

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

ORGANIZADORES

Guilherme Barroso L. De Freitas

Etelma Vascão

Thales Andrade Calumby

Lucas Do Amaral Gressler

Artur Ribeiro De Barcellos

Guilherme Maruyama Dias

Gabriel Barbiero Castiglione

Luiz Otávio Wegher Floss

Pedro Ziegler Dalenogare

Tiago Mann Wastowski

P EDITORA
PASTEUR

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

ORGANIZADORES

Guilherme Barroso L. De Freitas

Etelma Vascão

Thales Andrade Calumby

Lucas Do Amaral Gressler

Artur Ribeiro De Barcellos

Guilherme Maruyama Dias

Gabriel Barbiero Castiglione

Luiz Otávio Wegher Floss

Pedro Ziegler Dalenogare

Tiago Mann Wastowski

2025 by Editora Pasteur
Copyright © Editora Pasteur

Editor Chefe:

Dr Guilherme Barroso Langoni de Freitas

Corpo Editorial:

Dr. Alaercio Aparecido de Oliveira
(Faculdade INSPIRAR, UNINTER, CEPROMEC e Força Aérea Brasileira)

Dra. Aldenora Maria Ximenes Rodrigues

MSc. Aline de Oliveira Brandão
(Universidade Federal de Minas Gerais - MG)

Dra. Ariadine Reder Custodio de Souza
(Universidade Estadual do Centro-Oeste - PR)

MSc. Bárbara Mendes Paz
(Universidade Estadual do Centro-Oeste - PR)

Dr. Daniel Brustolin Ludwig
(Universidade Estadual do Centro-Oeste - PR)

Dr. Durinézio José de Almeida
(Universidade Estadual de Maringá - PR)

Dra. Egidia Maria Moura de Paulo Martins Vieira
Professora UNIFSA (Centro Universitário Santo Agostinho)

Dr. Everton Dias D'Ándrea
(University of Arizona/USA)

Dr. Fábio Solon Tajra
(Universidade Federal do Piauí - PI)

Francisco Tiago dos Santos Silva Júnior
(Universidade Federal do Piauí - PI)

Dra. Gabriela Dantas Carvalho

Dr. Geison Eduardo Cambri

Grace Tomal
(Universidade Estácio de Sá, Cruzeiro do Sul, Instituto Líbano)

MSc. Guilherme Augusto G. Martins
(Universidade Estadual do Centro-Oeste - PR)

Dr Guilherme Barroso Langoni de Freitas
(Departamento de Farmacologia e Terapêutica, Universidade Estadual de Maringá - UEM)

Dra. Hanan Khaled Sleiman
(Faculdade Guairacá - PR)

MSc. Juliane Cristina de Almeida Paganini
(Universidade Estadual do Centro-Oeste - PR)

Dra. Kátia da Conceição Machado
(Universidade Federal do Piauí - PI)

Dr. Lucas Villas Boas Hoelz
(FIOCRUZ - RJ)

MSc. Lyslian Joelma Alves Moreira
(Faculdade Inspirar - PR)

Dra. Márcia Astrês Fernandes
(Universidade Federal do Piauí - PI)

Dr. Otávio Luiz Gusso Maioli
(Instituto Federal do Espírito Santo - ES)

Dr. Paulo Alex Bezerra Sales

MSc. Raul Sousa Andreza

MSc. Renan Monteiro do Nascimento
Saulo Barreto Cunha dos Santos

(Universidade Federal do Rio Grande do Norte - RN)

MSc. Suelen Aline de Lima Barros
Professora UNIFSA (Centro Universitário Santo Agostinho)

Dra. Teresa Leal

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Editora Pasteur, PR, Brasil)

FR862c FREITAS, Guilherme Barroso Langoni de.

Trauma, Cirurgia e Medicina Intensiva / Freitas, G.B.L., Vascão, E,
Calumby, T.A., Gressler, L.A., Barcellos, A.R., Dias, G.M., Castiglione,
G.B., Floss, L.O.W., Dalenogare, P. Z., Wastowski, T.M. - Irati:

Pasteur, 16/12/2025.

1 livro digital; 288 p.; ed. X; il.

Modo de acesso: Internet

ISBN 978-65-6029-311-3

<https://10.59290/978-65-6029-311-3>

1. Medicina 2. Emergência 3. Ciências da Saúde

I. Título.

CDD 610

CDU 601/618

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Prefácio

A medicina intensiva e a cirurgia de trauma são áreas de prática médica que desafiam continuamente as fronteiras do conhecimento e da inovação. O livro Trauma, Cirurgia e Medicina Intensiva, produzido pela Editora Pasteur, surge como uma contribuição significativa para este campo complexo e vital, reunindo uma vasta gama de tópicos relevantes e atuais.

Cada capítulo deste volume é uma peça fundamental para compreender os desafios e avanços na gestão de pacientes traumatizados e críticos. A obra inicia com uma análise detalhada das complicações associadas a úlceras pépticas em usuários de substâncias, explorando um caso específico e revisando a literatura existente. Em seguida, fornece uma visão abrangente das internações hospitalares por fraturas cranianas e faciais no contexto brasileiro, refletindo a evolução e as demandas atuais.

A inovação tecnológica é um tema central na medicina moderna, e o livro aborda de forma incisiva o uso da inteligência artificial no manejo de pacientes politraumatizados. Outro avanço significativo é discutido no capítulo sobre a estimulação cerebral profunda talâmica, que representa um marco no tratamento de lesões cerebrais traumáticas.

O manejo de pacientes com condições crônicas, como diabetes mellitus, e a resposta a traumas agudos, como a isquemia mesentérica, são discutidos com profundidade, proporcionando uma visão crítica sobre práticas emergenciais e suas implicações clínicas. A abordagem detalhada dos procedimentos cirúrgicos, incluindo técnicas desde princípios básicos até inovações recentes, complementa a compreensão dos aspectos operatórios.

Além disso, a obra aborda questões práticas e emocionais da recuperação pós-trauma, o tratamento de múltiplas vítimas em cenários de conflito armado, e o manejo específico de traumas hepáticos, esplênicos e cranioencefálicos. A inclusão de tópicos como o impacto do choque séptico, o uso de células-tronco, e o papel do cirurgião dentista em cirurgias de fissuras labiopalatinas enriquece ainda mais a discussão.

Os capítulos também se dedicam a temas variados, como a amamentação após trauma torácico, complicações iatrogênicas pós-operatórias, e a utilização de fluidos balanceados na ressuscitação. Cada contribuição reflete o compromisso com a excelência e a busca por soluções eficazes e seguras para os desafios enfrentados na medicina intensiva e na cirurgia de trauma.

A Editora Pasteur tem o orgulho de apresentar esta obra como uma referência indispensável para profissionais da área. Este livro não é apenas uma fonte de conhecimento, mas uma ferramenta para inspirar e fomentar a prática clínica baseada em evidências e inovação.

Aos leitores, oferecemos este compêndio com a expectativa de que ele enriqueça suas práticas e contribua para o avanço contínuo da medicina intensiva e da cirurgia de trauma.

Editora Pasteur

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Sumário

Capítulo 1	
PROTOCOLOS E EVIDÊNCIAS NO CUIDADO DO PACIENTE POLITRAUMATIZADO	1
Capítulo 2	
MANEJO DO INFARTO AGUDO DO MIOCÁRDIO NA EMERGÊNCIA.....	8
Capítulo 3	
MANEJO DOS PRINCIPAIS DISTÚRBIOS HIDROELETROLÍTICOS NO CTI	20
Capítulo 4	
RECONSTRUÇÃO DE MANDÍBULA EM TRAUMA GRAVE	31
Capítulo 5	
DESAFIOS CIRÚRGICOS NA AMPUTAÇÃO TRAUMÁTICA	40
Capítulo 6	
INFECÇÕES HOSPITALARES POR BACTÉRIAS MULTIRRESISTENTES: ESTRATÉGIAS DE PREVENÇÃO E NOVOS ANTIBIÓTICOS.....	50
Capítulo 7	
OVERDOSE MEDICAMENTOSA E OPIOIDES SINTÉTICOS: IMPLICAÇÕES CLÍNICAS E DESAFIOS EM SAÚDE PÚBLICA	57
Capítulo 8	
REPARO DE HÉRNIAS INGUINAIS.....	63
Capítulo 9	
DESAFIOS PARA A REALIZAÇÃO DE CUIDADOS PALIATIVOS NA UTI.....	68
Capítulo 10	
CUIDADOS EM TRAUMAS CRANIOENCEFÁLICOS (TCE) MODERADOS E GRAVES.....	74
Capítulo 11	
ANÁLISE DOS FATORES DE RISCO E DAS COMPLICAÇÕES PERIOPERATÓRIAS EM IDOSOS COM FRATURAS DE MEMBROS INFERIORES	85

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Sumário

Capítulo 12	
TROMBOEMBOLISMO VENOSO EM POLITRAUMATIZADOS ORTOPÉDICOS: PREVENÇÃO E TRATAMENTO	92
Capítulo 13	
PROGNÓSTICO FUNCIONAL EM LESÕES MEDULARES COMPLETA E INCOMPLETA	97
Capítulo 14	
FIXADORES EXTERNOS: PAPEL NO CONTROLE DE DANOS ORTOPÉDICOS	106
Capítulo 15	
LUXAÇÕES TRAUMÁTICAS: DIAGNÓSTICO E CONDUTA DE URGÊNCIA.....	111
Capítulo 16	
INTOXICAÇÕES E ENVENENAMENTOS: COMO RECONHECÊ-LOS E TRATÁ-LOS	117
Capítulo 17	
TRAUMA CRANIOENCEFÁLICO E ACIDENTES DE TRÂNSITO NO BRASIL: ANÁLISE EPIDEMIOLÓGICA (2014–2024).....	128
Capítulo 18	
DA EMERGÊNCIA À REINTEGRAÇÃO: PROTOCOLO DE LINHA DE CUIDADO INTEGRAL PARA O TRAUMA CRANIOENCEFÁLICO	137
Capítulo 19	
ACURÁCIA E APLICABILIDADE DO PROTOCOLO E-FAST NA ABORDAGEM INICIAL DO POLITRAUMATIZADO	149
Capítulo 20	
FRATURAS EXPOSTAS: MANEJO EMERGENCIAL E ESTRATÉGIAS DE PREVENÇÃO DE INFECÇÃO ..	156
Capítulo 21	
NALOXONA: MANEJO DA OVERDOSE E ABUSO DE OPIOIDES - PERSPECTIVA CLÍNICA.....	167
Capítulo 22	
TRAUMAS ESPORTIVOS: ASPECTOS CLÍNICOS, DIAGNÓSTICOS E TERAPÊUTICOS	175

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Sumário

Capítulo 23

PAPEL DA IMOBILIZAÇÃO DA COLUNA VERTEBRAL NO ATENDIMENTO PRÉ HOSPITALAR EM LESÕES DA COLUNA VERTEBRAL..... 186

Capítulo 24

EPIDEMIOLOGIA, MANEJO E DESFECHO DE *ACINETOBACTER BAUMANNII* NA EMERGÊNCIA: UMA REVISÃO DA LITERATURA 192

Capítulo 25

TORACOTOMIA NA SALA DE EMERGÊNCIA: EVIDÊNCIAS ATUAIS, INDICAÇÕES E RESULTADOS EM PACIENTES TRAUMATIZADOS..... 201

Capítulo 26

TERAPIA INTENSIVA NO TRAUMA: CONTROLE DE HEMORRAGIAS MASSIVAS..... 210

Capítulo 27

NEOPLASIA DE SIGMÓIDE OBSTRUTIVA ASSOCIADA A CARCINOMATOSE PERITONEAL: UM RELATO DE CASO 219

Capítulo 28

CLASSIFICAÇÕES MODERNAS DO TRAUMA RAQUIMEDULAR: AO *SPINE*, TLICS E SLIC: QUANDO E COMO APLICAR 224

Capítulo 29

ABORDAGEM NO TRAUMA ABDOMINAL FECHADO VERSUS TRAUMA PENETRANTE..... 234

Capítulo 30

GESTÃO INICIAL DE PACIENTES POLITRAUMATIZADOS 240

Capítulo 31

DIAGNÓSTICO POR IMAGEM NO TRAUMA VASCULAR: DO ULTRASSOM À ANGIOTOMOGRAFIA.... 247

Capítulo 32

ABORDAGEM ENDOVASCULAR NO TRAUMA: INDICAÇÕES, ESTRATÉGIAS E RESULTADOS CLÍNICOS 260

Capítulo 33

MANEJO DE PACIENTES POLITRAUMATIZADOS E INFARTADOS 267

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 1

PROTOCOLOS E EVIDÊNCIAS NO CUIDADO DO PACIENTE POLITRAUMATIZADO

CAMILY TEIXEIRA DA COSTA¹
PRISCILA DELL ANTONIO¹
YASMIN VITÓRIA RANGE¹
AMANDA VIEIRA SARUBBI¹
GABRIEL DA ROCHA FAVERO¹
JULIA DA ROCHA FAVERO¹
LUIZA HEINZEN¹
ARIANE PEIXER PEREIRA¹

¹Discente – Medicina na Fundação Universidade Regional de Blumenau.

Palavras-chave: Politrauma; Medicina de Emergência; Revisão Bibliográfica.

DOI

10.59290/9820402605

P EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

O trauma configura-se em uma lesão resultante de uma força externa, a qual é definida como uma emergência que necessita de uma avaliação e terapêutica adequadas no menor tempo possível (MARTON-FILHO *et al.*, 2023). O atendimento do politrauma exige uma estruturação e sistematização, para a identificação e tratamento de lesões potencialmente fatais (FRINK *et al.*, 2017). Segundo um estudo realizado em um centro de trauma, fatores como gravidade da lesão e tempo até atendimento são importantes determinantes na mortalidade do paciente politraumatizado (EL-MENYA *et al.*, 2025).

O manejo do paciente politraumatizado requer uma abordagem rápida, organizada e integrada, objetivando a estabilização clínica e a prevenção de complicações secundárias (READE, 2022). A utilização de protocolos padronizados, como o ATLS (*Advanced Trauma Life Support*), permite que a equipe de emergência identifique e trate de forma rápida as lesões com risco iminente de morte, seguindo a ordem do atendimento baseada na sequência ABCDE (FRINK *et al.*, 2017). A comunicação eficaz entre os profissionais, o acesso rápido a exames de imagem e a disponibilidade de recursos adequados são fatores determinantes para o desfecho favorável. Dessa forma, a sistematização do atendimento e a capacitação contínua da equipe emergencista são fundamentais para otimizar o tempo de resposta e reduzir a mortalidade em casos de trauma grave (READE, 2022; ALEXANDRINO *et al.*, 2023).

Segundo a OMS, os acidentes de trânsito são considerados a principal causa de morte entre indivíduos de 5 a 29 anos. Além disso, alguns estudos evidenciaram que aproximadamente 30% dos pacientes com quadros graves de trauma são considerados politraumatizados

(HARDY *et al.*, 2022). Esse cenário enfatiza a relevância da abordagem do manejo correto do politrauma, tendo em vista sua prevalência e mortalidade na atualidade. Dessa forma, esse estudo tem como objetivo abordar a estruturação e sistematização do manejo do paciente politraumatizado na emergência.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão sistemática realizada no período de 01 de setembro a 15 de outubro de 2025, compreendendo análise de estudos publicados entre 2015 e 2025 contidos nas bases de dados PubMed e SciELO, garantindo a inclusão de evidências mais recentes e publicadas nas bases de maior referência da área de saúde. Na busca inicial, foram utilizados os descritores: politrauma; manejo de politrauma e medicina de emergência.

Os critérios de inclusão foram: artigos nos idiomas português e inglês; publicados no período de janeiro de 2015 a outubro de 2025 e que abordavam a temática de atendimento de paciente politraumatizado, com ênfase em estudos de meta-análise discutindo protocolos no atendimento do politrauma. Os critérios de exclusão foram: artigos duplicados, disponibilizados na forma de resumo, que não abordavam diretamente a proposta estudada e que não atendiam aos demais critérios de inclusão.

A seleção seguiu: leitura do título do artigo, e posterior leitura do texto na íntegra. Após aplicados os critérios de inclusão, restaram 7 artigos que foram submetidos à leitura minuciosa para a coleta dos protocolos e evidências trazidos. Ademais, analisou-se fatores envolvendo sobrevida, complicações e desfechos clínicos. A análise dos dados foi feita de forma descritiva, focada em sintetizar os achados sobre protocolos e abordagens no atendimento do paciente politraumatizado, relacionando com desfechos clínicos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os artigos encontrados foram tabulados em ordem de publicação, com destaque ao autor, título do artigo e principais resultados (**Tabela 1.1**).

O artigo de Frink *et al.* (2017), destaca que o atendimento ao paciente gravemente ferido deve ser realizado de forma estruturada, se-

guindo o esquema ABCDE. O objetivo do atendimento inicial na sala de emergência é reconhecer e tratar rapidamente lesões potencialmente fatais, utilizando exame físico, ultrassonografia FAST e tomografia computadorizada conforme a estabilidade hemodinâmica do paciente, priorizando a restauração funcional imediata ou a cirurgia de controle de danos para estabilização e prevenção de complicações secundárias (FRINK *et al.*, 2017).

Tabela 1.1 Organização dos artigos por ano de publicação com destaque ao autor, título e principais achados

Autor/Ano	Título do Artigo	Resultados
FRINK M., <i>et al.</i> 2017	<i>"Multiple Trauma and Emergency Room Management"</i>	O atendimento ao paciente gravemente ferido deve ser realizado de forma estruturada, seguindo o esquema ABCDE. O objetivo do atendimento inicial na sala de emergência é reconhecer e tratar rapidamente lesões potencialmente fatais.
READE, M. C. 2022	<i>"Perspective: the top 11 priorities to improve trauma outcomes, from system to patient level"</i>	Identificação das onze prioridades no cuidado ao trauma. A atenção contínua a esses princípios, o direcionamento às áreas com maior mortalidade evitável remanescente e a priorização de desfechos favoráveis, deve ser o foco clínico.
MARTON-FILHO, M. A. <i>et al.</i> 2023	"Atendimento inicial ao paciente politraumatizado"	O atendimento inicial ao paciente politraumatizado deve seguir o protocolo ABCDE, priorizando a estabilização das funções vitais, avaliação de lesões e manejo por equipe multidisciplinar.
OLIVEIRA, M. T. <i>et al.</i> 2023	"Atendimento inicial ao paciente politraumatizado"	O atendimento inicial prestado a vítima politraumatizada deve ser realizado com abordagem de condutas padronizadas e ágeis, por uma equipe multidisciplinar, considerando o alto risco de óbito e sequelas irreversíveis. As intervenções primariamente prestadas interferem diretamente nas respostas imediatas e também no prognóstico da vítima.
ALEXANDRINO, A. <i>et al.</i> 2023	<i>"Non-technical skills and teamwork in trauma: from the emergency department to the operating room"</i>	O manejo de pacientes politraumatizados exige coordenação eficaz de equipes de emergência, com ênfase em habilidades não-técnicas e comunicação para aumentar a segurança do paciente e melhorar os desfechos.
HARDY, B. M. <i>et al.</i> 2024	<i>"Trends in polytrauma incidence among major trauma admissions"</i>	Pacientes politraumatizados representam cerca de 25% das internações por trauma grave, apresentando maior gravidade das lesões, incidência estática e mortalidade mais alta, embora em melhora, em comparação com todos os pacientes de trauma grave.
EL-MENYAR, A. <i>et al.</i> 2025	<i>"Clinical patterns and predictors of trauma-related mortality over 13 years: a retrospective analysis from a Level 1 National trauma center"</i>	Em pacientes politraumatizados, mortes precoces geralmente resultam de hemorragias graves e instabilidade fisiológica, enquanto mortes tardias estão associadas a lesões cerebrais e complicações como sepse e falência multiorgânica, evidenciando a importância de intervenções rápidas, cuidado pré-hospitalar eficiente e estratégias de prevenção específicas para diferentes mecanismos de trauma.

Já o estudo de Reade (2022) identifica onze prioridades essenciais no cuidado ao paciente politraumatizado: 1. Investimento em prevenção eficaz de traumas, considerado a intervenção mais custo-efetiva; 2. Priorização de recursos, melhoria da qualidade e inovação no atendimento pré-hospitalar, onde ocorre a maior parte da mortalidade evitável; 3. Formação de equipes de trauma de alto desempenho; 4. Aplicação de intervenções clínicas baseadas em evidências para interromper hemorragias, abrir e proteger as vias aéreas e otimizar a respiração; 5. Manutenção de volume sanguíneo circulante suficiente e garantia da função cardíaca adequada; 6. Reconhecimento do papel da unidade de terapia intensiva na cirurgia moderna de controle de danos; 7. Melhora da monitorização na UTI, com ênfase em profilaxia de doenças tromboembólicas; 8. Realização de avaliação terciária completa, lembrando que aproximadamente 15% das lesões são detectadas na UTI; 9. Facilitação da extubação precoce; 10. Investimento em garantia e melhoria de qualidade formal, quantitativa e qualitativa; e 11. Aprimoramento do desenho de ensaios clínicos. Os autores destacam que a redução da mortalidade e a melhora dos desfechos funcionais dependem de uma abordagem integrada, centrada em prevenção, protocolos sistematizados, inovação clínica e políticas públicas eficazes voltadas às áreas de maior mortalidade evitável (READE, 2022).

Além disso, Marton-Filho *et al.* (2023), também corrobora com a afirmação de que o atendimento inicial ao paciente politraumatizado deve seguir o protocolo ABCDE, visando identificar e tratar rapidamente condições que ameaçam a vida. Inicialmente, é necessário garantir a permeabilidade das vias aéreas (A) e proteger a coluna cervical, avaliar a respiração e oxigenação (B) tratando pneumotórax ou he-

motórax, controlar hemorragias e manter circulação adequada (C) com acesso venoso e reposição volêmica, além de monitorar sinais vitais. Em seguida, deve-se avaliar o nível de consciência e déficits neurológicos (D) e expor totalmente o paciente (E) para identificação de lesões ocultas, mantendo a temperatura corporal. A avaliação secundária detalhada é essencial para detectar lesões não aparentes inicialmente, e todo o manejo deve ser realizado por uma equipe multidisciplinar, com comunicação eficaz e planejamento para intervenções cirúrgicas ou transferências conforme a gravidade (MARTON-FILHO *et al.*, 2023).

O estudo de Oliveira *et al.* (2023) preconiza que o atendimento à vítima de politraumatismo envolve ações simultâneas para avaliação rápida e intervenções imediatas, visando reduzir complicações e melhorar o prognóstico. O autor ressalta que protocolos como o ATLS padronizam o atendimento pelo sistema ABCDE, abordando vias aéreas, respiração, circulação, avaliação neurológica e exposição do paciente, enquanto a atualização PHTLS 2019 inclui a prioridade inicial ao controle de hemorragias graves (XABCDE), dado o impacto dessas na mortalidade. O uso de colar cervical passou a ser restrito a casos com suspeita de lesão, e a avaliação neurológica deve priorizar a Escala de Coma de Glasgow, com intubação indicada para pacientes com GCS ≤ 8 ou saturação $\leq 90\%$ (OLIVEIRA *et al.*, 2023).

Cuidados específicos incluem manejo correto de membros amputados para reimplantação, contenção de hemorragias externas, imobilização adequada de fraturas e classificação de queimaduras, incluindo a atualização para queimaduras de quarto grau. A avaliação secundária, com o método SAMPLA, permite identificar lesões não imediatas, enquanto os acessos venosos devem ser realizados conforme neces-

sidade de reposição volêmica, evitando sobrecarga orgânica. Protocolos de atenção inicial enfatizam abordagem multidisciplinar, priorização de lesões com maior risco de óbito e monitoramento contínuo para otimização do tratamento e da recuperação do paciente (OLIVEIRA *et al.*, 2023).

Sobre o mesmo viés, a pesquisa de Alexandrino *et al.* (2023), aponta que o manejo do paciente traumatizado é um processo complexo que exige avaliação clínica rápida, decisões imediatas e procedimentos de salvamento em pacientes instáveis, demandando coordenação entre as equipes de pronto-socorro (ER) e centro cirúrgico (OR). No entanto, reunir especialistas não garante uma equipe eficiente, já que falhas em coordenação, planejamento, gestão de tarefas e comunicação são causas comuns de erros médicos. Equipes de trauma do ER e OR frequentemente se formam rapidamente, com membros de diferentes especialidades que podem não treinar juntos regularmente, mas ainda assim precisam executar procedimentos de alto risco e tomar decisões críticas. Inspirando-se na aviação, a adoção de habilidades não-técnicas e o treinamento em gerenciamento de crises têm demonstrado aumentar a segurança, sendo aplicáveis em contextos médicos para melhorar a performance das equipes e a transição do cuidado entre ER e OR. Revisões narrativas mostram a importância dessas habilidades, o uso de *briefings*, o treinamento em NTS na graduação e pós-graduação, cursos de trauma existentes e os desafios da implementação de salas híbridas de cirurgia de trauma (ALEXANDRINO *et al.*, 2023).

O estudo de Hardy *et al.* (2024) destaca que a população de trauma grave é naturalmente heterogênea, e os avanços no manejo de lesões isoladas nem sempre refletem os benefícios para pacientes politraumatizados, que exigem abordagens específicas de ressuscitação e cuida-

dos sistêmicos. A literatura e os registros nacionais frequentemente não reportam separadamente os dados desses pacientes, tornando sua análise menos visível. Estudos recentes demonstram que politraumatizados constituem uma fração menor do total de traumas graves, tanto local quanto internacionalmente, e apresentam risco significativamente maior de mortalidade. Por esse motivo, os desfechos e métricas de desempenho desse grupo deveriam ser padronizados e monitorados de forma independente, garantindo melhor planejamento de recursos, treinamento e pesquisa (HARDY *et al.*, 2024).

Por fim, o estudo observacional conduzido por El-Menyar *et al.* (2025), realizado em um centro de trauma de nível 1, analisou 1.010 óbitos hospitalares relacionados a trauma ao longo de 13 anos, evidenciando diferenças significativas entre mortes precoces (EHM) e tardias (LHM). As EHM ocorreram principalmente em indivíduos mais jovens e foram associadas a acidentes de trânsito, choque grave e instabilidade fisiológica, geralmente devido a hemorragias abdominais e pélvicas. Já as LHM estavam mais relacionadas a lesões cranianas e complicações secundárias, como sepse e falência multiorgânica. A maior parte dos óbitos hospitalares (40,9%) ocorreu nas primeiras 24 horas, refletindo a importância do controle rápido de hemorragias e do atendimento pré-hospitalar eficiente. O estudo também revelou mudanças temporais, com declínio da mortalidade de 2011 a 2017, seguido de aumento até 2022, possivelmente relacionado à rápida expansão da infraestrutura em preparação para eventos como a Copa do Mundo e à pandemia de COVID-19, que alterou o perfil dos usuários vulneráveis das vias (EL-MENYAR *et al.*, 2024).

Ademais, o autor ressalta que os mecanismos de trauma evoluíram ao longo do tempo, refletindo tanto o envelhecimento da população quanto a melhora na segurança ocupacional

para trabalhadores mais jovens. A análise demonstra que grande parte das mortes precoces pode ser potencialmente evitável com intervenções rápidas, incluindo controle de hemorragias, transporte ágil e cuidados avançados pré-hospitalares. Para reduzir a mortalidade tardia, são necessárias estratégias para prevenir complicações secundárias, como sepse e falência multiorgânica. A prevenção eficaz desses traumas exige políticas públicas, melhorias na segurança viária e ocupacional, programas de mobilidade geriátrica e colaboração multidisciplinar entre sistemas de trauma, planejamento urbano e autoridades de saúde ocupacional (ELMENYAR *et al.*, 2024).

CONCLUSÃO

Este estudo permitiu concluir que o manejo do paciente politraumatizado continua sendo

um desafio complexo no campo da saúde, exigindo atuação integrada entre equipes pré-hospitalares e hospitalares para assegurar a estabilização inicial e o tratamento definitivo no ambiente hospitalar. Observou-se, ainda, que a utilização de protocolos atualizados e o acesso rápido a métodos diagnósticos, como o EFAST, são fundamentais nas emergências envolvendo politraumas. A capacitação contínua das equipes e a padronização dos atendimentos destacam-se como fatores decisivos na redução de complicações e mortalidade. Assim, políticas de saúde devem priorizar o fortalecimento dos sistemas de trauma e o treinamento multiprofissional, de modo a garantir um atendimento mais eficiente e seguro. Por fim, novas pesquisas são necessárias para avaliar o impacto de tecnologias emergentes e de possíveis estratégias de simulação realística na redução da morbimortalidade associada ao trauma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDRINO, H. *et al.* Non-technical skills and teamwork in trauma: from the emergency department to the operating room. *Frontiers in Medicine*, v. 10, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmed.2023.1319990>.

EL-MENYAR, A. *et al.* Clinical Patterns and Predictors of Trauma-related Mortality over 13 years: A Retrospective Analysis from a Level 1 National Trauma Center. *World Journal of Emergency Surgery*, v. 20, art. 59, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13017-025-00633-3>.

FRINK, M. *et al.* Multiple Trauma and Emergency Room Management. *Deutsches Aerzteblatt Online*, v. 114, p. 24, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3238/arztebl.2017.0497>.

HARDY B. M. *et al.* Trends in Polytrauma Incidence Among Major Trauma Admissions. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*, v. 50, n. 3, p. 623-626, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00068-022-02200-w>.

MARTON FILHO, M. A.; AMOROSO, D.; ALENCAR, J. C. G. Atendimento inicial ao paciente politraumatizado. In: HAJJAR, Ludhmila Abrahão *et al.* (ed.). *Medicina de emergência: abordagem prática*. 18. ed. Santana de Parnaíba: Manole; p. 900-910, 2023.

OLIVEIRA, M. T. de *et al.* Atendimento Inicial ao Paciente Politraumatizado. *Brazilian Journal of Health Review*, Curitiba, v. 6, n. 6, p. 32832-32844, 2023. DOI: <https://doi.org/10.34119/bjhrv6n6-484>.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). *Injuries and violence: the facts 2023*. Geneva: World Health Organization; 2023. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240075457>. Acesso em: 25/10/2025.

READE, M. C. Perspective: the top 11 priorities to improve trauma outcomes, from system to patient level. *Critical Care*, v. 26, n. 1, 21 dez. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13054-022-04243-2>.

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 2

MANEJO DO INFARTO AGUDO DO MIOCÁRDIO NA EMERGÊNCIA

BRUNA ROLDO²
CAROLINE LOPES MACHADO¹
GABRIELA EDUARDA EVANGELISTA BATISTELLA²
GABRIELI MEDEIROS BLUMM²
GIAN CARLOS PROVIN²
HELOÍSA TEODORO DA SILVA¹
ISMAEL LEVI PEREIRA COSTA¹
LETICIA CORREIA DE MELO²

MARCOS ANTONIO CARDOSO²
MARIA EDUARDA CALDERAN DA CRUZ¹
MARIA EDUARDA D' OLIVEIRA¹
NATÁLIA CRYSTINE POLHEIM¹
NICOLAS SIEMENTKOWSKI PACIFICO¹
NICOLLAS PATRICK DE SOUZA²
VALDIR DA SILVA JUNIOR²

¹Discente – Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI).

²Discente – Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI) e Gestor – Liga Acadêmica de Urgência e Emergência Multidisciplinar (LAUEM – UNIVALI).

Palavras-chave: IAM; Emergência; Manejo.

DOI

10.59290/1090202029

EDITORIA
P PASTEUR

INTRODUÇÃO

O infarto agudo do miocárdio (IAM) é uma síndrome clínica caracterizada pela necrose do tecido cardíaco resultante da isquemia miocárdica aguda. Esse processo ocorre devido ao desequilíbrio entre a oferta e a demanda de oxigênio no músculo cardíaco, geralmente causado por obstrução coronariana. Clinicamente, o IAM se divide em duas principais apresentações: com supradesnivelamento do segmento ST (IAMCSST) e sem supradesnivelamento do segmento ST (IAMSSST) (BETT, *et al.* 2022). Essa diferenciação é fundamental, pois determina condutas terapêuticas distintas.

No contexto de emergência, o IAM representa uma das principais causas de morbimortalidade cardiovascular, exigindo diagnóstico rápido e manejo imediato (TIMÓTEO, 2021). A rapidez no reconhecimento e na reperfusão miocárdica é determinante para a redução de complicações e mortalidade, visto que cada minuto de atraso no atendimento resulta em perda adicional de miocárdio viável e pior prognóstico (NICOLAU, 2022).

A epidemiologia do IAM revela a magnitude do problema. No Brasil, estima-se a ocorrência de 300 a 400 mil casos anuais, sendo responsável por um número expressivo de internações e óbitos. Entre 2019 e 2023, mais de 737 mil hospitalizações por IAM foram registradas no país, com taxas médias de mortalidade de 6,6 por 100 mil habitantes e letalidade de aproximadamente 9% (PAIVA, *et al.* 2024). Globalmente, as doenças cardiovasculares seguem como a principal causa de morte, sendo o IAM o evento mais prevalente entre elas, especialmente em países com recursos limitados (ROTH, *et al.* 2020).

O presente estudo tem como objetivo descrever o manejo do infarto agudo do miocárdio

na emergência, abordando desde a fisiopatologia e quadro clínico até o diagnóstico, tratamento e condutas práticas. Busca-se, assim, oferecer uma visão atualizada e integrada da abordagem do IAM, com ênfase no atendimento inicial e na atuação multiprofissional.

MÉTODO

O presente trabalho consiste num estudo de revisão da literatura, consistindo da análise de publicações em livros, artigos de revistas impressas e ou eletrônicas, na interpretação e análise crítica dos autores acerca do infarto agudo do miocárdio na emergência. Essa categoria de artigos foi escolhida por ter um papel fundamental para a educação continuada, permitindo adquirir e atualizar o conhecimento sobre uma temática específica em curto espaço de tempo. As referências foram adquiridas por meio de pesquisas nas bases de dados CAPES periódicos, Google Acadêmico, LILACS, Medline, PubMed e SciELO, além de livros e manuais que apresentavam a temática escolhida. Foram utilizados os descritores: infarto agudo do miocárdio, isquemia miocárdica, IAM na emergência, manejo do IAM, para direcionar a pesquisa. Além disso, foram filtrados com base na relevância científica, objetividade e coerência quando ao tema investigado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fisiopatologia

O infarto agudo do miocárdio decorre de um processo de isquemia prolongada que leva à necrose do tecido cardíaco. O mecanismo fisiopatológico mais comum está relacionado à aterosclerose coronariana, caracterizada pelo acúmulo progressivo de lipídios, células inflamatórias e tecido fibroso na parede arterial, formando as chamadas placas ateromatosas. Quando ocorre ruptura, fissura ou erosão da placa, há

exposição do conteúdo lipídico ao sangue circulante, desencadeando ativação plaquetária e formação de trombo oclusivo. Essa obstrução interrompe o fluxo sanguíneo e impede a adequada perfusão miocárdica, resultando em morte celular por hipóxia (ESC, 2023).

A evolução da isquemia depende da extensão e duração da obstrução coronariana. Nos casos de oclusão total, há necrose transmural e manifestação clínica com supradesnívelamento do segmento ST. Já nas situações em que a obstrução é parcial ou intermitente, ocorre necrose subendocárdica, caracterizando o IAMSSST (ESC, 2023).

Além da trombose, outras condições podem precipitar o IAM por desequilíbrio entre oferta e consumo de oxigênio, como taquiarritmias, anemia grave, hipotensão, espasmo coronariano e hipóxia. Esse conjunto de situações define o IAM tipo 2, diferindo do tipo 1, em que o evento primário é a ruptura de placa aterosclerótica com trombose subsequente (LIBBY, *et al.* 2019).

Do ponto de vista celular, a falta de oxigênio interrompe o metabolismo aeróbico, levando à redução da produção de ATP e ao acúmulo de íons hidrogênio e cálcio no interior das células miocárdicas. Esse processo causa disfunção das bombas de membrana, edema intracelular e perda da integridade da membrana plasmática, culminando na necrose dos miócitos (ESC, 2023). A liberação de marcadores de necrose miocárdica, como troponinas e CK-MB, é consequência direta desse processo e constitui base diagnóstica essencial.

Além da lesão local, o IAM desencadeia uma resposta inflamatória sistêmica com liberação de citocinas, ativação endotelial e recrutamento de leucócitos, o que pode agravar a disfunção ventricular e favorecer complicações como arritmias, choque cardiogênico e insuficiência cardíaca (LIBBY, *et al.* 2019).

Compreender a fisiopatologia do IAM é fundamental para o manejo clínico, pois permite correlacionar os mecanismos de lesão com as manifestações clínicas, os achados laboratoriais e a escolha das estratégias terapêuticas mais adequadas.

Quadro Clínico

O IAM apresenta-se de forma variável, dependendo da extensão da isquemia, do território coronariano acometido e das condições clínicas prévias do paciente. A manifestação clássica é a dor torácica de forte intensidade, localizada na região retroesternal, com irradiação típica para o braço esquerdo, mandíbula, dorso ou epigástrio (JENTZER, 2021). Essa dor costuma ter caráter constritivo ou opressivo, duração superior a 20 minutos e pouca resposta a nitratos sublinguais.

Além da dor, podem surgir sintomas associados como sudorese fria, palidez, náuseas, vômitos, tontura e sensação de morte iminente. Em muitos casos, especialmente em idosos, diabéticos e mulheres, o quadro pode ser atípico, manifestando-se apenas por dispneia, fadiga, síncope ou desconforto epigástrico, o que pode atrasar o diagnóstico (KHAN, 2023).

No exame físico, os achados são geralmente inespecíficos, mas podem incluir taquicardia, hipertensão, hipotensão, cianose, estertores pulmonares e B3 audível, especialmente em casos complicados por insuficiência cardíaca aguda. É fundamental avaliar o estado hemodinâmico e a presença de sinais de choque, pois esses parâmetros orientam a conduta terapêutica imediata (JIMÉNEZ-MÉNDEZ, 2025).

A classificação de Killip e Kimball é amplamente utilizada para estratificar o grau de insuficiência cardíaca no IAM e estimar o prognóstico:

- Classe I: ausência de sinais de insuficiência cardíaca.

- Classe II: presença de estertores em bases pulmonares, B3 ou pressão venosa elevada.
- Classe III: edema agudo de pulmão.
- Classe IV: choque cardiogênico.

Os pacientes em Killip III ou IV apresentam risco significativamente maior de mortalidade e requerem abordagem intensiva imediata (ITZAHKI, 2019).

Em alguns casos, o IAM pode se manifestar sem dor - os chamados infartos silenciosos - mais comuns em pacientes diabéticos e idosos, nos quais a neuropatia autonômica reduz a percepção da dor isquêmica. Nesses casos, o diagnóstico depende da identificação de alterações eletrocardiográficas e da elevação dos marcadores de necrose miocárdica.

Por sua vez, o IAMCSST tende a ter início súbito e dor intensa e contínua, enquanto o

IAMSSST pode se apresentar com dor intermitente ou de menor intensidade. Em ambos os casos, a suspeita clínica deve sempre ser considerada uma emergência médica, e o eletrocardiograma deve ser realizado o mais precocemente possível, preferencialmente nos primeiros dez minutos após a chegada do paciente ao serviço (MACEDO, 2024).

O reconhecimento precoce do quadro clínico é determinante para o sucesso terapêutico, pois a precocidade na reperfusão está diretamente relacionada à redução da área de necrose e à melhora da sobrevida.

Diagnóstico

O diagnóstico do IAM deve ser realizado de forma rápida, precisa e simultânea à abordagem inicial, uma vez que o tempo entre o início dos sintomas e o início do tratamento está diretamente relacionado ao prognóstico do paciente. O reconhecimento precoce permite a instituição de medidas terapêuticas imediatas, reduzindo significativamente a mortalidade e as complicações (TININALLI, 2020).

A avaliação diagnóstica baseia-se na integração de três pilares fundamentais: quadro clínico compatível, alterações eletrocardiográficas e elevação dos biomarcadores de necrose miocárdica (PORTO, 2019).

O eletrocardiograma (ECG) deve ser realizado idealmente nos primeiros dez minutos após a chegada do paciente ao pronto atendimento (SANTOS, 2019). O exame é essencial para identificar a presença de supradesnivelamento do segmento ST, que caracteriza o IAMCSST, indicando a necessidade de reperfusão coronariana imediata. Já no IAMSSST, observam-se alterações inespecíficas, como infra-desnivelamento do ST, inversão de onda T ou até ECG normal, sendo o diagnóstico confirmado pela elevação dos marcadores séricos (HARRISON, 2022).

Os biomarcadores de necrose miocárdica, especialmente as troponinas cardíacas (T e I), são os mais sensíveis e específicos para o diagnóstico. Eles se elevam geralmente entre 3 e 6 horas após o início da isquemia, permanecendo detectáveis por até 10 dias. Em casos de dúvida, recomenda-se a dosagem seriada, observando-se o aumento progressivo dos valores. A CK-MB ainda pode ser utilizada como marcador complementar, particularmente para detecção de reinfarto (MIRANDA, 2025).

O exame físico, embora inespecífico, auxilia na avaliação do estado hemodinâmico, presença de congestão pulmonar, sinais de baixo débito ou complicações mecânicas. Além disso, deve-se realizar monitorização contínua de pressão arterial, frequência cardíaca, saturação de oxigênio e ritmo cardíaco desde o primeiro contato com o paciente (OLIVEIRA, 2024).

Os exames complementares, como radiografia de tórax e ecocardiograma, são úteis na avaliação de complicações associadas, como insuficiência cardíaca, disfunção ventricular es-

querda, ruptura de septo interventricular ou derame pericárdico. O ecocardiograma é particularmente importante para confirmar áreas de hipocinesia ou acinesia e estimar a fração de ejeção ventricular (MIRANDA, 2025).

Em casos de dúvida diagnóstica, especialmente em pacientes com sintomas atípicos, múltiplas comorbidades ou ECG inconclusivo, a angiografia coronariana permanece como o exame padrão-ouro para a confirmação da obstrução arterial (SANTOS, 2019).

O diagnóstico do IAM deve sempre ser encarado como emergência médica, e o início das condutas terapêuticas - em especial a reperfusão - não deve ser postergado pela espera de resultados laboratoriais. O princípio “tempo é músculo” resume a importância da agilidade na identificação e manejo da síndrome coronariana aguda.

Classificação de Risco

A estratificação de risco é uma etapa essencial no manejo das síndromes coronarianas agudas, permitindo identificar pacientes com maior probabilidade de complicações e orientar a intensidade do tratamento. Após a confirmação diagnóstica de IAM, a avaliação de risco deve ser realizada de forma imediata, integrando dados clínicos, eletrocardiográficos e laboratoriais.

Entre os principais instrumentos disponíveis, destacam-se os escores TIMI (*Thrombolysis in Myocardial Infarction*) e GRACE (*Global Registry of Acute Coronary Events*), amplamente utilizados na prática clínica por sua confiabilidade e aplicabilidade no ambiente de emergência (NASR, 2025).

O Escore TIMI foi desenvolvido para pacientes com síndrome coronariana aguda sem supradesnivelamento do segmento ST (IAMSSST e angina instável). Ele considera sete variáveis, atribuindo um ponto para cada uma: idade ≥ 65

anos, presença de três ou mais fatores de risco para doença arterial coronariana, diagnóstico prévio de estenose coronariana $\geq 50\%$, uso recente de ácido acetilsalicílico, dois ou mais episódios de dor torácica nas últimas 24 horas, alterações isquêmicas no eletrocardiograma e elevação de marcadores de necrose miocárdica. A soma dos pontos classifica o paciente em baixo (0–1), intermediário (2–3) ou alto risco (4–7), com mortalidade crescente conforme a pontuação (JOBS, 2024).

Já o Escore GRACE possui maior abrangência e pode ser aplicado em todas as formas de síndrome coronariana aguda. Ele utiliza variáveis clínicas e laboratoriais, como idade, frequência cardíaca, pressão arterial sistólica, creatinina sérica, classe de Killip, presença de parada cardíaca na admissão, alterações do segmento ST e elevação de biomarcadores (NASR, 2025). A partir desses parâmetros, o escore estima o risco de mortalidade intra-hospitalar e em seis meses, classificando os pacientes em baixo, intermediário ou alto risco.

De modo geral, o TIMI é de rápida aplicação à beira do leito, sendo útil em unidades de pronto atendimento. O GRACE, por sua vez, apresenta maior precisão prognóstica, sendo amplamente utilizado em centros hospitalares para guiar decisões sobre estratégias invasivas precoces ou abordagens conservadoras.

A aplicação sistemática desses escores, associada à avaliação clínica, ao ECG e à dosagem de troponinas, é fundamental para direcionar a conduta terapêutica e otimizar o prognóstico do paciente com infarto agudo do miocárdio.

Manejo do IAM

Diante da confirmação do IAM, o tempo de resposta é crucial para o prognóstico, devendo o tratamento ser guiado a partir dos achados do

ECG. Quando identificado o IAMCST, o paciente deve ser imediatamente encaminhado ao laboratório de hemodinâmica para realização de angioplastia primária, preferencialmente dentro de 120 minutos após o diagnóstico. Caso esse tempo não seja factível, a trombólise deve ser considerada, com avaliação criteriosa dos riscos, benefícios e contraindicações. Nos casos de IAMSST nos eletrocardiogramas seriados, a estratégia de reperfusão pode ser realizada de forma precoce - idealmente nas primeiras 24 horas em pacientes de alto risco, podendo se estender até 72 horas em casos de menor risco.

Concomitantemente, deve ser instituída a monitorização cardíaca e medidas de suporte clínico, incluindo administração de ácido acetilsalicílico (AAS), heparina, nitratos, clopidogrel, estatinas e, quando necessário, analgésicos opioides (como morfina), oxigênio suplementar, betabloqueadores e inibidores da enzima conversora de angiotensina (IECA). A equipe multidisciplinar deve permanecer atenta à possibilidade de rápida deterioração clínica, como evolução para choque cardiogênico ou parada cardiorrespiratória, intervindo prontamente para minimizar complicações.

Após o procedimento de reperfusão, o paciente deve ser internado em unidade de terapia intensiva coronariana para monitorização e manejo de possíveis complicações. Em casos de doença de múltiplos vasos (três ou mais artérias coronárias acometidas), lesão significativa do tronco da coronária esquerda ($\geq 50\%$ de estenose), disfunção ventricular esquerda com fração de ejeção reduzida ($\leq 35\%$), anatomia coronariana complexa e/ou angina refratária, pode estar indicada a cirurgia de revascularização do miocárdio (CRM) (RAO, 2025).

A seguir, serão detalhadas as medidas de manejo do infarto agudo do miocárdio na unidade de emergência:

Tratamento Medicamentoso na Fase Aguda

Antiagregantes Plaquetários: O uso de aspirina é indescritível no tratamento medicamentoso inicial em pacientes com síndrome coronariana aguda e deve ser mantido de forma indefinida, salvo contraindicações prévias. A associação de antiagregantes plaquetários com inibidores do receptor P2Y₁₂, tais como: prasugrel, clopidogrel e ticagrelor, formam a dupla antiagregação plaquetária ideal para prevenir piora do quadro. Aos pacientes que serão submetidos a intervenção coronária percutânea (ICP) imediata o ticagrelor e prasugrel são preferenciais. Nos casos em que a ICP está prevista para um tempo superior a 24 horas, pode-se considerar o tratamento com clopidogrel e ticagrelor. Quando a administração oral não é possível, o cangrelor intravenoso pode ser utilizado como alternativa. Já em situações de trombose extensa ou falha terapêutica, os inibidores da glicoproteína IIb/IIIa intravenosos podem ser considerados como adjuvantes (AHA, 2025).

Anticoagulação: O uso parenteral de anticoagulantes é recomendado em todos os pacientes, independente de ICP. No caso de IAM, o risco de progressão da obstrução pelo trombo intracoronário deve ser minimizado e a escolha da intervenção anticoagulante deve levar em consideração o risco de sangramento, cenário clínico e a estratégia de reperfusão escolhida pelo profissional médico. Nos casos em que ocorre a ICP, a heparina não fracionada (HNF) é a mais utilizada, sua ação rápida com possibilidade de reversão por neutralizadores de ação, oferece vantagem em caso de mudança de conduta ou hemorragias. Porém devido sua interindividualidade na ligação de proteínas plasmáticas, recomenda-se a monitorização do tempo de coagulação ativado (ACT) durante a ICP e o tempo de tromboplastina parcial ativado na terapia contínua. A enoxaparina também é recomendada, não associada com HNF, pode ser

utilizada em NSTEMI-ACS e também em STEMI quando a fibrinólise é realizada. Apesar de sua eficiência na redução do risco isquêmico, a função renal deve ser monitorada, pois sua depuração é predominantemente por esta via. O uso concomitante de enoxaparina e HNF eleva os riscos de hemorragia. Por fim, a fondaparinux é indicada nos casos NSTEMI-ACS em pacientes com maior risco de sangramento, pois possui um perfil de segurança superior à HNF e HBPM. Mas em casos de ICP, recomenda-se ainda um bolus de HNF devido ao alto risco de trombose de catéter.

Terapias Adjuvantes: Para reduzir arritmias e risco de reinfarto, os betabloqueadores devem ser iniciados nas primeiras 24 horas, se não houver contraindicações. Evitar em choque cardiogênico, sinais de baixo débito/IC descompensada, bradicardia ou bloqueios avançados. Os nitratos auxiliam no alívio da dor isquêmica e na descongestão, porém são contraindicados em hipotensão, infarto de ventrículo direito e em uso recente de inibidores da fosfodiesterase-5. As estatinas de alta intensidade, devem ser iniciadas precocemente em todos os pacientes com SCA; pode-se associar ezetimiba (e, em pacientes selecionados, terapias não-estatinas) quando a meta de LDL-C não é atingida apesar da estatina máxima tolerada. Os IECA ou BRA devem ser introduzidos precocemente, sobretudo em pacientes com disfunção de VE, hipertensão ou diabetes, como parte do manejo pós-IAM (AHA, 2025).

Suporte Hemodinâmico: A conduta diagnóstica inicial, após garantir a estabilidade clínica do paciente, deve concentrar-se na anamnese dirigida e no exame físico. A história clínica deve priorizar a investigação de antecedentes relevantes e de sintomas sugestivos de causas potencialmente graves de dor torácica, com o objetivo de diferenciar as de origem cardíaca das não cardíacas, em que se recomenda utilizar

o decálogo da dor, caracterizando o sintoma e manifestações associadas.

Quando clássica, a dor cardíaca apresenta-se retroesternal, em região torácica anterior esquerda, com caráter de pressão ou aperto, geralmente desencadeada por esforço e aliviada pelo repouso. Nos casos de infarto agudo do miocárdio, a dor costuma durar mais de 30 minutos, podendo irradiar para membros superiores, mandíbula ou pescoço. Em apresentações não clássicas, é relatada como aguda, em pontada ou mesmo migratória, o que pode atrasar o diagnóstico. É relevante questionar sobre sintomas associados, sendo que se destacam a diaforese, dispneia, náuseas, vômitos, palpitações e tontura.

O exame físico deve concentrar-se na detecção de sinais compatíveis com causas fatais de dor torácica. Na inspeção, devem-se observar cicatrizes cirúrgicas prévias, deformidades e simetria dos movimentos respiratórios, em conjunto com a palpação, que auxilia na identificação de dor localizada e massas. Por fim, a ausculta busca alterações como consolidações pulmonares, pneumotórax, sopros, ou demais alterações cardíacas, que orientam o diagnóstico diferencial e a conduta imediata.

O uso de Morfina para pacientes com dor refratária, exceto em casos de infarto de ventrículo direito, e com parcimônia devido associação a piores desfechos. O oxigênio em pacientes com hipóxia ($\text{SatO}_2 < 90\%$), exceto não é recomendado. A fluidoterapia em casos de hipotensão pode ser aplicada, desde que o paciente não contenha contraindicações ventriculares ou renais de volume. E por fim os vasopressores em casos de choque cardiogênico, desde que não preencha a contraindicação já citada.

Estratégia Invasiva no IAMCSST

Segundo a Sociedade Europeia de Cardiologia (ESC, 2023), nos pacientes com IAM-

CSST, a prioridade é a realização imediata de terapia de reperfusão. A intervenção coronária percutânea primária (ICP) é a estratégia preferencial, desde que possa ser realizada em até 120 minutos a partir do diagnóstico estabelecido pelo eletrocardiograma. Caso esse tempo não possa ser cumprido, a fibrinólise deve ser iniciada nos pacientes que se apresentem em até 12 horas do início dos sintomas, seguida de uma abordagem fármaco-invasiva. A adoção do limite absoluto de 120 minutos para reperfusão mediada por ICP simplifica a tomada de decisão clínica, embora ainda faltem dados contemporâneos que estabeleçam com precisão o ponto em que a vantagem da ICP sobre a fibrinólise se perde.

Nos casos em que a fibrinólise falha, evidenciada pela ausência de resolução de pelo menos 50% do supradesnívelamento do ST em 60–90 minutos, ou diante de instabilidade hemodinâmica, arritmias graves, dor torácica persistente ou isquemia progressiva, a ICP de resgate é mandatória. Quando a fibrinólise é bem-sucedida, recomenda-se a realização de angiografia invasiva precoce, preferencialmente entre 2 e 24 horas após a administração do fibrinolítico, a fim de garantir a reperfusão completa e reduzir o risco de recorrência isquêmica (AHA, 2025).

A CRM tem papel limitado no cenário do IAMCSST. Sua indicação está restrita a pacientes com anatomia coronariana inadequada para ICP, presença de extensa área miocárdica em risco ou choque cardiogênico. A CRM também é indicada quando há complicações mecânicas do infarto que necessitem de correção cirúrgica concomitante. Contudo, a realização de CRM de emergência em casos de ICP malsucedida ou oclusão coronariana não passível de intervenção percutânea é pouco frequente, devido ao baixo potencial de salvamento miocárdico e ao

aumento do risco cirúrgico nesse contexto (ESC, 2023).

A apresentação tardia do IAMCSST representa um desafio adicional. Pacientes que chegam até 12 horas após o início dos sintomas se beneficiam claramente da ICP imediata, mas o benefício em apresentações posteriores é menos definido. Estudos demonstram que, entre 12 e 48 horas, pode haver ganho em sobrevida e salvamento miocárdico em pacientes submetidos a ICP rotineira, desde que não haja estabilidade clínica absoluta. Entretanto, evidências robustas, como o estudo OAT e metanálises subsequentes, demonstraram ausência de benefício na reperfusão em pacientes estáveis com oclusão persistente da artéria relacionada ao infarto (ARI) entre 3 e 28 dias após o evento. Dessa forma, a ICP rotineira em pacientes assintomáticos que se apresentam mais de 48 horas após o início dos sintomas não é recomendada, devendo esses casos serem manejados segundo as diretrizes voltadas às síndromes coronárias crônicas (ESC, 2023).

Estratégia Invasiva no IAMSSST

Estratégia invasiva imediata (<2h): Refere-se à realização de angiografia de emergência, seguida de ICP, quando indicada. Com nível de evidência Ia, essa conduta é recomendada para pacientes com diagnóstico presuntivo de SCA sem supra e com critérios de risco muito alto, tais como: instabilidade hemodinâmica ou choque cardiogênico; dor torácica recorrente ou contínua refratária ao tratamento médico; insuficiência cardíaca aguda secundária à isquemia em curso; arritmias com risco de vida ou parada cardíaca; complicações mecânicas; e alterações dinâmicas recorrentes no ECG sugestivas de isquemia, especialmente supradesnívelamento intermitente do segmento ST (AHA, 2025).

Estratégia invasiva precoce (≤24h): Em pacientes de alto risco, definidos por escore GRA-

CE >140, elevação acentuada de troponina em série apesar de terapia otimizada, ou alterações dinâmicas persistentes do segmento ST, recomenda-se a estratégia invasiva de rotina (<24h, Classe I), com a opção de angiografia coronária precoce como Classe IIa (AHA, 2025).

Estratégia invasiva (24-72h): Pacientes de risco intermediário, caracterizados por escore GRACE entre 109–140 e ausência de sintomas isquêmicos em evolução, devem ser submetidos a estratégia invasiva de rotina (Classe I), com angiografia coronária realizada antes da alta hospitalar, preferencialmente em até 72 horas (Classe IIa) (SBC, 2021).

A *American Heart Association*, também afirma que em pacientes com risco intermediário ou alto de eventos isquêmicos, candidatos adequados à revascularização, a abordagem invasiva durante a hospitalização reduz eventos cardiovasculares adversos maiores (MACE). Já em pacientes de baixo risco, tanto a estratégia invasiva rotineira quanto a seletiva podem ser consideradas para identificar aqueles que necessitam de revascularização.

Estratégia conservadora: Em determinados cenários clínicos, a abordagem conservadora pode ser preferida em pacientes com síndrome coronariana aguda sem supradesnívelamento do segmento ST. Essa conduta é indicada principalmente em indivíduos de baixo risco, como aqueles com escore HEART ≤ 3 , troponina negativa e eletrocardiograma sem alterações significativas. Também deve ser considerada em situações em que exista dúvida quanto à natureza anginosa dos sintomas apresentados, em pacientes portadores de comorbidades graves que contraindiquem procedimentos invasivos, como nos casos de neoplasias avançadas, ou ainda quando, após adequada orientação, o próprio paciente opta por não realizar a estratégia invasiva (SBC, 2021).

Nessas circunstâncias, a conduta deve incluir a intensificação da terapia medicamentosa com agentes antianginosos e antiplaquetários, conforme indicado. Além disso, recomenda-se a realização de teste de estresse ou angiotomografia computadorizada de coronárias antes da alta hospitalar, como forma de complementar a estratificação de risco. O cateterismo cardíaco, por sua vez, deve ser reservado apenas para os pacientes que evoluírem com sintomas significativos ou apresentarem evidências objetivas de isquemia nesses exames não invasivos (SBC, 2021).

CONCLUSÃO

O Infarto Agudo do Miocárdio, IAM, representa uma das principais emergências médicas. No Brasil, o efeito do IAM é palpável, com milhares de hospitalizações anuais, cenário que fica claro, também, em escala global, sobretudo em países com acesso limitado à terapêutica especializada. Nesse sentido, a sua expressiva dominância no contexto de doenças cardíacas agudas, associada à significativas taxas de mortalidade, deixa evidente a necessidade do preparo dos profissionais de saúde no país para um reconhecimento imediato, para além do manejo apropriado.

Do ponto de vista fisiológico, a ruptura ou erosão de uma placa aterosclerótica e, consequentemente, a formação de um trombo que irá ocluir a artéria coronária são os protagonistas iniciais do processo de IAM do tipo I. Concomitantemente, fenômenos de isquemia desencadeia uma sequência de alterações metabólicas e celulares, como glicólise anaeróbica, acúmulo de metabólitos, falência das bombas iônicas e, por fim, causando a necrose progressiva do miocárdio. Essa sequência é tempo-dependente, caracterizado pelo fenômeno “*wavefront phenomenon*”, a qual necrose inicia subendocár-

dico e se expande, assim, é inquestionável a importância da intervenção precoce para preservar o tecido.

Clinicamente, o IAM pode surgir com sintomas típicos, como dor torácica de forte intensidade, com caráter de aperto, com possível irradiação para o braço esquerdo, pescoço, mandíbula e costas; sudorese intensa, dispnéia, palidez, náuseas e vômitos. No entanto, sintomas não comuns podem surgir, como dor na cervical e epigastralgia ou até manifestações inespecíficas, principalmente em mulheres. Logo, a identificação desses sinais e sintomas é vital, dado que o atraso no reconhecimento acaba por reduzir a janela terapêutica e aumentando o risco de complicações graves, incluindo insuficiência cardíaca. Nessa perspectiva, a estratificação clínica pela classificação de Killip-Kimball ajuda na avaliação prognóstica, relacionando a gravidade hemodinâmica com o risco de mortalidade hospitalar.

Em relação ao diagnóstico, este deve ser baseado na integração da história clínica, exames físicos, laboratoriais, com destaque para a troponina, e de imagem, como o eletrocardiograma (ECG), que desempenha um papel central na diferenciação dos subtipos de IAM - IAMCSST e IAMSSST.

O manejo do IAM deve ser imediato e guiado pelo eletrocardiograma, com reperfusão rápida - angioplastia primária preferencialmente em até 120 minutos no IAMCST ou trombólise quando não for possível, enquanto no IAMSSST a estratégia invasiva deve ocorrer nas primeiras 24 a 72 horas conforme o risco. Associam-se

medidas farmacológicas fundamentais, como dupla antiagregação plaquetária, anticoagulação, estatinas, betabloqueadores, IECA/BRA, além de suporte clínico com monitorização, analgesia, oxigênio quando indicado e controle hemodinâmico. Após reperfusão, o paciente deve permanecer em unidade coronariana para vigilância de complicações, sendo a cirurgia de revascularização miocárdica indicada em casos de doença coronariana complexa ou refratária. A estratificação de risco deve sempre nortear a escolha terapêutica, considerando comorbidades, risco hemorrágico e função ventricular. Por fim, o manejo do IAM exige abordagem rápida, individualizada e multidisciplinar, com ênfase também na prevenção secundária, reabilitação cardíaca e acompanhamento ambulatorial, visando reduzir mortalidade, prevenir complicações e otimizar o prognóstico.

Cabe reforçar que o manejo do infarto agudo do miocárdio direcionado depende do diagnóstico precoce e da reperfusão rápida, definidos pelo eletrocardiograma. No IAMCST, a prioridade é a angioplastia primária ou, quando inviável em tempo adequado, a trombólise; no IAMSSST, a estratégia invasiva deve ser realizada conforme o risco. O tratamento inclui dupla antiagregação plaquetária, anticoagulação, estatinas, betabloqueadores e IECA/BRA, aliados a suporte clínico e monitorização intensiva. A conduta deve ser individualizada segundo perfil de risco, com foco também em prevenção secundária e reabilitação cardiovascular, visando reduzir complicações e mortalidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BETT, M.S. *et al.* Infarto agudo do miocárdio: do diagnóstico à intervenção. *Research, Society and Development*, v. 3, p. 11, 2022. DOI:10.33448/rsd-v11i3.26447.
- EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY. *Acute Coronary Syndromes Guidelines*. European Society of Cardiology, 2023. Disponível em: <https://www.escardio.org/Guidelines/Clinical-Practice-Guidelines/Acute-Coronary-Syndromes-ACS-Guidelines>. Acesso em: 1 de out. 2025.
- HARRISON, T.R. *et al.* *Harrison Medicina Interna*. 21. ed. Porto Alegre: Artmed Editora Ltda. v. 2, p. 234, 2022.
- ITZAHKI, B.Z.O. *et al.* Tendências temporais nas características, manejo e resultados de pacientes com síndrome coronariana aguda de acordo com sua classe de Killip. *American Journal Cardiology*, v. 12, p. 1862–1868, 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.amjcard.2019.09.012>.
- JENTZER, J.C. *et al.* Definindo choque e pré-choque para estratificação de risco de mortalidade em pacientes de unidade de terapia intensiva cardíaca. *Insuficiência Cardíaca*, v. 14, n. 1, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1161/CIRCHEARTFAILURE.120.007678>.
- JIMÉNEZ-MÉNDEZ, C. *et al.* Suporte hemodinâmico no choque cardiogênico no laboratório de cateterismo cardíaco. *Emergência Cuidados Médicos*, v. 2, p. 39, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/ecm2030039>.
- JOBS, A. *et al.* GRACE scores or high-sensitivity troponin for timing of coronary angiography in non-ST-elevation acute coronary syndromes. *Clinic Residence Cardiololgy*, v. 113, p. 533–545, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00392-023-02258-5>.
- KHAN, I.A. *et al.* Atypical presentations of myocardial infarction: a systematic review of case reports. *Cureus*, v. 2, p. 15, 2023. DOI: 10.7759/cureus.35492.
- LIBBY, P. *et al.* Atherosclerosis. *Nature Reviews Disease Primers*. v. 5, p. 56, 2019; e Mechanisms of ACS. *New England Journal Medicine*, v. 368, p. 2004–2013, 2013. DOI: 10.1038/s41572-019-0106-z.
- MACEDO, R.R.B. *et al.* Infarto agudo do miocárdio: uma revisão de literatura. In: Nunes LHS, Nunes DS, orgs. *Avanços contemporâneos em saúde: estudos e pesquisas*. Curitiba: Editora Pasteur; 2024.
- NASR, I.M. *et al.* Improving chest pain risk assessment: validation of HEART, TIMI, GRACE, EDACS-ADP, and HET for MACE prediction in the emergency department. *BMC Emergency Medicine*, v. 25, p. 165, 2025; DOI: <https://doi.org/10.1186/s12873-025-01327-4>.
- NICOLAU, J.C. Infarto agudo do miocárdio com supradesnívelamento do segmento ST tratado com intervenção coronária percutânea primária: a importância de dados locais. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 3, p. 458–459, 2022; DOI:10.36660/abc.20220507.
- OLIVEIRA, S.N. *et al.* Infarto agudo do miocárdio com supra de segmento ST: Uma revisão do diagnóstico, fisiopatologia, epidemiologia, morbimortalidade, complicações e manejo. *Research, Society and Development*, v. 2, p. 13, 2024; DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v13i2.44954>.
- PAIVA, N.M.F. *et al.* Perfil Epidemiológico das Internações por Infarto Agudo do Miocárdio no Brasil entre 2019 e 2023. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, v. 4, p. 2287–2296, 2024; DOI:10.36557/2674-8169.2024v6n4p2287-2296.
- PORTO, C.C. *Semiologia médica*. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, Cap.13: Aparelho Cardiovascular, 2019.
- RAO, S.V; *et al.* Guideline for the Management of Patients with Acute Coronary Syndromes: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*, v. 13, p. 771–e862, 2025. DOI:10.1161/CIR.0000000000001309.

ROTH, G.A. *et al.* Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors, 1990–2019: Update from the GBD 2019 STUDY. *Journal of the American College of Cardiology*, v. 25, p. 2982–3021, 2020; DOI: 10.1016/j.jacc.2020.11.010.

SANTOS, L.S.F. *et al.* Eletrocardiograma na prática do enfermeiro em urgência e emergência. *Nursing Edição Brasileira*, v. 22, p. 2979–2989, 2019. <https://doi.org/10.36489/nursing.2019v22i253p2979-2989>.

MIRANDA, L. *et al.* Dor torácica no Pronto Atendimento: Diferenciando Diagnósticos Graves e Funcionais. *Journal of Medical and Biosciences Research*, v. 2, p. 1210–1239, 2025. <https://doi.org/10.70164/jmbr.v2i2.686>.

TININALLI, J.E. *Tintinalli's Emergency Medicine: A Comprehensive Study Guide*. 9th ed. New York: McGraw-Hill Education; 2020. Cap.48: Chest Pain. Disponível em: <https://accessemergencymedicine.mhmedical.com/content.aspx?bookid=2353§ionid=219641169>. Acesso em: 16 set. 2025.

TININALLI, J.E. *Tintinalli's Emergency Medicine: A Comprehensive Study Guide*. 9th ed. New York: McGraw-Hill Education; 2020. Cap.49: Acute Coronary Syndromes. Disponível em: <https://accessmedicine.mhmedical.com/content.aspx?bookid=2353§ionid=21967108>. Acesso em: 15 set. 2025.

THYGESEN, K. *et al.* Fourth Universal Definition of Myocardial Infarction. *Circulation*, v. 138, p. 618–651, 2018; DOI: 10.1161/CIR.0000000000000632.

TIMÓTEO, A.T. Índices de mortalidade por infarto do miocárdio agudo no Brasil – uma pequena luz no fim do túnel. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 117, p. 327–328, 2021. DOI:10.36660/abc.20210339.

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 3

MANEJO DOS PRINCIPAIS DISTÚRBIOS HIDROELETROLÍTICOS NO CTI

FLAVIA NUNES BENICIO DE SOUZA¹
GIOVANNA UMEHARA DURÃO¹
CAROLINA FAQUINI MACEDO LOURENÇO¹
GABRIELA VIEIRA BON¹
ARIANE RODRIGUES DELFINO¹
CLARA PEREIRA LOPES GARCIA Y SANTOS¹
MARCELLA FREIRE DE CAMPOS EUZEBIO¹

NATHAN SANTOS DA SILVA VIEIRA¹
ANNA BEATRIZ GUDDI BORTOLINI¹
NATÁLIA TORRES FERREIRA¹
TÁCIRA KAROLINE PEREIRA NASCIMENTO¹
MARIA CLARA NUNES BEZERRA¹
LUÍS FERNANDO ROSATI ROCHA¹

¹Discente - Medicina da Universidade Federal Fluminense.

Palavras-chave: Distúrbios Hidroeletrolíticos; Unidades de Terapia Intensiva; Transtornos do Equilíbrio Ácido-Básico.

DOI

10.59290/2590002308

EP EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

Distúrbios hidroeletrólíticos representam um desafio comum e significativo em pacientes internados em unidades de terapia intensiva (UTI), impactando negativamente a morbidade e a mortalidade. Esses desequilíbrios, que podem ser causados por doenças subjacentes, medicações ou iatrogenia, exigem um manejo clínico preciso e ágil (KRAFT *et al.*, 2005).

A disnatremia, em particular, é mais do que um distúrbio laboratorial; ela reflete uma disfunção fisiológica global e está associada a maior mortalidade e prolongamento do tempo de internação (CUNHA, 2024). No contexto da UTI, a falta de reconhecimento precoce e de uma monitorização contínua agrava o risco de falência de múltiplos órgãos, incluindo os sistemas neurológico, cardiovascular e renal (LEE, 2010).

O potássio é um eletrólito indispensável para o funcionamento adequado do sistema cardiovascular, dos músculos esqueléticos, dos órgãos internos e do sistema nervoso. A redução da função renal, a ocorrência de acidose metabólica e o uso de ventilação mecânica contribuem para o acúmulo de potássio no organismo (TONGYOO S *et al.*, 2018). Tanto a hipocalcemia quanto a hipercalemia podem provocar arritmias cardíacas, logo, a monitorização contínua para que os níveis de potássio sérico estejam dentro da faixa recomendada tem papel central no manejo dos enfermos internados em terapia intensiva.

No processo de manutenção da homeostase ácido-base, o sistema respiratório possui papel fundamental. Distúrbios desse equilíbrio podem ser causados por aumento ou diminuição da ventilação alveolar, levando à alcalose e acidose respiratória, respectivamente (PALMER & CLEGG, 2023). Além disso, as intervenções

terapêuticas realizadas em UTI são capazes de causar um desequilíbrio ainda maior na homeostase ácido-base, sendo de suma importância a identificação precoce desses distúrbios, assim como sua fisiopatologia, para a realização de terapia adequada ao paciente grave (ACHANTI & SZERLIP, 2023).

Ademais, a heterogeneidade dos pacientes críticos torna o manejo desses desequilíbrios ainda mais complexo. A reposição ou correção inadequada dos eletrólitos pode não apenas falhar em reverter a condição clínica, mas também induzir complicações adicionais, como arritmias graves e instabilidade hemodinâmica (KRAFT *et al.*, 2005). Esse aspecto reforça a necessidade de protocolos clínicos individualizados e da integração multiprofissional no cuidado.

A disnatremia, hipocalcemia e hipomagnese-mia estão entre os distúrbios mais prevalentes na UTI, e sua correção rápida e segura depende não apenas de monitorização laboratorial seriada, mas também da avaliação clínica contínua do paciente (CUNHA, 2024). A educação da equipe e o treinamento constante em emergências clínicas são determinantes para reduzir erros no manejo inicial, evitando iatrogenias que possam comprometer o prognóstico (LEE, 2010).

Dessa forma, compreender a complexidade dos distúrbios hidroeletrólíticos na UTI, desde seus mecanismos fisiopatológicos até sua condução clínica, é um passo essencial para otimizar a assistência, reduzir complicações e melhorar a sobrevida dos pacientes críticos. Uma estratégia de tratamento bem definida, baseada no reconhecimento precoce, na estratificação do tipo de distúrbio e na aplicação de estratégias terapêuticas graduais, é fundamental para o sucesso clínico.

MÉTODO

A presente revisão narrativa da literatura sobre manejo dos principais distúrbios hidroeletrólitos no CTI foi realizada em agosto de 2025, utilizando a base de dados Pubmed. As palavras-chave utilizadas foram “*Metabolic Acidosis*” OR “*Respiratory Acidosis*” OR “*Metabolic Alkalosis*” OR “*Respiratory Alkalosis*” OR “*Hyponatremia*” OR “*Hypernatremia*” OR “*Hypokalemia*” OR “*Hyperkalemia*” AND “*ICU*”, assim como seus respectivos correspondentes na língua portuguesa: “*Acidose Metabólica*” OR “*Acidose Respiratória*” OR “*Alcalose Metabólica*” OR “*Alcalose Respiratória*” OR “*Hiponatremia*” OR “*Hipernatremia*” OR “*Hipocalemia*” OR “*Hipercalemia*” AND “*CTI*” OR “*UTI*”, associados ao operador OR. Os critérios de inclusão foram artigos nos idiomas inglês e português, publicados nos últimos 23 anos, com preferência à análise das informações mais atualizadas, dos tipos “meta-análise”, “revisão”, “revisão sistemática” e “estudo retrospectivo”. Os critérios de exclusão foram artigos duplicados e que não atendiam aos critérios de inclusão. A partir dessas buscas, 10 artigos foram selecionados. Tal seleção foi submetida à leitura e análise minuciosa para a coleta de dados e posterior escrita desta revisão da literatura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Hiponatremia

A hiponatremia é a disnatremia mais comum em pacientes hospitalizados, especialmente em unidades de terapia intensiva, onde representa um desafio diagnóstico e terapêutico relevante. É definida como a concentração sérica de sódio inferior a 135 mEq/L e pode ser classificada em três categorias principais, de

acordo com o estado volêmico do paciente: hipovolêmica, euvolêmica e hipervolêmica (LEE *et al.*, 2010).

A hiponatremia hipovolêmica ocorre quando há perda simultânea de água e sódio, com predomínio da perda de sódio. Pode ser causada por perdas renais (uso de diuréticos, nefropatias perdedoras de sal, insuficiência adrenal) ou extrarrenais (vômitos, diarreia, queimaduras extensas, hemorragias) (CUNHA *et al.*, 2024). Já a forma euvolêmica, classicamente associada à síndrome da secreção inapropriada de ADH (SAIDH), caracteriza-se pela retenção desproporcional de água em relação ao sódio corporal, sem evidência clínica de sobrecarga volêmica. Outras causas incluem hipotireoidismo e insuficiência adrenal secundária (YAGI *et al.*, 2021). Por fim, a hiponatremia hipervolêmica é típica de doenças crônicas descompensadas, como insuficiência cardíaca, cirrose hepática e síndrome nefrótica, situações nas quais há excesso de água corporal total, mas com redução relativa da natremia devido à retenção hídrica (LEE *et al.*, 2010).

Do ponto de vista clínico, a gravidade da apresentação depende não apenas do valor absoluto do sódio, mas principalmente da velocidade de instalação do distúrbio. Quedas rápidas levam a manifestações neurológicas como cefaleia, náuseas, vômitos, letargia, confusão mental, convulsões e coma. Já quedas lentas, especialmente em hiponatremias crônicas, tendem a ser mais bem toleradas em razão da adaptação cerebral, podendo ser assintomáticas ou manifestar apenas sintomas inespecíficos como fadiga, alteração do humor e déficit de atenção (CUNHA *et al.*, 2024).

Nos pacientes críticos, a hiponatremia está frequentemente associada à resposta inflamatória sistêmica, sepse, uso de drogas vasoativas, além da administração excessiva de soluções hipotônicas. O edema cerebral é a complicação

mais temida, principalmente quando o sódio cai rapidamente para valores inferiores a 125 mEq/L, situação que configura emergência clínica e exige correção imediata com solução salina hipertônica a 3% (YAGI *et al.*, 2021).

O manejo terapêutico deve ser individualizado. O primeiro passo é a avaliação clínica cuidadosa do estado volêmico. Em casos sintomáticos graves, recomenda-se a infusão de salina hipertônica, com meta de elevar o sódio em até 6 mEq/L nas primeiras 6 horas, nunca ultrapassando 8–10 mEq/L em 24 horas, para reduzir o risco de síndrome de desmielinização osmótica (CUNHA *et al.*, 2024). Em hiponatremias crônicas ou assintomáticas, estratégias mais conservadoras, como restrição hídrica (geralmente <800–1.000 mL/dia), suspensão de fármacos causadores e monitorização laboratorial seriada, são suficientes em grande parte dos casos (YAGI *et al.*, 2021). O uso de antagonistas da vasopressina pode ser considerado em hiponatremias refratárias associadas à SIADH ou insuficiência cardíaca, mas seu emprego deve ser restrito a contextos específicos, uma vez que o custo é elevado e há risco de correção rápida demais. Em hiponatremias hipovolêmicas, a reposição com soluções salinas isotônicas é a conduta de escolha, visando restaurar o volume efetivo circulante e suprimir o estímulo de secreção de ADH (CUNHA *et al.*, 2024).

Hipernatremia

A hipernatremia é definida pela concentração sérica de sódio superior a 145 mEq/L e indica desidratação celular. É um distúrbio menos frequente do que a hiponatremia, mas com elevada mortalidade em pacientes críticos (CUNHA *et al.*, 2024). Sua fisiopatologia está relacionada ao desequilíbrio entre o conteúdo corporal de sódio e água, geralmente decorrente de perda de água livre ou, mais raramente, de ex-

cesso de sódio. A principal causa na prática clínica intensiva é a perda de água em proporção maior que a de sódio, situação observada em diarreias, vômitos, sudorese excessiva, queimaduras extensas, poliúria osmótica (diabetes mellitus descompensado) e no uso de diuréticos de alça.

Em pacientes neurológicos, a hipernatremia pode decorrer de diabetes insipidus central ou nefrogênico, em que há defeito na secreção ou na ação da vasopressina, resultando em incapacidade de concentrar a urina (YAGI *et al.*, 2021). Já as formas por excesso de sódio estão geralmente associadas a erros iatrogênicos, como administração de soluções hipertônicas, bicarbonato de sódio em grande quantidade ou nutrição parenteral inadequadamente balanceada (LEE *et al.*, 2010).

Do ponto de vista clínico, os sintomas refletem a desidratação cerebral. Nos casos leves, podem ocorrer irritabilidade, fraqueza, sede intensa e alterações cognitivas sutis. Em situações mais graves, surgem letargia, mioclonias, convulsões e coma. A gravidade depende tanto da magnitude do sódio quanto da velocidade de instalação: nas hipernatremias agudas (<48h), as manifestações neurológicas são mais exuberantes, enquanto nas crônicas o cérebro se adapta por meio da síntese de osmólitos intracelulares, reduzindo os sintomas iniciais, mas aumentando o risco de complicações na correção rápida (CUNHA *et al.*, 2024).

O tratamento tem como pilares: (1) estabilização hemodinâmica inicial, (2) cálculo e reposição do déficit de água livre, (3) correção da causa de base. Em hipernatremias hipovolêmicas com instabilidade, a reposição deve começar com solução salina isotônica (NaCl 0,9%), garantindo perfusão adequada antes da correção da osmolaridade (LEE *et al.*, 2010). Após estabilização, utiliza-se solução hipotônica, como soro glicosado a 5% ou NaCl 0,45%. O déficit

de água pode ser estimado pela fórmula: Água livre (L) = $TBW \times ((Na^+ \text{ atual} / 140) - 1)$ onde TBW (total *body water*) corresponde a aproximadamente $0,6 \times$ peso em homens e $0,5 \times$ peso em mulheres (YAGI *et al.*, 2021). A velocidade de correção deve respeitar o tempo de instalação do distúrbio. Em hipernatremia aguda, a redução pode ser mais rápida, visando queda de até 1–2 mEq/L/h até alívio dos sintomas. Já em hipernatremia crônica, a recomendação é reduzir em ≤ 10 mEq/L em 24 horas (ou 0,5 mEq/L/h), para evitar edema cerebral secundário ao influxo rápido de água para dentro das células (CUNHA *et al.*, 2024). Em pacientes com diabetes insipidus central, a administração de desmopressina é fundamental para restaurar a capacidade de concentração urinária. Já nos casos de diabetes insipidus nefrogênico, as medidas incluem correção de fatores desencadeantes (como uso de lítio) e estratégias dietéticas com redução de sódio e proteínas, associadas a tiazídicos em alguns casos (YAGI *et al.*, 2021).

Acidose Respiratória

A acidose respiratória é caracterizada por uma elevação primária da pressão parcial de dióxido de carbono arterial (PaCO₂) resultante da hipoventilação alveolar e promove a diminuição do pH sanguíneo. O distúrbio difere da hipercapnia secundária, que é uma compensação para a alcalose metabólica primária. A hipercapnia primária é caracterizada por níveis de PaCO₂ >45 mmHg na gasometria. No entanto, níveis baixos de PaCO₂ ainda podem indicar acidose respiratória se a VA não neutralizar efetivamente a acidose metabólica primária (PALMER & CLEGG, 2023).

As manifestações clínicas envolvem uma variedade de sintomas neurológicos, cuja gravidade depende da magnitude da hipercapnia e da rapidez de desenvolvimento. O grau de hipoxemia também influencia a apresentação clínica,

visto que todos os pacientes com hipercapnia apresentarão hipoxemia ao respirar ar ambiente (PALMER & CLEGG, 2023).

A causa mais comum de acidose metabólica no ambiente de tratamento intensivo é a doença pulmonar crônica subjacente, tratado usando ventilação mecânica não invasiva ou invasiva. Além disso, a hipercapnia permissiva é uma causa crescente de acidose respiratória em pacientes com lesão pulmonar aguda ou síndrome do desconforto respiratório agudo. No entanto, o uso da hipercapnia permissiva se tornou uma prática padrão em pacientes com lesão pulmonar aguda para reduzir o barotrauma. (ACHANTTI & SZERLIP, 2023)

A abordagem da acidose respiratória é dirigida à causa da hipoventilação alveolar, que pode envolver desobstrução das vias aéreas superiores e alívio do broncoespasmo do asmático. As consequências clínicas da acidose respiratória variam entre o estabelecimento rápido e gradual da retenção de CO₂, sendo a elevação gradual melhor adaptada pelos pacientes. A retenção de CO₂ pode causar confusão mental, tremor do tipo *flapping* e coma. O único sinal clínico fidedigno de hipercapnia é a demonstração de PCO₂ elevada no sangue (RIELLA, 2003).

O diagnóstico de acidose respiratória primária é feito com base na presença de acidemia e hipercapnia na gasometria arterial. A diferenciação entre hipercapnia aguda e crônica pode ser desafiadora e, por isso, uma história clínica detalhada, exame físico e determinação da etiologia subjacente são úteis para essa distinção (PALMER & CLEGG, 2023).

Acidose Metabólica

A acidose metabólica resulta de uma superprodução ou eliminação reduzida de ácido, ou de uma perda de base. Embora uma acidose metabólica simples reduza o pH, dependendo da presença de outros distúrbios ácido-básicos, o

pH pode estar normal ou até mesmo elevado. A acidose metabólica pode ser dividida entre ânion gap elevado ou ânion gap normal. Distinguir entre esses dois distúrbios é essencial para estabelecer a causa da acidose (ACHANTI & SZERLIP, 2023).

A acidose metabólica por ânion gap resulta de um acúmulo de ácidos orgânicos não medidos. Aumentos em ânion-gap >18 são clinicamente significativos, embora o ânion não medido nem sempre possa ser identificado. Quanto maior o ânion gap, maior a probabilidade de a causa ser determinada (ACHANTI & SZERLIP, 2023).

O princípio básico da acidose metabólica em pacientes críticos é tratar a causa subjacente. Bicarbonato de sódio pode ser administrado se houver preocupação com a supressão da função cardíaca que a acidose metabólica pode causar. Não há consenso claro sobre as indicações clínicas para terapia de substituição renal; no entanto, a acidose metabólica grave é uma indicação comumente aceita. As evidências sobre os efeitos bioquímicos do bicarbonato de sódio intravenoso na acidose metabólica aguda foram sistematicamente revisadas. O resumo de 12 estudos relevantes mostrou que o pH, o bicarbonato sérico, o excesso de base, o sódio sérico e a PaCO₂ aumentaram durante e após a administração intravenosa de bicarbonato de sódio. Em contraste, o ânion gap sérico e o potássio diminuíram. Alguma preocupação foi levantada sobre a acidose intracelular devido à retrodifusão de CO₂ e à diminuição do cálcio ionizado que pode prejudicar a contração cardíaca. No entanto, não houve evidências consistentes na revisão da literatura de que a administração de bicarbonato de sódio estivesse associada à diminuição do cálcio ionizado ou à diminuição do débito cardíaco (YAGI & FUJII, 2021).

O tratamento é dirigido à doença básica e, em algumas situações, à própria acidose metabólica. Na abordagem da acidemia leve ou moderada (pH >7,20), ou quando o processo subjacente possa ser rapidamente controlado, muitas vezes a administração de álcali não é necessária. Porém, em pacientes com acidose grave (pH <7,20), já existem depressão miocárdica e disfunções enzimáticas significativas, e a administração de bicarbonato de sódio pode ser benéfica. O volume aparente de distribuição de bicarbonato é uma estimativa da capacidade total de tamponamento do organismo, que inclui o bicarbonato do extracelular, proteínas intracelulares e carbonato dos ossos. Com bicarbonato normal ou pouco reduzido, o excesso de hidrogênio é tamponado proporcionalmente na água corporal total, e o volume aparente de bicarbonato é de 50% do peso do indivíduo. Este volume aparente de distribuição de bicarbonato aumenta na acidose metabólica grave, pois as células e os ossos passam a contribuir cada vez mais para o tamponamento, podendo chegar a 70% do peso corporal quando a concentração de bicarbonato cai abaixo de 10 mEq/litro; com bicarbonato menor que 5 mEq/litro, o volume aparente de distribuição pode ser de 100% (RIELLA, 2003).

Alcalose Metabólica

A alcalose metabólica é definida pela elevação primária da concentração de bicarbonato sérico e aumento do pH arterial. No contexto do CTI, esse distúrbio é frequentemente observado e pode estar associado a desfechos clínicos adversos, principalmente quando o pH arterial ultrapassa 7,55. As manifestações clínicas incluem confusão mental, fraqueza muscular, arritmias cardíacas e alterações neuromusculares, frequentemente agravadas por distúrbios eletrolíticos coexistentes, como hipocalcemia e hipocloremia (DO *et al.*, 2022).

A fisiopatologia da alcalose metabólica envolve duas fases principais: a de geração, com perda de ácido ou ganho de base, e a de manutenção, em que mecanismos renais falham em excretar o excesso de bicarbonato. As causas são classificadas com base no estado de volume extracelular do paciente.

Na alcalose com depleção de volume intravascular, as principais causas incluem: perdas gástricas de HCl, como em vômitos persistentes e aspiração nasogástrica; uso de diuréticos, especialmente os de alça e tiazídicos; síndromes genéticas como Bartter e Gitelman; fibrose cística; uso excessivo de laxantes e diarreia com perda de cloro e estados pós-hipercápnicos, como após correção ventilatória em pacientes com acidose respiratória crônica.

Já na alcalose com expansão de volume intravascular e depleção de potássio, incluem-se: hiperaldosteronismo primário, síndrome de Cushing, tumores secretores de renina, síndrome de *Liddle* e síndrome de excesso aparente de mineralocorticoides, como no uso de alcaçuz ou em mutações que afetam a 11 β -hidroxiesteroide desidrogenase.

O manejo da alcalose metabólica depende do reconhecimento da sua causa e do status de volume e eletrólitos do paciente. A administração de solução salina isotônica com cloreto de potássio é indicada nos casos cloro-sensíveis com hipovolemia, visando restaurar a perfusão renal, normalizar a excreção de bicarbonato e corrigir distúrbios eletrolíticos. Já em casos de alcalose cloro-resistente, especialmente os relacionados ao excesso de mineralocorticoides, o tratamento envolve o uso de antagonistas de receptores de aldosterona (como espironolactona) e controle da causa primária. A acetazolamida, um inibidor da anidrase carbônica, pode ser útil em pacientes refratários ou com sobrecarga de volume, promovendo perda renal de bicarbonato. Casos graves podem necessitar de diálise,

especialmente se houver comprometimento renal ou falha terapêutica (DO *et al.*, 2022).

