por emissão de pósitrons (PET), as escalas como ECG e FOUR e a utilização dos testes MEEM e MoCA, que permitem um acompanhamento mais preciso do estado neurológico dos pacientes. O trabalho também explora os avanços no tratamento intensivo, incluindo terapias neuroprotetoras inovadoras, como a hipotermia terapêutica e oxigenoterapia hiperbárica, o uso de biomarcadores genéticos, fatores de crescimento e inibidores de ROCK, bem como a aplicação de células-tronco para promover a recuperação neuronal.

Vale destacar que, apesar dessas inovações, este estudo reconhece algumas limitações, como a necessidade de mais evidências clínicas para consolidar a eficácia das novas abordagens e os desafios na implementação de tratamentos de alto custo em sistemas de saúde de diferentes realidades. Além disso, a variabilidade na res-

posta dos pacientes ao tratamento e a falta de diretrizes padronizadas para algumas terapias emergentes representam obstáculos para sua ampla adoção.

Para futuras pesquisas, sugere-se a realização de ensaios clínicos multicêntricos para avaliar a eficácia e a segurança das novas intervenções terapêuticas. Estudos de longo prazo tam-

bém são necessários para compreender os impactos das terapias emergentes na funcionalidade e na qualidade de vida dos pacientes com TCE. A continuidade das investigações nesta área será essencial para aprimorar as diretrizes clínicas e garantir avanços no cuidado a esses pacientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARBIZU, J. *et al.* SNMMI Procedure Standard/EANM Practice Guideline for Brain [18F] FDG PET Imaging, Version 2.0. *The Journal of Nuclear Medicine*, v. 66, Issue 3, 2024. doi:10.2967/jnumed.124.268754.

ARNOLD-DAY, C. & SEMPLE, P.L. Prognostication in patients with severe traumatic brain injury. *National Library of Medicine*, v. 26, n. 2, p. 27, 2020. doi:10.7196/AJTCCM.2020.v26i2.076.

BEZERRA, L.M.R. *et al.* Tridium Brain Injury Diagnosis, Treatment and Prognostic Factors: A Bibliographic Review. *Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar*, v. 5, n. 3, p. e535029, 2024. <https://doi.org/10.47820/recima21.v5i3.5029>.

BJORKLUND, G.R. *et al.* Recent Advances in Stem Cell Therapies to Address Neuroinflammation, Stem Cell Survival, and the Need for Rehabilitative Therapies to Treat Traumatic Brain Injuries. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 22, n. 4, p. 1978, 2021. doi: 10.3390/ijms22041978.

BRAZINOVA, A. *et al.* Epidemiology of traumatic brain injury in Europe: a living systematic review. *Journal of Neurotrauma*, v. 38, n. 10, p. 1411, 2021. doi:10.1089/neu.2015.4126.

CARTERI, R.B.K. & SILVA, R.A. Traumatic brain injury hospital incidence in Brazil: an analysis of the past 10 years. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, v. 33, n. 2, p. 282, 2021. doi:10.5935/0103-507X.20210036.

CRIOLLO, L.M.T. *et al.* Traumatismo Cranioencefálico. *Tesla Revista Científica*, p. 333, 2022.

DAS, A.S. *et al.* Cerebrovascular injuries in traumatic brain injury. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, v. 223, p. 107479, 2022. doi:10.1016/j.clineuro.2022.107479.

DA SILVA, I.M.D. *et al.* Aspectos clínicos do traumatismo cranioencefálico. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, v. 6, n. 9, p. 2246, 2024. <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n9p2246-2257>.

DAVIS, C.K. *et al.* Non-Pharmacological Interventions for Traumatic Brain Injury. *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism: Official Journal of the International Society of Cerebral Blood Flow and Metabolism*, v. 44, n. 5, p. 641, 2024. doi:10.1177/0271678X241234770.

FIOCRUZ. Centro de estudos estratégicos da Fiocruz Antônio Ivo de Carvalho. Saúde para todos, mantendo a promessa dos 75 anos da OMS, 2023. Disponível: <https://cee.fiocruz.br/?q=Saude-para-todos-mantendo-a-promessa-dos-75-anosdaOrganizacaoMundialdaSaude#:~:text=Durante%20os%2075%20anos%20de,aus%C3%A4ncia%20de%20doen%C3%A7as%20ou%20enfermidade%E2%80%9D>. Acesso em: 06 março 2025.