Alcalose Respiratória

A alcalose respiratória é definida por uma elevação primária do pH arterial resultante da redução da pressão parcial de dióxido de carbono (PaCO₂) devido à hiperventilação alveolar. Trata-se do distúrbio ácido-base mais comum observado em pacientes hospitalizados, sendo altamente prevalente em contextos como sepse, insuficiência hepática e ventilação mecânica inadequada (PALMER & CLEGG, 2023).

As manifestações clínicas da alcalose respiratória variam de acordo com a gravidade e velocidade do distúrbio. Em casos agudos, a hipocapnia pode provocar vasoconstrição cerebral, resultando em sintomas como tontura, ansiedade, parestesias e confusão mental. Além disso, a hipocalcemia relativa causada pelo aumento da ligação do cálcio à albumina pode contribuir para sintomas neuromusculares, como espasmos e tetania.

A alcalose respiratória também pode comprometer a oxigenação tecidual, pois a elevação do pH aumenta a afinidade da hemoglobina pelo oxigênio, dificultando sua liberação nos tecidos periféricos. Em pacientes com insuficiência cardíaca ou outras doenças críticas, esse fenômeno pode agravar a hipóxia celular.

O manejo da alcalose respiratória é direcionado ao tratamento da causa subjacente da hiperventilação. Em pacientes críticos, é essencial revisar os parâmetros da ventilação mecânica para evitar hiperventilação iatrogênica. Na presença de condições como sepse, insuficiência hepática ou lesões do sistema nervoso central, o foco deve ser no controle adequado da doença de base. Em geral, não há indicação de tratamento direto da alcalose respiratória, exceto quando o pH elevado estiver associado a sintomas neurológicos importantes ou riscos

adicionais ao paciente (PALMER & CLEGG, 2023).

Hipercalemia

A hipercalemia é um distúrbio hidroeletrolítico prevalente nas UTIs, definido por níveis séricos de potássio superiores a 4,5 mEq/L (TONGYOO, 2018). Entre os fatores desencadeantes, pode-se ressaltar deficiência de insulina, acidose metabólica e uso de medicamentos bloqueadores beta-adrenérgicos, condições que aumentam a transferência de potássio do meio intracelular para o extracelular. Além disso, a eliminação renal de potássio pode ficar comprometida quando há redução da taxa de filtração glomerular, diminuição da oferta de sódio nos túbulos distais ou falha nos mecanismos de secreção de potássio. A combinação de ingestão excessiva de potássio pela alimentação e dificuldade de excreção renal pode causar aumento dos níveis desse íon no sangue (HOUGEN, 2021).

Os principais sinais e sintomas da hipercalemia estão relacionados a alterações nos sistemas neuromuscular e cardíaco, como: espasmos musculares, câibras, fraqueza, paralisia ascendente, alterações no ECG (por exemplo, ondas T altas e pontiagudas, intervalo PR prolongado, complexo QRS alargado e intervalo QT encurtado) e arritmias (KRAFT, 2005). Essas condições podem provocar parada cardíaca súbita e/ou falência respiratória (TONGYOO, 2018).

O tratamento da hipercalemia visa três objetivos maiores: antagonizar os efeitos cardiotoxicos do excesso de potássio, reverter os sintomas e normalizar os níveis séricos de potássio, evitando hipercorreção. A primeira medida consiste na suspensão imediata de todas as fontes exógenas de potássio, incluindo suplementos nutricionais, soluções intravenosas e medicamentos que possam agravar a hipercalemia,

como diuréticos poupadores de potássio, bloqueadores do sistema renina-angiotensina-alдостерона e anti-inflamatórios não esteroidais. Nos casos sintomáticos ou na presença de alterações eletrocardiográficas, a administração intravenosa de cálcio pode ser utilizada para prevenir arritmias, com efeito transitório de 30 a 60 minutos, decorrente da não eliminação do íon do organismo. Paralelamente a isso, devem ser instituídas medidas para a redistribuição intracelular do potássio, sendo a combinação de insulina regular com glicose a estratégia mais eficaz. Para além das medidas que visam a redistribuição do potássio, é essencial implementar estratégias que promovam sua eliminação corporal, como o uso de diuréticos de alça. Em casos graves, refratários às medidas clínicas, ou na vigência de insuficiência renal aguda ou crônica avançada, a terapia renal substitutiva, especialmente a hemodiálise, constitui a modalidade mais eficaz para remoção definitiva do excesso de potássio, embora seus efeitos possam levar algumas horas para se manifestarem plenamente. O monitoramento rigoroso e seriado dos níveis de potássio sérico, preferencialmente a cada 1 a 6 horas nos casos sintomáticos, é fundamental para guiar a terapêutica e evitar recorrências. A monitorização eletrocardiográfica contínua é igualmente crucial para detectar precocemente a progressão das alterações cardíacas. Em pacientes assintomáticos, a reavaliação periódica a cada 4 a 12 horas após as intervenções iniciais é recomendada até a normalização sustentada da calemia (KRAFT, 2005).

Hipocalemia

A hipocalemia, caracterizada por níveis séricos de potássio abaixo de 3,5 mEq/L, apresenta um espectro de manifestações clínicas que variam desde formas assintomáticas até complicações potencialmente fatais (KRAFT, 2005;

TONGYOO, 2018). Em casos leves, os pacientes frequentemente permanecem assintomáticos, mas, à medida que a depleção de potássio se agrava, surgem manifestações como: náuseas, vômitos, constipação intestinal e fraqueza muscular. Em situações mais graves, pode ocorrer rabdomiólise, paralisia flácida generalizada e insuficiência respiratória. No entanto, as manifestações cardiovasculares são as mais preocupantes e podem se revelar com alterações progressivas no ECG, como achatamento ou inversão de onda T, depressão do segmento ST até o aparecimento de ondas U proeminentes, condições que predisõem ao desenvolvimento de arritmias cardíacas graves, como taquicardia ventricular, fibrilação atrial e parada cardíaca. Logo, infere-se que a gravidade do quadro está diretamente relacionada à intensidade da depleção de potássio, que quando atinge níveis inferiores a 2,5 mEq/L associa-se a complicações fatais (KRAFT, 2005).

O manejo da hipocalemia baseia-se na resolução dos sintomas, normalização dos níveis séricos de potássio e prevenção da hipercalemia iatrogênica. A escolha de via de reposição - oral ou intravenosa - depende da gravidade do quadro clínico e das condições do paciente. Em casos leves a moderados (potássio entre 2,5-3,4 mEq/L) em pacientes estáveis, a suplementação oral é preferencial, utilizando principalmente cloreto de potássio em suas diversas apresentações (cápsulas, comprimidos de liberação prolongada ou solução oral). Nos casos graves (potássio <2,5 mEq/L), sintomáticos ou quando a via enteral não está disponível, opta-se pela reposição intravenosa, que exige cuidados especiais. A infusão deve ser lenta, com velocidade máxima de 10-20 mEq/hora em condições habituais, podendo chegar a 40 mEq/hora apenas em situações de emergência com monitorização cardíaca contínua. Recomenda-se acesso venoso central para concentrações acima de 80 mEq/L, diluindo sempre em solução salina para

evitar o deslocamento intracelular do potássio pela ação da insulina estimulada por soluções glicosadas. Pacientes com insuficiência renal exigem dose reduzida (50% da dose habitual) e monitorização mais frequente. O limite diário seguro situa-se entre 240-400 mEq, devendo-se reavaliar os níveis séricos após cada 60-80 mEq administrados. Em situações específicas, como acidose metabólica associada, podem ser utilizados sais alternativos (acetato ou bicarbonato de potássio), enquanto o fosfato de potássio está indicado na correção simultânea de hipofosfatemia. A abordagem terapêutica deve considerar sempre o contexto clínico global, incluindo comorbidades, medicamentos em uso e distúrbios hidroeletrólíticos associados, com ajustes frequentes baseados na resposta clínica e laboratorial. A monitorização seriada do potássio sérico e do ECG é fundamental para guiar a terapia e prevenir complicações, lembrando que a correção muito rápida pode ser tão perigosa quanto a própria hipocalemia (KRAFT, 2005).

CONCLUSÃO

Os distúrbios hidroeletrólíticos (DHE) apresentam alta prevalência e impacto clínico significativo no contexto de unidades de terapia intensiva (UTI), exigindo reconhecimento precoce e abordagem direcionada. Alcaloses e acidoses, bem como alterações nos níveis de sódio e potássio podem comprometer a função neurológica, cardiovascular e renal, influenciando diretamente no prognóstico do paciente crítico.

A correta identificação do tipo e da gravidade do distúrbio, aliada à compreensão de suas causas subjacentes, é fundamental para a escolha da conduta terapêutica mais adequada. A velocidade e a forma de correção são fatores decisivos, principalmente em quadros crônicos, nos quais intervenções inadequadas podem provocar complicações iatrogênicas graves.

Dessa forma, conclui-se que o monitoramento contínuo e a aplicação de protocolos bem estabelecidos favorecem a prevenção de complicações graves, como edema cerebral, arritmias e choque. Assim, a atuação integrada e

atualizada da equipe multiprofissional é essencial para garantir intervenções seguras, reduzir o tempo de internação e melhorar os desfechos clínicos em pacientes com distúrbios hidroeletrolíticos no CTI.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHANTI, A.; SZERLIP, H. M. Acid-base Disorders in the Critically Ill Patient. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, Washington, v. 18, n. 1, p. 102-112, 2023. DOI: <https://doi.org/10.2215/CJN.00000000>.

CUNHA, B. S. *et al.* Distúrbios hidroeletrólitos em terapia intensiva. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 2024.

DO, C.; VÁSQUEZ, P. C.; SOLEIMANI, M. Metabolic Alkalosis Pathogenesis, Diagnosis, and Treatment: Core Curriculum 2022. *American Journal of Kidney Diseases*, v. 80, n. 4, p. 536-551, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2021.12.016>.

HUSSAIN, A. *et al.* Dysnatremias in critical illness: epidemiology, pathophysiology, and management. *Annual Review of Medicine*, v. 75, p. 1-16, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-med-042921-021447>.

HOUGEN, I.; LEON, S. J.; WHITLOCK, R. *et al.* Hyperkalemia and its association with mortality, cardiovascular events, hospitalizations, and intensive care unit admissions in a population-based retrospective cohort. *Kidney International Reports*, v. 6, n. 5, p. 1309-1316, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ekir.2021.02.038>.

KRAFT, M. D.; BTAICHE, I. F.; SACKS, G. S. *et al.* Treatment of Electrolyte Disorders in Adult Patients in the Intensive Care Unit. *American Journal of Health-System Pharmacy*, v. 62, n. 16, p. 1663-1682, 2005. DOI: <https://doi.org/10.2146/ajhp040300>.

LEE, J. H. *et al.* Manual de emergências clínicas. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

PALMER, B. F.; CLEGG, D. J. Respiratory Acidosis and Respiratory Alkalosis: Core Curriculum 2023. *American Journal of Kidney Diseases*, Philadelphia, v. 82, n. 3, p. 347-359, 2023.

RIELLA, M. C. Princípios de nefrologia e distúrbios hidroeletrólitos. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

TONGYOO, S.; VIARASILPA, T.; PERMPIKUL, C. Serum Potassium Levels and Outcomes in Critically Ill Patients in the Medical Intensive Care Unit. *Journal of International Medical Research*, v. 46, n. 3, p. 1254-1262, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1177/0300060517744427>.

VERMEULEN, E. *et al.* Dysnatremia in the ICU: epidemiology, outcomes, and therapeutic strategies. *Critical Care*, v. 26, n. 1, p. 1-11, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13054-021-03677-9>.

YAGI, K.; FUJII, T. Management of acute metabolic acidosis in the ICU: sodium bicarbonate and renal replacement therapy. *Critical Care*, London, v. 25, n. 1, p. 314, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13054-021-03705-y>.

YAGI, T.; FUJII, M. *et al.* Nefrologia e distúrbios metabólicos. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2021.

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 4

RECONSTRUÇÃO DE MANDÍBULA EM TRAUMA GRAVE

EDUARDA PITAMIGLIO¹
ENZO HAESER RAMIREZ¹
GUILHERME CABELLEIRA MAZZUCCO¹
ISABELA MALMACEDE DE MORAES¹
JAYNE RAMOS¹
KERELIN NEVES DOS REZES¹
MARCO OCTÁVIO ANDRETTA SOARES¹

MATHEUS VINICIUS HENRIQUE¹
NATÁLIA DE WALLAU¹
PEDRO GUILHERME NASCIMENTO TETE-
RICZ PROPODOLSKI¹
RODRIGO SCHILD REUSCH¹
VICTÓRIA CONSTANCE DA FONSECA
SCHEFFEL¹
THOMAS JUCÁ LINDNER¹

¹Discente - Medicina da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

Palavras-chave: Cirurgia; Amputação; Trauma.

DOI

10.59290/9500295025

P EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

A mandíbula, elemento crucial para a mastigação, fala e harmonia facial, sofre comprometimento severo em cenários de trauma, resultando em defeitos complexos que exigem reconstrução desafiadora. Historicamente, a transferência de tecido livre microvascularizado tem sido o padrão, mas as "altas taxas de complicação e estadias hospitalares prolongadas" a ela associadas impulsionam uma busca constante por alternativas. Esse capítulo explora como os avanços em enxertia autóloga, biomateriais inovadores e tecnologias digitais estão redefinindo as estratégias reconstrutivas e reabilitadoras para pacientes com trauma mandibular.

MÉTODO

Para o desenvolvimento do capítulo e compreensão do tema na atualidade, foi realizada uma revisão de literatura através do banco de dados PubMed, por meio dos termos "*Mandible reconstruction*" pesquisado no título e resumo, coordenado com o operador booleano AND à "trauma", também pesquisado no título e no resumo. Ademais, foram adicionados filtros buscando publicações nos últimos 15 anos a fim de encontrar atualizações no assunto. Além disso, os documentos deviam estar integralmente disponíveis e a tipologia procurada foi relatos de caso. Outrossim, é importante destacar que não houve restrição quanto ao idioma de publicação. Após essa seleção, foram encontrados 4 artigos que foram revisados na íntegra. Ainda, além disso, para a construção do capítulo, foi necessário comparar os documentos resultantes da busca com a literatura já consolidada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Incidência de reconstrução de Mandíbula

A reconstrução da mandíbula encontra espaço nos tratamentos cirúrgicos de três origens patológicas mais prevalentes: trauma mecânico propriamente dito, neoplasias e infecções. Embora procedimentos estéticos ou reparadores de malformações possam se beneficiar das técnicas aqui discutidas, a fisiopatogenia não engloba alterações patológicas adquiridas ou traumas físicos, químicos ou biológicos, e, portanto, não serão o enfoque.

Os acidentes de trânsito, globalmente, são os maiores responsáveis pelos traumatismos e fraturas, especialmente em homens. Destes traumas, aproximadamente 30 a 40% envolvem o esplanocrânio (MÉLEGA, 1992). No Brasil, os acidentes de trânsito são os maiores responsáveis por traumatismos faciais em até 40% dos pacientes vítimas de traumatismo (MÉLEGA, 1992). Estudos apontam que até 60% das fraturas de face aptas a serem submetidas a procedimentos cirúrgicos aconteceram em virtude de acidentes automobilísticos entre os adultos, enquanto a queda é a principal causa de fraturas de ossos da face em crianças (FREIRE, 2001). Os traumas mecânicos que atingem a mandíbula normalmente impactam de modo frontal a região anterior. Pela alta resistência óssea dessa região, a onda de choque migra para áreas mais frágeis, tais como a região condilar e o ângulo da mandíbula, causando a fratura nestas áreas. Quando o traumatismo incide lateralmente na mandíbula, os locais mais frequentes de fratura passam a se localizar no corpo da mandíbula (FREIRE, 2001). Portanto, os acidentes de trânsito

Diferente do trauma mecânico, as neoplasias causam a instabilidade dos tecidos acometidos e, mediante invasão, substituem o tecido original pelo geneticamente alterado. De modo

geral, em razão da proximidade anatômica, os tumores que mais frequentemente acometem a mandíbula são neoplasias de glândulas salivares e de cavidade oral. Enquanto os tumores benignos das glândulas salivares tanto maiores quanto menores exigem tratamento cirúrgico, exigindo do cirurgião a realização de excisões de ampliação de margens, a exemplo das mandibulectomias seccionais; no caso dos tumores malignos das glândulas salivares, incluindo o carcinoma de células escamosas, carcinoma adenoide de cisto, mucoepidermoide, de células acinares, e adenocarcinomas, a mandíbula recorrentemente é acometida (MÉLEGA, 1992). Sempre que porção da mandíbula estiver na margem da lesão, o protocolo cirúrgico é a excisão de margens de segurança, e nos casos de infiltração óssea, a abordagem radical é mais recomendada (MÉLEGA, 1992), a exemplo do que ocorre nas infiltrações de lesões oriundas das glândulas parótidas e submandibulares, as quais requerem mandibulectomia segmental (DEVITA, 2015).

Os tumores malignos da cavidade oral merecem atenção por constituírem cerca de 70% dos casos de câncer de cabeça e pescoço, com incidência maior em homens, em proporção de quatro homens a cada mulher diagnosticada (DEVITA, 2015). Mais de 90% das lesões são do tipo carcinoma espinocelular, cuja sensibilidade à radiação favorece em muitos dos casos o tratamento radioterápico (DEVITA, 2015). Ainda assim, estudos apontaram que as lesões por carcinoma espinocelular invasoras de tecido ósseo, como a mandíbula, são radiorresistentes e exigem tratamento cirúrgico (MÉLEGA, 1992). Portanto, sempre que as lesões neoplásicas acometerem o periósteo mandibular, haverá indicação para excisão cirúrgica do bordo da mandíbula, e as lesões que invadirem o osso exigem a mandibulectomia segmentar (DEVITA, 2015).

Em alguns casos, geralmente em pacientes graves, debilitados, idosos ou imunocomprometidos, infecções de origem odontogênica, abscessos tonsilares, salivares ou do trato respiratório superior, alcançam tecidos cervicais profundos. A infecção composta por poli microbiota bacteriana, entre elas, anaeróbias, espécies de *Staphylococcus* e de *Streptococcus* atravessa fâscias e tecidos musculares da anatomia cervical, e colonizam estruturas adjacentes, entre elas o osso hioide e a mandíbula, cujas complicações nestes sítios são a osteomielite, capaz de necrosar o tecido ósseo (DOHERTY, 2015), o que requererá reconstrução futura.

Anatomia Relacionada ao Trauma Mandibular

A mandíbula, de fato, pode ser considerada uma das estruturas do nosso organismo de maior complexidade. Uma mera formação óssea laminar (ou cortical), ímpar, plana e irregular do viscerocrânio, carrega o fardo de ser um dos pilares para a convivência social e ingestão de nutrientes essenciais para a sobrevivência do organismo, através de seus processos alveolares que servem como ponto de fixação para os dentes. Com um corpo e dois ramos que se ligam a fossa mandibular (acidente ósseo da porção esca-mosa do osso temporal) formando a articulação temporomandibular - sendo essa uma diartrose do tipo elipsoide e por isso, biaxial - a mandíbula é capaz de efetuar tanto a digestão mecânica de alimentos, quanto os movimentos coordenados da fala e mímica facial.

Observando a face interna dessa estrutura, mais precisamente na região do ramo da mandíbula, nota-se uma vital combinação de estruturas que descendem até a sua entrada no forame da mandíbula. Sendo elas a artéria alveolar inferior (ramo da artéria maxilar) que fornece ramos, como as artérias mentual e incisiva, para irrigar os dentes e tecidos moles do mento; também, tem-se o nervo alveolar inferior (ramo do

nervo mandibular que, por sua vez, é o terceiro ramo do nervo trigêmeo), responsável por realizar a inervação sensorial da bochecha, lábios, queixo, dentes e gengiva. Além disso, também há estruturas próximas a mandíbula como as glândulas salivares submandibulares e sublinguais (essenciais para o início da digestão); além dos linfonodos submandibulares, submentonianos e tonsilares. Como importante componente para o processo de digestão mecânica, tem-se o músculo pterigoideo médio, que tem como ponto de inserção o ângulo da mandíbula.

Ainda, na face externa da mandíbula, como um ramo da carótida externa, tem-se a artéria facial, que percorre com uma trajetória em sentido ântero superior, anterior a zona de transição entre o corpo e ramo da mandíbula e apresenta diversos ramos. Como um marco anatômico dessa região, nota-se a presença do músculo masseter; um potente músculo da mastigação que tem o ângulo da mandíbula e toda a superfície lateral do ramo da mandíbula como ponto de inserção.

Com isso, delimita-se toda a sintopia em relação a essa importante formação óssea que é a mandíbula; toda essa confluência de estruturas relacionadas é de vital importância do profissional de saúde ter o conhecimento, a fim de se evitar complicações em intervenções cirúrgicas.

Exames de Imagem

No contexto do trauma mandibular, a avaliação por exames de imagem é essencial em todas as etapas do manejo clínico e cirúrgico: desde o diagnóstico inicial, passando pelo planejamento reconstrutivo, até o acompanhamento pós-operatório. A precisão diagnóstica e a qualidade da reconstrução dependem diretamente da capacidade de identificar com exatidão a extensão das fraturas, o comprometimento de estruturas adjacentes e o posicionamento dos fragmentos ósseos. Assim, a escolha ade-

quada do exame influencia não apenas o resultado funcional e estético, mas também o tempo cirúrgico e o prognóstico do paciente.

A radiografia panorâmica, a tomografia computadorizada (TC), a tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) e as reconstruções tridimensionais derivadas dessas modalidades constituem os principais métodos empregados. Cada uma oferece vantagens específicas conforme a complexidade da lesão e a fase do tratamento, e frequentemente são utilizadas de forma complementar.

Radiografia Panorâmica

A radiografia panorâmica é geralmente o primeiro exame solicitado em casos de trauma mandibular. Ela fornece uma visão ampla das estruturas maxilomandibulares, permitindo identificar fraturas lineares, deslocamentos ósseos e comprometimento dentário de forma rápida e com baixo custo. Essa modalidade é amplamente disponível e apresenta uma dose de radiação relativamente baixa, o que a torna ideal para avaliação inicial (KONSTANTINOVIĆ *et al.*, 2013).

Contudo, por se tratar de uma imagem bidimensional, há limitação significativa na avaliação de fraturas complexas, especialmente em regiões sobrepostas, como o côndilo e o ângulo mandibular. A sobreposição de estruturas pode mascarar fraturas finas e dificultar a avaliação do grau de desvio dos fragmentos. Por isso, a radiografia panorâmica deve ser considerada uma ferramenta de triagem, sendo quase sempre complementada pela tomografia (KONSTANTINOVIĆ *et al.*, 2013).

Tomografia Computadorizada e Tomografia de Feixe Cônico (CBCT)

A tomografia computadorizada (TC) é considerada o padrão-ouro para avaliação de fraturas mandibulares. Ela permite a análise detalhada do traço de fratura, o grau de desvio, a cominuição óssea e a relação entre fragmentos.

Além disso, a TC possibilita reconstruções multiplanares e tridimensionais, que oferecem uma compreensão espacial da lesão, fundamental para o planejamento reconstrutivo (LOURO *et al.*, 2024).

A TC de feixe cônico (CBCT) tem se tornado cada vez mais popular, principalmente por apresentar uma dose de radiação menor e excelente resolução para estruturas ósseas finas. Essa modalidade é particularmente útil para a avaliação dos processos alveolares e das fraturas dentárias associadas, embora apresente um campo de visão mais limitado em relação à TC médica (DESAI *et al.*, 2013).

No trauma mandibular, ambas as modalidades permitem o delineamento preciso do defeito ósseo e a criação de modelos digitais tridimensionais que auxiliam no planejamento pré-operatório. A avaliação pós-operatória por TC ou CBCT é igualmente importante, possibilitando verificar o alinhamento dos fragmentos, a integração dos enxertos e o posicionamento dos implantes (KONSTANTINOVIĆ *et al.*, 2013).

Planejamento virtual e impressão Tridimensional

Os avanços na integração entre imagem e tecnologia digital transformaram o planejamento reconstrutivo da mandíbula traumatizada. A partir dos dados obtidos por TC ou CBCT, softwares de segmentação permitem gerar reconstruções tridimensionais precisas da anatomia do paciente. Esses modelos podem ser usados para simulação cirúrgica, confecção de guias de corte personalizados e moldagem prévia de placas de reconstrução (LOURO *et al.*, 2024).

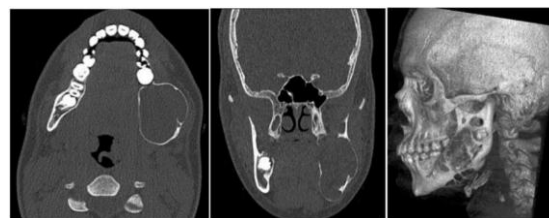
A prototipagem tridimensional também tem sido incorporada em ambientes hospitalares para planejamento de casos complexos. Gleissner *et al.* (2021) descreveram a introdução de um fluxo de trabalho de impressão 3D em um hospital municipal alemão, demonstrando que

essa prática reduz o tempo intraoperatório e melhora a precisão das reconstruções. Além disso, o uso de biomodelos físicos permite ao cirurgião ensaiar osteotomias e ajustar placas fora do campo operatório, diminuindo riscos e tempo de anestesia.

Apesar dos benefícios, a impressão tridimensional ainda enfrenta desafios relacionados ao custo, à necessidade de softwares específicos e à disponibilidade de profissionais treinados. Em alguns casos, também há limitações quanto à esterilização e à padronização legal dos modelos impressos, aspectos destacados por Gleissner *et al.* (2021).

É possível ver a aplicação dos exames de imagem e do modelo tridimensional no planejamento reconstrutivo de traumas mandibulares abaixo (**Figura 4.1** e **Figura 4.2**).

Figura 4.1 Tomografia computadorizada pré-operatória (CBCT/TC) do caso clínico, com cortes axiais/coronais e reconstrução 3D que evidenciam a extensão do defeito mandibular, a relação com os dentes remanescentes e os parâmetros anatômicos utilizados para o planejamento virtual do enxerto e do posicionamento dos implantes



Fonte: LOURO *et al.*, 2024

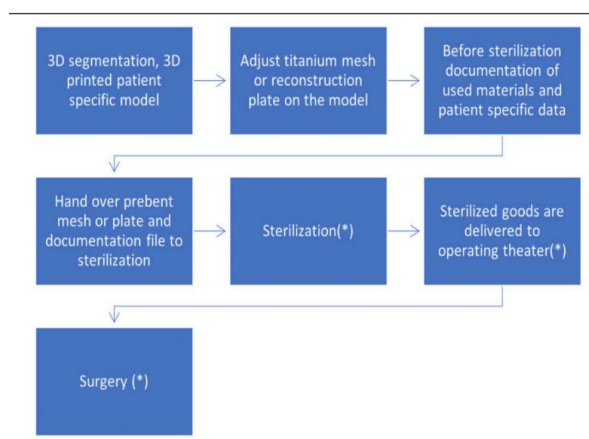
Figura 4.2 Modelo tridimensional da mandíbula impresso em 3D utilizado para planejamento reconstrutivo e adaptação prévia de placas de titânio



Fonte: LOURO *et al.*, 2024

O fluxograma abaixo (**Fluxograma 4.1**), demonstra o fluxo hospitalar usando a modelagem com impressão 3D aplicada à reconstrução mandibular.

Fluxograma 4.1 Fluxo hospitalar de impressão 3D aplicado à reconstrução mandibular, ilustrando o processo de segmentação digital, modelagem e prototipagem



Fonte: GLEISSNER *et al.*, 2021

Aplicações dos Exames de Imagem no Trauma Mandibular

A aplicação dos exames de imagem em trauma mandibular vai além do diagnóstico. No pré-operatório, a combinação de panorâmica e TC/CBCT permite definir a extensão da fratura, identificar fragmentos ósseos isolados e planejar o tipo de reconstrução. Em traumas extensos, o uso de reconstruções 3D e guias personalizados permite restabelecer com maior precisão a anatomia mandibular e a oclusão dentária (LOURO *et al.*, 2024).

Durante o acompanhamento pós-operatório, os exames radiográficos e tomográficos são fundamentais para avaliar o processo de consolidação óssea, a estabilidade das fixações e a possível ocorrência de complicações, como pseudoartrose ou reabsorção do enxerto. Konstantinović *et al.* (2013) relataram o uso de ortopantomografias seriadas e tomografias de controle para confirmar a integração dos implantes e o sucesso da reconstrução.

Síntese dos Métodos

Cada modalidade de imagem exerce um papel complementar no manejo do trauma mandibular. A radiografia panorâmica é útil como exame inicial, permitindo triagem rápida e avaliação geral das fraturas. A tomografia computadorizada, por sua vez, é indispensável para casos complexos, oferecendo visualização tridimensional e auxiliando no planejamento cirúrgico. O CBCT se destaca por sua alta resolução e menor dose de radiação, sendo ideal para avaliações de precisão óssea. Finalmente, o planejamento virtual e a impressão 3D representam a integração máxima entre diagnóstico por imagem e tecnologia, otimizando resultados funcionais e estéticos.

Em síntese, a combinação dessas ferramentas diagnósticas constitui um alicerce essencial para o tratamento reconstrutivo da mandíbula traumatizada, permitindo abordagens cada vez mais seguras, personalizadas e previsíveis (DESAI *et al.*, 2013; KONSTANTINOVIĆ *et al.*, 2013; GLEISSNER *et al.*, 2021; LOURO *et al.*, 2024).

Técnica Padrão-ouro

A enxertia autógena vascularizada é considerada a técnica padrão para a reconstrução mandibular, sobretudo em casos de grandes defeitos. Essa abordagem utiliza segmentos ósseos do próprio paciente, como fíbula, crista ilíaca ou escápula, que apresentam propriedades de osteogênese, osteocondução e osteoindução superiores às de enxertos alógenos, além de excelente biocompatibilidade. O diferencial fundamental é o suprimento sanguíneo próprio, que confere maior taxa de integração e menor risco de reabsorção, garantindo resultados mais previsíveis.

O uso da crista ilíaca apresenta vantagens específicas, como o acompanhamento natural do contorno mandibular e a disponibilidade de

volume adequado para a instalação de implantes. Além disso, as complicações relacionadas ao sítio doador tendem a ser pouco frequentes quando a técnica é realizada adequadamente.

Um exemplo de aplicabilidade é descrito no artigo “*Possibilities of reconstruction and implant-prosthetic rehabilitation following mandible resection*”, no qual uma ressecção segmentar de 8 cm foi reconstruída imediatamente com enxerto ilíaco livre associado a placa de fixação. Observou-se integração quase completa do enxerto, com apenas 20% de reabsorção em 10 meses, o que possibilitou reabilitação definitiva com implantes basais planejados em bio-modelo. Esses implantes, ao permitir bicorticalização na região basal, que é mais resistente à reabsorção, e carga precoce, encurtaram o tempo total de reabilitação em um cenário de reabsorção óssea significativa e rebordo limitado.

Apesar dos resultados consistentes, essa técnica não está isenta de limitações. Entre elas, destacam-se o tempo cirúrgico prolongado, o risco de reabsorção parcial do enxerto, a morbidade no sítio doador e a exigência de uma equipe especializada com infraestrutura adequada, sobretudo quando envolve procedimentos microcirúrgicos.

Assim, embora seja o padrão de referência para reconstrução mandibular, a enxertia autógena vascularizada apresenta desafios que justificam a busca por alternativas menos invasivas, como biomateriais osteoindutores e fluxos digitais, os quais visam reduzir morbidade e otimizar o tempo cirúrgico, sem comprometer a previsibilidade funcional e estética.

Técnicas Novas Relatadas

As técnicas apresentadas nos artigos de base da busca representam avanços significativos na reconstrução mandibular, cada uma com fundamentos e aplicações distintas.

A primeira é a regeneração óssea induzida por proteína morfogenética óssea recombinante humana 2 (rhBMP-2), aplicada em um scaffold (andaime biocompatível, como β -fosfato tricálcico ou enxerto alógeno) que serve de matriz para a formação de novo osso. Essa abordagem permite reparar defeitos segmentares sem a necessidade de retalho microcirúrgico, pois o scaffold é gradualmente substituído por osso autógeno. Sua principal vantagem é evitar a morbidade da área doadora e reduzir o tempo cirúrgico, mas apresenta limitações como alto custo, risco de infecção e necessidade de casos bem selecionados.

A segunda técnica é a impressão 3D interna ao hospital, que possibilita criar modelos anatômicos e guias cirúrgicos personalizados a partir de tomografias. Essa prática permite pré-moldar placas e reduzir o tempo operatório, com custo unitário baixo, porém exige equipe treinada, softwares adequados e conformidade com normas legais e de biossegurança. Já a reconstrução com enxerto autólogo e implantes basais combina enxerto de osso ilíaco com implantes de carga precoce, oferecendo reabilitação rápida, mas com risco de reabsorção do enxerto e morbidade do sítio doador. Por fim, o planejamento digital com implantes de titânio produzidos por manufatura aditiva (impressão 3D metálica) integra o design virtual e a fabricação personalizada de implantes, proporcionando adaptação anatômica exata, melhor osseointegração e menor tempo cirúrgico, embora dependa de tecnologia avançada, alto custo e dados de longo prazo ainda limitados.

Diretrizes e Realidade da Reconstrução Mandibular no Brasil

No Brasil, não existe hoje uma diretriz nacional única e amplamente divulgada que padronize todas as condutas de reconstrução mandibular especificamente em contexto de trauma (ou seja: indicação precisa de técnica, tempo

ideal para reconstrução, algoritmo único de escolha entre enxertos e retalhos microcirúrgicos, ou tabela de encaminhamento unificada para todo o SUS). Há, porém, iniciativas normativas e protocolos que tangenciam o tema: por exemplo, Portarias e Protocolos do Ministério da Saúde voltados para procedimentos de alta complexidade na região crânio-maxilo-facial, como a Portaria Conjunta SAES/SECTICS nº 26/2023, que aprova um protocolo para uso de distrator osteogênico mandibular, documento importante porque mostra que o SUS pode regulamentar tecnologias e procedimentos na área, ainda que esse protocolo seja específico para o uso de distratores e não cubra de forma abrangente toda a reconstrução mandibular pós-trauma.

Além das normas ministeriais mais gerais, existem protocolos locais e institucionais desenvolvidos por centros de referência e serviços universitários, que organizam o atendimento ao trauma maxilofacial conforme a experiência e a infraestrutura de cada serviço. Esses protocolos regionais costumam contemplar triagem inicial, estabilização, indicação de tratamento cirúrgico, técnicas preferenciais do serviço e rotinas de acompanhamento, mas, por serem locais, não garantem padronização nacional.

CONCLUSÃO

Portanto, percebe-se que embora a estrutura global afetada seja a mesma, as reconstruções de originadas por trauma mecânico propriamente dito, neoplasias e infecções apresentam desafios e especificidades diferentes. Sendo assim, suas peculiaridades devem permanecer sendo consideradas durante o manejo dos pacientes. Entretanto, isso não significa que as intervenções não possam ser similares e principalmente, que deve-se considerar aquilo que já foi testado e descrito nas diversas situações.

Destaca-se ainda a relevância da escolha adequada dos exames de imagens para avaliação inicial e também para o acompanhamento pós-operatório e da cicatrização, consolidação e análise da funcionalidade dos pacientes.

Além disso, nota-se que falta de uma diretriz especificamente para reconstrução mandibular pós-trauma implica algumas consequências previsíveis como a variação na indicação e no momento cirúrgico entre serviços, o uso heterogêneo de técnicas, e a desigualdade no acesso a tecnologias que melhoram precisão e resultados estéticos/funcionais. Essas diferenças podem levar a escalonamento de sequelas e a maior necessidade de procedimentos secundários em centros que não realizaram reconstrução definitiva na fase inicial. A literatura e relatórios institucionais brasileiros apontam para essa heterogeneidade e para a dependência de protocolos locais e da capacidade regional do SUS.

Em suma, o Brasil dispõe de normativas e programas que viabilizam procedimentos de alta complexidade na área crânio-maxilo-facial pelo SUS, e existem protocolos locais e relatos que demonstram o uso de técnicas avançadas para reconstrução mandibular. Contudo, não há hoje uma diretriz nacional única e padronizada que cubra de forma abrangente a reconstrução mandibular em trauma (o que contribui para variações de prática e desigualdade de acesso). Esse cenário torna urgente a consolidação de consensos nacionais e a articulação de redes regionais de referência para garantir equidade e qualidade na reconstrução mandibular pós-trauma no Brasil.

Assim, ressalta-se a necessidade de mais estudos acerca do tema para o melhoramento dos protocolos de avaliação, do manejo e das condutas pós-operatórias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOYANS, V. *et al.* ESC Guidelines on the Diagnosis and Treatment of Peripheral Arterial Diseases (with ESVS). *European Heart Journal*, v. 39, p. 763 - 816, 2018. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx095.

DESAI, S. C.; SCLAROFF, A.; NUSSENBAUM, B. Use of Recombinant Human Bone Morphogenetic Protein 2 for Mandible Reconstruction. *JAMA Facial Plastic Surgery*, v. 15, p. 204 - 209, 2013. DOI: 10.1001/jamafacial.2013.650.

DEVITA, V. T.; LAWRENCE, T. S.; ROSEMBERG, S. A. DeVita, Hellman and Rosenberg's Cancer: Principles & Practice of Oncology. 10. ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health, 2015.

DOHERTY, G. M. Current Diagnosis & Treatment: Surgery. 14. ed. New York: McGraw-Hill Education, 2015.

FREIRE, E. Trauma: A Doença dos Séculos. São Paulo: Editora Atheneu, 2001.

GLEISSNER, H.; CASTRILLON-OBERNDORFER, G.; GEHRLICH, S. T. Introduction of 3D Printing in a German Municipal Hospital – Practice Guide for Cranio-Maxillofacial Surgery. *Craniomaxillofacial Trauma and Reconstruction*, v. 15, p. 369-378, 2022. DOI: 10.1177/19433875211050721.

KONSTANTINOVIC, V. S.; TODOROVIC, V. S.; LAZIC, V. M. Possibilities of Reconstruction and Implant-Prosthetic Rehabilitation Following Mandible Resection. *Vojnosanitetski Pregled*, v. 70, p. 80-85, 2013. DOI: 10.2298/VSP1301080K.

LOURO, R. S.; MORASCHINI, V.; MELHEM-ELIAS, F. *et al.* Digital Implant-Supported Restoration Planning Placed in Autologous Graft Using Titanium Implants Produced by Additive Manufacturing. *Dentistry Journal*, v. 12, p. 192, 2024. DOI: 10.3390/dj12070192.

MÉLEGA, J. M.; ZANINI, S. A.; PSILLAKIS, J. M. Cirurgia Plástica Reparadora e Estética. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Médica e Científica, 1992.

NETTER, F. H. Atlas de Anatomia Humana. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 5

DESAFIOS CIRÚRGICOS NA AMPUTAÇÃO TRAUMÁTICA

ALINE OLIVEIRA DOS SANTOS MENESES¹
AUGUSTO VON MUHLEN JORGE¹
GABRIELLA BRIGOLINI PANIZZON¹
GABRIELA DE ARAUJO RODRIGUES¹
EDUARDA DE SOUZA PITAMIGLIO¹
JAYNE RAMOS¹
KERELIN NEVES DOS REZES¹
MARIANA GASPERIN DI DOMENICO¹

MARINA STÜKER FRANCISCO¹
MATHEUS VINICIUS HENRIQUE¹
NATÁLIA DE WALLAU¹
PEDRO GUILHERME NASCIMENTO TETERICZ
PROPODOLSKI¹
VICTÓRIA CONSTANCE DA FONSECA SCHEFFEL¹

¹Discente - Medicina da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

Palavras-chave: Cirurgia; Amputação; Trauma.

DOI

10.59290/9902501825

P EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

A amputação traumática é um dos maiores desafios cirúrgicos, resultante de acidentes de alta energia que comprometem ossos, tecidos moles, vasos e nervos, com elevada morbimortalidade. A decisão entre salvar ou amputar o membro exige avaliação criteriosa baseada no ATLS, escores de gravidade e julgamento multidisciplinar. Apesar de avanços em microcirurgia e uso de shunts intravasculares temporários (TIVS), não há consenso absoluto sobre a conduta ideal. Além do intraoperatório, outros desafios podem marcar o período subsequente, como dor, infecção e re-hospitalizações. Ainda, destacam-se novas tecnologias, como a impressão 3D, com a finalidade de otimizar reabilitação e qualidade de vida dos pacientes.

MÉTODO

Para o desenvolvimento do capítulo e compreensão do tema na atualidade, foi realizada uma revisão de literatura através do banco de dados PubMed, por meio dos termos “*surgery*”, pesquisado no título e resumo, coordenado com o operador booleano *AND* à “*Amputation Stumps [Mesh]*” *OR* “*Amputation*”, também pesquisado no título e no resumo. Foram adicionados filtros buscando publicações nos últimos 5 anos a fim de encontrar atualizações no assunto. Além disso, os documentos deviam estar integralmente disponíveis e as tipologias procuradas foram a revisão de escopo, revisão e revisão sistemática. Não houve restrição quanto ao idioma da busca. Após essa seleção, foram encontrados 26 artigos preenchendo esses critérios, dos quais os 4 mais recentes foram revisados na íntegra. Para a construção do capítulo, os documentos resultantes da busca foram comparados com a literatura consolidada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Incidência e Principais Causas de Amputação no Brasil

As amputações traumáticas estão entre as consequências mais duras do trauma. Diferentemente das amputações vasculares, comuns em idosos e em pacientes com doenças crônicas, elas atingem sobretudo jovens em idade produtiva e, por isso, carregam um peso social e psicológico ainda maior. Nesse sentido, não se trata apenas de um desafio médico, mas de um problema de saúde pública, intimamente ligado a acidentes de trânsito, de trabalho e também à violência urbana, todos eles muito presentes no Brasil contemporâneo.

Para compreender o quadro geral das causas de amputações, entre 2008 e 2020, um levantamento sobre membros inferiores encontrou mais de 630 mil procedimentos no SUS, a maioria associada a diabetes e doenças vasculares (MOREIRA *et al.*, 2023). Esses totais misturam situações muito diferentes: desde amputações menores em contextos traumáticos até grandes cirurgias decorrentes de complicações do diabetes.

Já no cenário do trauma, segundo os registros do Sistema de Informações Hospitalares do SUS (DATASUS), entre 2008 e 2023 ocorreram aproximadamente 202 mil amputações de causa traumática no Brasil, o que corresponde a uma média de 12 mil casos por ano (CARNEIRO *et al.*, 2024). Esse número não variou muito ao longo dos anos e continua sendo preocupante. A maioria dos pacientes são homens jovens, e o predomínio de amputações em dedos e mãos chama atenção para a ligação direta com acidentes domésticos e laborais.

A distribuição regional também ajuda a entender o problema. No Nordeste e em parte do Sudeste, a frota elevada de motocicletas contribui para taxas desproporcionais. No interior do

Sul e do Centro-Oeste, prevalecem os acidentes com maquinário agrícola que se destacam (SILVA *et al.*, 2019). Já nos grandes centros urbanos, a violência armada figura como causa importante. Não há, portanto, um único retrato da amputação traumática no Brasil, mas diferentes realidades que se somam em torno do mesmo desafio.

Parâmetros de Avaliação no Trauma com Risco de Amputação

A decisão entre salvar ou amputar um membro gravemente traumatizado é um dos dilemas mais desafiadores na cirurgia de trauma. Com o avanço das técnicas de fixação e microcirurgia reconstrutiva, a amputação, que antes era a única opção em muitos casos, se tornou uma alternativa a ser comparada à reconstrução. Para auxiliar nessa escolha, vários sistemas de pontuação foram desenvolvidos, incluindo o “*Mangled Extremity Severity Score*” (MESS), e o “*Limb Salvage Index (LSI)* e o *Nerve Injury, Ischemia, Soft-tissue injury, Skeletal Injury, Shock, and Age of Patient*” (NISSA). Assim, a validade e a aplicabilidade desses escores têm sido amplamente debatidas na literatura.

O MESS foi um dos primeiros escores de gravidade propostos, em 1990, para auxiliar a prever a necessidade de amputação após um trauma. Ele atribui pontos a quatro categorias principais de lesão: lesão esquelética e de partes moles, isquemia do membro, choque hipovolêmico e a idade do paciente. Uma pontuação de 7 ou mais é um indicativo da necessidade de uma amputação primária. Apesar disso, estudos posteriores questionaram a validade desse ponto de corte, especialmente em traumas de membros superiores, devido à sua baixa sensibilidade em prever a necessidade de amputação. A relevância dos parâmetros, como a idade do paciente e a hipotensão, também foi questionada.

O NISSA, publicado em 1994, foi uma tentativa de aprimorar o MESS. Ele separou as

lesões de partes moles das lesões esqueléticas e incluiu um componente de lesão nervosa, dando a maior pontuação para a perda da sensibilidade plantar. Embora o NISSA tenha se mostrado mais sensível e específico do que o MESS na previsão de amputação, a grande ênfase na lesão nervosa foi criticada, pois a neuropraxia por esmagamento pode melhorar espontaneamente, e a decisão de amputar baseada na perda inicial da sensibilidade plantar pode resultar em amputações desnecessárias.

Outros escores, como o “*Limb Salvage Index*” (LSI), também foram propostos para ajudar na tomada de decisões. O LSI avalia lesões arteriais, venosas, nervosas, ósseas, cutâneas, musculares e tempo de isquemia. Embora tenha tido resultados promissores em sua publicação original, a reprodutibilidade de seus resultados e acurácia foi questionada em estudos subsequentes, pois não se confirmou em estudos posteriores.

O projeto “*Lower Extremity Assessment Project*” (LEAP), um estudo multicêntrico e prospectivo, questionou a eficácia de todos esses escores. O LEAP é o estudo mais robusto sobre esse tema, incluindo 601 pacientes de oito centros de trauma de Nível I nos Estados Unidos. O projeto concluiu que nenhum dos escores de gravidade avaliados (MESS, LSI, NISSA) foram úteis para determinar quais membros precisavam ser amputados. Eles demonstraram baixa sensibilidade, o que significa que não eram bons em prever quais membros deveriam, de fato, serem amputados.

Um dos achados mais importantes do LEAP é que, após dois anos de acompanhamento, não havia diferença significativa nos desfechos funcionais e na qualidade de vida entre os pacientes que optaram pelo salvamento e aqueles que escolheram a amputação. O estudo também mostrou que a taxa de re-hospitalização foi menor para o grupo de amputados.

Nesse sentido, percebe-se que esse progresso não determina como a decisão acerca da amputação deve ser tomada, mas reforça o questionamento sobre os benefícios do salvamento do membro.

Primeiras Medidas, Indicações e Contra-indicações da Amputação

A amputação traumática constitui-se em uma urgência cirúrgica de elevada complexidade, na qual as medidas iniciais têm impacto direto no prognóstico funcional e vital do paciente. A abordagem deve seguir os princípios do atendimento ao politraumatizado, garantindo via aérea pérvia, ventilação adequada e estabilização hemodinâmica. Em caso de amputação traumática, localmente, o controle do sangramento deve ser imediato, com uso de curativos compressivos ou torniquete em situações de risco de morte. O coto deve ser limpo, irrigado e protegido com curativo estéril, enquanto o segmento amputado deve ser acondicionado em gaze umedecida, envolvido em saco plástico e mantido em ambiente resfriado, mas nunca em contato direto com gelo, a fim de preservar a viabilidade tecidual (MS, 2013; ISAAC, 2023).

As indicações para a amputação incluem situações em que a preservação do membro é inviável ou coloca em risco a vida do paciente. São exemplos: destruição maciça e irreparável de estruturas vasculares, nervosas e ósseas; lesões traumáticas graves por esmagamento ou avulsão; presença de infecção incontrolável ou gangrena; complicações de doenças crônico-degenerativas, como diabetes mellitus e doença arterial periférica; e casos de neoplasias irremediáveis. No cenário do trauma, a decisão deve ser individualizada, levando em conta a gravidade da lesão, o tempo de isquemia e a possibilidade de reimplante. Sempre que factível, recomenda-se a preservação máxima do comprimento do membro, o que favorece a futura adaptação protética (MS, 2013; ISAAC, 2023).

As contraindicações dizem respeito menos à amputação em si e mais às tentativas de reimplante ou de preservação do segmento lesionado. São consideradas contra indicações relativas ao reimplante: lesões extensas por esmagamento, avulsão ou contaminação grave; tempo prolongado de isquemia sem adequada preservação; instabilidade hemodinâmica; e politrauma incompatível com procedimento cirúrgico prolongado. Nessas situações, a amputação imediata torna-se medida salvadora. Ademais, a avaliação cognitiva e funcional do paciente deve ser considerada, uma vez que certas condições podem limitar o uso de próteses ou a capacidade de reabilitação plena (MS, 2013; ISAAC, 2023).

Assim, a análise das primeiras medidas, indicações e contra indicações na amputação traumática demonstra que a tomada de decisão deve equilibrar a preservação da vida, a viabilidade do membro e as perspectivas de reabilitação. A atuação multiprofissional precoce e coordenada é determinante para reduzir complicações, otimizar resultados funcionais e promover a reintegração social do paciente (MS, 2013; ISAAC, 2023).

Exames de Imagem para Avaliação

Na avaliação prévia à amputação, os exames complementares permitem diferenciar situações reversíveis daquelas em que a perda do membro é inevitável. Para a avaliação vascular do membro, o Índice Tornozelo-Braço (ITB) e o Doppler arterial são escolhas de primeira linha. O ITB é uma medida obtida, por meio de ecografia com *Doppler*, a partir da pressão sistólica média nos braços e nos tornozelos, em que o cálculo é feito dividindo o valor obtido no tornozelo pelo valor do braço.

Sendo que, se o resultado for menor ou igual a 0,9, considera-se doença arterial periférica (ABOYANS *et al.*, 2012). Um ITB menor do que 0,4 indica isquemia crítica, enquanto o

Doppler identifica o local e a extensão das obstruções arteriais, auxiliando na decisão sobre a possibilidade de revascularização (ABOYANS *et al.*, 2018). Quando há dúvida quanto à viabilidade de cicatrização, a pressão transcutânea de oxigênio (TcPO₂) é altamente preditiva: valores menores que 30 mmHg associam-se a falha cicatricial, reforçando a indicação de amputação, enquanto pressões maiores que 40 mmHg sugerem boa chance de cicatrização (CONTE *et al.*, 2019). De forma complementar, a pressão sistólica digital, feita no dedo do pé, quando menor que 30 mmHg, também indica baixa viabilidade tecidual.

Nos casos em que a amputação é considerada por perda estrutural (como destruição óssea grave, osteomielite avançada ou trauma), o padrão-ouro é a ressonância magnética (RM), já que permite avaliar extensão de necrose, infecção de partes moles e comprometimento ósseo com alta sensibilidade e especificidade, sendo superior à radiografia simples e à tomografia computadorizada (TC) em identificar osteomielite (LIPSKY *et al.*, 2012). A radiografia, por sua vez, é útil para visualizar gás em tecidos moles, fraturas ou áreas de osteólise, mas é pouco sensível em estágios iniciais. A TC, entretanto, é mais indicada em situações específicas, principalmente em planejamento cirúrgico de trauma complexo.

Quanto a exames laboratoriais, hemograma, proteína C reativa (PCR) e velocidade de hemossedimentação (VHS) ajudam a avaliar a gravidade da infecção, enquanto culturas de tecido profundo ou ósseo confirmam osteomielite, por exemplo. É interessante também que, no caso de pacientes diabéticos, parâmetros como taxa de filtração glomerular (TFG) e perfil lipídico têm papel relevante na estratificação de risco vascular sistêmico, e a avaliação da albuminúria auxilia no monitoramento da microangiopatia associada ao pé diabético (ADA, 2025).

Assim, a decisão de realizar uma amputação deve ser considerada quando coexistem isquemia irreversível - evidenciada por TcPO₂ inferior a 30 mmHg ou ausência de fluxo arterial viável ao *Doppler*/angiografia - infecção necrosante que não pode ser controlada por medidas clínicas ou cirúrgicas limitadas, ou perda estrutural extensa confirmada por ressonância magnética. Essas diretrizes estão alinhadas com os protocolos nacionais estabelecidos pelo Ministério da Saúde, que orientam a avaliação criteriosa da viabilidade do membro e a definição da conduta mais adequada para cada caso (MS, 2018).

Dispositivos de Shunt Intravascular Temporário (TIVS) no Manejo do Trauma Vascular

Em situações de trauma complexo com lesões vasculares, a estabilidade do paciente é a prioridade máxima. Nesses casos, a cirurgia de controle de danos (CD) surge como uma estratégia crucial, focando na restauração dos parâmetros fisiológicos em detrimento do reparo anatômico imediato. Essa abordagem, que visa evitar a tríade letal de coagulopatia, acidose e hipotermia, permite simplificar e postergar procedimentos complexos, salvando a vida de pacientes em instabilidade hemodinâmica.

No contexto da cirurgia CD para traumas vasculares, quando a ligadura não é viável, o uso de Dispositivos de Shunt Intra Vascular Temporário (TIVS) tem se tornado cada vez mais comum. Esses dispositivos são tubos flexíveis que mantêm o fluxo sanguíneo através de um vaso lesado, garantindo a perfusão de tecidos e órgãos. O principal objetivo do TIVS não é o reparo definitivo, mas sim ganhar tempo até que o paciente esteja em condições ideais para uma cirurgia reconstrutiva mais complexa.

Indicações e Aplicações do TIVS

O TIVS é uma ferramenta valiosa, especialmente em situações onde o tempo é crucial.

Suas principais indicações incluem o tratamento de pacientes instáveis, a rápida restauração da perfusão em extremidades isquêmicas e o uso em traumas ortopédicos para manter o fluxo sanguíneo até a estabilização da fratura. O TIVS também é utilizado em casos de perda de tecidos moles para ganhar tempo para a cirurgia reconstrutiva, além de ser uma estratégia-chave de controle de danos em traumas de tronco. Nesse sentido, ele é recomendado para garantir a perfusão em situações de choque ou quando há dúvida sobre a circulação colateral, permitindo que o reparo definitivo seja feito somente quando o paciente estiver estabilizado.

Embora o TIVS seja uma ferramenta eficaz, seu uso requer cautela e planejamento. É fundamental compreender que ele não é uma solução definitiva e deve ser sempre convertido para um reparo vascular permanente assim que a condição do paciente permitir. A permanência do *shunt* por tempo prolongado, especialmente acima de 48 a 72 horas, aumenta o risco de trombose e deslocamento.

A técnica de inserção do *shunt* também exige atenção. Após o controle proximal e distal do vaso seccionado, é essencial realizar uma trombectomia com cateter de *Fogarty* e uma lavagem com salina heparinizada, o que reduz o risco de eventos trombóticos. Além disso, é crucial escolher um *shunt* com calibre adequado ao vaso para evitar lesões ou oclusões.

Uso da Tecnologia de Impressão 3D na Atualidade em Situações de Amputação

A amputação, enquanto procedimento cirúrgico ou consequência de trauma, representa um desafio significativo para a reabilitação e qualidade de vida dos pacientes. As próteses desempenham papel central no processo de reintegração funcional e social. Entretanto, o alto custo e as limitações de acesso a dispositivos

convencionais impulsionaram a busca por alternativas inovadoras, entre elas o uso da tecnologia de impressão tridimensional (3D).

A impressão 3D tem se consolidado como uma ferramenta promissora para o desenvolvimento de próteses personalizadas e de baixo custo. Estudos demonstram que essa tecnologia possibilita a confecção de dispositivos altamente customizados, ajustados às medidas anatômicas e às necessidades funcionais de cada indivíduo, o que favorece o conforto, a adaptação e a adesão ao uso do dispositivo (RODRIGUES *et al.*, 2018). Além disso, a fabricação aditiva permite reduzir o tempo de produção e ampliar o acesso a próteses em contextos de vulnerabilidade social, uma vez que os modelos digitais podem ser reproduzidos rapidamente em diferentes locais (RODRIGUES *et al.*, 2018).

Entre as vantagens mais destacadas no uso da impressão 3D em amputações estão o baixo custo, a rapidez na fabricação, a possibilidade de personalização, a leveza dos materiais e a facilidade de manutenção. Ademais, há a oportunidade de incorporar sistemas funcionais, como cabos, polias ou até dispositivos mioelétricos, ampliando a funcionalidade das próteses (RODRIGUES *et al.*, 2020). Essas características são especialmente relevantes em crianças, pois permitem a substituição frequente das próteses durante o crescimento, sem custos proibitivos para as famílias (RODRIGUES *et al.*, 2020).

No Brasil, o uso dessa tecnologia surge como resposta às dificuldades de acesso enfrentadas por pessoas com deficiência, especialmente em relação a próteses de membros superiores. O uso de impressão 3D, além de reduzir gastos, possibilita a confecção de dispositivos em regiões onde a infraestrutura de saúde é limitada, ampliando a cobertura de serviços e favorecendo a inclusão social. Essa aplicabilidade também se mostra alinhada com políticas de saúde pública, como o Sistema Único de Saúde

(SUS), que busca ampliar a oferta de tecnologias assistivas (SILVA *et al.*, 2025).

O Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia (INTO) vem confeccionando a produção de próteses em impressora 3D para pacientes que têm amputações abaixo do cotovelo (modelos transradiais) e parciais de mão para adultos desde 2017 (INTO, 2021).

O objetivo é usar as próteses funcionais feitas pelas impressoras 3D para devolver a dignidade e funcionalidades aos pacientes. reabilitação, as próteses confeccionadas

As próteses confeccionadas na impressora 3D têm vantagens significativas em relação às comuns. Além de serem confeccionadas levando-se em conta as peculiaridades de cada paciente, elas são de fácil customização, o material é mais leve e não apresenta restrição ao uso na água.

Outro ponto comemorado pelos pacientes, principalmente os infantis, é que o material pode ser personalizado como desenho de super-heróis e borboletas, além de oferecer opções de cores próximas aos tons de pele, para quem prefere uma prótese com material mais discreto (INTO, 2021).

CONCLUSÃO

Portanto, percebe-se que embora as amputações traumáticas representem uma parte menor do todo, são especialmente graves por atingirem pessoas em plena vida ativa. Ademais, imagina-se que os números oficiais provavelmente subestimam a realidade, já que pacientes que faleceram antes da internação ou recebem atendimento em hospitais privados que não alimentam o sistema de dados públicos, podem não ser registrados.

Outro ponto importante é que tentativas prolongadas de reconstrução podem resultar em sequelas importantes, como dor crônica, infecções recorrentes e limitação funcional, além de

repercussões psicológicas, sociais e financeiras para o paciente e sua família. Em determinadas situações, a amputação precoce pode oferecer uma recuperação mais rápida, com menor risco de complicações e melhores perspectivas de reabilitação.

A decisão, portanto, deve levar em conta não apenas a viabilidade técnica, mas também as condições clínicas do paciente, as características da lesão e os recursos disponíveis. A abordagem deve ser multidisciplinar, envolvendo ortopedistas, cirurgiões vasculares e plásticos, além de especialistas em reabilitação, sempre com foco na sobrevivência inicial do paciente e, em seguida, na melhor qualidade de vida possível, alinhado aos desejos e expectativas do paciente.

Ainda, sobre o uso de TIVS, ressalta-se que a disponibilidade dos dispositivos no Brasil tem crescido, refletindo a aceitação global da cirurgia de controle de danos. No entanto, o acesso a esses materiais pode variar consideravelmente entre os hospitais, especialmente fora dos grandes centros urbanos e de referência em trauma. A familiaridade dos profissionais de saúde com a técnica também é um ponto de atenção, destacando a importância do treinamento contínuo para equipes de cirurgia e emergência. A padronização de protocolos e a garantia de acesso a esses dispositivos são passos importantes para otimizar o manejo de pacientes com trauma vascular no país.

Finalmente, nota-se que de modo geral, a tecnologia de impressão 3D em próteses para amputados se configura como uma estratégia inovadora e em expansão. Apesar dos desafios técnicos e estruturais, representa um caminho promissor para ampliar o acesso, reduzir desigualdades e promover a independência funcional e social de pessoas com deficiência. Contudo, os desafios ainda são relevantes. A literatura aponta limitações relacionadas à durabilidade

dos materiais, à baixa resistência mecânica, à fragilidade térmica e à força reduzida de preensão manual, o que restringe a realização de atividades que demandam esforço físico mais intenso (RODRIGUES *et al.*, 2018). Além disso, a necessidade de capacitação profissional para o manuseio das impressoras e acompanhamento

dos pacientes durante a reabilitação ainda se apresenta como obstáculo para sua ampla implementação (SILVA *et al.*, 2025).

Assim, ressalta-se a necessidade de mais estudos acerca do tema para o melhoramento dos protocolos de avaliação, do manejo e das condutas pós-amputação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOYANS, V. *et al.*, ESC Guidelines on the Diagnosis and Treatment of Peripheral Arterial Diseases (with ESVS). *European Heart Journal*, v. 39, p. 763-816, 2018. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx095.

ABOYANS, V. *et al.*, Measurement and Interpretation of the Ankle-Brachial Index: A Scientific Statement from the American Heart Association. *Circulation*, v. 126, p. 2890-2909, 2012. DOI: 10.1161/CIR.0b013e318276fbc.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Standards of Medical Care in Diabetes-2025. *Diabetes Care*, v. 48 (s. 1), 2025. DOI: 10.2337/dc25-SINT.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do SUS – DATASUS. Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS). Brasília, 2023 [citado 2025 out 3]. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br>. Acesso em: 08 de outubro de 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Diretrizes de Atenção à Pessoa com Amputação: Protocolo Clínico e Recomendações. Brasília: Ministério da Saúde, 2018 [citado 2025 out 3]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-da-pessoa-com-deficiencia/publicacoes/diretrizes-de-atencao-a-pessoa-amputada.pdf/view>. Acesso em: 08 de outubro de 2025.

CARNEIRO, D. F. R. *et al.* Amputações Traumáticas no Brasil: Análise de 16 Anos pelo DATASUS. *medRxiv*, 2024. DOI: 10.1101/2024.02.29.24304129.

CONTE, M. S. *et al.* Global Vascular Guidelines on the Management of Chronic Limb-Threatening Ischemia. *Journal of Vascular Surgery*, v. 69, (Suppl 6), p. 3S-125S.e40, 2019. DOI: 10.1016/j.jvs.2019.02.016.

CRESPO, E. S. *et al.* O Uso do Shunt Arterial Temporário na Cirurgia de Controle de Dano: Relato de Caso. *Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba*, v. 19, p. 43-45, 2017. <https://doi.org/10.5327/Z1984-4840201726583>.

INSTITUTO NACIONAL DE TRAUMATOLOGIA E ORTOPEDIA (INTO). Impressão 3D: Tecnologia Auxilia Pacientes do SUS. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://www.into.saude.gov.br/component/content/article?id=810>. Acesso em: 07 de outubro de 2025.

ISAAC, Z. Reabilitação de Amputação das Pernas. In: *Manuais MSD – Edição para Profissionais de Saúde*. Rahway (NJ): Merck & Co., Inc., 2023.

LIPSKY, B. A. *et al.* IDSA Guideline for Diagnosis and Treatment of Diabetic Foot Infections. *Clinical Infectious Diseases*, v. 54, p. e132-e173, 2012. DOI: 10.1093/cid/cis346.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (BRASIL). Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. Diretrizes de Atenção à Pessoa Amputada. Brasília: Ministério da Saúde, 2013.

MOREIRA, F. P. L. *et al.* Epidemiology of Lower Limb Amputations in Brazil: Data from the National Health System. *Journal of Vascular Surgery*, v. 78, p. 732-741, 2023.

OLIVEIRA, J. C. G. *et al.* Perfil Epidemiológico das Amputações Maiores em Hospital Público de Referência. *Revista Brasileira de Ortopedia*, v. 52, p. 673-679, 2017.

RODRIGUES, R. A.; STOCCO, T. D. Utilização de Membros Protéticos Fabricados a Partir de Impressão 3D para Amputados. *Archives of Health Sciences*, v. 27, p. 65-69, 2020. DOI: 10.17696/2318-3691.27.1.2020.1640.

RODRIGUES JÚNIOR, J. L.; CRUZ, L. M. S.; SARMANHO, A. P. S. Impressora 3D no Desenvolvimento de Pesquisas com Próteses. *Revista Interinstitucional Brasileira de Terapia Ocupacional*, v. 2, p. 398-413, 2018. <https://doi.org/10.47222/2526-3544.RBTO15022>.

SHACKFORD, S. R. Peripheral Vessels. In: FELICIANO, D. V.; MATTOX, K. L.; MOORE, E. E. (eds.). *Trauma*. 9. ed. New York: McGraw-Hill, p. 919-940, 2021.

SILVA, G. G. P. *et al.* Tecnologia de Impressão 3D na Saúde Brasileira: Vantagens e Desafios da Criação de Próteses para Membros Superiores. *Revista Saúde e Desenvolvimento*, v. 19, p. 42-52, 2025. DOI: 10.22169/revsed.v19n30.1486.

SILVA, R. C. A. *et al.* Caracterização das Amputações de Membros em Hospital de Urgência do Interior do Brasil. *Revista de Saúde Pública do Paraná*, v. 20, p. 25-34, 2019.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ANGIOLOGIA E CIRURGIA VASCULAR; SOCIEDADE BRASILEIRA DE ATENDIMENTO INTEGRADO AO TRAUMATIZADO. Diretrizes Brasileiras de Diagnóstico e Tratamento de Lesões Vasculares Traumáticas. *Journal of Vascular Brazil*, v. 22, e20230042, 2023. <https://doi.org/10.1590/1677-5449.202300421>.

ZIEGLER-GRAHAM, K. *et al.* Estimating the Prevalence of Limb Loss in the United States: 2005 to 2050. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, v. 89, p. 422-429, 2008. DOI: 10.1016/j.apmr.2007.11.005.

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 6

INFECÇÕES HOSPITALARES POR BACTÉRIAS MULTIRRESISTENTES: ESTRATÉGIAS DE PREVENÇÃO E NOVOS ANTIBIÓTICOS

PEDRO GUILHERME NASCIMENTO TETERICZ PRO-
PODOLSKI¹
CLARA CASTIEL DE FREITAS¹
EDUARDA DE SOUZA PITAMIGLIO¹
SARAH TABAJARA FAGGION¹
MATHEUS FAGUNDES FISCHER¹

MATHEUS VINÍCIUS HENRIQUE¹
LUANA POHLMANN KEHRWALD¹
NATÁLIA DE WALLAU¹
ANA LUIZA RECKZIEGEL RODRIGUES¹
VICTÓRIA CONSTANCE DA FONSECA SCHEFFEL¹
KERELIN NEVES DOS REZES¹

¹Discente - Medicina da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

Palavras-chave: Infecções Hospitalares; Bactérias Multirresistente; Antibióticos.

DOI

10.59290/7512028211

P EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

As infecções hospitalares causadas por bactérias multirresistentes representam um dos maiores desafios para a saúde contemporânea, sobretudo em Unidades de Terapia Intensiva (UTIs), onde pacientes críticos apresentam maior vulnerabilidade devido ao uso frequente de dispositivos invasivos e antimicrobianos de amplo espectro.

No Brasil, pesquisas revelam índices alarmantes: em um hospital público de ensino no Piauí, a prevalência de infecção hospitalar em UTIs atingiu 60,8%, valor expressivamente superior à média nacional de 15,5% (MOURA *et al.*, 2007). Já em Ribeirão Preto, identificou-se a ocorrência de 12,98% de bactérias multirresistentes, destacando-se *Staphylococcus aureus* e *Staphylococcus sp.* coagulase-negativo, agentes associados a altas taxas de morbimortalidade (ANDRADE *et al.*, 2006).

No cenário global, a resistência antimicrobiana (RAM) é considerada pela Organização Mundial da Saúde uma das dez maiores ameaças à saúde pública. Investigações científicas detalham a questão crescente da resistência a medicamentos especialmente nas bactérias do gênero *Klebsiella* (LI *et al.*, 2025). Estimativas recentes apontam que apenas em 2021 ocorreram 4,71 milhões de mortes associadas à RAM e 1,14 milhão diretamente atribuídas a ela.

Destaca-se ainda o aumento do número de infecções da corrente sanguínea (bacteremias) causadas por bactérias resistentes a múltiplos antibióticos (MDROs), tanto gram-positivas quanto gram-negativas. Essa intensificação é vista como um problema sério nos ambientes clínicos, exigindo medidas significativas para impedir que a situação se agrave e que essas bactérias se difundam. Além disso, verificam-se mudanças não apenas na quantidade dessas

bactérias, mas também na sua capacidade de resistir aos tratamentos. Caso medidas eficazes não sejam implementadas, até 2050 a mortalidade pode alcançar 8,22 milhões de óbitos anuais, com impactos mais severos na Ásia Meridional e na América Latina (NAGHAVI *et al.*, 2024).

Diante dessa realidade, as estratégias de prevenção assumem papel central. Essas mudanças afetam especialmente a população idosa e representam desafios consideráveis para os hospitais e instituições de saúde, tanto públicas quanto privadas, que precisam lidar com essas infecções (BANAWAS *et al.*, 2023). Medidas como o fortalecimento dos programas de controle de infecção hospitalar, a implementação rigorosa da higiene das mãos, o uso racional de antimicrobianos e o monitoramento contínuo da resistência bacteriana são fundamentais para conter a disseminação desses microrganismos (ALTHAQAFI *et al.*, 2023).

Paralelamente, o desenvolvimento de novos antibióticos e terapias inovadoras busca oferecer alternativas diante do esgotamento da eficácia das drogas atualmente disponíveis (NAGHAVI *et al.*, 2024). Nesse contexto, a inteligência artificial (IA) e o aprendizado de máquina (AM) despontam como ferramentas promissoras, capazes de analisar grandes volumes de dados biomédicos, prever padrões de resistência e acelerar a descoberta de novos compostos antimicrobianos (LI *et al.*, 2024). Assim, a integração entre estratégias preventivas e inovação científica torna-se essencial para enfrentar o avanço das bactérias multirresistentes em ambientes hospitalares. Além disso, sua rápida identificação permite que os médicos escolham regimes antibióticos mais adequados enquanto aguardam os resultados microbiológicos (CAPSONI *et al.*, 2024).

Diante desse panorama, o presente estudo tem como objetivo analisar as infecções hospitalares por bactérias multirresistentes, discutindo as principais estratégias de prevenção e as perspectivas no desenvolvimento de novos antibióticos, a partir de evidências nacionais e internacionais.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão bibliográfica, com intuito de pesquisar os fatores no que concerne sobre infecções hospitalares por bactérias multirresistentes na prática clínica, sob o ponto de vista teórico, através de materiais que foram publicados sobre o tema, mediante análise e interpretação da literatura, de forma ampla com foco na descrição e discussão do tema proposto. A pesquisa foi realizada em setembro de 2025, por meio de pesquisas nas bases de dados: *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). Foram utilizados os descritores: Infecção hospitalar, bactérias e antibacterianos. Desta busca foram encontrados 156 artigos, posteriormente submetidos aos critérios de seleção.

Os critérios de inclusão foram: artigos nos idiomas inglês, português e espanhol; publicados no período de 2020 a 2025, e que abordavam as temáticas propostas para esta pesquisa, estudos do tipo revisão, revisão sistemática, ensaios clínicos e meta-análises disponibilizados na íntegra. Os critérios de exclusão foram: trabalhos repetidos, disponibilizados na forma de resumo, estudos que não possuíam como enfoque o tema do trabalho, e também os estudos que não atendiam aos demais critérios de inclusão.

Após os critérios de seleção, restaram 09 artigos os quais foram submetidos à leitura minuciosa para coleta de dados. Além disso, também foi utilizado livros, revistas e sites para detalhar as informações acerca desse assunto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A resistência bacteriana aos antimicrobianos (AMR) configura-se como um dos maiores desafios da saúde global contemporânea, com impacto direto na morbimortalidade humana. Estimativas globais recentes apontam que, em 2019, a AMR foi responsável por aproximadamente 1,27 milhão de óbitos, superando importantes crises sanitárias como HIV/AIDS e malária. Projeções indicam ainda que, na ausência de estratégias globais efetivas de enfrentamento, a resistência antimicrobiana poderá tornar-se uma das principais causas de morte até 2050, ultrapassando inclusive o câncer (NAGHAVI *et al.*, 2024). Nesse contexto, a disseminação de bactérias multirresistentes (MDR) em ambientes hospitalares representa não apenas um desafio clínico, mas também epidemiológico e organizacional, demandando respostas integradas, coordenadas e imediatas.

Nas unidades de terapia intensiva, especialmente nas neonatais, o impacto da resistência antimicrobiana é ainda mais perceptível. A ocorrência de infecções por *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Acinetobacter* spp. com perfis de resistência ampliada (XDR) ou até pan-resistência (PDR) evidencia a gravidade do cenário e o risco de falha terapêutica, principalmente em pacientes com peso muito baixo ao nascer e submetidos a várias intervenções invasivas (LIMA *et al.*, 2023). A identificação de surtos clonais de *A. baumannii* em UTINs brasileiras, confirmados por análise molecular, mostra como a transmissão cruzada pode sustentar ciclos de infecção dentro do ambiente hospitalar, tornando ainda mais complexa a contenção desses patógenos (FREITAS *et al.*, 2024).

A magnitude do problema não se restringe ao Brasil. Dados multicêntricos peruanos de-

monstram prevalência significativa de resistência entre bacilos Gram-negativos em infecções da corrente sanguínea: mais de 59% resistentes a cefalosporinas de terceira geração, 16,5% resistentes a carbapenêmicos e até 60,8% de resistência entre isolados de *Acinetobacter* spp. A mortalidade hospitalar associada a esses perfis alcançou um terço dos casos, ressaltando o impacto clínico direto da resistência antimicrobiana sobre os desfechos dos pacientes (KRAPP *et al.*, 2023). Nesse mesmo estudo, verificou-se que mais de um terço dos tratamentos empíricos administrados foram inativos, principalmente em infecções por *Acinetobacter* spp. e *P. aeruginosa*. Mesmo nas infecções comunitárias, observou-se elevada taxa de resistência, como no caso de *E. coli*, com mais de 60% de resistência às cefalosporinas de terceira geração. Esses achados posicionam o Peru entre os percentis mais elevados de resistência reportados pelo GLASS para países de baixa e média renda, reforçando a magnitude do desafio latino-americano. De forma semelhante, em hospital de referência da Amazônia, observou-se elevada frequência de *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina (MRSA) e *Enterobacteriaceae* produtoras de ESBL, demonstrando que tanto microrganismos Gram-positivos quanto Gram-negativos mantêm papel central de infecções resistentes em nosso contexto (FERREIRA *et al.*, 2023).

Diante dessa realidade, duas linhas de enfrentamento surgem como complementares. A primeira diz respeito às estratégias preventivas, que incluem higiene rigorosa das mãos, uso racional de dispositivos invasivos, vigilância microbiológica ativa e programas de *stewardship* antimicrobiano. O sucesso dessas intervenções é corroborado pela literatura. Em unidades de terapia intensiva adultas, a implementação de um conjunto de medidas baseadas em evidên-

cias demonstrou efetividade na redução da incidência de bactérias Gram-negativas multirresistentes. Tais resultados reforçam a relevância de estratégias proativas e multifacetadas no controle e na contenção da disseminação desses patógenos. A recorrência de microclones em intervalos curtos demonstra que falhas em medidas básicas de biossegurança podem sustentar ciclos endêmicos de reinfeção (FREITAS *et al.*, 2024; ALTHAQAFI *et al.*, 2023). A segunda linha envolve a inovação terapêutica. Embora novas moléculas e antibióticos de reserva estejam sendo introduzidos, sua eficácia já se encontra ameaçada por altas taxas de resistência mesmo entre fármacos de última escolha, como colistina e tigeciclina (KRAPP *et al.*, 2023).

Nesse contexto, destaca-se o papel crescente da Inteligência Artificial (IA) e do Aprendizado de Máquina (ML) como ferramentas capazes de transformar o enfrentamento da resistência antimicrobiana. Modelos como Máquinas de Vetores de Suporte, Florestas Aleatórias, redes neurais profundas e XGBoost têm alcançado acurácia superior a 90% na previsão de resistência com base em dados genômicos, permitindo diagnósticos em poucas horas e maior precisão na escolha empírica dos antimicrobianos. Além do impacto diagnóstico, a IA tem impulsionado a descoberta de novas moléculas, com triagens virtuais de milhões de compostos e design de peptídeos antimicrobianos eficazes contra patógenos multirresistentes. Apesar de desafios como a escassez e a qualidade dos dados, a interpretabilidade dos modelos e a variabilidade interespecífica, avanços recentes como o uso de redes generativas (GANs) e autocodificadores variacionais (VAEs) apontam para um futuro em que a IA poderá se consolidar como a principal ferramenta no combate à RAM (LI *et al.*, 2024). Outro avanço relevante é a fotofarmacologia, com os chamados fotoantibióticos, cuja atividade pode ser modulada de for-

ma reversível pela luz. Essa característica permite maior precisão espaço-temporal, redução de efeitos adversos sistêmicos e possibilidade de aplicação em contextos específicos, como em sítios cirúrgicos ou dispositivos implantáveis. Ainda que desafios persistam, sobretudo na equiparação da potência antimicrobiana com antibióticos convencionais, os progressos dos últimos dez anos demonstram que essa linha de pesquisa é promissora (BHUNIA *et al.*, 2025). Assim, avanços científicos, como a fotofarmacologia e o uso de inteligência artificial na descoberta de novas drogas, apontados na literatura recente, precisam ser considerados como parte de uma estratégia integrada e de longo prazo (LIMA *et al.*, 2023; FERREIRA *et al.*, 2023).

Diante das evidências, observa-se que o enfrentamento da resistência antimicrobiana exige uma abordagem multifacetada. A prevenção, embora essencial, é insuficiente se não acompanhada por inovações diagnósticas e terapêuticas. Da mesma forma, novos antibióticos e tecnologias emergentes não terão impacto duradouro se medidas básicas de biossegurança forem negligenciadas. Assim, a integração entre vigilância epidemiológica, políticas públicas, *stewardship* antimicrobiano e inovação científica constitui o único caminho viável para conter o avanço da resistência e mitigar seus efeitos clínicos e sociais.

CONCLUSÃO

As evidências reunidas neste capítulo permitem constatar que as infecções hospitalares causadas por bactérias multirresistentes representam uma das principais ameaças à saúde pública contemporânea, configurando-se como problema de ordem global, com impacto direto sobre a morbimortalidade e sobre os sistemas de saúde (NAGHAVI *et al.*, 2024). O aumento da prevalência desses microrganismos, notadamente em unidades de terapia intensiva e em

pacientes vulneráveis, como recém-nascidos e idosos, reforça a gravidade do cenário e a necessidade de respostas rápidas, eficazes e sustentáveis (LIMA *et al.*, 2023; FREITAS *et al.*, 2024).

Constata-se que microrganismos como *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter* spp. e *Staphylococcus aureus* resistentes a múltiplas classes de antibióticos estão diretamente associados a falhas terapêuticas e à elevação das taxas de mortalidade hospitalar (KRAPP *et al.*, 2023; FERREIRA *et al.*, 2023). Além disso, estudos multicêntricos apontam a inadequação frequente da antibioticoterapia empírica inicial, evidenciando a urgência em identificar precocemente os pacientes com risco aumentado para infecções por microrganismos multirresistentes e, assim, otimizar a escolha de esquemas antimicrobianos (CAPSONI *et al.*, 2024).

Diante desse panorama, duas frentes de enfrentamento se mostram imprescindíveis. A primeira consiste na adoção rigorosa de estratégias preventivas, tais como a higiene adequada das mãos, o uso racional de dispositivos invasivos, a vigilância microbiológica ativa, o monitoramento epidemiológico e os programas de *stewardship* antimicrobiano. Tais intervenções, quando aplicadas de maneira contínua e sistematizada, apresentam resultados consistentes na redução da incidência e disseminação de bactérias resistentes (ALTHAQAFI *et al.*, 2023; BANAWAS *et al.*, 2023).

A segunda frente é representada pela inovação científica. Observa-se que o arsenal terapêutico disponível encontra-se progressivamente limitado, visto que a resistência já alcança inclusive antibióticos de última escolha, como colistina e tigeciclina (KRAPP *et al.*, 2023). Nesse sentido, destacam-se os avanços no uso da inteligência artificial e do aprendizado de máquina, capazes de prever padrões de resis-

tência, auxiliar na tomada de decisão clínica e acelerar a descoberta de novas moléculas antimicrobianas (LI *et al.*, 2024). Paralelamente, a fotofarmacologia, com o desenvolvimento dos chamados fotoantibióticos, surge como alternativa promissora, ao permitir controle espaço-temporal da atividade antimicrobiana e reduzir potenciais efeitos adversos, ampliando as perspectivas terapêuticas futuras (BHUNIA *et al.*, 2025).

Portanto, conclui-se que o enfrentamento da resistência antimicrobiana não pode ser restrito a ações isoladas, mas deve ser entendido como

um esforço global, intersetorial e contínuo. É imprescindível que políticas públicas, protocolos hospitalares e investimentos em pesquisa caminhem de forma integrada, visando à redução da carga de infecções multirresistentes e à mitigação de seus impactos clínicos e sociais. Apenas por meio da articulação entre prevenção, vigilância e inovação científica será possível conter o avanço da resistência antimicrobiana, preservar a eficácia dos antimicrobianos existentes e garantir melhores desfechos para as gerações presentes e futuras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTHAQAFI, A. *et al.* Evidence-Based Interventions to Reduce the Incidence of Common Multidrug-Resistant Gram-Negative Bacteria in an Adult Intensive Care Unit. *Cureus*, v. 15, n. 6, p. e39979, 2023. DOI: 10.7759/cureus.39979.

ANDRADE, D.; LEOPOLDO, V.; HAAS, V. Ocorrência de Bactérias Multirresistentes em um Centro de Terapia Intensiva de Hospital Brasileiro de Emergências. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 27-33, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-507X2006000100006>.

BANAWAS, S. *et al.* Prevalence of Multidrug-Resistant Bacteria in Healthcare-Associated Bloodstream Infections at Hospitals in Riyadh, Saudi Arabia. *Pathogens*, v. 12, n. 9, p. 1075, 2023. DOI: 10.3390/pathogens12091075.

BHUNIA, S. *et al.* Progress of Photoantibiotics in Overcoming Antibiotic Resistance. *ChemMedChem*, v. 20, n. 4, p. e202400613, 2025. DOI: 10.1002/cmdc.202400613.

CAPSONI, N. *et al.* Bloodstream Infections due to Multi-Drug Resistant Bacteria in the Emergency Department: Prevalence, Risk Factors and Outcomes-a Retrospective Observational Study. *Internal and Emergency Medicine*, v. 20, n. 2, p. 573-583, 2024. DOI: 10.1007/s11739-024-03692-7.

FERREIRA, E. *et al.* Microbiological Profile of Bloodstream Infections and Antimicrobial Resistance Patterns at a Tertiary Referral Hospital in Amazon, Brazil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 56, p. e0382, 2023. DOI: 10.1590/0037-8682-0382-2023.

FREITAS, F. *et al.* Antimicrobial Resistance and Epidemic Clustering of Late-Onset Neonatal Infections in a Brazilian Intensive Care Unit. *Journal of Tropical Pediatrics*, v. 70, n. 1, p. fmad045, 2024. DOI: 10.1093/tropej/fmad045.

KRAPP, F. *et al.* Prevalence of Antimicrobial Resistance in Gram-Negative Bacteria Bloodstream Infections in Peru and Associated Outcomes: VIRAPERU Study. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 109, n. 5, p. 1095-1106, 2023. DOI: 10.4269/ajtmh.22-0556.

LI, J. *et al.* Mechanisms of Antimicrobial Resistance in *Klebsiella*: Advances in Detection Methods and Clinical Implications. *Infectious Drug Resistance*, v. 18, p. 1339-1354, 2025. DOI: 10.2147/IDR.S509016.

LIMA, C.; LIMA, H.; SILVA, C. Late-Onset Neonatal Infections and Bacterial Multidrug Resistance. *Revista Paulista de Pediatria*, v. 41, p. e2022068, 2023. DOI: 10.1590/1984-0462/2023/41/2022068.

LI, Y. *et al.* Artificial Intelligence in Predicting Pathogenic Microorganisms' Antimicrobial Resistance: Challenges, Progress, and Prospects. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, v. 14, p. 1482186, 2024. DOI: 10.3389/fcimb.2024.1482186.

MOURA, M. *et al.* Infecção Hospitalar: Estudo de Prevalência em um Hospital Público de Ensino. *Revista Brasileira de Enfermagem*, Brasília, v. 60, n. 4, p. 416-421, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-71672007000400011>.

NAGHAVI, M. *et al.* Global Burden of Bacterial Antimicrobial Resistance 1990-2021: a Systematic Analysis with Forecasts to 2050. *Lancet*, v. 404, n. 10459, p. 1199-1226, 2024. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(24\)01867-1](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(24)01867-1).

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 7

OVERDOSE MEDICAMENTOSA E OPIOIDES SINTÉTICOS: IMPLICAÇÕES CLÍNICAS E DESAFIOS EM SAÚDE PÚBLICA

CAIO ANDREAZZA BRANDALISE¹
CAROLINE LAIMER DAVESAC¹
JOÃO VITOR ULLIAN¹
JÚLIA DUTRA HELDT¹
KATYALINE HENRICH¹
KERELIN NEVES DOS REZES¹
MATHIAS COMIN¹

PEDRO GUILHERME NASCIMENTO TETERICZ
PROPODOLSKI¹
SOFIA ZONTA BISCHOFF¹
NATÁLIA DE WALLAU¹
VICTÓRIA CONSTANCE DA FONSECA SCHEFFEL¹
MATHEUS VINÍCIUS HENRIQUE¹
EDUARDA DE SOUZA PITAMIGLIO¹

¹Discente - Medicina da Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

Palavras-chave: Overdose; Medicamentos; Opioides.

DOI

10.59290/0660650920

P EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

A overdose medicamentosa é um fenômeno crescente no cenário mundial de saúde pública, caracterizando-se pela exposição do organismo a doses superiores àquelas recomendadas ou toleradas fisiologicamente. Esse quadro pode decorrer tanto do uso intencional quanto acidental de medicamentos, resultando em intoxicações de diferentes graus de gravidade, desde sintomas leves até falência orgânica e óbito (GOODMAN & GILMAN, 2012). No Brasil e no mundo, observa-se um aumento preocupante dos casos, impulsionado por fatores como a automedicação, a disponibilidade de fármacos sem prescrição, o uso recreativo de substâncias e o consumo inadequado em populações vulneráveis, como gestantes e idosos.

Durante a gestação, esse cenário adquire contornos ainda mais críticos. Estudos apontam que entre 83% e 97% das gestantes utilizam ao menos um medicamento durante o período gravídico, seja para profilaxia, controle de comorbidades ou tratamento de intercorrências (RIBEIRO, 2013). A utilização incorreta dessas substâncias, entretanto, pode acarretar efeitos adversos graves para mãe e feto, incluindo malformações congênitas, abortamentos, restrição de crescimento intrauterino e partos prematuros (COSTA *et al.*, 2017).

Paralelamente, o mundo enfrenta uma das mais severas crises de saúde pública das últimas décadas: a epidemia de opioides. Inicialmente associada ao uso indiscriminado de opioides prescritos, como a oxicodona e a hidrocodona, essa epidemia evoluiu para o consumo de heroína e, mais recentemente, para opioides sintéticos como o fentanil e seus derivados, protagonistas da chamada “terceira onda” de mortes por overdose (SKOLNICK, 2022). Nos Estados Unidos, estima-se que mais de 80% das mortes

por overdose em 2020 tenham envolvido substâncias sintéticas (AHMAD *et al.*, 2021).

A prescrição excessiva de opioides está diretamente relacionada à falta de educação, oportunidades e a fatores sociais, como ser solteiro ou divorciado. As consequências negativas da epidemia incluem o aumento do acesso a opioides por populações vulneráveis, mortes acidentais em homens e degradação dos serviços de saúde rurais. Embora a implementação de programas de monitoramento de medicamentos prescritos (PDMPs) tenham reduzido prescrições excessivas, não há evidências claras de impacto na redução de overdoses (JUDD *et al.*, 2023).

Diante desse contexto, torna-se imprescindível compreender os mecanismos farmacológicos envolvidos na overdose medicamentosa, as particularidades do uso em gestantes e os desafios impostos pelos opióides sintéticos. O presente capítulo busca reunir evidências atualizadas sobre o tema, discutindo suas repercussões clínicas e sociais, bem como estratégias de prevenção e manejo.

MÉTODO

O objetivo deste capítulo é revisar criticamente os aspectos epidemiológicos, fisiopatológicos e terapêuticos relacionados à overdose medicamentosa, com ênfase nos riscos durante a gestação e na problemática contemporânea do uso de opioides sintéticos, em particular o fentanil.

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, que foi realizada no mês de setembro de 2025, contemplando artigos originais, revisões sistemáticas, diretrizes clínicas e documentos oficiais de organismos nacionais e internacionais. A busca foi conduzida com publicações entre 2010 e 2024, em bases como PubMed, SciELO, LILACS e *UpToDate*, além de livros de referência em farmacologia (GOODMAN *et*

al., 2012). Os descritores utilizados foram: “overdose medicamentosa”, “gestação”, “opioides sintéticos”, “fentanil” e “naloxona”, os quais foram adaptados conforme os descritores de cada base de dados, como por exemplo, termos MeSH para PubMed.

Inicialmente a busca retornou um total de 999 artigos. Após a triagem dos artigos, restaram 4. Os critérios de inclusão foram: estudos em português e inglês, publicados em texto completo, com relevância direta ao tema. Excluíram-se artigos duplicados, relatos de difícil acesso ou que não abordavam diretamente a temática, considerando quando se abordava os impactos clínicos e questões em Saúde Pública relacionados a Overdose Medicamentosa e Opioides Sintéticos. Posterior à leitura das publicações, os resultados foram apresentados de forma descritiva, divididos nas seguintes categorias temáticas:

- (a) epidemiologia e impacto da overdose medicamentosa;
- (b) repercussões clínicas em gestantes;
- (c) farmacologia e toxicidade dos opioides sintéticos;
- (d) estratégias de manejo clínico e de saúde pública.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Epidemiologia da Overdose Medicamentosa

A overdose de medicamentos tem sido apontada como uma das principais causas de internações e mortes evitáveis em diversos países. Dados da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2020) indicam que milhões de casos de intoxicação por medicamentos são registrados anualmente, com impacto direto na morbimortalidade global. No Brasil, estima-se que a automedicação responda por cerca de 16% dos casos de intoxicação medicamentosa (ARRAIS *et*

al., 2016), fenômeno mais prevalente entre mulheres em idade fértil, especialmente em contextos de baixa escolaridade e dificuldades de acesso a serviços de saúde.

Além disso, substâncias de uso crônico, como anti-hipertensivos e psicotrópicos, apresentam risco adicional devido a potenciais efeitos teratogênicos (FEBRASGO, 2011).

Overdose Medicamentosa na Gestação

Segundo Golan *et al.* (2014), as consequências fetais variam conforme o período gestacional. A exposição nas primeiras três semanas pode levar à morte embrionária e aborto espontâneo; entre a terceira e a oitava semana, fase de organogênese, predominam malformações estruturais; já no período tardio, prevalecem distúrbios funcionais e de crescimento.

Betabloqueadores como o atenolol foram relacionados ao baixo peso ao nascer e bradicardia neonatal, embora outros, como o labetalol, mostrem perfil mais seguro (FEBRASGO, 2011). Além disso, fármacos psicotrópicos e quimioterápicos figuram entre os principais agentes com risco teratogênico.

A automedicação, prática frequente no Brasil, intensifica esse risco. Gestantes que recorrem a medicamentos sem acompanhamento médico estão mais sujeitas a intoxicações, interações medicamentosas e complicações graves, com repercussões tanto para si quanto para o feto (DOMINGUES *et al.*, 2017).

A Epidemia de Opioides Sintéticos

Nos últimos anos, a crise dos opioides assumiu proporções epidêmicas. A primeira onda, associada ao uso abusivo de analgésicos prescritos, evoluiu para o consumo de heroína, culminando na atual “terceira onda”, caracterizada pela disseminação dos opioides sintéticos, sobretudo o fentanil (VOLKOW & BLANCO, 2020).

O fentanil, desenvolvido na década de 1960 como analgésico potente, passou a ser utilizado de forma ilícita, adulterando outras drogas como cocaína e heroína, o que potencializa o risco de overdose inadvertida (SUZUKI & EL-HADDAD, 2017). Sua potência, cerca de 50 a 100 vezes superior à morfina, aliada à elevada lipossolubilidade, confere rápida penetração no sistema nervoso central, desencadeando depressão respiratória em poucos minutos (KIYATKIN, 2019).

Além da rapidez de ação, o fentanil e seus análogos apresentam risco aumentado de complicações específicas, como a síndrome de rigidez torácica (“*wooden chest syndrome*”), caracterizada por contração dos músculos respiratórios e dificuldade de ventilação, que pode comprometer manobras de ressuscitação (TORRALVA & JANOWSKY, 2019).

O manejo clínico da intoxicação por opioides sintéticos enfrenta desafios adicionais. O antagonista naloxona, embora seja o tratamento de escolha, pode apresentar eficácia reduzida frente a opioides de longa meia-vida, exigindo doses repetidas e observação prolongada (RYAN & DUNNE, 2018). Estudos apontam ainda casos de renarcotização horas após a reversão inicial, complicando o acompanhamento hospitalar (SKOLNICK, 2022).

Impactos Sociais e Econômicos

Além do peso clínico, a overdose de opioides acarreta elevado custo econômico. Estima-se que nos Estados Unidos, em 2017, o impacto econômico da epidemia de opioides tenha ultrapassado 1 trilhão de dólares, considerando custos com saúde, justiça criminal e perda de produtividade (FLORENCE *et al.*, 2021). No Brasil, embora os números sejam menores, observa-se aumento progressivo de internações e óbitos relacionados ao uso abusivo de medicamentos e drogas ilícitas, configurando tendência preocupante (DATASUS, 2023).

Estratégias de Prevenção e Manejo

A abordagem da overdose medicamentosa, especialmente em gestantes e usuários de opioides sintéticos, requer estratégias integradas. No âmbito clínico, destaca-se a importância do pré-natal qualificado, da educação em saúde e da prescrição criteriosa baseada em evidências. O uso racional de medicamentos deve ser constantemente reforçado por equipes multiprofissionais (MARQUES *et al.*, 2021).

No campo das políticas públicas, medidas como a ampliação da disponibilidade de naloxona em serviços de urgência e na comunidade, campanhas de conscientização e monitoramento da prescrição de opioides têm demonstrado impacto positivo na redução da mortalidade (CDC, 2020).

CONCLUSÃO

A overdose medicamentosa configura-se como um grave desafio em saúde pública, cujas repercussões clínicas, sociais e econômicas demandam respostas urgentes. O problema adquire maior complexidade durante a gestação, quando a exposição inadvertida a fármacos pode comprometer simultaneamente a saúde materna e fetal, ressaltando a importância do pré-natal qualificado, da prescrição individualizada e do combate à automedicação.

Paralelamente, a crise dos opioides sintéticos, marcada pela disseminação do fentanil e seus derivados, impõe obstáculos adicionais ao manejo clínico devido à sua elevada potência, rápida ação e complicações específicas, como a rigidez torácica e a necessidade de doses repetidas de naloxona. A esses aspectos farmacológicos somam-se determinantes sociais que favorecem a prescrição excessiva e ampliam a vulnerabilidade de determinados grupos, contribuindo para a manutenção do ciclo de dependência e mortalidade.

Nesse cenário, a abordagem deve ser multidimensional. No campo clínico, destaca-se a necessidade de monitoramento contínuo, protocolos adaptados e maior integração entre equipes multiprofissionais. No âmbito social e político, são urgentes medidas de educação em saúde, monitoramento das prescrições, ampliação da distribuição comunitária de naloxona e fortalecimento de políticas públicas que contemplem a redução de danos.

Portanto, enfrentar a overdose medicamentosa e a epidemia de opioides requer ações coordenadas entre ciência, prática clínica e políticas sociais. Apenas com uma resposta integrada será possível reduzir complicações, prevenir mortes evitáveis e promover um cuidado mais seguro, equitativo e sustentável, sobretudo para populações vulneráveis como gestantes e comunidades expostas à desigualdade social.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMAD, F. B.; ROSSEN, L. M.; SUTTON, P. Deaths involving fentanyl, fentanyl analogs, and other synthetic opioids: United States, 2010–2020. *National Vital Statistics Reports*, v. 70, p. 1–13, 2021. Disponível em: <https://www.cdc.gov/nchs/data/databriefs/db428.pdf>. Acesso em: 01/11/2025.

ARAI, P. S. *et al.* Automedicação no Brasil: práticas, riscos e políticas de controle. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 21, n. 1, p. 327–336, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232015211.23082015>.

CDC. Centers for Disease Control and Prevention. National Center for Health Statistics. Drug Overdose Deaths in the U.S., 2020. Disponível em: <https://www.cdc.gov/nchs/>. Acesso em: 01/11/2025.

COSTA, S. H.; COELHO, H. L. L.; SANTOS, D. B. Uso de medicamentos na gestação: aspectos de segurança. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetria*, v. 39, n. 3, p. 123–131, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0037-1601867>.

DATASUS. Departamento de Informática do SUS. Sistema de Informações Hospitalares do SUS – SIH/SUS. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/>. Acesso em: 01/11/2025.

DOMINGUES, P. H. F. *et al.* Automedicação em Gestantes: Riscos e Fatores Associados. *Revista de Saúde Pública*, v. 51, p. 85, 2017. DOI: <https://doi.org/10.11606/S1518-8787.2017051006713>.

FEBRASGO. Manual de orientações sobre medicamentos na gravidez. São Paulo: Federação Brasileira das Associações de Ginecologia e Obstetria, 2011.

FLORENCE, C.; LUO, F.; RICE, K. The economic burden of opioid use disorder and fatal opioid overdose in the United States, 2017. *Drug and Alcohol Dependence*, v. 218, p. 108350, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2020.108350>.

GOLAN, D. E. *et al.* Princípios de farmacologia: a base fisiopatológica da terapêutica. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

GOODMAN, L. S.; GILMAN, A. As bases farmacológicas da terapêutica. 12. ed. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, 2012.

JUDD, D.; KING, C. R.; GALKE, C. The opioid epidemic: a review of the contributing factors, negative consequences, and best practices. *Cureus*, v. 15, n. 7, p. e41621, 2023. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.41621>.

KIYATKIN, E. A. Respiratory depression and brain hypoxia induced by opioid drugs: implications for opioid addiction treatment. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, v. 272, p. 103312, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resp.2019.103312>.

MARQUES, J. F. *et al.* Atenção Multiprofissional no Pré-natal: Impacto na Adesão e Resultados Materno-fetais. *Revista Brasileira de Enfermagem*, v. 74, n. 4, p. e20200653, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2020-0653>.

RIBEIRO, E. R. Uso de Medicamentos na Gestação: Prevalência e Fatores Associados. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 16, p. 735–746, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-790X2013000400006>.

RYAN, N. M.; DUNNE, J. Naloxone for Opioid Overdose: Current Evidence and Future Perspectives. *British Journal of Clinical Pharmacology*, v. 85, n. 11, p. 2536–2548, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/bcp.13776>.

SKOLNICK, P. Treatment of overdose in the synthetic opioid era. *Pharmacology & Therapeutics*, v. 233, p. 108019, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2021.108019>.

SUZUKI, J.; EL-HADDAD, S. A review: fentanyl and non-pharmaceutical fentanyls. *Drug and Alcohol Dependence*, v. 171, p. 107–116, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2016.11.033>.

TORRALVA, R.; JANOWSKY, A. Wooden Chest Syndrome: Fentanyl, Rigidity, and Resuscitation. *Journal of Intensive Care Medicine*, v. 34, n. 1, p. 11–20, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1177/0885066617705117>.

VOLKOW, N. D.; BLANCO, C. The changing opioid crisis: development, challenges and opportunities. *Molecular Psychiatry*, v. 25, p. 218–233, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41380-019-0509-y>.

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 8

REPARO DE HÉRNIAS INGUINAIS

CAROLINE MENEGON¹
CATARINA FISTAROL¹
CATHARINA BORGHETTI SCARABELOT¹
NATÁLIA BETTIATO ZATTERA¹

¹Discente - Internato de Medicina da Universidade de Caxias do Sul (UCS).

Palavras-chave: Hérnia Inguinal; Videolaparoscopia; Conceito Anatômico.

DOI

10.59290/1002099210

P EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

O reparo de hérnias inguinais por videolaparoscopia tem se consolidado como uma técnica eficiente e menos invasiva, proporcionando recuperação mais rápida e menos complicações quando comparada às abordagens tradicionais. Recentemente, novos conceitos anatômicos, como o "Y invertido e os cinco triângulos" descritos por Furtado *et al.* (2019), têm sido incorporados ao procedimento laparoscópico de TransAbdominal PrePeritoneal (TAPP), otimizando a técnica e aumentando a segurança do procedimento (FURTADO *et al.*, 2019). Esses avanços têm promovido uma melhor visualização e sistematização das estruturas envolvidas, permitindo uma abordagem mais precisa e eficaz.

Além disso, o conceito anatômico tem sido utilizado como guia para as "Dez Regras de Ouro", sugeridas por Claus *et al.* (2020), que auxiliam na execução segura e eficiente do reparo de hérnia inguinal por laparoscopia. Com isso, o objetivo deste capítulo é apresentar essas inovações anatômicas e técnicas, discutindo sua aplicabilidade e benefícios no contexto do reparo minimamente invasivo de hérnias inguinais.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão sistemática realizada no período de agosto a outubro de 2024 por meio de pesquisas nas bases de dados PubMed e SciELO. Foram utilizados os descritores: Hérnia inguinal, Videolaparoscopia, Reparo TAPP, Conceito anatômico. Desta busca foram encontrados 23 artigos, posteriormente submetidos aos critérios de seleção.

Os critérios de inclusão foram: artigos nos idiomas inglês, português e espanhol; publicados no período de 2010 a 2024; que abordavam especificamente o reparo de hérnia inguinal por

videolaparoscopia com foco no conceito anatômico e na técnica TAPP. Estudos do tipo ensaio clínico, meta-análise e revisão sistemática, disponibilizados na íntegra, foram incluídos.

Os critérios de exclusão foram: artigos duplicados, disponibilizados apenas na forma de resumo, que não abordavam diretamente a proposta estudada, e que não atendiam aos critérios de inclusão.

Após a aplicação dos critérios de seleção, restaram 8 artigos, que foram submetidos à leitura minuciosa para coleta de dados. Os resultados foram apresentados de forma descritiva, divididos em categorias temáticas abordando: (1) a sistematização do reparo laparoscópico com base no conceito anatômico; (2) as regras para segurança na técnica TAPP; e (3) os desfechos clínicos e complicações pós-operatórias associadas ao uso da técnica.

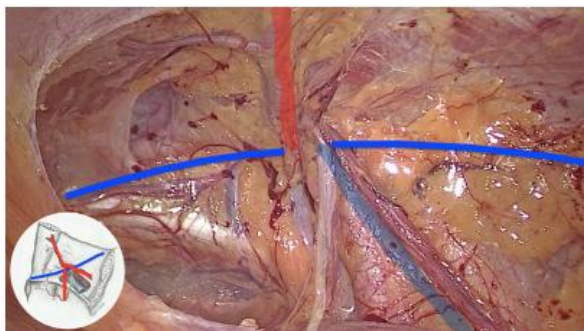
RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conceito anatômico de Y invertido, descrito por Furtado *et al.* (2019), reorganiza a visualização das estruturas inguinais durante o reparo laparoscópico de hérnias, especificamente na técnica TAPP. Esse conceito utiliza a imagem de um "Y" invertido para orientar a dissecação e proteger estruturas vitais, como vasos sanguíneos e nervos. O "Y" é formado pela confluência do ducto deferente e dos vasos epigástricos inferiores, que correm pela parede abdominal inferior. A base do "Y" aponta para o anel inguinal interno, com os ramos representando o caminho do ducto deferente e dos vasos espermáticos para os lados direito e esquerdo (**Figura 8.1**).

A configuração do "Y invertido" facilita a identificação das áreas de maior risco durante a dissecação, como os triângulos de doom e de dor. O triângulo de doom contém importantes estru-

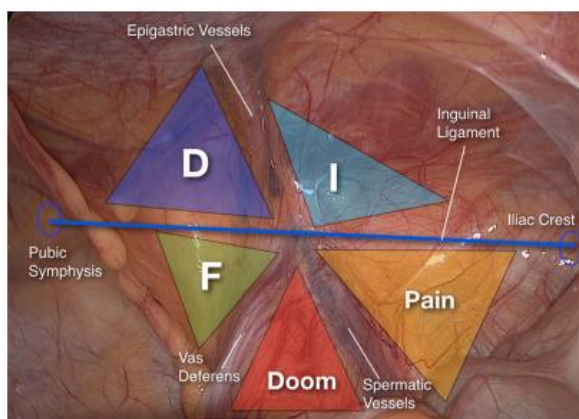
turas vasculares, como os vasos ilíacos, enquanto o triângulo de dor abriga os nervos susceptíveis a lesões que podem causar dor crônica. Ao seguir o guia anatômico desse "Y invertido", o cirurgião consegue realizar o procedimento de maneira mais segura e eficaz, preservando estruturas críticas e reduzindo o risco de complicações (**Figura 8.2**).

Figura 8.1 "Y invertido": vasos epigástricos inferiores em vermelho; ducto deferente em branco; vasos espermáticos em azul



Fonte: FURTADO *et al*, 2019

Figura 8.2 Ilustração da proposta anatômica de "Y invertido e os Cinco Triângulos" sobre a visão laparoscópica, assoalho inguinal direito posterior, em homem, com peritônio ainda intacto



Fonte: FURTADO *et al*, 2019

Os resultados observados por Furtado *et al.* indicam que essa sistematização permite uma redução significativa no tempo operatório, bem como na taxa de recorrência da hérnia. Além disso, houve uma diminuição de complicações relacionadas a lesões nervosas e vasculares, que

são as principais causas de dor crônica pós-operatória. A adoção da técnica baseada nesse conceito anatômico também foi associada a menores índices de hematoma e seroma, complicações comuns em abordagens laparoscópicas anteriores.

A abordagem dos cinco triângulos proporciona uma visão clara dos principais elementos anatômicos que devem ser preservados ou abordados durante o procedimento. Cada um desses triângulos auxilia na visualização de estruturas críticas, como o triângulo de doom, que contém vasos importantes, e o triângulo de dor, que abriga os nervos susceptíveis a lesões durante a dissecação.

A adoção desse novo conceito reduz a curva de aprendizado da técnica TAPP, sendo mais intuitiva e padronizada. Comparado a métodos laparoscópicos anteriores, que dependiam de referências anatômicas mais amplas e menos definidas, essa sistematização proporciona uma melhor compreensão das estruturas vulneráveis, permitindo intervenções mais precisas.

Outro ponto importante discutido por Furtado *et al.* (2019) é o papel do "Y invertido" na orientação do posicionamento da tela de reforço. A técnica promove uma fixação mais eficiente da tela, cobrindo adequadamente os defeitos herniários e prevenindo a migração, um dos principais fatores de recorrência do defeito herniário. Esse conceito inovador permite que a tela seja posicionada com maior precisão, evitando dobras ou tensões inadequadas, fatores que contribuem para complicações tardias, como recidivas ou infecções.

Por fim, a sistematização anatômica proposta oferece uma vantagem significativa na padronização do reparo laparoscópico de hérnias, sendo uma técnica mais reprodutível e acessível a cirurgiões menos experientes. Isso reforça a aplicabilidade do conceito "Y invertido" e "cinco triângulos" como uma ferramenta

que contribui tanto para a segurança do paciente quanto para a capacitação de novos profissionais.

Em resumo, os resultados relatados por Furtado *et al.* (2019) evidenciam que o novo conceito anatômico melhora significativamente a eficácia e segurança do reparo de hérnia inguinal por videolaparoscopia, ao passo que reduz complicações pós-operatórias, especialmente dor crônica e recorrência da hérnia. A técnica representa um avanço no campo da cirurgia minimamente invasiva e deve ser considerada a abordagem de escolha para o tratamento de hérnias inguinais.

CONCLUSÃO

A adoção do conceito anatômico de "Y invertido e cinco triângulos", descrito por Furtado *et al.* (2019), demonstrou-se uma ferramenta eficaz para a sistematização do reparo de hérnias inguinais por videolaparoscopia. O estudo observou que a aplicação desse conceito promoveu uma melhor visualização das estruturas críticas, como vasos e nervos, reduzindo o risco

de complicações, especialmente lesões nervosas e vasculares, que podem resultar em dor crônica e recorrência da hérnia. Além disso, o posicionamento da tela no reparo TAPP tornou-se mais preciso, resultando em menores taxas de migração da tela e, conseqüentemente, de recidivas herniárias.

A sistematização proposta também demonstrou benefícios no tempo operatório, na curva de aprendizado para cirurgiões em formação, e na redução de complicações pós-operatórias, tornando-se uma técnica segura e eficaz. No entanto, para confirmar esses resultados e expandir a aplicabilidade do conceito, são necessários estudos adicionais com amostras maiores e diferentes cenários clínicos. Investigações futuras podem explorar variações anatômicas individuais e novas tecnologias que possam complementar a técnica, aprimorando ainda mais os resultados a longo prazo e ampliando as indicações para diferentes tipos de hérnias. Dessa forma, o conceito anatômico inovador tem o potencial de transformar a prática clínica no reparo laparoscópico de hérnias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BITNER, R.; GLOVER, M.; KÖCKERLING, F. *et al.* Update of guidelines on laparoscopic (TAPP) and endoscopic (TEP) treatment of inguinal hernia (International Endohernia Society). *Surgical Endoscopy*, v. 29, n. 2, p. 289–321, 2015. DOI: 10.1007/s00464-014-3917-8.

CLAUS, C.; FERNANDES, F.; MORAIS, C. *et al.* Ten golden rules for a safe MIS inguinal hernia repair using a new anatomical concept as guide. *Surgical Endoscopy*, v. 34, n. 4, p. 1458–1464, 2020. DOI: 10.1007/s00464-019-06874-z.

FURTADO, M.; FERNANDES, F.; CLAUS, C. *et al.* A sistematização do reparo da hérnia inguinal laparoscópica (TAPP) baseada em seu novo conceito anatômico: vinte e cinco triângulos. *ABCD Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva*, v. 32, n. 1, p. e1426, 2019. DOI: 10.1590/0102-672020180001e1426.

TOWNSEND, C.M.; BEAUCHAMP, R.D.; EWING, S.B. *et al.* Sabiston tratado de cirurgia: a base biológica da prática cirúrgica moderna. 21ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2022.

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 9

DESAFIOS PARA A REALIZAÇÃO DE CUIDADOS PALIATIVOS NA UTI

AMI KOBAYASHI¹
CARLA ROSANA GUILHERME SILVA²
CASSIO MOTA FREITAS DA SILVA¹
DANIELA ANNUZIATA MASARO¹
IGOR OLIVEIRA DE FARIA¹
LUIZA RAMIRO SANDES DA COSTA¹
MARIA FERREIRA TANNUS¹
PIETRA VALENTINA CAGLIARI BENÁ¹

¹Discente - Medicina pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC -.Campinas).

²Docente – Curso de Medicina pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC -.Campinas).

Palavras-chave: Cuidado Paliativo; UTI; Qualidade de Vida.

DOI

10.59290/5091229932

P EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

Na virada do século XX ao XXI houve uma transformação na área da saúde com a busca por sua humanização (MOREIRA, 2021). Este combate a um atendimento desumanizado exige da relação médico-paciente uma perspectiva além do tratamento da doença, mas sim, do enfermo e toda sua complexidade humanitária, requer uma relação com respeito, escuta atenciosa e colaboração mútua. Nesse contexto de respeito à vida do paciente, segundo a OMS, os cuidados paliativos (CP) têm ganhado relevância global com o propósito de fornecer qualidade de vida aos pacientes críticos, cujo prognóstico é desfavorável a tratamentos curativos, aliviando seu sofrimento e dos familiares com uma abordagem humanizada.

Os cuidados paliativos tornaram-se fundamentais no ambiente hospitalar, especialmente em unidades de terapia intensiva (UTI), onde muitos pacientes encontram-se em situações críticas de enorme sofrimento física, espiritual e psicossocial. A prática de equipes multidisciplinares paliativistas beneficia o paciente, sua família e a própria administração hospitalar ao evitar procedimentos desnecessários que levam a distanásia (MACHADO, 2007).

O crescimento da abordagem de temas como dignidade, fim da vida e qualidade da morte frente ao aprimoramento da tecnologia médica na área terapêutica, ao envelhecimento populacional e aumento das doenças crônicas vai de encontro com enorme dificuldade de sua aplicação nas UTIs. Apesar dos progressos, ainda existem lacunas e desafios na aplicação dos CP nesses ambientes, comprometendo a integralidade do cuidado ao paciente.

O objetivo deste estudo foi agregar os principais desafios descritos na literatura para a im-

plementação de CP, a fim de promover qualidade de vida ao paciente e seus familiares com a resolução dessas barreiras.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão narrativa realizada no período de julho a outubro, por meio de pesquisas nas bases de dados LILACS e Medline. Como descritores combinadas por meio do operador booleano “AND” foram utilizados “Cuidados paliativos” e “UTI”. Desta busca foram encontrados 1819 artigos, posteriormente submetidos aos critérios de seleção.

Os critérios de inclusão foram: artigos nos idiomas português e inglês; publicados no período de 2020 a 2025; filtros de assunto principal “Cuidados Paliativos” e Unidade de Terapia Intensiva”; estudos do tipo observacional, de prevalência, de fatores de risco, revisão da literatura, pesquisa qualitativa e guia de prática clínica, disponibilizados na íntegra (filtro de texto completo). Os critérios de exclusão foram: artigos duplicados, disponibilizados na forma de resumo, que não abordavam diretamente a proposta estudada e que não atendiam aos demais critérios de inclusão.

Foi utilizado o *software Mendeley Reference Manager* para organização dos artigos e exclusão daqueles duplicados. Após os critérios de seleção restaram 266 artigos que foram submetidos à leitura minuciosa para a coleta de dados. Dentre estes, a partir da leitura do título e resumo foram escolhidos 26 artigos para a revisão narrativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A literatura recente evidencia que essa integração é permeada por desafios que extrapolam a dimensão técnica, envolvendo também fatores emocionais, comunicacionais, culturais e

organizacionais. O estudo Triangular Perspectives (SHEN, 2025) esclarece que a experiência do cuidado paliativo na UTI precisa ser compreendida sob três pontos de vista simultâneos e interdependentes: profissionais de saúde, pacientes e familiares. Cada um desses grupos possui expectativas, valores e necessidades próprias, que influenciam diretamente a aceitação, o timing e a efetividade das intervenções paliativas. Por exemplo, enquanto pacientes frequentemente priorizam alívio de sintomas e preservação da dignidade, familiares tendem a oscilar entre a busca de conforto e a manutenção de esperança, ao passo que profissionais enfrentam dilemas de responsabilidade clínica e emocional ao decidir sobre limitação ou futilidade terapêutica.

Além disso, fatores estruturais evidenciam que a implementação de CP na UTI é modulada por cinco eixos centrais: gestão emocional, comunicação, modelos assistenciais, ambiente/recursos e educação (SHEN, 2025).

A gestão emocional enfrenta como desafio a sua negligência, o que afeta tanto famílias que vivenciam sofrimento antecipatório e luto, quanto profissionais expostos à fadiga de compaixão, sentimentos de fracasso terapêutico e insegurança ao discutir limitações de tratamento. Os pacientes internados nesse ambiente encontram-se em condições de risco de morte, necessitando de assistência para seus sintomas físicos e psicológicos, o que exige uma equipe multidisciplinar extremamente qualificada para operar nesse ambiente de alta pressão. Dessa forma, uma das barreiras iniciais é referente à expertise do profissional da saúde, que compete a necessidade de ter domínio sobre a terapêutica do paciente, trabalhar em equipe e comunicar-se eficientemente com o paciente e familiares com a gestão emocional adequada (CAROLLA, 2022).

Muitos profissionais de saúde ainda apresentam concepções equivocadas sobre os cuidados paliativos (CP) e carecem de experiência prática, o que compromete a qualidade de vida dos pacientes críticos. Essa insuficiência formativa é agravada pelo fato de que a educação em CP permanece incipiente na maior parte dos cursos de graduação e até mesmo em programas de residência, resultando em insegurança para conduzir casos complexos, manejar sintomas, abordar prognóstico e dialogar com pacientes e familiares. A literatura aponta que, além do domínio técnico, os profissionais necessitam de treinamento especializado que os prepare emocionalmente para lidar com estresse intenso, fadiga de compaixão, sentimentos de fracasso terapêutico e exposição contínua ao sofrimento e ao luto — elementos reconhecidos como barreiras importantes na implementação dos CP na UTI (BARG, 2023; CALLE, 2020). Somam-se a isso a ausência de protocolos estruturados e de fluxos institucionais claros, que padronizem critérios de elegibilidade e orientem decisões sobre limitação de suporte de vida. Essa lacuna organizacional contribui para decisões inconsistentes, atrasos na ativação dos CP e significativa variabilidade na prática clínica. Ademais, a escassez de equipes especializadas e a falta de apoio institucional comprometem a identificação precoce dos pacientes que se beneficiaram dessa abordagem, dificultando o alinhamento entre profissionais, pacientes e familiares e, consequentemente, a oferta de um cuidado verdadeiramente centrado na pessoa.

Quanto ao obstáculo da escassez de profissionais qualificados em cuidados paliativos, a literatura é unânime ao afirmar que a educação continuada é um elemento transformador: profissionais treinados reconhecem precocemente pacientes aptos à abordagem paliativa, sentem-se mais seguros em discussões difíceis e evitam

intervenções desproporcionais. Contudo, muitos relatam jamais terem recebido formação estruturada durante sua graduação, residência ou integração ao serviço. A falta de equipes especializadas no cuidado paliativo está evidenciada no seu baixo número no Brasil, visto que apesar do seu aumento de 191 para 240 entre 2019 e 2022, esse crescimento ainda é insuficiente frente às recomendações internacionais. A Associação Europeia de Cuidados Paliativos sugere dois serviços especializados para cada 100 mil habitantes, enquanto a rede pública brasileira oferece um único serviço para cada 1,6 milhão de habitantes, revelando uma lacuna assistencial significativa.

O cenário político de investimento de recursos humanos e estruturais também desempenha papel importante. Faltam políticas nacionais uniformes e há desigualdades no acesso a tecnologia, resultando em equipes reduzidas, ausência de espaços adequados para privacidade e indisponibilidade de políticas institucionais consolidadas dificultam a consolidação dos CP. Essa desorganização também é demonstrada pela ausência de protocolos assistenciais. No Brasil, ainda que diretrizes normativas, como a Política Nacional de Cuidados Paliativos, representem avanços, não há padronização suficiente para definir fluxos de encaminhamento, critérios de elegibilidade, estratégias comunicacionais e diretrizes para limitação de suporte avançado de vida. A inexistência desses instrumentos formais leva à adoção de práticas baseadas na subjetividade e experiência individual de cada profissional, ampliando disparidades e fragilizando a segurança assistencial. A falta de planejamento organizacional também prejudica o engajamento das equipes e dificulta a articulação entre setores, como enfermagem, emergência, UTI e ambulatório.

A equipe envolvida no CP precisa ser multiprofissional, composta por composta por mé-

dico, enfermeira, fisioterapeuta, terapeuta ocupacional, psicólogo, assistente social, representantes religiosos e voluntários (ALVES, 2022). A colaboração eficaz entre os membros da equipe oferecendo orientação prática e suporte teórico garante resultados melhores no bem-estar do paciente, solucionando dúvidas e divergências entre eles (MAINGUÉ, 2020). Para isso, a tomada de decisão nunca deve ser feita apenas por médicos, mas sim, precisa incluir toda a equipe multidisciplinar, o próprio paciente e sua família. Todavia, as decisões sobre o tratamento ainda são predominantemente médicas, com pouca participação de outros profissionais da saúde. Essa negligência na interdisciplinaridade compromete a integralidade do cuidado ao paciente.

O eixo central que dá coesão ao trabalho da equipe multidisciplinar e garante qualidade de vida ao paciente e à família é a comunicação. A dinâmica da UTI, marcada por alta rotatividade de plantões, multiplicidade de profissionais e decisões rápidas, favorece falhas na transmissão de informações, prontuários incompletos e ausência de discussões formais sobre continuidade ou alteração de tratamentos. Esse cenário de comunicação insuficiente compromete a consistência das condutas e favorece intervenções desproporcionais. Além disso, persistem resistências culturais: muitos profissionais evitam conversas difíceis por receio de intensificar o sofrimento dos familiares ou de serem percebidos como “desistindo” do paciente (SHEN, 2025). Assim, evidencia-se que a comunicação em CP exige não apenas competência técnica, mas também preparo emocional, habilidade relacional e sensibilidade cultural para abordar temas como prognóstico, recusa terapêutica e diretivas antecipadas.

O diálogo entre paciente e a equipe é fundamental para estabelecer uma relação de confi-

ança, que proporciona maior conforto aos pacientes durante seus últimos momentos de vida ao permitir que eles tenham conhecimento de sua situação, confiem nas intervenções médicas e opinem na tomada de decisões e sofram menos no processo até a quinta fase do luto, a aceitação de acordo com Modelo de Kübler-Ross. Do ponto de vista dos familiares, a falta de comunicação clara frequentemente gera sentimento de frustração, raiva e até perda de confiança nos cuidados prestados. Muitos relatam sentir-se mal informados ou confusos sobre a condição do paciente, o que reforça a necessidade de uma comunicação aberta e contínua. Por outro lado, quando a equipe multiprofissional se dispõe a dialogar de forma transparente, há maior construção de confiança, redução de conflitos e até valorização da importância dos CP, que passam a ser vistos como fonte de conforto para o paciente.

Ademais, as famílias frequentemente têm dificuldade em enfrentar a morte iminente do parente e insistiam em tratamentos curativos, sendo relutantes em fazer a transição para CP. Elas desempenham um papel fundamental para o amparo emocional ao paciente emocionalmente esgotado e com medo à medida que vê a progressão da sua doença, logo o cuidado dos profissionais da saúde não pode ser exclusivo com o paciente, é necessário comunicar-se com os familiares, criar uma boa relação com eles e trazê-los junto ao tratamento do paciente.

Por fim, a visão restrita dos CP como sinônimo de cuidados de fim de vida limita sua aplicação precoce e integral. Essa concepção reducionista impede que os CP sejam reconhecidos como uma estratégia ativa de cuidado, voltada para o alívio do sofrimento em todas as fases da doença, e não apenas nos momentos finais.

CONCLUSÃO

Este estudo evidencia que a integração dos cuidados paliativos na UTI enfrenta barreiras estruturais e culturais que comprometem a qualidade do cuidado aos pacientes críticos. Observou-se que a ausência de protocolos claros, a centralização das decisões médicas, a escassez de equipes multiprofissionais qualificadas e a visão restrita dos CP como cuidados de fim de vida dificultam sua aplicação precoce e integral. Tais fatores contribuem para decisões tardias, comunicação ineficaz e sofrimento evitável, o que vai de encontro com a proposta da intervenção. Diante disso, é fundamental que políticas de saúde incentivem a formação especializada em CP, a criação de diretrizes institucionais e a valorização da atuação multiprofissional. A inclusão de estratégias de comunicação eficazes e suporte emocional às equipes pode ser um aliado importante nesse contexto. Novos estudos são necessários para avaliar o impacto dessas intervenções na qualidade de vida dos pacientes e na humanização do cuidado em ambientes críticos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R. S. F.; OLIVEIRA, F. F. B. Cuidados Paliativos para Profissionais de Saúde: Avanços e Dificuldades. *Psicologia: Ciência e Profissão*, [s. l.], v. 42, p. e238471, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1982-3703003238471>.

BARG, D. G.; ANTONIO, A. C. P. Percepção de cuidados desproporcionais entre médicos seniores, médicos residentes, enfermeiros e técnicos de enfermagem em um centro de terapia intensiva. *Clinical & Biomedical Research*, [s. l.], v. 42, n. 3, p. 226–233, 2023. DOI: <https://doi.org/10.22491/2357-9730.116736>.

CALLE, M. C. *et al.* Interactions Between Intensive Care and Palliative Care Are Influenced by Training, Professionals' Perceptions and Institutional Barriers. *Journal of Palliative Care*, [s. l.], v. 37, n. 4, p. 545–551, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1177/0825859720951361>.

CAROLLA, D. C. Cuidados de Enfermagem na Insuficiência Cardíaca Avançada no Contexto de Cuidados Paliativos em Unidade de Terapia (UTI). *Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo*, [s. l.], v. 32, p. 197–197, 2022.

MACHADO, K. D. G.; PESSINI, L.; HOSSNE, W. S. A formação em cuidados paliativos da equipe que atua em unidade de terapia intensiva: um olhar da bioética. *Centro Universitário São Camilo*, v. 1, n. 1, p. 34–42, 2007.

MAINGUÉ, P. C. P. M. *et al.* Discussão Bioética sobre o Paciente em Cuidados de Fim de Vida. *Revista Bioética*, [s. l.], v. 28, n. 1, p. 135–146, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-80422020281376>.

MOREIRA, M. C. N. Cuidado, descuido e afecção: uma perspectiva para a humanização em saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*, [s. l.], v. 26, n. 8, p. 2934–2934, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232021268.12592021>.

SHEN, Y. *et al.* Barriers and facilitators to explore palliative care implementation in the ICU from tripartite perspectives: a qualitative systematic review and meta-aggregation. *BMJ open*, England, v. 15, n. 8, p. e103616, 2025a. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2025-103616>.

SHEN, Y. *et al.* Triangular perspectives of healthcare providers, patients and their families on ICU palliative care: a protocol for a systematic review of qualitative studies. *BMJ open*, England, v. 15, n. 7, p. e094013, 2025b. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2024-094013>.

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 10

CUIDADOS EM TRAUMAS CRANIOENCEFÁLICOS (TCE) MODERADOS E GRAVES

MARIA EDUARDA PELLISON COIMBRA¹
AMANDA BOTREL DE BRITO¹
ANA CLARA DIAS PEREIRA¹
MARIA FERNANDA DE ÁVILA REIS¹
ISABELLA BARBOSA SILVA LYRA¹
CAROLINE MAIARA COELHO GAMAS¹
GABRIELA DO AMARAL GURGEL CRUZ¹
GABRIELA BLASIOLI DALPINO¹
JULIA DA SILVA GIACOMASI¹
ISABELLA BARBOSA OCKNER¹
ANA LAURA BARBOSA PIFFER¹
JULIA MAIA ALVES¹
PÉRICLES SIMÕES ROMAGNOLI¹
MANUELA FERNANDES LOPES MILLER¹
JOÃO FLÁVIO DE MATTOS ARAÚJO²

¹Discente - Medicina da Pontifícia Universidade Católica de Campinas.

²Docente - Medicina da Pontifícia Universidade Católica de Campinas.

Palavras-chave: Traumas Cranioencefálicos; Manejo; Pressão Intracraniana.

DOI

10.59290/0701851132

P EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

O trauma cranioencefálico (TCE) é definido como qualquer lesão de etiologia traumática que acomete o parênquima cerebral ou suas estruturas adjacentes, representando uma das principais causas de morbimortalidade no mundo. Segundo a Organização Mundial da Saúde, o TCE é responsável por parcela relevante das mortes e incapacidades permanentes, sobretudo em adultos jovens. No Brasil, dados do DATASUS revelam que as internações por causas externas, incluindo traumas cranianos, permanecem elevadas, reforçando a magnitude do TCE como problema de saúde pública.

O atendimento inicial deve seguir os princípios estabelecidos pelo *Advanced Trauma Life Support*, atualmente em sua 11ª edição, que padroniza a abordagem primária, priorizando estabilização hemodinâmica, avaliação neurológica seriada e identificação precoce de condições críticas. A classificação do TCE baseia-se na Escala de Coma de Glasgow (ECG/GCS), categorizando os casos em leve (ECG 13–15), moderado (ECG 9–12) e grave (ECG ≤ 8), sendo que os casos moderados e graves concentram maior risco de deterioração clínica.

A relevância clínica do TCE decorre da interação entre lesão primária, que ocorre no momento do impacto, e lesão secundária, caracterizada por processos subsequentes como hipóxia, hipotensão, hipertensão intracraniana, alterações metabólicas e inflamação. Esses mecanismos são determinantes dos desfechos clínicos e justificam intervenções rápidas e estruturadas, voltadas à prevenção da progressão da lesão cerebral. A natureza tempo-dependente do TCE exige vigilância contínua, correção precoce de instabilidades sistêmicas e abordagem direcionada ao controle da pressão intracraniana e ao suporte neuroprotetor.

A tomografia computadorizada (TC) de crânio permanece como exame de imagem de primeira escolha, permitindo rápida identificação de hematomas, fraturas, contusões e sinais de hipertensão intracraniana, guiando a definição de condutas e auxiliando na estratificação de risco. A combinação entre avaliação clínica estruturada, exames complementares oportunos e intervenções precoces constitui a base para reduzir a morbimortalidade e melhorar o prognóstico funcional.

Este capítulo tem como objetivo apresentar, de forma clara e integrada, os fundamentos epidemiológicos, classificatórios e fisiopatológicos do trauma cranioencefálico, bem como os princípios essenciais do manejo inicial com base nas recomendações do ATLS 11ª edição, da *Brain Trauma Foundation*, da OMS e dos dados nacionais. Busca-se fornecer ao leitor uma síntese atualizada que oriente a tomada de decisão rápida, a prevenção de lesões secundárias e a melhoria dos desfechos clínicos. Este capítulo tem como objetivo apresentar, de forma clara e integrada, os fundamentos epidemiológicos, classificatórios e fisiopatológicos do trauma cranioencefálico, bem como os princípios essenciais do manejo inicial com base nas recomendações do ATLS 11ª edição, da *Brain Trauma Foundation*, da OMS e dos dados nacionais. Busca-se fornecer ao leitor uma síntese atualizada que oriente a tomada de decisão rápida, a prevenção de lesões secundárias e a melhoria dos desfechos clínicos.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão narrativa de literatura, utilizando como principal referência a 11ª edição do ATLS, que fundamenta os princípios atuais de abordagem ao trauma. Além disso, foram consultados também os capítulos correspondentes do Livro de Emergências Clínicas da

USP, a fim de incorporar as diretrizes nacionais amplamente aplicadas na prática clínica. Para complementar essas fontes tradicionais e garantir maior robustez ao trabalho, conduziu-se uma busca estruturada por artigos científicos na base PubMed, empregando descritores específicos relacionados ao traumatismo cranioencefálico. Os estudos selecionados foram analisados quanto à relevância, qualidade metodológica, clareza dos desfechos apresentados e aderência aos temas centrais discutidos, permitindo a construção de uma síntese atualizada e consistente. Por fim, foi realizada uma síntese de todo o conteúdo obtido, para a construção do presente capítulo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Classificação do TCE pela Escala de Coma de Glasgow

A classificação do TCE é feita por diferentes maneiras, entretanto, o uso da escala de coma de Glasgow (ECG) é universalmente aceita para tal, por mais que tenha certas limitações – as quais serão tratadas neste capítulo.

A ECG permite pontuar o quadro clínico do paciente a partir da presença ou ausência de componentes da escala, como abertura ocular, resposta verbal, resposta motora e reatividade pupilar (**Tabela 10.1**). O escore obtido dela tem valor mínimo de 3 e máximo de 15, sendo a menor pontuação correspondente à maior gravidade do quadro.

Estudos recentes propõem a integração da ECG à avaliação da reatividade pupilar (ECG-P), demonstrando que a adição dos escores pupilares amplia significativamente a capacidade de refinar a caracterização da gravidade da lesão e aprimora o valor prognóstico da escala (BRENNAN *et al.*, 2018). Essa extensão leva em consideração os componentes abaixo (**Tabela 10.2**).

Tabela 10.1 Escala de coma de Glasgow

		Pontuação
Abertura ocular	Espontânea	4
	Ao estímulo verbal	3
	À pressão	2
	Sem abertura ocular	1
Melhor resposta verbal	Orientado	5
	Confuso	4
	Palavras inapropriadas	3
	Sons incompreensíveis	2
	Sem resposta verbal	1
Melhor resposta motora	Obedece a comando	6
	Localiza estímulo doloroso	5
	Retirada ao estímulo doloroso	4
	Flexão anormal a dor	3
	Extensão anormal a dor	2
	Sem resposta motora	1

Fonte: Adaptada de MARTINEZ, 2022

Tabela 10.2 Avaliação da reatividade pupilar

		Pontuação
Resposta pupilar	Inexistente: nenhuma pupila reage à luz	-2
	Parcial: apenas uma pupila reage à luz	-1
	Total: ambas as pupilas reagem à luz	0

Fonte: Adaptada de MARTINEZ, 2022

Nesse sentido, o uso da ECG facilita a classificação do TCE e, dessa maneira, auxilia na escolha de decisões na assistência à saúde. Logo, o TCE, segundo a ECG, pode ser classificado em leve (ECG de 13 a 15), moderado (ECG de 9 a 12) e grave (ECG menor ou igual a 8) (AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2024).

A classificação quanto à gravidade permite optar por decisões fundamentais no manejo deste paciente, como, por exemplo, indicar necessidade de tomografia computadorizada

(TC), avaliação da equipe da neurocirurgia e indicação de internação do paciente.

No caso de pacientes com TCE moderado ou grave, já existe a indicação de TC, enquanto os pacientes com TCE leve, na presença de outras características do caso (como mais de dois episódios de vômito, por exemplo) também necessitam de TC. Ademais, pacientes com TCE grave também necessitam de garantia de via aérea definitiva, por meio da intubação orotraqueal, por exemplo.

Desta forma, percebe-se que a ECG é amplamente utilizada, especialmente pela simplicidade, facilidade de aplicar e importante valor preditivo para o desfecho clínico (MARTINEZ, 2022).

Contudo, a escala possui limitações, pois sofre influência em contextos de confusão, assim como ocorre em pacientes com sedação (MARTINEZ, 2022). Outros contextos que podem influenciar são: fatores pré-existentes, como barreiras linguísticas, déficit neurológico ou intelectual, déficit auditivo ou de fala; efeitos do tratamento, como, além da sedação citada, a própria intubação, que é comum no contexto de trauma; e efeitos de outras lesões, tais como fratura orbital ou craniana; lesão da medula espinhal, dentre outros (JAIN, 2024).

Por fim, ressalta-se, ainda, as limitações da ECG com pacientes pediátricos menores de 5 anos, especialmente os que ainda não possuem domínio verbal completamente desenvolvido. Para isto, diferentes escalas foram elaboradas, mas uma das mais adotadas é a Escala de coma de Glasgow modificada para lactentes e crianças (JAIN, 2024; CARNEY, 2016).

XABCDE no TCE

O manejo inicial do paciente politraumatizado deve seguir uma abordagem sistemática e padronizada, sendo o XABCDE a estrutura cen-

tral para identificação rápida e tratamento imediato das condições que ameaçam a vida. A lógica do XABCDE permite priorizar a exsanguinação, seguida pela avaliação de vias aéreas, respiração, circulação, déficit neurológico e exposição, reduzindo atrasos críticos e prevenindo dano secundário, especialmente relevante nos casos de traumatismo cranioencefálico (TCE) e lesão medular espinhal (LME).

No TCE, fatores como hipóxia e hipotensão pioram significativamente o prognóstico, aumentando a mortalidade e a incapacidade a longo prazo. Dessa forma, tanto no ambiente pré-hospitalar quanto no hospitalar, a abordagem XABCDE tem como objetivo central garantir oxigenação, perfusão e proteção neurológica adequadas, mitigando os efeitos da lesão secundária e evitando a progressão do dano neuronal.

Fase Pré-Hospitalar

No cenário pré-hospitalar, o foco do XABCDE é intervir rapidamente para controlar hemorragias externas massivas (X) e assegurar oxigenação e perfusão adequadas. A hipóxia exerce efeito deletério imediato sobre o cérebro lesionado e está associada a pior desfecho no TCE, por isso, recomenda-se administrar oxigênio suplementar sempre que disponível, mantendo $SpO_2 \geq 94\%$.

A avaliação das vias aéreas e da respiração deve considerar o alto risco de fraturas faciais, fraturas da base do crânio, trauma cervical e lesões de partes moles do pescoço. Diante de suspeita de instabilidade cervical, a proteção manual da coluna é mandatória desde o primeiro contato. A intubação pré-hospitalar pode ser indicada quando a escala de coma de Glasgow < 9 , desde que realizada por profissionais experientes e de acordo com protocolos locais. Caso contrário, é preferível aguardar a chegada ao ambiente hospitalar para evitar tentativas mal sucedidas e atrasos no transporte.

O tempo pré-hospitalar deve ser minimizado. A prioridade é corrigir hipóxia, prevenir hipotensão, controlar hemorragias e transportar rapidamente o paciente para um centro de trauma.

Fase Hospitalar

No hospital, a abordagem segue rigorosamente o ABCDE do ATLS, precedido do controle imediato de exsanguinação (X). Quando possível, equipes especializadas em neurotrauma devem ser acionadas precocemente. O objetivo central é manter oxigenação adequada, pressão arterial suficiente e ventilação apropriada, prevenindo agressões secundárias ao sistema nervoso central.

No componente A e B, a prioridade é assegurar vias aéreas pervias, oxigenação adequada e ventilação eficaz, evitando hipoventilação, hiperventilação excessiva e retenção de CO₂. No C, considera-se que a hipotensão raramente é consequência isolada do TCE; portanto, sua presença deve desencadear a busca imediata por choque hemorrágico ou outras causas, com reposição volêmica e hemoderivados conforme necessário.

A avaliação do Déficit neurológico (D) é integrada ao Glasgow, avaliação pupilar e análise de déficits focais, sempre após estabilização cardiorrespiratória. O E garante exposição completa do paciente, controle de hipotermia e identificação de lesões frequentemente negligenciadas.

Vias Aéreas e Respiração

Mesmo episódios breves de hipóxia estão diretamente relacionados ao aumento da mortalidade em pacientes com TCE. Por isso, garantir oxigenação e ventilação adequadas é uma das prioridades imediatas dentro da abordagem XABCDE. A intubação orotraqueal deve ser fortemente considerada quando a Escala de Coma de Glasgow (ECG) é ≤ 8 , pois esse nível de

rebaixamento geralmente compromete a proteção das vias aéreas.

Além disso, agitação intensa, rebaixamento progressivo do nível de consciência, hipoxemia persistente e lesões medulares cervicais altas, especialmente acima de C5, constituem indicações adicionais para estabelecer uma via aérea definitiva.

Durante todo o manejo, a imobilização manual da cabeça e do pescoço é obrigatória para proteger a coluna cervical. Além disso, idealmente, a intubação deve ser realizada por um profissional experiente em vias aéreas difíceis. Quando as tentativas falham ou a anatomia impede o procedimento, deve-se progredir rapidamente para uma via aérea cirúrgica.

Parada respiratória transitória e hipóxia são comuns em lesões cerebrais graves e contribuem para lesões secundárias. O paciente deve ser ventilado com 100% de oxigênio até que a gasometria apresente níveis adequados, sendo posteriormente ajustada a fração inspirada de oxigênio (FiO₂). Recomenda-se saturação arterial $>98\%$ e PaCO₂ aproximada de 35 mmHg. A hiperventilação deve ser reservada para pacientes graves apenas nos casos de deterioração neurológica aguda ou sinais de herniação. A hiperventilação prolongada, com PaCO₂ <25 mmHg, não é recomendada devido ao risco de isquemia cerebral.

Circulação

A hipotensão geralmente não é consequência direta da lesão cerebral, exceto em estágios terminais de lesão medular ou em casos concomitantes de trauma espinhal. Hemorragias intracranianas isoladas não costumam causar choque hemorrágico.

Quando o paciente apresenta hipotensão, é fundamental restabelecer a volemia rapidamente, por meio de transfusão sanguínea e/ou fluidos isotônicos, investigando a causa primária da hipotensão. Pacientes hipotensos podem

apresentar exame neurológico pouco confiável, já que não respondem a estímulos; a normalização da pressão arterial geralmente melhora rapidamente suas respostas neurológicas.

As metas pressóricas recomendadas são:

- ≥ 100 mmHg para pacientes entre 50 e 69 anos;
- ≥ 110 mmHg para pacientes entre 15 e 49 anos ou acima de 70 anos.

Pacientes que continuam hipotensos mesmo após reposição volêmica adequada podem necessitar do uso de vasopressores para alcançar as metas pressóricas recomendadas. Norepinefrina e fenilefrina estão entre as opções mais utilizadas nesses casos.

Exame Neurológico

Após a estabilização cardiopulmonar, deve-se realizar um exame neurológico focado, incluindo:

- Escala de Glasgow;
- Avaliação pupilar;
- Investigação de déficits focais.

É essencial considerar fatores que podem confundir o exame, como uso de drogas, álcool, intoxicações diversas e outras lesões traumáticas. Não se deve subestimar uma lesão cerebral nos casos em que o paciente também está intoxicado.

O Glasgow e a resposta pupilar devem ser avaliados antes da sedação ou paralisia, pois a condição clínica inicial do paciente é fundamental para o planejamento terapêutico. Durante a avaliação primária, não se recomenda o uso de sedativos ou paralisantes de ação prolongada durante a avaliação primária. É importante evitar a sedação, exceto em casos de agitação que represente risco para o paciente. Nos casos de intubação orotraqueal, utilizar sedativos de curta duração e sempre realizar um exame neurológico breve antes da sedação ou paralisia.

Após convulsões, é esperado que a resposta do paciente esteja temporariamente piorada por

minutos ou horas. Em pacientes comatosos, respostas motoras podem ser evocadas por beliscão do músculo trapézio ou aplicação de pressão no leito ungueal ou na crista supraorbital. Quando o paciente apresenta respostas variáveis à estimulação, a melhor resposta motora evocada constitui um indicador prognóstico mais confiável do que a pior resposta.

Testes mais complexos, como movimentos oculocéfálicos (reflexo dos olhos de boneca), teste calórico com água gelada (oculovestibular) e reflexo córneo-palpebral, devem ser realizados apenas pelo neurocirurgião. Nunca realize o teste dos olhos de boneca antes de descartar lesão da coluna cervical.

Anestésicos Sedativos e Analgésicos

Anestésicos, sedativos e analgésicos devem ser usados com cautela em pacientes com suspeita ou confirmação de lesão cerebral. O uso excessivo desses agentes pode atrasar o reconhecimento da progressão de uma lesão cerebral grave, prejudicar a respiração ou resultar em tratamentos desnecessários (por exemplo, intubação orotraqueal). Diante disso, é recomendado utilizar agentes de curta duração, facilmente reversíveis e na menor dose necessária para promover alívio da dor e sedação leve. Baixas doses de narcóticos IV podem ser administradas para analgesia e revertidas com naloxona, se necessário. Benzodiazepínicos IV de curta duração, como o midazolam (*Versed*), podem ser usados para sedação e revertidos com flumazenil.

Manejo do Traumatismo Cranioencefálico

O traumatismo cranioencefálico (TCE) moderado e grave representa uma das principais causas de morbimortalidade e demanda manejo sistematizado para prevenir lesão cerebral secundária. Após a lesão primária, inevitável no momento do impacto, instala-se uma cascata complexa de eventos fisiopatológicos, incluindo

do edema, disfunção mitocondrial, inflamação e distúrbios da perfusão cerebral, que contribuem de forma significativa para o agravamento neurológico. Diante disso, protocolos estruturados e monitorização contínua tornam-se essenciais para orientar intervenções oportunas ao longo da evolução clínica (MEYFROIDT *et al.*, 2022).

É de grande importância atentar-se para a neuroproteção do paciente, utilizando-se dos 5 “EU”, que são: euvolemia, garantindo um volume intravascular nos parâmetros ideais para preservar a pressão de perfusão cerebral (PPC); eucatéxia (normocapnia), visto que alterações nas níveis de dióxido de carbono alteram o tônus vascular cerebral; eutermia, evitando hipertermia pela sua tendência a gerar aumento do metabolismo cerebral e agravamento da disfunção energética neuronal; euglicemia, visto que alterações da glicose associam-se a desfechos neurológicos desfavoráveis e, por fim, euxemia (normoxemia), garantindo adequada oxigenação sistêmica e tecidual. Esses parâmetros funcionam como metas fisiológicas essenciais para a proteção contra lesões cerebrais secundárias (BERNARD, 2023).

A monitorização da pressão intracraniana (PIC) é fundamental nesses pacientes, especialmente na presença de alterações estruturais na tomografia computadorizada (TC). O dreno ventricular externo (EVD) é considerado o padrão-ouro por permitir mensuração precisa e drenagem terapêutica de líquido. Diretrizes internacionais recomendam intervenção quando a PIC ultrapassa 22 mmHg, e o manejo sistêmico deve respeitar metas rígidas de pressão arterial média, PPC e ventilação protetora, conforme apresentado abaixo (**Tabela 10.3**) (AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2024).

Tabela 10.3 Metas de parâmetros recomendados para o tratamento do TCE

Parâmetro	Intervalo de Meta
Oximetria de pulso	$\geq 94\%$
PaO ₂	80 – 100 mmHg
PaCO ₂	35 – 45 mmHg
PAS	≥ 110 mmHg
PIC	< 22 mmHg
PbtO ₂	≥ 15 mmHg
PPC	60 – 70 mmHg
Sódio sérico	135 – 145 mEq/L
Osmolaridade Sérica	≤ 320 mOsm
INR	≤ 1.4
Temperatura	36.0 – 37.9°C
Plaquetas	$\geq 75 \times 10^3 / \text{mm}^3$
pH	7.35 – 7.45
Glicose	100 – 180 mg/dL
Hemoglobina	≥ 7 g/dL

Fonte: Adaptado de AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2024

O manejo da PIC ocorre em fases, ou seja, em níveis escalonados de tratamento da pressão intracraniana (Nível 1, 2 e 3). As medidas de Nível 1 incluem otimização da CPP (~70 mmHg), sedação e analgesia adequadas, normotermia, ventilação controlada e administração de soluções hipertônicas. A drenagem pelo EVD é altamente eficaz quando disponível. Persistindo a hipertensão intracraniana, instituem-se intervenções Nível 2, como hipocapnia leve temporária (PaCO₂ 30–35 mmHg), bloqueio neuromuscular e incrementos dirigidos da CPP conforme resposta clínica. Nos casos refratários, recorrem-se às medidas de Nível 3, como coma barbitúrico, craniectomia descompressiva secundária e, em situações selecionadas, hipotermia terapêutica leve (AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2024).

Monitorização Neurológica

A monitorização neurológica adequada é indispensável para identificar deteriorações precoces. A avaliação seriada por meio da Escala de Coma de Glasgow (GCS), associada ao exame pupilar detalhado, fornece parâmetros sensíveis às flutuações do estado neurológico. A TC de crânio deve ser realizada na admissão e repetida em casos de piora clínica, novas alterações no exame neurológico ou conforme protocolos institucionais.

A monitorização da PIC representa o componente central da tomada de decisão. O EVD permanece como método padrão por permitir drenagem terapêutica, enquanto cateteres parenquimatosos são alternativas úteis quando a ventriculostomia não é possível. Modalidades avançadas, como monitorização de PbtO₂, eletroencefalografia contínua e microdiálise cerebral, podem ser incluídas em centros especializados para melhor compreensão da perfusão e metabolismo cerebral.

Monitorização Multimodal e Técnicas Não Invasivas Para Avaliação da PIC

A monitorização exclusiva da pressão intracraniana (PIC) é considerada insuficiente para avaliar a fisiologia cerebral no traumatismo cranioencefálico grave, uma vez que o comprometimento metabólico e hemodinâmico pode ocorrer mesmo com valores normais de PIC e pressão de perfusão cerebral (CPP) (FAN & ROSENTHAL, 2023). Com base nisso, o manejo atual do paciente com lesão cerebral necessita de uma abordagem multimodal que englobe parâmetros neurofisiológicos diversos, abandonando a dependência exclusiva da PIC como medida única de gravidade e orientação terapêutica (BERNARD, 2023).

Nesse contexto, a monitorização multimodal é capaz de avaliar perfusão, oxigenação e

metabolismo cerebral, aumentando a capacidade de interpretação do estado cerebral crítico. Entre as modalidades disponíveis para avaliação contínua encontram-se Doppler transcraniano, monitoramento contínuo por eletroencefalograma, espectroscopia de infravermelho próximo, técnicas avançadas de neuroimagem e métodos contínuos de monitorização do fluxo cerebral. Esses recursos permitem identificar alterações na autorregulação cerebrovascular, hiperemia ou hipoperfusão e disfunções metabólicas (FAN & ROSENTHAL, 2023). O Doppler transcraniano, por exemplo, é utilizado para mensurar alterações de perfusão e autorregulação cerebral em tempo real (BERNARD, 2023).

Além dessas modalidades, outras técnicas não invasivas ou minimamente invasivas vêm sendo utilizadas para estimar a pressão intracraniana, como a mensuração do diâmetro da bainha do nervo óptico, a pupilometria e métodos acústicos como a timpanometria, com utilidade como ferramentas de triagem em situações em que o monitor invasivo não está disponível (FAN & ROSENTHAL, 2023). Apesar de apresentarem sensibilidade relevante, ainda não alcançam precisão suficiente para substituir os dispositivos invasivos e devem ser aplicadas em conjunto com parâmetros complementares e com a monitorização multimodal (BERNARD, 2023).

A principal contribuição da monitorização multimodal é melhorar a interpretação da fisiologia cerebral, uma vez que o oxigênio tecidual e a perfusão cerebral podem piorar mesmo com PIC e CPP dentro da normalidade. Dessa forma, a monitorização multimodal representa um avanço no cuidado ao neurotrauma por identificar precocemente mudanças fisiológicas importantes e direcionar intervenções individualiza-

das, superando as limitações da avaliação baseada apenas na PIC (FAN & ROSENTHAL, 2023; BERNARD, 2023).

Terapia Medicamentosa

A terapêutica medicamentosa busca controlar o metabolismo cerebral, reduzir a PIC e manter a perfusão adequada. Sedação e analgesia com opioides, benzodiazepínicos ou propofol ajudam a evitar picos pressóricos e quedas da CPP decorrentes de agitação. As soluções hipertônicas representam a terapia de primeira linha para a redução da PIC e podem ser preferidas ao manitol em situações de instabilidade hemodinâmica. Anticonvulsivantes são indicados na prevenção de crises precoces, e vasopressores — especialmente noradrenalina — são essenciais para manter a CPP dentro dos limites adequados.

A profilaxia de crises epiléticas precoces com levetiracetam ou fenitoína é recomendada nos primeiros sete dias. Após estabilização do sangramento, a profilaxia de tromboembolismo venoso com heparina de baixo peso molecular deve ser instituída. Medidas adicionais, como normotermia e euglicemia, são fundamentais para evitar picos metabólicos que prejudicam a perfusão cerebral.

Manejo Cirúrgico

As intervenções cirúrgicas são indicadas diante de hematomas epidurais ou subdurais volumosos, contusões com efeito de massa ou casos de HIC refratária às medidas clínicas. A abordagem precoce reduz o risco de herniação e limita a lesão secundária. Critérios clássicos, como hematomas epidurais ≥ 30 mL, subdurais agudos com espessura ≥ 10 mm ou desvio de linha média ≥ 5 mm, assim como deterioração neurológica independente do tamanho, reforçam a necessidade de intervenção imediata.

Contusões hemorrágicas expansivas, principalmente em regiões frontotemporais, também podem exigir evacuação quando associadas a piora clínica ou progressão volumétrica na TC.

Em situações selecionadas, a craniectomia descompressiva é utilizada como estratégia de resgate para controle refratário da PIC. Embora reduza a mortalidade em determinados cenários, seu impacto funcional depende de múltiplos fatores, incluindo idade, tempo até a intervenção, extensão da lesão e estado basal do paciente. A decisão deve ser multidisciplinar, considerando riscos, benefícios e prognóstico neurológico individual. Assim, o manejo cirúrgico mantém papel crucial no controle do efeito de massa e na prevenção de deterioração neurológica progressiva.

Organização do Cuidado e Reabilitação

A recuperação do paciente com TCE grave depende de centros especializados e equipes multidisciplinares formadas por neurocirurgiões, intensivistas, fisioterapeutas, fonoaudiólogos, terapeutas ocupacionais e nutricionistas. A reabilitação precoce, iniciada ainda durante a internação, promove reorganização neuronal, reduz complicações associadas ao imobilismo — como pneumonia, trombose venosa profunda e delirium — e melhora os desfechos funcionais em longo prazo.

O cuidado deve incluir estratégias de mobilização precoce, avaliação contínua da deglutição e comunicação, suporte nutricional adequado e prevenção sistemática de complicações secundárias. A transição entre UTI, enfermaria e reabilitação deve ocorrer de maneira coordenada, com plano terapêutico individualizado e comunicação clara entre as equipes. Esse modelo de cuidado integrado assegura continuidade assistencial e potencializa a recuperação funcional, reforçando a importância de redes estrutu-

radas de reabilitação para otimizar o prognóstico desses pacientes.

CONCLUSÃO

O presente estudo evidenciou a relevância da classificação do Traumatismo Cranioencefálico (TCE) e do papel central da Escala de Coma de Glasgow (ECG) como ferramentas amplamente aceitas e fundamentais para a tomada de decisões na prática clínica. Observou-se que, apesar de suas limitações, a ECG mantém grande valor preditivo para os desfechos, e sua integração com a avaliação da reatividade pupilar (ECG-P) representa um avanço importante para aprimorar a caracterização da gravidade da lesão. A classificação do TCE em leve, moderado e grave orienta condutas cruciais, como a indicação de Tomografia Computadorizada (TC) e a necessidade de via aérea definitiva, especialmente em pacientes com $ECG \leq 8$.

O estudo também destacou que o manejo inicial, guiado pela abordagem XABCDE, é essencial na prevenção de lesões secundárias e na melhoria do prognóstico. A priorização do controle de hemorragias externas massivas e a garantia de oxigenação e perfusão adequadas mostraram-se determinantes para evitar agravamento do quadro neurológico, visto que episódios breves de hipóxia e hipotensão aumentam significativamente a mortalidade no TCE. Além disso, ressaltou-se a importância de equipes experientes no manejo das vias aéreas e na intubação orotraqueal, bem como a necessidade de minimizar o tempo pré-hospitalar e garantir estabilização rápida no ambiente hospitalar.

Nesse cenário, o manejo no ambiente hospitalar passa a incluir estratégias de neuroproteção, destacando-se a monitorização contínua da pressão intracraniana (PIC), por meio do dreno ventricular externo, associada ao tratamento farmacológico adequado ao paciente. Os fármacos mais indicados para controle da PIC e na condução terapêutica do TCE grave incluem soluções hipertônicas, sedativos, analgésicos, anticonvulsivantes e vasopressores, sendo outras medidas contraindicadas, como o uso de soluções hipotônicas, hiperventilação prolongada e corticosteroides sistêmicos. Dessa forma, tratamentos farmacológicos, bem como as indicações cirúrgicas devem ser individualizados e alinhados conforme o estado clínico e a evolução do paciente com TEC.

Diante dos achados, torna-se evidente que, embora a ECG e o XABCDE sejam métodos consolidados para a avaliação inicial dos pacientes, há espaço para avanços. Perspectivas futuras incluem estudos voltados à validação e aplicabilidade da ECG-P em diferentes cenários da emergência brasileira, análises de custo-efetividade de protocolos de intubação pré-hospitalar em TCE grave e investigações comparativas entre manejos padronizados e não padronizados quanto ao impacto no desfecho neurológico. Pesquisas nesse sentido poderão ampliar a compreensão sobre estratégias otimizadas de atendimento, contribuindo para a evolução contínua da assistência ao paciente com TCE.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS; COMMITTEE ON TRAUMA. ATLS®: Advanced Trauma Life Support. Student Course Manual. 11. ed. Chicago: American College of Surgeons, 2023.

AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS; COMMITTEE ON TRAUMA. Best Practices Guidelines: Traumatic Brain Injury. Chicago: American College of Surgeons, 2024.

BERNARD, F. Neurotrauma and Intracranial Pressure Management. *Critical Care Clinics*, v. 39, p. 103-121, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ccc.2022.08.002>.

BRAIN TRAUMA FOUNDATION. Guidelines for the Management of Severe Traumatic Brain Injury. 4. ed. New York: Brain Trauma Foundation, 2017.

BRENNAN, P.M. *et al.* Simplifying the Use of Prognostic Information in Traumatic Brain Injury. Part 1: The GCS-Pupils Score: An Extended Index of Clinical Severity. *Journal of Neurosurgery*, v. 128, p. 1612, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3171/2017.12.JNS172780>.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do SUS – DATASUS. Sistema de Informações Hospitalares. Brasília, 2023. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/>. Acesso em: 21 nov. 2025.

CARNEY, N. *et al.* Guidelines for the Management of Severe Traumatic Brain Injury, Fourth Edition. *Neurosurgery*, v. 80, p. 6 - 15, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1227/NEU.0000000000001432>.

FAN, T H.; ROSENTHAL, E S. Physiological Monitoring in Patients with Acute Brain Injury. *Critical Care Clinics*, v. 39, p. 221-233, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ccc.2022.06.006>.

HAWRYLUK, G. W. J. *et al.*, The Seattle International Severe Traumatic Brain Injury Consensus Conference. *Intensive Care Medicine*, v. 45, p. 1783–1794, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00134-019-05805-9>.

MARTINEZ, G. *et al.* Traumatismo cranioencefálico. In: MARCHINI, JFM. *Medicina de emergência: Abordagem Prática*. 16. ed. Barueri: Manole, Cap. 75, 2022.

MEYFROIDT, G. *et al.*, Management of Moderate to Severe Traumatic Brain Injury: An Update for the Intensivist. *Intensive Care Medicine*, v. 48, p. 649–666, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00134-022-06702-4>.

STATPEARLS PUBLISHING, editor. Glasgow Coma Scale. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2024.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Neurological Disorders: Public Health Challenges. Geneva: World Health Organization, 2006. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241563369>. Acesso em: 21 nov. 2025.

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 11

ANÁLISE DOS FATORES DE RISCO E DAS COMPLICAÇÕES PERIOPERATÓRIAS EM IDOSOS COM FRATURAS DE MEMBROS INFERIORES

CAMILLE BUBA¹
MARIA EDUARDA PEREIRA¹
MARINA BANDEIRA MARCOLLA¹
CAMILA FERREIRA OVERBECK¹
ANA PAULA SCHÜNCKE¹
LUIZA HAAS JACOBUS¹
LUISA DE MELLO BRITO¹
NÁDIA MARTINS PANTA¹
EDUARDA SALTON GRANDO¹
JULIA YUNG DE OLIVEIRA¹

¹Discente - Medicina da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC).

Palavras-chave: Fratura de Fêmur; Idosos; Complicações.

DOI

10.59290/2113150109

P EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

As fraturas de membros inferiores em idosos representam um importante problema de saúde pública, com incidência crescente em razão do envelhecimento populacional e da maior expectativa de vida. A queda da própria altura é a principal causa desses eventos, sendo mais frequente em mulheres, o que reflete o impacto da osteoporose e da fragilidade óssea nessa faixa etária. Além da alta morbidade, a mortalidade associada às fraturas de quadril pode atingir 20 a 30% no primeiro ano pós-operatório, influenciada pela combinação de complicações cirúrgicas e condições clínicas preexistentes (VELEZ, 2020; GHANEM, 2021).

Entre as fraturas mais comuns destacam-se as do colo femoral, as pertrocantéricas e as fraturas distais do fêmur, todas associadas a significativa perda funcional e dependência. As fraturas do colo femoral apresentam elevadas taxas de complicações e reoperações. Já as fraturas intertrocantéricas, muitas vezes relacionadas à osteoporose severa, permanecem um desafio cirúrgico, sendo tratadas por osteossíntese ou artroplastia, a depender da estabilidade da fratura e do estado geral do paciente (CHEN, 2022; LIN, 2021).

O objetivo da revisão sistemática é analisar os principais fatores de risco e as complicações de fraturas de membros inferiores nessa faixa etária. Desse modo, o manejo dessas lesões exige abordagem multidisciplinar, avaliação rigorosa do risco cirúrgico e estratégias voltadas à reabilitação precoce para restaurar a mobilidade e reduzir complicações. Diante do aumento esperado na incidência global — estimada em até 6,3 milhões de casos anuais em 2050, torna-se essencial aprimorar protocolos de tratamento e prevenção, visando minimizar a morbimortalidade e preservar a qualidade de vida

dos pacientes idosos (LU, 2023; GARABANO, 2023).

MÉTODO

Trata-se de uma revisão sistemática da literatura, realizada no período de 06/11/2025 a 12/11/2025 por meio de pesquisas nas bases de dados: Pubmed, Scopus e BVS. Foram utilizados os descritores '*femur fracture*', '*elderly*', '*complication*' e '*postoperative period*'. Desta busca foram encontrados 144 artigos, que após triagem por título e por resumo totalizaram 32 artigos para análise.

Os critérios de inclusão foram: estudos publicados entre 2020 a 2025, de acesso aberto e texto íntegro. Foram excluídos relatos de casos, textos sem relação com o tema e artigos de revisão não sistemática.

Após os critérios de seleção, da triagem por título e por resumo, restaram 32 artigos que foram submetidos à leitura minuciosa para a coleta de dados, com o objetivo de identificar e analisar os principais fatores de risco e complicações perioperatórias em idosos com fraturas de membros inferiores. Os resultados foram apresentados de forma descritiva, a fim de abordar as principais fraturas em membros inferiores associadas aos idosos, bem como suas complicações e fatores de risco.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os achados dos estudos analisados apontam para uma elevada carga de complicações e mortalidade associadas às fraturas do fêmur em populações idosas, embora com variações conforme o tipo de lesão, método de tratamento e condições clínicas prévias. Na avaliação do desempenho clínico do *Femoral Neck System* (FNS) em 125 pacientes, observou-se baixa taxa de complicações relacionadas ao implante ao longo de 12 meses, atingindo 8,8%, além de

uma progressão favorável da consolidação óssea, que chegou a 98% em um ano. Esses resultados sugerem desempenho estável da osteossíntese, com recuperação funcional próxima ao estado prévio ao trauma em grande parte dos casos.

Em contrapartida, estudos envolvendo fraturas distais e trocantéricas do fêmur demonstraram cenários mais desfavoráveis. Em uma coorte retrospectiva de pacientes geriátricos com fratura distal, a mortalidade atingiu 34% no primeiro ano e 74% no seguimento máximo de quase nove anos, sendo idade avançada, sexo masculino e elevado índice de comorbidades fatores fortemente associados ao risco aumentado de óbito. De forma semelhante, na análise de pacientes com fratura trocantérica, a mortalidade em seis meses alcançou 16%, sendo significativamente maior na presença de complicações como insuficiência renal aguda, infecções urinárias, infecção de sítio cirúrgico e necessidade de transfusão sanguínea, além do atraso cirúrgico superior a 48 horas, que praticamente dobrou o risco de morte.

Adicionalmente, fatores sistêmicos relacionados ao paciente também se mostraram decisivos para os desfechos pós-operatórios. Pacientes com doença cardiovascular pré-existente apresentaram risco quase três vezes maior de eventos cardiovasculares após a cirurgia, reforçando a necessidade de estratificação rigorosa desse grupo, uma vez que as complicações cardiovasculares são a principal causa de mortalidade perioperatória em pacientes com fraturas proximais de fêmur. Desse modo, uma ferramenta para determinar tal risco é a dosagem dos níveis de peptídeos natriuréticos (BNP) por imunoensaio, obtidos na admissão hospitalar, valores >100 ng/L sugerem um risco aumentado de mortalidade em 30 dias, 90 dias e um ano.

Por outro lado, aspectos intra operatórios, como o tipo de anestesia, não demonstraram

impacto significativo na incidência de delírium ou disfunção cognitiva pós-operatória, conforme evidenciado por meta-análise comparando anestesia geral e regional, que encontrou ausência de diferenças relevantes em 24h, 3 dias e 7 dias de pós-operatório. Esses dados indicam que, embora fatores anestésicos não modifiquem substancialmente os desfechos neurocognitivos, o conjunto das comorbidades e complicações clínicas exerce forte influência sobre recuperação, morbidade e mortalidade em idosos submetidos a cirurgia de fratura de fêmur.

O aumento expressivo da população idosa tem elevado a incidência de fraturas de quadril, que quadruplicaram entre 2012 e 2016 em pessoas com mais de 55 anos, devendo alcançar 6,3 milhões de casos até 2050. (BHUSHAN *et al.*, 2022; LUO *et al.*, 2021). A maioria dos pacientes com fraturas de quadril necessita de cirurgia, porém apresenta alto risco de complicações, pois comorbidades prévias, especialmente cardiovasculares, somadas ao trauma e ao estresse cirúrgico aumentam a chance de eventos cardiovasculares no pós-operatório. Essas complicações representam cerca de 40% dos eventos adversos pós-operatórios, principalmente em indivíduos com doenças cardiovasculares prévias, que apresentam risco 2,85 vezes maior de desenvolver infarto, acidente vascular cerebral ou morte de causa cardiovascular. Aproximadamente 80% dos que sofrem esses eventos possuem história cardiovascular, reforçando a importância da triagem e da otimização pré-operatória (LUO *et al.*, 2021).

As fraturas de quadril em idosos também apresentam risco de disfunção cognitiva pós-operatória, com incidência de 5% a 56%, devido à redução do fluxo sanguíneo cerebral e da capacidade de autorregulação vascular (BHUSHAN *et al.*, 2022). A artroplastia, frequentemente necessária nesses casos, exige manejo

analgésico eficaz para prevenir eventos cardiovascular, delírio e dor crônica; entretanto, mais de 50% dos pacientes ainda recebem analgesia insuficiente por conta dos efeitos adversos dos opioides. Nesse contexto, a anestesia regional costuma ser preferida por permitir menor uso de opioides, enquanto a analgesia epidural, apesar de eficaz, pode causar hipotensão, bradicardia e bloqueio motor prolongado (XU *et al.*, 2022).

O sangramento perioperatório em fraturas de quadril pode alcançar 1.500 mL e contribui para a alta prevalência de anemia, encontrada em 39% a 69% dos pacientes (SUH *et al.*, 2021). Níveis reduzidos de hemoglobina aumentam a necessidade de transfusão, mas atrasar a cirurgia para corrigir a anemia eleva o risco de mortalidade. Ao mesmo tempo, transfusões alogênicas estão associadas a complicações como pneumonia, delírio e maior tempo de internação. Assim, estratégias de manejo conservador do sangue, como ácido tranexâmico, suplemento de ferro e terapia com eritropoetina, mostraram ser eficazes para permitir cirurgias seguras mesmo em pacientes com hemoglobina abaixo de 10 g/dL, apesar da queda natural até o terceiro dia pós-operatório (SUH *et al.*, 2021).

As fraturas do fêmur distal também representam grande desafio clínico. A mortalidade após o tratamento é elevada, atingindo 8,6% em 30 dias, 23% em seis meses e 34% em um ano (DELGADILLO *et al.*, 2024). Idade acima de 85 anos, sexo masculino e demência surgem como fortes preditores de pior prognóstico. A osteoporose também aumenta a necessidade de re-intervenção (DELGADILLO *et al.*, 2024). As fraturas de Hoffa representam 13% das fraturas distais do fêmur e afetam sobretudo o côndilo lateral após trauma de alta energia com o joelho fletido (NEUMANN-LANGEN *et al.*, 2023). Sua detecção costuma ser difícil em radiografias simples, tornando a tomografia essencial. O

tratamento baseia-se na redução anatômica e fixação interna, geralmente com parafusos, embora técnicas híbridas com placas sejam indicadas em casos de cominuição ou baixa qualidade óssea. Complicações como déficit de extensão, rigidez e atraso de consolidação são relativamente frequentes e podem levar à necessidade de revisão cirúrgica (NEUMANN-LANGEN *et al.*, 2023).

Além disso, aspectos nutricionais também são fatores importantes para considerar uma boa recuperação pós-operatória nesses pacientes. Observou-se que os pacientes desnutridos apresentaram maior média de tempo de internação (13 dias) e de complicações no pós-operatório (DIAS *et al.*, 2021). Nesse sentido, o escore de Mini Avaliação Nutricional (MAN), a albumina e a contagem total de linfócitos são ferramentas utilizadas para estimar o grau de nutrição nessa faixa etária. Segundo um estudo transversal e prospectivo analítico, suportes nutricionais equilibrados resultam em menores taxas de complicações e mortalidade em 120 dias de pós-operatório. Portanto, o acompanhamento nutricional adequado pode garantir maior sucesso em cirurgias como as realizadas na parte proximal do fêmur, o que reduz os índices de complicações e da morbimortalidade, assim como o tempo de internação hospitalar e infecções do sítio-cirúrgico.

CONCLUSÃO

A elevada morbimortalidade e a associação com comorbidades prévias, perda funcional e risco aumentado de complicações perioperatórias tornam as fraturas de membros inferiores em idosos um desafio crescente na prática clínica. Os estudos analisados evidenciam a influência nos desfechos clínicos dos fatores de risco como o estado nutricional inadequado, doenças cardiovasculares, atraso na cirurgia, anemia, demência, reforçando a vulnerabilidade dessa

população. Além disso, o tipo de fratura, a qualidade óssea e as características do procedimento cirúrgico também impactam diretamente na recuperação. Nesse sentido, a abordagem multidisciplinar, incluindo a otimização pré-operatória, estratificação rigorosa de riscos, manejo pe-

rioperatório individualizado e reabilitação precoce são fundamentais para aprimorar a recuperação de idosos com fraturas de membros inferiores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUSITVIWAT, C. *et al.* Association between cemented femoral stem design and unfavorable postoperative outcomes in hip fracture patients: A systematic review and meta-analysis. *Medicine*, v. 104, p. e43717, 2025. DOI: 10.1097/MD.00000000000043717.

BHUSHAN, S. *et al.* The Impact of Regional Versus General Anesthesia on Postoperative Neurocognitive Outcomes in Elderly Patients Undergoing Hip Fracture Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis. *International Journal of Surgery*, v. 105, 2022. DOI: 10.1016/j.ijsu.2022.106854.

CHAI, J. *et al.* Incidence and Risk Factors of Pulmonary Complications Following Femur Fracture Surgery in Patients Aged 80 Years and Older. *Clinical Interventions in Aging*, v. 19, p. 1843-1854, 2024. DOI: 10.2147/CIA.S481641.

CHEN, M. *et al.* A bone-conserving revision stem for unstable intertrochanteric fractures of the geriatric osteoporotic population. *Arthroplasty*, v. 4, p. 48, 2022. DOI: 10.1186/s42836-022-00151-6.

CHUWEI, T. *et al.* Is There a “Black Friday” for Geriatric Hip Fracture Surgery? *Orthopaedic Surgery*, v. 15, p. 1304-1311, 2023. DOI: 10.1111/os.13741.

DE HAAN, E. *et al.* Delirium After Surgery for Proximal Femoral Fractures in the Frail Elderly Patient: Risk Factors and Clinical Outcomes. *Clinical Interventions in Aging*, v. 18, p. 193-203, 2023. DOI: 10.2147/CIA.S390906.

DELGADILLO, C.A. *et al.* Geriatric distal femoral fractures: post-operative complications and nine-year mortality-a retrospective analysis of two tertiary trauma centres. *International Orthopaedics*, v. 48, p. 841-848, 2024. DOI: 10.1007/s00264-023-06075-3.

DIAS, T.R.D.S. *et al.* Evaluation of Nutritional Status and Correlation with Postoperative Complications in Elderly Patients Submitted to Surgical Treatment of Proximal Femoral Fractures. *Revista Brasileira de Ortopedia*, v. 56, p. 104-108, 2021. DOI: 10.1055/s-0040-1721365.

FRANCO, H.W.C. *et al.* Brain Natriuretic Peptide levels on Hospital Admission are a Useful Predictor of Cardiac Complications and Mortality in Geriatric Patients with Proximal Femur Fractures. *Journal of Orthopaedics*, v. 36, p. 82-87, 2023. DOI: 10.1016/j.jor.2022.12.014.

GARABANO, G. *et al.* Pre-fracture Ambulation Capacity, Charlson Comorbidity Index, and Dementia as Predictors of Functional Impairment after Bipolar Hemiarthroplasty for Unstable Intertrochanteric Fracture. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*, v. 40, 2023. DOI: 10.1016/j.jcot.2023.102163.

GEETALA, R. *et al.* Comparison of Intra-operative Outcomes Following Internal Fixation with Trochanteric Stabilisation Plate or Intramedullary Nail in Intertrochanteric Fractures. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*, v. 34, p. 1193-1199, 2023. DOI: 10.1007/s00590-023-03779-5.

GHANEM, M. *et al.* Management of pertrochanteric fractures in patients over 90 years: In-hospital mortality rate, complications and associated risk factors. *BMC Musculoskelet Disord*, v. 22, p. 799, 2021. DOI: 10.1186/s12891-021-04683-x.

HADDAD, B. I. *et al.* Preoperative and intraoperative risk factors for acute kidney injury after hip fracture surgery: a cohort retrospective study. *Renal Failure*, v. 45, p. 1, 2023. DOI: 10.1080/0886022X.2023.2223313.

HØVIK, O. *et al.* Increased risk of intraoperative and early postoperative periprosthetic femoral fracture with compaction compared with broaching in cementless THA: a single-center study of 6,788 hips. *Acta Orthopaedica*, v. 95, p. 492-497, 2024. DOI: 10.2340/17453674.2024.41341.

KATZIR, A. *et al.* Is It Safe to Resume Direct Oral Anticoagulants upon Discharge after Hip Fracture Surgery? A Retrospective Study. *Journal of Clinical Medicine*, v. 13, p. 17, 2024. DOI: 10.3390/jcm13010017.

LÄHDESMÄKI, M. *et al.* Intramedullary Nailing of Intertrochanteric Femoral Fractures in a Level I Trauma Center in Finland: What Complications Can be Expected?. *Clinical Orthopaedics Related Research*, v. 482, p. 278-288, 2024. DOI: 10.1097/CORR.0000000000002792.

LASKARATOU, E. *et al.* Pyoderma gangrenosum after hip hemiarthroplasty; a case report. *Trauma Case Reports*, v. 41, 2022. DOI: 10.1016/j.tcr.2022.100689.

LIN, T.C. *et al.* Primary hemiarthroplasty after unstable trochanteric fracture in elderly patients: mortality, readmission and reoperation. *BMC Musculoskelet Disord*, v. 22, p. 403, 2021. DOI: 10.1186/s12891-021-04277-7.

LU, X. *et al.* Complication Rates and Survival of Nonagenarians after Hip Hemiarthroplasty versus Proximal Femoral Nail Antirotation for Intertrochanteric Fractures: A 15-Year Retrospective Cohort Study of 113 Cases. *Orthopaedic Surgery*, v. 15, p. 3231-3242, 2023. DOI: 10.1111/os.13913.

LUO, Y. *et al.* Risk of post-operative cardiovascular event in elderly patients with pre-existing cardiovascular disease who are undergoing hip fracture surgery. *International Orthopaedics*, v. 45, p. 3045-3053, 2021. DOI: 10.1007/s00264-021-05227-7.

NEUMANN-LANGEN, M.V. *et al.* Hoffa fractures are associated with concomitant soft tissue injuries and a high post-operative complication rate. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, v. 144, p. 747-754, 2024. DOI: 10.1007/s00402-023-05133-0.

PARK, C.H. *et al.* Effects of body mass index on mortality in elderly patients with hip fractures. *Medicine (Baltimore)*, v. 103, p. e39157, 2024. DOI: 10.1097/MD.00000000000039157.

PARK, Y.G. *et al.* Effects of Abdominal Massage for Preventing Acute Postoperative Constipation in Hip Fractures: A Prospective Interventional Study. *Clinics in Orthopedic Surgery*, v. 15, p. 546-551, 2023. DOI: 10.4055/cios22091.

SAAD, B.N. *et al.* Does a delay to surgery for preoperative echocardiogram affect outcomes in patients with hip fracture?. *Orthopaedic Trauma Association International*, v. 7, p. e338, 2024. DOI: 10.1097/OI9.0000000000000338.