GORDON, M. Traumatismo cranioencefálico (TCE). *Manual MSD Versão para Profissional de Saúde*, 2023. Disponível: <https://www.msmanuals.com/pt/profissional/les%C3%B5es-intoxica%C3%A7%C3%A3o/traumatismo-cranioencefal%C3%A1lico-tce/traumatismo-cranioencefal%C3%A1lico-tce>. Acesso em: 02-02-2025.

HOSSAIN, I. *et al.* The Management of Severe Traumatic Brain Injury in the Initial Postinjury Hours - Current Evidence and Controversies. *Current Opinion in Critical Care*, v. 29, n. 6, p. 650, 2023. doi:10.1097/MCC.0000000000001094.

MAGALHÃES, A.L.G. *et al.* Traumatic brain injury in Brazil: an epidemiological study and systematic review of the literature. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, v. 80, n. 4, p. 410, 2022b. <https://doi.org/10.1590/0004-282X-ANP-2021-0035>.

MEYFROIDT, G. *et al.* Management of Moderate to Severe Traumatic Brain Injury: An Update for the Intensivist. *Intensive Care Medicine*, v. 48, n. 6, p. 649, 2022. doi:10.1007/s00134-022-06702-4.

NASCIMENTO, S. *et al.* Perfil epidemiológico de pacientes adultos com traumatismo cranioencefálico grave na rede SUS do Distrito Federal: um estudo retrospectivo. *Revista Brasileira de Neurologia*, v. 56, n. 4, p. 5, 2020.

NEGRI, F. & UZIEL, D. O que é medicina de precisão e como ela pode impactar o setor de saúde? Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - Brasília: Rio de Janeiro: IPEA, 1990.

- NETO, R.S.A. *et al.* Traumatismo cranioencefálico: uma análise detalhada através de revisão sistemática. *Revista Multidisciplinar em Saúde*, v. 4, n. 4, p. 20, 2023. DOI:10.51161/integrar/rem/3848.
- OLIVEIRA, M.F.D. *et al.* Traumatic brain injury: documentary analysis on the epidemiological profile in a hospital in the Northern Region of Ceará, *Research, Society and Development*, v. 11, n. 4, p. 1, 2022. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i4.27508>.
- OLIVEIRA, S.G. *et al.* Tratamento cirúrgico de traumatismo cranioencefálico com afundamento no Brasil nos anos de 2014 a 2018. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 3, n. 2, p. 1368, 2020. <https://doi.org/10.34119/bjhrv3n2-003>.
- OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. Traumatismo cranioencefálico: diagnóstico e tratamento. Brasília: Disponível em: <https://www.paho.org/pt/brasil>. Acesso: 02-02-2025.
- ROSTOWSKY, K.A. & IRIMIA, A. Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative. Acute cognitive impairment after traumatic brain injury predicts the occurrence of brain atrophy patterns similar to those observed in Alzheimer's disease. *Geroscience*, v. 43, n. 4, p. 2015, 2021. doi:10.1007/s11357-021-00355-9.
- SANTOS, J.C. Cranioencephalic traumatism in brazil: epidemiological analysis. *Revista Científica da Escola Estadual de Saúde Pública de Goiás "Cândido Santiago"*, v. 6, n. 3, p. 6000014, 2020.
- SILVA, I.M.D. *et al.* Aspectos clínicos do traumatismo cranioencefálico. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, v. 6, n. 9, p. 2246, 2024. <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n9p2246-2257>.
- SILVA, L.L. *et al.* Fatores de risco para traumatismo cranioencefálico em acidentes de trânsito. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 24, 2021.
- SILVA, M.F. *et al.* Traumatismo Cranioencefálico: abordagens e estratégias de manejo cirúrgico para otimização dos resultados clínicos. *Health in Focus: Multidisciplinary Approaches*, Seven Editora, [S. l.], p. 34, 2024. <https://doi.org/10.56238/sevened2024.030-004>.
- SOUZA, R.J.D. & ZEDAN, R. Assistência fisioterapêutica a pacientes com traumatismo crânio encefálico (TCE) em Unidade de Terapia Intensiva (UTI): relato de caso. *Revista Hórus*, v. 8, n. 1, p. 21, 2022.
- WILES, M.D. Management of traumatic brain injury: a narrative review of current evidence. *Anaesthesia*, v. 77, Suppl 1, p. 102, 2022. doi:10.1111/anae.15608.