STOFFEL, K. *et al.* Clinical performance of the Femoral Neck System within 1 year in 125 patients with acute femoral neck fractures, a prospective observational case series. *Archives Orthopaedic and Trauma Surgery*, v. 143, p. 4155-4164, 2022. DOI: 10.1007/s00402-022-04686-w.

SUH, Y.S. *et al.* Hip Fracture Surgery without Transfusion in Patients with Hemoglobin Less Than 10 g/dL. *Clinics in Orthopaedic Surgery*, v. 13, p. 30-36, 2021. DOI: 10.4055/cios20070.

SUN, L. *et al.* Validation of the Nottingham Hip Fracture Score in Predicting Postoperative Outcomes Following Hip Fracture Surgery. *Orthopaedic Surgery*, v. 15, p. 1096-1103, 2023. DOI: 10.1111/os.13624.

VELEZ, M. *et al.* Factors associated with mortality due to trochanteric fracture. A cross-sectional study. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, v. 106, p. 135-139, 2020. DOI: 10.1016/j.otsr.2019.06.022.

XU, Z. *et al.* Comparison of low-dose morphine intratecal analgesia and sufentanil PCIA in elderly patients with hip fracture undergoing single spinal anesthesia — a randomized Clinical trial. *BMC Anesthesiology*, v. 22, p. 124, 2022. DOI: 10.1186/s12871-022-01677-7.

YAM, M.G.J. *et al.* Effectiveness of Anabolic Steroids in Improving Outcomes for Post-operative Hip Fracture Patients: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*, v. 30, 2022. DOI: 10.1016/j.jcot.2022.101913.

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 12

TROMBOEMBOLISMO VENOSO EM POLITRAUMATIZADOS ORTOPÉDICOS: PREVENÇÃO E TRATAMENTO

LAURA MARCON RITZEL¹
JÚLIA PEREIRA AVILA¹
MARIA CLARA REIMANN¹
DANIEL DOS SANTOS DUTRA¹
ALICE CUNHA FOCCHESATTO¹
LUCAS DA SILVA BORBA¹
RODRIGO NICOLAIEWSKY ALCÂNTARA¹
LARA CAVALHEIRO DA CUNHA¹
PEDRO CAMPANEL BERTOLETTI¹
JULIA FONTANA PIFFERO¹
SOFIA BISCHOFF¹
MARCELO DE LA TORRE²

¹Discente - Medicina na Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS.

²Docente - Professor do Departamento de Anatomia no Curso de Medicina da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Palavras-chave: Cuidado Paliativo; UTI; Qualidade de Vida.

DOI

10.59290/9195595042

EP EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

O tromboembolismo venoso é reconhecido como uma das principais complicações em pacientes politraumatizados com fraturas ortopédicas. Ele engloba duas condições intimamente relacionadas: a trombose venosa profunda, caracterizada pela formação de trombos em veias profundas, principalmente das pernas, como femoral, poplítea e ilíaca, e a embolia pulmonar, que ocorre quando parte desse trombo se desprende e migra para os vasos pulmonares, podendo causar obstrução, insuficiência ventricular direita ou até morte súbita. Essas condições representam importante causa de morbidade, mortalidade, prolongamento de internação e aumento dos custos assistenciais.

Em pacientes com trauma ortopédico, especialmente aqueles com fraturas de pelve e ossos longos dos membros inferiores, o risco de tromboembolismo é significativamente elevado devido à combinação entre lesão vascular, imobilização prolongada e estado inflamatório exacerbado. Essas características refletem os três componentes da tríade de Virchow: estase venosa, injúria endotelial e hipercoagulabilidade. Esse conjunto de fatores está frequentemente presente nas primeiras 72 horas após o trauma, período em que o organismo apresenta maior vulnerabilidade.

O reconhecimento precoce do risco é fundamental, pois o tromboembolismo venoso está entre as principais causas de morte prevenível durante a hospitalização. Nesse contexto, as principais sociedades médicas recomendam atenção constante, avaliação de risco individualizada e implementação de estratégias de prevenção combinadas, conforme a gravidade do trauma e as condições clínicas do paciente.

Assim, compreender os mecanismos fisiopatológicos, os fatores predisponentes, as estratégias de prevenção, os métodos de diagnóstico

e as opções terapêuticas é essencial para favorecer um cuidado seguro, integral e eficaz ao paciente politraumatizado ortopédico.

MÉTODO

Este capítulo foi construído por meio de uma revisão narrativa da literatura, com abordagem descritiva e qualitativa. O objetivo foi reunir, analisar e sintetizar conhecimentos científicos atualizados sobre tromboembolismo venoso em pacientes politraumatizados ortopédicos, com foco na prevenção, diagnóstico e tratamento.

As buscas bibliográficas foram realizadas entre setembro e novembro de 2024, nas bases PubMed/MEDLINE, SciELO, *Google Scholar* e LILACS. Os descritores utilizados, em português e inglês, foram: tromboembolismo venoso, trauma ortopédico, politrauma, profilaxia, *deep vein thrombosis*, *venous thromboembolism*, *orthopedic trauma* e embolia pulmonar. Os termos foram combinados utilizando os operadores booleanos *AND* e *OR*, permitindo maior abrangência dos resultados.

Foram incluídos estudos publicados entre 2012 e 2024, em português e inglês, que abordassem o tromboembolismo venoso no contexto do trauma ortopédico, principalmente em situações de urgência e politrauma. Foram considerados artigos originais, revisões sistemáticas, protocolos institucionais, diretrizes clínicas e manuais de sociedades médicas. Foram excluídos estudos laboratoriais experimentais, teses, dissertações e artigos sem relevância clínica.

Além das bases de dados, foram consultadas diretrizes e documentos oficiais da Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia (SBOT), da Associação de Medicina Intensiva Brasileira (AMIB), da *European Society of Cardiology* e da *Western Trauma Association*. Ao todo, 27 documentos foram selecionados

após leitura detalhada, dos quais 14 foram considerados centrais para a construção do capítulo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da literatura mostra que o tromboembolismo venoso está entre as complicações mais frequentes e perigosas em pacientes com trauma ortopédico, especialmente naqueles com fraturas de pelve, fêmur e tíbia. Estudos apontam que, na ausência de profilaxia, a incidência de trombose venosa profunda pode ultrapassar 50%, com risco elevado de evolução silenciosa para embolia pulmonar, que pode ser fatal.

Os mecanismos fisiopatológicos são atribuídos à tríade de Virchow. A estase venosa ocorre principalmente em pacientes que permanecem deitados, com mobilidade limitada, às vezes por vários dias, especialmente quando existe instabilidade clínica ou necessidade de múltiplos procedimentos cirúrgicos. A lesão endotelial decorre da fratura, da manipulação cirúrgica ou do uso de fixadores e próteses. Já a hipercoagulabilidade é consequência da resposta inflamatória sistêmica, comum após traumas extensos, com liberação de citocinas, ativação plaquetária e aumento dos fatores de coagulação.

As diretrizes mais recentes enfatizam que a profilaxia deve ser iniciada o mais precocemente possível, com segurança. A heparina de baixo peso molecular é a mais indicada na maioria dos casos, por apresentar boa eficácia, baixa taxa de sangramentos e facilidade de uso. Em pacientes com contraindicação, são indicados métodos mecânicos, como compressão pneumática intermitente ou meias elásticas. Estudos mostram que a combinação entre métodos farmacológicos e mecânicos oferece melhor proteção, especialmente em pacientes com alto risco trombótico.

O rastreamento também se mostra um desafio importante. Em muitos casos, a trombose venosa profunda é assintomática, e o diagnóstico ocorre apenas quando há sintomas respiratórios súbitos, já na fase de embolia pulmonar. A ultrassonografia com *Doppler* é considerada o exame mais utilizado para triagem, mas sua realização pode ser limitada pela presença de fixações externas, curativos e dor intensa. Para a suspeita de embolia pulmonar, a angiotomografia pulmonar é o exame mais indicado, desde que o paciente apresente condições clínicas adequadas.

No tratamento, a anticoagulação sistêmica permanece como o principal recurso terapêutico. Em pacientes que não podem ser anticoagulados, como aqueles com hemorragia ativa ou risco cirúrgico elevado, a colocação de um filtro de veia cava inferior pode ser indicada como medida temporária. No entanto, esses dispositivos devem ser retirados assim que possível, devido ao risco de complicações tardias.

O que a literatura demonstra com clareza é que os maiores avanços não estão apenas nas tecnologias, mas na prática coordenada e precoce das condutas preventivas. A adoção de protocolos institucionais e a atuação multidisciplinar, envolvendo ortopedia, intensivismo, cirurgia vascular, enfermagem e fisioterapia, são determinantes para o sucesso da prevenção e tratamento.

CONCLUSÃO

O tromboembolismo venoso em pacientes politraumatizados com fraturas ortopédicas representa uma condição grave, frequentemente subestimada e que pode resultar em complicações fatais se não for identificada e tratada precocemente. A compreensão dos fatores de risco, associada à aplicação correta dos protocolos de prevenção e tratamento, é essencial para reduzir

a morbimortalidade e melhorar os desfechos clínicos.

A profilaxia precoce, preferencialmente combinada, aliada ao diagnóstico oportuno e ao tratamento adequado, mostra-se eficaz na redução de complicações e na prevenção de embolia pulmonar. A abordagem precisa ser individualizada, considerando o momento pós-trauma, a

estabilidade clínica, o tipo de fratura e o estado hemodinâmico do paciente.

Além disso, a atuação conjunta entre profissionais de diferentes áreas, com uso de protocolos baseados em evidências, é fundamental para garantir segurança, qualidade assistencial e recuperação funcional mais rápida e eficaz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS (ACS). ATLS: Advanced Trauma Life Support – Student Course Manual. 10. ed. Chicago: American College of Surgeons, 2018.

ASSOCIAÇÃO DE MEDICINA INTENSIVA BRASILEIRA. Diretrizes Brasileiras de Terapia Intensiva: Prevenção de tromboembolismo venoso em pacientes críticos. Revista Brasileira de Terapia Intensiva, v. 33, n. 1, p. 1–12, 2021.

GOLDHABER, S. Z.; BOUNAMEAUX, H. Pulmonary embolism and deep vein thrombosis. The Lancet, v. 379, n. 9828, p. 1835–1846, 2012. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)61904-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)61904-1).

KONSTANTINIDES, S. V. *et al.* 2019 ESC Guidelines for the Diagnosis and Management of Acute Pulmonary Embolism developed in collaboration with the European Respiratory Society (ERS). European Heart Journal, v. 41, n. 4, p. 543–603, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz405>.

LEY, E. J. *et al.* Updated Guidelines to Reduce Venous Thromboembolism in Trauma Patients: A Western Trauma Association Critical Decisions Algorithm. Journal of Trauma and Acute Care Surgery, v. 89, n. 5, p. 971–981, 2020. DOI: 10.1097/TA.0000000000002830.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ORTOPEDIA E TRAUMATOLOGIA (SBOT). Protocolos de profilaxia e tratamento de tromboembolismo venoso em trauma ortopédico. São Paulo: SBOT, 2022.

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 13

PROGNÓSTICO FUNCIONAL EM LESÕES MEDULARES COMPLETA E INCOMPLETA

AMANDA DA SILVA ARAÚJO¹
ARGEL LUIZ WENDEL GOULART¹
CAROLINE SALDANHA CUSTÓDIO¹
CRISTIANO MENDES RIBEIRO¹
EDUARDO AUGUSTO MANTA RIBEIRO²
FERNANDO VÉLEZ FEIJÓ¹
KAEL ASael F BARRETTO CORDEIRO¹
LAURA PORTO NUNES¹
LEONARDO AUGUSTO SCHREINER¹
LORENNALIMA REGUEIRA COSTA¹
THEO FUTURO TELÖKEN¹
VICTOR HUGO WILHELM ANNES¹

¹Discente - Medicina na Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

²Discente – Medicina na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS).

Palavras-chave: Lesão Medular; Trauma; Prognóstico.

DOI

10.59290/1153430722

P EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

As lesões medulares (LM) representam um espectro de danos à medula espinhal, podendo ser classificadas como completas ou incompletas, de acordo com a preservação das funções motoras e sensoriais abaixo do nível da lesão. As lesões completas resultam em perda total e permanente das funções motoras e sensoriais abaixo do nível da lesão, enquanto as lesões incompletas apresentam algum grau de preservação funcional, podendo incluir diferentes síndromes clínicas, como a síndrome central da medula, síndrome da medula anterior, síndrome de Brown-Séquard, entre outras. Ambas classificações são devastadoras e complexas, criando dependência física, morbidade e aumento de estresse psicológico e financeiro. (ANJUM *et al.*, 2020, ELI *et al.*, 2021)

A LM é uma condição de comum ocorrência, sendo a estimativa de ocorrência entre 250.000 e 500.000 por ano e a prevalência de 1298 casos por 1 milhão de habitantes globalmente. O custo acumulado estimado ao longo da vida de um paciente com LM pode exceder 3 milhões de dólares. A razão de gênero é de 1,6:1, sendo o sexo masculino o mais afetado (outros estudos encontraram que até 78% dos casos é masculino). A ocorrência de fraturas da coluna e LM é representada por um pico bimodal, sendo mais frequente nas idades entre 20 e 30 anos e depois entre os 50 e 70 anos (ANJUM *et al.*, 2020, ELI *et al.*, 2021)

A etiologia mais comum das LM é traumática, embora causas não traumáticas, como tumores, infecções e doenças vasculares, também sejam relevantes. Considerando causas traumáticas, o tipo mais comum é o completo, sendo o segmento cervical o mais frequentemente acometido ($\approx 50\%$), seguido pelos segmentos torácico ($\approx 35\%$) e lombar ($\approx 11\%$). Contudo, quan-

do abordado apenas fraturas vertebrais, a porção lombar é a mais afetada, seguido da torácica e cervical. Essa distribuição anatômica evidencia que, quanto mais alta a lesão, maior a extensão das disfunções motoras, sensoriais e autonômicas (ANJUM *et al.*, 2020, ELI *et al.*, 2021).

O objetivo deste estudo foi fazer uma revisão sobre lesões medulares, trazendo informações acerca de sua epidemiologia, etiologia, fisiopatologia, quadro clínico, prognóstico funcional e tratamento.

MÉTODO

O presente capítulo consiste em uma revisão narrativa da literatura realizada no mês de novembro de 2025, por meio de buscas sistemáticas nas bases de dados: PubMed/Medline, *Science Direct* e SciELO. Para a construção do referencial teórico, foram utilizados os descritores: “*spinal cord injuries*”, “*trauma*”, “*neurological deficit*”, e “*functional prognosis*”.

Foram incluídos os artigos publicados nos idiomas português ou inglês; publicados no período de 2000 a 2025; que abordavam as temáticas propostas para este estudo do tipo revisão e disponibilizados na íntegra. Os critérios de exclusão foram: artigos duplicados, estudos não disponibilizados gratuitamente, que não abordavam diretamente a proposta estudada e que não atendiam aos demais critérios de inclusão.

Após os critérios de seleção, restaram 9 artigos que foram submetidos à leitura minuciosa para a coleta de dados. Os resultados foram apresentados em tabelas, quadros e de forma descritiva, divididos em categorias temáticas abordando: epidemiologia, etiologia, mecanismos de trauma, fisiopatologia, avaliação de gravidade do trauma, manifestações clínicas, diagnóstico, exames complementares, sintomatologia, fatores prognóstico e tratamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mecanismo do Trauma e Fisiopatologia

A LM aguda ocorre, comumente, em função de trauma e resulta em fraturas e deslocamentos vertebrais. Os mecanismos traumáticos identificados nos estudos reforçam o predomínio de forças de alta energia como principal causa das LM. No estudo de Huang *et al.* (2023) foi visto que aproximadamente 85% dos casos analisados foram decorrentes de trauma de grande cinética, incluindo quedas de alto impacto (mais altas que 2 metros), colisões veiculares, esportes de contato, quedas da própria altura e traumatismos diretos sobre cabeça e pescoço. A vulnerabilidade da coluna cervical a forças de hiperflexão, hiperextensão e compressão axial explica sua predominância como local mais afetado. O estudo por Eli *et al.* (2021) trouxe como principais fontes de lesões traumáticas como acidentes automobilísticos (38,6%), quedas (32,2%), ferimentos por projéteis de arma de fogo (14%) e acidentes esportivos (7,8%).

Além disso, condições estruturais prévias podem amplificar o risco de fraturas instáveis mesmo em traumas de baixa energia. Wang *et al.* (2024) e Zhang *et al.* (2021) demonstraram que pacientes com espondilite anquilosante apresentam comportamento biomecânico alterado da coluna, caracterizado pelo padrão em “alavanca longa”, aumentando o risco de fraturas extensas com deslocamento significativo e compressão medular mesmo após impactos mínimos.

A fisiopatologia é multimodal e representa uma série de eventos interrelacionados, sendo este um dos motivos desta condição ser de difícil tratamento. O estágio inicial da lesão é denominado lesão primária e o dano ocorre de fragmentos ósseos comprimindo e/ou lesando a

medula espinhal e destruição direta do parênquima neural pela cinética do trauma, como mecanismos de aceleração e desaceleração, causando lacerações, disfunção das vias axonais, destruição de membranas celulares, hemorragia e edema local. (ANJUM *et al.*, 2020)

A lesão primária serve como gatilho para a lesão secundária, causando ainda mais dano mecânico e, agora, também químico, em função de uma resposta fisiológica ao trauma. Essa fase secundária é dividida em cinco etapas: imediata, aguda, subaguda, intermediária e crônica. A fase imediata representa as primeiras duas horas após o trauma, sendo associado ao quadro clínico de choque medular e com sintomas potencialmente reversíveis. O agudo, entre duas horas e duas semanas pós trauma, observa-se aumento da inflamação, edema e hemorragia e isquemia. Também ocorre a excitotoxicidade dos neurônios em função do acúmulo de glutamato e cálcio dentro das células da glia e neurônios. A disfunção mitocondrial que se segue causa o aumento de espécies reativas de oxigênio que intensifica a inflamação. A fase subaguda, ocorrendo entre 2 dias e 2 semanas do trauma, é caracterizada pela apoptose e necrose de astrócitos danificados e, por fim, degenerações e gliose. A glia ainda saudável começa a trabalhar na regeneração axonal e restabelecimento da homeostase. A fase intermediária ocorre após a segunda semana e pode durar por até 6 meses, sendo observável a cicatrização astrocítica. A fase crônica dura, virtualmente, o resto da vida inteira deste paciente. As cicatrizes são amadurecidas, mielomalacia e cavitações ocorrem. A partir da fase intermediária, os sintomas já são potencialmente permanentes. (ANJUM *et al.*, 2020)

Avaliação da Gravidade

O principal determinante de gravidade é a extensão da destruição inicial e duração da

compressão da medula espinhal e é o fator isolado mais consistente para prever a evolução funcional. A Escala ASIA consolidou-se como padrão-ouro na avaliação neurológica segmentar sensitivo-motora, sua maior precisão diagnóstica e prognóstica ao utilizar os dermatomos e miótomos, permitiu uma classificação consistente para nivelar e localizar as lesões. Pacientes com lesões incompletas (ASIA B-D) apresentam maior probabilidade de recuperação neurológica e funcional, enquanto as lesões completas (ASIA A) tendem a manter déficits persistentes. (**Figura 13.1**).

Figura 13.1 Classificação de ASIA

Grau	Descrição
A	Completo: ausência de função sensitiva e motora, inclusive nos segmentos sacrais S ₄ -S ₅
B	Incompleto: função sensitiva preservada e ausência de função motora abaixo do nível neurológico, inclusive nos segmentos sacrais S ₄ -S ₅
C	Incompleto: função motora preservada abaixo do nível da lesão e mais da metade dos músculos abaixo do nível neurológico tem grau de função motora inferior a 3
D	Incompleto: função motora preservada abaixo do nível da lesão e pelo menos metade dos músculos abaixo do nível neurológico tem grau de função motora igual ou superior a 3
E	Normal: função motora e sensitiva normais

Fonte: MAGALHÃES *et al.*, 2007

A classificação de Frankel, embora mais simples, continua útil na triagem inicial, especialmente em contextos de emergência e instabilidade clínica, por possibilitar rápida categorização da lesão em termos de preservação motora e sensitiva (**Figura 13.2**). A relevância da integridade funcional residual foi reforçada por Wang *et al.* (2024), que analisaram pacientes com fraturas cervicais associadas à espondilite anquilosante e identificaram melhora neurológica em 74,5% dos casos após um ano de seguimento. A preservação de função motora no exame inicial foi o fator mais expressivo de recuperação, enquanto a presença do hipersinal medular em sequência T2 na ressonância magnética, marcador de dano estrutural intrínseco, asso-

ciou-se a pior prognóstico (WANG *et al.*, 2024).

Figura 13.2 Classificação de Frankel

Grau	Descrição
A	Déficit sensitivo e motor completo
B	Paraplegia e sensibilidade residual
C	Função sensitiva e motora residual não-funcional
D	Função sensitiva e motora residual funcional
E	Ausência de déficit

Fonte: MAGALHÃES *et al.*, 2007

Padrões Anatômicos de Lesão e Sintomatologia

O padrão anatômico e sindrômico da lesão modifica de forma significativa o potencial de recuperação neurológica. Lesões da medula cervical, particularmente acima da vértebra C5, tendem a causar quadriplegia, enquanto lesões na medula torácica e lombar cursam como paraplegias (ELI *et al.*, 2021; IZZY, 2024) (**Tabela 13.1**). Abaixo apresentam-se os principais tipos e suas implicações clínicas:

- Síndrome da Cauda Equina (CES): inicialmente classificada como AISA A, apresenta pontuações motoras iniciais mais elevadas em comparação com aqueles com lesão medular cervical ou lesões traumáticas completas; no entanto, observa-se que esses pacientes com CES não exibem recuperação significativa ao longo de 12 meses, ao passo que os demais grupos demonstram melhora progressiva (SHAKIL *et al.*, 2023).
- Síndrome da Medula Central (SMC): apresentam um padrão característico de maior comprometimento motor em membros superiores, apesar de pontuações iniciais relativamente preservadas (SHAKIL *et al.*, 2023)
- Síndrome da Medula Anterior: observa-se um quadro clínico marcado por paresia ou paralisia abaixo do nível da lesão, associado à perda de sensibilidade à dor e temperatura, com preservação relativa da propriocepção e da vibração, refletindo o acometimento seletivo do território

vascular anterior da medula (SANDOVAL & DE JESUS, 2024)

Síndrome de Brown-Séquard: resultante de uma hemissecção ou lesão assimétrica da medula espinal, manifesta-se por paresia e perda

de propriocepção ipsilateral à lesão, associadas à perda contralateral de dor e temperatura, configurando um padrão dissociado que depende diretamente da localização e extensão do dano (SHAMS *et al.*, 2024).

Tabela 13.1 Representação de tipos de síndromes medulares decorrentes de LM, suas manifestações clínicas e prognóstico

Tipo de Lesão Medular	Manifestações clínicas	Prognóstico
Cervical alta (C1–C4)	Tetraplegia, perda sensitiva abaixo da lesão, insuficiência respiratória, instabilidade autonômica.	Prognóstico reservado; alta mortalidade nas primeiras semanas; dependência ventilatória comum; baixa probabilidade de recuperação motora significativa.
Lesão Cervical Baixa (C5–C8)	Tetraparesia, preservação parcial de ombro/cotovelo/mão. Hipoestesia ou anestesia. Retenção urinária, disfunção sexual	Prognóstico intermediário; chance de recuperar movimentos funcionais em MMSS; função respiratória geralmente preservada.
Lesão Torácica Alta (T1–T6)	Paraplegia; fraqueza de tronco. Alterações sensitivas em tronco e MMII. Disfunção simpática cardiovascular	Prognóstico funcional melhor que lesões cervicais; risco de disreflexia autonômica; independência funcional parcial possível.
Lesão Torácica Baixa (T7–T12)	Paraplegia; preservação de musculatura abdominal. Alterações sensitivas em tronco inferior e MMII. Comprometimento vesical e intestinal	Bom prognóstico para independência em cadeira de rodas; tronco mais estável; menor risco autonômico.
Lesão Lombar (L1–L5)	Paraparesia flácida. Alteração sensitiva em MMII. Disfunção esfinteriana e sexual	Maior potencial de recuperação motora parcial; marcha assistida possível em muitos casos.
Lesão Sacral (S1–S5)	Fraqueza mínima ou paralisia flácida. Anestesia em sela. Incontinência urinária e fecal; impotência	Bom prognóstico motor; déficits autonômicos persistentes são mais comuns.
Lesão Completa (ASIA A)	Ausência total de função motora e sensitiva abaixo da lesão	Prognóstico mais desfavorável; <10% recuperam função motora útil; sobrevida melhora após o primeiro ano.
Lesão Incompleta (ASIA B–D)	Preservação sensitiva e/ou motora parcial	Prognóstico muito melhor que ASIA A; ASIA D apresenta alta taxa de recuperação funcional; ASIA B progride para C em muitos casos.
Síndrome central da medula	Fraqueza maior em MMSS que MMII.	Bom prognóstico; muitos pacientes recuperam a marcha; déficits de MMSS podem ser persistentes.
Síndrome da medula anterior	Paralisia completa abaixo da lesão com preservação de tato e propriocepção.	Prognóstico ruim; baixa taxa de recuperação motora devido à isquemia das porções anteriores da medula.
Síndrome de Brown-Séquard	Paralisia ipsilateral e perda sensitiva contralateral.	Excelente prognóstico; recuperação funcional significativa na maioria dos casos.
Síndrome do cone medular	Déficits leves em MMII, anestesia em sela, incontinência.	Prognóstico motor geralmente bom; déficits esfinterianos podem ser permanentes.
Síndrome da cauda equina	Paralisia flácida assimétrica, anestesia em sela, retenção urinária.	Prognóstico melhor que lesões centrais; recuperação depende da rapidez da descompressão; urgência cirúrgica.

Fonte: Adaptação SHAMS *et al.*, 2024; SANDOVAL & DE JESUS, 2025; SHAKIL *et al.*, 2023

Esses contrastes reforçam a importância de saber o nível anatômico e do padrão de lesão quando considerando o potencial de recuperação neurológica, evidenciando que diferentes regiões da medula apresentam comportamentos distintos quanto à capacidade de regeneração e evolução funcional (BROUWERS *et al.*, 2020).

Fatores Prognósticos

Nas últimas décadas, o entendimento do prognóstico em LM evoluiu também com o emprego de métodos de análise de sobrevivência, permitindo caracterizar não apenas a probabilidade de morbi-mortalidade, mas também sua distribuição temporal. O prognóstico funcional depende principalmente da gravidade neurológica inicial (classificação ASIA) e do nível anatômico da lesão. Fatores como idade avançada, etiologia penetrante e nível torácico de acometimento estão associados a piores desfechos funcionais; enquanto fatores como nível cervical da lesão, idade jovem, ausência de comorbidades, menor extensão lesional à ressonância magnética e intervenção precoce estão associados a melhor recuperação funcional.

A compreensão atual do prognóstico das lesões medulares, têm sido profundamente aprimoradas pelo uso de modelos estatísticos de análise de sobrevivência, especialmente aqueles baseados na função de hazard. Essa metodologia permite avaliar não apenas a probabilidade de mortalidade, mas também a forma como esse risco se distribui no tempo. No estudo multicêntrico de Huang *et al.* (2023), que avaliou 450 pacientes com fraturas cervicais associadas à lesão medular grave, observou-se que o risco instantâneo de morte foi mais elevado nas primeiras semanas após o trauma, mantendo-se alto ao longo dos doze primeiros meses e reduzindo-se progressivamente após esse período. Esse comportamento temporal decorre da elevada incidência de complicações respirató-

rias, instabilidade hemodinâmica e infecções sistêmicas no período agudo. Os autores demonstraram ainda que a sobrevida condicional aumentou de forma contínua, passando de 73,3% no momento do trauma para 88% após dois anos de sobrevivência, evidenciando uma sólida correlação na melhora do prognóstico à medida que o paciente ultrapassa a fase crítica inicial (HUANG *et al.*, 2023).

A integração desses achados revela que o prognóstico das lesões medulares traumáticas resulta da interação entre fatores neurológicos, mecânicos, sistêmicos e terapêuticos. A recuperação neurológica é limitada nas lesões completas; contudo, o aumento significativo da sobrevida condicional após a fase crítica indica que intervenções intensivas no primeiro ano podem alterar expressivamente a história natural da doença. Entre os pilares centrais de manejo destacam-se o suporte respiratório precoce, a prevenção de pneumonia, a estabilização cirúrgica adequada e a reabilitação interdisciplinar iniciada ainda no ambiente hospitalar. Complicações tardias, como infecções recorrentes, úlceras por pressão e disfunções autonômicas, mantêm papel relevante na mortalidade tardia e reforçam a necessidade de seguimento prolongado após a alta (BROUWERS *et al.*, 2020).

Tratamento

O tratamento inicial de pacientes com LM ocorre na própria cena do trauma e, comumente, há outros pontos corporais também com lesões, como tórax, abdome, extremidades e encéfalo que possam requisitar tratamento imediato. Imobilização espinhal pode ser necessária, especialmente em pacientes apresentando algum dos seguintes: dores ou rigidez na região cervical, trauma de forte cinética e/ou contuso, déficit neurológico, alteração de nível de consciência, deformidade anatômica visível de coluna.

Transferência para centros de trauma especializados é considerado um comprovado fator que melhora os desfechos. O uso de exames de imagem inicialmente também é muito relevante, permitindo a identificação de dano estrutural e determinação de necessidade de intervenção cirúrgica. A tomografia computadorizada garante uma boa visualização de estruturas ósseas e possíveis destruições que tenham ocorrido, enquanto a ressonância magnética permite compreensão melhor da injúria em si e sua extensão (ELI *et al.*, 2021; IZZY, 2024).

A intervenção cirúrgica precoce também emergiu como elemento central no prognóstico das LM. Um estudo por Fehlings *et al.* (2012) demonstrou que indivíduos operados precocemente para descompressão (<24 horas) mostraram aumento de até dois graus na escala ASIA para disfunções neurológicas nos acompanhamentos em relação aos pacientes que passaram por cirurgias tardiamente (>24 horas). Huang *et al.* (2023) demonstraram que a cirurgia realizada em menos de 72 horas constituiu o único fator independente associado à redução significativa da morbimortalidade. A descompressão e estabilização rápida atenuam o ciclo de isquemia secundária, edema e resposta inflamatória, preservando a integridade funcional e diminuindo a probabilidade de deterioração neurológica subsequente. Esses achados convergem com o estudo de Ren *et al.* (2020), que comparou abordagens cirúrgicas anterior e posterior em luxações cervicais traumáticas ao longo de dez anos. As duas vias demonstraram desfechos neurológicos equivalentes, embora apresentassem perfis distintos de complicações. A via anterior preservou melhor o alinhamento sagital e a lordose cervical, enquanto a via posterior associou-se a maior perda de alinhamento e maior tempo cirúrgico, porém com menor incidência de disfagia e odinofagia pós-operatórias. Esses resultados indicam que a escolha da abordagem

deve ser individualizada, considerando o padrão da fratura, a estabilidade segmentar, o risco de complicações e as particularidades anatômicas do paciente (ELI *et al.*, 2021; IZZY, 2024).

O controle da pressão sanguínea tem um importante papel na LM aguda. A hipotensão já foi observada como tendo relação direta com piores prognósticos e valores acima de 85-90 mmHg para pressão arterial média são considerados relevantes para um melhor desfecho, garantindo perfusão adequada da medula espinhal e região lesionada. Um tratamento ainda discutível quanto às LM é o uso de corticosteróides, buscando diminuir a resposta inflamatória da fase secundária de lesão. Contudo, estudos diferem no benefício dos medicamentos, trazendo que não há alteração de desfecho (IZZY, 2024). O uso de fisioterapia é benéfico no restabelecimento de força nas regiões afetadas pela LM, podendo auxiliar no aumento da independência do indivíduo afetado e diminuição do déficit neurológico a longo prazo.

CONCLUSÃO

Desse modo, os estudos analisados contribuem para consolidar a compreensão de que o prognóstico em lesão medular traumática é um processo dinâmico, condicionado ao tempo de sobrevivência e diretamente influenciado por fatores anatômicos, clínicos e biomecânicos. Lesões incompletas tendem a ter uma recuperação mais rápida e importante que lesões completas, de forma que o tratamento precoce seja crucial para que não haja pioras na extensão e gravidade da lesão após o trauma em função de mecanismos fisiológicos em resposta à inflamação.

A incorporação de ferramentas analíticas como a função de *hazard*, associada a parâmetros neurológicos padronizados e perfis clínicos

individuais, aprimora o aconselhamento, o planejamento terapêutico e o delineamento de estratégias de prevenção e reabilitação. Esses avanços reforçam a importância de modelos clínicos multifatoriais que permitam estimar com

maior precisão os desfechos funcionais e a sobrevivência a longo prazo, contribuindo assim para a evolução do conhecimento científico na área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANJUM, A. *et al.* Spinal Cord Injury: Pathophysiology, Multimolecular Interactions, and Underlying Recovery Mechanisms. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 21, n. 20, p. 7533, 13 out. 2020. DOI: 10.3390/ijms21207533.

BROUWERS, E. M. J. R. *et al.* Recovery after traumatic thoracic- and lumbar spinal cord injury: the neurological level of injury matters. *Spinal Cord*, p. 1–8, 5 maio 2020. DOI: 10.1038/s41393-020-0463-1.

ELI, I.; LERNER, D. P.; GHOGAWALA, Z. Acute Traumatic Spinal Cord Injury. *Neurologic Clinics*, v. 39, n. 2, p. 471–488, maio 2021. DOI: 10.1016/j.ncl.2021.02.004.

FEHLINGS, M. G. *et al.* Early versus Delayed Decompression for Traumatic Cervical Spinal Cord Injury: Results of the Surgical Timing in Acute Spinal Cord Injury Study (STASCIS). *PLoS ONE*, v. 7, n. 2, p. e32037, 23 fev. 2012. DOI: 0.1371/journal.pone.0032037.

MAGALHÃES, E.; GOVÊIA, C. S.; LADEIRA, L. C. A. *et al.* Hematoma após Anestesia Peridural: Tratamento Conservador. Relato de caso. *Revista Brasileira de Anestesiologia*, v. 57, n. 2, p.182-187, 2007. DOI: 10.1590/S0034-70942007000200007.

IZZY, S. Traumatic Spinal Cord Injury. *CONTINUUM: Lifelong Learning in Neurology*, v. 30, n. 1, p. 53, 1 fev. 2024. DOI: 10.1212/CON.0000000000001392.

SANDOVAL, J. I.; DE JESUS, O. Anterior Spinal Artery Syndrome. *StatPearls [Internet]*, 7 jun. 2024.

SHAKIL, H.; SANTAGUIDA, C.; WILSON, J. R. *et al.* Pathophysiology and surgical decision-making in central cord syndrome and degenerative cervical myelopathy: correcting the somatotopic fallacy. *Frontiers in Neurology*, v. 14, 2023. DOI: 10.3389/fneur.2023.1276399.

SHAMS, S.; ARAIN, A.; BROWN SÉQUARD Syndrome. *StatPearls [Internet]*, 27 fev. 2024.

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 14

FIXADORES EXTERNOS: PAPEL NO CONTROLE DE DANOS ORTOPÉDICOS

LAURA MARCON RITZEL¹
JÚLIA PEREIRA AVILA¹
DIEGO LUAN DA CRUZ ARAÚJO¹
MARIANA MACHADO DA SILVEIRA¹
FREDERICO HELLWIG VALERIO¹
HENRIQUE RAHMEIER MÄHLER¹
LEONARDO ZORZAN DA LUZ NASCIMENTO¹
KAEL ASael F BARRETO CORDEIRO¹
JULIA FONTANA PIFFERO¹
MAURICIO DA SILVA DUARTE¹
VALENTINA BERNARDI CAOVIlla¹
LUCAS SOZO¹
MARCELO DE LA TORRE²

¹Discente - Medicina na Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS.

²Docente - Professor do Departamento de Anatomia no Curso de Medicina da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS.

Palavras-chave: Lesão Medular; Trauma; Prognóstico.

DOI

10.59290/4929105492

P EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

Os fixadores externos são sistemas ortopédicos utilizados para estabilizar fraturas graves, permitindo a imobilização óssea e o alinhamento estrutural sem necessidade de cirurgia interna imediata. Seu papel é especialmente relevante no contexto da ortopedia de controle de danos, sobretudo em pacientes politraumatizados, já que fraturas de alta energia envolvendo a pelve, o fêmur ou outros ossos longos estão frequentemente associadas à instabilidade hemodinâmica e ao risco de hemorragia significativa.

Esses dispositivos são formados por pinos, barras e conectores rígidos, posicionados externamente ao corpo para manter a estabilidade óssea e facilitar o acesso às áreas lesionadas. A fixação externa contribui para o controle da dor, a redução do sangramento e a preservação dos tecidos moles, configurando uma abordagem minimamente invasiva e eficaz na estabilização inicial das fraturas.

O uso dos fixadores externos, consolidado na prática ortopédica moderna desde os modelos propostos por Raoul Hoffmann em 1938, é indicado principalmente em situações de trauma de alta energia, múltiplas lesões ou instabilidade clínica. A estabilização precoce com fixação externa reduz complicações, fornece suporte mecânico imediato e prepara o paciente para intervenções definitivas quando seu estado clínico estiver estabilizado.

Compreender a estrutura, as indicações e os benefícios dos fixadores externos são essenciais para o manejo adequado de fraturas complexas, consolidando esse recurso como ferramenta indispensável na ortopedia de controle de danos.

MÉTODO

Para o desenvolvimento deste capítulo, foi realizada uma revisão narrativa da literatura en-

tre setembro e outubro de 2025. Foram utilizadas as bases PubMed, SciELO e *Science Direct*, além das diretrizes da Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia e de publicações internacionais relevantes. Empregaram-se os descritores em português e inglês “fixadores externos”, “ortopedia de controle de danos”, “politraumatismo”, “*external fixation*” e “*damage control orthopaedics*”, juntamente com termos relacionados, como “*temporary external fixation*” e “*external osteosynthesis*”, para ampliar o alcance da busca. Priorizou-se a inclusão de estudos publicados nos últimos dez anos, sem excluir referências históricas fundamentais para compreender a evolução do conceito.

Os critérios de seleção consideraram artigos originais, revisões, consensos de sociedades médicas, relatos clínicos e diretrizes que abordassem o uso de fixadores externos no contexto da ortopedia de controle de danos. Foram excluídos estudos laboratoriais sem aplicabilidade clínica e publicações sem dados relevantes sobre técnica ou resultados. As informações foram organizadas em temas como evolução histórica, indicações clínicas, aspectos técnicos, complicações, custo-efetividade e comparações com a fixação interna, permitindo a integração entre a análise crítica e as evidências aplicáveis ao manejo atual.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A revisão de literatura reforça os conceitos sobre o uso de fixadores externos no contexto da Ortopedia de Controle de Danos (*Damage Control Orthopaedics* – DCO) apresentados neste capítulo. Essa estratégia permanece como um pilar fundamental no manejo inicial de pacientes politraumatizados, sobretudo na presença de instabilidade hemodinâmica, trauma de alta energia ou lesões extensas de partes moles. As evidências contemporâneas consolidam o

papel da fixação externa como método de estabilização temporária em fraturas de fêmur, tíbia e pelve, destacando seus benefícios imediatos: controle rápido da dor, redução do sangramento, prevenção de complicações sistêmicas e minimização do *second hit*, o segundo impacto inflamatório-metabólico, provocado por cirurgias extensas em pacientes ainda instáveis.

O estudo retrospectivo de Kountouri *et al.* (2024) avaliou 29 pacientes com múltiplas fraturas de alta energia tratados segundo os princípios do DCO. Dentre eles, 13 foram submetidos à estabilização inicial com fixadores externos, confirmando os benefícios clínicos já mencionados e prevenindo complicações decorrentes de intervenções cirúrgicas extensas em indivíduos hemodinamicamente instáveis. Em três pacientes, a fixação externa foi mantida como tratamento final, demonstrando sua versatilidade e segurança em casos de instabilidade persistente ou comorbidades graves. Essa abordagem temporizadora, ao priorizar uma intervenção rápida e minimamente invasiva, está alinhada com os princípios fundamentais do controle de danos, permitindo que o paciente seja estabilizado antes de procedimentos definitivos mais complexos.

Esses achados evidenciam que o DCO é uma estratégia fisiológica, e não apenas mecânica, orientada à preservação da homeostase e da sobrevivência do paciente, priorizando a estabilização sistêmica em detrimento da reconstrução anatômica imediata. Nesse cenário, o fixador externo atua como uma verdadeira ponte fisiológica, permitindo o restabelecimento metabólico e a redução da resposta inflamatória sistêmica antes da intervenção definitiva.

Corroborando esses resultados, uma meta-análise de Liu *et al.* (2023) comparou o uso de fixadores externos e o encravamento intramedular em fraturas abertas de tíbia. Embora a fixação interna apresente melhores taxas de consolidação a longo prazo, os autores destacaram

que, em traumas graves com comprometimento de partes moles, a fixação externa inicial é mais segura, reduzindo o risco de infecção profunda e necrose tecidual. A conversão para a fixação definitiva deve ocorrer, idealmente, entre 5 e 14 dias, conforme a estabilidade hemodinâmica e o controle local das lesões — o chamado *window of opportunity* do DCO.

Apesar de suas vantagens, o uso de fixadores externos não está isento de complicações. Estudos recentes, incluindo os de Liu *et al.* (2023) e publicações do *Patient Safety in Surgery Journal* (2021), apontam taxas de infecção nos trajetos dos pinos variando entre 5% e 20%, dependendo da técnica, assepsia e tempo de permanência. Também são relatadas lesões vasculares e neurológicas decorrentes de mau posicionamento dos pinos, reforçando a necessidade de planejamento anatômico preciso e rigor técnico na sua instalação.

Outro aspecto relevante é o impacto econômico do uso dos fixadores externos. O estudo de Brinker *et al.* (2022) analisou o custo de fixadores temporários em fraturas de platô tibial e pilon, encontrando valores entre US\$ 3.900 e US\$ 5.300, variáveis conforme o sistema e os componentes utilizados. Embora o custo inicial seja elevado, o custo-benefício global permanece favorável, já que a abordagem reduz complicações graves, tempo de internação e necessidade de suporte intensivo prolongado. Em contextos de recursos limitados, a fixação externa prolongada tem se mostrado segura, desde que acompanhada de protocolos rigorosos de assepsia e reavaliação clínica sistemática.

Em conjunto, esses achados contemporâneos ampliam a compreensão sobre a utilização dos fixadores externos descrita anteriormente neste capítulo. Além de oferecer estabilização mecânica segura e preservação das partes moles, os fixadores externos desempenham papel essencial na redução da morbimortalidade em pacientes politraumatizados. Ao integrar os

princípios clássicos da ortopedia de controle de danos com as evidências atuais de eficácia, segurança e custo-efetividade, esse método mantém-se como recurso indispensável na abordagem inicial de fraturas graves, especialmente em contextos de trauma de alta energia.

O conceito moderno de DCO, portanto, transcende o controle mecânico da fratura. Trata-se de uma estratégia sistêmica, voltada à preservação fisiológica, ao controle metabólico e à otimização do tempo cirúrgico global. Dentro dessa perspectiva, o fixador externo deixa de ser apenas um dispositivo de emergência e se consolida como um instrumento de sobrevivência, essencial ao manejo ortopédico do paciente politraumatizado.

CONCLUSÃO

Em síntese, os estudos recentes apontam para a relevância clínica dos fixadores externos como ferramentas fundamentais no controle de danos dentro da traumatologia. A utilização desses dispositivos possibilita uma estabilização relativamente rápida e efetivamente segura

em pacientes com fraturas decorrentes de traumas de alta energia, associadas a instabilidades hemodinâmicas, permitindo respostas fisiológicas antes de intervenções cirúrgicas mais complexas.

Além disso, os fixadores externos são uma ótima escolha quando se trata de garantir o alinhamento ósseo e a preservação dos tecidos moles, pois, ao mesmo tempo em que contribuem para o controle da dor e a redução do sangramento, diminuem as complicações sistêmicas associadas ao trauma grave com fraturas instáveis.

Destaca-se, ainda, que os fixadores externos ultrapassam a simples definição de estabilizadores mecânicos. Trata-se de uma estratégia integral que promove a manutenção da homeostase, com a minimização do impacto inflamatório e metabólico gerado pelo trauma. Nesse sentido, os fixadores externos configuram-se como uma excelente opção de manejo para o paciente politraumatizado, já que são dispositivos que vão além do atendimento inicial de contenção de danos, tornando-se essenciais no cuidado ortopédico e trazendo impacto direto na qualidade de vida e na recuperação global do paciente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRINKER, M. R. *et al.* Cost Variation in Temporizing External Fixation of Tibial Plateau and Pilon Fractures. *Journal of Orthopaedic Trauma*, v. 36, n. 9, p. e325–e332, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000002642>.

KOUNTOURI, M. *et al.* External Fixators as a Tool for Damage Control Orthopedics in Severely Injured or Polytrauma Patients: Retrospective Analysis and Outcomes. *Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, 2024. DOI: <https://doi.org/10.2106/JBJS.23.00419>.

LIU, Y. *et al.* Comparison of External Fixation and Intramedullary Nailing in Open Tibial Fractures: A Meta-analysis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, v. 18, n. 1, p. 45, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13018-023-03515-8>.

ROBERTS, C. S. *et al.* Damage Control Orthopaedics. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, v. 87, n. 2, p. 434–449, 2005. DOI: <https://doi.org/10.2106/JBJS.D.02942>.

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 15

LUXAÇÕES TRAUMÁTICAS: DIAGNÓSTICO E CONDUTA DE URGÊNCIA

LAURA MARCON RITZEL¹
JÚLIA PEREIRA AVILA¹
VINICIUS FERNANDES CARVALHO¹
VICENTE MARTINEZ DE SOUZA¹
THEO FUTURO TELÖKEN¹
ISABELLA GOMES ANCIELLO¹
LORENZO FLACH MOTTINI¹
ISABELLA RONCHETTI MARTINS XAVIER¹
RODRIGO SCHILD REUSCH¹
ARTHUR RIBEIRO MARCHETTI¹
PAULO EDUARDO HOFFMEISTER BADE WOLF¹
BERNARDO DAL BEN LOUZADA¹
MARCELO DE LA TORRE²

¹Discente - Medicina na Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

²Docente – Professor do Departamento de Anatomia no Curso de Medicina da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Palavras-chave: Lesão Medular; Trauma; Prognóstico.

DOI

10.59290/9001325429

P EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

As luxações traumáticas configuram uma das emergências ortopédicas mais relevantes pela frequência nos serviços de urgência e pelo potencial de complicações graves. Definidas como a perda da congruência articular após trauma, essas lesões geralmente resultam de acidentes de trânsito, quedas de altura e práticas esportivas. Essas lesões acometem diversas articulações, sendo o ombro, o quadril e o joelho os locais mais frequentemente envolvidos em adultos jovens, atletas e vítimas de traumas de alta energia. O manejo, é claro, deve ser individualizado, considerando fatores como idade, nível de atividade, tipo de lesão e, também, lesões associadas. Cada uma dessas situações ilustra não apenas a diversidade de mecanismos de trauma, mas também a urgência da conduta médica imediata. O atraso no diagnóstico e na redução pode comprometer estruturas neurovasculares adjacentes, aumentar a morbidade e impactar diretamente na recuperação funcional do paciente.

MÉTODO

A metodologia deste capítulo, intitulado “Luxações Traumáticas: Diagnóstico e Conduta de Urgência”, baseou-se em uma revisão narrativa da literatura, com o objetivo de consolidar informações atualizadas sobre o diagnóstico e o manejo emergencial dessas lesões segundo evidências recentes. Foram realizadas buscas nas bases PubMed/MEDLINE e LILACS, utilizando os descritores “*Traumatic Dislocation*”, “*Emergency Treatment*” e “*Orthopedic Injuries*”, combinados pelos operadores booleanos *AND* e *OR*. Incluíram-se artigos, revisões, diretrizes e manuais em português e inglês, publicados entre 2015 e 2025, priorizando materiais de alta relevância clínica.

Foram selecionadas fontes-chave, incluindo diretrizes e manuais de referência de sociedades ortopédicas nacionais e internacionais, como SBOT (2020), ACS-ATLS (2018), BOA-BOAST (2020) e WSES (2020), além de obras clássicas e artigos recentes sobre epidemiologia, técnicas de redução e manejo emergencial de luxações traumáticas.

A análise dos estudos seguiu abordagem qualitativa, sintetizando informações sobre avaliação clínica e radiológica, risco neurovascular, técnicas de redução, condutas anestésicas, complicações e manejo emergencial, permitindo construir uma visão integrada, baseada em evidências atualizadas, sobre o manejo das luxações traumáticas em contexto de urgência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A prevalência de traumas ortopédicos entre pacientes vítimas de trauma varia de acordo com o contexto populacional e a organização dos sistemas de saúde. Nas populações adulta e pediátrica, esta prevalência é medida a partir de grandes bancos de dados hospitalares e nacionais. Nos Estados Unidos, dados *do National Electronic Injury Surveillance System* mostram que fraturas representam aproximadamente 15% das lesões em adultos e 13,9% das lesões em crianças atendidas em departamentos de emergência (BRAZZEL, 2023). Em números absolutos, entre 2008 e 2017, foram registrados mais de 13,5 milhões de adultos e 7,1 milhões de crianças com fraturas em serviços de emergência.

No contexto hospitalar, o trauma ortopédico é responsável por uma parcela significativa das internações por trauma, com estimativas de que cerca de 41% dos adultos traumatizados apresentam pelo menos uma lesão musculoesquelética (JARMAN, 2020).

Em crianças, o trauma ortopédico também é prevalente, sendo as fraturas de fêmur com

21,7% dos casos, seguido das fraturas de tíbia/fíbula, úmero e rádio/ulna as mais comuns entre os pacientes internados (GALANO, 2005).

Manejo em Luxações

As luxações são lesões relativamente frequentes, que ocorrem devido a uma exposição anatomicamente inadequada das articulações do corpo humano. Muitas vezes, esse tipo de lesão ocorre de forma não traumática, podendo ser congênita, ou até mesmo associada a uma alteração genética que gere uma frouxidão ligamentar. Por outro lado, a maioria das lesões classificadas como luxações, são causadas por eventos de trauma, como por exemplo a prática de atividades físicas e acidentes automobilísticos. Devido a gravidade e as possíveis complicações que esse tipo de lesão pode causar, como a lesão neurovascular próximas à articulação, o manejo na tomada de decisão do tratamento é fundamental para que ocorra um desfecho adequado ao paciente.

O manejo de lesões traumáticas é a ferramenta chave para reduzir riscos à saúde do paciente, podendo ser realizado de muitas maneiras, sendo elas intervencionistas ou conservadoras. Para ter a melhor tomada de decisão na realização do tratamento, é necessária a avaliação do caso com muita cautela, sendo de extrema importância a análise do risco e benefício ao paciente. Os principais fatores a serem analisados são: a extensão e local da lesão, idade, sexo, demanda funcional, tipo de esporte praticado pelo paciente (NAZZAL, 2024).

Luxação do Ombro

Dentre todas as luxações, a lesão do ombro é a mais prevalente, principalmente na articulação glenohumeral, onde ocorre o deslocamento anterior da articulação, que gera uma perda de congruência articular. A prevalência da luxação anterior do ombro é entre 11 a 29 casos a cada 100.000 pessoas por ano. Esse tipo de lesão é

causada por uma rotação lateral e uma abdução do úmero de forma exagerada, levando ao desalinhamento articular (GOTH, 2025). Para a realização da fixação da luxação de ombro, existem algumas manobras que podem auxiliar o procedimento e evitar dor excessiva ao paciente. As principais manobras para a facilitação no manejo são: a manobra de Stimson, que utiliza pesos para aplicar tração contínua, e a manobra de Kocher, que consiste na flexão de 90° do cotovelo seguido de adução e rotação externa do úmero, facilitando a colocação umeral na glenóide (ALVES, 2024). Nesse tipo de lesão, pode-se optar por um tratamento conservador em pacientes mais velhos ou com menor demanda esportiva, a depender da gravidade da lesão. Nesse tipo de tratamento, os pacientes conseguem retornar às atividades normalmente após o período de recuperação, mas 50% dos pacientes voltam a ter instabilidade depois de um tempo. Por outro lado, a abordagem cirúrgica vem sendo muito indicada, principalmente para pacientes jovens, ou praticantes de esportes de contato, resultando em uma menor reincidência da lesão (NAZZAL, 2023). Para o tratamento cirúrgico de luxações do ombro existem inúmeras técnicas possíveis, principalmente a técnica Remplissage, que utiliza o tendão do músculo infraespinhal para reconstituição da cápsula posterior em casos de lesão de Hill-Sachs, que consiste em uma fratura da cabeça do úmero devido ao deslocamento articular. Com a utilização da transposição desse tendão, ocorre uma melhora na instabilidade da articulação, diminuindo a reincidência. Outra técnica muito utilizada nesse tipo de lesão é a Latarjet, mais utilizada em casos de perda óssea crítica, ou luxações crônicas da articulação, que tem como função aumentar a superfície da glenóide através da transferência de tecido ósseo do processo coracóide (GOTH, 2025).

Luxação do Joelho

A articulação do joelho é uma das principais articulações acometidas por luxações. Isso ocorre devido a ser uma articulação biarticular, diferentemente do ombro ou do quadril, que sofre muita sobrecarga, principalmente se for aliada ao sobrepeso. As instabilidades articulares do joelho, principalmente as que envolvem a patela, representam um desafio frequente na prática ortopédica, principalmente quando se fala de atletas. As principais condições associadas à luxação do joelho são associadas à luxação e subluxação da patela, e quando mais grave, a luxação tibiofemoral.

A subluxação patelar é o deslocamento parcial da patela, diferentemente da luxação por completo. Normalmente essa condição é associada ao excesso da mobilidade lateral da patela, retirando a patela de forma parcial do sulco troclear. A hipermobilidade ligamentar, traumas leves ou desequilíbrio muscular pode ser um dos fatores desencadeantes para essa condição. O manejo da subluxação patelar é por via de regra conservador, com enfoque principal em fisioterapia, reforço muscular e correção de fatores biomecânicos (KANG, 2013).

Já na luxação patelar, corresponde o deslocamento completo da patela para fora do seu alinhamento anatômico, no sulco troclear. Normalmente esse tipo de lesão é associada à origem traumática, ocasionada por movimentos rotacionais bruscos do joelho. De forma clínica, as principais manifestações são: dor intensa, edema, deformidade visível e deslocamento lateral da patela, podendo ocorrer reversão espontânea ou necessidade de ação manual. O tratamento inicial é mediado pela redução imediata, analgesia, imobilização temporária e reabilitação fisioterapêutica após o procedimento. Para esse tipo de luxação, a intervenção cirúrgica é necessária se estiver associada a luxações recorrentes ou problemas ligamentares, gerando uma

menor reincidência nesses casos comparados ao tratamento conservador (LE, 2023).

Diferente da luxação patelar e a subluxação, a luxação tibiofemoral é considerada uma emergência cirúrgica, que é normalmente causada por traumas de alta energia, como por exemplo acidentes automobilísticos, e envolvem lesões ligamentares múltiplas (WHARTON, 2025). Tendo em vista o amplo comprometimento estrutural nesse tipo de fratura, o diagnóstico precoce é de extrema importância. A redução deve ser realizada imediatamente, acompanhada de exames de imagem como radiografias e ressonância magnética, com finalidade de compreender a extensão da lesão, que pode ser associada à lesões neurovasculares com comprometimento da artéria poplítea e nervo fibular comum.

Devido a essas diferenças significativas nos tipos de luxações que podem acometer a articulação do joelho, é de extrema importância saber diferenciá-las, tendo em vista que o manejo adequado de cada caso é diferente. É importante salientar que considerar fatores individuais, como idade e nível de atividade física do paciente é fundamental na decisão correta para a escolha do tratamento adequado.

CONCLUSÃO

Diante do exposto, as luxações traumáticas configuram um desafio relevante e recorrente nas emergências ortopédicas, tanto pela gravidade potencial de suas complicações quanto pelo impacto funcional a longo prazo. A literatura nacional e internacional é consistente em demonstrar que a precocidade no diagnóstico e na redução é o fator de maior influência no prognóstico, reduzindo significativamente os riscos de lesões neurovasculares, necrose avascular e instabilidade crônica (SBOT, 2020; ATLS, 2018; KLUGER *et al.*, 2020). Nesse sentido, a adoção de protocolos baseados em

evidências, associados a uma avaliação clínica criteriosa e ao uso racional dos exames de imagem, são medidas indispensáveis para garantir segurança e eficácia no manejo inicial (ROCKWOOD & GREEN, 2015; COURT-BROWN *et al.*, 2021).

Adicionalmente, a escolha entre tratamento conservador ou cirúrgico deve ser individualizada, considerando fatores como idade, demanda funcional, tipo de atividade física e presença de lesões associadas. Estudos de coorte e revisões sistemáticas têm demonstrado que, em populações jovens e atletas, o tratamento cirúrgico precoce apresenta menores taxas de recidiva e melhores resultados funcionais, enquanto em pacientes idosos ou de baixa demanda, a abordagem conservadora mantém papel relevante (HOVELIUS *et al.*, 2008; PROVENCHER *et al.*, 2010).

Cabe ressaltar que o sucesso terapêutico não se limita à redução articular, mas depende de uma abordagem multidisciplinar que envolva ortopedistas, cirurgiões vasculares, radiologistas e fisioterapeutas. A integração interprofissional favorece o diagnóstico precoce de complicações, o planejamento de reabilitação e a prevenção de sequelas incapacitantes, aspectos fundamentais para a plena recuperação funcional (BOA, 2020; JARMAN *et al.*, 2020).

Portanto, o manejo das luxações traumáticas deve ser pautado na rapidez da conduta, na precisão técnica e no acompanhamento sistemático, de modo a minimizar a morbidade e otimizar os desfechos funcionais. A consolidação de diretrizes internacionais e sua adaptação à realidade local representam o caminho mais promissor para uniformizar condutas, ampliar a segurança do paciente e consolidar avanços no cuidado ortopédico emergencial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS (ACS). ATLS: Advanced Trauma Life Support – Student Course Manual. 10. ed. Chicago: American College of Surgeons, 2018.

BARTOLOTTA, R. J. *et al.* ACR Appropriateness Criteria® Acute Hip Pain: 2024 update. *Journal of the American College of Radiology*, v. 22, 5S, p. S3-S13, 2025. DOI: [10.1016/j.jacr.2025.02.039](https://doi.org/10.1016/j.jacr.2025.02.039).

BRAZELL, C. J.; CARRY, P. M.; HOLMES, K. S. *et al.* Pediatric and Adult Fracture Incidence: A Decreasing Trend with Increasing Hospital Admissions. *Orthopedics*, v. 46, n. 6, p. e369–e375, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3928/01477447-20230329-01>.

BRITISH ORTHOPAEDIC ASSOCIATION (BOA). British Orthopaedic Association Standard for Trauma (BOAST): Open fracture management. *Injury*, v. 51, p. 174–177, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2019.12.034>.

COURT-BROWN, C. M.; HECKMAN, J. D.; MCQUEEN, M. M. *et al.* Trauma. 9th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer, 2021.

GALANO, G. J.; VITALE, M. A.; KESSLER, M. W. *et al.* The Most Frequent Traumatic Orthopaedic Injuries from a National Pediatric Inpatient Population. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, v. 25, n. 1, p. 39–44, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1097/00004694-200501000-00010>.

JARMAN, M. P.; WEAVER, M. J.; HAIDER, A. H. *et al.* The National Burden of Orthopedic Injury: Cross-Sectional Estimates for Trauma System Planning and Optimization. *The Journal of Surgical Research*, v. 249, p. 197–204, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2019.12.023>.

KANG, H. J.; WANG, F.; CHEN, B. C. *et al.* Non-surgical treatment for acute patellar dislocation with special emphasis on the MPFL injury patterns. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, v. 21, n. 2, p. 325–331, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00167-012-2020-8>.

KLUGER, Y.; PEYVANDI, A.; CHOWDHURY, T. *et al.* WSES guidelines on orthopedic trauma in emergency surgery. *World Journal of Emergency Surgery*, v. 15, n. 32, p. 1–12, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13017-020-00306-0>.

LE, N. C.; BLACKMAN, B.; ZAKHARIA, A. *et al.* MPFL repair after acute first-time patellar dislocation results in lower redislocation rates and less knee pain compared to rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, v. 31, n. 7, p. 2772–2783, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00167-022-07222-w>.

ROCKWOOD, C. A.; GREEN, D. P.; BUCHOLZ, R. W. *et al.* Rockwood and Green's Fractures in Adults. 9th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer, 2015.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ORTOPEDIA E TRAUMATOLOGIA (SBOT). Manual de Trauma Ortopédico. São Paulo: SBOT, 2020.

WHARTON, M. G.; SHULTZ, C. L.; SCHENCK, R. C. JR. *et al.* Evaluation and management of knee dislocations. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 2025. DOI: <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-25-00400>.

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 16

INTOXICAÇÕES E ENVENENAMENTOS: COMO RECONHECÊ-LOS E TRATÁ-LOS

BEATRIZ CHIAVERINI CUNNINGHAM¹
VITÓRIA DE FÁTIMA BATISTA GABRIELLI COSTA¹
NATÁLIA NAOMI TOYOFUKU SALOMÃO TONANNI²
PEDRO TEIXEIRA COELHO SANTOS²

¹Discente - Medicina na Universidade Cidade de São Paulo.

²Discente - Medicina na Pontifícia Universidade Católica de Campinas.

Palavras-chave: Intoxicações; Envenenamentos; Síndromes Toxicológicas.

DOI

10.59290/0520311241

P EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

As intoxicações, sejam acidentais ou intencionais, correspondem a respostas do organismo frente à exposição a agentes tóxicos de origem química ou biológica. Essa exposição pode ocorrer por diferentes vias, incluindo ingestão, inalação, injeção ou contato com a pele. A gravidade do quadro depende do tipo de substância, do tempo de exposição e das condições individuais do paciente. As intoxicações podem ser classificadas como agudas, quando os sintomas surgem até 24 horas após a exposição e apresentam risco imediato à saúde, ou crônicas, quando decorrem de exposições repetidas ao longo de um período prolongado (RESIERE *et al.*, 2020).

Atualmente, os casos de intoxicações vêm aumentando devido a diversos fatores, como o maior consumo de medicamentos. Muitas pessoas utilizam fármacos de forma indiscriminada ou sem acompanhamento médico adequado, elevando o risco de doses incorretas, interações medicamentosas e efeitos adversos. Intoxicações devido a medicamentos como a síndrome serotoninérgica podem ser difíceis de reconhecer, pois seus sintomas podem simular outras condições (MIKKELSEN *et al.*, 2023).

Além disso, intoxicações por metanol, presente em bebidas adulteradas ou produtos industriais, continuam sendo frequentes e graves. A inalação de monóxido de carbono, proveniente de combustão incompleta, também representa um risco significativo à saúde (ROSE *et al.*, 2017; KINOSHITA *et al.*, 2020).

Portanto, o objetivo do estudo é contribuir para que profissionais da área da saúde reconheçam com maior facilidade as principais intoxicações e realizem um tratamento eficaz.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão sistemática realizada no período de outubro à dezembro de

2025, por meio de pesquisas nas bases de dados: PubMed, SciELO, LILACS e site oficiais do governo e de instituições de referência na área da saúde. Foram utilizados os descritores: “intoxicações”, “*intoxications*”, “envenenamentos”, “*poisoning*”, “síndrome serotoninérgica”, “*serotonin syndrome*”, “síndrome anticolinérgica”, “*anticholinergic syndrome*”, “síndrome colinérgica”, “*cholinergic syndrome*”, “metanol”, “*methanol*”, “monóxido de carbono”, “*carbon monoxide*”, “organofosforados”, “*organophosphates*”, “acetaminofeno”, “*acetaminophen*”, “toxicidade” e “*toxicity*”. Desta busca foram encontrados aproximadamente 51.500 artigos, posteriormente submetidos aos critérios de seleção.

Os critérios de inclusão foram: artigos nos idiomas português e inglês, em revistas e jornais com fator de impacto igual ou superior a 2 que abordavam as temáticas propostas para esta pesquisa, disponibilizados na íntegra. Também foram considerados sites oficiais e acreditados. Os critérios de exclusão foram: artigos duplicados, disponibilizados na forma de resumo, que não abordavam diretamente a proposta estudada e que não atendiam aos demais critérios de inclusão.

Após os critérios de seleção restaram 18 artigos que foram submetidos à leitura minuciosa para a coleta de dados. Os resultados foram apresentados em tabelas e de forma descritiva, divididos em categorias temáticas abordando: acetaminofeno, metanol, monóxido de carbono, síndrome anticolinérgica, síndrome colinérgica e síndrome serotoninérgica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Acetaminofeno

A intoxicação por acetaminofeno é uma das principais causas de insuficiência hepática aguda e ocorre tanto por ingestão acidental quanto intencional. Após o consumo do fármaco, a maior parte é metabolizada pelas vias de sulfatação

e glicuronidação; porém, uma pequena fração é convertida pelo citocromo P450 no metabólito tóxico NAPQI, que é rapidamente neutralizado pelo *glutation*. Quando há ingestão excessiva, esgotam-se os estoques de *glutation*, permitindo que o NAPQI se acumule e cause necrose hepatocelular (CHIDIAC *et al.*, 2023).

Os sintomas evoluem em quatro fases. Na fase inicial, podem ocorrer náusea, vômito, diáforese e mal-estar inespecífico. Entre 24–72 horas, surgem dor no quadrante superior direito e elevação de transaminases. A fase 3 é marcada por necrose hepática, hiperbilirrubinemia, coagulopatia, hipoglicemia, acidose e possibilidade de falência multiorgânica. Na fase final, há recuperação ou progressão para falência hepática fulminante (DART. *et al.*, 2023).

A toxicidade pode ocorrer após ingestão única ≥ 150 mg/kg, ingestões repetidas acima da dose terapêutica ou em situações de maior vulnerabilidade, como desnutrição, hepatopatia prévia e uso de indutores enzimáticos. A avaliação inicial inclui dosagem sérica de acetaminofeno após 4 horas da ingestão e aplicação do nomograma de Rumack-Matthew, revisado recentemente para maior precisão. Em casos de histórico desconhecido, ingestões prolongadas ou risco aumentado, o tratamento deve ser iniciado mesmo sem confirmação laboratorial (DART *et al.*, 2023).

O tratamento de escolha é a N-acetilcisteína (NAC), que repõe *glutation*, neutraliza o NAPQI e melhora o fluxo sanguíneo hepático. A NAC é mais eficaz quando administrada nas primeiras 8 horas, mas permanece benéfica mesmo em intoxicações tardias. Protocolos incluem regimes intravenosos e orais, com ajuste para gestantes, crianças, pacientes com >100 kg e ingestões de liberação prolongada. O carvão ativado também pode ser utilizado em pacientes que ingeriram acetaminofeno até 2 horas após a ingestão, ou até 4 horas nos casos de overdose de alta dose ou de exposições a preparações de

liberação modificada prolongada; entretanto, não é eficaz em pacientes que ingeriram formulações líquidas ou após ingestão repetida de doses supratrapêutica. Em situações graves, considera-se hemodiálise, fomepizol como adjuvante e avaliação precoce para transplante hepático (DART *et al.*, 2023; CHIDIAC *et al.*, 2023).

Em síntese, a intoxicação por acetaminofeno, embora frequentemente tratável quando reconhecida precocemente, permanece uma causa relevante de insuficiência hepática aguda. A instituição rápida da N-acetilcisteína é determinante para o prognóstico, sobretudo nos casos de apresentação tardia ou de maior risco. Ainda que a maioria dos pacientes tenha evolução favorável, a possibilidade de progressão para falência hepática reforça a importância do diagnóstico oportuno e da atualização contínua das estratégias de manejo.

Álcool (Metanol)

A intoxicação por metanol constitui um problema relevante de saúde pública e está frequentemente associada à ingestão de bebidas alcoólicas adulteradas, ao uso de solventes industriais e a situações de exposição acidental ou ocupacional. Embora o metanol apresente baixa toxicidade inicial, o perigo decorre da sua biotransformação hepática, realizada principalmente pelo álcool desidrogenase, que o converte em formaldeído e, posteriormente, em ácido fórmico. Este último é o principal responsável pelos efeitos adversos observados, pois inibe a cadeia respiratória mitocondrial, reduz a produção de ATP e induz acidose metabólica com elevado ânion gap. Tal processo afeta de maneira especial tecidos de alta demanda energética, como o sistema nervoso central e o nervo óptico, explicando a frequência de manifestações neurológicas e, sobretudo, visuais nos casos de intoxicação (KRAUT & MULLINS *et al.*, 2018; NOOR *et al.*, 2024; KRUSE, 2018).

A apresentação clínica costuma iniciar-se com sintomas inespecíficos, como náuseas, vômitos, dor abdominal, cefaléia e mal-estar, que podem retardar o reconhecimento da intoxicação. Após um período de latência variável, geralmente entre 12 e 24 horas, mas prolongado em casos com ingestão de etanol, surgem sinais decorrentes da formação dos metabólitos tóxicos, incluindo acidose metabólica, hiperventilação, rebaixamento do nível de consciência e convulsões. As manifestações oculares, entretanto, representam um dos achados mais característicos e preocupantes, começando com visão borrada, fotofobia e escotomas, e podendo evoluir rapidamente para perda visual permanente. Estudos recentes mostram que alterações visuais estavam presentes em parcela significativa dos pacientes avaliados e que mais da metade daqueles que desenvolveram sintomas oculares mantiveram sequelas irreversíveis. Além das alterações visuais, são descritos sintomas semelhantes a *parkinson*, dor abdominal, disfunção pulmonar e achados neurológicos como coma, lesões intracranianas e edema cerebral, reforçando o caráter sistêmico da intoxicação (KRAUT & MULLINS *et al.*, 2018; ALHUSAIN *et al.*, 2024; KRUSE, 2018).

O diagnóstico exige integração entre dados clínicos e laboratoriais. A acidose metabólica com ânion gap elevado é um achado comum, frequentemente associada ao osmolar gap aumentado nas fases iniciais. Com o metabolismo progressivo do metanol, o osmolar gap tende a cair enquanto a acidose se intensifica, refletindo o acúmulo de ácido fórmico. Lactato elevado e alterações na creatinina também podem ser observados, embora nem sempre representem falência renal verdadeira, mas sim interferências nos métodos laboratoriais. A avaliação oftalmológica precoce é indispensável devido à rapidez de evolução das lesões, e pode revelar hiperemia do disco óptico, borramento de margens e midríase com pouca reatividade. Esses

achados, quando combinados ao contexto clínico, auxiliam fortemente no diagnóstico (NOOR *et al.*, 2024; KRUSE, 2018)

O tratamento deve ser iniciado prontamente, sem aguardar confirmação laboratorial, dada a rapidez com que o ácido fórmico pode causar danos irreversíveis. A base terapêutica envolve quatro estratégias: inibir a formação dos metabólitos tóxicos, corrigir a acidose metabólica, remover o metanol e seus derivados e empregar terapias adjuvantes. A inibição metabólica é realizada preferencialmente com fomepizol, antídoto que possui perfil de segurança favorável e forte afinidade pelo álcool desidrogenase; quando indisponível, o etanol pode ser utilizado como alternativa. A correção da acidose com bicarbonato de sódio é essencial para reduzir a toxicidade tecidual e melhorar a estabilidade hemodinâmica. A hemodiálise é indicada em quadros graves, especialmente na presença de acidose refratária, sinais visuais, instabilidade clínica ou níveis séricos elevados, sendo o método mais eficaz para remover tanto o metanol quanto o ácido fórmico. O uso de ácido fólico ou folínico, por sua vez, contribui para acelerar o metabolismo do formiato e reduzir sua toxicidade sistêmica (KRAUT & MULLINS *et al.*, 2018; NOOR *et al.*, 2024; ALHUSAIN *et al.*, 2024; KRUSE, 2018).

Os desfechos clínicos dependem estreitamente do tempo até o início da terapia. A mortalidade permanece significativa nos casos que chegam tardiamente ao serviço de emergência, e uma proporção importante dos sobreviventes apresenta sequelas permanentes, sobretudo visuais. Em estudo recente, observou-se mortalidade superior a 17% e elevada prevalência de déficits neurológicos e oculares definitivos, reforçando que se trata de uma emergência tempo-dependente na qual o atraso terapêutico influencia diretamente o prognóstico. Assim, o reconhecimento rápido, a intervenção imediata

e o acompanhamento especializado são fundamentais para minimizar a morbidade e mortalidade associadas à intoxicação por metanol. (ALHUSAIN *et al.*, 2024).

Monóxido de Carbono

A intoxicação por monóxido de carbono (CO) resulta da inalação do gás incolor e inodoro, liberado principalmente pela combustão incompleta de materiais orgânicos. Uma das principais consequências fisiopatológicas é a formação de carboxihemoglobina, já que o CO possui afinidade muito maior pela hemoglobina do que pelo oxigênio. Essa característica reduz de forma importante tanto o transporte quanto a liberação de O₂ para os tecidos. Além disso, o CO interfere na respiração celular ao inibir complexos mitocondriais e favorecer a formação de radicais livres, contribuindo para lesão neurológica e cardíaca (ROSE *et al.*, 2017).

A apresentação clínica é variável. Em exposições leves, predominam sintomas inespecíficos, como cefaléia e náuseas, que podem ser facilmente confundidos com quadros virais. À medida que a concentração ambiental aumenta ou o tempo de exposição se prolonga, podem surgir outros sintomas como dispneia, confusão mental e até perda de consciência. Um aspecto importante é que alguns pacientes desenvolvem déficits neurológicos tardios, como distúrbios de memória, alterações afetivas ou sinais de encefalopatia em dias ou semanas após o episódio agudo, independentemente do nível inicial de carboxihemoglobina (ROSE *et al.*, 2017, KINOSHITA *et al.*, 2020).

As fontes de exposição incluem incêndios, falhas em aquecedores, escapamento de veículos e intoxicações voluntárias. O diagnóstico tende a ser clínico e contextual, sendo complementado pela dosagem de carboxihemoglobina e avaliação gasométrica. Entretanto, o valor de COHb, apesar de útil, não deve ser interpretado

isoladamente, pois não se correlaciona de maneira confiável com a gravidade do quadro. Dessa forma, a conduta deve se basear principalmente na avaliação clínica global (JÜTTNER *et al.*, 2021).

O tratamento deve ser instituído rapidamente, mesmo antes da confirmação laboratorial, com administração de oxigênio a 100%, o que acelera a eliminação do CO. Em situações mais graves, especialmente quando há alterações neurológicas ou cardiovasculares, considera-se oxigenoterapia hiperbárica, que reduz ainda mais a meia-vida da carboxihemoglobina e pode diminuir a incidência de sequelas tardias. A abordagem também inclui monitorização contínua, investigação de co-exposições (como cianeto, no caso de incêndios), além de acompanhamento ambulatorial para detecção de déficits neurológicos persistentes (JÜTTNER *et al.*, 2021). Alguns estudos propõem que a utilização de hidroxocobalamina e ácido ascórbico como outro método de tratamento para mediar a conversão de CO em CO₂. Além disso, foi desenvolvido por Kitagishi e colegas um complexo de porfirina encapsulado em ciclodextrina que quando infundido em ratos em condições atmosféricas normais, ligou-se ao CO produzido endogenamente e foi excretado na urina (ROSE *et al.*, 2017). Foram relatados dois casos de pacientes com intoxicação grave por monóxido de carbono (CO) tratados com oxigenação por membrana extracorpórea (ECMO), nos quais foi observada uma depuração acelerada de CO. Esses achados sugerem que novas investigações são necessárias para avaliar a possível inclusão desse recurso no tratamento da intoxicação por CO (DENT *et al.*, 2024).

O prognóstico depende diretamente do tempo até o início do tratamento e da presença de complicações. Estudos sugerem que uma parcela considerável dos sobreviventes (entre 15% e 40%) pode apresentar algum grau de compro-

metimento neurocognitivo após a exposição (ROSE *et al.*, 2017). Assim, a intoxicação por CO é uma emergência tempo-dependente, cujo reconhecimento precoce e tratamento imediato são essenciais para evitar morbidade significativa e mortalidade.

Síndrome Anticolinérgica

A síndrome anticolinérgica é uma emergência toxicológica causada pelo bloqueio dos receptores muscarínicos por medicamentos como antidepressivos tricíclicos, anti-histamínicos e antipsicóticos. O mecanismo de intoxicação exógena ocorre pelo antagonismo competitivo nos receptores muscarínicos, reduzindo a ação parassimpática e desencadeando manifestações periféricas e centrais. Trata-se de um diagnóstico diferencial importante na emergência, devido ao potencial para delirium, hipertermia e arritmias (CROME, 1986).

O diagnóstico é clínico, não havendo necessidade de confirmação laboratorial. Os principais sintomas incluem: xerostomia, agitação, taquicardia, midríase, delirium, alucinações, convulsões, oligúria ou anúria, anidrose e rubor cutâneo. Entre os diagnósticos diferenciais devem ser considerados: síndrome serotoninérgica, síndrome neuroléptica maligna e encefalopatias metabólicas (CROME, 1986; SERRA-LABOS-FERRÉ & BARCELO-CARCELLER, 2025).

O tratamento baseia-se em suporte clínico direcionado aos sinais e sintomas do paciente, incluindo suporte ventilatório e hemodinâmico, uso de benzodiazepínicos para agitação e convulsões, fisostigmina em casos graves e sem contraindicações, resfriamento externo na hipertermia e cateterização urinária quando necessário. Deve-se monitorar e intervir prontamente em possíveis complicações, como arritmias, rabdomiólise, convulsões e coma (CROME, 1986).

Síndrome Colinérgica

A síndrome colinérgica é definida como um conjunto de manifestações clínicas decorrentes da acumulação excessiva de acetilcolina (ACh) na fenda sináptica. Isso ocorre principalmente pela inibição da acetilcolinesterase (AChE), que impede a degradação adequada do neurotransmissor. As intoxicações por organofosforados (OPs) e carbamatos constituem a principal etiologia e estão associados a quadros clínicos mais graves, cursando com insuficiência respiratória. Além da fisiopatologia clássica, pesquisas recentes relatam que OPs podem desencadear estresse oxidativo por meio da ativação da NADPH oxidase, contribuindo para neurotoxicidade tardia. O reconhecimento rápido dessa síndrome é decisivo para reduzir mortalidade e sequelas (MEYER & THIPPESWAMY, 2025).

A inibição da AChE leva ao acúmulo de ACh, causando ativação exagerada dos receptores muscarínicos (M1–M5) e nicotínicos. No caso dos organofosforados, ocorre o “envelhecimento enzimático”, tornando a ligação irreversível. Evidências recentes descrevem a participação do estresse oxidativo no dano tecidual mediado por OPs (MEYER & THIPPESWAMY, 2025).

Os sinais muscarínicos seguem o padrão SLUDGE: salivação, lacrimejamento, micção, diarreia, sintomas gastrointestinais e emese. Também se observam broncorreia, broncoconstrição, miose e bradicardia; as manifestações nicotínicas incluem fasciculações, paresia e possível insuficiência respiratória. No SNC, podem ocorrer confusão mental, convulsões e coma (MEYER & THIPPESWAMY, 2025).

O diagnóstico é essencialmente clínico, baseado nos sinais e sintomas do paciente e pode ser caracterizado pelos principais como: miose, secreções excessivas e bradicardia. A dosagem de colinesterase sérica auxilia no monitora-

mento, mas não deve atrasar o tratamento (MEYER & THIPPESWAMY, 2025).

Para o manejo dessa intoxicação é usado a Atropina, um antimuscarínico que atua como antagonista competitivo e reversível dos receptores muscarínicos de ACh. Ela bloqueia a ação da ACh no sistema nervoso parassimpático que pode ser administrado em diversas posologias até o quadro do paciente ser revertido. Outro fármaco utilizado nesse caso como antídoto é a Pralidoxima, que por sua vez reativa a enzima AChE, principalmente em intoxicações por OP's. Além do manejo farmacológico para reversão da intoxicação, é feito também o suporte intensivo de vias aéreas por ventilação mecânica em casos de insuficiência respiratória e benzodiazepínicos em casos de convulsões (MEYER & THIPPESWAMY, 2025).

Síndrome Serotoninérgica

A síndrome serotoninérgica (SS) decorre da estimulação excessiva dos receptores de serotonina nos sistemas nervoso central e periférico por fármacos. Caracteriza-se por uma tríade sintomática que geralmente se manifesta em até 24 horas após o aumento da dose de um medicamento serotoninérgico ou a introdução de um novo fármaco ao esquema terapêutico. Essa tríade envolve anormalidades neuromusculares, hiperatividade simpática e alteração do nível de consciência (FOONG *et al.*, 2018; MIKKELSEN *et al.*, 2023; WANG *et al.*, 2016).

A toxicidade ocorre com maior frequência quando dois ou mais medicamentos que elevam os níveis de serotonina são utilizados simultaneamente, especialmente quando atuam por mecanismos diferentes. No entanto, também pode ocorrer com o uso isolado de fármacos em doses terapêuticas. Qualquer combinação medicamentosa pode levar à síndrome serotoninérgica, porém o uso de inibidores da monoamina oxidase (IMAOs) em conjunto com outro fár-

maco — geralmente um inibidor seletivo da recaptação de serotonina (ISRS) ou um inibidor da recaptação de serotonina e norepinefrina (ISNR) — representa um risco significativamente maior. Outros fármacos serotoninérgicos que podem desencadear a SS incluem os antidepressivos tricíclicos, os antiepilépticos (como a carbamazepina e o valproato), os antieméticos (como a metoclopramida e a ondansetrona), os opioides (como o fentanil, a metadona e o tramadol), além de fluconazol, lítio, triptofano, entre outros (FOONG *et al.*, 2018; MIKKELSEN *et al.*, 2023; WANG *et al.*, 2016).

Os sintomas variam de acordo com a gravidade da toxicidade. Em casos leves, podem ocorrer hiperreflexia, tremor, inquietação, insônia, ansiedade, taquicardia, diaforese, movimentos coreicos e nistagmo. Nos casos moderados, observam-se agitação, clônus, tremor, hipertermia, diarreia, vômitos e náuseas. Já nos casos graves, podem ocorrer coma, delírio, convulsões tônico-clônicas, hipertermia severa, rigidez muscular, rabdomiólise, insuficiência respiratória e até morte (FOONG *et al.*, 2018; MIKKELSEN *et al.*, 2023; WANG *et al.*, 2016).

O diagnóstico da síndrome serotoninérgica é essencialmente clínico, embora existam os critérios de Hunter e os de Sternbach que auxiliem na sua identificação. No entanto, os critérios de Hunter demonstram maior acurácia diagnóstica em casos moderados e graves da síndrome, quando comparados ao padrão-ouro, diagnóstico realizado por um médico toxicologista, além de apresentarem menor taxa de falsos-positivos (**Tabela 16.1**) (FOONG *et al.*, 2018; MIKKELSEN *et al.*, 2023; WANG *et al.*, 2016).

O primeiro passo do tratamento é a suspensão imediata do medicamento serotoninérgico, sendo que a maioria dos pacientes apresenta

melhora nas primeiras 24 horas após a interrupção. Em casos leves, além da suspensão do fármaco, é necessária terapia de suporte, com administração de fluidos intravenosos, monitorização dos sinais vitais e uso de benzodiazepínicos

em casos de agitação. Nos casos de toxicidade moderada, além das medidas mencionadas, recomenda-se a introdução de um antagonista da serotonina, como a ciproheptadina ou clorpromazina (FOONG *et al.*, 2018; MIKKELSEN *et al.*, 2023; WANG *et al.*, 2016).

Tabela 16.1 Critérios clínicos para diagnóstico da síndrome serotoninérgica

Critérios de Hunter	Critérios de Sternbach
especificidade de 97% e sensibilidade de 84%	especificidade de 96% e sensibilidade de 75%
Necessário o uso de um serotoninérgico mais 1 dos seguintes sinais e sintomas: Clonus espontâneos; Tremor e hiperreflexia; Clonus ocular + agitação ou diaforese; Clonus induzível + agitação ou diaforese; Clonus ocular ou induzível + hipertonia + hipertermia	Necessário o uso de um serotoninérgico, não pode haver outras causas pros sintomas, não pode ter feito uso de agentes narcolépticos e 3 dos seguintes sinais e sintomas: Alterações do estado mental; Agitação; Hiperreflexia; Mioclonia; Diaforese; Calafrios; Tremor; Diarreia Incoordenação motora; Febre

Fonte: MIKKELSEN *et al.*, 2023; WANG *et al.*, 2016

Já nos casos graves de toxicidade serotoninérgica, especialmente quando há hipertermia significativa ($>40^{\circ}\text{C}$) e rigidez muscular, o paciente deve ser sedado e entubado devido ao risco de hipoventilação. Nesses casos, os anti-piréticos são ineficazes na redução da temperatura corporal, pois a hipertermia não resulta de uma alteração no ponto de ajuste térmico do hipotálamo. Assim, devem ser empregadas medidas físicas de resfriamento, como compressas frias e ventilação externa. Além disso, a paralisção neuromuscular durante a intubação auxilia na redução da temperatura corporal, diminuindo a atividade muscular e, consequentemente, a produção interna de calor (FOONG *et al.*, 2018; MIKKELSEN *et al.*, 2023; WANG *et al.*, 2016).

Estudos indicam que a incidência da síndrome serotoninérgica tem aumentado; entretanto, seu número exato de casos é desconhe-

cido, pois se trata de uma condição de difícil diagnóstico que pode mimetizar outras síndromes, como a síndrome neuroléptica maligna, hipertermia maligna, síndrome anticolinérgica (**Tabela 6.2**) (FOONG *et al.*, 2018; MIKKELSEN *et al.*, 2023; WANG *et al.*, 2016).

CONCLUSÃO

A presente revisão demonstrou que as intoxicações e envenenamentos continuam representando importante desafio clínico e de saúde pública, sobretudo diante do aumento do uso indiscriminado de medicamentos, da persistência de bebidas adulteradas contendo metanol e da exposição frequente ao monóxido de carbono em ambientes domésticos e industriais. Observou-se que essas condições compartilham características marcantes: evolução rápida, quadro clínico por vezes inespecífico, risco de

complicações potencialmente fatais e necessidade de tratamento imediato baseado em protocolos bem estabelecidos.

Os achados reforçam que o reconhecimento precoce é determinante para o prognóstico, especialmente em intoxicações de elevada gravidade, como as causadas por acetaminofeno, metanol e monóxido de carbono. Da mesma forma, a identificação das síndromes toxicológicas serotoninérgica, anticolinérgica e colinérgica exige elevada suspeição clínica, uma vez que suas manifestações podem mimetizar outras condições neurológicas e metabólicas. Assim, torna-se indispensável a capacitação contínua dos profissionais de saúde, aliada à adoção de ferramentas diagnósticas adequadas e à disponibilidade de terapias específicas, como N-acetilcisteína, fomepizol, oxigenoterapia hiperbárica e antídotos colinérgicos.

Além disso, o estudo evidencia a necessidade de políticas de prevenção e educação em saúde que abordem, de maneira integrada, o uso

seguro de medicamentos, a fiscalização de produtos alcoólicos, a ventilação adequada de ambientes e a disseminação de informações de risco à população. Tais medidas são fundamentais para reduzir a incidência de intoxicações evitáveis e seu significativo impacto social e econômico.

Por fim, destaca-se a importância do incentivo a novas pesquisas que aprofundem o entendimento dos mecanismos fisiopatológicos, explorem intervenções terapêuticas emergentes e avaliem estratégias de cuidado que possam aprimorar os desfechos clínicos. Investigações futuras sobre biomarcadores precoces, abordagens farmacológicas inovadoras e metodologias de vigilância toxicológica poderão ampliar o conhecimento disponível e fortalecer a prática clínica. Assim, esta revisão contribui ao consolidar evidências atuais e aponta caminhos para avanços contínuos na identificação, manejo e prevenção das intoxicações.

Tabela 16.2 Resumo das intoxicações

Agentes causadores		Pupilas	Sintomas	Manejo
Acetafinomeno	Paracetamol		<u>Fase 1</u>: náusea, vômito, diaforese e mal-estar. <u>Fase 2</u>: dor no quadrante superior direito e elevação de transaminases. A <u>Fase 3</u>: necrose hepática, hiperbilirrubinemia, coagulopatia, hipoglicemia, acidose e possibilidade de falência multiorgânica. <u>Fase 4</u>: falência hepática fulminante	Acetilcisteína, carvão ativado, hemodiálise, fomepizol
Metanol	Metanol		Diminuição da visão, fotofobia, cegueira, dor abdominal, coma, disfunção pulmonar, edema cerebral, sintomas semelhantes a parkinson	Fomepizol, etanol, bircarbonato de sódio, hemodialise, ácido fólico
Monóxido de Carbono	CO	normais	Cefaleia, tontura, taquicardia, fadiga, agitação, confusão mental, alucinação, náusea, vômito, dispneia, alteração do nível de consciência, angina pectoris, convulsão Exposição crônica: vertigem, dor abdominal, diarreia, parestesia,	Oxigenoterapia Normobárica, oxigenoterapia hiperbárica, ECMO, hidroxocobalamina e ácido ascórbico, porfirina encapsulada em ciclodextrina
Síndrome Anticolinérgica	Anti-histamínicos, ADTs, APs, cloridrato de ciclopentolato	midríase	Pele xerótica, xerostomia, agitação, taquicardia, delirium, alucinações, convulsões, oligúria ou anúria, anidrose, hipertermia, rubor cutâneo	Suporte clínico
Síndrome Colinérgica	OGF, carbamatos, chumbinho	mióticas	salivação, lacrimejamento, micção, diarreia, emese, broncoconstrição, bradicardia, paresia, fasciculações, confusão mental, convulsões, coma	Atropina, pralidoxima, benzodiazepínicos
Síndrome Serotoninérgica	ISRSSs, SNRIs, IMAOs, ADT, carbamazepina, valproato, ondansetrona, fluconazol, lítio, triptofano, ecstasy	midriáticas	<u>Toxicidade leve</u>: Hiperreflexia, tremor, inquietação, insônia, ansiedade, taquicardia, diaforese, nistagmo, movimentos coreicos <u>Toxicidade moderada</u>: Agitação psicomotora, clonus, tremor, hipertermia, diarreia, vômito, náusea <u>Toxicidade grave</u>: Coma, delirium, convulsão tônico-clônica, hipertermia severa, rigidez muscular, rabdomiólise, insuficiência respiratória	Suspensão imediata do medicamento serotoninérgico, benzodiazepínicos, antagonista da serotonina, IOT

Fonte: ALHUSAIN *et al.*, 2024; CIATOX-ES, 2021; CHIDIAC. *et al.*, 2023; CROME., 1986; DART *et al.*, 2023; DENT *et al.*, 2024; FOONG *et al.*, 2018; JÜTTNER *et al.*, 2021; KINOSHIT *et al.*, 2020; KRAUT & MULLINS, 2018; KRUSE, 2018; NOOR *et al.*, 2024; MEYER & THIPPESWAMY, 2025; MIKKELSEN *et al.*, 2023; RESIERE *et al.*, 2020; ROSE *et al.*, 2017; SERRALABOS-FERRÉ & BARCELO-CARCELLER, 2025; WANG, *et al.*, 2016.

ISRSSs; Inibidor Seletivo da Recaptação de Serotonina; SNRIs: são inibidores da recaptação de serotonina e norepinefrina; IMAOs: Inibidores da Monoamina Oxidase; ADT: antidepressivos tricíclicos; IOT: intubação orotraqueal; SNM: síndrome neuroléptica maligna; HM: hipertermia maligna; OGF: organofosforados; CO: monóxido de carbono; ECMO:oxigenação por membrana extra corporal; APs: anti-psicóticos

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALHUSAIN, F. *et al.* Methanol Poisoning Outbreak in Riyadh, Saudi Arabia: a Retrospective Case Series. *BMC Emergency Medicine*, London, v. 24, n. 64, p. 1–8, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12873-024-00976-1>.

CENTRO DE INFORMAÇÃO E ASSISTÊNCIA TOXICOLÓGICA (CIATOX-ES). Intoxicações por Psicofármacos [recurso eletrônico], 2021. Disponível em: <https://ciatox.es.gov.br/Media/toxcen/Aulas/Psicof%C3%A1rmacos%20CIA-Tox-ES%202021.pdf>. Acesso em: 01 novembro 2025.

CHIDIAC, A. *et al.* Paracetamol (acetaminophen) Overdose and Hepatotoxicity: Mechanism, Treatment, Prevention Measures, and Estimates of Burden of Disease. *Expert Opinion on Drug Metabolism & Toxicology*: v. 19, n. 5, p. 297-317, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1080/17425255.2023.2223959>.

CROME, P. Poisoning Due to Tricyclic Antidepressant Overdosage. Clinical Presentation and Treatment. *Medical Toxicology*, v. 1, n. 4, p. 261-285, 1986. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF03259843>.

DART, R. *et al.* Management of Acetaminophen Poisoning in the US and Canada: A Consensus Statement. *JAMA Network Open*, v. 6, n. 8, e2327739, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2023.27739>.

DENT, M. *et al.* Carbon Monoxide Poisoning: from Microbes to Therapeutics. *Annual Review of Medicine*, v. 75, n. 1, p. 337-351, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-med-052422-020045>.

FOONG, A *et al.* Demystifying Serotonin Syndrome (or Serotonin Toxicity). *Canadian Family Physician*, v. 64, n. 10, p. 720-727, out. 2018.

JÜTTNER, B. *et al.* S2k Guideline Diagnosis and Treatment of Carbon Monoxide Poisoning. *German Medical Science*, v. 19, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3205/000300>.

KINOSHITA, H. *et al.* Carbon Monoxide Poisoning. *Toxicology Reports*, v. 7, p. 169, 2020. Disponível em DOI: <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2020.01.005>.

KRAUT, J. A.; MULLINS, M. E. Toxic Alcohols. *The New England Journal of Medicine*, v. 378, n. 3, p. 270-280, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMra1615295>.

KRUSE, J. A. Toxic Alcohols. *The New England Journal of Medicine*, Boston, v. 378, n. 3, p. 270–280, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMra1615295>.

MD NOOR, J. *et al.* Methanol toxicity: a Comprehensive Review of Pathophysiology, Clinical Features, Diagnostics, and Management. *Toxics*, v. 12, p. 1, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxics12120924>.

MEYER, C.; THIPPESWAMY, T. Organophosphate Chemical Nerve Agents, Oxidative Stress, and NADPH Oxidase Inhibitors: An Overview. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 26, p. 9313, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms26199313>.

MIKKELSEN, N *et al.* Serotonin syndrome — A focused review. *Basic and Clinical Pharmacology and Toxicology*, Oxford, v. 133, n. 2, p. 124-129, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1111/bcpt.13912>.

RESIERE D *et al.* Clinical and Epidemiological Characteristics of Severe Acute Adult Poisoning Cases in Martinique: Implicated Toxic Exposures and Their Outcomes. *Toxics*, v. 8, p. 28, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxics8020028>.

ROSE, J. J. *et al.* Carbon Monoxide Poisoning: Pathogenesis, Management, and Future Directions of Therapy. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, v. 195, n. 5, p. 596-606, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1164/rccm.201606-1275CI>.

SERRALABOS-FERRÉ, J.; BARCELO-CARCELLER, I. Anticholinergic syndrome due to mydriatic drops intoxication in a child: a case report. *Toxicology Reports*, v. 14, p. 101889, 2025. DOI: [10.1016/j.toxrep.2024.101889](https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2024.101889).

WANG, R. Z. *et al.* Serotonin syndrome: Preventing, recognizing, and treating it. *Cleveland Clinic Journal of Medicine*, Cleveland, v. 83, n. 11, p. 810–817, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3949/ccjm.83a.15129>.

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 17

TRAUMA CRANIOENCEFÁLICO E ACIDENTES DE TRÂNSITO NO BRASIL: ANÁLISE EPIDEMIOLÓGICA (2014-2024)

LAURA PORTO NUNES¹
FERNANDO VÉLEZ FEIJÓ¹
GIOVANNA POLO¹
HELENA FERREIRA DA SILVA RYPL¹
LUÍSA CRAIDE HAENSSGEN¹
MARCO OCTÁVIO ANDRETTA SOARES¹
MARIA ISABEL MARTINS COSTA KESSLER DA SILVEIRA¹
MARIANA DALLA VECCHIA BASSANI¹
MATHEUS FAGUNDES FISCHER¹
SOFIA ZONTA BISCHOFF¹
THAÍS GABRIELA WEISS¹
VICTOR HUGO WILHELM ANNES¹

¹Discente - Medicina na Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

Palavras-chave: Trauma Cranioencefálico; Acidentes Automobilísticos; Epidemiologia.

DOI

10.59290/0012245131

P EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

Há na literatura diversas concepções sobre o traumatismo cranioencefálico (TCE), desde definições mais restritas, definido como o dano causado por uma força externa na cabeça e parênquima cerebral que resulta em lesão anatômica ou comprometimento funcional das estruturas cranianas e/ou encefálicas (MAGALHÃES *et al.*, 2022); até concepções mais amplas, que o situam como um importante agravo de saúde pública. Sob essa perspectiva ampliada, o TCE destaca-se não apenas pelas repercussões anatômicas e neurológicas, mas também pelo impacto socioeconômico e pela elevada morbimortalidade associada às sequelas permanentes. Essa condição permanece como um importante fator na saúde pública no Brasil, com elevada incidência de internações hospitalares, estimada como 65,5 por 100.000 habitantes, e afetando diversas faixas etárias, desde os idosos (acima de 70 anos), quanto adultos mais jovens. As causas variam entre quedas e acidentes de trânsito, sendo estes últimos responsáveis por parcela significativa das lesões mais graves e sequelas a longo prazo (CARTERI & SILVA, 2021). Os acidentes de trânsito, aqui neste presente capítulo, estão sendo considerados como: automóvel contra automóvel; automóvel contra pessoa e automóvel contra objeto.

A magnitude do problema traduz-se também em custos diretos e indiretos elevados, afastamento laboral prolongado e grande demanda por serviços de reabilitação e cuidados continuados, tendo em vista as possíveis sequelas neurológicas decorrentes do trauma, como déficits motores, cognitivos e comportamentais. Essa condição traz profunda carga socioeconômica que explica o impacto econômico e social que o TCE impõe às famílias e ao sistema de saúde (CARTERI & SILVA, 2021). Fatores

de risco modificáveis amplamente documentados, como ausência ou uso inadequado de capacetes e cintos de segurança e consumo de álcool, aumentam a probabilidade de lesões mais graves e pior prognóstico neurológico, o que reforça a necessidade de intervenções preventivas direcionadas (WEIL *et al.*, 2018; PINGGERA *et al.*, 2023).

Diante desse cenário, o presente capítulo tem como objetivo descrever a epidemiologia do TCE associado a acidentes de trânsito e seu impacto social no Brasil, utilizando como base os registros de óbitos e internações do DATASUS no período 2014-2024 e uma revisão da literatura científica nacional e internacional, com ênfase em fatores de risco modificáveis e implicações para políticas públicas de prevenção.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura com base na temática: trauma cranioencefálico decorrente de acidentes de trânsito no Brasil. A pesquisa foi realizada no período de setembro a outubro de 2025, por meio de pesquisas nas bases de dados: PubMed e SciELO. Foram utilizados os descritores: “*craniocerebral trauma*”, “*traffic accident*”, “*Brazil*” e “*modifiable factors*”.

Os critérios de inclusão foram: artigos publicados nos idiomas inglês ou português; artigos publicados a partir de 2014; que abordassem as temáticas propostas para esta pesquisa; estudos do tipo epidemiológicos observacionais, revisões sistemáticas, revisões narrativas, atualizações clínicas e diretrizes oficiais; materiais disponibilizados na íntegra. Os critérios de exclusão foram: artigos duplicados, disponibilizados na forma de resumo, que não abordavam diretamente a proposta estudada e que não atendiam aos demais critérios de inclusão.

Após os critérios de seleção restaram 10 artigos que foram submetidos à leitura minuciosa

para a coleta de dados. Foram também incluídas diretrizes oficiais quanto ao manejo do TCE obtidas diretamente do portal do Ministério da Saúde Brasileiro. Os resultados foram apresentados de forma descritiva, divididos em categorias temáticas abordando: epidemiologia, fisiopatologia, manifestações clínicas, diagnóstico, tratamento, reabilitação e prevenção.

Além da pesquisa bibliográfica, foi feita uma análise dos dados disponibilizados no Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM/SUS) do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). Essa análise consistiu no uso do Código da Classificação Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde, décima edição, (CID-10) da TCE; e da coleta do número total de internações e óbitos, assim como a estratificação por regiões do Brasil, faixa etária e gênero de 2014 até 2024.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Epidemiologia

A situação epidemiológica TCE no Brasil é caracterizada por elevada incidência, mortalidade significativa e desigualdades regionais e demográficas. O perfil epidemiológico é trimodal: é predominante de homens jovens, na faixa etária de 20 a 59 anos (54,8%), como os mais acometidos. No entanto, as internações também compreendem crianças, por motivos de abuso físico, e idosos acima de 80 anos, por quedas da própria altura. As causas mais comuns identificadas no Brasil são: acidentes de trânsito, responsáveis por 23% dos TCE em adultos, seguido de quedas e violência interpessoal. Houve maior ocorrência entre usuários de carros e em situações envolvendo o consumo de álcool, verificando-se associação entre níveis elevados de álcool no sangue (≥ 150 mg/dL) e desfechos imediatos pós-trauma com pontuação igual ou menor a 8 na Escala de Coma de Glasgow

(ECG) (ARAÚJO *et al.*, 2024; GUIMARÃES *et al.*, 2024).

De acordo com a análise nacional realizada com base no DATASUS, foram registrados 1.170.268 internações por TCE entre os anos de 2014 e 2024. Esses números apontam para uma média anual de aproximadamente 106 mil internações, o que corresponde a uma incidência hospitalar de 65 admissões por 100.000 habitantes/ano. No mesmo período, ocorreram 111.310 óbitos, correspondendo a 9,5% das internações, com taxa de mortalidade hospitalar em 5,1 por 100.000 habitantes/ano. Entre os óbitos, 13,06% (14.536) ocorreram em indivíduos de 20 a 29 anos, 12,41% (13.820) entre 30 e 39 anos, 13,02% (14.488) entre 40 e 49 anos e 13,76% (15.324) entre 50 e 59 anos. O ano de 2024 apresentou o maior número absoluto de óbitos (11.282), seguido de 2023 (10.444). O Sudeste registrou o maior número absoluto de casos em 10 anos (487.791), seguida pela região Nordeste (311.208) e Sul (196.087), seguindo uma constante com as populações das respectivas microrregiões. Quanto ao sexo, houve predomínio masculino expressivo de óbitos, equivalente a 79,9% (ARAÚJO *et al.*, 2024; GUIMARÃES *et al.*, 2024).

Fisiopatologia

O TCE é tradicionalmente dividido entre lesão primária e secundária. A lesão primária decorre da transferência inicial de energia para o crânio e encéfalo por impacto direto, mecanismos de aceleração–desaceleração ou ferimentos penetrantes. Este dano primário é considerado irreversível e sem janela para terapêutica em função do dano estrutural direto. Nesta fase do TCE, dois tipos principais de lesões podem ocorrer: as lesões focais são caracterizadas pelo movimento do cérebro dentro do crânio, são as de mais frequente ocorrência e são diversas, po-

dendo ser fraturas de crânio, sangramentos intracranianos e contusões (MILLER, 1991; PINGGERA *et al.*, 2023).

As fraturas comumente são lineares ou com depressão óssea, associando-se a risco aumentado de fístulas liquóricas, perda da barreira hematoencefálica, infecção e compressão parenquimatosa. Os sangramentos ocorrem pela ruptura de vasos intracranianos devido à desaceleração abrupta ou impacto ou pelas fraturas ósseas. Podem ser classificados como hematoma epidural, ocasionado em virtude da ruptura da artéria meníngea média, ou hematoma subdural por ruptura das veias e seios cerebrais, ocorrendo mais comumente em idosos ou indivíduos com pronunciada encefalomalacia. A hemorragia subaracnóidea ocorre em função de forças de cisalhamento atuando sobre os vasos, em especial os leptomeníngeos ou das cisternas basais. As contusões cerebrais são lesões parenquimatosas por impacto direto. Predominantemente, os lobos temporal e frontal são os mais acometidos, contudo, depende da cinética do trauma. As lesões focais raramente acontecem isoladamente e é comum que haja fraturas, sangramentos e contusões acometendo o mesmo paciente (MILLER, 1991; PINGGERA *et al.*, 2023).

As lesões difusas são a segunda categoria a ser encontrada na fase primária do TCE. Elas são produzidas por forças de aceleração e desaceleração que geram dano, como estiramento e ruptura dos axônios, além de alterações microvasculares, originando lesões parenquimatosas disseminadas. Destas, a concussão caracteriza-se por disfunção neurológica transitória, como amnésia, confusão ou desequilíbrio, contudo, sem lesão estrutural visível ou aparente. Já a lesão axonal difusa (LAD) representa um quadro mais grave e decorre da ruptura dos axônios, manifestando-se com focos micro-hemorrágicos que acometem principalmente o corpo caloso, tronco encefálico e substância branca. A

perda imediata de consciência é comum e a LAD é uma das principais causas de coma prolongado no TCE (MILLER, 1991; PINGGERA *et al.*, 2023).

A fase secundária do TCE, diferente da primária, é considerada reversível e, muitas vezes, prevenível, constituindo o principal alvo terapêutico. Ela pode levar a ocorrência de dano isquêmico e qualquer grau de TCE pode ser acometido (leve, moderado, grave). Ela surge em minutos a semanas após o impacto inicial devido à cascata de alterações moleculares e inflamatórias em resposta ao dano cerebral traumático, amplificando as lesões por meios químicos. Poucos minutos à algumas horas após a lesão primária, observa-se aumento da inflamação, edema, hemorragia e isquemia. Observa-se a ocorrência de excitotoxicidade dos neurônios em função do acúmulo de glutamato e influxo de cálcio dentro das células da glia e neurônios. Por consequência, ocorre uma disfunção mitocondrial, causando o aumento de espécies reativas de oxigênio e estresse oxidativo que intensificam a inflamação. Dias à semanas após essa cascata, segue-se uma etapa caracterizada pelo apoptose e necrose de astrócitos e microglia danificados e, por fim, degenerações e gliose. A partir deste ponto, o dano é irreversível. Entre algumas semanas à meses após o trauma inicial, a glia ainda saudável inicia a cicatrização do tecido lesado. Pode ocorrer encefalomalacia e cavitações (MILLER, 1991; PINGGERA *et al.*, 2023).

Concomitante, observa-se um aumento pronunciado da pressão intracraniana (PIC). Isso ocorre em função de edema cerebral e alterações hemodinâmicas. O edema pode ser tanto vasogênico, em decorrência da quebra da barreira hematoencefálica, ocorrendo assim extravasamento de proteínas, água e células para o interstício cerebral; ou citotóxico, decorrente da disfunção da bomba de sódio-potássio-ATPase

e morte celular. Hipóxia, hipotensão e hipercapnia decorrem das alterações moleculares e pressóricas, sendo determinantes da piora do estado neurológico. Estes processos levam ao aumento da PIC e comprometem a perfusão cerebral, levando a isquemia. A interação entre os mecanismos de lesão secundária, tanto micro quanto macroscópicos, cria um ciclo de deterioração evitável que pode levar a graves disfunções neurológicas, rebaixamento do sensorio e morte (MILLER, 1991; PINGGERA *et al.*, 2023). É importante ressaltar que, quando considerando eventos traumáticos automobilísticos, deve-se esperar também politraumas afetando diversas regiões e sistemas além do crânio.

Manifestações Clínicas e Sinais de Gravidade

As manifestações clínicas do TCE abrangem desde quadros assintomáticos até alterações estruturais imediatas e déficits funcionais persistentes. No quadro agudo, as lesões focais e difusas, como contusões cerebrais, hematomas epidural, subdural, subaracnóidea e parenquimatosa podem cursar com, classicamente, cefaleia, perda ou rebaixamento do nível de consciência, déficit motor focal, anisocoria e/ou midríase, crises convulsivas e, em casos graves, coma. A concussão caracteriza-se por perda transitória de consciência e amnésia pós-traumática, sendo comum em TCE leve e moderado, enquanto a lesão axonal difusa está associada a coma prolongado e importante comprometimento neurológico, ocorrendo em quadros moderados e graves. Esses achados refletem a extensão do dano encefálico e a gravidade do impacto mecânico sobre as estruturas cerebrais (MILLER, 1991; PINGGERA *et al.*, 2023; CARNEY *et al.*, 2017).

Nas fases subaguda e crônica, as manifestações clínicas incluem alterações físicas, cognitivas, linguísticas e comportamentais. Entre as

manifestações físicas, destacam-se déficits motores, distúrbios do tônus e da postura, como perda de equilíbrio, espasticidade, ataxia, dislalia, disartria e alterações sensoriais. No domínio cognitivo, são frequentes os déficits de atenção, memória e funções executivas, com lentificação do raciocínio e dificuldade de planejamento e tomada de decisões. As alterações linguísticas compreendem anomia, discurso desorganizado e dificuldade de compreensão de mensagens complexas. Do ponto de vista emocional e comportamental, observa-se apatia, impulsividade, irritabilidade, ansiedade, depressão e distúrbios do sono, que comprometem a adaptação psicossocial e a reintegração do indivíduo às atividades cotidianas (MILLER, 1991; PINGGERA *et al.*, 2023; CARNEY *et al.*, 2017).

É importante manter-se atento aos sinais de fratura de base de crânio, como o sinal de Battle (equimose retroauricular), sinal de “olhos de guaxinim” (equimose periorbitária), e fistulas líquóricas representadas por otorragia e rinorreia hialina inexplicável. Esse tipo de fratura aumenta a gravidade e complexidade do quadro. Sinais de herniação cerebral devem também ser observadas, como alterações em padrões de respiração irregular, midríase fixa ou unilateral, diminuição súbita e rápida do nível de consciência, e rigidez ou posição de descrebração (extensão rígida de membros superiores e de membros inferiores) e decorticação (flexão de membros superiores e extensão e rotação interna de membros inferiores) (MILLER, 1991; PINGGERA *et al.*, 2023; CARNEY *et al.*, 2017).

Diagnóstico

O diagnóstico do TCE em vítimas de acidentes de trânsito exige uma avaliação clínica detalhada e imediata, já que esses eventos costumam envolver impactos de alta intensidade

capazes de causar lesões cerebrais significativas e rapidamente progressivas. A ECG é o principal instrumento utilizado para avaliar o nível de consciência e determinar a gravidade do trauma em cena. Ela considera a abertura ocular, a resposta verbal e a resposta motora, resultando em uma pontuação que varia de 3 a 15 pontos. Valores entre 13 e 15 indicam TCE leve, entre 9 e 12 correspondem a TCE moderado e entre 3 e 8 caracterizam TCE grave. Pontuações iguais ou inferiores a 8 indicam comprometimento importante do estado neurológico, exigindo suporte ventilatório e monitorização intensiva. A aplicação seriada da escala é essencial para acompanhar a evolução do quadro e detectar precocemente possíveis deteriorações (MILLER, 1991; PINGGERA *et al.*, 2023; CARNEY *et al.*, 2017; BRASIL, 2024).

A tomografia computadorizada do crânio é o exame de imagem mais utilizado na fase aguda, pois é amplamente difundido em centro de atenção emergencial, é feito rapidamente e permite identificar fraturas, contusões, hematomas e sinais de edema cerebral. Quando há suspeita de lesões microscópicas ou em tronco cerebral ou núcleos da base, como nas lesões axonais difusas decorrentes de forças de desaceleração típicas de colisões automobilísticas, a ressonância magnética pode ser preferida caso disponível, fornecendo informações complementares e mais detalhadas. O diagnóstico precoce e preciso, baseado na combinação da avaliação clínica com os achados de imagem, é fundamental para estabelecer o prognóstico, orientar o tratamento e prevenir complicações secundárias que possam comprometer a recuperação neurológica e funcional do paciente (PINGGERA *et al.*, 2023; CARNEY *et al.*, 2017; BRASIL, 2024).

Tratamento

No manejo agudo, os serviços brasileiros adotaram protocolos alinhados às *Guidelines for the Management of Severe Traumatic Brain*

Injury (4ª edição) da *Brain Trauma Foundation*, que recomendam monitorização da PIC, intervenção quando a PIC ultrapassa 22 mmHg e manutenção da pressão de perfusão cerebral entre 60–70 mmHg (CARNEY *et al.*, 2017). Diretrizes nacionais complementam essas recomendações, enfatizando tomografia precoce, prevenção de lesões secundárias e indicação neurocirúrgica, como drenagem de hematomas e craniotomias descompressivas, em casos de hematomas expansivos ou hipertensão intracraniana refratária (CARNEY *et al.*, 2017).

Os resultados nacionais indicam impacto expressivo dos casos graves sobre o uso de recursos intensivos. A mortalidade hospitalar registrada no período foi de 9,52 óbitos por mil internações, com variações regionais e maior concentração nas regiões Sudeste e Norte (FERREIRA *et al.*, 2024). Estudos epidemiológicos destacam, ainda, expansão gradual da oferta de recursos diagnósticos e neurocirúrgicos, embora persistam desigualdades regionais e dificuldades relacionadas ao acesso oportuno (ARAÚJO *et al.*, 2024).

Reabilitação

A reabilitação pós-TCE no SUS estruturou-se com base nas Diretrizes de Atenção à Reabilitação da Pessoa com TCE, que organizam o cuidado em fases e orientam a atuação interdisciplinar em áreas motoras, cognitivas, comportamentais e sensoriais (BRASIL, 2015). A atualização de 2024 reforçou a inclusão desses pacientes na Rede de Cuidados à Pessoa com Deficiência (RCPD) e consolidou o papel dos Centros Especializados em Reabilitação (CER), ampliando a oferta de atendimento especializado (BRASIL, 2024).

Os estudos nacionais indicam início precoce da reabilitação ainda durante a internação, seguido por acompanhamento nos serviços es-

pecializados da rede. As análises epidemiológicas mostram que muitos pacientes apresentam algum grau de limitação funcional após o TCE, sobretudo aqueles acometidos por casos moderados e graves, o que demanda acompanhamento prolongado e integração entre os pontos de atenção do SUS (ARAÚJO *et al.*, 2024). Persistem desigualdades regionais na oferta de serviços, especialmente nas regiões Norte e Centro-Oeste, o que afeta o acesso e a continuidade do cuidado (BRASIL, 2024).

Prevenção

Os acidentes de transporte terrestre permanecem como o principal determinante do TCE no país. Entre 2010 e 2019, foram registradas 392 mil mortes relacionadas ao trânsito, e entre 2010 e 2018 houve redução da taxa nacional de mortalidade de 21,8 para 14,8 óbitos por 100 mil habitantes, correspondendo a queda aproximada de 32% (IPEA, 2023). Essa redução acompanha o fortalecimento de políticas nacionais como o Vida no Trânsito, o Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito, a legislação de controle de álcool e direção e a intensificação da fiscalização.

Estudos com base no Viva Inquérito 2017 demonstram impacto direto do uso de capacete entre motociclistas, associado a redução de 76% na ocorrência de TCE e redução de 28% na probabilidade de internação ou óbito (SOUTO *et al.*, 2020). Em crianças, a obrigatoriedade de dispositivos de retenção infantil resultou em 33% de redução nas internações graves e quase 20% de redução das mortes hospitalares após sua implementação, além de potencial para reduzir o risco de morte em até 70% e de lesões graves em até 40% (SBP, 2019).

A manutenção de comportamentos de risco, como dirigir após consumir álcool, segue como um dos mais importantes obstáculos para redução de lesões graves a serem ultrapassados. Os

padrões observados ajudam a explicar a persistência de números absolutos elevados de TCE relacionados ao trânsito, apesar da redução proporcional ao longo da década.

CONCLUSÃO

O traumatismo cranioencefálico relacionado aos acidentes de trânsito configura-se como um importante problema de saúde pública no Brasil, com elevada carga de morbimortalidade e repercussões duradouras sobre a vida dos indivíduos e de suas famílias, assim como sobrecarga dos sistemas de assistência à saúde. No contexto epidemiológico, observa-se que o TCE está intimamente relacionado aos acidentes de trânsito, constituindo uma de suas principais consequências clínicas. Motociclistas, ciclistas, pedestres e ocupantes de veículos automotores representam populações particularmente vulneráveis, especialmente em cenários de alta velocidade, ausência de dispositivos de proteção e precariedade na fiscalização. A análise dos dados nacionais registrados no DATASUS entre 2014 e 2024 demonstra que adultos jovens do sexo masculino representam o grupo mais vulnerável, ao mesmo tempo em que persistem expressivas desigualdades regionais quanto ao acesso ao diagnóstico oportuno, tratamento especializado e serviços de reabilitação.

A despeito da implementação de políticas de prevenção e da ampliação da estrutura hospitalar e de vigilância em algumas regiões, o número de casos graves permanece elevado, refletindo a necessidade de maior adesão da população às medidas de segurança no trânsito e de fortalecimento contínuo das ações intersetoriais de educação, fiscalização e promoção da saúde. A elevada incidência de sequelas neurológicas após o TCE reforça a importância da reabilitação integrada na rede de atenção do Sistema Único de Saúde, de modo a favorecer a

reinserção social e laboral do paciente e mitigar os custos diretos e indiretos associados a esses agravos.

Diante desse cenário, torna-se imprescindível o desenvolvimento de estratégias sustentadas em evidências epidemiológicas que priorizem comportamentos seguros, qualificação da atenção às urgências e universalização do aces-

so à reabilitação especializada. O enfrentamento do TCE decorrente de acidentes de trânsito requer, portanto, ações preventivas mais eficientes e organização assistencial robusta, com vistas à redução da mortalidade, das incapacidades permanentes e do impacto socioeconômico que esse agravo impõe ao país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, L. V. O. *et al.* Traumatismo Cranioencefálico no Brasil: Uma Análise Epidemiológica. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, v. 6, n. 11, p. 1104–1114, 2024. DOI: 10.36557/2674-8169.2024v6n11p1104-1114.

BRASIL. LEI Nº 11.705, DE 19 DE JUNHO DE 2008. Dispõe sobre as proibições quanto ao consumo de álcool prévio a direção (alcoolemia zero) e impor penalidades severas ao descumprimento. Brasília, DF., jun, 2008. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/111705.htm. Acesso em: 01 novembro 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Diretrizes de atenção à reabilitação da pessoa com traumatismo cranioencefálico. Brasília, Ministério da Saúde, 2015. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_atencao_reabilitacao_pessoa_traumatismo_cranioencefalico.pdf. Acesso em: 26 out 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Diretrizes de atenção à reabilitação da pessoa com traumatismo cranioencefálico – Atualização 2024. Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/s/saude-da-pessoa-com-deficiencia/publicacoes/diretrizes-de-atencao-a-reabilitacao-da-pessoa-com-traumatismo-cranioencefalico.pdf/view>. Acesso em: 26 out 2025.

CARNEY, N. *et al.* Guidelines for the Management of Severe Traumatic Brain Injury, Fourth Edition. *Neurosurgery*, v. 80, n. 1, p. 6–15, 2017. DOI: 10.1227/NEU.0000000000001432.

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

FERREIRA, T. G. *et al.* Arguição Do Perfil Epidemiológico Dos Casos Confirmados Por Traumatismo Cranioencefálico No Brasil De 2014 A 2023. *Revista de Patologia do Tocantins*, v. 11, n. 1, p. 251–255, 28 fev. 2024. DOI: 10.20873/uf.2446-6492.2024v11n1p251.

GUIMARÃES, D. *et al.* Análise epidemiológico da vítima de traumatismo intracraniano no macrorregiões brasileiras. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, v. 6, n. 1, p. 81–90, 2 jan. 2024. DOI: 10.36557/2674-8169.2024v6n1p81-90.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Relatório técnico sobre mortalidade no trânsito. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/porta/categorias/45-todas-as-noticias/noticias/13899-estudo-apontamento-de-13-5-em-mortes-no-transito>. Acesso em: 17 out 2025.

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, p. 410–423, 20 abr. 2022. DOI: 10.1590/0004-282X-ANP-2021-0035.

MILLER, J. D. Pathophysiology and management of head injury. *Neuropsychology*, v. 5, n. 4, p. 235–251, out. 1991. DOI: 10.1037/h0092738.

PINGGERA, D. *et al.* Traumatic brain injury. *Nervenarzt/Der Nervenarzt*, v. 94, n. 10, p. 960–972, 7 set. 2023. DOI: 10.1007/s00115-023-01546-9.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA (SBP). Dados oficiais sobre redução de internações e mortes após uso obrigatório de cadeirinhas. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://www.sbp.com.br/imprensa/detalhe/nid/dados-oficiais-comprovam-uso-de-cadeirinhas-em-veiculos-reduziu-em-33-o-numero-de-criancas-vitimas-do-transito>. Acesso em: 11 out 2025.

SOUTO, R. M. C. V. *et al.* Uso de capacete e gravidade de lesões em motociclistas vítimas de acidentes de trânsito nas capitais brasileiras: uma análise do Viva Inquérito 2017. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 23, p. e200011.s.1, 3 jul. 2020. DOI: 10.1590/1980-549720200011.supl.1.

WEIL, Z. M. *et al.* Alcohol Use Disorder and Traumatic Brain Injury. *Alcohol Research*, v. 39, n. 2, p. 171–180, 2018.

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 18

DA EMERGÊNCIA À REINTEGRAÇÃO: PROTOCOLO DE LINHA DE CUIDADO INTEGRAL PARA O TRAUMA CRANIOENCEFÁLICO

THALES ANDRADE CALUMBY¹
ARTUR RIBEIRO DE BARCELLOS¹
GUILHERME MARUYAMA DIAS¹
GABRIEL BARBIERO CASTIGLIONE¹
LUCAS DO AMARAL GRESSLER¹
LUIZ OTÁVIO WEGHER FLOSS¹
PEDRO ZIEGLER DALENOGARE¹
TIAGO MANN WASTOWSKI¹

¹Discente - Medicina da Universidade Franciscana.

Palavras-chave: Neurointensivismo; Neuroplasticidade; Medicina Translacional.

DOI

10.59290/1319000522

P EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

O trauma cranioencefálico (TCE) constitui um dos desafios mais complexos e onerosos da saúde pública contemporânea, representando uma verdadeira "epidemia silenciosa". A sua complexidade reside não apenas na alta prevalência global, mas no potencial devastador de suas sequelas neuropsicológicas, motoras e comportamentais a longo prazo, que frequentemente incapacitam indivíduos em idade produtiva. Diferentemente de lesões ortopédicas ou viscerais, que tendem a seguir roteiros de recuperação biológica lineares e previsíveis, o dano cerebral impõe uma trajetória multifacetada, marcada por uma cascata bioquímica de lesão secundária, envolvendo excitotoxicidade, estresse oxidativo e inflamação, que pode perdurar por dias ou semanas após o impacto inicial. Estudos seminais sobre a encefalopatia traumática crônica (ETC), como os desenvolvidos por (OMALU *et al.*, 2005), alteraram paradigmas ao demonstrar que impactos encefálicos repetitivos ou mal manejados não são eventos isolados, mas gatilhos que podem desencadear processos neurodegenerativos irreversíveis e acumulação de proteínas patológicas (como a proteína Tau), evidenciando a necessidade crítica de um manejo agudo e pós-agudo rigoroso para mitigar danos secundários e prevenir a demência pugilística (SHIVELY *et al.*, 2012; SMALL *et al.*, 2013).

Diante dessa vulnerabilidade cerebral extrema, o cenário esportivo de alta performance, especificamente o futebol americano nos Estados Unidos, desenvolveu uma resposta institucional robusta. A complexidade da lesão foi contra-atacada com o desenvolvimento de protocolos de gestão de concussão e trauma extremamente sistematizados e hierarquizados. Diretrizes internacionais, como as estabelecidas nas conferências de consenso do *Concussion in*

Sport Group (CISG), preconizam uma abordagem em etapas estritas e invioláveis, mundialmente conhecidas como protocolos de "*Return-to-Play*" (Retorno ao Jogo). Segundo (MC-CRORY *et al.*, 2017), tal sistematização não permite improvisos: ela envolve desde a identificação imediata de sinais de alerta sutis à beira do campo (uso de *Checklists* padronizados) até a reintrodução gradual e supervisionada do atleta ao esforço físico e cognitivo. Cada etapa desse retorno é monitorada por métricas objetivas e testes neurocognitivos basais comparativos reforçam que essa vigilância contínua, que impede o retorno prematuro à atividade, é determinante para prevenir a catastrófica síndrome do segundo impacto e para otimizar a recuperação funcional completa, garantindo que o cérebro tenha restabelecido sua homeostase energética antes de ser submetido a novo estresse (GUSKIEWICZ *et al.*, 2007).

Entretanto, ao voltarmos o olhar para os sistemas públicos de saúde e o atendimento ao trauma civil, observa-se um abismo metodológico preocupante ao tentar transpor essa realidade de excelência apontam que, mesmo no contexto esportivo brasileiro, já existe uma lacuna significativa entre os protocolos ideais e a prática clínica ("*gap between protocol and practice*") (SALVARANI *et al.*, 2020). No ambiente hospitalar tradicional, voltado para o atendimento de massa do TCE moderado e grave, essa fragmentação do cuidado é ainda mais evidente e deletéria. O modelo vigente opera frequentemente em "silos" de especialidades: o emergencista foca na estabilização hemodinâmica, o neurocirurgião na descompressão, e o intensivista no suporte de vida. Ocorre, então, uma desconexão crítica no momento da alta hospitalar: o paciente frequentemente recebe alta após a estabilização neurocirúrgica sem um plano de "navegação" claro para a reabilitação, sendo devolvido à família sem orientações pre-

cisas sobre o retorno às atividades cognitivas e laborais.

Nesse vácuo assistencial, o paciente perde a "janela de ouro" da neuroplasticidade. A ausência de um fluxo contínuo e interconectado, análogo ao rigoroso protocolo que guia o atleta do vestiário, passando pela fisioterapia, até o retorno ao campo, resulta em desfechos funcionais muito aquém do potencial biológico de recuperação do indivíduo (RANDOLPH & KIRKWOOD, 2009). O paciente sobrevive ao trauma, mas muitas vezes não recupera sua vida, permanecendo com déficits cognitivos e comportamentais não diagnosticados e não tratados que poderiam ter sido mitigados com intervenção precoce.

Este trabalho parte da premissa ética e técnica de que o sobrevivente de um TCE grave, vítima de acidentes de trânsito ou quedas, merece o mesmo nível de sistematização, investimento intelectual e vigilância clínica dedicado a um atleta de elite. A adaptação dos conceitos de *Checklists* de segurança, monitoramento contínuo, comunicação interdisciplinar e progressão por metas funcionais, típicos da medicina esportiva de ponta, para a linha de cuidado hospitalar, apresenta-se não apenas como uma possibilidade, mas como uma inovação necessária e urgente para preencher os vazios assistenciais existentes (PRIEN *et al.*, 2018).

Portanto, o objetivo deste estudo foi propor uma linha de cuidado integral para o TCE moderado e grave, desenvolvida através da adaptação translacional de diretrizes esportivas consagradas e diretrizes neurointensivas. Buscou-se estruturar um protocolo unificado que guie a equipe multidisciplinar em uma jornada coesa, desde a admissão na "Golden Hour" da emergência até a completa reintegração comunitária, substituindo o conceito de "alta hospitalar" pelo conceito ampliado de "Return-to-Life" (Retorno à Vida).

MÉTODO

Trata-se de um estudo de desenvolvimento metodológico e adaptação translacional de diretrizes clínicas ("*Translational Guideline Adaptation*"), visando a elaboração de uma linha de cuidado integral hospitalar. O delineamento do estudo seguiu uma abordagem qualitativa e propositiva, estruturada em três etapas consecutivas: revisão integrativa da literatura, modelagem de equivalência translacional e estruturação do protocolo assistencial. Esta metodologia permitiu transpor a lógica de alta performance esportiva para a realidade complexa do Sistema Único de Saúde (SUS), sem perder o rigor técnico necessário ao manejo neurocrítico.

Na primeira etapa, realizou-se uma revisão integrativa nas bases de dados PubMed, SciELO e LILACS, utilizando os descritores "*Traumatic Brain Injury*", "*Concussion*", "*Clinical Protocols*", "*Return to Sport*" e "*Rehabilitation*", combinados através dos operadores booleanos *AND* e *OR*. A busca limitou-se a artigos publicados nos últimos 20 anos, priorizando diretrizes de consenso internacional com nível de evidência elevado. Como referencial teórico primário ("*Gold Standard*"), adotaram-se as diretrizes do *Concussion in Sport Group* (CISG), especificamente as declarações de consenso de Berlim e Amsterdã (MC-CRORY *et al.*, 2017), e as diretrizes de manejo do TCE grave da *Brain Trauma Foundation* (4ª Edição), buscando identificar as lacunas assistenciais onde a rigidez dos protocolos esportivos poderia qualificar o atendimento hospitalar.

A segunda etapa consistiu na adaptação translacional propriamente dita, o núcleo inovador deste estudo. Utilizando a metodologia de transposição de conceitos e isomorfismo funcional, a lógica de estagiamento do esporte ("*Return-to-Play*") foi adaptada para o contexto de saúde pública ("*Return-to-Life*"). Identifica-

ram-se equivalências clínicas precisas: o monitoramento imediato à beira do campo (ex: ferramenta SCAT6) foi equiparado à fase de admissão na sala de trauma ("*Golden Hour*"); o repouso relativo e a gestão rigorosa de sintomas corresponderam à fase de neuroproteção na UTI e Enfermaria; e o protocolo de retorno gradual ao jogo (fases 1 a 6) foi reconfigurado como um protocolo de reintegração comunitária, onde o "jogo" é substituído pelo retorno às atividades laborais e sociais.

Por fim, na terceira etapa, o protocolo foi sistematizado e modelado em três macrofases distintas e interdependentes. Para cada fase, foram desenhados fluxogramas de decisão clínica, definindo critérios objetivos de entrada e saída, metas terapêuticas escalonadas e *Check-lists* de segurança (*Red Flags*) para prevenir altas precoces. A validação teórica do fluxo proposto baseou-se nos pilares de prevenção de lesões secundárias e otimização da neuroplasticidade, seguindo os princípios de segurança descritos por e a necessidade de continuidade do cuidado apontada por (GUSKIEWICZ *et al.*, 2007; SALVARAN *et al.*, 2020). Este processo resultou na criação de uma ferramenta de navegação clínica unificada que conecta a emergência à reabilitação, visando eliminar a fragmentação do cuidado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Linha de Cuidado Integral proposta neste estudo materializa-se em um fluxograma contínuo e coeso, desenhado especificamente para dismantelar os "silos" de atendimento que tradicionalmente fragmentam a experiência do paciente neurocrítico. Enquanto o modelo vigente opera por especialidades estanques, onde o neurocirurgião resolve a lesão anatômica e o intensivista maneja a estabilidade sistêmica, a adaptação das diretrizes esportivas permitiu reestruturar a jornada do paciente em três macrofases

interdependentes (MANLEY *et al.*, 2017; SALVARANI *et al.*, 2020). Este esforço de organização é vital dado o crescimento de modalidades de contato no país e a necessidade de profissionalização do atendimento ao trauma (PRIEN *et al.*, 2018). A grande inovação deste modelo reside na sua fluidez: a progressão de uma fase para a outra depende estritamente do cumprimento de critérios clínicos e funcionais pré-estabelecidos (milestones), mimetizando a rigorosa lógica de "prontidão" utilizada na medicina esportiva (MCCRORY *et al.*, 2017; CANCELIERE *et al.*, 2014; JONES *et al.*, 2019).

Abaixo, detalham-se as três fases do protocolo adaptado, com ênfase na operacionalização técnica e no manejo clínico detalhado.

Fase 1: Identificação e Manejo Agudo ("Beira de Campo" Hospitalar)

No esporte de alto rendimento, a avaliação à beira do campo (*sideline assessment*) é o momento crítico que decide o destino imediato e futuro do atleta. A decisão de "retirar do jogo" baseia-se na premissa de que um cérebro concussivo é vulnerável e não pode sofrer estresse adicional. No contexto hospitalar de urgência, esta fase corresponde à "*Golden Hour Neuroprotetora*", onde a "beira do campo" é a sala de admissão ou o atendimento pré-hospitalar. A adaptação do protocolo focou na prevenção agressiva e imediata da lesão secundária, especificamente a tríade letal de hipotensão, hipóxia e hipertermia, que são os equivalentes fisiológicos de permitir que um jogador "continue jogando" e sofra novos impactos metabólicos após uma concussão inicial (NFL, 2022; TOWNSEND & COLQUHOUN, 2017).

Esta analogia não é meramente ilustrativa, mas fisiopatológica. Um cérebro traumatizado perde sua capacidade de autorregulação vascular, tornando o fluxo sanguíneo cerebral (FSC) passivamente dependente da pressão arterial

sistêmica. Portanto, qualquer episódio de hipotensão (PAS <90 mmHg) atua como um "segundo impacto", reduzindo a perfusão cerebral em zonas de penumbra isquêmica e convertendo tecido recuperável em necrose definitiva. Estudos epidemiológicos e clínicos demonstram inequivocamente que a falha no reconhecimento imediato e a exposição a esses insultos sistêmicos secundários correlacionam-se diretamente com o aumento da mortalidade e piores desfechos neurológicos funcionais a longo prazo (MEZ *et al.*, 2017; SHIVELY *et al.*, 2012).

Para operacionalizar esse conceito de proteção imediata, foi desenvolvido um *Checklist* de Segurança Neurointensiva para a equipe de emergência, servindo como uma ferramenta de "Stop Play" clínico. Este instrumento foi diretamente inspirado nos sinais de alerta (*Red Flags*) do protocolo SCAT6 e estruturado com base em escalas neurológicas validadas como a NIHSS, adaptadas para o cenário de trauma (ECHEMENDIA *et al.*, 2023; NIH, 2003; NFL, 2022). Enquanto no campo esportivo busca-se sinais comportamentais como amnésia ou desorientação, na sala de emergência o *Checklist* exige a verificação ativa de estabilidade fisiológica.

O objetivo primordial é garantir que o transporte intra-hospitalar, muitas vezes necessário para a realização da Tomografia Computadorizada (TC), não se torne um evento de agressão cerebral não monitorada ("*Second Hit*"). A literatura sugere que o transporte de pacientes instáveis é um momento crítico onde ocorrem episódios de dessaturação e hipotensão não detectados, que agravam a quebra da barreira hematoencefálica induzida pelo trauma inicial (MARCHI *et al.*, 2013; MCCRORY *et al.*, 2017). Além disso, a vigilância deve ser estendida obrigatoriamente a lesões associadas, em especial as lesões raquimedulares cervicais, que compartilham mecanismos biomecânicos de alta energia com o TCE grave e cujo manejo

inadequado na fase aguda pode resultar em déficits motores catastróficos e irreversíveis (GONZÁLEZ *et al.*, 2019).

O Checklist de Segurança Neurointensiva ("Stop Play")

Inspirado no instrumento SCAT6 e no *Checklist* de campo apresentado no anexo deste estudo, desenvolveu-se uma ferramenta de triagem para a equipe de emergência. Este *Checklist* não é apenas documental, mas uma barreira de segurança: se qualquer item crítico (*Red Flag*) não estiver controlado, o paciente não deve ser transportado para a tomografia sem estabilização imediata (exceto em risco de morte iminente por lesão cirúrgica de massa), para evitar o "segundo impacto" por instabilidade (NFL, 2022; TOWNSEND & COLQUHOUN, 2017).

O Checklist Divide-se em Dois Domínios de Avaliação Mandatória

A. Domínio de sinais de alerta (*Red Flags* - critérios de intervenção imediata): A presença de qualquer um destes sinais exige acionamento imediato da equipe de neurocirurgia e estabilização de via aérea definitiva.

1. Deterioração do nível de consciência: Queda de 2 pontos na Escala de Coma de Glasgow em 1 hora.
2. Sinais de lateralização: Assimetria pupilar (anisocoria >1mm) ou déficit motor focal novo (hemiparesia).
3. Instabilidade autonômica: "Tempestade simpática" (hipertensão grave associada a bradicardia - tríade de *cushing*).
4. Convulsões: Atividade tônico-clônica presenciada ou estado pós-ictal prolongado.
5. Vômitos em jato: Indicativo de hipertensão intracraniana aguda.
6. Dor cervical intensa ou parestesias: Suspeita de trauma raquimedular associado (GONZÁLEZ *et al.*, 2019).

B. Domínio de metas fisiológicas ("Golden Hour"): Parâmetros que devem ser atingidos para garantir a perfusão cerebral.

- Pressão arterial: PAS 110 mmHg (evitar hipotensão a todo custo).
- Oxigenação: SatO2 90% e PaO2 60 mmHg.
- Glicemia: 80 - 180 mg/dL (evitar hipo e hiperglicemia).
- Temperatura: 36°C - 37°C (normotermia estrita).

Manejo Inicial Detalhado

O manejo nesta fase segue o mnemônico adaptado do esporte "*Recognize, Remove, Refer*" (Reconhecer, Remover, Referenciar):

1. Reconhecer a instabilidade: Aplicação do *Checklist* na admissão.
2. Remover do risco (neuroproteção): Elevação da cabeceira a 30° (se coluna liberada ou em

bloco rígido) para facilitar retorno venoso; sedação analgésica precoce se houver agitação (evitar aumento da PIC por manobra de Valsalva); intubação orotraqueal se Glasgow ≤ 8 .

3. Referenciar à imagem: Transporte monitorizado para TC de Crânio somente após estabilização hemodinâmica (PAS >110 mmHg).

A literatura suporta que a falha neste reconhecimento inicial é o principal determinante de sequelas cognitivas a longo prazo (MEZ *et al.*, 2017; SHIVELY *et al.*, 2012; MARCHI *et al.*, 2013).

Na tabela a seguir (**Tabela 18.1**), são apresentadas as metas da "golden hour" neuroprotetora, relacionando os parâmetros do protocolo de campo com suas respectivas justificativas translacionais e fisiopatológicas.

Tabela 18.1 Metas da "golden hour" neuroprotetora (Adaptação do manejo de campo)

Parâmetro	Meta do Protocolo ("stop play")	Justificativa translacional e fisiopatológica
Pressão Arterial	PAS ≥ 110 mmHg	Manutenção da perfusão: Em um cérebro edemaciado, a hipotensão é equivalente a retirar o capacete em jogo: expõe o cérebro à isquemia imediata (MANLEY <i>et al.</i> , 2017).
Oxigenação	SatO2 $\geq 90\%$ PaO2 ≥ 60 mmHg	Combate à penumbra Isquêmica: Garantir oferta de oxigênio ao tecido cerebral em risco, prevenindo necrose (SALVARANI <i>et al.</i> , 2020).
Cabeceira	Elevada 30° (se coluna livre)	Drenagem venosa: Reduzir a pressão intracraniana (PIC) por mecanismos hidrostáticos (CARNEIRO <i>et al.</i> , 2024).
Glicemia	80 – 180 mg/dL	Homeostase metabólica: Evitar neurotoxicidade (MARCHI <i>et al.</i> , 2013).
Temperatura	36°C – 37°C (Normotermia)	Proteção enzimática: Controle térmico atua como um "timeout" metabólico (BORTOLUZZI <i>et al.</i> , 2015).

Fonte: Elaborado pelos autores, adaptado MANLEY *et al.*, 2017.

A implementação rigorosa deste *Checklist* visa não apenas reduzir o tempo porta-tomografia, mas qualificar esse intervalo. O paciente deve chegar à imagem já neuroprotegido, transformando o transporte em uma etapa terapêutica, e não apenas diagnóstica (CARNEIRO *et al.*, 2024; ECHEMENDIA *et al.*, 2023).

Fase 2: Hospitalar Estruturada (O "Treino Regenerativo" na UTI)

Nesta fase, o paciente encontra-se em ambiente de terapia intensiva. A gestão clínica é pau-

tada por dois pilares simultâneos: o controle escalonado da Hipertensão Intracraniana (HIC) e a Reabilitação Motora Precoce.

Escalonamento Terapêutico da HIC (Tiers)

Para evitar a iatrogenia do tratamento excessivo, o manejo da PIC segue um sistema de níveis (*Tiers*), onde só se avança para terapias mais agressivas se o nível anterior falhar.

Tier 1 (Manejo basal - "defesa padrão"):

- Ação: Sedação leve/analgesia, cabeceira 30°, drenagem de líquido (se cateter ventricular externo disponível), controle térmico.
- Indicação: Profilaxia e aumentos transientes da PIC.

Tier 2 (Manejo Intermediário - "defesa agressiva"):

- Ação: Terapia hiperosmolar (Salina Hipertônica 3% ou Manitol 20% em bolus), bloqueio neuromuscular contínuo. Hiperventilação leve e temporária (PCO₂ 30-35 mmHg) apenas como ponte.
- Indicação: PIC sustentada >22 mmHg refratária ao Tier 1.

Tier 3 (Manejo de resgate - "Hail Mary"):

- Ação: Coma barbitúrico (supressão metabólica), Craniectomia Descompressiva, Hipotermia Terapêutica controlada.
- Indicação: HIC refratária com risco iminente de herniação cerebral (MANLEY *et al.*, 2017; CARNEIRO *et al.*, 2024).

Reabilitação Motora Precoce ("Active Recovery")

Diferente do manejo tradicional que aguarda a alta da UTI, este protocolo inicia a fisioterapia motora assim que a PIC estiver estável no Tier 1 ou 2.

- Mobilização passiva: Prevenção de contraturas e trombose venosa profunda.
- Cicloergometria no leito: Para pacientes com despertar, estimulando a neuroplasticidade motora precoce (LAU *et al.*, 2011; CANCELLIERE *et al.*, 2014).

A discussão deste tópico evidencia que a falha comum no atendimento público é a aplicação caótica destas medidas ("*shotgun approach*"). O protocolo organiza a conduta, permitindo que a equipe de fisioterapia atue com segurança nos intervalos de estabilidade do Tier 1, mantendo a integridade musculoesquelética

necessária para a fase de reintegração (PRIEN *et al.*, 2018; SALVARANI *et al.*, 2020).

Fase 3: Reintegração Comunitária ("Return-to-life")

Baseado nos 6 estágios de "*Return-to-Play*" do CISG, o protocolo de alta foi desenhado para guiar a retomada funcional. A progressão entre os níveis exige que o paciente permaneça assintomático por 24 horas no nível atual. Se os sintomas retornarem, o paciente deve retroceder ao nível anterior ("*Drop Back*").

Detalhamento dos Níveis de Progressão

Nível 1: Repouso relativo (alta hospitalar)

- Atividade: Atividades básicas de autocuidado. Limitação estrita de tempo de tela (celular/TV) e leitura prolongada. Ambiente silencioso e com pouca luz.
- Critério de Avanço: 24h sem necessidade de analgésicos extras e sem piora da cefaleia basal (MCCRORY *et al.*, 2017).

Nível 2: Atividade leve (domiciliar)

- Atividade: Caminhadas leves (<15 min), tarefas domésticas simples (lavar louça, dobrar roupa), interação social breve com familiares.
- Restrição: Não dirigir, não ingerir álcool, não tomar decisões financeiras complexas.

Nível 3: Atividade moderada (retorno parcial)

- Atividade: Retorno ao trabalho/escola em meio período ou *home office* adaptado. Tarefas cognitivas de média complexidade (leitura de 30 min).
- Restrição: Evitar ambientes ruidosos ou multitarefa intensa (CANCELLIERE *et al.*, 2014).

Nível 4: Retorno pleno adaptado

- Atividade: Jornada completa de trabalho/estudo. Retorno à direção veicular (após avaliação médica específica de reflexo e atenção).
- Monitoramento: Atenção à fadiga cognitiva no final do dia.

Nível 5: Reintegração total

- Atividade: Retorno irrestrito a todas as funções sociais, laborais e de lazer, incluindo esportes recreativos (ECHEMENDIA *et al.*, 2023).

Conforme demonstrado abaixo (**Tabela 18.2**), os estágios de recuperação, desde o repouso relativo até a reintegração total, são realizados por critérios clínicos e metas funcionais específicas para garantir um retorno seguro às atividades.

Tabela 18.2 Protocolo "return-to-life": Do hospital à comunidade

Estágio	Equivalente Esportivo	Meta no "return-to-life"	Critério de avanço
Repouso relativo	Atividades livre de sintomas	Alta hospitalar / domicílio: repouso cognitivo/físico (MCCRORY <i>et al.</i> , 2017).	24h sem piora de sintomas.
Atividade leve	Exercício aeróbico leve	Atividade doméstica: tarefas simples (LAU <i>et al.</i> , 2011).	Sem fadiga extrema
Atividade moderada	Treino específico sem contato	Retorno parcial: trabalho meio período (CANCELIERE <i>et al.</i> , 2014).	Tolerância e estímulos.
Retorno pleno	Treino completo com contato	Retorno laboral: Jornada completa (LAU <i>et al.</i> , 2011).	Sem sintomas em jornada total.
Reintegração total	Jogo competitivo	Vida normal: Funções prévias (ECHEMENDIA <i>et al.</i> , 2023).	Recuperação máxima.

Ferramentas para Alta

Reconhecendo que a adesão ao protocolo depende da compreensão da família, foi desenvolvido como produto deste estudo o "Cartão de Alta Segura". Inspirado nos *pocket cards* da NFL e do SCAT6, este documento contém a identificação visual do nível atual do paciente e sinais de alerta para retorno imediato (NFL, 2022; ECHEMENDIA *et al.*, 2023). A educação do paciente e da família é citada como fator determinante para evitar a Síndrome do Segundo Impacto e complicações tardias (MAROON *et al.*, 2015; OMALU *et al.*, 2006).

A discussão sobre a implementação deste protocolo sugere que a sistematização não exige novos recursos tecnológicos caros, mas sim uma mudança profunda de cultura organizacional. Ao transformar a meta de "sobrevivência" em "reintegração", o protocolo alinha a prática do SUS aos mais altos padrões éticos e técnicos da medicina esportiva mundial (SALVARANI; MEDEIROS; SOTOCORNO, 2020; PRIEN *et*

al., 2018). A ferramenta de navegação clínica proposta atua como o "Treinador" que faltava à beira do leito, coordenando a equipe para que o paciente vença o jogo da reabilitação (MANLEY *et al.*, 2017; CANCELIERE *et al.*, 2014).

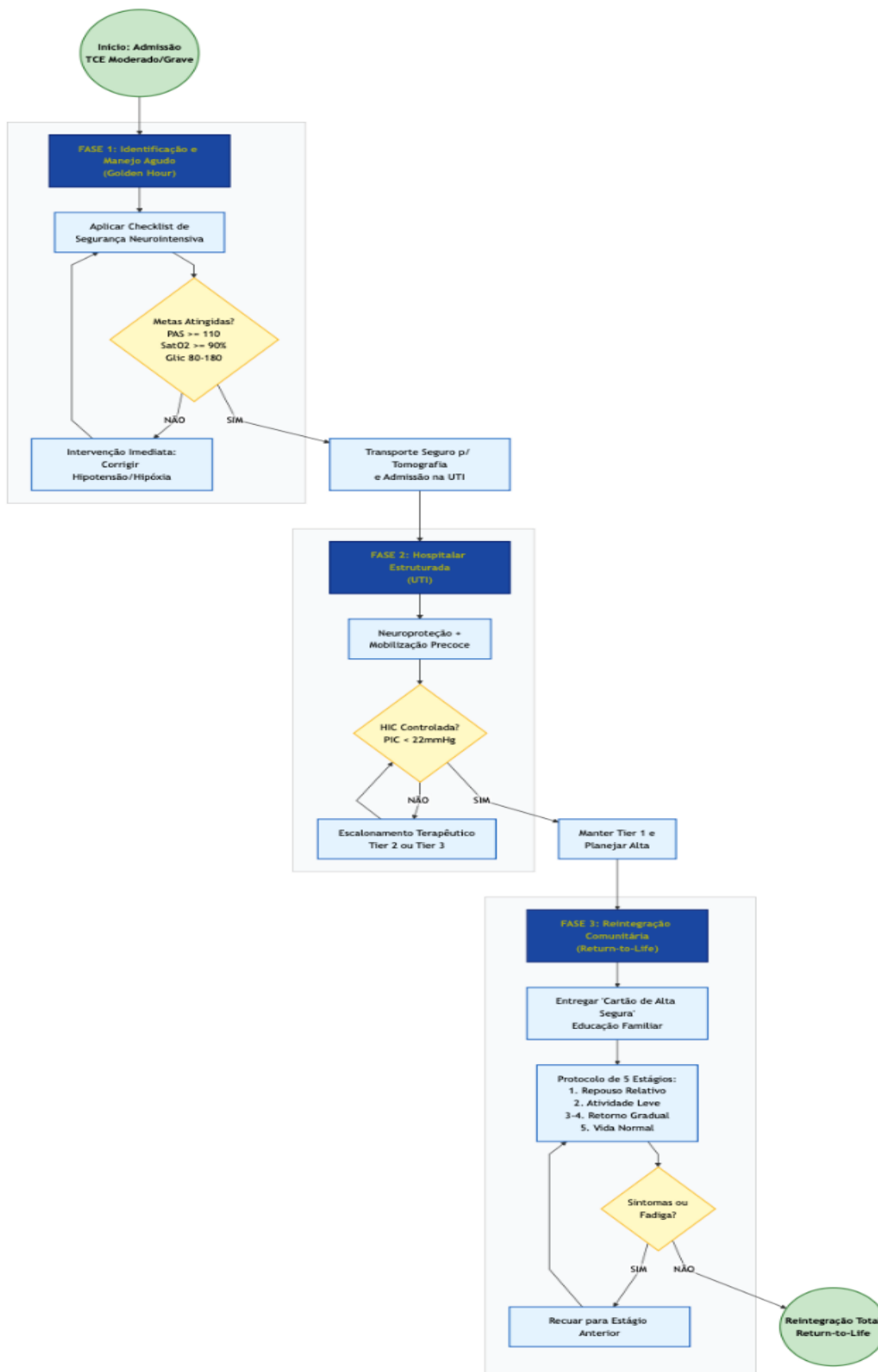
Para garantir a adesão, o paciente recebe um cartão físico contendo os **sinais de alerta de retorno** (*Red Flags* Tardias):

- Piora progressiva da dor de cabeça;
- Vômitos repetidos;
- Alteração de comportamento (irritabilidade extrema, confusão);
- Convulsões;
- Dificuldade para acordar ou falar.

A educação do cuidador sobre estes sinais é a barreira final de segurança do protocolo (MAROON *et al.*, 2015; OMALU *et al.*, 2006).

O fluxograma a seguir (**Fluxograma 18.1**) ilustra a linha de cuidado integral do protocolo "Return-to-Life", conectando a admissão na emergência à reintegração social.

Fluxograma 18.1 Fluxograma. Protocolo "Return-to-Life" para Manejo do TCE Moderado e Grave. Fluxograma da linha de cuidado integral adaptada das diretrizes esportivas ("Return-to-Play"). O processo conecta a admissão na emergência (*Golden Hour*), o tratamento neurointensivo e a reintegração social escalonada



CONCLUSÃO

A presente proposta de adaptação translacional demonstrou que a sistematização rígida utilizada no esporte de alto rendimento é não apenas aplicável, mas eticamente necessária ao cenário hospitalar do trauma civil. Este estudo indica que a atual fragmentação entre o atendimento de emergência, o tratamento neurointensivo e a reabilitação resulta na perda de janelas terapêuticas cruciais para a neuroplasticidade, criando um abismo assistencial no momento da alta. A desconexão entre o "salvar a vida" e o "restaurar a função" perpetua um ciclo de incapacidade que onera o sistema de saúde e devasta a biografia do paciente.

A estruturação da Linha de Cuidado Integral, mimetizando a lógica de "*Return-to-Play*" para um "*Return-to-Life*", oferece uma resposta coesa a este problema, transformando o paciente de um sobrevivente passivo em um agente ativo de sua recuperação. Por conseguinte, a gestão do Trauma Cranioencefálico no sistema público deve transcender a meta básica de sobrevivência biológica, adotando a reintegração funcional e social como desfecho primário de

sucesso. A mudança de paradigma proposta, onde a alta hospitalar não é o fim, mas uma etapa de transição monitorada, alinha a prática assistencial aos modernos conceitos de valor em saúde, onde o resultado que importa é a qualidade de vida recuperada.

A inclusão de ferramentas de navegação clínica, como o *Checklist* de segurança na admissão e o cartão de orientação de alta, mostrou-se um aliado importante para o empoderamento da equipe multidisciplinar e dos familiares, atuando como barreiras de segurança contra erros de omissão. Contudo, a aplicação prática deste modelo exige uma mudança cultural profunda nas instituições, que devem passar a enxergar a reabilitação não como um apêndice, mas como um pilar central do tratamento desde a admissão. Novos estudos longitudinais e prospectivos, com implementação piloto em centros de trauma, devem ser realizados para quantificar o impacto deste protocolo na redução de sequelas neurológicas permanentes e na diminuição dos custos previdenciários a longo prazo, validando a tese de que o rigor da alta performance deve ser um direito de todo paciente neurocrítico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORTOLUZZI, M.; GUIMARÃES, A. S.; GOMES, R. R. Concussões Cerebrais no Futebol Americano: Uma Revisão de Literatura. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 21, p. 468-472, 2015.
- CANCELLIERE, C. *et al.* Systematic review of return to play after sport concussion. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, v. 95, p. S210-S229, 2014. DOI: 10.1016/j.apmr.2013.06.035.
- CARNEIRO, Heitor Braga; *et al.* Concussão Cerebral Relacionada ao Esporte: Revisão Narrativa da Literatura. *Revista Neurociências*, v. 32, p. 1–20, 2024. DOI: 10.34024/rnc.2024.v32.16482.
- ECHEMENDIA, R. J. *et al.* Sport Concussion Assessment Tool 6 (SCAT6). *British Journal of Sports Medicine*, v. 57, p. 622-630, 2023. DOI: 10.1136/bjsports-2023-107036.
- GONZÁLEZ, O. L.; SORARRAIN, G. A.; RODRÍGUEZ, D. A. Lesiones Medulares Catastróficas en el Rugby Argentino. *Revista Argentina de Artroscopia*, v. 86, p. 335-342, 2019. DOI 10.15417/issn.1852-7434.2021.86.3.1154.
- JONES, C. M. *et al.* Concussion in soccer: a comprehensive review of the literature. *Current Sports Medicine Reports*, v. 18, p. 394-400, 2019. DOI: 10.2217/cnc-2020-0004.
- LAU, B. C. *et al.* A systematic Review of the Effect of Sport-Related Concussion on Baseline Cognitive Function. *British Journal of Sports Medicine*, v. 45, p. 460-470, 2011.
- MANLEY, G. T. *et al.* The transforming research and clinical knowledge in traumatic brain injury (TRACK-TBI). *Neurosurgery*, v. 80, p. 563-576, 2017.
- MARCHI, N. *et al.* Consequences of repeated blood-brain barrier disruption in football players. *PLoS One*, v. 8, p. e56805, 2013. DOI: 10.1371/journal.pone.0056805.
- MARCHI, N. *et al.* Peripheral Markers of Blood-brain Barrier Damage as a Consequence of Repeated Head Trauma. *Journal of Neurotrauma*, v. 30, p. 1609-1616, 2013. DOI: 10.1016/j.jccn.2003.12.008.
- MAROON, J. C. *et al.* Chronic traumatic encephalopathy in contact sports. *PLoS One*, v. 10, p. e0117338, 2015. DOI: 10.1371/journal.pone.0117338.
- MCCRORY, P. *et al.* Consensus Statement on Concussion in Sport - 5th International Conference. *British Journal of Sports Medicine*, v. 51, p. 838-847, 2017. DOI: 10.1136/bjsports-2017-097699.
- MCKEE, A. C. *et al.* The first NINDS/NIBIB consensus meeting on CTE. *Acta Neuropathologica*, v. 123, p. 755-766, 2012. Doi:10.1007/s00401-015-1515-z.
- MCKEE, A. C. *et al.* The spectrum of disease in chronic traumatic encephalopathy. *Brain*, v. 136, p. 43-64, 2013. Doi:10.1093/brain/awt307.
- MEZ, J. *et al.* Rationale and methods for the UNITE study. *Alzheimer's Research & Therapy*, v. 7, p. 62, 2015. DOI: 10.1186/s13195-015-0148-8.
- MEZ, J. *et al.* Clinicopathological Evaluation of Chronic Traumatic Encephalopathy. *The New England Journal of Medicine*, v. 375, p. 1605-1616, 2017. DOI 10.1001/jama.2017.8334.
- NFL (NATIONAL FOOTBALL LEAGUE). Return-to-Participation Protocol. NFL Head, Neck and Spine Committee, 2020. Disponível em: <https://www.nfl.com/playerhealthandsafety/resources/fact-sheets/nfl-head-neck-and-spine-committee-s-concussion-diagnosis-and-management-protocol>. Acesso em: 29 maio 2024.
- NIH (NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH). NIH Stroke Scale (NIHSS). National Institute of Neurological Disorders and Stroke, 2003. Disponível em: https://www.stroke.nih.gov/documents/NIH_Stroke_Scale.pdf. Acesso em: 29 maio 2024.
- NUNES, A. C. R. C. F. Avaliação neuropsicológica do impacto de concussões no futebol. 2020. Dissertação (Mestrado em Neuropsicologia) - Universidade Católica Portuguesa, Lisboa, 2020.
- OMALU, B. I. *et al.* Chronic traumatic encephalopathy in a football player. *Neurosurgery*, v. 57, p. 128-134, 2005. DOI: 10.1227/01.NEU.0000163407.92769.ED.

OMALU, B. I. *et al.* CTE in an NFL player: part II. Neurosurgery, v. 59, p. 1086-1092, 2006. DOI: 10.1227/01.NEU.0000245601.69451.27.

OMALU, B. I. *et al.* Emerging histomorphologic phenotypes of CTE. Neurosurgery, v. 69, p. 173-183, 2011. DOI: 10.1227/NEU.0b013e318212403d.

PRIEN, T. *et al.* Injuries in German Amateur and Professional Football. Journal of Sports Sciences, v. 36, p. 2611-2618, 2018. DOI:10.5960/dzsm.2025.645.

RANDOLPH, C.; KIRKWOOD, M. W. What happens to retired NFL players? The Clinical Neuropsychologist, v. 23, p. 1281-1305, 2009.

SALVARANI, C. P.; MEDEIROS, L. R.; SOTOCORNO, L. H. Concussion in 2017 Brazilian Championship: Gap Between Protocol and Practice. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v. 26, p. 292-296, 2020. DOI: 10.2217/cnc-2020-0015.

SHIVELY, S. B. *et al.* CTE in American football players: an overview. Neuropathology and Applied Neurobiology, v. 38, p. 304-317, 2012.

SMALL, G. W. *et al.* PET Scanning of Brain Tau in Retired NFL Players. The American Journal of Geriatric Psychiatry, v. 21, p. 138-144, 2013. DOI: 10.1016/j.jagp.2012.11.019.

TOWNSEND, N.; COLQUHOUN, D. Traumatic brain injury among football players. The Lancet Neurology, v. 16, p. 452-458, 2017.

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 19

ACURÁCIA E APLICABILIDADE DO PROTOCOLO E-FAST NA ABORDAGEM INICIAL DO POLITRAUMATIZADO

THIELLY ANDRADE CALUMBY¹
ARTUR RIBEIRO DE BARCELLOS¹
EDGAR FRANCHESCO FRAGA DE SOUZA¹
GABRIEL BARBIERO CASTIGLIONE SILVEIRA¹
LUCCA HENRIQUE MOURA DA SILVA¹
LUIZ OTÁVIO WEGHER FLOSS¹
TIAGO MANN WASTOWSKI¹
THALES ANDRADE CALUMBY¹

¹Discente - Medicina da Universidade Franciscana.

Palavras-chave: Politraumatismo; Ultrassonografia; Emergência.

DOI

10.59290/2211009136

EP EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

No cenário caótico da sala de emergência, o paciente politraumatizado apresenta-se frequentemente como uma "caixa preta" fisiológica. Enquanto fraturas de extremidades são evidentes, a hemorragia interna, abdominal ou torácica, atua como um "assassino silencioso", sendo a principal causa de morte evitável nas primeiras horas pós-trauma (AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2018). A complexidade destas lesões reside na sua invisibilidade clínica inicial; o choque hipovolêmico muitas vezes só se manifesta sistemicamente quando uma perda volêmica crítica (>30%) já ocorreu. Historicamente, a detecção dessas hemorragias dependia da instabilidade clínica manifesta, muitas vezes tardia, ou de procedimentos invasivos e arriscados, como o Lavado Peritoneal Diagnóstico (LPD) (JANSEN & LOGIE, 2005).

A introdução da ultrassonografia à beira do leito (*Point-of-Care Ultrasound* - POCUS) através do protocolo FAST (*Focused Assessment with Sonography for Trauma*) representou uma verdadeira mudança de paradigma. Diferente da ultrassonografia diagnóstica tradicional, que busca detalhamento anatômico de lesões orgânicas específicas, o FAST opera sob uma lógica binária e pragmática, similar aos *checklists* de segurança da aviação: "Há líquido livre onde não deveria haver?" (ROZYCKI *et al.*, 1993). A relevância do método reside na sua capacidade de responder a essa pergunta crítica em menos de 5 minutos, simultaneamente às manobras de ressuscitação do ABCDE do trauma, sem expor o paciente à radiação ionizante ou aos riscos do transporte intra-hospitalar para a tomografia em momentos de instabilidade hemodinâmica (KORTBEEK *et al.*, 2008).

Diante deste cenário, o objetivo deste estudo foi analisar a acurácia diagnóstica e a aplicabilidade clínica do protocolo e-FAST, propondo uma sistematização de conduta que integre os achados ultrassonográficos à decisão cirúrgica na abordagem inicial do paciente politraumatizado.

MÉTODO

Trata-se de um estudo de revisão e estruturação de protocolo clínico, focado na acurácia e aplicabilidade técnica. Para a elaboração deste capítulo, adotou-se uma abordagem metodológica mista, combinando revisão sistemática da literatura com análise de parâmetros clínicos práticos.

Inicialmente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica extensiva nas bases de dados PubMed, SciELO e LILACS, utilizando os descritores "*Ultrasonography*", "*Multiple Trauma*", "*FAST Protocol*" e "*Hemoperitoneum*", limitando-se a diretrizes de sociedades internacionais (como o *Advanced Trauma Life Support - ATLS 10ª Edição* e *American College of Emergency Physicians - ACEP*) e estudos clínicos randomizados publicados nos últimos 20 anos.

Complementarmente, a estruturação da aplicabilidade clínica seguiu o modelo de pesquisa envolvendo seres humanos, focada na análise retrospectiva e documental de dados do paciente. Esta etapa considerou variáveis extraídas de prontuários médicos, laudos de exames de imagem, registros de exame físico admissional, descrições cirúrgicas, relatórios de cuidados diretos em unidade de emergência e análise de peças anatômicas extraídas em casos de trauma abdominal fechado (MONTROYA *et al.*, 2020). Essa integração de dados permitiu correlacionar os achados ultrassonográficos "à beira

do leito" com os desfechos cirúrgicos reais, validando a sensibilidade do método frente à "verdade anatômica" observada no intraoperatório.

A síntese dos dados seguiu a lógica de "Fluxo de Decisão Rápida", dividindo a aplicação do exame em três domínios de competência: anatômico (identificação de janelas), interpretativo (distinção patológica) e estratégico (tomada de decisão).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados confirma que a grande eficácia do FAST reside na sua inserção orgânica na avaliação primária. Ele não atua apenas como exame complementar, mas como um filtro crucial de triagem que dita o ritmo do atendimento (BAHADUR *et al.*, 2017).

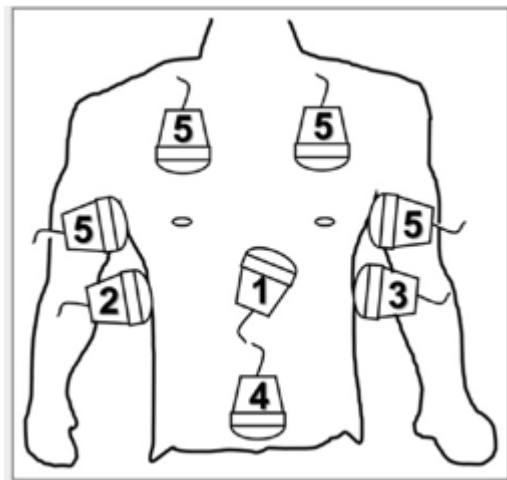
A discussão a seguir aprofunda os aspectos técnicos e as nuances clínicas de cada etapa.

Fase 1: As Janelas de investigação e a fisiopatologia do acúmulo de líquido.

O protocolo padrão investiga zonas de declive onde o sangue tende a se acumular gravitacionalmente. A técnica exige que o examinador compreenda a anatomia tridimensional para posicionar o transdutor adequadamente, reconhecendo que o peritônio não é um espaço virtual vazio, mas um compartimento dinâmico.

A figura a seguir (**Figura 19.1**), ilustra de maneira esquemática os locais avaliados no protocolo e-FAST, numerados na sequência recomendada de exame. A avaliação inicia-se pelo pericárdio (1), seguida pelo quadrante superior direito do abdome (2) e pelo quadrante superior esquerdo (3). Em seguida, examina-se a pelve (4) e, por fim, os espaços pleurais (5), utilizando janelas posterolaterais para investigação de hemotórax e anteriores para detecção de pneumotórax (SAVOIA *et al.*, 2023).

Figura 19.1 Posições recomendadas para o transdutor na avaliação realizada pelo protocolo e-FAST



Fonte: SAVOIA; JAYANTHI; CHAMMAS (2023)

A seguir (**Tabela 19.1**), cada uma dessas janelas é descrita individualmente, com destaque para seus objetivos, particularidades anatômicas e relevância diagnóstica no contexto do trauma.

Janela subxifoide (pericárdica): Vital no trauma torácico fechado ou penetrante precordial. O objetivo é identificar o tamponamento cardíaco — a presença de líquido entre o pericárdio fibroso e o miocárdio que restringe o enchimento diastólico. Identificar o colapso diastólico do ventrículo direito nesta janela é um sinal de parada cardíaca iminente, exigindo toracotomia ou pericardiocentese imediata (AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2018).

Apresenta a janela subxifoide do pericárdio, evidenciando uma pequena quantidade de líquido pericárdico fisiológico (indicado pelas setas brancas), compatível com um FAST negativo. A visualização pela abordagem intercostal anterior demonstra um volumoso acúmulo de líquido no saco pericárdico (marcado pelos asteriscos), interpretado como hemopericárdio no contexto de trauma. VR: ventrículo direito; VE: ventrículo esquerdo; FAST: avaliação focada com ultrassom no trauma (SAVOIA *et al.*, 2023).

Janela do hipocôndrio direito (espaço de morison): Esta é a região mais sensível e dependente da cavidade peritoneal superior. Estudos demonstram que o Recesso Hepatorrenal é o primeiro local de acúmulo de fluidos na posição supina, sendo capaz de detectar volumes tão pequenos quanto 250ml de sangue. A visualização de uma faixa anecóica (preta) separando a ecogenicidade do fígado e do córtex renal direito é o sinal patológico clássico (ROZYCKI *et al.*, 1993).

Do quadrante superior direito do abdome mostra, a ausência de líquido livre na região hepatorrenal, caracterizando um FAST negativo. Observa-se acúmulo de fluido peri-hepático e no espaço hepatorrenal, interpretado como hemoperitônio no contexto de trauma, portanto compatível com FAST positivo. RK: rim direito (SAVOIA *et al.*, 2023).

Janela do hipocôndrio esquerdo (espaço esplenorrenal): Frequentemente negligenciada devido à dificuldade técnica imposta pela sombra acústica das costelas e gases estomacais, esta janela é crucial. O trauma esplênico é comum em impactos laterais, e o sangue tende a se acumular inicialmente no espaço subfrênico esquerdo antes de descer pela goteira parietocólica (HOWELL *et al.*, 2018).

Do quadrante superior esquerdo, exemplifica discreto acúmulo de líquido na região peri-esplênica (indicado pelas setas brancas), interpretado como hemoperitônio em contexto de trauma. Observa-se ainda uma pequena quantidade de líquido no espaço pleural esquerdo, compatível com hemotórax (SAVOIA *et al.*, 2023).

Janela suprapúbica (pélvica): Busca líquido no fundo de saco de Douglas (retouterino ou retrovesical). A bexiga cheia atua como uma excelente janela acústica ("janela sônica"), transmitindo o som para as estruturas posteriores. A presença de líquido aqui, isoladamente, pode indicar lesões pélvicas ou sangramento mesentérico que desceu para a pelve (HOWELL *et al.*, 2018).

A imagem pélvica positiva do FAST, provenientes de diferentes pacientes, mostram, no plano sagital, no plano axial, volumoso acúmulo de líquido peritoneal (asteriscos brancos), interpretado como hemoperitônio no contexto de trauma, distribuindo-se ao redor das alças intestinais (setas brancas). Observa-se ainda a bexiga parcialmente repleta (Bd); FAST: avaliação focada com ultrassonografia no trauma (SAVOIA *et al.*, 2023).

Tabela 19.1 Janelas acústicas do FAST: pergunta clínica e principais achados patológicos

Janela Acústica	Pergunta Clínica ("The Killer Question")	Achado Patológico (Sinal de Alerta)
Morison (Hepatorenal)	Há sangue ao redor do fígado?	Faixa anecóica (preta) entre fígado e rim.
Subxifoide	O coração está tamponado?	Líquido separando o miocárdio do pericárdio; colapso de VD.
Suprapúbica	Há sangue na pelve?	Imagem anecóica triangular atrás da bexiga.
Torácica (e-FAST)	O pulmão está deslizando?	Ausência de deslizamento pleural ("Barcode Sign" no Modo M).

Fase 2: e-FAST e a Expansão para o Tórax

Logo, a evolução para o *Extended FAST* (e-FAST) incorporou a avaliação pleuropulmonar, transformando o manejo do trauma torácico.

- **Pneumotórax:** A ultrassonografia provou ser superior à radiografia de tórax realizada em decúbito dorsal para detectar pneumotórax oculto. O diagnóstico baseia-se na perda do "deslizamento pleural" (*lung sliding*). No Modo M, a

substituição do sinal da "praia" (normal) pelo sinal do "código de barras" ou "estratosfera" confirma a presença de ar entre as pleuras (MONTTOYA *et al.*, 2020).

- Hemotórax: A avaliação dos seios costofrênicos permite identificar derrames pleurais traumáticos precocemente, guiando a drenagem torácica antes que ocorra comprometimento ventilatório significativo (LICHTENSTEIN, 2014).

A imagem das janelas pleurais posterolaterais, na região de transição toracoabdominal, mostram a ausência de hemotórax, evidenciada pelo deslizamento normal do pulmão sobre o recesso costofrênico esquerdo e pela falta de líquido pleural. Observa-se volumoso acúmulo de líquido no hemitórax direito, compatível com hemotórax no contexto de trauma (ASVOIA *et al.*, 2023).

Fase 3: O Algoritmo de Decisão (A Bússola Hemodinâmica)

O valor do FAST não está na imagem em si, mas na sua combinação indissociável com a estabilidade hemodinâmica do paciente. O exame não visa identificar qual órgão foi lesado (laceração hepática vs. esplênica), mas sim a consequência sistêmica (hemorragia maciça) que exige intervenção (BAHADUR *et al.*, 2017).

A aplicabilidade clínica segue um algoritmo rigoroso que divide os pacientes em dois grandes grupos:

- O paciente instável (Choque): Neste cenário, um FAST positivo é sinônimo de laparotomia exploradora imediata. O exame funciona como um "passaporte" direto para o Centro Cirúrgico, dispensando a tomografia, que consumiria tempo precioso e exporia o paciente a riscos de transporte. Se o FAST for negativo no paciente instável, o cirurgião deve obrigatoriamente buscar fontes extra-abdominais de choque (fraturas pélvicas complexas, ossos longos, choque neu-

rogênico ou cardiogênico) (KORTBEEK *et al.*, 2008).

- O paciente estável: Aqui, o FAST Positivo funciona como um sinal de alerta para realizar uma Tomografia Computadorizada com contraste. A TC permitirá graduar a lesão e decidir entre tratamento conservador (observação em UTI) ou intervenção (cirurgia ou angioembolização).

Fase 4: Limitações, Armadilhas e Curva de Aprendizado

Apesar de sua utilidade, o FAST não é infalível. O examinador deve estar atento às limitações intrínsecas do método para evitar falsos diagnósticos.

- O "Ponto cego" Retroperitoneal: O ultrassom tem baixa sensibilidade para sangramentos no retroperitônio. Lesões renais posteriores, pancreáticas ou de grandes vasos (Aorta/Cava) podem sangrar massivamente sem positivar o FAST inicial (SOYUNCU *et al.*, 2007).

- Mimetismos: Ascite pré-existente em hepatopatas, diálise peritoneal ou gordura epicárdica excessiva podem mimetizar líquido livre traumático (Falsos Positivos) (SOYUNCU *et al.*, 2007).

- Falsos negativos: Em lesões de vísceras ocas (perfuração intestinal), o líquido extravasado pode ser mínimo ou conter conteúdo entérico ecogênico, passando despercebido. Além disso, a obesidade mórbida e o enfisema subcutâneo extenso criam barreiras físicas às ondas sonoras (SOYUNCU *et al.*, 2007).

Análise Comparativa e Dados Internacionais

A validação do FAST transcende fronteiras, sendo corroborada por estatísticas robustas de diversos centros de trauma mundiais. Dados do TraumaRegister DGU® (Sociedade Alemã de Trauma), um dos maiores bancos de dados da Europa, indicam que a utilização sistematizada

do FAST na sala de reanimação reduz o tempo para a intervenção cirúrgica definitiva em pacientes instáveis em até 64% quando comparado à propedêutica clínica isolada (SÖDER *et al.*, 2018).

Nos Estados Unidos, estudos multicêntricos ligados ao *American College of Surgeons* demonstram que, embora a tomografia computadorizada (TC) possua maior sensibilidade global (perto de 98%), o FAST apresenta uma especificidade superior a 96% para a detecção de hemoperitônio em pacientes hipotensos (NETH *et al.*, 2019). Isso significa que, estatisticamente, um FAST positivo em um paciente chocado é praticamente uma confirmação de sangramento, validando a decisão de laparotomia imediata sem exames adicionais.

Em contrapartida, dados de hospitais de ensino no Canadá e Austrália alertam para a variabilidade da sensibilidade, que pode flutuar entre 73% e 88% dependendo da experiência do operador (BAHADUR *et al.*, 2017; KORTBEK *et al.*, 2008). Esses estudos reforçam que, em centros onde o FAST é realizado por residentes com treinamento inferior a 50 exames supervisionados, a taxa de falsos-negativos para lesões de vísceras ocas aumenta significativamente. Portanto, a literatura global converge para um consenso: o FAST é uma ferramenta de alta especificidade (excelente para confirmar a

regra), mas de sensibilidade moderada, não devendo ser usado isoladamente para excluir lesões em pacientes estáveis (NETH *et al.*, 2019).

CONCLUSÃO

A implementação da ultrassonografia FAST na abordagem inicial do politraumatizado transcende a mera aquisição de tecnologia; representa uma evolução na filosofia de cuidado ao trauma. Ao fornecer respostas binárias imediatas em momentos críticos, o método otimiza drasticamente o tempo "porta-cirurgia" e reduz a mortalidade por hemorragia exsanguinante oculta, prevenindo a instalação da tríade letal (hipotermia, acidose e coagulopatia) (ROZYCKI *et al.*, 1993; AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2018).

Sua integração sistemática nos protocolos de residência médica e ligas de trauma deve ser mandatória. O ultrassom não substitui o raciocínio clínico nem a tomografia computadorizada, mas preenche o vazio angustiante entre a chegada do paciente moribundo e a decisão terapêutica definitiva. A habilidade de realizar e interpretar o e-FAST permite diagnósticos precisos nos momentos de maior vulnerabilidade, transformando a "caixa preta" do trauma em um cenário clínico navegável e tratável (BAHADUR *et al.*, 2017).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS. Advanced Trauma Life Support (ATLS). 10th ed. Chicago: ACS, 2018.

BAHADUR, S. *et al.* Accuracy of Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST) in blunt abdominal trauma. *Cureus*, v. 12, p. e7411, 2020. DOI: 10.1007/s12262-013-0851-2.

HOWELL, S. *et al.* Application of Focused Assessment Ultrasound in Trauma to Perioperative Medicine: A Tool to Quickly Diagnose Postoperative Hemorrhage. *Anesthesiology Clinics*, v. 36, p. 1-12, 2018. DOI: 10.1097/ALN.0000-000000002170.

JANSEN, J. O.; YOUNG, J.; RAMSAY, G. Diagnostic peritoneal lavage – an obituary. *British Journal of Surgery*, v. 92, p. 517-518, 2005.

KORTBEEK, J. B. *et al.* Advanced Trauma Life Support, 8th Edition, The Evidence for Change. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, v. 64, p. 1638-1650, 2008. DOI: 10.1097/TA.0b013e3181744b03.

LICHTENSTEIN, D. A. Lung ultrasound in the critically ill. *Annals of Intensive Care*, v. 4, p. 1, 2014. DOI: 10.1186/2110-5820-4-1.

MONTOYA, J. *et al.* The role of e-FAST in the initial management of unstable trauma patients. *Emergency Medicine Clinics of North America*, v. 38, p. 55-68, 2020. DOI: 10.1186/s13613-016-0166-0.

NETH, A. J. *et al.* Sensitivity and Specificity of the FAST Exam in the Modern Trauma Setting. *Journal of Ultrasound in Medicine*, v. 38, p. 1197-1205, 2019. DOI: 10.1017/cem.2019.381.

ROZYCKI, G. S. *et al.* Prospective Evaluation of Surgeons' Use of Ultrasound in the Evaluation of Trauma Patients. *Journal of Trauma*, v. 34, p. 516-527, 1993. DOI: 10.1097/00005373-199304000-00008.

SAVOIA, P.; JAYANTHI, S. K.; CHAMMAS, M. C. Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST). *Journal of Medical Ultrasound*, v. 31, p. 101–106, 2023. DOI: 10.4103/jmu.jmu_12_23.

SÖDER, S. *et al.* The value of the FAST Exam in the Initial Assessment of Polytraumatized Patients. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*, v. 44, p. 177-183, 2018. DOI: 10.1016/j.cjtee.2017.09.001.

SOYUNCU, S. *et al.* Accuracy of physical and ultrasonographic examinations by emergency physicians for the early diagnosis of intraabdominal haemorrhage in blunt abdominal trauma. *Injury*, v. 38, p. 564-569, 2007. DOI: 10.1016/j.injury.2007.01.010.

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 20

FRATURAS EXPOSTAS: MANEJO EMERGENCIAL E ESTRATÉGIAS DE PREVENÇÃO DE INFECÇÃO

FRANCO AUGUSTO ALBERTI¹
GABRIEL BERTONCELLO¹
JÚLIA DALL AGNOL¹
KAELLIN DE MARQUES BUENO¹

¹Discente - Medicina da Universidade Franciscana.

Palavras-chave: Fratura; Infecção; Prevenção.

DOI

10.59290/5181521821

P EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

As fraturas expostas representam uma das emergências ortopédicas mais complexas e desafiadoras, caracterizadas pela comunicação direta do foco ósseo com o ambiente externo. Essa condição aumenta significativamente o risco de complicações infecciosas, necrose de tecidos moles e consolidação óssea comprometida. Estudos indicam que a taxa de infecção em fraturas expostas, podem variar entre 5% e mais de 30%, dependendo do grau de contaminação, tipo de fratura e tempo até a intervenção cirúrgica (GUERRA *et al.*, 2017; INACIO *et al.*, 2018).

O manejo das lesões exige abordagem multidisciplinar e protocolos estruturados, englobando avaliação inicial e estabilização hemodinâmica conforme previstas pelo *Advanced Trauma Life Support* (ATLS), classificação adequada da fratura, desbridamento cirúrgico precoce, estabilização óssea e estratégias de prevenção de infecção. Além disso, a literatura recente enfatiza também a importância de técnicas modernas de cobertura de tecidos moles por meio de técnicas cirúrgicas plástica, fixação externa modular e antibioticoterapia profilática direcionada, sobretudo em fraturas de alta energia ou lesões associadas a contaminação grave (RUPP *et al.*, 2023; WHITING *et al.*, 2024).

Nos últimos anos, avanços em fixação interna e externa, bem como no entendimento da biologia da cicatrização óssea e tecidual, permitiram abordagens mais seguras e funcionais na abordagem do trauma ortopédico. Deve-se considerar, ainda, que a complexidade do tratamento é influenciada por fatores como a idade do paciente e suas comorbidades agudas e crônicas, a localização anatômica da fratura e sua extensão. Tais condições envolvem uma abordagem ampla e multidisciplinar do paciente submetido ao trauma (ALJUHANI *et al.*, 2024;

WHITING *et al.*, 2024). Sob esse aspecto, este trabalho objetiva revisar o manejo emergencial das fraturas expostas, detalhar estratégias de prevenção de infecção e discutir resultados clínicos e recomendações baseadas na literatura consultada.

MÉTODO

Este estudo foi conduzido por meio de uma revisão bibliográfica narrativo-analítica, com o objetivo de integrar evidências contemporâneas, fundamentos clássicos da ortopedia e diretrizes consolidadas relacionadas ao manejo das fraturas expostas e à prevenção de infecções associadas. A estratégia metodológica buscou articular o conhecimento tradicional com avanços recentes em trauma ortopédico, proporcionando uma síntese crítica aplicável à prática clínica. Foram consultadas as bases de dados PubMed, Scopus e *Google Scholar*, priorizando literatura publicada entre 2010 e 2025, período no qual se concentram os avanços mais significativos em antibioticoprofilaxia, técnicas de desbridamento cirúrgico e classificações prognósticas. A busca foi realizada utilizando os descritores: “fraturas abertas”, “manejos emergenciais”, “prevenção de infecções”, “classificação de Gustilo-Anderson”, “trauma ortopédico”, “desbridamento cirúrgico”, “antibioticoprofilaxia”, “fixação externa”, “lesões de partes moles”. Os descritores foram combinados com operadores booleanos *AND* e *OR*, de modo a ampliar a sensibilidade da busca e garantir a inclusão de estudos com diferentes abordagens metodológicas.

Além disso, diretrizes de consenso e protocolos institucionais foram incorporados para complementar lacunas da literatura primária, especialmente no que diz respeito ao tempo ideal para desbridamento, esquemas antibióticos de escolha e critérios de indicação de estabilização temporária ou definitiva. A análise seguiu

uma abordagem crítico-interpretativa, buscando reconhecer recorrências temáticas, divergências metodológicas e recomendações com maior robustez científica.

Critérios de Inclusão

Foram incluídos no estudo:

- Estudos clínicos, ensaios observacionais, revisões sistemáticas, meta-análises e diretrizes de sociedades ortopédicas nacionais e internacionais que abordassem fraturas expostas em adultos e populações pediátricas;
- Protocolos de manejo emergencial do trauma ortopédico, incluindo recomendações sobre cobertura antibiótica, controle de danos, estabilização hemodinâmica e técnicas de fixação óssea;
- Artigos que descrevessem estratégias cirúrgicas de desbridamento, manejo de partes moles, classificação de risco infeccioso e métodos modernos de prevenção de osteomielite;
- Estudos que apresentassem dados quantitativos ou qualitativos relevantes para o entendimento da fisiopatologia, prognóstico e condutas terapêuticas em fraturas abertas.

Critérios de Exclusão

Foram excluídos do estudo:

- Relatos de caso isolados sem dados quantitativos ou relevância clínica ampliada que permitissem generalização ou análise comparativa;
- Estudos não revisados por pares ou que apresentassem limitações metodológicas severas, incluindo inconsistência nos desfechos, ausência de descrição de métodos ou viés evidente;
- Publicações duplicadas, resumos sem texto completo ou materiais exclusivamente opinativos sem sustentação em evidências científicas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Classificação e Avaliação Inicial

A classificação de Gustilo e Anderson constitui o padrão internacional para estratificação

de fraturas expostas, sendo fundamental para orientar condutas cirúrgicas, antibioticoterapia profilática e prognóstico de infecção. Essa classificação divide as fraturas em três tipos principais, considerando tamanho da ferida, grau de contaminação, dano de tecidos moles e envolvimento vascular. A lesão Tipo I envolve feridas menores que 1 cm, com mínima contaminação e preservação dos tecidos moles; A lesão Tipo II caracteriza-se por feridas entre 1 e 10 cm, contaminação moderada e sem perda significativa de tecido; A lesão Tipo III apresenta feridas maiores que 10 cm, contaminação grave e extensas lesões de tecidos moles, sendo subdividido em IIIA (com cobertura tecidual adequada), IIIB (com perda extensa de tecidos e necessidade de retalhos) e IIIC (com associação de lesão vascular), conforme descrito por Gustilo e Anderson (1976).

Outros trabalhos demonstram que a classificação correlaciona-se diretamente com o risco de infecção, necessidade de desbridamento extenso e complexidade do manejo pós-operatório, sendo uma ferramenta indispensável na tomada de decisão clínica em fraturas de alta energia, conforme observado por Zhang *et al.* (2023) e Thakore *et al.* (2014). Além disso, essa estratificação auxilia na padronização de protocolos multicêntricos de pesquisa, permitindo comparações consistentes de resultados clínicos, taxas de consolidação óssea e complicações infecciosas em diferentes populações.

A avaliação inicial de pacientes com fraturas expostas deve seguir rigorosamente os princípios do *Advanced Trauma Life Support* (ATLS), garantindo a priorização de funções vitais antes da abordagem local da fratura. A primeira etapa consiste na avaliação da via aérea, assegurando permeabilidade e proteção da coluna cervical em casos de trauma concomi-

tante. Somado a isso, a respiração deve ser avaliada, identificando possíveis pneumotórax, hemotórax ou comprometimento respiratório secundário ao trauma. A circulação é monitorada por meio de avaliação hemodinâmica, incluindo pressão arterial, frequência cardíaca, perfusão periférica e presença de sangramentos externos, sendo crítico o controle rápido de hemorragias para prevenir choque hipovolêmico. Paralelamente, a avaliação neurovascular do membro afetado deve ser realizada, examinando sensibilidade, motricidade, pulsos periféricos e perfusão distal, pois a presença de déficits pode indicar lesões arteriais ou compressão nervosa as quais exigem intervenção urgente (SANTANA *et al.*, 2024; LOH *et al.*, 2022).

Garantida a estabilização vital do paciente, os cuidados recaem localmente para a lesão, a qual deve ser protegida e evitada de manipulação excessiva. Exames de imagem vão complementar a avaliação do trauma. Radiografias simples do segmento afetado e articulações adjacentes permitem caracterizar a fratura, avaliar desalinhamentos e planejar a intervenção cirúrgica. Em casos de fraturas complexas, cominuídas ou articulares, a tomografia computadorizada é indicada, a qual proporciona melhor visualização dos fragmentos ósseos, extensão da lesão e relação com estruturas adjacentes, o que é essencial para o planejamento da fixação e para minimizar complicações intraoperatórias (GOZALEZ *et al.*, 2009).

A avaliação inicial deve também incluir pesquisa de lesões associadas, exame de tecidos moles e classificação da ferida segundo Gustilo-Anderson, pois a gravidade da fratura influencia diretamente nas decisões sobre desbridamento, antibioticoterapia profilática e escolha da técnica de estabilização óssea (ZHANG *et al.*, 2023). Esse protocolo estruturado assegura que as prioridades vitais do paciente sejam

mantidas enquanto se obtém uma avaliação precisa do trauma ortopédico, reduzindo riscos de complicações infecciosas e funcionais.

Controle de Contaminação e Desbridamento

O desbridamento cirúrgico precoce constitui o procedimento central na prevenção de infecção em fraturas expostas, sendo considerado um dos fatores mais importantes na redução de osteomielite e complicações tardias. Idealmente, deve ser realizado nas primeiras seis horas após a lesão, especialmente em fraturas Tipo III, que apresentam extensa contaminação e comprometimento de tecidos moles, tal como destacado por Coombs *et al.* (2022) e Dheenadhayalan *et al.* (2023).

Ele compreende múltiplas etapas sistemáticas. Inicialmente, realiza-se lavagem abundante com solução salina estéril em volumes adequados para remover detritos, sangue e contaminantes superficiais, reduzindo a carga bacteriana local. Em seguida, procede-se à remoção de tecidos desvitalizados, fragmentos ósseos não viáveis e corpos estranhos, com atenção especial à preservação de estruturas neurovasculares e tendíneas, fundamentais para manter a função e viabilidade do membro. A avaliação da viabilidade muscular e da pele adjacente é crítica, devendo-se considerar o planejamento da cobertura tecidual, que pode ser primária ou diferida, dependendo da extensão da lesão, contaminação e disponibilidade de retalhos locais ou microcirúrgicos (WHITING *et al.*, 2024; COOMBS *et al.*, 2022).

Estudos recentes indicam que o uso de soluções irrigantes balanceadas, técnicas de pressão pulsátil ou lavagem mecânica não apenas reduzem a contaminação microbiana, mas também diminuem a necrose adicional de tecidos circundantes, promovendo melhor ambiente biológico para consolidação óssea (WHITING *et*

al., 2024). O desbridamento deve ser repetido conforme necessário em fraturas muito contaminadas ou em evolução, adotando uma abordagem escalonada que combina limpeza cirúrgica, estabilização temporária e monitoramento contínuo da ferida, reduzindo significativamente o risco de infecção profunda, osteomielite e

complicações funcionais a longo prazo, como descrito por Santana *et al.* (2024). A tabela abaixo (**Tabela 20.1**) apresenta as etapas utilizadas nas condutas para o desbridamento da lesão, com a descrição e o objetivo de cada uma delas.

Tabela 20.1 Condutas de desbridamento

ETAPA	DESCRIÇÃO	OBJETIVO
Lavagem inicial	Solução salina estéril em volume adequado	Reduz carga bacteriana
Remoção de tecido necrosado	Excisão de pele, músculo e periósteo	Prevenir infecção e necrose
Avaliação osteocondral	Retirada de fragmentos desvitalizados	Promover consolidação óssea
Cobertura de tecidos	Retalho primário ou diferido	Evitar exposição óssea prolongada

Estabilização Óssea

A estabilização óssea em fraturas expostas é um componente crítico do manejo, diretamente relacionado à prevenção de complicações infecciosas, à consolidação óssea e à preservação funcional do membro. A escolha da técnica depende de múltiplos fatores, incluindo o tipo e localização da fratura, a extensão da lesão de tecidos moles e o grau de contaminação. Em fraturas altamente contaminadas ou com significativa perda de tecidos moles, como nos casos de tipo IIIB e IIIC, a fixação externa temporária é preferida, pois permite rápida estabilização, manutenção do alinhamento e fácil acesso para desbridamento repetido e cobertura diferida. Já em fraturas menos contaminadas, com tecidos moles preservados ou adequadamente cobertos, a fixação interna precoce pode ser realizada de forma segura, favorecendo a mobilização precoce e consolidação mais rápida. Técnicas específicas, como fixação intramedular e uso de placas, são selecionadas com base na biologia da fratura, exigência mecânica do segmento e risco de infecção, permitindo personalização do tratamento conforme características individuais do paciente (ALJUHAN *et al.*, 2024; ZHANG

et al., 2023; DHEENADHAYALAN *et al.* 2023).

Os protocolos modernos frequentemente combinam fixação temporária seguida de conversão para fixação definitiva, quando o risco infeccioso estiver controlado e a ferida adequadamente limpa, estratégia que melhora os resultados funcionais, reduz complicações pós-operatórias e melhora o prognóstico funcional do membro traumatizado (WHITING *et al.*, 2024).

Antibioticoterapia e Prevenção de Infecção

A antibioticoterapia profilática representa um pilar central no manejo das fraturas expostas, sendo essencial para reduzir significativamente a incidência de infecção osteomielítica, que historicamente tem se mostrado um dos principais fatores de morbidade nesse contexto (GOSSELIN *et al.*, 2004). Gustilo e Anderson, demonstraram que a administração precoce, idealmente dentro da primeira hora após a lesão, correlaciona-se com menores taxas de infecção, independentemente do grau da fratura. Protocolos atuais recomendam o uso de cefalosporinas de primeira geração em fraturas Tipos I e II, enquanto fraturas Tipo III devem re-

ceber associação com aminoglicosídeos, considerando a gravidade da contaminação e a extensão da lesão de tecidos moles (DHEENADHAYALAN *et al.* 2023).

Além disso, a literatura enfatiza que a escolha adequada do antibiótico deve ser guiada pelo risco ambiental de contaminação, incluindo solos orgânicos e ferimentos associados a lesões de alta energia, nos quais a adição de metronidazol ou penicilina pode ser indicada para cobertura anaeróbia. O uso racional da terapia

antimicrobiana, associado a desbridamento cirúrgico precoce e adequada cobertura de tecidos moles, constitui um protocolo integrado de medidas, que aumentam as chances de consolidação óssea e reduzem as complicações infecciosas graves, reforçando a necessidade de abordagem abrangente do paciente desde a sua admissão (ANDERSON *et al.*, 2011). A tabela a seguir (**Tabela 20.2**) apresenta os tipos de fraturas relacionadas com a classe dos antibióticos adotados.

Tabela 20.2 Esquema antimicrobiano

TIPO DE FRATURA	ANTIBIOTICOTERAPIA
I e II	Cefalosporina 1ª geração
III	Cefalosporina 1ª geração + Aminoglicosídeo
Contaminação grave	Adição de Metronidazol ou Penicilina (conforme cultura)

Manejo de Complicações Pós-Operatórias

O acompanhamento pós-operatório de pacientes com fraturas expostas é fundamental para a detecção precoce de complicações, principalmente infecções superficiais ou profundas, não união e falhas na consolidação óssea, que podem comprometer tanto a função do membro quanto o prognóstico geral. O monitoramento clínico deve ser sistemático, incluindo avaliação da ferida, sinais de inflamação local e exames laboratoriais, especialmente marcadores inflamatórios e hemoculturas quando necessário. A literatura indica que infecções leves podem ser controladas com ajustes na antibioticoterapia profilática, enquanto infecções graves ou osteomielites requerem reintervenção cirúrgica combinada com terapia antimicrobiana intravenosa prolongada, muitas vezes associada a técnicas de cobertura tecidual avançadas, como retalhos locais ou microcirúrgicos (ZHAO *et al.*, 2022; INACIO *et al.*, 2018).

Ainda, enfatiza-se a importância de monitorar a evolução radiográfica da fratura para identificar sinais de não união ou consolidação retardada, controle que permite intervenções corretivas antes do comprometimento funcional do membro. Essa abordagem evidencia que o manejo eficaz de complicações depende de vigilância contínua, protocolos baseados em evidência e comunicação constante entre ortopedistas, infectologistas e equipes de reabilitação, garantem resultados funcionais e clínicos mais favoráveis (CHAUDHARY *et al.*, 2021; ZHOU *et al.*, 2024).

Abordagem Cirúrgica Plástica Integrada

A adoção de uma abordagem integrada entre ortopedia e cirurgia plástica em traumas ortopédicos, especialmente em fraturas expostas graves com lesão de tecidos moles, tem se mostrado associada a melhores desfechos clínicos, menor incidência de complicações e recuperação mais precoce. Estudos demonstram que a presença de equipes ortho-plásticas reduz o nú-

mero de revisões cirúrgicas, o tempo de internação e o prognóstico pós-cirúrgico. A manutenção de equipes multidisciplinares para desbridamento, fixação óssea e cobertura de partes moles resulta em melhores taxas de consolidação e menor morbidade quando comparada a estratégias fragmentadas. Essa abordagem escalonada reduz a incidência de osteomielite, diminui falhas de consolidação e aumenta a taxa de preservação do membro em fraturas do tipo IIIB e IIIC (JORDAN *et al.*, 2014). O planejamento conjunto inclui a escolha de retalhos musculares, fasciocutâneos ou microcirúrgicos, avaliando extensão da ferida, vascularização local e disponibilidade de tecido doador, garantindo cobertura adequada sem comprometer a biomecânica do membro (KAMATH *et al.*, 2012). Em lesões do membro inferior, a reconstrução com retalhos musculares ou livres permite cobertura precoce, diminui o risco de infecção profunda, favorece a revascularização tecidual e otimiza a cicatrização óssea (SAM-BRI *et al.*, 2020).

A cobertura precoce de partes moles, realizada nas primeiras horas, é amplamente recomendada por reduzir significativamente o risco de infecção profunda, promover revascularização tecidual e acelerar a cicatrização óssea. A literatura revisada destaca que a associação de técnicas de cobertura com terapias adjuvantes, como a pressão negativa e enxertos temporários de pele, contribui para controle da contaminação, diminuição da necrose tecidual e otimização do leito para retalhos definitivos (DHEENADHAYALAN *et al.* 2023). Além disso, essa abordagem multidisciplinar permite ajustes intraoperatórios e revisões planejadas sem necessidade de múltiplos procedimentos de emergência, melhorando a eficiência do tratamento e reduzindo a morbidade hospitalar.

A abordagem ortho-plástica integrada também desempenha papel central na recuperação

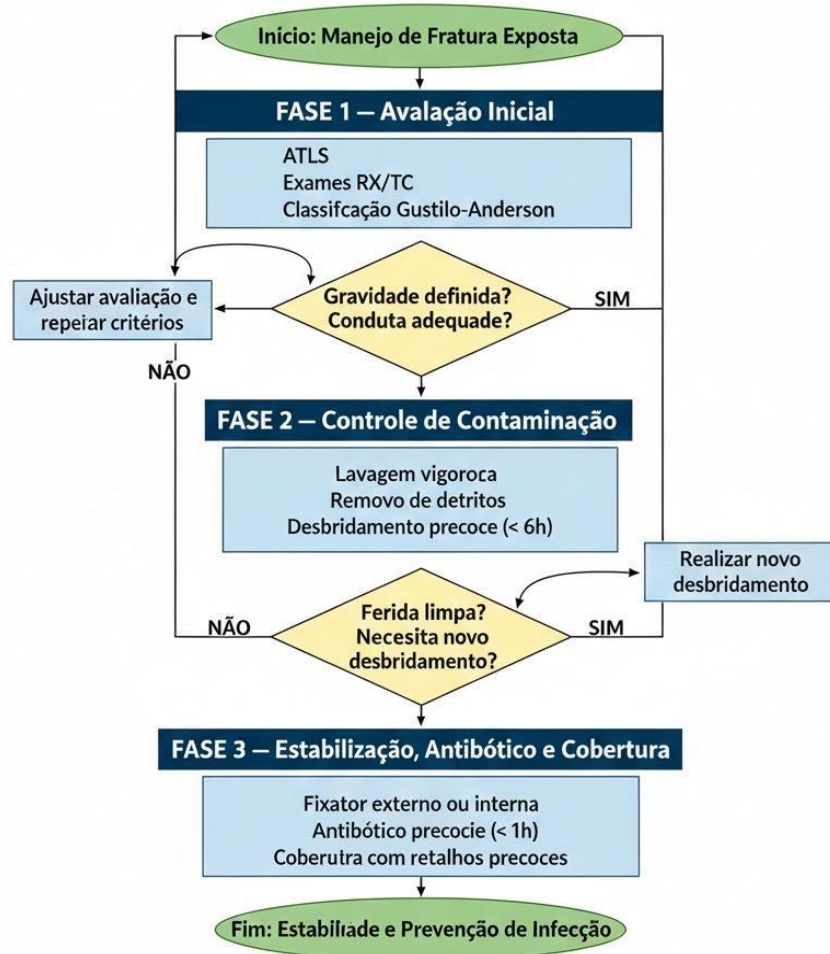
funcional e reabilitação precoce. A preservação da anatomia, a proteção de estruturas neurovasculares e a manutenção da biomecânica adequada do membro, combinadas com cobertura tecidual segura, permitem iniciar fisioterapia mais cedo, reduzir a atrofia muscular e melhorar a amplitude de movimento (WHITING *et al.*, 2024). Revisões recentes enfatizam que pacientes tratados por equipes multidisciplinares apresentam melhores desfechos funcionais e menor tempo de retorno às atividades cotidianas ou laborais, reforçando o conceito de que a integração entre ortopedia e cirurgia plástica não se limita à fase cirúrgica, mas impacta diretamente na qualidade de vida pós-trauma (DHEENADHAYALAN *et al.* 2023; MENDE-NHALL *et al.*, 2019; JORDAN *et al.*, 2014).

Fluxograma de Manejo em Fraturas Expostas

O fluxograma a seguir (**Fluxograma 20.1**), sintetiza os principais resultados e a estrutura lógica de manejo das fraturas expostas, organizando o processo assistencial em três fases sequenciais e interdependentes. A representação gráfica foi elaborada para evidenciar a progressão clínica desde a admissão do paciente até o estabelecimento do controle definitivo da lesão, destacando os pontos críticos de decisão e as intervenções essenciais para a prevenção de infecções.

Na Fase 1, é apresentada a etapa de avaliação inicial, fundamentada nos princípios do atendimento sistematizado ao trauma (ATLS), contemplando a realização rápida de exames de imagem e a classificação da fratura segundo Gustilo-Anderson. O fluxograma demonstra o primeiro ponto decisório, responsável por verificar se a gravidade e a conduta inicial foram corretamente definidas, permitindo o avanço seguro no manejo ou o retorno à reavaliação quando necessário.

Fluxograma 20.1 Fluxograma para o manejo de fraturas expostas



A Fase 2 ilustra o conjunto de intervenções voltadas ao controle da contaminação, com ênfase na irrigação abundante, remoção de corpos estranhos e realização do desbridamento precoce. Este estágio contém um segundo ponto decisório, que determina a limpeza adequada da ferida e a necessidade ou não de novos desbridamentos, garantindo que o tecido desvitalizado seja completamente removido antes da estabilização definitiva.

Por fim, a Fase 3 contempla as estratégias de estabilização ortopédica, antibioticoprofilaxia precoce e cobertura tecidual, integrando os pilares centrais para a redução do risco de infecção e para a reabilitação subsequente. A finalização do fluxo representa o alcance da estabilidade do membro e o controle do processo infec-

cioso, configurando o objetivo clínico primário do manejo das fraturas expostas.

A disposição das etapas no fluxograma permite uma visualização clara e lógica do processo, funcionando como ferramenta de navegação clínica e facilitando a padronização do cuidado entre diferentes profissionais e cenários assistenciais.

CONCLUSÃO

As fraturas expostas permanecem entre as lesões traumáticas de maior complexidade na prática ortopédica, exigindo abordagem sistematizada, tempestiva e baseada em evidências robustas. A síntese crítica apresentada neste trabalho demonstra que o sucesso terapêutico depende fundamentalmente da integração entre

três pilares centrais: controle precoce da contaminação, estabilização mecânica adequada e reconstrução eficiente dos tecidos moles, todos sustentados por antibioticoterapia racional e vigilância pós-operatória contínua. A literatura contemporânea reafirma que atrasos na cobertura antibiótica, desbridamentos insuficientes, estabilização inadequada e falhas na coordenação entre equipes cirúrgicas são determinantes diretos de piores desfechos, incluindo osteomielite, necessidade de múltiplas reintervenções e comprometimento funcional definitivo.

Neste contexto, destaca-se o papel das equipes ortho-plásticas, cuja atuação integrada reduz significativamente taxas de infecção, acelera a cobertura tecidual definitiva e otimiza o leito biológico para consolidação óssea. Essa abordagem colaborativa tem se consolidado como padrão-ouro em centros de trauma de alto volume, especialmente em fraturas dos tipos IIIB e IIIC, em que a sinergia entre ortopedia e cirurgia plástica define o prognóstico a curto e longo prazo. O uso criterioso de fixação externa temporária, aliado à conversão planejada para métodos definitivos, demonstra ser uma estratégia segura e eficaz, permitindo controle de danos, preservação das partes moles e melhor planejamento reconstrutivo.

Adicionalmente, a evolução dos protocolos de antibioticoprofilaxia e dos critérios de indicação para desbridamentos seriados contribuiu para padronizar condutas e reduzir a variabilidade interinstitucional. O entendimento atual reforça que a qualidade do desbridamento, mais do que sua simples precocidade, é determinante para o controle da carga bacteriana e prevenção

de infecção profunda. Da mesma forma, a adoção de técnicas modernas de irrigação, cobertura precoce e terapias adjuvantes, como pressão negativa, ampliou a capacidade de manejar lesões complexas com segurança e previsibilidade.

Apesar dos avanços, a literatura aponta desafios persistentes, especialmente relacionados ao manejo de fraturas de alta energia, de pacientes com comorbidades e daquelas associadas à contaminação ambiental severa. A necessidade de protocolos locais adaptados à realidade institucional, aliada à formação contínua das equipes multidisciplinares, é fundamental para superar barreiras estruturais e garantir qualidade assistencial homogênea.

Assim, conclui-se que o manejo das fraturas expostas deve ser compreendido não como um conjunto de etapas isoladas, mas como um processo dinâmico e interdependente, no qual cada decisão clínica influencia diretamente os desfechos subsequentes. A adoção rigorosa das melhores práticas, sustentada por atualização científica permanente, é imprescindível para redução de morbidade, otimização da consolidação óssea e restauração funcional plena. Recomenda-se, ainda, que pesquisas futuras se concentrem em biomateriais antimicrobianos, técnicas minimamente invasivas, aprimoramento dos algoritmos de decisão e no fortalecimento de modelos integrados de cuidado, de modo a elevar continuamente a qualidade do tratamento das fraturas expostas em diferentes realidades do sistema de saúde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALJUHANI, W. S. *et al.* Risk of Infection and Conversion Time from External to Definitive Fixation in Open Tibial Fracture. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, v. 19, p. 867, 2024. DOI: 10.1186/s13018-024-05350-2.
- ANDERSON, A.; MILLER, A D.; BOOKSTAVAR, P. B. Antimicrobial prophylaxis in open lower extremity fractures. *Open Access Emergency Medicine*, [S.l.], v. 3, p. 7–11, 2011. DOI: 10.2147/OAEM.S11862.
- CHAUDHARY, D. S. *et al.* Monitoring the Progress of Treatment in Fracture Non-union: The Role of Alkaline Phosphatase and Ultrasonography. *Revista Brasileira de Ortopedia*, v. 56, n. 6, p. 796–803, 2021. DOI: 10.1055/s-0041-1724072.
- COOMBS, J. *et al.* Current concept review: risk factors for infection following open fractures. *Orthopedic Research and Reviews*, v. 14, p. 383–391, 2022. DOI: 10.2147/ORR.S384845.
- DHEENADHAYALAN, J. *et al.* Management of Open Fractures: A Narrative Review. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*, v. 44, p. 102246, 2023. DOI: 10.1016/j.jcot.2023.102246.
- GONZALEZ, V. L. *et al.* Diagnóstico e Manejo das Lesões Ortopédicas em Pacientes Politraumatizados. *Revista HCPA*, v. 29, n. 2, p. 153–160, 2009. DOI: 10.22491/2357-9730.2984.
- GOSSELIN, R. A.; ROBERTS, I.; GILLESPIE, W. J. Antibiotics for preventing infection in open limb fractures. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, v. 1, n. 1, Art. CD003764, 2004. DOI: 10.1002/14651858.CD003764.pub2.
- GUSTILO, R. B.; ANDERSON, J. T. Prevention of Infection in the Treatment of one Thousand and Twenty-five Open Fractures of Long Bones. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, v. 58-A, n. 4, p. 453–458, 1976.
- GUERRA, M. T. E. *et al.* Infection Rate in Adult Patients with Open Fractures Treated at the Emergency Hospital and at the ULBRA University Hospital in Canoas, Rio Grande do Sul, Brazil. *Revista Brasileira de Ortopedia*, v. 52, n. 5, p. 544–548, 2017. DOI: 10.1016/j.rboe.2017.08.012.
- INACIO, R. C. *et al.* Fatores de Risco, Tratamento e Evolução Clínica das Infecções em Osteossínteses Pós-fraturas Expostas. *Brazilian Journal of Infectious Diseases*, v. 22, s. 1, p. 33–144, 2018. DOI: 10.1016/j.bjid.2018.10.083.
- JORDAN, D. J. *et al.* The Ortho-Plastic Approach to Soft Tissue Management in Trauma. *The Open Orthopaedics Journal*, v. 8, s. 2 (M2), p. 399–408, 2014. DOI: 10.2174/1874325001408010399.
- KAMATH, J. B. *et al.* Soft Tissue Coverage in Open Fractures of Tibia. *Indian Journal of Orthopaedics*, v. 46, n. 4, p. 462–469, jul. 2012. DOI: 10.4103/0019-5413.97265.
- LOH, B. *et al.* Perioperative management of open fractures in the lower limb. *Journal of Perioperative Practice*, v. 32, n. 5, p. 100–107, 2022. DOI: 10.1177/17504589211012150.
- MENDENHALL, S. D. *et al.* A Review on the Orthoplastic Approach to Lower Limb Reconstruction. *Indian Journal of Plastic Surgery*, v. 52, p. 17–25, 2019. DOI: 10.1055/s-0039-1688095.
- RUPP, M. *et al.* The Antibiotic Bead Pouch – A Useful Technique for Temporary Soft Tissue Coverage, Infection Prevention and Therapy in Trauma Surgery. *Journal of Bone and Joint Infection*, v. 8, Issue 3, p. 165–173, 2023. DOI: 10.5194/jbji-8-165-2023.
- SAMBRI, A. *et al.* Combined orthoplastic approach in fracture-related infections of the distal tibia. *Antibiotics*, v. 9, n. 11, p. 1–12, 2020. DOI: 10.3390/microorganisms10081640.
- SANTANA, A. A. *et al.* Abordagem Inicial ao Paciente Politraumatizado: Estratégias e Atualizações em Urgências e Emergências. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, v. 6, n. 11, p. 2476–2487, 2024. DOI: 10.36557/2674-8169.2024v6n11p2476-2487.

THAKORE, R. V. *et al.* The Gustilo-Anderson classification system as predictor of nonunion and infection in open tibia fractures. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*, [S.l.], v. 43, n. 5, p. 651–656, out. 2017. DOI: 10.1007/s00068-016-0725-y.

WHITING, P. S. *et al.* Open fractures: evidence-based best practices. *OTA International*, v. 7, e313, 2024. DOI: 10.1097/OI9.0000000000000313.

ZHANG, J. *et al.* Predictors for infection severity for open tibial fractures: major trauma centre perspective. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, v. 143, p. 6579–6587, 2023. DOI: 10.1007/s00402-023-04956-1.

ZHAO, S. *et al.* Retrospective Analysis of Infection Factors in Secondary Internal Fixation after External Fixation for Open Fracture of a Long Bone: A Cohort of 117 Patients in a Two-Center Clinical Study. *BioMed Research International*, v. 2022, p. 7284068, 30 jun. 2022. DOI: 10.1155/2022/7284068.

ZHOU, T. J. *et al.* Improving agreement in assessing subtrochanteric fracture healing among orthopedic surgeons using the Radiographic Union Score for Hip (RUSH). *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 25, p. 798, 2024. DOI: 10.1186/s12891-024-07902-3.

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 21

NALOXONA: MANEJO DA OVERDOSE E ABUSO DE OPIOIDES - PERSPECTIVA CLÍNICA

ISABELA VUELMA FESTA¹
RODRIGO NORA RUSCHEL¹
MARIA FERNANDA GONÇALVES MEIRELLES FERNANDES¹
PEDRO FURMANN FOGAÇA¹
MARIANA ZIMMERMANN VIANNA¹
BERNARDO ROMAGNA BERTO¹
JONAS CARVALHO REIS¹
FELIPE HAMANN BAPTISTA¹
JÚLIA SILVESTRI¹
MATHEUS BRATHWAITE SCHMITT¹
BÁRBRA LINDENMEYER WELTER¹
PEDRO MARIN DE CARVALHO¹
JÚLIA DOS SANTOS GARCIA¹
GUILHERME KRIPKA¹
PIETRA SOUSA VILLETTI¹

¹Discente - Medicina na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Palavras-chave: Naloxona; Opioides; Overdose.

DOI

10.59290/2455120811

P EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

A crescente mortalidade associada ao uso de opioides, especialmente de origem sintética como o fentanil e seus análogos, configura uma crise de saúde pública de proporções globais. Diante desse cenário, a naloxona, antagonista competitivo dos receptores μ -opioides, emerge como o principal recurso terapêutico para a reversão da depressão respiratória aguda, consolidando-se como uma intervenção de alto impacto clínico e social. Este capítulo abordará a relevância da naloxona no enfrentamento da crise dos opioides sob uma perspectiva integrada, que abrange sua farmacologia, diretrizes de uso e evidências de efetividade em contextos clínicos e comunitários. Inicialmente, será discutida sua importância histórica e epidemiológica, destacando o papel da naloxona na redução da mortalidade em programas de distribuição e educação em overdose. Em seguida, serão revisadas suas propriedades farmacocinéticas e farmacodinâmicas, com ênfase na variabilidade individual, nas diferenças entre vias de administração (intranasal, intramuscular e intravenosa) e nas implicações clínicas de sua curta meia-vida frente aos opioides de ação prolongada. Por fim, o capítulo apresentará as recomendações práticas e diretrizes atuais para o manejo da overdose, incluindo estratégias de titulação, monitorização e resposta a opioides sintéticos potentes. A partir da análise crítica de revisões recentes, o texto propõe uma visão atualizada da naloxona como ferramenta central na mitigação da crise de opioides e destaca a necessidade de expansão de políticas públicas que assegurem sua ampla disponibilidade e uso racional (RAZAGHIZAD *et al.*, 2021).

O objetivo deste estudo foi sintetizar as propriedades da Naloxona, bem como seu uso e suas diretrizes mais recentes.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura de caráter abrangente e detalhado. A busca foi sistematicamente realizada nas principais bases de dados biomédicas e científicas, a saber: PubMed, Embase e SciELO (*Scientific Electronic Library Online*), reconhecidas por sua vasta e diversificada indexação de periódicos internacionais e nacionais. Adicionalmente, para garantir a relevância clínica e a contextualização prática, foram consultados documentos e diretrizes técnicas da *Toxbase*, que é uma fonte crucial de informações toxicológicas e clínicas no Brasil. A estratégia de busca foi cuidadosamente planejada, utilizando uma combinação estratégica de Termos de Assunto Médicos (*MeSH Terms*) e palavras-chave em inglês e português. Os termos chave utilizados incluíram: naloxone, naloxona, overdose por opioides, intoxicação por opioides, uso abusivo de opioides, *opioid overdose*, *opioid use disorder*, *opioid intoxication*, e *harm reduction*. Essa combinação visou maximizar a recuperação de artigos pertinentes, abordando tanto a intervenção quanto o contexto de saúde pública e uso problemático. A pesquisa abrangeu um período de tempo recente e clinicamente relevante, de 2015 a 2025, garantindo a inclusão das mais atuais evidências, diretrizes e inovações no manejo e prevenção. Foram critérios de inclusão para a seleção dos materiais: artigos de pesquisa originais, revisões de literatura, diretrizes clínicas e relatórios técnicos de agências de saúde reconhecidas, que abordassem especificamente o uso clínico da naloxona, sua efetividade no manejo da overdose aguda de opioides e sua relevância no enfrentamento do abuso e da desordem por uso de opioides. A exclusão limitou-se a editoriais, cartas ao editor e estudos que não fossem foco principal no uso da naloxona ou em seu impacto na crise de opioides.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Farmacocinética e Farmacodinâmica da Naloxona

A naloxona é um antagonista opioide utilizado na reversão do coma e da depressão respiratória decorrentes da superdosagem por opioides. Seu mecanismo farmacodinâmico baseia-se no antagonismo competitivo dos agonistas nos receptores κ , σ e μ -opioides (MOR), aos quais se liga com alta afinidade, sem apresentar atividade intrínseca agonista (WHALEN *et al.*, 2016). Dessa forma, promove o rápido deslocamento de opioides previamente ligados. Estima-se que o bloqueio de cerca de 50% dos MORs seja suficiente para reversão clínica da sobredose.

A forma intravenosa (IV) apresenta maior eficácia, sendo que doses entre 0,1 e 1,5 mg/kg podem determinar antagonismo quase completo. No entanto, devido à curta duração de ação, há risco de recorrência da toxicidade após a reversão inicial, especialmente quando o opioide envolvido possui meia-vida mais longa. A duração média do efeito de 1 mg de naloxona IV é de aproximadamente 2 horas. A eficácia é menor frente a opioides de dissociação lenta dos MORs, como a buprenorfina e o carfentanil, frequentemente exigindo doses maiores ou repetidas (SAARI *et al.*, 2024).

Em indivíduos não expostos a opioides, a naloxona não produz efeitos clínicos relevantes e não induz tolerância, nem dependência física ou psicológica. Em pacientes dependentes, sua administração pode precipitar síndrome de abstinência aguda, caracterizada por inquietação, náuseas, vômitos, piloereção, lacrimação e taquicardia, constituindo seu principal efeito adverso no manejo da sobredose (WHALEN *et al.*, 2016). Assim, esse risco pode ser reduzido por meio da titulação da dose, visando restaurar a respiração e reflexos de proteção de vias aéreas, sem provocar abstinência intensa.

Além do uso emergencial, a naloxona é empregada em associação com opioides orais para desestimular o uso intravenoso e, em formulações combinadas (como oxicodona/naloxona), reduzir a constipação induzida por opioides, sem comprometer a analgesia central. Isso se deve à sua baixa biodisponibilidade oral, que restringe sua ação aos receptores opioides periféricos do trato gastrointestinal, podendo também reduzir o *drug liking* (SAARI *et al.*, 2024).

A absorção da naloxona varia consistentemente conforme a via de administração. No contexto de emergência, a via oral é evitada pela ínfima biodisponibilidade de 1-2%, devido ao intenso metabolismo de primeira passagem. A via intravenosa (IV) tem absorção imediata, atingindo concentração plasmática máxima em até 2 minutos. A via intramuscular (IM) apresenta enorme variação no tempo para concentração máxima, entre 8 e 30 minutos, com tendências centrais variando de 7,8 a 30 minutos. A via subcutânea (SC) tem absorção rápida, de 5 a 15 minutos, e a intranasal (IN) de 15 a 30 minutos, sendo sua captação mais lenta do que a intramuscular. A biodisponibilidade nasal é de aproximadamente 50% (SAARI *et al.*, 2024; WILLIAMS *et al.*, 2019).

A distribuição plasmática da naloxona é veloz e a ligação às proteínas do plasma é relativamente baixa, ocorrendo principalmente à albumina. O fármaco atravessa as barreiras hematoencefálica e hematoplacentária, com equilíbrio entre o plasma e o local de efeito no cérebro atingido em minutos. A metabolização ocorre por conjugação, com seu metabólito principal sendo a naloxona-3-glucuronídeo, farmacologicamente inativo. Embora historicamente considerada hepática, o *clearance* total da naloxona excede em muito a perfusão hepática, sugerindo biotransformação extra-hepática cujo local é desconhecido (SAARI *et al.*, 2024).

A eliminação é renal e rápida, com meia-vida de eliminação curta, geralmente entre 60 e 120 minutos, sendo o principal fator limitante da duração de ação. Cerca de 24% a 37% da dose é excretada na urina em 6 horas, 25-40% em 24 horas e 60-70% em 72 horas. É crucial ressaltar que a maioria dos dados farmacocinéticos da naloxona foram obtidos em voluntários jovens e saudáveis, sendo a variabilidade na população-alvo (pacientes com overdose e tolerância a opioides) desconhecida e os estudos em populações especiais (como pacientes com disfunção hepática) ainda escassos. (SAARI *et al.*, 2024).

Diferença das Vias de Administração

As vias de administração da naloxona utilizadas na reversão de intoxicação por opioides incluem a intravenosa (IV), intramuscular (IM), subcutânea (SC) e intranasal (IN). No cenário de emergência, a via IV costuma ser a preferida porque tem início de ação muito rápido, em até 2 minutos, além de permitir titular a dose de forma precisa (WILLIAMS *et al.*, 2019). Por isso, é a mais usada no ambiente hospitalar. Quando não é possível obter acesso venoso, recorrem-se às vias IM e subcutânea SC, que apresentam início de ação clínico geralmente entre 2 e 5 minutos, sendo eficazes no pré-hospitalar. A via IM é a preferida, pois é mais estudada, permite doses previsíveis e é facilmente administrada em grandes músculos, sendo recomendada por diretrizes de emergência (DIETZE *et al.*, 2019). A via SC possui características farmacocinéticas semelhantes à IM, mas é menos utilizada na prática clínica, servindo como alternativa quando a IM não for viável. A via IN apresenta início de ação clínico geralmente entre 5 e 10 minutos, com pico de concentração plasmática (Tmax) entre 15 e 30 minutos, e biodisponibilidade aproximada de 30% a 50% em relação à via IM. Devido à absorção limitada,

muitas vezes é necessário administrar doses maiores ou reaplicações para intoxicações graves. Apesar dessas limitações, a via IN é amplamente utilizada no contexto pré-hospitalar pela facilidade de administração (DEZFULIAN *et al.*, 2021; MCDONALD *et al.*, 2018). Vale destacar que sua absorção pode ser prejudicada por condições comuns da cavidade nasal, como obstrução, secreções, epistaxe, rinite ou uso prévio de vasoconstritores, comprometendo a eficácia inicial (DIETZE *et al.*, 2019). Ademais, volumes superiores a 0,15 mL devem ser evitados para reduzir a perda do fármaco para a faringe, garantindo melhor absorção e efeito clínico (VAN LEMMEN *et al.*, 2025).

A duração do efeito da naloxona varia conforme a via utilizada: aproximadamente 30–45 minutos pela via intravenosa, 60–90 minutos pelas vias intramuscular ou subcutânea, e valores semelhantes à intramuscular pela via intranasal, dependendo da absorção e da dose administrada (FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, 2025). Em muitos casos, a duração da naloxona é menor do que a de opioides potentes, como o fentanil, o que pode levar à recorrência da depressão respiratória após uma melhora inicial. Por isso, pode haver necessidade de novas doses até que a ventilação esteja realmente estabilizada, ou de infusão contínua para prevenir a recidiva (SAARI *et al.*, 2024).

Quanto aos efeitos adversos, os mais graves, como edema pulmonar, arritmias e convulsões, tendem a ocorrer com doses mais altas ou com administração muito rápida, especialmente pela via IV (FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, 2025). A via IN geralmente causa menos agitação intensa, mas pode ser menos eficaz em intoxicações graves e exigir doses repetidas (STRAUSS *et al.*, 2024). Nas vias IM e SC, podem surgir reações locais inespecíficas, como dor, edema e eritema no local da injeção. Além disso, podem ocorrer náuseas, vômitos,

sudorese, tremores, taquicardia, hipertensão, irritabilidade e agitação, independentemente da via de administração (SAARI *et al.*, 2024).

Por fim, é essencial considerar o contexto clínico, o estado do paciente e os recursos disponíveis para escolher a via de administração mais adequada. A escolha influencia diretamente o início de ação, a biodisponibilidade e a duração do efeito da naloxona, bem como a necessidade de reaplicações e o risco de efeitos adversos. Independentemente da via utilizada (intravenosa, intramuscular, subcutânea ou intranasal), o objetivo principal é sempre restaurar a ventilação de forma rápida, segura e eficaz, garantindo a estabilização clínica do paciente.

Implicações Clínicas da Curta Meia Vida da Naloxona Comparada com a Meia Vida Longa dos Opioides

A naloxona apresenta farmacocinética marcada por início rápido de ação, porém com meia-vida curta, variando de 30 a 80 minutos por via intravenosa e cerca de 60 a 90 minutos pelas vias intramuscular e subcutânea (BRUNTON *et al.*, 2018). Já formulações intranasais, como o NARCAN®, demonstram meia-vida discretamente maior, em torno de 1,9 a 2,2 horas, pela absorção mais lenta pela mucosa nasal e maior variabilidade interindividual (RYAN & DUNNE, 2018). A curta meia-vida da naloxona explica o risco de renarcotização sempre que o opioide agonista permanece ativo por período superior ao do antagonista, o que pode exigir redoses ou inclusive infusão contínua. Esse risco é amplificado no contexto atual de uso crescente de opioides sintéticos altamente lipofílicos, como o fentanil e seus análogos, que são moléculas altamente lipossolúveis e penetram rapidamente no cérebro. Essas características estão associadas a perfis microfarmacocinéticos atípicos, capazes de dificultar o antagonismo competitivo pela naloxona e tornar a reversão mais

difícil, podendo exigir doses múltiplas ou mais elevadas. Essa combinação de elevada lipossolubilidade, rápida distribuição para o SNC e dinâmica local agonista-antagonista desfavorável contribui diretamente para o risco de retorno da toxicidade mesmo após melhora inicial (GILL *et al.*, 2019).

As meias-vidas dos principais opioides variam amplamente e determinam, de forma direta, a estratégia de monitorização após reversão. Opioides de duração curta, como morfina (meia-vida de cerca de 2h), tendem a exigir observação mais breve; entretanto, fármacos de meia-vida longa — especialmente metadona, com eliminação que pode variar entre 15 e 40 horas — impõem risco elevado de recorrência de toxicidade após o término da ação da naloxona (BRUNTON *et al.*, 2018). Já quanto aos opioides altamente lipofílicos, como fentanil, doses iniciais e cumulativas mais altas de naloxona têm sido utilizadas e podem ser necessárias para uma reversão adequada da toxicidade (MOE & GODWIN, 2020). Assim, a relação entre a meia-vida do opioide ingerido e a meia-vida do antagonista é um dos pilares da tomada de decisão no manejo da intoxicação aguda.

Recomendações e Diretrizes

O uso da naloxona está indicado para reverter completa ou parcialmente a depressão induzida por opioides, classicamente composta pela presença de pupilas puntiformes, inconsciência e depressão respiratória (UNODC & WHO, 2013). Esse medicamento pode ser usado por via endovenosa, intramuscular ou subcutânea. Por ser um antagonista opioide essencialmente puro, não apresenta atividade farmacológica expressiva quando usado em outras situações. A naloxona não causa dependência e não é passível de abuso (UNODC & WHO, 2013).

O foco primário de um quadro de intoxicação por opioide é a manutenção da via aérea e a

oxigenação do paciente, com adjuvância da naloxona (UNODC & WHO, 2013). A dosagem inicial de naloxona deve ser de 0,4mg a 2mg por via endovenosa. Caso não seja obtido o grau de neutralização ou melhora da função respiratória, a dose pode ser repetida em intervalos de 2 a 3 minutos. Caso não haja melhora após administração total de 10mg de naloxona, o diagnóstico de toxicidade por opioides deve ser questionado (BOYER, 2012). Sua duração varia de 30-90 minutos, o que normalmente é suficiente para reverter completamente uma intoxicação por opioide de ação rápida, entretanto, em caso de abuso de opioides de longa duração, novos bolus da medicação devem ser administradas (UNODC & WHO, 2013).

Em paradas cardiorrespiratórias (PCR) em ritmos não chocáveis - assistolia ou atividade elétrica sem pulso -, a intoxicação por opioides é uma causa potencialmente reversível e que deve ser prontamente manejada. Segundo a *American Heart Association*, o uso da naloxona nesses casos – PCR secundária à overdose de opioides - não deve ser administrado de maneira isolada. O manejo do paciente ser feito de maneira que priorize o reconhecimento precoce da PCR, realizando compressões de alta qualidade e ventilações adequadas. O uso da naloxona é importante, desde a sua administração não atrase o início da ressuscitação cardiopulmonar (AMERICAN HEART ASSOCIATION, 2025).

Além disso, é aceitável que a administração de naloxona seja administrada não só por socorristas, bem como por leigos; estudos observacionais demonstraram que programas comunitários de distribuição de naloxona estão associados a menores taxa de mortalidade. Não obstante, há a recomendação de que crianças e adultos que forem submetidos ao tratamento com naloxona recebam, após alta e melhora clínica, um medicamento dessa classe para controle e recidiva. Esse fato se dá por conta do ma-

ior risco de overdose fatal subsequente, a qual pode acontecer nos primeiros dias após a overdose inicial (AMERICAN HEART ASSOCIATION, 2025).

Titulação, Monitorização e Resposta aos Opioides Sintéticos Potentes

Titulação

A titulação deve ser feita para restaurar a respiração, evitando a precipitação de abstinência aguda, especialmente em pacientes dependentes. Sinais de abstinência incluem agitação, náusea, vômitos, sudorese, taquicardia, hipertensão e desconforto significativo. Para minimizar esses efeitos, recomenda-se usar a menor dose eficaz de naloxona, restaurando apenas a ventilação e reflexos de proteção de vias aéreas, sem buscar plena reversão do estado mental. (SKOLNICK, 2022).

A dose inicial recomendada é 0,4–2 mg IV, podendo ser repetida a cada 2–3 minutos até restauração da ventilação adequada. Em casos de overdose por opioides sintéticos ultra-potentes (fentanil, nitazenos), frequentemente são necessárias doses maiores ou infusão contínua. Modelos farmacológicos sugerem que doses IM de 5–10 mg podem ser necessárias para exposições elevadas de fentanil, pois doses convencionais (2 mg IM ou 4 mg IN) podem ser insuficientes para rápida reversão. A titulação deve ser guiada pela resposta clínica, priorizando a restauração da respiração sem precipitar abstinência aguda. Se não houver resposta após 10 mg, deve-se reconsiderar o diagnóstico de intoxicação por opioides (SKOLNICK, 2022).

Monitorização

Devido à curta duração da naloxona em relação a muitos opioides sintéticos, é fundamental manter vigilância contínua após reversão inicial, pois há risco significativo de recorrência da depressão respiratória. Doses repetidas ou infusão contínua podem ser necessárias, especialmente com opioides de ação prolongada ou

sintéticos ultra-potentes. O transporte hospitalar é recomendado para monitorização e manejo adicional, incluindo suporte ventilatório se necessário (BRITCH & WALSH, 2022).

Resposta a Opioides Sintéticos Potentes

A última década testemunhou uma transição marcante no perfil epidemiológico das overdoses por opioides, com predominância crescente de opioides sintéticos altamente potentes, como fentanil e seus análogos (carfentanil, acetil-fentanil). Esses compostos apresentam potência dezenas a milhares de vezes maior que a morfina e se tornaram o principal motor da mortalidade por overdose em diversos países. Vale ressaltar que o manejo moderno da overdose envolve não apenas naloxona, mas um modelo integrado de vigilância, protocolos rápidos de reanimação respiratória, infusões contínuas e estratégias de redução de danos (BRITCH & WALSH, 2022).

Lembrando que as principais complicações clínicas associadas aos opioides sintéticos envolvem: edema agudo de pulmão pós-reversão, risco de abstinência precipitada, risco elevado de renarcotização e bradicardia e eventos arrítmicos. Assim, enfatiza-se que overdoses por fentanil frequentemente exigem doses cumulativas maiores. Necessitando de estratégias inteligentes com dose inicial intravenosa ou intramuscular, seguida de escalonamento rápido a cada 2 a 3 minutos, associada à ventilação mecânica no mesmo momento. Após reversão dos sintomas e efeito da Naloxona, recomenda-se uso de infusão contínua de naloxona, sendo esta indispensável após reversão inicial quando a

overdose envolve fentanil, metadona, ou análogos de ação longa, há recorrência da sedação após bolus, ou quando houve necessidade de transporte prolongado ou intubação.

Diante de casos extremos, tais quais usuários crônicos, usar titulação mais lenta pode evitar síndrome de abstinência abrupta; já em gestantes, evitar administração antes do parto.

A resposta eficaz à overdose por opioides sintéticos potentes exige um modelo integrado que combine a intervenção rápida na via aérea, aliada a reversão titulada com naloxona em doses potencialmente altas, infusões contínuas e monitorização prolongada, além de uma abordagem integrada pós-alta com tratamento da dependência e auxílio psicossocial (BRITISH & WALSH, 2022).

CONCLUSÃO

O presente capítulo reforça a naloxona como pilar central na reversão da depressão respiratória aguda por opioides. Seu mecanismo antagonista competitivo a torna indispensável, especialmente diante do avanço de sintéticos potentes como o fentanil. A curta meia-vida da naloxona, em contraste com a longa ação de muitos opioides, exige monitorização contínua e, frequentemente, o uso de redoses ou infusão contínua para evitar a renarcotização. O manejo eficaz deve, assim, priorizar a ventilação e a titulação da dose, visando restaurar a respiração sem precipitar abstinência severa. A expansão de programas comunitários de distribuição da naloxona é crucial como estratégia de redução de danos para combater essa crise de saúde pública.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN HEART ASSOCIATION. Part 10: Adult and Pediatric Special Circumstances of Resuscitation. In: 2025 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*, v. 152, (suppl_2), 2025. DOI: 10.1161/CIR.0000000000001380.
- BOYER, E. W. Management of Opioid Analgesic Overdose. *New England Journal of Medicine*, v. 367, n. 2, p. 146-155, 2012. DOI: 10.1056/NEJMra1202561.
- BRITCH, S. C., WALSH, S. L. Treatment of opioid overdose: current approaches and recent advances. *Psychopharmacology (Berl)*. v. 239, n. 7, p. 2063-2081, 2022. DOI: 10.1007/s00213-022-06125-5.
- BRUNTON, L. L., HILAL-DANDAN, R., KNOLLMANN, B. C, eds. Goodman & Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics. 13th ed. New York: McGraw-Hill; 2018. Trechos disponíveis em: <https://accessmedicine.mhmedical.com>. Acesso em: 01 novembro 2025.
- DAILYMED. Naloxone Hydrochloride Injection, USP: drug label information. DailyMed, 2025. Disponível em: <https://dailymed.nlm.nih.gov/dailymed/drugInfo.cfm?setid=201fdebf-1736-4e52-9d7d-de14292547fd>. Acesso em: 1 dez. 2025.
- DEZFULIAN, C. *et al.* Opioid-Associated Out-of-Hospital Cardiac Arrest: Distinctive Clinical Features and Implications for Health Care and Public Responses: A Scientific Statement from the American Heart Association. *Circulation*, v. 143, n. 16, p. e836–e870, 2021. DOI:10.1161/CIR.0000000000000958.
- DIETZE, P., *et al.* Effect of Intranasal vs Intramuscular Naloxone on Opioid Overdose: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Netw Open*. v. 2, n. 11, p. 1914977, 2019. DOI:10.1001/jamanetworkopen.2019.14977.
- GILL, H., KELLY, E., HENDERSON, G. How the complex pharmacology of the fentanyl contributes to their lethality. *Addiction*. v. 114, n. 9, p. 1524-1525, 2019. DOI: 10.1111/add.14614.
- MCDONALD, R., *et al.* Pharmacokinetics of concentrated naloxone nasal spray for opioid overdose reversal: Phase I healthy volunteer study. *Addiction*, v. 113, n. 3, p. 484-493, 2018. DOI: 10.1111/add.14033.
- MOE, J. *et al.* Naloxone dosing in the era of ultra-potent opioid overdoses: a systematic review. *CJEM*, v. 22, n. 2, p. 178-186, 2020.
- NIELSEN, S. *et al.* Behavioural Effects and Naloxone Effectiveness With New Synthetic Opioids. *Drug Alcohol Review*, v. 45, n. 1, p. e70040, 2025. DOI: 10.1111/dar.70040.
- OPIOID OVERDOSE: preventing and reducing opioid overdose mortality. Discussion paper UNODC/WHO 2013. Disponível em: <https://www.unodc.org/docs/treatment/overdose.pdf>. Acesso em: 30/11/25.
- RYAN, S. A., DUNNE, R. B. Pharmacokinetic properties of intranasal and injectable formulations of naloxone for community use: a systematic review. *Pain Management*, v. 8, n. 3, p. 231-245, 2018. DOI: 10.2217/pmt-2017-0060.
- SAARI, T. I.; STRANG, J.; DALE, O. Clinical pharmacokinetics and pharmacodynamics of naloxone. *Clinical Pharmacokinetics*, v. 63, n. 4, p. 397–422, 2024. DOI: 10.1007/s40262-024-01355-6.
- SKOLNICK, P. Treatment of overdose in the synthetic opioid era. *Pharmacology Therapeutics*, v. 233, p. 108019, 2022. DOI: 10.1016/j.pharmthera.2021.108019.
- STRAUSS, D. G., LI, Z., CHATURBEDI, A., *et al.* Intranasal Naloxone Repeat Dosing Strategies and Fentanyl Overdose: A Simulation-Based Randomized Clinical Trial. *JAMA Netw Open*, v. 7, n. 1), p. 2351839, 2024. DOI:10.1001/jamanetworkopen.2023.51839.
- VAN LEMMEN, M. A. *et al.* A comparison of intramuscular (Zimhi) and intranasal naloxone (Narcan) in reversal of fentanyl-induced apnea: a randomized, crossover, open-label trial. *Nat Commun*, v.16, n. 1, p.4659, 2025. DOI: 10.1038/s41467-025-59932-7.
- WHALEN, K.; FINKEL, R.; PANAVELIL, T. A. Farmacologia ilustrada. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016.
- WILLIAMS, K. *et al.* Evidence-Based Guidelines for EMS Administration of Naloxone. *Prehospital Emergency Care*, v. 23, n. 6, p. 749-763, 2019. DOI: 10.1080/10903127.2019.1597955.

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 22

TRAUMAS ESPORTIVOS: ASPECTOS CLÍNICOS, DIAGNÓSTICOS E TERAPÊUTICOS

MARINA DOS SANTOS MAIA MEDEIROS¹
ANA CLARA RIBEIRO DE OLIVEIRA¹
ANA EDUARDA GRILLE LOMAR¹
BRENDA BARRETO DOS SANTOS¹
FERNANDA SILVA DE AZEVEDO¹
GIULIA HONÓRIO PADIGLIONE TEIXEIRA¹
JOÃO HENRIQUE SILVA PIMENTEL DE LEMOS¹
JULIA MAGALHÃES ABDALLA¹
LUIZA VERONESE SAID¹
LYNDA MAURITY LAGE¹
MARIA EDUARDA ALVES REIS¹
MARIA RITA MEYER ASSUNÇÃO¹
MATHEUS FERREIRA RAMOS DE OLIVEIRA¹
YASMIN VYCTORIA GOMES DE MATOS FARIA¹
YURI DOGLIO MENDES RIBEIRO¹

¹Discente - Medicina UNIGRANRIO - Universidade do Grande Rio Afya.

Palavras-chave: Trauma Esportivo; Manejo Clínico; Prevenção de Lesões.

DOI

10.59290/8635021992

P EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

Os traumas esportivos representam um importante problema de saúde pública, especialmente entre jovens e adultos fisicamente ativos. A incidência e o tipo de lesão variam conforme a faixa etária, o nível de competitividade e a modalidade esportiva praticada.

Um estudo demonstrou que futebol, judô e basquete apresentaram respectivamente (sendo um total de lesionados de 75% da amostra) a maior taxa de lesões, já o treinamento com peso, ciclismo e natação os mais baixos. Já no futebol, foi visto em outro estudo que a lesão mais comum foi na coxa no sexo masculino e lesões articulares e ligamentares no joelho e tornozelo em mulheres. As lesões mais comuns foram tensões musculares lombares, entorses de tornozelo e fraturas ósseas, sendo principalmente em tornozelos, joelhos e ombros. Ademais, foi visto que adolescentes com idades entre 14 e 17 sofrerem mais lesões por replicarem treinamentos feitos para adultos (PRIETO-GONZÁLEZ *et al.*, 2021; ROBLES-PALAZÓN *et al.*, 2022).

Foi visto também que meninos apresentam maior incidência de lesões por estarem mais expostos a atividades físicas e se exporem a situações de maior risco (CRUZ & MALACHIAS, 2025). Além disso, há maior número de lesões em esportes individuais (42%) por uso excessivo do que em esportes coletivos (33%) (FRANCO *et al.*, 2021). Diante disso, concussões e traumas cranianos relacionados à prática esportiva têm recebido atenção crescente, com incidência média global de 1,41 por 1.000 exposições atléticas e maior ocorrência em esportes de contato, como o futebol e as artes marciais. Conclui-se que esportes com colisão apresentam maior número de atletas lesionados e precisam ser o foco das intervenções para redução dos riscos (INGRAM *et al.*, 2025).

As lesões esportivas correspondem a um conjunto de agravos que acometem o sistema musculoesquelético em decorrência da prática de atividade física. A incidência elevada de traumas relacionados a exercícios físicos em jovens e adultos ocorre em um contexto de aumento global da prática recreativa e profissional de esportes (MIELKE *et al.*, 2021). Nessa perspectiva, a intensificação das cargas de treino, especialmente em esportes de alta demanda mecânica, relaciona-se intimamente às lesões osteomusculares (MOSEID *et al.*, 2019).

O nível de aptidão física e o risco de lesões em atletas de alta performance estão intimamente relacionados, já que a menor adaptabilidade corporal está associada ao maior risco de desenvolvimento de lesões, além de períodos prolongados de treinamento intenso, que são igualmente classificados como fator de risco (MOSEID *et al.*, 2019). A incidência de traumas esportivos varia conforme o tipo de exercício praticado, tempo de prática e se o caráter do exercício físico é recreativo ou competitivo (ROMBALDI *et al.*, 2014).

Existem preditores intrínsecos congênitos, geralmente inalteráveis, como sexo e faixa etária, e aqueles que resultam de fatores extrínsecos, os quais são determinados por fatores externos, como o tipo de prática, a qualidade da execução e a prevenção (ROMBALDI *et al.*, 2014).

Danos físicos que resultam da prática errônea ou não de atividades esportivas geram custos de avaliação, tratamento e reabilitação do atleta afetado. As disparidades em como dores e agravos relacionados ao esporte são administrados podem impedir a adesão ao esporte na rotina do praticante, já que a dificuldade de acesso ao atendimento médico e ao progresso dos tratamentos é desestimulante (PANDYA 2021).

O status socioeconômico e o acesso aos serviços de saúde exercem influência determinante

na incidência e no gerenciamento das lesões esportivas, uma vez que condicionam a qualidade das oportunidades de treinamento, a disponibilidade de estratégias de prevenção e a efetividade do tratamento e da reabilitação. Ademais, a prevenção relaciona-se com o atendimento inicial após a injúria. Assim, é importante incrementar uma conduta para a abordagem inicial, a fim de evitar efeitos residuais, ajudando na diminuição da ascensão da resposta inflamatória e no declínio da lesão, visando ao amparo do paciente (COMOSAKO *et al.*, s.d.).

Dado seu impacto na saúde coletiva e relevância clínica, este capítulo busca evidenciar os principais aspectos clínicos, terapêuticos e diagnósticos dos traumas esportivos. Além disso, o projeto tem como objetivo analisar fatores como condição física, tipo de esporte, mecanismos do trauma e manejo influenciam a incidência e a evolução das lesões, oferecendo uma base teórica que contribua para práticas mais seguras e para a redução de complicações.

MÉTODO

O presente estudo trata-se de uma revisão sistemática da literatura, realizada no período de setembro a novembro de 2025, com base em artigos consultados nas bases de dados PubMed e SciELO. Para a busca, foram utilizados os descritores “Trauma”, “sports” e “treatment”, combinados entre si pelo operador booleano *AND*, resultando em 684 artigos. Os critérios de inclusão definidos para análise mais aprofundada dos trabalhos foram: estudos do tipo ensaio clínico randomizado, meta-análise e relato de caso, publicados no intervalo de 25 anos (2000-2025), nos idiomas inglês, espanhol ou português, com disponibilidade gratuita de texto completo e que apresentassem relação reta com a temática de traumas esportivos. Foram excluídos os artigos duplicados, disponibilizados somente na forma de resumo, que não abordassem diretamente o tema proposto em seus tí-

tulos ou resumos, em idiomas que não fossem inglês; espanhol ou português e que não atendessem aos demais critérios de inclusão estabelecidos. Após triagem e análise crítica dos textos completos, somente 30 artigos foram selecionados para compor o presente estudo, por apresentarem relevância e pertinência para a temática investigada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Classificação e Mecanismos de Trauma

A classificação das lesões esportivas é fundamental para a compreensão dos mecanismos envolvidos, da gravidade do quadro e da definição das estratégias terapêuticas mais adequadas. Do ponto de vista epidemiológico e clínico, as lesões podem ser classificadas conforme o início em agudas, quando ocorrem de forma súbita durante um único evento, e por uso excessivo, quando se desenvolvem progressivamente em decorrência de microtraumas repetitivos e sobrecarga tecidual cumulativa (BICKLEY *et al.*, 2023). Há ainda as lesões repetitivas de início súbito, nas quais um tecido previamente fragilizado rompe-se de forma abrupta, como observado nas fraturas por estresse em atletas submetidos a cargas elevadas de treinamento.

Quanto ao mecanismo, as lesões podem ocorrer sem contato, quando não há interferência externa direta, por contato indireto, quando a força é transmitida ao segmento corporal por meio de outro atleta ou de um objeto, ou por contato direto, no qual o impacto atua imediatamente sobre o local lesionado, produzindo dano tecidual agudo (ROMBALDI *et al.*, 2014). Esses mecanismos variam conforme a modalidade esportiva, o gesto técnico envolvido e as condições ambientais, como superfície de jogo e equipamentos utilizados.

No que se refere ao tecido acometido, as lesões podem atingir tecidos moles, como músculos, tendões, ligamentos e pele, ou tecidos du-

ros, como cartilagens articulares e ossos. Em situações mais complexas, múltiplas estruturas podem ser lesionadas simultaneamente, configurando as chamadas lesões mistas, como ocorre nas luxações e subluxações. As lesões ligamentares são tradicionalmente graduadas em grau I, caracterizado por microlesões sem instabilidade; grau II, com ruptura parcial e instabilidade leve; e grau III, com ruptura completa e instabilidade articular importante. As lesões tendíneas podem ocorrer de forma aguda, sobretudo em regiões de menor suprimento sanguíneo, como no tendão de Aquiles, ou de forma crônica, nas tendinopatias por sobrecarga, que apresentam caráter predominantemente degenerativo. As fraturas, por sua vez, podem resultar de forças diretas, indiretas ou de impactos repetitivos menores, como nas fraturas por estresse, estando associadas a possíveis complicações, como infecção, síndrome compartimental, atraso de consolidação, trombose venosa profunda e embolia pulmonar (BICKLEY *et al.*, 2023).

Além disso, os traumas também podem ser classificados conforme o tipo de energia envolvida, em baixa ou alta energia, conforme a extensão corporal atingida, em lesão isolada ou politrauma, e conforme a localização anatômica, como cranioencefálico, torácico, abdominal, pélvico ou de extremidades. A análise do mecanismo do trauma é essencial para a compreensão do padrão de lesão, pois diferentes forças, como impacto direto, compressão, desaceleração, cisalhamento e penetração, produzem danos específicos aos tecidos, influenciando diretamente a abordagem diagnóstica, o prognóstico e a conduta terapêutica.

Avaliação Clínica e Diagnósticos

A avaliação clínica do atleta lesionado deve ser sistemática, organizada e baseada na priorização das funções vitais, especialmente nas situações de trauma agudo. A abordagem inicial

segue a sequência ABCDE do protocolo *Advanced Trauma Life Support*, com avaliação das vias aéreas associada à proteção da coluna cervical, análise da respiração e da oxigenação, controle da circulação e das hemorragias, avaliação neurológica por meio da Escala de Coma de Glasgow e, por fim, exposição completa do paciente, com rigoroso controle térmico (AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2018). Essa sistematização permite a rápida identificação de condições potencialmente fatais, reduz a mortalidade e minimiza o risco de sequelas.

Após a estabilização inicial, a anamnese esportiva direcionada torna-se etapa indispensável da avaliação. Deve incluir a modalidade praticada, o mecanismo da lesão, o momento de início e a evolução dos sintomas, a intensidade da dor, a presença de sintomas sistêmicos, além do uso de medicamentos, suplementos ou substâncias estimulantes. Também é fundamental investigar antecedentes de síncope ao esforço, rabdomiólise, cardiopatias, doenças metabólicas, lesões prévias e histórico familiar de morte súbita. Essas informações permitem a identificação de fatores de risco, a construção de hipóteses diagnósticas mais precisas e o planejamento de estratégias seguras de tratamento e retorno ao esporte (BICKLEY *et al.*, 2023).

O exame físico deve ser conduzido de forma direcionada pelas informações obtidas na anamnese e pelo mecanismo de trauma envolvido. Inicia-se pela inspeção, com o objetivo de identificar edema, deformidades, feridas, hematomas e assimetrias, seguida da palpação comparativa dos segmentos corporais. Avaliam-se, ainda, a mobilidade ativa e passiva, a força muscular, a estabilidade articular, a sensibilidade, os reflexos e a coordenação motora. Testes clínicos específicos auxiliam na avaliação dos principais segmentos, destacando-se os testes de Jobe e Gerber para o ombro, McMurray, La-

chman e testes das gavetas para o joelho, Thompson para o tendão de Aquiles e FABER e Trendelenburg para o quadril.

Os exames complementares desempenham papel decisivo na confirmação diagnóstica, na estratificação da gravidade e no planejamento terapêutico. A radiografia é o método inicial na investigação de fraturas e luxações. A tomografia computadorizada está indicada para fraturas complexas, politraumas e traumatismos cranioencefálicos, enquanto a ressonância magnética constitui o exame de escolha para a avaliação de ligamentos, músculos, cartilagens e lesões por sobrecarga óssea. A ultrassonografia musculoesquelética destaca-se como método dinâmico, útil na avaliação de músculos, tendões e bursas, no acompanhamento evolutivo das lesões e na realização de procedimentos guiados (TAN & BAEK, 2021).

Conduta e Manejo Inicial

O manejo inicial das lesões esportivas deve ser rápido, seguro e direcionado à prevenção de agravamentos, controle da dor e melhor prognóstico funcional. A primeira conduta consiste na imobilização da área acometida, utilizando talas, ataduras ou faixas que estabilizam a articulação acima e abaixo da lesão, reduzindo a dor e prevenindo danos adicionais durante o transporte (FLEGEL, 2014). Em fraturas expostas, não se deve tentar reposicionar o osso, sendo indicada apenas a proteção do ferimento, a imobilização e o encaminhamento imediato para intervenção cirúrgica (CLEVELAND CLINIC, 2024). Já na suspeita de lesão da coluna vertebral, a imobilização deve ser imediata e rigorosa, a fim de evitar agravamento neurológico (AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2018).

O transporte do atleta deve ser definido conforme a gravidade. Em quadros leves, com dor mínima e capacidade de marcha assistida,

pode-se utilizar transporte com apoio. Em situações de dor intensa ou incapacidade de locomoção, o transporte deve ser feito em maca (FLEGEL, 2014). Nos casos graves, deve-se acionar o serviço de emergência, como o SAMU ou ambulância disponível em eventos esportivos, especialmente em estádios, que devem dispor de unidades equipadas com desfibriladores automáticos externos (SCHUMACHER *et al.* 2024).

Entre as condutas imediatas, o protocolo RICE (*rest, ice, compression, elevation*) permanece amplamente utilizado no manejo inicial das lesões esportivas, com o objetivo de reduzir dor, edema e sangramento local (CLEVELAND CLINIC, 2024). O repouso evita o agravamento do quadro; o gelo auxilia no controle agudo da dor e do edema, embora não haja comprovação consistente de aceleração da cicatrização, devendo ser aplicado por 10 a 20 minutos por sessão (ALHARBI *et al.*, 2020). A compressão favorece o controle do edema e a estabilidade local, enquanto a elevação do membro acima do nível do coração facilita a drenagem venosa (FLEGEL, 2014; SANT'ANNA *et al.*, 2021). O protocolo PRICE acrescenta a etapa de proteção, reforçando a prevenção de novos agravos (FLEGEL, 2014).

Em lesões graves, pode ser necessária intervenção cirúrgica, como nas rupturas do manguito rotador, frequentes em esportes que exigem esforço do ombro, e nas lesões do ligamento cruzado anterior, que comprometem a estabilidade do joelho (ASSUNÇÃO & LEAL, 2024). Algumas fraturas também exigem correção cirúrgica para garantir alinhamento adequado e prevenir complicações (CLEVELAND CLINIC, 2024). Nesses casos, pode ser necessária internação hospitalar, assim como em traumas neurológicos ou de grande impacto (ABOUHASHEM, 2023).

Nos quadros de politrauma esportivo, o atendimento inicial deve seguir rigorosamente os princípios do ATLS, priorizando vias aéreas com proteção cervical, estabilização circulatória com controle de hemorragias e reposição volêmica criteriosa, considerando inicialmente o choque como hemorrágico (AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2018; IMED, 2024). A analgesia deve ser instituída precocemente, com fármacos como fentanil ou cetamina, que apresentam menor impacto hemodinâmico (AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2018; GREEN & KRAUSS, 2004). A avaliação neurológica é feita pela Escala de Coma de Glasgow, permitindo classificar o traumatismo cranioencefálico (BRASIL, 2016).

No contexto esportivo, a concussão é caracterizada como um traumatismo cranioencefálico leve induzido por forças biomecânicas, cursando com sintomas transitórios como cefaleia, tontura e confusão mental (MCCRORY *et al.*, 2017). Diante da suspeita, o atleta deve ser imediatamente afastado da atividade, sendo proibido o retorno no mesmo dia (PATRICIOS *et al.*, 2023). O retorno ao esporte deve ocorrer de forma gradual, após 24 a 48 horas, seguindo protocolos progressivos de esforço. Casos de sintomas persistentes ou múltiplas concussões exigem avaliação especializada e podem indicar afastamento prolongado ou definitivo da prática esportiva.

Prevenção

A alta incidência de traumas esportivos e o impacto sobre o desempenho e a saúde dos atletas tornam indispensável a adoção de estratégias preventivas abrangentes. Diretrizes do *American College of Sports Medicine* (ACSM, 2022) indicam que programas preventivos bem estruturados podem reduzir em até 50% a ocorrência de lesões, combinando medidas como uso adequado de equipamentos de proteção,

fortalecimento muscular e controle de carga. O emprego correto de capacetes, joelheiras e protetores bucais reduz significativamente fraturas, concussões e traumas faciais, com quedas expressivas nas lesões odontológicas segundo recomendações da ACSM.

Além disso, revisões internacionais mostram que programas de fortalecimento muscular, treinamento neuromuscular e exercícios proprioceptivos diminuem em até 50% a incidência de rupturas do ligamento cruzado anterior e lesões de tornozelo quando aplicados de forma consistente ao longo da temporada. A educação contínua de atletas e equipes técnicas também é fundamental, pois melhora a percepção de risco, corrige padrões motores inadequados e auxilia no controle da sobrecarga, efeito reforçado pela Organização Mundial da Saúde (SCHUMACHER *et al.*, 2024).

A implementação de protocolos de segurança, juntamente com supervisão médica adequada, favorece a detecção precoce de lesões graves e orienta decisões seguras sobre retorno ao esporte, conforme os consensos internacionais sobre concussão e diretrizes de atendimento ao trauma. Por fim, o acompanhamento fisioterápico e nutricional é essencial para corrigir desequilíbrios musculoesqueléticos, otimizar a recuperação e reduzir o risco de fadiga, fator reconhecido como predisponente para lesões segundo diretrizes internacionais (FRANCO *et al.*, 2021).

Complicações e Prognósticos

Acerca das complicações dos traumas esportivos, estas variam conforme o tipo de lesão, a energia envolvida, o tempo até o atendimento e a adequação do manejo inicial. Entre as principais complicações musculoesqueléticas destacam-se a instabilidade articular crônica, rigidez, dor persistente, atrofia muscular e atraso de consolidação ou pseudartrose nas fraturas, es-

pecialmente quando há imobilização inadequada ou retorno precoce ao esporte (BICKLEY *et al.*, 2023; CLEVELAND CLINIC, 2024).

As complicações vasculares incluem a trombose venosa profunda e o tromboembolismo pulmonar, particularmente em fraturas de membros inferiores, imobilizações prolongadas e politraumas. Outra condição grave é a síndrome compartimental, caracterizada por aumento da pressão intracompartimental com risco de isquemia muscular e lesão neurológica irreversível, sendo considerada emergência cirúrgica (BICKLEY *et al.*, 2023; AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2018).

No âmbito neurológico, as concussões podem evoluir com síndrome pós-concussional, cursando com cefaleia persistente, tontura, alterações cognitivas e distúrbios do sono. Casos repetidos aumentam o risco de déficits neurocognitivos tardios e comprometimento funcional prolongado, reforçando a importância do afastamento imediato e do retorno gradual ao esporte (McCRORY *et al.*, 2017; PATRÍCIOS *et al.*, 2023).

As fraturas expostas e procedimentos cirúrgicos estão associados a complicações infecciosas, como infecção de sítio cirúrgico e osteomielite, que prolongam o tempo de reabilitação e podem comprometer definitivamente o desempenho esportivo (CLEVELAND CLINIC, 2024). Em situações de trauma de alta energia, sobretudo no politraumatizado, podem ocorrer complicações sistêmicas como rabdomiólise, choque, insuficiência respiratória e disfunção de múltiplos órgãos, com impacto direto na morbimortalidade (AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2018; ABOUHASHEM, 2023).

Dessa forma, o reconhecimento precoce dos sinais de gravidade, a aplicação rigorosa dos

protocolos de atendimento ao trauma e a condução adequada da reabilitação são fundamentais para reduzir a ocorrência de complicações, prevenir sequelas permanentes e garantir retorno seguro às atividades esportivas.

Discussão

O trauma esportivo deve ser compreendido como parte de uma linha de cuidado contínua, que se inicia no local da lesão, passa pelo atendimento pré-hospitalar e hospitalar e se estende até a reabilitação e o retorno ao esporte. A abordagem inicial baseada no protocolo ABCDE do ATLS garante a identificação precoce de situações com risco iminente de vida, orientando decisões críticas como proteção de vias aéreas, estabilização hemodinâmica e priorização de exames de imagem (AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2018; BRASIL, 2016).

A medicina esportiva, por sua vez, amplia essa lógica ao incorporar a dimensão funcional e longitudinal do cuidado, considerando o gesto esportivo, o histórico de lesões, os fatores de risco intrínsecos e extrínsecos e as metas de retorno ao esporte. Nos quadros graves, como politraumas, traumatismo cranioencefálico e rabdomiólise, a medicina intensiva assume papel central, integrando suporte avançado de vida às particularidades fisiológicas do atleta, que frequentemente apresenta elevada reserva cardiopulmonar e compensação hemodinâmica prolongada (BICKLEY *et al.*, 2023).

A integração efetiva entre essas áreas depende de comunicação estruturada, protocolos institucionais e registro clínico detalhado, de modo que decisões tomadas na fase aguda impactem diretamente o planejamento da reabilitação e o prognóstico funcional.

As modalidades esportivas apresentam perfis distintos de risco, determinados pela biomecânica, pelo nível de contato e pela intensidade das demandas físicas. Esportes coletivos de alta

velocidade, como futebol e basquete, concentram maior número de traumas agudos, com destaque para lesões ligamentares de joelho e tornozelo, contusões musculares e concussões (ROBLES-PALAZÓN *et al.*, 2022).

Em contrapartida, modalidades individuais com movimentos repetitivos, como corrida, natação e ginástica, apresentam maior prevalência de lesões por sobrecarga, principalmente tendinopatias e fraturas por estresse (FRANCO *et al.*, 2021). Nas artes marciais, há maior heterogeneidade: esportes de impacto direto associam-se a maior risco de concussões, enquanto no jiu-jítsu predominam lesões articulares por alavancas e imobilizações.

O reconhecimento desses padrões orienta o raciocínio diagnóstico, a escolha de exames complementares e o planejamento da reabilitação, além de fundamentar programas preventivos específicos para cada modalidade.

Além disso, o atendimento precoce e sistematizado é determinante para a redução da mortalidade e das sequelas no trauma esportivo. A aplicação rigorosa do ABCDE reduz o risco de hipóxia, hipoperfusão cerebral e lesão neurológica secundária, fatores diretamente associados a maus desfechos (AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2018).

No âmbito musculoesquelético, medidas como imobilização adequada, controle precoce de hemorragias e encaminhamento oportuno previnem complicações como instabilidade crônica e síndrome compartimental. O manejo moderno das lesões de tecidos moles passou a priorizar o protocolo PEACE & LOVE, que substitui o repouso absoluto e o uso excessivo de crioterapia por carga progressiva e exercícios terapêuticos precoces (DUBOIS & ESCULIER, 2020).

O reconhecimento imediato da concussão, com afastamento obrigatório do atleta e retorno progressivo baseado em critérios, reduz o risco

de recorrência e de déficits neurocognitivos tardios (MCCRORY *et al.*, 2017; PATRICIOS *et al.*, 2023). Em politraumas, a rapidez no transporte e no acesso a centros com tomografia e UTI impacta diretamente a incidência de choque refratário, insuficiência respiratória e disfunção de múltiplos órgãos.

Outrossim, o ultrassom *point-of-care* (POCUS) vem se consolidando como ferramenta essencial no trauma, permitindo diagnóstico imediato de hemoperitônio, pneumotórax, derrames pleurais e tamponamento cardíaco à beira do leito, além de auxiliar na avaliação musculoesquelética dinâmica (AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2018).

Os dispositivos vestíveis permitem monitorar parâmetros fisiológicos e carga de treino em tempo real, auxiliando na prevenção de lesões por sobrecarga e na detecção precoce de fadiga acumulada. A inteligência artificial desponta como ferramenta promissora para estratificação de risco, apoio à decisão clínica e predição de complicações em terapia intensiva.

Apesar do potencial, a incorporação dessas tecnologias exige validação científica, regulação ética e atenção à privacidade dos dados, para que os avanços se traduzam em benefício clínico real.

CONCLUSÃO

Os traumas esportivos constituem um importante desafio clínico, epidemiológico e terapêutico, especialmente em populações jovens e atletas de modalidades que envolvem alta demanda física ou risco de colisão. A literatura evidencia que a incidência de lesões varia conforme a idade, o sexo, o tipo de esporte e o nível de competitividade, destacando a necessidade de estratégias preventivas específicas para cada contexto esportivo. Além disso, modalidades de contato e aquelas que exigem movimentos re-

petitivos apresentam maior prevalência de lesões agudas e por sobrecarga, reforçando a importância do preparo físico adequado, monitoramento técnico e educação em saúde para atletas e treinadores.

A correta compreensão dos mecanismos de trauma e das diferentes formas de classificação das lesões é essencial para orientar tanto a avaliação inicial quanto o manejo definitivo. A abordagem clínica baseada no protocolo ABCDE, associada ao uso criterioso de exames de imagem e à identificação precoce de sinais de gravidade, permite um atendimento seguro e eficiente, reduzindo o risco de sequelas funcionais. Da mesma forma, intervenções imediatas, como imobilização adequada, controle de dor e edema, e definição do transporte apropriado, desempenham papel crucial no prognóstico.

No que se refere ao tratamento, medidas conservadoras — como o protocolo RICE e sua variação PRICE — continuam sendo fundamentais na fase inicial, embora sua eficácia deva ser ajustada conforme o tipo de lesão e no-

vas evidências científicas. Por outro lado, a cirurgia tem papel decisivo em casos de ruptura ligamentar, tendínea, fraturas complexas e outras lesões graves, sendo indispensável para recuperação funcional, especialmente em atletas de alto rendimento. Em situações de politrauma, o manejo segue os princípios do ATLS, priorizando estabilização hemodinâmica, proteção das vias aéreas e prevenção de complicações sistêmicas.

Portanto, o enfrentamento dos traumas esportivos requer uma abordagem multidisciplinar, integrando prevenção, diagnóstico rápido e terapêutica individualizada. Investir em programas de educação, vigilância epidemiológica e capacitação de profissionais da saúde e do esporte é essencial para reduzir a incidência de lesões, otimizar o retorno às atividades e preservar a saúde e o desempenho dos atletas. Este capítulo reforça que o conhecimento aprofundado sobre epidemiologia, mecanismos de trauma e condutas baseadas em evidências é fundamental para garantir atendimento de excelência e promover práticas esportivas mais seguras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOUHASHEM, S. Neurosurgical Sports Injury: An Established Unit. *Egyptian Journal of Neurosurgery*, v. 38, p. 1–9, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41984-023-00200-5>.

ALHARBI, A. *et al.* The Effectiveness of Cryotherapy in the Management of Sports Injuries. *Saudi Journal of Sports Medicine*, v. 20, p. 1–5, 2020. DOI: https://doi.org/10.4103/sjms.sjms_21_20.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 11. ed. Philadelphia: Wolters Kluwer, 2022.

AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS. *ATLS: Advanced Trauma Life Support – Student Course Manual*. 10. ed. Chicago: ACS, 2018.

ASSUNÇÃO, H. Lesão do manguito rotador. São Paulo: Ortopedia e Ombro, s.d. Disponível em: <https://ortopediaeombro.com.br/lesao-do-manguito-rotador/>. Acesso em: 04 dez. 2025.

BICKLEY, S. *et al.* *Bates' Guide to Physical Examination and History Taking*. 13. ed. Philadelphia: Wolters Kluwer, 2023. Disponível em: <https://apn.lwwhealthlibrary.com/book.aspx?bookid=2964>. Acesso em: 26 nov. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Protocolos de Suporte Básico de Vida*. Brasília: Ministério da Saúde, 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/saes/samu-192/publicacoes/protocolo-de-suporte-basico-de-vida-1-2.pdf/view>. Acesso em: 27 nov. 2025.

CLEVELAND CLINIC. Sports injuries. Cleveland, 2024. Disponível em: <https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/22093-sports-injuries#overview>. Acesso em: 27 nov. 2025.

COMOSAKO, V. *et al.* Acidentes no esporte: prevenção e abordagem inicial às vítimas. In: *Teoria e Prática em Trauma e Emergência*. São Paulo: Editora Pasteur, s.d, p. 280–286. DOI: 10.59290/978-65-6029-132-4.34.

CRUZ, A.; MALACHIAS, A. Epidemiologia das fraturas em crianças e adolescentes: padrões lesionais e prevenção de trauma. *Journal Archives of Health*, v. 6, n. 4, p. 3337, 2025. DOI: <https://doi.org/10.46919/archv6n4espec-16229>.

DUBOIS, B.; ESCULIER, F. Soft-tissue injuries simply need PEACE and LOVE. *British Journal of Sports Medicine*, v. 54, n. 2, p. 72–73, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101253>.

FLEGEL, J. *Primeiros socorros no esporte*. 2. ed. São Paulo: Manole, 2014. Disponível em: <https://www.estantevirtual.com.br/livro/primeiros-socorros-no-esporte-0GN-5503-000-BK>. Acesso em: 28 nov. 2025.

FRANCO, M. *et al.* Prevalence of overuse injuries in athletes from individual and team sports: A systematic review with meta-analysis and GRADE recommendations. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, v. 25, n. 5, p. 500–513, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2021.04.013>.

GREEN, S.; KRAUSS, B. Ketamine is a safe, effective, and appropriate technique for emergency department paediatric procedural sedation. *Emergency Medicine Journal*, v. 21, p. 271–272, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1136/emj.2004.015370>.

IMED – Instituto Meridional. *Protocolo: Atendimento ao Politraumatizado*. Passo Fundo: IMED, 2024. Disponível em: https://imed.org.br/wp-content/uploads/2024/10/Protocolo_Atendimento-ao-Politraumatizado.pdf. Acesso em: 28 nov. 2025.

INGRAM, V. *et al.* The Incidence of Sports-Related Concussion in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine – Open*, v. 11, n. 1, p. 36, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40798-025-00834-9>.

LEAL, D. Lesões do joelho em atletas: quando a cirurgia é a melhor opção?. São Paulo, 2024. Disponível em: <https://drdanielleal.com.br/lesoes-do-joelho-em-atletas-quando-a-cirurgia-e-a-melhor-opcao>. Acesso em: 29 nov. 2025.

McCRORY, P. *et al.* Consensus statement on concussion in sport – the 5th international conference on concussion in sport held in Berlin, October 2016. *British Journal of Sports Medicine*, v. 51, p. 838–847, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097699>.

MIELKE, I. *et al.* Leisure time physical activity among Brazilian adults: National Health Survey 2013 and 2019. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 24, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1980-549720210008.supl.2>.

MOSEID, H. *et al.* The association between physical fitness level and number and severity of injury and illness in youth elite athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, v. 29, p. 1736–1748, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/sms.13498>.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (WHO). Physical activity. Geneva: WHO, s.d. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>. Acesso em: 27 nov. 2025.

PANDYA, N. Disparities in Youth Sports and Barriers to Participation. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, v. 14, p. 441–446, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ocl.2020.08.004>.

PATRICIOS, J. *et al.* Consensus statement on concussion in sport: the 6th International Conference on Concussion in Sport – Amsterdam, October 2022. *British Journal of Sports Medicine*, v. 57, p. 695–711, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2023-106898>.

PRIETO-GONZÁLEZ, P. *et al.* Epidemiology of Sports-Related Injuries and Associated Risk Factors in Adolescent Athletes: An Injury Surveillance. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph18094857>.

ROBLES-PALAZÓN, J. *et al.* Epidemiology of injuries in male and female youth football players: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sport and Health Science*, v. 11, p. 681–695, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.10.002>.

ROMBALDI, A. *et al.* Prevalência e fatores associados à ocorrência de lesões durante a prática de atividade física. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 20, p. 190–194, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1517-86922014200301709>.

SANT’ANNA, J. *et al.* Lesões ortopédicas e fisioterapia no esporte: uma revisão narrativa. *Fisioterapia e Pesquisa*, v. 28, n. 4, p. 421–427, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0041-1731417>.

SCHUMACHER, Y. *et al.* Medical services at the FIFA World Cup Qatar 2022. *British Journal of Sports Medicine*, p. 42–49, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2023-106855>.

TAN, Q.; BAEK, A. Ultrassonografia musculoesquelética e sua aplicação na medicina do esporte. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 27, n. 8, p. 764–766, 2021. DOI: https://doi.org/10.1590/1517-8692202127082021_0349.

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 23

PAPEL DA IMOBILIZAÇÃO DA COLUNA VERTEBRAL NO ATENDIMENTO PRÉ HOSPITALAR EM LESÕES DA COLUNA VERTEBRAL

ANUAR AIMAN DIB KHALED¹
VICTOR AUGUSTO FERNANDES TORRES¹

¹Discente - Medicina da Universidade Franciscana.

Palavras-chave: Imobilização da Coluna; Spinal Motion Restriction; Emergências Traumáticas.

DOI

10.59290/1350165904

P EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

A imobilização da coluna vertebral no atendimento pré-hospitalar (APH) consolidou-se, ao longo das últimas décadas, como uma das práticas mais difundidas e, paradoxalmente, mais controversas da medicina de emergência. Durante muitos anos, bastava a mínima suspeita de trauma para que se aplicasse automaticamente colar cervical e prancha rígida, sustentando-se a crença de que qualquer micromovimento seria capaz de transformar uma lesão vertebral estável em dano neurológico irreversível. Essa lógica, embora intuitiva, foi construída mais sobre um temor fisiológico tradicional do que sobre evidências robustas (KWAN *et al.*, 2001).

Contudo, o cenário contemporâneo revela um paradoxo preocupante: embora sistemas de saúde ainda empreguem imobilizações rígidas de maneira indiscriminada, estudos biomecânicos e análises prospectivas demonstram que essa prática não reduz mortalidade, não previne déficits neurológicos e pode, em circunstâncias específicas, piorar desfechos clínicos (HAUT *et al.*, 2010). Assim como no trauma cranioencefálico, cuja abordagem histórica já passou por revisão crítica, o trauma raquimedular também tem sido reinterpretado sob uma perspectiva ética e científica atualizada.

Nesse contexto emerge o conceito de *Spinal Motion Restriction* (SMR), que não busca imobilizar rigidamente o paciente, mas restringir seletivamente movimentos potencialmente perigosos, priorizando conforto, fisiologia e eficiência operacional. Essa abordagem exige raciocínio clínico fundamentado, considerando a cinemática do trauma, o estado neurológico e o risco real de instabilidade vertebral (NAEMSP, 2015; USFA, 2018).

O objetivo deste estudo é analisar a evolução da imobilização vertebral no APH, discutir suas limitações à luz das evidências científicas

contemporâneas e apresentar os princípios e aplicações do *Spinal Motion Restriction* (SMR) como alternativa moderna e baseada em boas práticas.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão narrativa fundamentada em literatura científica atual sobre a imobilização da coluna vertebral no atendimento pré-hospitalar (APH) e a transição para o modelo de *Spinal Motion Restriction* (SMR). A pesquisa bibliográfica foi realizada entre agosto e novembro de 2024, utilizando as bases de dados PubMed, SciELO, LILACS, Medline e documentos oficiais de sociedades internacionais de emergência e trauma. Foram empregados como descritores, isoladamente e em combinação: *spinal immobilization*; *spinal motion restriction*; *prehospital trauma care*; *cervical spine injury*; *NEXUS criteria*; *Canadian C-Spine Rule*; *prehospital guidelines*.

A busca inicial resultou em aproximadamente 140 estudos, entre artigos originais, metanálises, revisões sistemáticas, diretrizes internacionais e consensos profissionais. Os critérios de inclusão foram: publicações nos idiomas inglês, português ou espanhol; estudos publicados entre 1998 e 2024; textos disponíveis na íntegra; e trabalhos que abordassem fisiopatologia da coluna, riscos e limitações da imobilização rígida, dispositivos utilizados no APH, critérios clínicos de decisão (NEXUS e CCR) e diretrizes contemporâneas sobre SMR. Os critérios de exclusão incluíram: artigos duplicados, estudos com metodologia insuficiente, textos que não discutiam diretamente o manejo da coluna no APH ou que abordavam exclusivamente contextos hospitalares tardios.

Após a aplicação dos critérios de elegibilidade, 63 artigos permaneceram para análise detalhada. Esses estudos foram submetidos à leitura minuciosa, resultando na organização dos

achados em eixos temáticos consistentes com a estrutura do capítulo: evolução histórica, fundamentos biomecânicos, dispositivos e seus efeitos adversos, critérios clínicos contemporâneos para tomada de decisão e implementação operacional do SMR. Além disso, documentos de referência — como o posicionamento conjunto da NAEMSP e do *American College of Surgeons*, e diretrizes do NICE e do *European Resuscitation Council* — foram incluídos para assegurar alinhamento às melhores práticas internacionais.

Os resultados foram sintetizados de forma descritiva, integrando evidências fisiológicas, diretrizes modernas e análise crítica comparativa entre o modelo de imobilização rígida e o paradigma atual de SMR. Essa integração permitiu construir um capítulo coerente, atualizado e aplicável ao contexto do APH brasileiro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da literatura demonstra que a imobilização rígida da coluna vertebral no atendimento pré-hospitalar foi historicamente aplicada como um reflexo automático, fundamentada na ideia de que qualquer mobilização poderia agravar lesões instáveis. Entretanto, os estudos revisados indicam que essa concepção tradicional não se sustenta diante das evidências atuais. Pesquisas biomecânicas mostram que micro-movimentos fisiológicos, como aqueles produzidos pela respiração ou pela movimentação voluntária suave, raramente aumentam o risco de dano neurológico, enquanto intervenções rígidas e prolongadas podem gerar efeitos adversos significativos, como aumento da pressão intracraniana, restrição ventilatória, dor, ansiedade e formação precoce de úlceras por pressão (STONE *et al.*, 2014; ANNALS OF EMERGENCY MEDICINE, 2015).

Outro aspecto observado nas publicações é que a imobilização universal, amplamente difundida desde a consolidação do ATLS nas décadas de 1970 e 1980, não apresenta comprovação científica de redução de mortalidade ou de prevenção de déficits neurológicos secundários. Evidências comparativas demonstram que regiões que não utilizam imobilização sistemática não apresentam maiores índices de deterioração neurológica (HAUSWALD *et al.*, 1998), indicando que a prática tradicional foi mantida mais por temor histórico do que por benefício real. Essa constatação impulsionou uma reavaliação ética e técnica das condutas pré-hospitalares, resultando no desenvolvimento do conceito de *Spinal Motion Restriction* (SMR).

O SMR surge como resposta às limitações da imobilização rígida, propondo uma abordagem fisiológica que prioriza a restrição seletiva de movimentos realmente perigosos. Em vez de “engessar” o paciente, recomenda-se restringir manualmente a coluna de forma inicial, permitir a posição de conforto e utilizar dispositivos apenas quando houver indicação clínica clara. Essa mudança só foi possível devido à validação de instrumentos como o NEXUS e o *Canadian C-Spine Rule*, que demonstraram elevada sensibilidade para identificar pacientes com risco real de lesão instável. Quando esses critérios são negativos, a imobilização deixa de oferecer benefício clínico e pode até representar risco adicional (HOFFMAN *et al.*, 2000; STIELL *et al.*, 2001).

A literatura também destaca que muitos dos efeitos adversos da imobilização rígida são decorrentes de suas próprias características estruturais: o colar cervical compromete o retorno venoso jugular, elevando a pressão intracraniana; a prancha longa reduz a expansão torácica, limita a complacência pulmonar e contribui para hipoventilação; e a permanência prolongada sobre superfícies rígidas aumenta o risco de le-

sões por pressão em poucos minutos. Esses achados foram determinantes para que diretrizes internacionais, como as da NAEMSP e do *American College of Surgeons*, revisassem suas recomendações, defendendo a utilização restrita e racional dos dispositivos tradicionais.

No conjunto, os estudos analisados demonstram que a mudança de paradigma — da imobilização rígida universal para o SMR — constitui não apenas uma atualização técnica, mas uma evolução ética importante no atendimento ao trauma. A abordagem contemporânea se fundamenta na proteção dinâmica, na compreensão da biomecânica natural da coluna e na redução dos riscos iatrogênicos, promovendo um cuidado mais seguro, mais confortável e mais alinhado à medicina baseada em evidências.

CONCLUSÃO

A revisão da literatura evidencia que a imobilização rígida da coluna vertebral no atendimento pré-hospitalar, embora tradicionalmente aplicada como medida universal de proteção, não encontra sustentação sólida na medicina baseada em evidências. Observou-se que grande parte dessa prática se desenvolveu a partir do temor histórico de deterioração neurológica, e não de resultados comprovados. Os estudos analisados mostram que micromovimentos fisiológicos raramente agravam lesões, enquanto a permanência prolongada em dispositivos rígidos pode gerar danos significativos, como aumento da pressão intracraniana, comprometimento ventilatório e formação precoce de úlceras por pressão. Esses achados reforçam que a

imobilização indiscriminada, além de pouco eficaz, pode ser prejudicial.

Em contrapartida, o modelo de *Spinal Motion Restriction* (SMR) apresenta uma alternativa mais segura, fisiológica e coerente com o funcionamento natural da coluna, ao priorizar a restrição seletiva de movimentos realmente perigosos. A adoção de critérios clínicos validados — como NEXUS e *Canadian C-Spine Rule* — mostrou-se fundamental para orientar decisões mais precisas e reduzir a aplicação desnecessária de dispositivos. A literatura demonstra que essa abordagem promove maior conforto ao paciente, evita complicações e reduz atrasos operacionais, alinhando o atendimento pré-hospitalar brasileiro às diretrizes internacionais contemporâneas.

Os resultados deste estudo indicam que a transição do modelo rígido para o SMR não representa apenas uma evolução técnica, mas uma mudança ética e conceitual no cuidado ao trauma. A proteção da medula deve ocorrer sem sacrificar ventilação, perfusão, fisiologia ou dignidade da vítima. Nesse sentido, torna-se essencial que serviços de APH revisem protocolos, capacitem equipes e incorporem instrumentos de decisão baseados em evidências.

Sugere-se que pesquisas futuras avaliem a implementação prática do SMR em diferentes realidades brasileiras, investigando seus impactos sobre o tempo de atendimento, conforto do paciente e incidência de complicações fisiológicas. Também são necessários estudos que explorem barreiras operacionais, percepções dos profissionais e estratégias de educação continuada. A consolidação desse novo paradigma depende da integração entre ciência, treinamento e mudança cultural no atendimento ao trauma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS COMMITTEE ON TRAUMA. ATLS: Advanced Trauma Life Support. 10. ed. Chicago: American College of Surgeons, 2018.

ANNALS OF EMERGENCY MEDICINE. Respiratory compromise from long board immobilization. *Annals of Emergency Medicine*, 2015. Disponível em: <https://www.annemergmed.com/>. Acesso em: 01 novembro, 2025.

CHEUNG, J.; RITCHIE, A. Spinal immobilisation in the trauma patient: more historical dogma than evidence? *Emergency Medicine Australasia*, v. 31, p. 1024–1030, 2019. DOI: 10.1111/1742-6723.13352.

CLELLAND, S. J.; SRIRAM, R.; TULLY, C. *et al.* Spinal immobilization in trauma: more harm than good? *Trauma*, v. 19, p. 218–228, 2017.

CONNOR, D.; PORTER, K.; GREAVES, I. Prehospital Spinal Immobilization: An Evidence-based Approach. *Emergency Medicine Journal*, v. 30, p. 735–739, 2013. DOI: 10.1136/emmermed-2012-201297.

HAM, W.; SCHOONHOVEN, L.; SCHUURMANS, M. J. *et al.* Pressure Ulcers in Trauma Patients: A Systematic Review. *International Wound Journal*, v. 14, p. 464–475, 2017. DOI: 10.1111/iwj.12631.

HAUSWALD, M.; ONG, G.; TANDBERG, D. *et al.* Out-of-hospital Spinal Immobilization: Its Effect on Neurologic Injury. *Journal of Trauma*, v. 45, p. 843–846, 1998. doi:10.1111/j.1553-2712.1998.tb02615.x.

HAUT, E. R.; KALISH, B. T.; EFRON, D. T. *et al.* Spine Immobilization in Penetrating Trauma: More Harm than Good? *Journal of Trauma*, v. 68, p. 115–120, 2010. DOI: 10.1097/TA.0b013e3181c45316.

HOFFMAN, J. R.; WOLFSON, A. B.; TODD, K. *et al.* Validity of Clinical Criteria to Rule out Injury to the cervical Spine in Patients with Blunt Trauma. *The New England Journal of Medicine*, v. 343, p. 94–99, 2000. DOI: 10.1056/NEJM200007133430203.

NATIONAL ASSOCIATION OF EMS PHYSICIANS; AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS. Joint Position Statement on Spinal Motion Restriction. *Prehospital Emergency Care*, v. 22, p. 1–3, 2018. DOI: 10.1080/10903127.2017.1398294.

NATIONAL INSTITUTE FOR HEALTH AND CARE EXCELLENCE. Spinal injury: assessment and initial management. Londres: NICE, 2016. Disponível em: <https://www.nice.org.uk/guidance/ng41> Acesso em: 01 novembro, 2025.

PETERSON, A.; VALLIER, H. Spinal precautions in the trauma patient: historical perspectives and current evidence. *Orthopedic Clinics of North America*, v. 53, p. 311–324, 2022. DOI: 10.1016/j.ocl.2021.12.002.

STONE, M. B.; TUBRIDY, C. M.; CURRAN, R. *et al.* The effect of rigid cervical collars on intracranial pressure. *Journal of Neurotrauma*, v. 31, p. 1137–1140, 2014. DOI: 10.1089/neu.2013.3253.

STIELL, I. G.; WELLS, G. A.; VANDEMHEEN, K. L. *et al.* The Canadian C-Spine Rule for radiography in alert and stable trauma patients. *JAMA – The Journal of the American Medical Association*, v. 286, p. 1841–1848, 2001. DOI: 10.1001/jama.286.15.1841.

STIELL, I. G.; CLEMENT, C. M.; MCKNIGHT, R. D. *et al.* Comparative Validation of the Canadian C-Spine Rule and the NEXUS Criteria in Trauma Patients. *The New England Journal of Medicine*, v. 349, p. 2510–2518, 2003. DOI: 10.1056/NEJMoa022280.

SUNDSTRØM, T.; ASBJØRNSSEN, H.; HABIBA, S. *et al.* Prehospital use of Cervical Collars in Trauma Patients: A Critical Review. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, v. 22, p. 39, 2014. DOI: 10.1186/1757-7241-22-39.

SUNDSTRØM, T.; ASBJØRNSSEN, H.; HABIBA, S. *et al.* The Role of Spinal Immobilization in Prehospital Trauma Care: An Updated Systematic Review. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, v. 29, p. 4, 2021. DOI: 10.1186/s13049-020-00807-9.

THEODORE, N.; HADLEY, M. N.; AARABI, B. *et al.* Cervical spine immobilization following trauma. *Neurosurgery*, v. 72, p. 22–34, 2013. DOI: 10.1227/NEU.0b013e318276ee52.

TOTTEN, V. Y.; SUGARMAN, D. B. Respiratory effects of spinal immobilization. *Prehospital Emergency Care*, v. 3, p. 347–352, 1999. DOI: 10.1080/10903129908958941.

VICENTE, V.; REIS, N. D. Imobilização da coluna no atendimento pré-hospitalar: revisão das melhores práticas. *Revista Brasileira de Medicina de Emergência*, v. 11, p. 89–98, 2019.

WALTERS, B. C.; HADLEY, M. N.; HURLBERT, R. J. *et al.* Guidelines for the management of acute cervical spine and spinal cord injuries. *Neurosurgery*, v. 72, p. 82–91, 2013. DOI: 10.1227/NEU.0b013e31827765e8.

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 24

EPIDEMIOLOGIA, MANEJO E DESFECHO DE *ACINETOBACTER* *BAUMANNII* NA EMERGÊNCIA: UMA REVISÃO DA LITERATURA

PIETRA SOUSA VILLETI¹
ISABELA VUELMA FESTA¹
ENRICO SOUSA VILLETI¹
BERNARDO PIGATTO BINOTTO¹
JONAS CARVALHO REIS¹
RAFAEL DALLA GIACOMASSA ROCHA THOMAZ¹
GABRIEL MELO ROTH DE OLIVEIRA²

¹Discente - Medicina Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

²Discente - Medicina Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

Palavras-chave: *Acinetobacter Baumannii*; Emergência; Resistência.

DOI

10.59290/7120821925

P EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

Com base na revisão de literatura sobre a infecção por *Acinetobacter baumannii*, nossa abordagem será estruturada para cobrir os principais pontos críticos do tema. O objetivo deste estudo foi explorar detalhadamente a epidemiologia do patógeno, com foco especial na alta prevalência de cepas multirresistentes (MDR) e resistentes a carbapenêmicos (CRAB), bem como os mecanismos de resistência observados, particularmente no contexto brasileiro. Em seguida, discutiremos o manejo clínico e as opções de antimicrobianos utilizados para CRAB, analisando a eficácia e as limitações das polimixinas (colistina/polimixina B) e destacando o papel de novos agentes como o sulbactam-durlobactam e o cefiderocol, com base em evidências atuais e guias de tratamento.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, conduzida de forma estruturada e não sistemática, realizada nas bases PubMed, Embase e SciELO. O processo de busca contemplou descritores em inglês e português, incluindo *Acinetobacter baumannii*, *resistance*, *Brazil*, *epidemiology*, *multidrug-resistant* e *carbapenem-resistant*, além de combinações entre esses termos, de modo a abranger adequadamente a produção científica disponível entre os anos de 2015 e 2025. Foram selecionados artigos que discutissem, de maneira direta ou indireta, as dificuldades clínicas, operacionais e terapêuticas relacionadas ao manejo de infecções por *Acinetobacter* em ambientes de sala de emergência. A inclusão priorizou estudos alinhados à realidade epidemiológica brasileira, considerando o perfil particular de resistência bacteriana observado nas cepas circulantes no país,

bem como dados que auxiliassem na compreensão dos desafios enfrentados pelos profissionais de saúde no atendimento inicial desses pacientes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Epidemiologia

Os organismos do gênero *Acinetobacter* são amplamente disseminados, com o primeiro isolamento datado de 1911. Esses organismos ubíquos possuem diversos reservatórios naturais, sendo encontrados em quase todos os nichos ambientais, incluindo solo, água, óleo bruto, superfícies sólidas, plantas e animais (AL ATROUNI *et al.*, 2016). Em contraste, o habitat natural de *A. baumannii* não está bem definido, sendo isolado predominantemente em ambientes hospitalares, particularmente em UTIs, e em comunidades com contato próximo (ANTUNES *et al.*, 2014).

Apesar de seu foco nosocomial, a presença de *A. baumannii* em outros ambientes é notável. Foi relatado em piolhos humanos em numerosos países (LA SCOLA & RAOULT, 2004), inclusive com a cepa altamente suscetível SDF sendo isolada inicialmente do interior de piolhos em indivíduos em situação de rua na França (FOURNIER *et al.*, 2006). Vestígios também foram identificados em amostras de solo e água globalmente (MA & MCCLEAN, 2021). Adicionalmente, a colonização por *A. baumannii* tem sido observada em animais de criação como gado e aves, além de cavalos, cães, gatos e outros, bem como em produtos alimentícios derivados (MA & MCCLEAN, 2021).

A prevalência de *A. baumannii* resistente a carbapenêmicos (CRAB) varia significativamente globalmente (MA & MCCLEAN, 2021). As maiores taxas de resistência são observadas na Ásia (76,2%) e nas Américas (69,4%), com a América Latina apresentando algumas das taxas mais elevadas, frequentemente superiores a

50% e chegando a 90% em algumas áreas (BEIG *et al.*, 2024; CHAGAS *et al.*, 2024). As Filipinas, por exemplo, relataram uma taxa alarmantemente alta de 96,1% (BEIG *et al.*, 2024). Por outro lado, as prevalências mais baixas de CRAB são encontradas no Canadá, Mongólia, Japão, Europa Ocidental e região Nórdica, com a Irlanda reportando apenas 4% (BEIG *et al.*, 2024).

A distribuição de *A. baumannii* MDR varia devido a fatores como pressões seletivas ambientais, práticas de controle de infecção hospitalar e cepas endêmicas (LEE *et al.*, 2023). Diferenças geográficas também são evidentes nas infecções: América Central, América Latina e Caribe apresentam a maior prevalência de HAP e VAP (Pneumonia Associada ao Ventilador) causadas por *A. baumannii* (MOHD SAZLLY LIM *et al.*, 2019). Além disso, a ligação entre *A. baumannii* e infecções após lesões em zonas de conflito ou após desastres naturais (ERYILMAZ-EREN *et al.*, 2024) tem sido recentemente levantada como um possível fator que afeta sua distribuição. As taxas de resistência a antibióticos são geralmente mais altas em UTIs do que em enfermarias (LOB *et al.*, 2016), e o Oriente Médio é consistentemente identificado como uma das áreas mais gravemente afetadas pelo *A. baumannii* (MA & MCCLEAN, 2021).

Alta prevalência de cepas multirresistentes (MDR) e resistentes a carbapenêmicos (CRAB)

A alta prevalência de cepas multirresistentes e resistentes a carbapenêmicos de *Acinetobacter baumannii* representa um problema crítico no Brasil e no mundo, com estudos multicêntricos nacionais indicando que cerca de 88% dos isolados associados a infecções de corrente sanguínea são multirresistentes e aproximadamente 87,8% exibem resistência a carbapenêmicos, muitas vezes mediada pelo gene bla-OXA-23, principal determinante molecular

identificado (ANTOCHEVIS *et al.*, 2025). A disseminação desses clones ocorre em todas as regiões brasileiras, inclusive na Amazônia, com predominância de clones internacionais como IC1, IC5 e IC6, frequentemente relacionados à resistência extensiva a múltiplas classes de antimicrobianos (VALIATTI *et al.*, 2022).

Globalmente, a resistência a carbapenêmicos ultrapassa 30% dos isolados e pode superar 50% no sul e leste da Europa, chegando a 80% em algumas áreas da Ásia, sendo a produção de carbapenemases do tipo OXA — especialmente OXA-23, mas também NDM e OXA-58 — o principal mecanismo, muitas vezes localizada em plasmídeos que carregam múltiplos genes de resistência (MACESIC *et al.*, 2025). No Brasil, a pandemia de COVID-19 favoreceu maior incidência e propagação desses clones, incluindo a rápida introdução do complexo clonal 2 (CC2) em diversos hospitais (RODRIGUES *et al.*, 2024).

Como consequência, as opções terapêuticas tornam-se severamente limitadas, restando poucas alternativas como polimixinas e tigeciclina, frequentemente associadas a piores desfechos clínicos e elevadas taxas de mortalidade, reforçando a necessidade de controle rigoroso de infecção hospitalar e vigilância epidemiológica contínua para conter a disseminação dessas cepas (ANTOCHEVIS *et al.*, 2025).

Mecanismos de Resistência

Acinetobacter baumannii é um patógeno nosocomial altamente adaptável que emergiu como um símbolo da luta da medicina moderna contra a multirresistência a antibióticos (YEHYA *et al.* 2025). No Brasil, existe uma alta prevalência de cepas resistentes a carbapenêmicos (CRAB), cujos principais mecanismos de resistência envolvem a produção de oxacilinas (bla{OXA-23}, bla{OXA-24}, bla{OXA-143}) (CHAGAS *et al.* 2024). A distribuição da

resistência medicamentosa do *A. baumannii* varia de acordo com as diferentes regiões do mundo, devido às pressões seletivas variáveis de cada local e à presença de endemicidade hospitalar (YEHYA *et al.* 2025).

No contexto brasileiro, de acordo com dados de vigilância Br-GLASS, os isolados de *A. baumannii* exibem taxas de resistência acima de 80% para meropenem e ciprofloxacina e 63% para amicacina. Concomitantemente, esses mesmos isolados mostraram-se resistentes à maioria dos agentes antimicrobianos avaliados, com exceção da polimixina B. Contudo, a monoterapia com este antimicrobiano, apesar de eficiente *in vitro* contra o patógeno, apresenta altos riscos de mortalidade aos pacientes (YAMADA *et al.*, 2025).

Os genes de resistência detectados explicam em grande parte os perfis de resistência observados *in vitro*. A predominância de duas cópias do gene da carbapenemase bla_{OXA-23} e do gene armA (16S rRNA metilase) nestes isolados destaca seus extensos mecanismos de resistência. Genes adicionais que conferem resistência a tetraciclinas, sulfonamidas e quinolonas, juntamente com mutações em *gyrA* e *parC*, também foram identificados, corroborando os achados fenotípicos. A maioria dos genes de resistência estava localizada em ilhas de resistência, como armA na AbGRI3 – amplamente disseminada no CRAB CC2 - e strA/strB e tetB na AbGRI1. A presença de ilhas de resistência no cromossomo bacteriano, ademais, ajuda a explicar o fenótipo multirresistente observado em *Acinetobacter* nas últimas décadas (YAMADA *et al.*, 2025).

Assim, a escolha da terapia antimicrobiana deve ser conforme o perfil de resistência local, a gravidade do quadro e a particularidade de cada paciente. O controle de infecção hospitalar e a vigilância epidemiológica são essenciais para conter os surtos e reduzir a transmissão.

Manejo Clínico e Terapia Antimicrobiana

Opções de antimicrobianos utilizados para CRAB

As estratégias terapêuticas mais recentes e eficazes para o tratamento de infecções causadas por *Acinetobacter baumannii* multirresistente e resistente a carbapenêmicos (CRAB) envolvem o uso de novos antimicrobianos, combinações de antibióticos e abordagens inovadoras. O tratamento de primeira linha recomendado atualmente é sulbactam-durlobactam, especialmente para infecções pulmonares e bacteremias por CRAB, devido à sua atividade específica contra *A. baumannii* e à redução de mortalidade observada em estudos recentes. A *Infectious Diseases Society of America* (IDSA) destaca sulbactam-durlobactam como a opção preferencial, frequentemente em combinação com um carbapenêmico de fundo, dependendo do perfil de suscetibilidade (SHIELDS *et al.*, 2023). Cefiderocol, aprovado pela FDA nos Estados Unidos, é uma cefalosporina siderófora indicada para infecções urinárias complicadas e pneumonia hospitalar, incluindo casos por CRAB (KUBIN *et al.*, 2025). No entanto, sua eficácia clínica em infecções pulmonares por CRAB é variável, e resultados subótimos foram relatados em alguns estudos. Outras opções incluem eravaciclina (aprovada pela FDA para infecções intra-abdominais complicadas), tigeciclina, minociclina e omadaciclina, que apresentam atividade *in vitro* contra CRAB, mas com limitações clínicas, principalmente em infecções pulmonares graves (KARAMPATAKIS *et al.*, 2025). Combinações de antibióticos, como ampicilina-sulbactam com cefepime ou amikacina, têm demonstrado sinergismo em estudos laboratoriais e podem ser consideradas em casos de resistência extensiva (HALIM *et al.*, 2024). Polimixinas (colistina e polimixina B) permanecem como alternativas, mas apresentam toxicidade significativa e baixa penetração

pulmonar (BOUZA *et al.*, 2023). Novas moléculas em desenvolvimento incluem cefepime-zidebactam, imipenem-funobactam, zosurabalpin, BV-100 (rifabutin) e agentes não tradicionais como terapia fágica e peptídeos antimicrobianos, atualmente em fases clínicas iniciais ou intermediárias (DE SOUZA *et al.*, 2025). A escolha do regime deve considerar o perfil de resistência local, o sítio da infecção e as características do paciente. O uso racional e monitoramento da resposta clínica são essenciais, dada a rápida evolução da resistência e as limitações das opções disponíveis (ARSHAD *et al.*, 2025).

Eficácia e Limitações das Polimixinas (colistina/polimixina B)

As polimixinas (colistina e polimixina B) continuam sendo pilares terapêuticos no tratamento de *Acinetobacter baumannii* resistente a carbapenêmicos (CRAB), especialmente em países com acesso limitado a novos antimicrobianos. Ambas apresentam atividade bactericida *in vitro* consistente, o que justifica seu uso como terapia de última linha em cenários de multirresistência (YAMADA *et al.*, 2025; YE-HYA *et al.*, 2025). Entretanto, sua eficácia clínica é limitada por problemas farmacocinéticos e toxicidade. A colistina é administrada na forma de pró-fármaco (CMS), cuja conversão variável pode gerar concentrações ativas imprevisíveis, sobretudo em pacientes críticos (SHARMA & LAKHANPAL, 2025). Já a polimixina B possui farmacocinética mais estável e menor dependência da função renal, sendo preferida em infecções sistêmicas (CAVALLO *et al.*, 2023).

A nefrotoxicidade permanece uma das principais limitações, ocorrendo em uma parcela significativa dos pacientes, embora seja menos frequente com polimixina B (MACESIC *et al.*, 2025). Além disso, a penetração pulmonar das polimixinas é frequentemente inadequada, contribuindo para falhas terapêuticas em pneumo-

nia associada à ventilação mecânica — um dos quadros mais comuns de CRAB (MÜLLER *et al.*, 2023).

Outro desafio é o risco de desenvolvimento de resistência durante a monoterapia, o que motivou o uso frequente de combinações. Contudo, ainda há falta de consenso sobre qual regime combinado oferece benefício clínico claro (YE-HYA *et al.*, 2025). Com a chegada de agentes como sulbactam-durlobactam e cefiderocol, o papel das polimixinas passa a ser reavaliado, embora continuem sendo essenciais onde novas opções não estão disponíveis (KARRULI *et al.*, 2023).

Assim, as polimixinas permanecem fundamentais no manejo de CRAB, mas seu uso deve considerar cuidadosamente toxicidade, limitações farmacodinâmicas e disponibilidade de terapias mais eficazes.

Análise do Papel de Novos Agentes

As infecções causadas por *Acinetobacter baumannii*, principalmente por cepas resistentes a carbapenêmicos (CRAB), representam um desafio terapêutico devido a limitação do arsenal antimicrobiano existente e disponível na atualidade. Tal fato, combinado a alta mortalidade associada, especialmente em pacientes críticos, culminou na classificação do CRAB como um patógeno “crítico” entre as bactérias resistentes a antibióticos de prioridade global para o desenvolvimento de novos antibióticos pela Organização Mundial da Saúde. Nesse sentido, novos agentes surgem como alternativas para o manejo desse agente infeccioso. Dentre eles a combinação bactericida de um beta-lactâmico e um inibidor de beta-lactamase, o Sulbactam-Durlobactam, e uma nova cefalosporina, o Cefiderocol, vem tendo destaque (KARRULI *et al.*, 2023).

Nesse contexto, o Sulbactam-Durlobactam tem demonstrado redução de mortalidade em infecções pulmonares e bacteremias, sendo

uma opção altamente recomendada embora sua disponibilidade no Brasil seja restrita. Quando comparado com a Colistina, possui perfil de segurança favorável, essencialmente no que se refere ao comprometimento renal, apresentando nefrotoxicidade significativamente mais baixa. Além disso, os dados da literatura atual sugerem que essa combinação de antibióticos pode ser uma opção importante em pacientes criticamente enfermos afetados por infecções por CRAB, particularmente quando nenhum outro antibiótico se mostra eficaz (KARRULI *et al.*, 2023).

Já o Cefiderocol tem demonstrado uma excelente atividade antimicrobiana tanto *in vitro* quanto *in vivo* contra CRAB. O antimicrobiano pertence a classe das cefalosporinas e possui espectro amplo contra bactérias Gram-negativas resistentes a carbapenêmicos. Ainda, a revisão de estudos clínicos que avaliaram a eficácia da terapia com Cefiderocol contra CRAB indica que ela não é inferior à colistina ou outros tratamentos para infecções por CRAB, apresentando um perfil de segurança melhor (KARRULI *et al.*, 2023).

Sobretudo, ambos os agentes têm demonstrado excelente atividade antimicrobiana contra CRAB, tornando-se ferramentas importantes em um contexto de arsenal terapêutico reduzido. Entretanto, a decisão sobre qual antimicrobiano utilizar pode depender do local da infecção, sendo o Sulbactam-Durlobactam potencialmente preferível em infecções de sítio respiratório, e o Cefiderocol em infecções de corrente sanguínea e quando se suspeita de uma etiologia polimicrobiana. Entretanto, ainda se fazem necessários estudos clínicos maiores e mais robustos para fornecer evidências adicionais e direcionar o manejo e tratamento adequado, assim como novos agentes para fortalecer o arsenal terapêutico existente.

Guias de Tratamento e Evidências Atuais

O manejo das infecções causadas por *Acinetobacter baumannii* resistente a carbapenêmicos (CRAB) evoluiu de forma significativa nos últimos anos, impulsionado pelo avanço da resistência bacteriana e pela incorporação de novos antimicrobianos. As diretrizes recentes da IDSA, ESCMID, ANVISA e SBI convergem para um princípio central: priorizar agentes com atividade comprovada contra CRAB e reduzir a dependência histórica das polimixinas (PRANITA *et al.*, 2024; PAUL *et al.*, 2021).

O sulbactam–durlobactam (SUL-DUR) associado a um carbapenêmico (imipenemcilastatina ou meropenem) é atualmente o regime de escolha. Evidências como o *ATTACK Trial* demonstram maior eficácia e menor toxicidade, especialmente nefrológica, quando comparado à colistina. A combinação destaca-se pela ação intrínseca do sulbactam, potencializada pela proteção enzimática conferida pelo durlobactam, permitindo superar a resistência mediada por oxacilinases (KAYE *et al.*, 2023).

Na indisponibilidade do SUL-DUR, recomenda-se o uso de alternativas como o cefiderocol, que apresenta boa penetração e estabilidade frente a diferentes β -lactamases. Contudo, relatos de resistência emergente justificam evitar seu uso em monoterapia em infecções graves. Outras opções envolvem polimixina B ou colistina em esquemas combinados, como:

- polimixina + meropenem;
- polimixina + sulbactam em altas doses;
- polimixina + tigeciclina em altas doses, especialmente em infecções pulmonares.

Entretanto, estudos recentes mostram que a adição de carbapenêmicos às polimixinas oferece benefício limitado, sendo mantida principalmente pela falta de alternativas. Além disso, recomenda-se evitar:

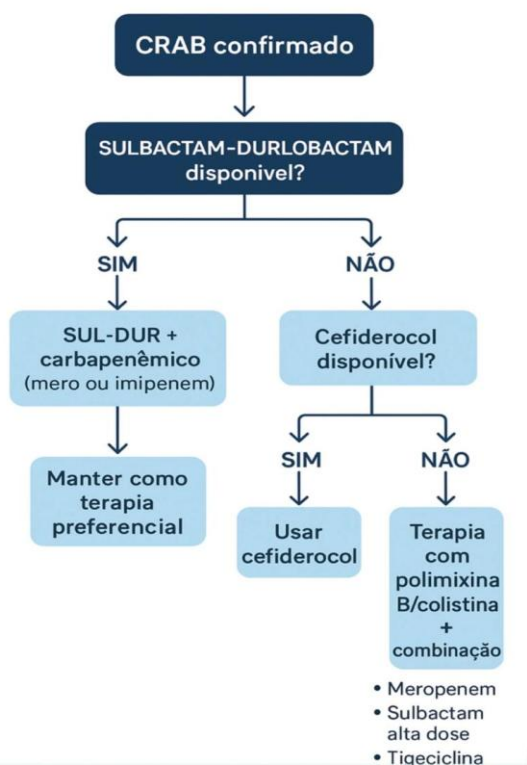
- carbapenêmicos isolados;
- tigeciclina em baixa dose;

- monoterapia com polimixinas, devido à baixa eficácia e à alta toxicidade.

No Brasil, a disponibilidade dos novos agentes ainda é heterogênea. Embora aprovado, o SUL-DUR permanece de acesso restrito, e o cefiderocol só está presente em poucos centros terciários. Assim, as polimixinas continuam amplamente utilizadas, exigindo monitorização rigorosa da função renal e combinações ajustadas ao perfil microbiológico local.

Em síntese, o tratamento das infecções por CRAB deve ser individualizado, baseado em vigilância microbiológica e nas taxas locais de resistência. As evidências atuais favorecem o uso de SUL-DUR como terapia preferencial, seguido do cefiderocol e, na ausência destes, de esquemas combinados com polimixinas. A racionalidade terapêutica, somada às medidas de prevenção e controle de infecções, permanece fundamental para reduzir desfechos adversos e conter a expansão da resistência bacteriana (**Figura 24.1**).

Figura 24.1 Fluxograma para escolha de antibiótico terapia contra *A. baumannii*



CONCLUSÃO

A presente revisão evidencia que a infecção por *Acinetobacter baumannii*, especialmente por cepas multirresistentes e resistentes a carbapenêmicos (CRAB), permanece grandes desafios clínicos no Brasil, onde prevalências superiores a 80% para meropenem e outros antimicrobianos refletem a ampla disseminação de clones como IC1, IC5, IC6 e CC2. Os achados reforçam que a resistência é impulsionada por múltiplos mecanismos, especialmente oxacilinases, ilhas de resistência e genes como bla-OXA-23 e armA, limitando o arsenal terapêutico e contribuindo para elevadas taxas de mortalidade, sobretudo em UTIs. Embora novas opções como sulbactam-durlobactam e cefiderocol representem avanços importantes, sua disponibilidade ainda é restrita no país, mantendo as polimixinas como tratamento de amplo uso apesar de suas limitações farmacocinéticas e toxicológicas. Nesse cenário, perspectivas futuras envolvem ampliar o acesso nacional aos novos agentes, fortalecer programas de vigilância microbiológica e molecular, aprimorar estratégias de *stewardship* antimicrobiano e investir em pesquisas locais que avaliem a eficácia de terapias combinadas, novas moléculas e abordagens alternativas como terapia fágica e antimicrobianos peptídicos. Além disso, há necessidade de estudos multicêntricos brasileiros que investiguem padrões regionais de resistência, avaliem o impacto real dos novos fármacos nos desfechos clínicos e explorem intervenções que integrem controle de infecção, diagnóstico rápido e terapêutica personalizada. Tais avanços são essenciais para frear a expansão do CRAB e melhorar a efetividade do manejo das infecções por *A. baumannii* no Brasil nos próximos anos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL ATROUNI, A. *et al.* Global and regional epidemiology of carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii* and their β -lactamase-encoding genes: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Infectious Diseases*, v. 16, n. 11, p. 1318-1327, 2016b. DOI: 10.1016/S1473-3099(16)30235-9.
- ANTOCHEVIS, L. C.; WILHELM, C. M.; ARNS, B. *et al.* World Health Organization Priority Antimicrobial Resistance in Enterobacterales, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* and *Enterococcus faecium* healthcare-associated bloodstream infections in Brazil (ASCENSION): A prospective, multicentre, observational study. *Lancet Regional Health – Americas*, v. 43, p. 101004, 2025. DOI: 10.1016/j.lana.2025.101004.
- ANTUNES, L. C. S.; VISCA, P.; TOWNER, K. J. *Acinetobacter baumannii*: evolution of a global pathogen. *Pathogens and Disease*, v. 71, n. 3, p. 292-301, 2014. DOI: 10.1111/2049-632X.12125.
- ARSHAD, N.; AZZAM, W.; ZILBERBERG, M. D. *et al.* *Acinetobacter baumannii* Complex Infections: New Treatment Options in the Antibiotic Pipeline. *Microorganisms*, v. 13, n. 2, 356, 2025. DOI: 10.3390/microorganisms13020356.
- BARCELOS VALIATTI, T.; SILVA CARVALHO, T.; FERNANDES SANTOS, F. *et al.* Spread of Multidrug-Resistant *Acinetobacter Baumannii* Isolates Belonging to IC1 and IC5 Major Clones in Rondônia State. *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 53, n. 2, p. 795-799, 2022. DOI 10.1007/s42770-022-00706-4.
- BEIG, Z. *et al.* Global Trends in Antimicrobial Resistance and Surveillance: Carbapenem-resistant *Acinetobacter Baumannii* (CRAB) in 2024. *Journal of Global Antimicrobial Resistance*, v. 37, p. 1028-1036, 2024. DOI: 10.1371/journal.pone.0311124.
- CALDART, R. V.; FONSECA, E. L.; FREITAS, F. *et al.* *Acinetobacter baumannii* infections in Amazon region driven by extensively drug resistant international clones, 2016–2018. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 114, p. e190232, 2019. DOI: 10.1590/0074-02760190232.
- CAVALLO, I. *et al.* *Acinetobacter baumannii* in the critically ill: complex infections get complicated. *Frontiers in Microbiology*, v. 14, p. 1196774, 2023. DOI 10.3389/fmicb.2023.1196774.
- DA SILVA, K. *et al.* A high mortality rate associated with multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii* ST79 and ST25 carrying OXA-23 in a Brazilian intensive care unit. *PLOS ONE*, v. 13, n. 12, e0209367, 2018. DOI: 10.1371/journal.pone.0209367.
- DE AZEVEDO, F. K. S. F. *et al.* Molecular Epidemiology of Multidrug-resistant *Acinetobacter Baumannii* Infection in Two Hospitals in Central Brazil: the role of ST730 and ST162 in clinical outcomes. *Journal of Medical Microbiology*, v. 68, n. 1, p. 31-40, 2019. DOI 10.1099/jmm.0.000853.
- de SOUZA, J. *et al.* Carbapenem Resistance in *Acinetobacter baumannii*: Mechanisms, Therapeutics, and Innovations. *Microorganisms*, v. 13, n. 7, 1501, 2025. DOI: 10.3390/microorganisms13071501.
- FOURNIER, P. E. *et al.* *Acinetobacter baumannii* in human body louse. *Emerging Infectious Diseases*, v. 12, n. 12, p. 1916-1919, 2006. DOI: 10.3201/eid1212.060099.
- HALIM, J. *et al.* Combinations of antibiotics effective against extensively- and pandrug-resistant *Acinetobacter baumannii* patient isolates. *Microorganisms*, v. 12, n. 7, 1353, 2024. DOI: 10.3390/microorganisms12071353.
- KARAMPATAKIS, T.; TSENGOULI, K.; BEHZADI, P. Carbapenem-Resistant *Acinetobacter baumannii*: Virulence Factors, Molecular Epidemiology, and Latest Updates in Treatment Options. *Microorganisms*, v. 13, n. 9, 1983, 2025. DOI: 10.3390/microorganisms13091983.
- KARRULI, A.; MIGLIACCIO, A.; POURNARAS, S. *et al.* Cefiderocol and Sulbactam–Durlobactam against Carbapenem-Resistant *Acinetobacter baumannii*. *Antibiotics*, v. 12, n. 12, 1729, 2023. DOI: 10.3390/antibiotics12121729.

KUBIN, C. J.; GARZIA, C.; UHLEMANN, A.-C. *Acinetobacter baumannii* treatment strategies: a review of therapeutic challenges and considerations. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, v. 69, n. 8, e0106324, 2025. DOI: 10.1128/aac.01063-24.

LEE, C. R. *et al.* Carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii* in the Asia–Pacific region: a review. *Emerging Microbes & Infections*, v. 12, n. 1, p. 2169527, 2023. DOI: 10.1080/22221751.2023.2169527.

LOB, S. H. *et al.* Regional and temporal differences in antimicrobial susceptibility of *Acinetobacter baumannii*: results from the INFORM surveillance program. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*, v. 86, n. 1, p. 41–47, 2016. DOI: 10.1016/j.jantimicag.2016.01.015.

MA, Z.; MCCLEAN, P. The global prevalence of *Acinetobacter baumannii*: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Global Antimicrobial Resistance*, v. 25, p. 147–156, 2021. 10.3390/vaccines9060570.

MACESIC, N.; UHLEMANN, A. C.; PELEG, A. Y. Multidrug-resistant gram-negative bacterial infections. *The Lancet*, v. 405, n. 10474, p. 257–272, 2025. 10.1016/S0140-6736(24)02081-6.

MOHD SAZLLY LIM, S. M. *et al.* Global Prevalence of *Acinetobacter Baumannii*-related Pneumonia and Ventilator-Associated Pneumonia: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Hospital Infection*, v. 103, n. 3, p. 258–267, 2019. DOI 10.1016/j.jinf.2019.09.012.

RODRIGUES, D. C. S.; SILVEIRA, M. C.; PRIBUL, B. R. *et al.* Genomic study of *Acinetobacter baumannii* strains co-harboring blaOXA-58 and blaNDM-1 reveals a large multidrug-resistant plasmid encoding these carbapenemases in Brazil. *Frontiers in Microbiology*, v. 15, p. 1439373, 2024. DOI: 10.3389/fmicb.2024.1439373.

SHARMA, R.; LAKHANPAL, D. *Acinetobacter baumannii*: a comprehensive review of global epidemiology, clinical implications, host interactions, mechanisms of antimicrobial resistance and mitigation strategies. *Microbial Pathogenesis*, v. 204, p. 107605, 2025. DOI: 10.1016/j.micpath.2025.107605.

SHIELDS, R. K.; PATERSON, D. L.; TAMMA, P. D. Navigating Available Treatment Options for Carbapenem-Resistant *Acinetobacter baumannii*-calcoaceticus Complex Infections. *Clinical Infectious Diseases*, v. 76, suppl. 2, S179–S193, 2023. DOI: 10.1093/cid/ciad058.

YAMADA, A. Y. *et al.* Emergence of carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii* clonal complex 2 in multiple hospitals in São Paulo State, Brazil. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 2025, e0186524. DOI 10.1128/aac.01865-24.

YEHYA, A. *et al.* The intricacies of *Acinetobacter baumannii*: a multifaceted comprehensive review of a multidrug-resistant pathogen and its clinical significance and implications. *Frontiers in Microbiology*, v. 16, p. 1565965, 2025. DOI: 10.3389/fmicb.2025.1565965.

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 25

TORACOTOMIA NA SALA DE EMERGÊNCIA: EVIDÊNCIAS ATUAIS, INDICAÇÕES E RESULTADOS EM PACIENTES TRAUMATIZADOS

BÁRBARA LINDENMEYER WELTER¹
ISABELA VUELMA FESTA¹
PIETRA SOUSA VILLETTI¹
ENRICO SOUSA VILLETTI¹
BERNARDO ANTONIO PIGATTO BINOTTO¹
JONAS CARVALHO REIS¹
JÚLIA SILVESTRI¹
GUILHERME KRIPKA¹
NATÁLIA CAMILA SMIDT¹
GUILHERME TARNOWSKI DALLAROSA¹
MELISSA HOFFMANN FAGUNDES FAGUNDES¹
MARIA FERNANDA GONÇALVES MEIRELLES FERNANDES¹
RODRIGO NORA RUSCHEL¹
ISABELA CARVALHAL¹

¹Discente - Medicina em Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Palavras-chave: Toracotomia de Emergência; Trauma Penetrante; Ressuscitação.

DOI

10.59290/0522620161

EP EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

A toracotomia na sala de emergência (TE) é um procedimento extremo de ressuscitação indicado em pacientes traumatizados, sobretudo naqueles com trauma penetrante torácico que apresentam parada cardiorrespiratória recente e sinais de vida na admissão (LIU *et al.*, 2022; VAN VLEDDER *et al.*, 2017). As principais metas incluem reverter o tamponamento cardíaco — condição crítica amplamente descrita na literatura recente (ADLER *et al.*, 2023; KEARNS & WALLWY, 2017) — controlar a hemorragia intratorácica, permitir a massagem cardíaca aberta e realizar o clampeamento da aorta descendente para manejo do choque hemorrágico (ASENI *et al.*, 2021; FERRADA *et al.*, 2024). Embora a sobrevida global seja baixa, variando entre 7,8% e 12%, estudos demonstram taxas significativamente maiores em trauma penetrante, podendo alcançar 24–32% em centros de alto volume (ALLEN *et al.*, 2015; SAM *et al.*, 2022; HUNT *et al.*, 2006).

Em contraste, o procedimento é amplamente considerado fútil em trauma contuso sem sinais de vida, cenário em que a sobrevida é inferior a 2% (SLESSOR & HUNTER, 2015; BRUNO-FRIEDMAN *et al.*, 2024). A evidência reforça a necessidade de realizar a TE dentro de uma janela de 10–15 minutos de PCR, pois atrasos se associam a pior prognóstico e futilidade (GUMM *et al.*, 2023; AHA, 2025). Complicações relevantes incluem infecções, insuficiência renal aguda e sepse (FOROULIS *et al.*, 2014; FERRADA *et al.*, 2024). Dessa forma, o procedimento deve ser reservado para situações com real potencial de benefício, sendo contraindicado em trauma contuso sem sinais de vida ou após longos períodos de ressuscitação (SOAR *et al.*, 2021; PARREIRA & COIMBRA, 2025).

Este capítulo tem como objetivo apresentar uma análise abrangente e atualizada sobre a toracotomia na sala de emergência, sintetizando as evidências disponíveis, suas indicações mais importantes e os desfechos observados, oferecendo subsídios consistentes para a tomada de decisão em cenários de trauma grave.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, conduzida na base PubMed, com o objetivo de identificar e sintetizar o conhecimento disponível sobre toracotomia na sala de emergência. A busca utilizou termos em inglês e português, como *thoracotomy*, toracotomia, *emergency* e emergência, abrangendo publicações entre 1958 e 2025. Foram incluídos artigos originais, diretrizes, consensos, séries de casos e relatórios técnicos que abordassem o uso da toracotomia em cenários de urgência e emergência, especialmente relacionados ao trauma torácico e à ressuscitação. Não houve restrição quanto ao desenho dos estudos, permitindo a inclusão de evidências clínicas, experimentais e observacionais. A seleção priorizou materiais com relevância prática, foco terapêutico claro e aplicabilidade no contexto brasileiro, considerando particularidades epidemiológicas, estruturais e operacionais dos serviços de trauma.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Indicação e Procedimento – Toracotomia em Trauma Penetrante Torácico com Sinais de Vida

A toracotomia pode ser realizada por diferentes abordagens conforme a urgência, o local da lesão e a necessidade de exposição. A toracotomia anterolateral esquerda, feita no 4º ou 5º espaço intercostal, é o acesso de escolha nas emergências por permitir rápida visualização do coração, pulmão e vasos mediastinais (HUNT *et al.*, 2006; ASENI *et al.*, 2021; GUMM *et al.*, 2023). Quando é necessária ex-

posição ampla de ambos os hemitórax, a incisão pode ser estendida para constituir a toracotomia bilateral (clamshell), indicada em lesões bilaterais, parada cardíaca traumática ou necessidade de massagem cardíaca aberta (HUNT *et al.*, 2006; BRUNO-FRIEDMAN *et al.*, 2024). Para lesões centrais e grandes vasos, opta-se pela esternotomia mediana, que oferece acesso direto à aorta, vasos pulmonares e subclávia, podendo ser combinada a técnicas de controle circulatório como o REBOA (FERRADA *et al.*, 2024; PARREIRA & COIMBRA, 2025).

Em pacientes estáveis, a toracotomia minimamente invasiva (VATS) permite avaliar feridas intratorácicas, hemopericárdio e controlar sangramentos menores com menor morbidade (FOROULIS *et al.*, 2014; LAZOPOULOS *et al.*, 2015). As indicações seguem essa lógica: a abordagem anterolateral é preferida no tamponamento cardíaco, lesão cardíaca penetrante ou sangramento pulmonar localizado (ADLER *et al.*, 2023; KEARNS & WALLWY, 2018; PARREIRA & COIMBRA, 2025); o clamshell é reservado para ressuscitação traumática com necessidade de exposição bilateral (GUMM *et al.*, 2023; BRUNO-FRIEDMAN *et al.*, 2024); a esternotomia para grandes vasos (FERRADA *et al.*, 2024); e a VATS para avaliação diagnóstica segura em pacientes estáveis (LAZOPOULOS *et al.*, 2015). A execução dessas técnicas exige equipe experiente, recursos imediatos e reposição volêmica adequada (ASENI *et al.*, 2021).

A sobrevida depende do mecanismo de trauma e do tempo até a intervenção, sendo maior no trauma penetrante com sinais de vida (LIU *et al.*, 2022; VAN VLEDDER *et al.*, 2017; SAM *et al.*, 2022). Prognóstico desfavorável associa-se a hipotensão grave, lesões múltiplas ou de grandes vasos e atraso no atendimento (SLESSOR & HUNTER, 2015; SOAR *et al.*, 2021), e as principais complicações incluem sangramento persistente, infecção e disfunções orgânicas (FOROULIS *et al.*, 2014; ASENI *et*

al., 2021). Assim, a escolha da técnica deve ser individualizada, baseada em critérios anatômicos e fisiológicos, com foco no controle rápido do sangramento e na ressuscitação eficaz (ADULT ADVANCED LIFE SUPPORT – AHA 2025).

Principais Indicações de Toracotomia em Emergência

Estudos recentes reforçam que a toracotomia de emergência deve ser reservada para pacientes com trauma penetrante e sinais de vida, sendo o tempo desde a parada cardíaca um fator crítico para o prognóstico. Em trauma contuso, a indicação é excepcional e restrita a casos com sinais de vida presentes e intervenção imediata, devido à baixa taxa de sobrevida e alto risco de sequelas neurológicas. Nesse sentido, as principais indicações são: trauma penetrante torácico com parada cardíaca testemunhada ou sinais de vida na admissão, tamponamento cardíaco, hemorragia intratorácica maciça não controlada, necessidade de massagem cardíaca aberta, e clampeamento da aorta descendente para controle de hemorragia abaixo do diafragma (LIU *et al* 2022).

Trauma Penetrante Torácico com PCR Testemunhada ou Sinais de Vida na Admissão

Características do trauma penetrante torácico com parada cardiorrespiratória incluem alta mortalidade, especialmente no ambiente pré-hospitalar, com sobrevida superior ao trauma contuso quando há intervenção rápida. Os mecanismos mais comuns de parada são exsanguinação, tamponamento cardíaco e pneumotórax hipertensivo, todos potencialmente reversíveis se tratados imediatamente. O prognóstico depende fundamentalmente do tempo até a intervenção (<10 minutos), da presença de sinais de vida (movimento, respiração espontânea, atividade elétrica cardíaca, resposta pupilar) e do mecanismo do trauma, sendo o trauma penetrante o cenário com maior potencial de reversi-

bilidade (VAN VLEDDER *et al.*, 2017). A abordagem diagnóstica deve ser orientada para identificação rápida das causas reversíveis. A avaliação inicial inclui inspeção e palpação torácica, busca ativa por hemorragia externa, e realização de ultrassom *point-of-care* (FAST/EFAST) para detecção de tamponamento cardíaco e pneumotórax, sem atrasar intervenções críticas (AHA, 2025)

Tamponamento Cardíaco

As características clínicas do tamponamento cardíaco em trauma penetrante torácico incluem choque obstrutivo, hipotensão, turgência jugular, bulhas cardíacas abafadas (triade de Beck), taquicardia, pulso paradoxal e rápida deterioração para parada cardiorrespiratória. Em contexto traumático, a apresentação pode ser aguda e fulminante, com rápida evolução para colapso hemodinâmico e morte se não houver intervenção imediata (ADLER *et al.*, 2023). Os métodos de diagnóstico prioritários são a avaliação clínica e o ultrassom à beira-leito (FAST/EFAST), que permite identificar rapidamente o derrame pericárdico e sinais de colapso diastólico do ventrículo direito, além de veia cava inferior dilatada e sem colapsabilidade (KEARNS & WALLWY, 2017).

Hemorragia Intratorácica Maciça não Controlada

A hemorragia intratorácica maciça é uma das causas mais frequentes de colapso hemodinâmico no trauma torácico e costuma estar relacionada a lacerações pulmonares extensas, lesão de vasos intercostais ou ferimentos em região hilar, que podem levar a choque refratário quando não há controle rápido da perda sanguínea (WSES–AAST, 2025). Drenagem inicial muito elevada ou sangramento contínuo em altas taxas reforçam a suspeita de lesão crítica e justificam a abordagem cirúrgica imediata (EDC, 2024). Nessas circunstâncias, a toracotomia possibilita compressão manual direta,

pinçamento temporário de vasos e suturas rápidas, além de manobras para expor estruturas profundas e interromper o sangramento em áreas menos acessíveis (SURGICAL CRITICAL CARE, 2024). Pacientes com trauma penetrante instável são os que mais se beneficiam da intervenção precoce, considerando que a interrupção rápida da hemorragia auxilia na restauração mínima da perfusão e favorece a resposta às medidas de ressuscitação subsequentes (EDC, 2024).

Hemorragia Intreotorácica Maciça não Controlada

A massagem cardíaca aberta é indicada quando a parada cardiorrespiratória traumática não responde à compressão externa, especialmente nos casos de tamponamento cardíaco, pneumotórax hipertensivo ou contusão miocárdica que limita a geração de pressão adequada para perfusão (SURGICAL CRITICAL CARE, 2024). O prognóstico é mais favorável quando há sinais de vida imediatamente antes do colapso, sobretudo nos traumas penetrantes, nos quais a remoção de barreiras mecânicas e a correção direta de lesões intratorácicas podem ter impacto imediato na circulação (WSES–AAST, 2025). A toracotomia oferece acesso ao coração para compressões mais eficazes e tratamento imediato de causas reversíveis, incluindo drenagem pericárdica, controle de lacerações miocárdicas e alívio de compressões que comprometem o enchimento cardíaco. Essa estratégia integra protocolos de ressuscitação em cenários com potencial de reversibilidade, desde que seja executada prontamente e acompanhada da correção simultânea das anormalidades identificadas (EDC, 2024)

Clampeamento de Aorta Descendente

O clampeamento da aorta descendente é utilizado como medida temporária em casos de choque hemorrágico profundo, com o objetivo

de manter perfusão cerebral e coronariana enquanto se busca controlar uma fonte de sangramento infra-diafragmática de grande magnitude (SURGICAL CRITICAL CARE, 2024). A toracotomia ântero-lateral esquerda permite expor a aorta torácica distal e aplicar o *clamp* acima do diafragma, estratégia recomendada quando a instabilidade hemodinâmica é refratária às medidas iniciais ou quando há forte suspeita de hemorragia abdominal ou pélvica severa (WSES–AAST, 2025). A intervenção deve ser breve, pois a interrupção prolongada do fluxo distal pode causar isquemia intestinal, renal e medular, além de impor elevação aguda da pós-carga cardíaca após a oclusão (EDC, 2024). Por esse motivo, o procedimento requer equipe treinada e monitorização contínua para garantir que seja usado dentro dos limites fisiológicos seguros (SURGICAL CRITICAL CARE, 2024).

Taxas de Sobrevida em Trauma Penetrante vs. Trauma Contuso

A distinção entre trauma penetrante e contuso é fundamental porque reflete padrões fisiopatológicos completamente distintos: enquanto o trauma penetrante frequentemente causa lesões mais localizadas e potencialmente reparáveis (ex.: lacerações cardíacas, lesão de ventrículo direito ou taponamento por ferida cardíaca), o trauma contuso está associado a transmissão difusa de energia, múltiplos focos de sangramento e maior grau de dano tecidual irreversível. Em uma grande série pediátrica com revisão sistemática, Allen *et al.* analisaram 252 crianças e adolescentes submetidos à toracotomia de emergência no departamento de emergência e encontraram sobrevida global de 6,0%, com taxa de 10,2% para trauma penetrante contra apenas 1,6% para trauma contuso, demonstrando um gradiente muito nítido de benefício da toracotomia em favor do mecanismo penetrante (ALLEN *et al.*, 2015).

Dados em adultos apontam na mesma direção. Em um estudo retrospectivo de coorte em centro de trauma de nível I na Holanda, Sam *et al.* avaliaram 56 pacientes submetidos a toracotomia ressuscitativa ou de emergência entre 2008 e 2020, encontrando sobrevida em 30 dias de 32% no conjunto da amostra, mas com diferença marcante segundo o mecanismo: 72% de sobrevida após trauma penetrante, contra 23% após trauma contuso. Além disso, trauma penetrante, presença de sinais de vida à admissão, Glasgow 15 e realização da toracotomia em sala operatória foram fatores independentemente associados à maior probabilidade de sobrevivência (ASY *et al.*, 2022). Esses achados reforçam que, mesmo em cenários de alto volume e protocolos bem estruturados, o trauma contuso mantém mortalidade substancialmente maior após toracotomia.

Do ponto de vista clínico, esses resultados ajudam a entender por que a literatura é quase unânime ao afirmar que a toracotomia de emergência oferece seu maior benefício no trauma penetrante, sobretudo quando há suspeita de lesões potencialmente tratáveis, como taponamento cardíaco ou laceração de câmaras cardíacas, em pacientes que ainda chegam com sinais vitais ou com curto intervalo desde o colapso hemodinâmico. Já no trauma contuso, as lesões cardíacas raramente são isoladas e frequentemente coexistem com ruptura de aorta, contusão pulmonar maciça e traumatismo cranioencefálico grave, o que limita dramaticamente o impacto da toracotomia como medida de ressuscitação. Assim, embora a toracotomia possa ser considerada em situações muito selecionadas de trauma contuso, o mecanismo do trauma segue como um dos determinantes prognósticos mais consistentes na decisão de indicar o procedimento e na estimativa realista de sua probabilidade de sucesso.

Importância do Tempo de Ressuscitação e Futilidade Associada a Longos Períodos

O tempo de ressuscitação representa um fator crítico na decisão de realizar uma toracotomia na sala de emergência, estabelecendo a linha entre uma intervenção potencialmente salvadora e a futilidade terapêutica. Esta intervenção invasiva, caracterizada por elevadas taxas de mortalidade e morbidade, exige avaliação criteriosa do padrão da lesão, condição clínica do paciente e presença de sinais de vida (BRUNO-FRIEDMAN *et al.*, 2024; GUMM *et al.*, 2023). Os limites temporais da ressuscitação cardiopulmonar pré-hospitalar constituem parâmetros determinantes para estabelecer se o procedimento representa uma medida terapêutica viável ou configura futilidade médica (BRUNO-FRIEDMAN *et al.*, 2024).

A relação entre o sucesso da toracotomia e o tempo de ressuscitação é estabelecida através de limites específicos de 5, 10 ou 15 minutos, variando conforme o mecanismo da lesão e a presença de sinais de vida. No trauma contuso, o tempo constitui fator prognóstico decisivo, considerando as baixas taxas de sobrevivência de 1–2% para todos os pacientes e até 5% naqueles com sinais de vida (GUMM *et al.*, 2023). O procedimento deve ser considerado para pacientes que chegam sem pulso após trauma contuso, com ressuscitação pré-hospitalar inferior a 10 minutos e presença de sinais de vida na avaliação inicial, caracterizando recomendação de nível 3 (BRUNO-FRIEDMAN *et al.*, 2024). Torna-se contraindicado quando o período de ressuscitação supera 10 minutos sem sinais de vida (BRUNO-FRIEDMAN *et al.*, 2024).

O trauma penetrante apresenta prognóstico superior, especialmente na presença de sinais de vida, com taxas de sobrevivência de 9–12% e podendo chegar a 38% (GUMM *et al.*, 2023). Para lesões tóraco-abdominais, a toracotomia deve ser considerada quando o tempo de ressus-

citação for inferior a 15 minutos, independentemente da presença de sinais de vida (BRUNO-FRIEDMAN *et al.*, 2024). O procedimento é contraindicado quando esse limite é excedido sem sinais de vida. Já em lesões isoladas de pescoço ou extremidades, o limite reduz-se para 5 minutos (BRUNO-FRIEDMAN *et al.*, 2024).

O período total de ressuscitação na sala de emergência também constitui parâmetro essencial para definir futilidade. A ressuscitação pré-hospitalar que ultrapassa 10 minutos configura contraindicação para a descompressão pericárdica via toracotomia (GUMM *et al.*, 2023). Ademais, a ausência de retorno da circulação espontânea após 10 minutos no contexto de parada cardíaca traumática também contraindica a continuidade do procedimento (GUMM *et al.*, 2023).

A toracotomia não é recomendada em situações com probabilidade mínima de sobrevivência, como lesões incompatíveis com a vida, parada cardíaca com atividade elétrica sem pulso, parada assistólica e trauma craniano isolado, independentemente do tempo de ressuscitação (BRUNO-FRIEDMAN *et al.*, 2024; GUMM *et al.*, 2023). A presença de sinais de vida — definidos como resposta pupilar, esforço respiratório, atividade cardíaca ao eFAST, movimentos espontâneos ou pulso palpável — sustenta a continuidade das intervenções (GUMM *et al.*, 2023). Esses limites temporais funcionam como critérios rigorosos para determinar a viabilidade do procedimento. A adesão a tais parâmetros é fundamental, pois cada minuto adicional de ausência de circulação além do limite estabelecido diminui drasticamente a probabilidade de desfecho favorável. Quando a janela terapêutica é ultrapassada, a continuidade da intervenção constitui futilidade clínica, expondo o paciente a riscos significativos sem benefício correspondente.

Contraindicações e Complicações

As contraindicações para a toracotomia na sala de emergência concentram-se principalmente em situações em que o procedimento é considerado fútil ou incapaz de oferecer benefício clínico ao paciente. De acordo com o consenso atual da literatura, a toracotomia é contraindicada em casos de trauma fechado quando o paciente chega ao hospital sem sinais de vida, dada a taxa de sobrevivência praticamente nula. Além disso, o procedimento é contraindicado quando há tempo prolongado de ressuscitação sem resposta (mais de 15 minutos em trauma penetrante ou mais de 5 minutos em trauma contuso) (SLESSOR & HUNTER, 2015). Lesões manifestamente incompatíveis com a vida, como destruição cerebral, cardíaca ou de grandes vasos, ou múltiplos ferimentos fatais, igualmente excluem o benefício do procedimento. A ausência de sinais de vida já no local do trauma, sobretudo em mecanismos contusos, também configura contraindicação absoluta. Ademais, considera-se inadequado realizar toracotomia em pacientes com comorbidades graves que inviabilizem ressuscitação agressiva ou em cenários em que o risco à equipe supera qualquer possível ganho terapêutico (ASENI *et al*, 2020)

Considerações para Ambientes de Recursos Limitados

A execução de uma toracotomia de emergência em trauma penetrante torácico representa um dos procedimentos mais complexos, agressivos e decisivos da prática de cirurgia do trauma. Em ambientes com recursos limitados, tais quais os serviços pré-hospitalares e unidades de pronto atendimento periféricas, o impacto das limitações tecnológicas, logísticas e inaptidão da equipe assistencial é ainda mais significativo. Portanto, o manejo nesses cenários deve ser baseado em princípios fisiológicos fundamentais, intervenções de alto impacto,

que modifiquem o prognóstico dos pacientes em risco iminente (ATLS, 2025).

A toracotomia é um procedimento indicado para traumas torácicos penetrantes graves. Os principais critérios para a realização em ambiente pré-hospitalar são os sinais vitais e o tempo desde o trauma, sendo estes: pressão arterial, esforço respiratório ou motor, atividade elétrica atrial e atividade pupilar, ou o tempo desde o início da parada cardíaca. Ressalta-se que, em ambientes limitados, o foco deve se manter em intervenções imediatas que revertam causas de morte potencialmente tratáveis, especialmente no trauma torácico e reforça que a avaliação clínica tem precedência sobre a dependência de exames complementares (ATLS, 2025).

Influência das Limitações Estruturais no Processo Decisório

As diretrizes internacionais reforçam que as decisões terapêuticas no trauma torácico devem considerar explicitamente as condições da instituição, como nível de experiência da equipe, disponibilidade de equipamentos e capacidade de suporte avançado (WSSES–AAST, 2025). Assim, em ambientes de recursos escassos, a indicação da toracotomia deve ser ainda mais criteriosa e fundamentada em critérios clássicos, como sinais de vida, tempo de RCP pré-hospitalar e mecanismo penetrante, que mantêm elevada força de recomendação mesmo quando a infraestrutura é limitada.

A presença de sinais de vida (movimento, pulso carotídeo, atividade elétrica cardíaca, ventilação espontânea ou reação pupilar) se mantém como o principal marcador de possível benefício, conforme os critérios da *Resuscitative Thoracotomy Guideline*, 2024.

Em instituições com restrição de imagem avançada, a avaliação clínica e a resposta terapêutica tornam-se centrais para o manejo adequado de pacientes críticos. Logo, a suspeita de

uma urgência torácica deve ser feita reconhecendo sinais e sintomas específicos de cada trauma. Nesse sentido, a suspeita de tamponamento deve ser clínica, sem necessidade de ecocardiograma à beira-leito, o diagnóstico de hemotórax maciço deve ser inferido por choque hipovolêmico, aliado a macicez torácica e o pneumotórax hipertensivo deve ser manejado imediatamente, mesmo sem radiografia. O uso de ultrassom POCUS (se disponível) é extremamente útil e substitui com vantagem a radiografia torácica em ambientes precários, como demonstrado em metanálises de trauma (SURGICAL CRITICAL CARE, 2024).

Transporte e Logística

Outro aspecto crítico em regiões com restrições e limitações é o deslocamento e a manutenção da estabilidade do paciente até o centro cirúrgico mais próximo. A toracotomia deve ser considerada antes do transporte quando o paciente chega em parada ou quase parada, pois a mortalidade durante deslocamento é praticamente absoluta. Em caso de retorno da circulação, o transporte para centro mais especializado deve ser feito imediatamente, idealmente após controle temporário de hemorragias e colocação de drenos.

Ética Médica em Cenários Limitados

Em ambientes pobres em recursos, realizar toracotomia em pacientes sem sinais de vida ou com tempo de RCP prolongado consome recursos preciosos e não traz benefício para o paciente. Isso reforça a necessidade de seguir estritamente as contraindicações estabelecidas, como por exemplo ausência de sinais de vida, trauma craniano isolado e PCR prolongada,

pois, desse modo, o paciente entrará em maior sofrimento e o procedimento poderá antecipar o pior cenário, além de utilizar tempo e recurso da equipe, que poderia estar lidando com casos tratáveis.

CONCLUSÃO

A toracotomia na sala de emergência permanece uma intervenção extrema, porém potencialmente salvadora, quando aplicada em cenários específicos. A análise apresentada reforça que seu benefício se concentra principalmente no trauma penetrante, na presença de sinais de vida e dentro de janelas temporais muito curtas, enquanto sua aplicação em trauma contuso é excepcional e marcada por elevada futilidade. O estudo evidencia que fatores como mecanismo do trauma, tempo de ressuscitação, experiência da equipe e disponibilidade de recursos definem de forma crítica o prognóstico. Também se destaca que, em ambientes com limitações estruturais, a decisão deve ser ainda mais criteriosa, priorizando intervenções de alto impacto e evitando procedimentos sem expectativa de benefício real.

Assim, este capítulo contribui para uma compreensão mais precisa das indicações, contraindicações e desfechos da toracotomia de emergência, reforçando a importância de protocolos bem definidos e de capacitação contínua das equipes. Nesse sentido, futuras pesquisas devem aprofundar estratégias que otimizem resultados, incluindo avanços em técnicas de controle de danos, integração com métodos como REBOA e modelos de decisão aplicáveis a diferentes realidades de recursos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, C. J.; VALLE, E. J.; THORSON, C. M.; *et al.* Pediatric Emergency Department Thoracotomy: A Large Case Series and Systematic Review. *Journal of Pediatric Surgery*, v. 50, n. 1, p. 177–181, 2015. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2014.10.042.

AMERICAN HEART ASSOCIATION. Adult Advanced Life Support: 2025 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*, v. 152, n. 16, supl. 2, p. S538–S577, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001376>.

ASENI, P., *et al.* Emergency Department Resuscitative Thoracotomy: Indications, Surgical Procedure and Outcome. A Narrative Review. *American Journal of Surgery*, v. 221, n. 5, p. 1082–1092, 2021. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2020.09.038.

ASY, S. *et al.* Outcomes of the Resuscitative and Emergency Thoracotomy in Severe Trauma: An Observational Study. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*, v. 48, n. 6, p. 4575–4583, 2022. DOI: 10.1007/s00068-022-02021-x.

BRUNO-FRIEDMAN, J.; ZITO, T.; CHEATHAM, M. L. *et al.* Resuscitative thoracotomy: evidence-based medicine guideline. *SurgicalCriticalCare.net*, p. 1–4, 2024. Disponível em: <https://www.surgicalcriticalcare.net/Guidelines/-Resuscitative%20Thoracotomy%202024.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2025.

FERRADA, P.; FERRADA, R.; JACOBS, L. *et al.* Prioritizing Circulation to Improve Outcomes for Patients with Exsanguinating Injury: A Literature Review and Techniques to Help Clinicians Achieve Bleeding Control. *Journal of the American College of Surgeons*, v. 238, n. 1, p. 129–136, 2024. DOI: 10.1097/XCS.0000000000000889.

FOROULIS, C N.; *et al.* Early Reoperation Performed for the Management of Complications in Patients Undergoing General Thoracic Surgical Procedures. *Journal of Thoracic Disease*, v. 6, supl. 1, p. S21–S31, 2014. DOI: <https://doi.org/10.3978/j.issn.2072-1439.2014.02.22>.

GUMM, K.; JUDSON, R.; WALSH, M.; *et al.* Emergency department thoracotomy guideline. Trauma Service, The Royal Melbourne Hospital, v. 4.0, p. 1–7, 2023. Disponível em: <https://edcentral.co/wp-content/uploads/-2024/08/Emergency-Department-Thoracotomy-Guideline.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2025.

HUNT, P. A.; GREAVES, I.; OWENS, W. A. Emergency thoracotomy in thoracic trauma – a review. *Injury*, v. 37, n. 1, p. 1–19, 2006. DOI: 10.1016/j.injury.2005.02.014.

KEARNS, M J.; WALLWY, K R. Tamponade: hemodynamic and echocardiographic diagnosis. *Chest*, v. 153, n. 5, p. 1266–1275, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chest.2017.11.003>.

LAZOPOULOS, A.; *et al.* Open Thoracotomy for Pneumothorax. *Journal of Thoracic Disease*, v. 7, supl. 1, p. S50–S55, 2015. DOI: <https://doi.org/10.3978/j.issn.2072-1439.2015.01.52>.

LIU, A., *et al.* Emergency Resuscitative Thoracotomy for Civilian Thoracic Trauma in the Field and Emergency Department Settings: A Systematic Review and Meta-analysis. *The Journal of Surgical Research*, v. 273, p. 44–55, 2022. DOI: 10.1016/j.jss.2021.11.012.

PARREIRA, J. G.; COIMBRA, R. Penetrating Cardiac Injuries: What you Need to Know. *The Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, v. 98, n. 4, p. 523–532, 2025. DOI: 10.1097/TA.0000000000004524.

SLESSOR, D.; HUNTER, S. To be blunt: are we wasting our time? Emergency department thoracotomy following blunt trauma: a systematic review and meta-analysis. *Annals of Emergency Medicine*, v. 65, n. 3, p. 297–307.e16, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2014.08.020>.

SOAR, J.; BECKER, L. B.; BERG, K. M.; *et al.* Cardiopulmonary resuscitation in special circumstances. *Lancet*, v. 398, n. 10307, p. 1257–1268, 2021. DOI: 10.1016/S0140-6736(21)01257-5.

VAN VLEDDER, M G.; *et al.* Out of hospital thoracotomy for cardiac arrest after penetrating thoracic trauma. *Injury*, v. 48, n. 9, p. 1865–1869, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2017.04.002>.

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 26

TERAPIA INTENSIVA NO TRAUMA: CONTROLE DE HEMORRAGIAS MASSIVAS

ANA CAROLINA MOURA SIQUEIRA¹
GABRIEL MARCON MOGNON¹
TAINÁ TOALDO GRANEZ¹

¹Discente - Medicina na Universidade Franciscana (UFN).

Palavras-chave: Choque; Transfusão; Trauma.

DOI

10.59290/5211290270

P EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

O controle de hemorragias massivas em pacientes traumatizados representa um dos pilares fundamentais da terapia intensiva no contexto de trauma. De acordo com as diretrizes mais recentes do *Advanced Trauma Life Support* (ATLS), na sua 11ª edição lançada em 2025 pela *American College of Surgeons* (ACS), a hemorragia exsanguinante é a principal causa de morte potencialmente evitável nas primeiras horas após o trauma. Essa informação introduz uma abordagem refinada, a qual prioriza o controle imediato da hemorragia como etapa inicial no algoritmo xABCDE (*exsanguination, airway, breathing, circulation, disability, exposure*), reconhecendo que minutos contam para a sobrevivência.

Neste capítulo, exploraremos os princípios atualizados do atendimento ao paciente vítima de hemorragia massiva, com ênfase nos materiais essenciais e protocolos para o seu manejo. Além disso, apresentaremos manejos de controle de danos, que integram hemostasia rápida, transfusão balanceada e prevenção da coagulopatia traumática, adaptando-se ao cenário de alto volume de perdas sanguíneas. A integração dessas estratégias apresentadas tanto no ATLS, quanto em outras literaturas atuais, pode reduzir a mortalidade de muitos pacientes em centros de trauma ou até mesmo no atendimento pré-hospitalar. Neste capítulo, exploraremos os princípios atualizados do atendimento ao paciente vítima de hemorragia massiva, com ênfase nos materiais essenciais e protocolos para o seu manejo. Além disso, apresentaremos manejos de controle de danos, que integram hemostasia rápida, transfusão balanceada e prevenção da coagulopatia traumática, adaptando-se ao cenário de alto volume de perdas sanguíneas. A integração dessas estratégias apresentadas tanto no ATLS, quanto em outras literaturas atuais,

pode reduzir a mortalidade de muitos pacientes em centros de trauma ou até mesmo no atendimento pré-hospitalar.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, realizada por meio da busca e análise de publicações científicas disponíveis nas seguintes plataformas digitais: PubMed e Uptodate, bem como em protocolos científicos recentes da área relativa ao tema, como a 11ª edição do *Advanced Trauma Life Support* (ATLS). Foram utilizados os seguintes descritores, combinados entre si por operadores booleanos: *massive hemorrhage, protocols, critical care*. Desta busca foram encontrados doze artigos e protocolos, posteriormente submetidos aos critérios de seleção.

Os critérios de inclusão foram: artigos em inglês; publicados no período de 2015 a 2025 e que abordavam especificamente o diagnóstico e o manejo de hemorragias massivas na terapia intensiva. Foram incluídos estudos originais, revisões sistemáticas, consensos e protocolos de sociedades médicas mundialmente reconhecidas.

Os critérios de exclusão foram: artigos duplicados, disponibilizados na forma de resumo, relatos de caso isolados, que não abordavam diretamente a proposta estudada e que não atendiam aos demais critérios de inclusão.

Após os critérios de seleção restaram oito artigos e protocolos. Além da busca nas bases de dados, procedeu-se à análise crítica dos artigos selecionados, observando a qualidade metodológica, os critérios de inclusão e exclusão empregados pelos autores, bem como a aplicabilidade clínica de seus achados. A sistematização das informações foi realizada por meio da categorização dos dados em quatro eixos principais: fisiopatologia, definição, diagnóstico e manejo terapêutico. Essa organização permitiu

identificar pontos de convergência e divergência entre diferentes publicações, facilitando a elaboração de uma síntese integrativa e atualizada sobre o controle de hemorragias massivas na terapia intensiva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fisiopatologia, Definição e Sintomatologia

Primeiramente, o choque é definido como perfusão tecidual inadequada, que se manifesta clinicamente com distúrbios hemodinâmicos e disfunção orgânica. Este ocorre devido à hipóxia tecidual celular, causada pela oferta inadequada de oxigênio, que não consegue suprir as necessidades do organismo. Os efeitos do choque são inicialmente reversíveis, porém podem

se tornar rapidamente irreversíveis, resultando em falência múltipla de órgãos e óbito (GAIESKI & MIKKELSEN., 2025).

No trauma, a perda sanguínea por hemorragias é a etiologia mais comum de choque, sendo a principal causa evitável de morte nos pacientes após o evento traumático. As etiologias mais comuns de choque hemorrágico são o trauma contuso ou penetrante (maioria em tórax, abdome e retroperitônio), politrauma com múltiplas fraturas ou ferimentos externos exsanguinantes (COLWELL, 2025; GAIESKI & MIKKELSEN., 2025). Ademais, o choque hemorrágico pode ser classificado em quatro classes tradicionais, descritas abaixo (**Tabela 26.1**).

Tabela 26.1 Classificação do choque hipovolêmico hemorrágico, segundo o ATLS 11

Avaliação	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV
Perda sanguínea*	Até 750 ml ou 15%	750 a 1500 ml ou 15 a 30%	1500 a 2000 ml ou 30 a 40%	>2000 ml ou >40%
Frequência cardíaca (bpm)	100	100 a 120	120 a 140	Maior que 140
Pressão de pulso (PA sistólica - diastólica)	Normal ou aumentada	Diminuída	Diminuída	Diminuída
Pressão arterial	Normal	Normal	Diminuída	Diminuída
Frequência respiratória (irpm)	14 a 20	20 a 30	30 a 40	>35
Diurese (ml/h)	>30	20 a 30	5 a 15	<5
Nível de consciência	Levemente ansioso	Moderadamente ansioso	Diminuído	Muito diminuído
Necessidade hemocomponentes	Difícilmente	Possivelmente	Provavelmente	Protocolo de transfusão maciça
Resposta à ressuscitação	Rápida e sustentada	Moderadamente rápida e sustentada	Transitória	Mínima à nenhuma

*Houveram algumas mudanças nos parâmetros clínicos de gravidade das hemorragias, pois a resposta à perda sanguínea varia conforme fatores específicos do paciente. Logo, a resposta à ressuscitação depende da presença de sangramento contínuo e não de uma quantidade específica de perda sanguínea.

Fonte: Adaptação de AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2025

Diante disso, cabe-se abordar que hemorragias massivas ocorrem em cerca de 25-35% dos traumas graves. A hemorragia massiva no choque hemorrágico ocorre nos graus III e IV da classificação do *Advanced Trauma Life Support* (ATLS), na qual o grau III cursa com perda de 30 a 40% do volume sanguíneo e o grau IV

compreende hemorragias de mais de 40% do volume sanguíneo total (COLWELL, 2025).

A sintomatologia do choque é decorrente dos sintomas compensatórios que as cascatas inflamatórias e anti-inflamatórias e a disfunção progressiva dos tecidos originam. Com a diminuição da perfusão sanguínea dos órgãos pela

hipóxia, ocorre a vasoconstrição progressiva da circulação cutânea, muscular e visceral, para priorizar órgãos nobres vitais, como o coração, rim e cérebro. A primeira manifestação do choque hipovolêmico é a taquicardia, que se origina com o intuito de compensar manifestações cardíacas, por meio da preservação do débito cardíaco. Hipotensão e diminuição da pressão de pulso (devido ao aumento da resistência vascular periférica, que aumenta a pressão arterial diastólica), são alterações que surgem após perda sanguínea moderada à grave. A pele fria e úmida surge pela vasoconstrição periférica, ocorrem tremores e incapacidade de manter a temperatura corporal. Associado a isso, a ansiedade inicial após o trauma pode evoluir para agitação, diminuição do nível de consciência e confusão. Quando a hipóxia não é controlada, essa progride para o nível sistêmico, resultando em acidose, disfunção endotelial e produção de ácido lático (AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2025).

O choque hemorrágico grave, frequentemente se manifesta com a tríade letal: hipotermia, acidose e coagulopatia, exacerbada pela hipoperfusão tecidual e diluição por fluidos cristaloides excessivos. Atualmente, a "tríade letal" foi atualizada para o "diamante letal", adicionando a hipocalcemia como um fator crítico, que exige reposição agressiva, devido ao citrato nos hemoderivados (LIN *et al.*, 2025).

Abordagem Inicial: O Algoritmo xABCDE do ATLS 11

A 11ª edição do *Advanced Trauma Life Support* (ATLS) revoluciona o protocolo tradicional ABCDE ao inserir o "X" para hemorragia exsanguinante, priorizando o controle de sangramentos externos ou imediatos antes mesmo da via aérea, em cenários de hemorragia catastrófica. Essa mudança, baseada em evidências de cenários de combate e civis, alinha-se às diretrizes do *Committee on Trauma* (CoTCCC) e

reduz o tempo para hemostasia em até 50%. Conforme esse protocolo, deve-se seguir os seguintes passos iniciais:

1. *Exsanguination* (X): Avaliar e controlar sangramento externo imediatamente. Aplicar pressão direta manual por 3-5 minutos; em amputações ou lesões com mutilação, usar torniquete principalmente comerciais na região proximal da lesão, sem exceder 2 horas de aplicação.
2. *Airway and Breathing* (A e B): Garantir via aérea patente com estabilização cervical; ventilação com oxigênio a 100% e monitorização de saturação.
3. *Circulation* (C): Limitar cristaloides a 1 litro (ou 20 mL/kg em pacientes pediátricos), passando rapidamente para transfusão sanguínea balanceada (razão 1:1:1 – hemácias:plasma:plaquetas).
4. *Disability and Exposure* (D e E): Avaliar Escala de Coma de Glasgow e expor o paciente, prevenindo hipotermia com aquecimento ativo (mantas térmicas, fluidos aquecidos).

Quando o atendimento acontece em local pré-hospitalar, a sequência de xABCDE deve ser tomada rotineiramente, de forma a se aproveitar o manejo do tempo da melhor forma possível. Por outro lado, nas UTIs, essa avaliação deve ser contínua, com ultrassonografia eFAST para identificar hemorragias internas e monitorização do paciente em busca de entender a situação clínica que agrava seu quadro.

Materiais Essenciais para Controle de Hemorragias Massivas

O arsenal de materiais em UTIs, sejam móveis ou fixas, deve ser acessível e padronizado, disponíveis em um kit de hemorragia massiva, alinhado ao *Massive Hemorrhage Protocol* (MHP) do ATLS 11, com treinamento anual para a equipe, a fim de garantir o uso correto dos materiais. A seguir, (**Tabela 26.2**), estão descritos os itens principais, suas indicações e considerações de uso.

Tabela 26.2 Materiais para o manejo de hemorragias massivas, segundo o ATLS 11

Categoria	Material	Indicação Principal	Considerações
Hemostasia Externa	Torniquetes comerciais	Sangramento de extremidades	Aplicar alto e apertado; marcar hora de colocação; não remover em UTI sem cirurgia.
	Agentes hemostáticos tópicos	Feridas profundas não controláveis por pressão	Empacotar ferida e manter por 3 minutos; contraindicado em cavidades corporais.
	Estabilizadores pélvicos	Fraturas pélvicas instáveis	Aplicar em menos de 10 minutos; remover apenas em sala cirúrgica.
Acesso Vascular	Acesso venoso periférico	Imediato	Realizar pelo menos 2 acessos em veias calibrosas.
	Acesso intraósseo	Falha venosa periférica	Realizar em úmero ou tíbia; trocar para venoso em 4-6h.
	Cateter venoso central de grande calibre	Transfusão rápida	Inserir em veia femoral ou jugular; aquecer linhas de infusão.
Transfusão de Hemocomponentes	Concentrado de hemácias	Perda maior de 15% do volume sanguíneo	Razão 1:1:1 ou sangue total; aquecer a 37°C; O negativo ou tipo-sangue.
	Plasma fresco congelado ou concentrado	Coagulopatia precoce	Descongelar em 37°C;
	Concentrado de plaquetas e crioprecipitado	Hipofibrinogenemia	Manter plaquetas maiores que 50000/ μ L; Fibrinogênio maior que 1.5 a 2 g/L.
Farmacológicos	Ácido tranexâmico	Hemorragia traumática	1g IV em 10 min, seguido de infusão 1g em 8h; ideal em menos de 3h do trauma.
	Concentrado de complexo protrombínico	Pacientes em uso de anticoagulantes	25-50 UI/kg; monitorar com ROTEM/TEG.
Adicionais	Aquecedores de fluidos	Prevenir hipotermia	Manter temperatura >35°C; Risco de coagulopatia caso esteja menor que 34°C.

Fonte: Adaptação de AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2025

Protocolos de Ressuscitação

A evolução do manejo do paciente traumatizado crítico na terapia intensiva fundamenta-se na transição de paradigmas de reanimação, abandonando a ressuscitação volumétrica baseada em cristaloides em favor da Ressuscitação de Controle de Danos, cujos pilares são a hemostasia permissiva, a minimização da coagulopatia e a correção de distúrbios metabólicos. Para a implementação eficaz deste protocolo, é imperativo compreender os mecanismos fisiológicos das novas estratégias de reposição hemática, monitorização viscoelástica e controle vascular. Embora a transfusão balanceada na razão 1:1:1 – composta por uma unidade de concentrado de hemácias, uma de plasma fresco

congelado e uma de plaquetas – tenha sido estabelecida para mimetizar o sangue nativo e prevenir a coagulopatia dilucional, esta estratégia apresenta limitações intrínsecas significativas. A reconstituição de componentes separados resulta em um produto final com hematócrito, contagem de plaquetas e concentração de fatores de coagulação inferiores aos do sangue total fisiológico, devido à adição necessária de anticoagulantes e soluções preservantes nas bolsas individuais (FLINT *et al.*, 2018). Em contrapartida, o Sangue Total com Baixo Título de Anticorpos do Grupo O (LTOWB) oferece uma densidade hemostática superior, pois ao preservar a integridade da interação plaqueta-hemácia e reduzir o volume total de aditivos in-

fundidos, combate mais eficazmente a coagulopatia induzida pelo trauma e a acidose, sendo recomendado pelo *Advanced Trauma Life Support* (ATLS) como o fluido de ressuscitação inicial preferencial para restaurar a capacidade de transporte de oxigênio com menor volume total infundido (AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2025).

Concomitantemente à escolha do fluido de reposição, a complexidade da coagulopatia do trauma exige que a monitorização evolua dos testes estáticos para métodos dinâmicos. Os exames convencionais, como o Tempo de Protrombina (TP) e a Tromboplastina Parcial Ativada (TTPA), baseiam-se em plasma pobre em plaquetas e avaliam apenas a iniciação da formação de fibrina, falhando em capturar a realidade do modelo celular da coagulação (BRILL *et al.*, 2021). Nesse contexto, uma abordagem alternativa utiliza ensaios hemostáticos viscoelásticos – Tromboelastometria Rotacional (TEG) e Tromboelastografia (ROTEM) – para transfusão direcionada por metas. Essa tecnologia permite a avaliação global da hemostasia, quantificando desde o tempo de reação e a cinética de polimerização da fibrina até a amplitude máxima do coágulo – que reflete a função plaquetária e o fibrinogênio – e a detecção de hiperfibrinólise precoce. A granularidade diagnóstica proporcionada por esses métodos viabiliza uma terapia guiada por metas, onde a reposição de fatores específicos, como fibrinogênio ou antifibrinolíticos, substitui a administração empírica, resultando em comprovada redução do uso de hemocomponentes e melhoria na sobrevivência do paciente (BRILL *et al.*, 2021; AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2025). A principal vantagem desses testes no trauma é a capacidade de identificação rápida de coagulopatias específicas, como a depleção de fibrinogênio ou a hiperfibrinólise, permitindo adaptações dos hemocomponentes e adjuvantes para tratar as deficiências reais (LIN *et al.*, 2025).

Conforme o ensaio clínico randomizado conduzido por Gonzalez *et al.* em 2016, a orientação por TEG melhorou significativamente a sobrevivência em 28 dias (aproximadamente 80% vs. 64% de sobrevivência), reduziu as mortes precoces por hemorragia utilizou menos unidades de plasma/plaquetas nas primeiras 2 horas e hemoderivados no geral, sugerindo uma ressuscitação mais direcionada. Atualmente, protocolos de transfusão maciça baseados em proporções, com realização simultânea de testes hemostáticos viscoelásticos para identificar déficits específicos ou determinar terapias adicionais, garante o tratamento empírico oportuno, ao mesmo tempo que se beneficia da avaliação detalhada da coagulação proporcionada por TEG/ROTEM (LIN *et al.*, 2025).

Para situações de extrema gravidade, onde a ressuscitação volêmica se mostra insuficiente diante de hemorragias exsanguinantes infradiastólicas, o *Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta* (REBOA) surge como um adjuvante fisiológico crítico de ponte para a cirurgia. A técnica consiste na inserção de um cateter balão através da artéria femoral, posicionado estrategicamente na Zona I (aorta torácica descendente) para hemorragias abdominais ou na Zona III (aorta abdominal distal) para lesões pélvicas (GAMBERINI *et al.*, 2017). A insuflação do balão promove uma alteração drástica na hemodinâmica sistêmica ao elevar artificialmente a resistência vascular sistêmica, o que aumenta a pressão de perfusão coronariana e cerebral enquanto cessa temporariamente a hemorragia distal. Contudo, o ATLS ressalta que o REBOA impõe um custo isquêmico aos tecidos distais, exigindo um controle rigoroso do tempo de oclusão para evitar a síndrome de reperfusão e a falência de órgãos, devendo ser utilizado estritamente como uma medida temporária até a hemostasia definitiva (AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2025; GAMBERINI *et al.*, 2017).

O Protocolo de Hemorragias Massivas, atualizado no ATLS 11 e alinhado às diretrizes europeias de 2023 (com atualizações em 2025), adota os "7 Ts": *Tourniquet, Tranexamic Acid, Transfusion, Temperature, Team, Tests, Tension*. Em UTI, o protocolo é ativado por critérios como perda estimada maior que 1 litro de sangue, hipotensão persistente ou necessidade de mais do que 4 unidades de sangue em 1 hora (AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2025).

Ademais, é importante ressaltar que o tratamento do choque hemorrágico com cristaloides intravenosos aumenta o risco de coagulopatia, devido à diluição dos fatores de coagulação e das plaquetas, e de hipotermia. Para evitar essas complicações, em pacientes traumatizados, o tratamento com fluidos intravenosos deve ser evitado sempre que possível e, se inevitável, administrado nos menores volumes necessários até que sangue total ou hemoderivados estejam disponíveis (COLWELL, 2025).

Fluxo do Protocolo de Hemorragia Massiva em UTI

1. Ativação: Alerta multidisciplinar (cirurgião, hematologista, intensivista); pré-aquecimento de produtos sanguíneos.
2. Hemostasia Definitiva: Intervenções intervencionistas (embolização angiográfica) ou cirúrgica de controle de danos (*packing abdominal*).
3. Ressuscitação Balanceada: Iniciar com pacote 1:1:1; ácido tranexâmico em todos os casos elegíveis; evitar hipotensão permissiva (PAS 80-90 mmHg) em pacientes com lesão crânio-encefálica.
4. Monitorização Dinâmica: TEG/ROTEM a cada 30-60 min para guiar terapia (ex.: adicionar crioprecipitado se fibrinogênio <1.5 g/L). Meta: Hb >7 g/dL, INR <1.8, plaquetas >50000 µL

5. Desativação: Após hemostasia confirmada e estabilidade hemodinâmica por 30 min; reavaliar a cada hora.

Ademais, o manejo da hemorragia massiva na UTI exige adaptações específicas conforme características do paciente, pois certas condições modificam tanto o risco quanto a resposta terapêutica. Essas adaptações, quando aplicadas de forma rápida e protocolizada, transformam subgrupos tradicionalmente de alto risco em pacientes com sobrevida significativamente melhorada, reforçando que o controle de hemorragia massiva não é um protocolo único, mas um conjunto de estratégias personalizadas dentro de uma estrutura comum (AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2025).

Considerações Especiais Conforme o ATLS 11: Pacientes em Uso de Anticoagulante ou Antiagregantes Plaquetários

Com a crescente prevalência de anticoagulação oral direta (DOAC) e antagonistas da vitamina K, é comum receber vítimas de trauma já anticoagulados. Nesses casos, o que se prioriza é a reversão imediata e precede do anticoagulante. A seguir estão os exemplos de anticoagulantes e os reversores direto de seus efeitos, além de formas de aplicação:

- Varfarina: Concentrado de complexo protrombínico (CCP) 25–50 UI/kg + vitamina K 10 mg IV.
- Dabigatrana: Idarucizumabe 5 g IV em bolus único.
- Apixabana/rivaroxabana/edoxabana: Andexan *et al* fa (dose alta ou baixa conforme tempo da última dose) ou concentrado de complexo protrombínico 50 UI/kg se andexanet não disponível. O monitoramento com TEG/ROTEM é especialmente valioso aqui, pois permite confirmar a reversão efetiva antes de prosseguir com transfusões adicionais.

Considerações Especiais do ATLS 11: Pacientes com Traumatismo Cranioencefálico (TCE) Associado

O Colégio Americano de Cirurgiões em 2025 nos apresenta que quando há lesão cerebral grave concomitante à hemorragia, abandona-se a hipotensão permissiva. A meta de pressão arterial sistólica deve ser ≥ 110 mmHg (ou PAM ≥ 80 mmHg) para preservar a pressão de perfusão cerebral. A transfusão é mais agressiva (Hb ≥ 9 –10 g/dL) e o ácido tranexâmico mantém-se indicado, desde que administrado nas primeiras 3 horas.

Considerações Especiais do ATLS 11 para Gestantes

A gestação é um estado de hipercoagulabilidade fisiológica, mas o trauma grave desencadeia consumo rápido de fibrinogênio. Níveis menores que 2 g/L estão associados a maior risco de hemorragia obstétrica concomitante e até morte materna. Portanto:

- Meta de fibrinogênio $\geq 2,5$ –3 g/L (maior que na população geral).
- Criotprecipitado ou concentrado de fibrinogênio deve ser administrado precocemente.
- Manter plaquetas acima de 75000/ μ L para reduzir risco de hematoma peridural em caso de necessidade de anestesia regional posterior.

Considerações Especiais do ATLS 11 Quanto a Crianças

Os protocolos pediátricos seguem os mesmos princípios, porém com doses ajustadas conforme o peso do paciente:

- Ácido tranexâmico: 15 mg/kg em bolus + 1–2 mg/kg/h em infusão.
- Transfusão balanceada na razão 1:1:1, mas volumes iniciais de 10–20 mL/kg por componente.
- O acesso intraósseo é frequentemente a primeira escolha em crianças menores de 6 anos com colapso vascular periférico.

Considerações Especiais do ATLS 11 para Pacientes Idosos ou com Comorbidades Associadas

Pacientes acima de 65 anos ou com insuficiência renal/hepática toleram mal grandes volumes de cristaloides e têm maior risco de Lesão Pulmonar Aguda Relacionada à Transfusão e edema pulmonar. Nesses casos privilegia-se transfusão precoce, limitação estrita de cristaloides (<500 mL total) e uso liberal de vasopressores (noradrenalina) para manter perfusão sem sobrecarga volêmica.

Considerações Especiais no ATLS 11: Pacientes com Hipotermia Grave na Chegada (<34°C)

Se o paciente chega profundamente hipotérmico, adota-se a estratégia de “ressuscitação aquecida agressiva”:

- Lavado peritoneal ou torácico com solução aquecida a 40°C.
- Circuito de hemofiltração/oxigenação por membrana extracorpórea (ECMO-VV) em centros com disponibilidade quando aquecimento convencional falha. A correção da hipotermia precede a correção completa da coagulopatia, pois nenhuma reposição de fatores funciona adequadamente abaixo de 34°C.

CONCLUSÃO

O controle de hemorragias massivas em UTI transforma uma emergência letal em uma condição gerenciável por meio de protocolos sistemáticos e materiais otimizados. A ênfase no xABCDE reforça a necessidade de equipes treinadas e recursos imediatos, potencializando a sobrevivência e reduzindo sequelas. A implementação rigorosa dessas diretrizes não é apenas recomendada, mas imperativa para centros de trauma modernos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS. Advanced trauma life support (ATLS): Student Course Manual. 11. ed. Chicago: American College of Surgeons, 2025.

BRILL, J. B. *et al.* The role of TEG and ROTEM in damage control resuscitation. *Shock*, v. 56, n. 1, p. 52–61, 25 mar. 2021. DOI: 10.1097/shk.0000000000001686.

COLWELL, C. Initial management of moderate to severe hemorrhage in the adult trauma patient. In: UpToDate, Post TW (Ed), UpToDate, Waltham, MA, 2025.

FLINT, A. W. J. *et al.* Massive transfusions for critical bleeding: Is everything old new again? *Transfusion Medicine*, v. 28, n. 2, p. 140–149, abr. 2018. DOI: 10.1111/tme.12524.

GAIESKI, D. F; MIKKELSEN, M. E. Definition, classification, etiology, and pathophysiology of shock in adults. In: UpToDate, Post TW (Ed), UpToDate, Waltham, MA, 2025.

GAMBERINI, E. *et al.* Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta in trauma: A systematic review of the literature. *World Journal of Emergency Surgery*, v. 12, n. 1, 29 ago. 2017. DOI: 10.1186/s13017-017-0153-2.

GONZALEZ, E. *et al.* Goal-directed hemostatic resuscitation of trauma-induced coagulopathy a pragmatic randomized clinical trial comparing a viscoelastic assay to conventional coagulation assays. *Annals of Surgery*, v. 263, n. 6, p. 1051–1059, jun. 2016. DOI: 10.1097/SLA.0000000000001608.

LIN, T. L. *et al.* Current controversies and advances in massive transfusion: Balancing evidence and practice. *Journal of the Formosan Medical Association*, 18 jul. 2025. DOI: 10.1016/j.jfma.2025.07.016.

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 27

NEOPLASIA DE SIGMÓIDE OBSTRUTIVA ASSOCIADA A CARCINOMATOSE PERITONEAL: UM RELATO DE CASO

RAFAELA KIRSCH VERZA¹
LETÍCIA PFITSCHER⁴
MARTINA BRANDEBURSKI CAMARGO²
LAURA STRACK LAINI²
DANIELLE COUTINHO RODRIGUES²
MURILO BRANDEBURSKI BORDIGNON³

¹Médico - Residente de Cirurgia Geral – Unisinos.

²Discente - Medicina na Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

³Discente - Medicina na Universidade Católica de Pelotas (UCPEL).

⁴Médico - Residente de Cirurgia Geral - Santa Casa de Porto Alegre.

Palavras-chave: Carcinomatose Peritoneal; Neoplasia de Sigmoides Obstrutiva; Colostomia.

DOI

10.59290/0892115106

P EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

A obstrução intestinal é uma das principais emergências cirúrgicas, representando causa frequente de atendimento em serviços médicos de emergência. Entre os fatores etiológicos, as neoplasias colorretais constituem uma das causas mais relevantes, especialmente em pacientes com tumores localmente avançados ou que já são metastáticos. Estima-se que aproximadamente 30% dos pacientes com neoplasia colorretal possam apresentar-se inicialmente com complicações obstrutivas, perfurativas ou hemorrágicas, o que impacta negativamente o prognóstico e o tratamento.

O cólon sigmoide é o segmento mais comumente acometido pela obstrução neoplásica, dada sua menor luz e maior propensão ao estreitamento tumoral. Nesses cenários, o exame de imagem inicial é a tomografia computadorizada que permite avaliar a extensão da obstrução, estadiamento inicial e identificação de sinais de possíveis complicações. A conduta cirúrgica depende da estabilidade clínica, do grau de obstrução, da possibilidade de ressecção e da presença de metástases. Em casos avançados, a colostomia derivativa representa medida paliativa eficaz para alívio imediato da obstrução e encaminhamento para tratamento oncológico sistêmico. O relato de caso apresentado descreve uma obstrução intestinal secundária a neoplasia estenosante de sigmoide, com necessidade de abordagem cirúrgica emergencial, destacando os desafios diagnósticos e terapêuticos nestes casos.

Este capítulo tem como objetivo apresentar e analisar um caso de obstrução intestinal secundária a neoplasia colorretal avançada, enfatizando sua relevância como emergência cirúrgica, descrevendo os principais desafios diagnósticos na avaliação inicial, especialmente no uso da tomografia computadorizada, e discutin-

do as estratégias terapêuticas indicadas quando a ressecção tumoral não é viável, com destaque para o papel da colostomia derivativa como medida eficaz para descompressão e estabilização clínica. Busca-se, ainda, contextualizar a importância da intervenção precoce e individualizada frente às particularidades anatômicas, clínicas e oncológicas desses pacientes.

MÉTODO

Este trabalho é um relato de caso descritivo baseado na revisão do prontuário e na observação clínica do paciente, com coleta retrospectiva de dados clínicos, cirúrgicos e de imagem. Foram analisadas informações referentes à admissão, evolução hospitalar, exames complementares, achados tomográficos, conduta operatória, evolução pós-operatória e encaminhamento oncológico. A seleção e organização dos dados foram realizadas de forma cronológica, permitindo reconstruir o curso clínico do paciente desde o início dos sintomas até a definição terapêutica. A descrição do caso seguiu os princípios éticos aplicáveis a relatos clínicos, garantindo confidencialidade e anonimização das informações pessoais. Não foram realizadas intervenções experimentais, restringindo o estudo à análise documental e à interpretação crítica dos achados clínicos, radiológicos e cirúrgicos, com o objetivo de contextualizar o caso dentro das evidências atuais sobre obstrução intestinal por neoplasia colorretal avançada e suas repercussões no manejo emergencial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Relato de Caso

J.S, 53 anos, sexo masculino, etilista crônico, com diagnóstico prévio de neoplasia de cólon há 3 meses sem antecedentes cirúrgicos abdominais ou demais comorbidades prévias associadas. Iniciou com um quadro de dor abdominal intensa, associado a náuseas e vômitos.

Nas primeiras 24 horas após o início da sintomatologia o paciente evoluiu com redução progressiva da eliminação de flatos, seguido de diarreia paradoxal com distensão abdominal importante, caracterizando assim um quadro de suboclusão intestinal. Paciente deu entrada no serviço de emergência hospitalar, após piora do quadro de dor abdominal, que tornou-se contínua e difusa, associada a ausência de flatos e eliminação de fezes. Na admissão encontrava-se em regular estado geral, hipocorado, com abdome distendido, timpânico e doloroso a palpação profunda, apresentando sinais de defesa compatíveis com um quadro de abdome agudo obstrutivo.

Foi solicitado uma tomografia computadorizada (TC) de abdome total, que evidenciou uma lesão expansiva estenosante de cólon sigmoide medindo aproximadamente 11,2 cm, com importante dilatação do cólon de até 78 cm, apresentando acometimento de serosa, e infiltração de gordura mesentérica adjacente, linfonodos mesentéricos patológicos e espessamento peritoneal. Os achados na TC eram compatíveis com obstrução intestinal secundária a neoplasia colorretal avançada. Diante do quadro apresentado, indicou-se intervenção cirúrgica de urgência.

A abordagem cirúrgica iniciou-se com uma laparotomia mediana supra e infraumbilical, sob condições adequadas de assepsia e antisepsia. Ao abrir a cavidade abdominal, foi identificado carcinomatose peritoneal difusa, tumoração de cólon comprometendo a parede abdominal periumbilical e distensão acentuada de cólon transverso. Havia a presença de líquido sero-hemático e múltiplos implantes peritoneais. Após realizou-se a lavagem da cavidade com soro fisiológico e aspiração do conteúdo, sendo procedido com liberação do cólon transverso para a realização da ostomia derivativa. A colostomia foi realizada com suporte para alça intestinal tipo "estribo" confeccionado com

sonda número 16 devido ao risco de desabamento. A parede abdominal foi fechada em planos com sutura contínua de aponeurose em PDS 0 e pele com nylon 4-0. No pós-operatório imediato, o paciente manteve estabilidade hemodinâmica, estoma funcionante e ausência de sinais de irritação peritoneal ou complicações precoces. Seguiu em acompanhamento cirúrgico durante internação hospitalar, obteve boa evolução no pós-operatório imediato com aceitação de dieta por via oral adequada e ostomia funcionante, posteriormente foi encaminhado para avaliação oncológica, dada a extensão da doença metastática.

Discussão

A neoplasia colorretal é muito prevalente tanto entre homens como mulheres, segundo dados do Instituto Nacional de Câncer (INCA), este tipo de neoplasia é apontada como o terceiro tipo de câncer mais comum entre homens no Brasil, atualmente estima-se cerca de 22 mil novos casos por ano na população masculina. No Brasil, não há um registro populacional único que quantifique de forma consolidada a proporção de pacientes com câncer colorretal que recebem intervenção cirúrgica exclusivamente no momento da obstrução. Séries brasileiras mostram ampla variação: entre ~10% e 33% dos casos podem debutar como emergência (obstrução ou perfuração), e, nas coortes de cirurgia de emergência, a obstrução corresponde à indicação predominante (relatos de ~78%).

A obstrução intestinal decorrente de neoplasia colorretal avançada representa uma emergência cirúrgica de alta complexidade, especialmente quando associada a sinais de carcinomatose peritoneal, como observado no caso descrito. A tomografia de abdômen total com contraste endovenoso segue sendo o exame inicial de escolha, todavia apresenta limitação diagnóstica no que tange a avaliação da extensão e presença de carcinomatose peritoneal, sendo

muitas vezes vista como um espessamento no exame de imagem e posteriormente melhor avaliada durante o ato cirúrgico (**Figura 27.1**).

Figura 27.1 Imagem da tomografia computadorizada realizada em equipamento de múltiplos detectores (multislice) com cortes volumétricos obtidos no plano axial antes, durante e após a injeção intravenosa de meio de contraste iodado não iônico



Legenda: Distensões importantes de alças intestinais, com presença de níveis hidroaéreos indicando abdome agudo obstrutivo

A conduta cirúrgica em pacientes com neoplasia colorretal metastática e obstrução aguda deve priorizar o alívio do quadro obstrutivo e a estabilização do paciente, especialmente quando não é possível realizar ressecção tumoral curativa devido à extensão da doença como no relato apresentado acima. A presença de carcinomatose peritoneal, múltiplos implantes e infiltração tumoral de estruturas adjacentes configuram doença avançada, tornando a colostomia derivativa a opção mais segura e eficaz. A realização de ostomia em alça com suporte (“estribo”) é uma técnica útil em casos de distensão acentuada e risco de colapso da alça, garantindo a viabilidade do estoma no pós-operatório.

O manejo pós-operatório adequado também representa etapa fundamental, uma vez que esses pacientes apresentam risco aumentado de complicações infecciosas, deiscência e distúrbios hidroeletrólíticos. O paciente em questão evoluiu de forma satisfatória, com estoma fun-

cionante e recuperação adequada, o que permitiu seu encaminhamento precoce para avaliação oncológica.

Para indivíduos com doença metastática, o objetivo terapêutico subsequente costuma ser o tratamento sistêmico, voltado para controle da doença e melhora da qualidade de vida, havendo em alguns casos a possibilidade de ser indicado quimioterapia para diminuição da lesão e posterior tentativa de ressecção. Portanto, o caso ilustra os desafios diagnósticos e terapêuticos na abordagem de obstrução intestinal por câncer colorretal avançado, reforçando a importância da avaliação rápida, do diagnóstico por imagem e da intervenção cirúrgica individualizada conforme a condição clínica e o estadiamento do paciente

CONCLUSÃO

A obstrução intestinal secundária a neoplasia colorretal é uma condição de elevada gravidade com risco de vida que requer diagnóstico rápido e conduta cirúrgica imediata. O caso apresentado torna evidente o potencial de evolução da doença e as limitações terapêuticas quando o diagnóstico da neoplasia colorretal é realizado tardiamente. A presença de carcinomatose peritoneal e a extensão da lesão com comprometimento da parede abdominal inviabilizou a ressecção tumoral, tornando a colostomia derivativa a melhor estratégia para resolução da obstrução e estabilização clínica do paciente.

Assim, o caso reforça a necessidade de reconhecimento precoce dos sinais de obstrução, utilização apropriada dos métodos diagnósticos e escolha da técnica cirúrgica mais adequada para garantir descompressão eficaz e diminuir os riscos de prolapso da ostomia, bem como a melhora dos sintomas e a continuidade do cuidado oncológico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva (INCA). Câncer de Intestino: versão para profissionais de saúde. Rio de Janeiro: INCA, jun. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/cancer/tipos/intestino/versao-para-profissionais-de-saude>. Acesso em: 4 dez. 2025.

KLAVER, Y.L. *et al.* Carcinomatose peritoneal de origem colorretal: incidência, prognóstico e opções de tratamento. *World Journal of Gastroenterology*, v. 18, n. 39, p. 5489-94, 2012. DOI: 10.3748/wjg.v18.i39.5489.

RAMOS, R. F. *et al.* Colon Cancer Surgery in Patients Operated on an Emergency Basis. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*, v. 44, n. 5, p. 465–470, set. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-69912017005007>.

SANT'ANNA ARAGÃO, I. C. *et al.* Obstrução intestinal do cólon e retossigmoidectomia na emergência: uma análise sobre Câncer de Cólon. *Caminhos da Clínica*, [S. l.], n. 1, 2023. DOI: 10.47385/camclin.4037.1.2022.

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 28

CLASSIFICAÇÕES MODERNAS DO TRAUMA RAQUIMEDULAR: AO SPINE, TLICS E SLIC: QUANDO E COMO APLICAR

JULIA VALELONGO CEREZINE¹
JOÃO RICARDO LOMBARDI BITTAR¹
CAROLINA NENONENA CALDERONI¹
GABRIEL GROLLA SICCHIEROLLI¹
GUILHERME PIZARRO FOSTER BEVILACQUA¹
ANA BEATRIZ SILVA BEDIN¹
VICTÓRIA BIDART SALOMONE¹

¹Discente - Medicina da Universidade Santo Amaro.

Palavras-chave: Trauma Raquimedular; Classificação das Lesões da Coluna Vertebral; AO Spine, TLIC e SLIC.

DOI

10.59290/0820211514

P EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

As lesões raquimedulares estão entre os maiores desafios da prática neurocirúrgica, ortopédica e do atendimento ao trauma. Além de representarem importante causa de morbimortalidade, essas lesões geram sequelas permanentes com impacto na funcionalidade, qualidade de vida dos pacientes e custos sociais e econômicos globais (ZADRA, 2024). Em 2019, estimou-se que cerca de 20,6 milhões de pessoas viviam com LME no mundo, com aproximadamente 0,9 milhão de novos casos por ano, números que vêm aumentando em termos absolutos nas últimas décadas, apesar da relativa estabilidade das taxas ajustadas por idade (GBD, 2019).

O trauma raquimedular permanece, em diversos países, entre as principais causas de incapacidade permanente em adultos jovens. Globalmente, a epidemiologia das lesões raquimedulares (lesão medular espinhal, LME) apresenta marcada heterogeneidade, com variações significativas conforme região, faixa etária, sexo e mecanismos de trauma. A incidência anual global de lesão raquimedular traumática é estimada entre 10 e 54 casos por milhão de habitantes, com taxas mais altas em países como Nova Zelândia e Estados Unidos, e mais baixas em regiões da Europa e Ásia. Em 2019, houve cerca de 900 mil novos casos no mundo, sendo aproximadamente 54% das lesões no nível cervical e 46% abaixo do pescoço (GBD, 2019; BARBIELLINI, 2022). A prevalência também varia amplamente, chegando a 906 por milhão nos EUA e menos de 300 por milhão em algumas regiões europeias. O trauma raquimedular é mais frequente em homens, com razão de 2 a 4 para 1 em relação às mulheres, e o pico de incidência ocorre em adultos jovens, embora haja aumento progressivo em idosos devido ao em-

velhecimento populacional e maior risco de quedas (JAIN, 2015; BARBIELLINI, 2022).

No Brasil, a incidência de lesão raquimedular traumática é estimada entre 20 e 40 casos por milhão de habitantes ao ano, com predominância de homens (aproximadamente 69–83%) e idade média em torno de 38 anos. Os principais mecanismos de trauma no contexto brasileiro são acidentes de trânsito (responsáveis por cerca de 40% dos casos), seguidos por quedas e violência urbana, especialmente ferimentos por arma de fogo. Barreiras sociais e estruturais, como acessibilidade limitada e baixa reintegração ao trabalho, agravam o impacto da lesão (FALEIROS, 2025).

Globalmente, quedas e acidentes de trânsito são as principais causas, com quedas predominando em idosos e colisões automobilísticas em adultos jovens; em países de baixa e média renda, acidentes de trânsito e violência também têm papel relevante (GBD, 2019; JAIN, 2015). A maioria das lesões ocorre na coluna cervical ($\approx 54\%$), segmento associado às maiores taxas de mortalidade, especialmente em idosos (BARBIELLINI, 2022). De modo geral, a LME acarreta incapacidade prolongada, perda laboral e impactos psicossociais amplos (HANGANU, 2017; ANDALIB, 2020).

O trauma raquimedular é caracterizado por ampla variabilidade de mecanismos de lesão, incluindo compressão, distração e forças rotacionais, além de padrões biomecânicos que resultam em apresentações clínicas bastante heterogêneas, desde quadros assintomáticos até déficits neurológicos graves (NANDOLIA, 2025; GAMANAGATTI, 2015). Essa diversidade reforça a necessidade de sistemas de classificação sólidos, reprodutíveis e universalmente validados, capazes de definir estabilidade, orientar condutas e auxiliar na estimativa do prognóstico (GAMANAGATTI, 2015).

Nesse contexto, a classificação das lesões da coluna vertebral e da medula espinhal tornou-se componente central da prática clínica moderna ao estabelecer uma linguagem comum e aprimorar a comunicação entre equipes multidisciplinares (CANSECO, 2024), além de reduzir a variabilidade interobservador. Trata-se, portanto, de um elemento essencial para o diagnóstico preciso, para a escolha terapêutica mais adequada e para o desenvolvimento de estudos multicêntricos rigorosos (VACCARO, 2022).

No cerne dessas necessidades está a busca por sistemas que convertam a complexa interação entre forças biomecânicas e compromissos neurológicos em parâmetros clínicos operacionais, sintetizando de forma estruturada determinantes do trauma para orientar a conduta terapêutica como a mecânica da lesão, a estabilidade segmentar e o impacto neurológico. Historicamente, os primeiros sistemas de classificação da coluna vertebral seguiram modelos baseados em critérios morfológicos e em radiografias simples. Os primeiros modelos de classificação buscavam definir estabilidade vertebral a partir da divisão anatômica simplificada da coluna. O sistema de duas colunas de Holdsworth (1963) propunha que a integridade da coluna posterior era o principal determinante de estabilidade, sugerindo um raciocínio binário para orientar condutas. Anos depois, Francis Denis (1983) ampliou essa lógica ao introduzir a famosa teoria das “três colunas”: anterior, média e posterior; sugerindo que o acometimento da coluna média caracterizaria instabilidade. Essa abordagem tornou-se altamente influente e dominou a prática clínica por décadas, orientando tratamento a partir da definição da configuração óssea e da estabilidade (AZAM, 2015; ALRADDADI, 2024).

Apesar de terem sido fundamentais para o entendimento inicial da estabilidade das fraturas vertebrais, tanto a teoria das duas colunas de

Holdsworth quanto a das três colunas de Denis apresentam limitações importantes na prática clínica atual, principalmente após o advento de métodos de imagem avançados como a tomografia computadorizada e a ressonância magnética. As teorias das colunas não incorporam adequadamente fatores como o envolvimento do complexo ligamentar posterior, a morfologia detalhada das fraturas e o impacto neurológico, o que pode levar à superestimação ou subestimação da instabilidade em casos específicos, sobretudo, após reavaliações com tomografia computadorizada (LEIBL, 1999; ALRADDADI, 2024).

A variabilidade interobservador também se mostrou significativa frente à complexidade mecânica e funcional do trauma raquimedular (CANSECO, 2024; VAN MIDDENDORP, 2010). Portanto, sistemas de classificação mais modernos, buscaram integrar variáveis morfológicas, neurológicas e de integridade ligamentar, proporcionando maior acurácia prognóstica e melhor orientação para conduta (LEIBL, 1999; ALRADDADI, 2024).

Por um lado, a impossibilidade de obter reprodutibilidade consistente e a fraca correlação entre as classificações morfológicas tradicionais e as decisões terapêuticas, impulsionaram a busca por modelos mais robustos e clinicamente aplicáveis (COSTACHESCU, 2022; VAN MIDDENDORP, 2010). Paralelamente, a evolução das classificações de fraturas vertebrais reflete justamente essa transição: abandona-se a dependência exclusiva de modelos puramente morfológicos e radiográficos, como o de Denis, reconhecidamente limitados em confiabilidade e aplicabilidade, em direção a sistemas multifatoriais capazes de integrar biomecânica, imagem avançada e status clínico e neurológico. O avanço da compreensão das forças de compressão, distração e torção axial, associado ao progresso das técnicas cirúrgicas, deu ori-

gem a esquemas mais complexos, inaugurados pela classificação de Magerl (AO) e posteriormente aprimorados nos sistemas TLICS e SLIC (NANDOLIA, 2025; COSTACHESCU, 2022)

É justamente para suprir essa lacuna que surgiram esses três sistemas de classificação modernos, que nas últimas duas décadas, conquistaram ampla aceitação na literatura internacional, embora ainda debata-se a aplicação global e a reprodutibilidade de alguns modificadores clínicos (ABEDI, 2018): o *AO Spine Injury Classification System*, que oferece uma linguagem universal e padronizada para todos os segmentos da coluna vertebral, organiza a lesão em hierarquias morfológicas (A, B, C), associadas ao status neurológico e a modificadores clínicos; o *Thoracolumbar Injury Classification and Severity Score* (TLICS), focado na estrutura a tomada de decisão a partir da morfologia, da integridade do complexo ligamentar posterior e do grau de déficit neurológico da coluna toracolumbar (24); e o *Subaxial Cervical Spine Injury Classification System* (SLIC), que enfatiza sobretudo a gravidade da lesão neurológica e as características estruturais típicas do segmento cervical subaxial (PATEL, 2008).

Esses três sistemas contemporâneos convergem ao integrar morfologia, estabilidade e status neurológico para orientar o manejo de forma mais precisa e reprodutível (NANDOLIA, 2025), destacando-se pela articulação clara entre biomecânica, integridade estrutural e parâmetros neurológicos em critérios operacionais (CANSECO, 2024; DIVI, 2019). A padronização da terminologia e a capacidade de prever evolução clínica são critérios centrais para um sistema de classificação útil, que deve ser consistente, clinicamente relevante e aplicável ao planejamento terapêutico. Essa estruturação permite maior reprodutibilidade, facilita a comunicação entre equipes e aproxima os sistemas classificatórios da prática terapêutica real e

comparação de resultados entre centros (CANSECO, 2024; DIVI, 2019).

Apesar de amplamente empregados, a heterogeneidade dos mecanismos de trauma, as variações na apresentação neurológica e as dificuldades na avaliação de estruturas como o complexo ligamentar posterior (PLC) e o complexo disco-ligamentar (DLC) contribuem para a persistência de debates. Os desafios de decidir quando cada classificação deve ser utilizada e como integrá-las são particularmente evidentes quando há comorbidades, fraturas atípicas ou achados inconclusivos de imagem (ABEDI, 2018). Além disso, diferenças individuais e institucionais influenciam a forma como cada sistema é incorporado à prática clínica. Assim, embora fundamentais para organizar o raciocínio terapêutico, as classificações atuais ainda demandam interpretação crítica e integração com o julgamento clínico para a tomada de decisão (JOAQUIM, 2011).

Assim, permanece-se consenso na literatura e na ciência sobre a necessidade de evolução contínua desses sistemas. Desde sua introdução, vêm sendo amplamente examinados quanto à confiabilidade, validade e aplicabilidade clínica, o que inclui também a identificação de limitações e áreas de incerteza que ainda demandam investigação adicional. Estudos recentes propõem a incorporação de parâmetros biomecânicos, modelagem computacional e ferramentas de inteligência artificial como caminhos futuros promissores para superar limitações atuais e tornar as classificações mais precisas e automatizadas. Mais recentemente, avanços em biomecânica, imagem e métodos computacionais, incluindo aprendizado profundo, têm sido explorados para reduzir subjetividade e aprimorar a aplicação de modelos como o TLICS (DAILEY, 2019; MAKI, 2024)

Diante desse panorama, este capítulo dedica-se a revisar os três sistemas contemporâneos

mais utilizados (AO *Spine*, TLICS e SLIC), sintetizando seus fundamentos, racional biomecânico, parâmetros clínicos, aplicações e principais limitações. Ao apresentar de forma integrada a lógica que sustenta cada modelo, busca-se esclarecer seu papel na prática atual e seus limites na orientação da conduta no trauma raquimedular.

MÉTODO

Este capítulo foi desenvolvido como uma revisão narrativa da literatura sobre os principais sistemas contemporâneos de classificação do trauma raquimedular — AO *Spine*, TLICS e SLIC — devido à sua ampla utilização e validação clínica internacional.

A busca bibliográfica foi realizada entre outubro e novembro de 2025 na base de dados PubMed/MEDLINE, *Scopus* e *Web of Science*, utilizando combinações dos descritores “*spinal trauma classification*”, “*AO Spine classification*”, “*thoracolumbar injury classification* (TLICS)” e “*subaxial cervical injury classification* (SLIC)”. Foram incluídos artigos publicados entre 1999 e 2025, período que marca a consolidação das classificações modernas após a introdução do TLICS em 2005 (JOAQUIM, 2016) e da padronização do sistema AO *Spine* em 2013. Foram selecionados estudos originais, revisões sistemáticas, estudos de confiabilidade interobservador, *guidelines* e publicações oficiais dos grupos AO *Spine* e *Congress of Neurological Surgeons* (CNS), reconhecidos como referências globais em trauma raquimedular (DIVI, 2019; DAILEY, 2019). Foram excluídos estudos com metodologia insuficiente, relatos de caso isolados e artigos que não abordavam diretamente critérios estruturais, morfológicos, neurológicos ou aplicabilidade clínica dos sistemas classificatórios (LEIBL, 1999; COSTACHESCU, 2022).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados epidemiológicos e de desfechos mostram que a lesão raquimedular traumática apresenta incidência relativamente estável, com aumento absoluto de casos e grande volume de anos vividos com incapacidade, sobretudo em países de baixa e média renda. Estudos de sobrevivência e qualidade de vida indicam expectativa de vida reduzida, pior evolução em lesões cervicais altas e déficits completos, além de alta frequência de complicações crônicas e impacto psicossocial importante, o que exige sistemas de classificação capazes de orientar a conduta desde a fase aguda (ZADRA, 2014; FALEIROS, 2025; ANDALIB, 2020).

Em relação às fraturas toracolumbares, os trabalhos originais e as revisões apontam TLICS e AO *Spine* TL como os sistemas com estrutura mais consistente e com maior suporte empírico. O TLICS, proposto em 2005, organiza a decisão terapêutica a partir de três componentes – morfologia, integridade do complexo ligamentar posterior e status neurológico – e utiliza um escore que distribui os pacientes em faixas nas quais o manejo conservador (≤ 3 pontos) ou cirúrgico (≥ 5 pontos) tende a ser reproduzível entre serviços (JOAQUIM, 2016). Séries clínicas subsequentes documentaram boa concordância entre escores extremos e conduta adotada, com baixa taxa de piora neurológica quando o escore é seguido, embora persista uma área de incerteza, principalmente nas fraturas “*burst*” sem déficit (JOAQUIM, 2016). O sistema AO *Spine* toracolumbar, formalizado em 2013, adota raciocínio semelhante, combinando morfologia hierarquizada (tipos A, B, C), estado neurológico e modificadores clínicos; revisões sistemáticas relatam confiabilidade interobservador entre moderada e substancial para os tipos principais, com queda de concordância

quando se exige distinção detalhada de subtipos. Estudos multicêntricos de confiabilidade, incluindo comparações diretas com o TLICS, mostram que o AO *Spine* descreve melhor o padrão morfológico, enquanto o TLICS continua útil como escore de decisão entre tratamento operatório e conservador, sobretudo quando integrado à TC e à ressonância em situações limítrofes (CANSECO, 2024; ABEDI, 2028; DONALLY, 2019).

Na coluna cervical, a literatura atual posiciona SLIC e AO *Spine* como principais referências. O SLIC utiliza um escore que combina morfologia, status neurológico e integridade do complexo disco-ligamentar, com faixas de pontuação que se alinham de forma razoável às escolhas terapêuticas de cirurgiões experientes e aos desfechos neurológicos, com base, em sua maioria, em estudos observacionais. Análises de confiabilidade em trauma subaxial mostram que SLIC e CSISS podem alcançar concordância inter e intraobservador de boa a excelente magnitude quando aplicados por avaliadores treinados; o principal ponto crítico na prática diária é a avaliação do complexo disco-ligamentar, mais do que a lógica interna do escore (MARTINEZ-PÉRES, 2015; PATEL, 2008)). O sistema AO *Spine* subaxial, publicado em 2016, organiza a lesão cervical baixa em uma matriz morfológica semelhante à toracolombar; estudos de validação em centros únicos e em coortes internacionais relatam alta acurácia na classificação de casos típicos e confiabilidade interobservador elevada para a categoria morfológica principal, com concordância substancial para subtipos e lesões facetárias (VACCARO, 2022). Recomendações recentes da WFNS endossam o uso conjunto de SLIC e AO *Spine* subaxial como base para a decisão em trauma cervical baixo, especialmente em cenários com tomografia de boa qualidade e ressonância

magnética utilizada de forma seletiva (VAN MIDDENDORP, 2010).

Na prática radiológica, os estudos convergem para a tomografia computadorizada multi-detectores como exame de escolha para a aplicação inicial das classificações, reservando a ressonância magnética para situações em que a definição do complexo ligamentar posterior ou disco-ligamentar possa alterar a classe AO, o escore TLICS ou SLIC e, em consequência, o plano terapêutico. Em fraturas torácicas, a ressonância pode reclassificar uma fração relevante de lesões de A para B no sistema AO e modificar escores de gravidade, o que justifica sua utilização seletiva em casos com achados tomográficos limítrofes (SU, 2020; ALRAD-DADI, 2024). As principais diretrizes atuais, como as boas práticas do *American College of Surgeons* e as recomendações do CNS para trauma toracolombar, incorporam AO *Spine*, TLICS e SLIC aos algoritmos de avaliação e tratamento, adotam a estratégia de “TC primeiro + RM dirigida” e utilizam essas classificações como linguagem comum para triagem, estratificação de gravidade e planejamento cirúrgico. Estudos recentes em aprendizado de máquina e aprendizado profundo mostram, ainda, que é possível estimar automaticamente componentes centrais do TLICS e de classificações AO a partir de TC, com acurácia semelhante à de especialistas, o que aponta para um papel progressivo da inteligência artificial na redução da variabilidade interobservador e na aplicação mais uniforme desses sistemas (JOAQUIM, 2016; DAILEY, 2019; MAKI, 2024).

Discussão

Os achados mostram que a lesão raquimedular traumática permanece um agravo de grande impacto, com aumento absoluto de casos e alta carga de incapacidade, especialmente em países de baixa e média renda (JAIN, 2015;

ANDALIB, 2020). A pior evolução observada em lesões cervicais altas e déficits completos reforça a necessidade de classificações que orientem a conduta desde a fase aguda (SEZER, 2015; FALEIROS, 2025). No trauma toracolombar, o TLICS e o sistema AO *Spine* TL apresentam maior suporte empírico: o TLICS destaca-se como ferramenta decisória reproduzível (JOAQUIM, 2016), enquanto o AO *Spine* descreve de forma mais precisa a morfologia, embora com menor concordância em subtipos (ABEDI, 2018). No segmento cervical, SLIC e AO *Spine* subaxial demonstram boa acurácia e confiabilidade, sendo recomendados de forma complementar por diretrizes recentes (VAN MIDDENDORP, 2010). A tomografia permanece o método inicial de escolha, com utilização seletiva da ressonância para definição ligamentar que possa alterar o escore ou a classificação (LEIBL, 1999; SU, 2020; ALRADDADI, 2024). Estudos em inteligência artificial sugerem ainda potencial para automatizar componentes dessas classificações e reduzir variabilidade interobservador (MAKI, 2024)

CONCLUSÃO

A análise conduzida evidenciou os principais avanços e desafios relacionados às classificações modernas do trauma raquimedular, demonstrando que a compreensão adequada dos sistemas AO *Spine*, TLICS e SLIC é fundamental para padronizar a comunicação, orientar o manejo e qualificar a assistência em diferentes cenários clínicos (NANDOLIA, 2025; VACCARO, 2022). A literatura confirma que o trauma raquimedular permanece um agravo de elevada relevância global, com grande impacto funcional, psicossocial e econômico, reforçando a necessidade de sistemas classificatórios reproduzíveis, clinicamente úteis e capazes de guiar a tomada de decisão desde a fase aguda

(ZADRA, 2024; MAKAR, 2025; DIOP, 2021).

Nesse contexto, o TLICS e o AO *Spine* toracolombar configuram-se como as ferramentas mais consolidadas para o segmento toracolombar, ao integrarem morfologia, integridade ligamentar e status neurológico, enquanto o SLIC e o AO *Spine* subaxial se destacam no trauma cervical por apresentarem boa acurácia e coerência com as escolhas terapêuticas (MARTINEZ PÉREZ, 2025; DAILEY, 2019). A adoção combinada desses sistemas, conforme apontado por diretrizes internacionais, reforça a importância de um raciocínio clínico que associe classificação, imagem e parâmetros neurológicos para melhor definição de estabilidade, risco de deterioração e planejamento cirúrgico.

A tomografia computadorizada permanece como exame inicial padrão para aplicação dos sistemas, enquanto a ressonância magnética deve ser utilizada de forma seletiva em situações nas quais a definição do complexo ligamentar possa alterar a classificação ou a conduta (LEIBL, 1999; SU, 2020; ALRADDADI, 2024). Essa estratégia de “TC inicial + RM seletiva” garante maior segurança e precisão na interpretação das classificações (DAILEY, 2019).

Além disso, tecnologias emergentes, como inteligência artificial e aprendizado profundo, destacam-se como etapa promissora na evolução dessas classificações, com estudos demonstrando que algoritmos podem automatizar componentes do TLICS e de sistemas AO com acurácia semelhante à de especialistas (MAKI, 2024). Embora ainda em desenvolvimento, tais ferramentas podem futuramente reduzir a variabilidade e aumentar a concordância entre avaliadores, oferecer suporte diagnóstico em cenários com menor disponibilidade de especialistas e favorecer a padronização global dos sistemas.

Assim, conclui-se que os sistemas AO *Spine*, TLICS e SLIC representam pilares fundamentais na avaliação contemporânea do trauma raquimedular, oferecendo linguagem comum, maior precisão diagnóstica e suporte estruturado à tomada de decisão. Entretanto, sua aplicação adequada depende da integração com métodos de imagem, das particularidades clínicas de cada paciente e, sobretudo, do julgamento clínico criterioso.

Dessa forma, investir na difusão desses sistemas, no fortalecimento das diretrizes baseadas em evidências e no desenvolvimento de tecnologias complementares representa caminho essencial para aprimorar o cuidado ao paciente politraumatizado, reduzir a variabilidade assistencial e promover melhores desfechos funcionais. O uso criterioso das classificações modernas do trauma raquimedular reforça, portanto, a construção de uma prática clínica mais segura, uniforme e alinhada aos avanços científicos atuais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABEDI, A.; MOKKINK, L.; ZADEGAN, S. *et al.* Reliability and Validity of the AOSpine Thoracolumbar Injury Classification System: A Systematic Review. *Global Spine Diploma*, v. 9, p. 231-42, 2018. DOI:10.1177/2192568-218806847.
- ALRADDADI, K. K.; AL-SHOAIBI, A. M.; ALNAQEEP, A. *et al.* Traumatic Thoracic Spine Fracture: Can we Predict when MRI would Modify the Fracture Classification or Decision-making Compared to CT Alone? *European Spine Journal*, v. 33, n. 10, p.3685-94, 2024. DOI:10.1007/s00586-024-08196-8.
- AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS COMMITTEE ON TRAUMA. Best Practices Guidelines: Spine Injury. SCHROEDER, G. D.; VACCARO, A. R.; WELCH, W. C. *et al.* Chicago: American College of Surgeons; 2022. Disponível em: https://www.facs.org/media/k45gikqv/Spine_injury_guidelines.pdf. Acesso em 01 nov 2025.
- ANDALIB, A.; AGHDAM, H.; AHMADI, E. Different Traumatic Spinal Column Fractures and Traumatic Spinal Cord Injury: An Epidemiologic Study *Journal of Research in Orthopedic Science*, v. 7, n. 2, p. 67-72, 2020. DOI:10.32598/jrosj.7.2.628.1.
- AZAM, M.; SADAT-ALI, M. The Concept of Evolution of Thoracolumbar Fracture Classifications Helps in Surgical Decisions. *Asian Spine Journal*, v. 9, p. 984-994, 2015. DOI:10.4184/asj.2015.9.6.984.
- BARBIELLINI, A. C.; SALMASO, L.; BELLIO, S. Epidemiology of traumatic spinal cord injury: a large population-based study. *Spinal Cord*, v. 60, n. 9, p.812-819, 2022. DOI:10.1038/s41393-022-00795-w.
- CANSECO, J.; PAZIUK, T.; SCHROEDER, G. *et al.* Interobserver Reliability in the Classification of Thoracolumbar Fractures Using the AO Spine TL Injury Classification System Among 22 Clinical Experts in Spine Trauma Care *Global Spine Journal*, v.14, p. 17S-24S, 2024. DOI:10.1177/21925682231202371.
- COSTACHESCU, B.; POPESCU, C. E.; ILIESCU, B. F. Analysis of Classification Systems for Thoracolumbar Fractures in Adults and Their Evolution and Impact on Clinical Management. *Journal of Clinical Medicine*, v.11, n. 9, p. 2498, 2022. DOI:10.3390/jcm11092498.
- DAILEY, A. T.; ARNOLD, P. M.; ANDERSON, P. A. *et al.* CNS Evidence-Based Guidelines on Evaluation and Treatment of Thoracolumbar Spine Trauma. *Neurosurgery*, v. 84, n. 1, p. E24-7, 2019. DOI:10.1093/neuros/nyy372.
- DIOP, M.; EPSTEIN, D.; GAGGERO, A. Quality of Life, Health and Social Costs of Patients with Spinal Cord Injury: A Systematic Review. *European Journal of Public Health*, v. 31, Issue 3, 2021. DOI:10.1093/eurpub/ckab165.177.
- DIVI, S.; SCHROEDER, G.; ONER, F. *et al.* AOSpine—Spine Trauma Classification System: The Value of Modifiers. *Global Spine Journal*, v. 9, p. 77S–88S, 2019. DOI:10.1177/2192568219827260.
- DONNALLY, C.; RIVERA, S.; RUSH, A. The 100 Most Influential Spine Fracture Publications. *Journal of Spine Surgery*, v. 5, n. 1, p. 97-109, 2019. DOI:10.21037/jss.2019.01.03.
- FALEIROS, F.; CORBO, L. N.; GREVE, J. M. D. *et al.* Therapeutic path of Brazilians with spinal cord injury until rehabilitation. *Scientific Reports*, v. 1, p. 9342, 2015 (publ. 2025). DOI:10.1038/s41598-025-87022-7.
- GAMANAGATTI, S.; RATHINAM, D.; RANGARAJAN, K. Imaging Evaluation of Traumatic Thoracolumbar Spine Injuries: Radiological Review. *World Journal of Radiology*, v. 7, n. 9, p. 253-65, 2011. DOI:10.4329/wjr.v7.i9.253.
- GBD Spinal Cord Injuries Collaborators. Global, regional, and national burden of spinal cord injury, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet Neurology*, v. 22, n. 11, p. 1026-1047, 2023. DOI:10.1016/S1474-4422(23)00287-9.
- HANGANU, B.; VELNIC, A.; PETRE-CIUDIN, V. Traumatic spinal cord injuries – epidemiologic and medico-legal issues. *Romanian Neurosurgery*, v. 31, p. 484-9, 2017. DOI:10.1515/romneu-2017-0075.
- JAIN, N. B.; AYERS, G. D.; PETERSON, E. N. *et al.* Traumatic Spinal Cord Injury in the United States, 1993–2012. *JAMA*, v. 313, n. 22, p. 2236-2243, 2015. DOI:10.1001/jama.2015.6250.

JOAQUIM, A. F.; DE ALMEIDA BASTOS, D. C.; JORGE TORRES, H. H. *et al.* Thoracolumbar Injury Classification and Injury Severity Score System: A Literature Review. *Global Spine Journal*, v. 6, n. 1, p. 80-85, 2016. DOI:10.1055/s-0035-1554775.

JOAQUIM, A. F.; LAWRENCE, B.; DAUBS, M. *et al.* Evaluation of the Subaxial Injury Classification System. *Journal of Craniovertebral Junction and Spine*, v. 2, n. 2, p. 67-72, 2011. DOI:10.4103/0974-8237.100057.

LEIBL, T.; FUNKE, M.; DRESING, K. Instability of spinal fractures—therapeutic relevance of different classifications. *RoFo*, v. 170, n. 2, p. 174-180, 1999. DOI:10.1055/s-2007-1011031.

MAKI, S.; FURUYA, T.; INOUE, M. *et al.* Machine Learning and Deep Learning in Spinal Injury. *Journal of Clinical Medicine*, v. 13, n. 3, p. 705, 2024. DOI:10.3390/jcm13030705.

MAKKAR, V.; PANDURANGI, A.; MAKKAR, V. Psychological Well-being and Quality of Life for Patients with Stable Spinal Cord Injury: A Cross-sectional Study. *International Journal of Applied and Basic Medical Research*, v. 15, p. 43-48, 2025. DOI: 10.4103/ijabmr.ijabmr_428_24.

MARTÍNEZ-PÉREZ, R.; FUENTES, F.; ALEMANY, V. Subaxial cervical Spine injury classification system: is it most appropriate for classifying cervical injury? *Neural Regeneration Research*, v. 10, p. 1416-7, 2015. DOI:10.4103/1673-5374.165508.

NANDOLIA, K.; SARAN, S.; VARSHNEY, G. Spine Trauma Classifications: Historical, Current, and Emerging Perspectives for Radiologists. *Indian Journal of Radiology and Imaging*, v. 35, n. 4, p. 529-539, 2025. DOI:10.1055/s-0045-1805025.

PATEL, A. A.; DAILEY, A.; BRODKE, D. S. *et al.* Subaxial cervical Spine trauma classification: the Subaxial Injury Classification system and case examples. *Neurosurgical Focus*, v. 25, n. 5, p. E8, 2008. DOI:10.3171/FOC.2008.25.11.E8.

SEZER, N.; AKKUS, S.; UĞURLU, F. Chronic complications of spinal cord injury. *World Journal of Orthopedics*, v. 6, n. 1, p. 24-33, 2015. DOI:10.5312/wjo.v6.i1.24.

SU, Q.; LI, C.; LI, Y. *et al.* Analysis and improvement of the three-column spinal theory. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 21, p. 537, 2020. DOI:10.1186/s12891-020-03550-5.

VACCARO, A.; LAMBRECHTS, M.; KARAMIAN, B. *et al.* AO Spine Upper Cervical Injury Classification System: A Description and Reliability Study. *The Spine Journal*, v. 22, Issue 12, p. 2042-2049, 2022. DOI: 10.1016/j.spinee.2022.08.005.

VAN MIDDENDORP, J.; AUDIGÉ, L.; HANSON, B. *et al.* What Should an Ideal Spinal Injury Classification System Consist of? *European Spine Journal*, v. 19, p. 1238-1249, 2010. DOI:10.1007/s00586-010-1415-9.

ZADRA, A.; BRUNI, S.; DE TANTI, A. *et al.* Life expectancy and long-term survival after traumatic spinal cord injury: a systematic review. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, v. 60, p. 822-831, 2024. DOI:10.23736/s1973-9087.24.08462-4.

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 29

ABORDAGEM NO TRAUMA ABDOMINAL FECHADO VERSUS TRAUMA PENETRANTE

EDUARDO FERREIRA STORMOVSKI¹

¹Discente - Medicina da Universidade Franciscana.

Palavras-chave: Trauma Abdominal; Trauma Penetrante; Trauma Fechado.

DOI

10.59290/4811093519

P EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

O trauma abdominal representa um problema de saúde global, sendo causa expressiva de morbimortalidade, especialmente em jovens adultos vítimas de acidentes automobilísticos e violência interpessoal (BRASIL, 2022; PEREIRA *et al.*, 2020). A avaliação inicial desses pacientes deve seguir uma abordagem sistematizada, conforme preconizado pelo ATLS, com foco na identificação precoce de instabilidade hemodinâmica e lesões potencialmente fatais (WTA, 2022).

A diferenciação entre trauma abdominal fechado e trauma abdominal penetrante (**Tabela 29.1**) é essencial, pois cada mecanismo envolve padrões distintos de lesão, necessidades diagnósticas específicas e condutas terapêuticas próprias. O trauma fechado geralmente decorre de desaceleração, impacto direto ou compressão, estando associado principalmente a lesões esplênicas e hepáticas (COCCOLINI *et al.*, 2022). Já o trauma penetrante implica maior risco de perfurações intestinais, lesões vasculares e contaminação peritoneal significativa, sendo influenciado pela cinética do projétil ou dimensão da lâmina (DEMETRIADES *et al.*, 2023).

Nos últimos anos, avanços em diagnóstico por imagem (**Tabela 29.2**) — como tomografia computadorizada helicoidal e e-FAST — e a consolidação da radiologia intervencionista contribuíram para ampliar a segurança do manejo não operatório, tanto em trauma fechado quanto em penetrante seletivo (MONTROYA *et al.*, 2021; MUGISA *et al.*, 2024). Evidências nacionais reforçam a necessidade de protocolos padronizados e treinamento adequado das equipes hospitalares (SILVA *et al.*, 2021).

O objetivo deste capítulo é comparar a abordagem clínica, diagnóstica e terapêutica do trauma abdominal fechado e penetrante com ba-

se em literatura recente nacional e internacional.

MÉTODO

Este capítulo foi desenvolvido por meio de uma revisão narrativa da literatura, realizada entre outubro e novembro de 2025. A busca contemplou artigos publicados entre 2019 e 2024, selecionados nas bases PubMed, SciELO, LILACS, *Science Direct* e *Google Scholar*, utilizando os termos abdominal trauma, *blunt trauma*, *penetrating trauma*, *nonoperative management*, *damage control surgery*, FAST e *CT imaging in trauma*.

Foram inicialmente identificados 142 artigos, dos quais 47 foram excluídos por duplicidade e 59 por não atenderem aos critérios de inclusão. Os critérios adotados foram:

1. Publicação nos últimos cinco anos;
2. Idiomas português, inglês ou espanhol;
3. Disponibilidade integral do texto;
4. Estudos relacionados exclusivamente a trauma abdominal;
5. Inclusão de diretrizes oficiais (WSES, EAST, AAST, WTA e documentos nacionais).

Após análise crítica, 36 estudos compuseram o corpus final, incluindo revisões sistemáticas, estudos observacionais, diretrizes internacionais e artigos brasileiros frequentemente citados em revisões de trauma. Os dados foram organizados em categorias analíticas: epidemiologia, fisiopatologia, diagnóstico, manejo operatório e não operatório, e prognóstico. Em seguida, procedeu-se à discussão comparativa entre trauma fechado e penetrante, estruturando-se o capítulo conforme o modelo fornecido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Epidemiologia e mecanismos de lesão

O trauma fechado predomina em colisões automobilísticas e quedas, envolvendo meca-

nismos de desaceleração e compressão com lesões típicas de baço, fígado e rins (COCCOLINI *et al.*, 2022). Já o trauma penetrante, mais comum em áreas urbanas, decorre de violência

armada, apresentando perfurações intestinais e lesões vasculares significativas (DEMETRIDES *et al.*, 2023; PEREIRA *et al.*, 2020).

Tabela 29.1 Diferenças gerais entre trauma fechado e penetrante

Aspecto	Trauma Abdominal Fechado	Trauma Abdominal Penetrante
Mecanismo	Desaceleração, impacto, compressão	Arma branca ou arma de fogo
Órgãos mais afetados	Baço, fígado, rins	Intestino, grandes vasos, estômago
Diagnóstico inicial	FAST, TC	TC, exploração da ferida, laparoscopia
Tratamento dominante	Manejo não operatório em pacientes estáveis	Manejo seletivo; cirurgia se peritonite/instabilidade
Risco de contaminação	Baixo	Alto

Diagnóstico: FAST, TC e Laparoscopia

O e-FAST é útil na triagem inicial, detectando líquido livre, mas possui limitações em lesões retroperitoneais ou contusões de órgãos sólidos (MONTROYA *et al.*, 2021). A tomografia computadorizada com contraste é o padrão-ouro para avaliação em pacientes estáveis, permitindo identificar hemoperitônio, lesões vas-

culares e trajetórias de projéteis (HUGHES & BALDWIN, 2024).

A laparoscopia diagnóstica tem ganhado relevância no trauma penetrante estável, reduzindo laparotomias (**Tabela 29.3**) não terapêuticas (INABA *et al.*, 2020).

Tabela 29.2 Principais exames utilizados na avaliação do trauma abdominal

Exame	Indicações	Vantagens	Limitações
FAST/e-FAST	Triagem inicial; suspeita de hemoperitônio	Rápido; à beira do leito; repetível	Baixa sensibilidade para retroperitônio e lesões pequenas
TC de abdome (multidetector)	Paciente hemodinamicamente estável	Alta acurácia; define extensão e lesões vasculares	Requer estabilidade; uso de contraste; disponibilidade
Laparoscopia diagnóstica	Penetrante estável; dúvida diagnóstica	Diagnóstica e terapêutica; reduz laparotomias desnecessárias	Não indicada em paciente instável; dependente de equipe

Tabela 29.3 Indicações absolutas de laparotomia no trauma abdominal

Situação clínica	Descrição
Instabilidade hemodinâmica	Hipotensão refratária ao ressuscitamento inicial; choque não responsivo
Peritonite franca	Defesa, rigidez abdominal, dor intensa sugerindo lesão visceral
Evisceração	Exposição franca de vísceras por ferimento penetrante
Hemorragia ativa	Hemoperitônio volumoso no FAST/TC com instabilidade
Ferimento por projétil transfixante	Alta probabilidade de lesão cavitária ou transfixante

Manejo no Trauma Abdominal Fechado

O tratamento não operatório (TNO) tornou-se padrão para lesões de órgãos sólidos em pacientes estáveis (**Fluxograma 29.1**), com alto índice de sucesso, especialmente quando associado à embolização angiográfica (STASSEN *et al.*, 2020; HOLCOMB, 2020). No Brasil, sua implementação tem mostrado segurança e eficácia (SILVA *et al.*, 2021).

Manejo no Trauma Abdominal Penetrante

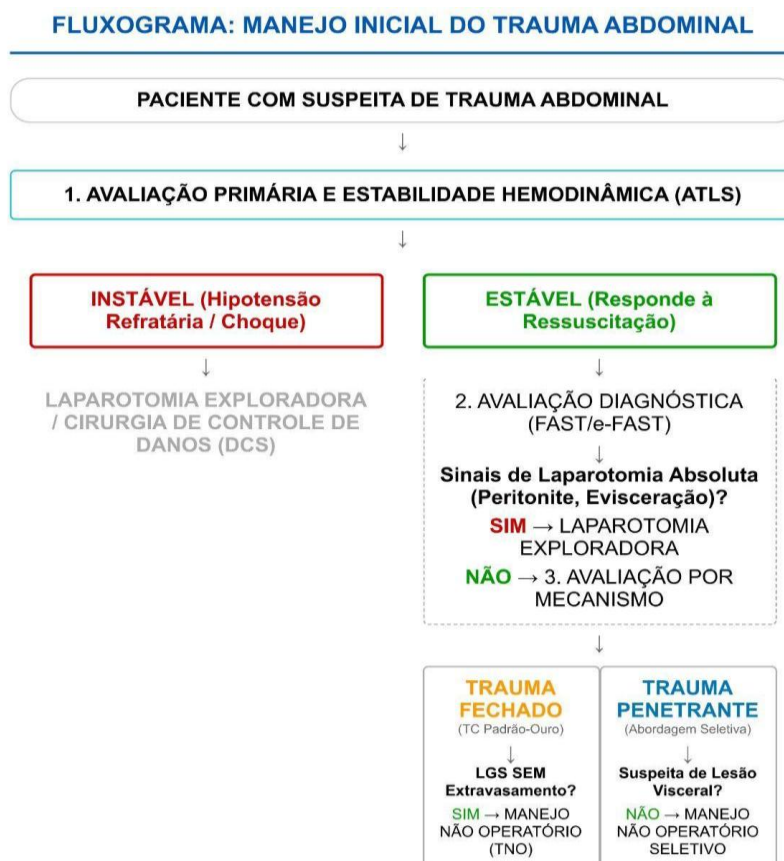
Embora o manejo operatório continue predominante nos casos graves, a abordagem seletiva (**Fluxograma 29.1**) tem ganhado espaço

em centros com diagnóstico avançado, especialmente em ferimentos tangenciais ou de baixa energia (INABA *et al.*, 2020; MUGISA *et al.*, 2024). A TC e a laparoscopia são fundamentais nessa triagem.

Instabilidade Hemodinâmica e Controle de Danos

A cirurgia de controle de danos permanece essencial em casos de choque refratário, coagulopatia ou múltiplas lesões cavitárias (**Fluxograma 29.1**), sendo dividida em três fases: controle inicial, ressuscitação e reconstrução definitiva (HOLCOMB, 2020; WTA, 2022).

Fluxograma 29.1 Manejo Inicial do Trauma Abdominal



CONCLUSÃO

O manejo do trauma abdominal fechado e penetrante evoluiu significativamente na última

década, influenciado pelos avanços no diagnóstico por imagem, radiologia intervencionista e laparoscopia. O trauma fechado beneficia-se amplamente do manejo não operatório, desde

que o paciente esteja hemodinamicamente estável e em ambiente com monitorização adequada. O trauma penetrante, por sua vez, demanda maior vigilância quanto a lesões intestinais e vasculares, mas a abordagem seletiva tem reduzido intervenções desnecessárias em pacientes estáveis com suporte diagnóstico avançado.

A estabilidade hemodinâmica permanece o fator de maior peso na tomada de decisão, sendo a principal variável para definir entre condu-

ta operatória ou conservadora. A cirurgia de controle de danos continua sendo fundamental para pacientes instáveis com lesões graves.

Esforços futuros devem focar na ampliação do acesso à radiologia intervencionista, na padronização de protocolos institucionais e no fortalecimento dos sistemas de trauma no Brasil, garantindo maior segurança e melhores desfechos para os pacientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Perfil da morbimortalidade por causas externas no Brasil. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude>. Acesso em: 28 nov. 2025.

COCCOLINI, F. *et al.* Splenic trauma: WSES classification and guidelines. *World Journal of Emergency Surgery*, v. 12, n. 40, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13017-022-00439-7>.

DEMETRIADES, D. *et al.* Gunshot wound trajectory and intra-abdominal injury. *Trauma Surgery & Acute Care Open*, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1136/tsaco-2023-001234>.

EAST. Eastern Association for the Surgery of Trauma. Practice Management Guidelines for Nonoperative Management of Blunt Abdominal Trauma. 2020. Disponível em: <https://www.east.org>. Acesso em: 28 nov. 2025.

ESKANDARI, M. *et al.* Blunt versus penetrating abdominal trauma: comparative outcomes in a multicenter study. *BMC Emergency Medicine*, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12873-024-01002-0>.

HOLCOMB, J. Damage control resuscitation. *The New England Journal of Medicine*, v. 62, n. 6 Suppl, p. S36-7, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMra1907166>.

HUGHES, K.; BALDWIN, K. Imaging advances in abdominal trauma. *British Journal of Surgery*, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1093/bjs/znae206>.

INABA, K. *et al.* Selective approach to abdominal stab wounds. *Annals of Surgery*, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000004010>.

MONTOYA, K. *et al.* FAST Accuracy in Abdominal Trauma. *Journal of Emergency Medicine*, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2021.01.015>.

MUGISA, D. *et al.* Nonoperative Management of Penetrating Abdominal Trauma. *World Journal of Emergency Surgery*, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13017-024-00573-1>.

PEREIRA, B. A. *et al.* Perfil do trauma abdominal no Brasil. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-6991e-20202753>.

SABISTON Textbook of Surgery. 21. ed. Philadelphia: Elsevier, 2022.

SILVA, R. M. *et al.* Manejo do trauma abdominal em hospital brasileiro. *Revista Brasileira de Cirurgia*, 2021. Disponível em: <https://www.revistasbc.com>. Acesso em: 26 nov. 2025.

STASSEN, N. A. *et al.* Solid organ injury management: EAST guidelines. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 2020. Disponível em: <https://www.east.org>. Acesso em: 26 nov. 2025.

WTA. Western Trauma Association. Critical Decisions in Trauma: Abdominal Injuries. *Journal of Trauma*, 2022. Disponível em: <https://westerntrauma.org>. Acesso em: 28 nov. 2025.

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 30

GESTÃO INICIAL DE PACIENTES POLITRAUMATIZADOS

EDUARDO FERREIRA STORMOVSKI¹
ENZO BERTAGNOLI ELESBÃO¹
GUILHERME MARUYAMA DIAS¹
JÚLIA DALL AGNOL¹

¹Discente - Medicina da Universidade Franciscana.

Palavras-chave: Traumatizado; Politrauma; Politraumatizados.

DOI

10.59290/9121020511

P EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

O politraumatismo é clinicamente definido como uma síndrome de múltiplas lesões que excedem um índice de gravidade (*Injury Severity Score* - ISS) maior que 15, com potencial para desencadear reações sistêmicas sequenciais, como a Síndrome da Resposta Inflamatória Sistêmica (SIRS) e a Síndrome da Resposta Anti-inflamatória Compensatória (CARS) (CIORBA & MAEGELE, 2025). O trauma refere-se a qualquer lesão física causada por uma força externa, e a complexidade do politrauma reside no fato de que a resposta imunológica desregulada pode levar à disfunção ou falência de órgãos distantes não originalmente lesionados (COSTA *et al.*, 2024).

A mortalidade no trauma segue uma distribuição trimodal clássica. O primeiro pico ocorre segundos a minutos após o evento (laceração de grandes vasos, tronco cerebral), onde a prevenção é a única cura. O segundo pico, foco da abordagem hospitalar, ocorre entre minutos e horas ("Hora de Ouro"), onde lesões como hematomas epidurais e pneumotórax hipertensivo são tratáveis (AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2018). O terceiro pico ocorre dias ou semanas depois, decorrente de sepse e falência múltipla de órgãos.

A implementação de protocolos de resposta rápida, como o *Advanced Trauma Life Support* (ATLS) e o *Prehospital Trauma Life Support* (PHTLS), é fundamental para padronizar o atendimento. A evolução desses protocolos reflete um entendimento crescente das necessidades críticas, permitindo decisões rápidas em situações de alta pressão e reduzindo a mortalidade (COSTA *et al.*, 2024).

MÉTODO

O presente capítulo trata-se de uma revisão sistemática da literatura, realizada no período

de outubro a novembro de 2025, com o propósito de identificar, analisar e revisar evidências científicas. A busca bibliográfica foi realizada em artigos e livros que abrangem o âmbito do manejo de pacientes politraumatizados.

Para seleção dos estudos foram utilizadas bases de dados como PubMed, Google Scholar e após implementado critérios de seleção nos mesmos.

Os critérios de inclusão foram: artigos nos idiomas inglês e português; publicados dentro do período dos últimos cinco anos, que abordassem as temáticas propostas para esta pesquisa e disponibilizados na íntegra. Os critérios de exclusão foram: artigos duplicados, disponibilizados na forma de resumo, que não abordavam diretamente a proposta estudada e que não atendiam aos demais critérios de inclusão.

A análise e discussão dos achados será sustentada por referenciais teóricos e normativos, com destaque para o *Advanced Trauma Life Support* (ATLS) e demais diretrizes internacionais relativas ao cuidado inicial da vítima de politrauma.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Triagem e Suporte Inicial

A triagem classifica as vítimas com base nos recursos disponíveis. Em situações de múltiplas vítimas, a prioridade é para aqueles com risco imediato de vida e lesões múltiplas. Já em eventos com vítimas em massa (catástrofes), onde a demanda excede os recursos, a prioridade inverte-se para aqueles com maior probabilidade de sobrevivência (MARTINS *et al.*, 2013).

Evolução para o XABCDE

Uma das atualizações mais significativas na literatura recente é a inclusão do "X" no mnemônico do PHTLS, transformando a abordagem em XABCDE. O "X" prioriza o controle

de hemorragias exsanguinantes externas (com uso de torniquetes ou compressão direta) antes mesmo do manejo da via aérea, reconhecendo que a exsanguinação maciça é a principal causa de morte evitável no trauma pré-hospitalar (COSTA *et al.*, 2024).

Protocolo de Comunicação e Transferência

A comunicação eficaz entre o médico solicitante e o médico receptor é vital para a sobrevivência do politraumatizado. O ATLS preconiza

que o processo de transferência siga um protocolo rígido de troca de informações, evitando a perda de dados críticos sobre a evolução fisiológica do doente e tratamentos já instituídos. A tabela (**Tabela 30.1**), resume os dados mandatórios para o encaminhamento seguro. Falhas na comunicação e registros inadequados impactam negativamente a continuidade da assistência (COSTA *et al.*, 2024)

Tabela 30.1 Informações pertinentes a serem trocadas entre as equipes no processo de transferência

Categoria	Informações a serem passadas
Identificação do paciente	Nome completo, sexo, idade, peso, contato familiar ou responsáveis legais.
História do Trauma	Data e hora, Mecanismo de lesão, Dados pré-hospitalares (sinais vitais, Glasgow e intervenções)
Histórico Médico (AMPLE)	(A) Alergias, (M) Medicamentos de uso, (P) História médica pregressa, (L) Ingestão de líquidos, (E) detalhes do evento/ambiente,
Sinais Vitais (XABCDE)	PA, FC, FR, TEC, SpO2, Glasgow detalhado, Lesões identificadas e diagnosticadas na avaliação primária e secundária.
Intervenções Realizadas	Via aérea (TOT, máscara laríngea, parâmetros ventilatórios). Acessos e o que foi infundido. Procedimentos como dreno de tórax.
Farmacologia e Terapêutica	Administrações feitas e detalhamento rigoroso quando a doses e horários
Exames Diagnósticos	Laboratoriais e imagem (e-FAST, TC)
Resposta e Evolução	Respondedor, Respondedor transitório, Não respondedor
Logística e Contatos	Nome do médico receptor, Nome do médico solicitante, Modalidade do transporte e nível da equipe de suporte.

Abordagem Hospitalar Inicial (ABCDE)

- **A. Via Aérea e Proteção Cervical:** A prioridade é estabelecer uma via aérea pérvia com proteção simultânea da coluna cervical (imobilização manual ou colar). Sinais de obstrução, trauma maxilofacial grave ou Escala de Coma de Glasgow ≤ 8 indicam via aérea definitiva (intubação orotraqueal) (DOTTO, 2024; AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2018).
- **B. Respiração e Ventilação** O diagnóstico de lesões torácicas letais, como pneumotórax hipertensivo, tórax instável e hemotórax maciço, deve ser clínico, seguido de intervenção imediata (descompressão torácica ou drenagem) para

restaurar a oxigenação, sem aguardar exames de imagem (AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2018).

- **C. Circulação e Ressuscitação Volêmica**
 - **Cristaloides vs. Coloides:** Uma revisão sistemática recente analisou o uso de fluidos na reanimação de politraumatizados. Os resultados indicaram que o uso de coloides não demonstrou superioridade na sobrevivência em comparação aos cristaloides e pode estar associado a riscos como lesão renal aguda e coagulopatia. Portanto, recomenda-se o uso inicial de cristaloides isotônicos aquecidos (DORMANN *et al.*, 2025).

○ Controle de Hemorragia: O uso de ácido tranexâmico nas primeiras 3 horas e a contenção mecânica de sangramentos são vitais (COSTA *et al.*, 2024).

● D. Avaliação Neurológica Utiliza-se a Escala de Coma de Glasgow (ECG) para avaliar o nível de consciência, complementada pela avaliação pupilar. A presença de anisocoria em pacientes inconscientes sugere herniação cerebral e necessidade de descompressão urgente.

● E. Exposição e Controle de Hipotermia A prevenção da hipotermia é crítica, pois ela agrava a coagulopatia. O paciente deve ser despido para exame completo, mas imediatamente recoberto com mantas térmicas e receber infusão de fluidos aquecidos (AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2018).

Métodos Diagnósticos Essenciais

● e-FAST (*Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma*): O e-FAST é realizado à beira-leito para detecção rápida de líquido livre abdominal, pericárdico e pneumotórax, sendo crucial para decisão cirúrgica em pacientes instáveis (AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2018). Estudos recentes confirmam que o e-FAST apresenta excelente especificidade (100%) e alto Valor Preditivo Positivo (100%) para hemoperitонеum, hemotórax e pneumotórax, o que significa que um resultado positivo é extremamente confiável para confirmar a lesão e indicar intervenção imediata sem atrasos para tomografia (BUYURGAN *et al.*, 2025). No entanto, sua sensibilidade é variável: embora seja alta para hemoperitонеum (81,25%), é moderada para pneumotórax (59,38%) e baixa para hemotórax (35,71%), indicando que um resultado negativo não exclui completamente lesões torácicas menores (BUYURGAN *et al.*, 2025). Além disso, evidências apontam que médicos recém-formados, quando submetidos a treinamento padronizado, conse-

guem atingir esses níveis de acurácia, e que a realização de exames seriados pode aumentar a detecção de falsos negativos iniciais (BUYURGAN *et al.*, 2025).

● Tomografia (Pan-CT) e Protocolos Otimizados: Para pacientes estáveis, a tomografia de corpo inteiro (Pan-CT) é o padrão-ouro. Estudos recentes sugerem a otimização dos protocolos, como a técnica split-bolus, que permite visualizar fases arteriais e venosas em uma única aquisição, reduzindo a dose de radiação e o volume de contraste sem perder acurácia diagnóstica (FLAMMIA *et al.*, 2022).

● Exames Laboratoriais: A gasometria arterial é essencial para avaliar o déficit de base e o lactato, que servem como marcadores ocultos de hipoperfusão tecidual e guiam a eficácia da reanimação (AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2018)

Controle de Danos

● Reanimação de Controle de Danos Focada na reversão da "Tríade Letal" (acidose, hipotermia e coagulopatia), prioriza a hemostasia rápida e a transfusão de hemoderivados (AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2018).

● Laparotomia Abreviada Indicada para pacientes in extremis, consiste no controle rápido de sangramento e contaminação, com fechamento temporário do abdome, seguido de estabilização em UTI antes da cirurgia definitiva (AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS, 2018).

Situações Especiais

Crianças: O trauma pediátrico exige atenção às diferenças anatômicas, como a cabeça proporcionalmente maior e a laringe anteriorizada. A fisiologia da criança permite manter a pressão arterial normal mesmo com perdas volêmicas significativas (choque compensado), tornando a hipotensão um sinal tardio de parada iminente (CIORBA & MAEGELE, 2025).

Gestantes: A prioridade do atendimento é a reanimação materna para garantir a perfusão fetal. A manobra de deslocamento manual do útero para a esquerda é essencial para evitar a compressão da veia cava inferior e a hipotensão supina. Em gestantes Rh negativo, deve-se considerar o uso de imunoglobulina anti-D para prevenir isoimunização (FREITAS, [s.d.]).

Idosos: A resposta taquicárdica ao choque pode estar ausente devido ao uso de betabloqueadores ou envelhecimento do sistema de condução. Além disso, o uso de anticoagulantes exige reversão rápida em casos de trauma para evitar hemorragias catastróficas (FREITAS, [s.d.]).

Discussão e Integração do Cuidado **Dinâmica e Liderança da Equipe Multidisciplinar**

A complexidade do politrauma exige a transição do cuidado individual para um modelo de "Trauma Team" (Equipe de Trauma) coeso e eficiente. Estudos indicam que a presença de uma liderança clara e pré-definida é crucial para organizar a reanimação simultânea. A comunicação deve ocorrer em "alça fechada" (*closed-loop communication*), onde o receptor da ordem confirma verbalmente a execução, reduzindo erros de medicação e omissões procedimentais. A enfermagem desempenha papel central não apenas na execução (acessos, medicações), mas na monitorização contínua e no registro adequado em prontuário, cujas falhas são apontadas como fatores que impactam negativamente a qualidade assistencial e a segurança jurídica do atendimento (COSTA *et al.*, 2024).

O Impacto dos Protocolos Institucionais e Treinamento

A variabilidade clínica é inimiga da excelência no trauma. A adesão rigorosa a protocolos validados (ATLS, PHTLS) reduz a mortalidade ao padronizar condutas baseadas em evidências. No entanto, a implementação desses

protocolos enfrenta barreiras como a rotatividade de profissionais e a escassez de recursos em hospitais menores. Para mitigar isso, o treinamento contínuo é imperativo. Evidências recentes de Buyurgan *et al.* (2025) demonstram que mesmo médicos recém-formados ou residentes, quando submetidos a cursos de capacitação padronizados (como treinamento em e-FAST), conseguem atingir níveis de acurácia diagnóstica comparáveis a especialistas experientes, com especificidade de 100% para detecção de hemoperitônio. Isso reforça que a padronização e a repetição (simulação realística) são ferramentas poderosas para democratizar o acesso ao cuidado de alta qualidade, reduzindo a dependência da "intuição" clínica isolada (BUYURGAN *et al.*, 2025; COSTA *et al.*, 2024).

Gestão Racional de Recursos e Segurança do Paciente

A integração do cuidado também envolve a responsabilidade na gestão de recursos diagnósticos e terapêuticos.

Antimicrobianos: A profilaxia antibiótica no trauma tem sido historicamente utilizada de forma empírica e muitas vezes excessiva. Uma meta-análise de 2025 (DAHMS *et al.*) desafiou esse dogma, mostrando que o uso indiscriminado de antibióticos profiláticos em pacientes politraumatizados (para prevenção de pneumonia associada à ventilação, por exemplo) não reduz a mortalidade geral e contribui significativamente para o aumento da resistência bacteriana. A integração do cuidado exige, portanto, protocolos de *stewardship* de antibióticos, restringindo seu uso a indicações precisas (como fraturas expostas graves), evitando a falsa sensação de segurança proporcionada pela prescrição desnecessária (DAHMS *et al.*, 2025).

Diagnóstico por Imagem: Da mesma forma, a integração entre cirurgiões e radiologistas é

vital para evitar exames desnecessários. Em pacientes hemodinamicamente instáveis com e-FAST positivo, a insistência em realizar tomografia computadorizada (Pan-CT) pode atrasar cirurgias salvadoras de vida (laparotomia), aumentando a mortalidade. O protocolo deve ser claro: paciente instável com FAST positivo vai para o centro cirúrgico; a TC é reservada para o refinamento diagnóstico no paciente estabilizado (BUYURGAN *et al.*, 2025).

CONCLUSÃO

O presente estudo analisou a sistematização do atendimento ao politraumatizado e observou que a adesão rigorosa a protocolos atualizados, como a transição para o mnemônico XABCDE, é determinante para a redução da mortalidade na "Hora de Ouro". A revisão da literatura indicou que práticas historicamente consolidadas, como a ressuscitação com coloides e a profilaxia antibiótica indiscriminada, não demonstraram superioridade sobre o uso de cristaloides ou placebo, respectivamente; ao contrário, o uso excessivo de antimicrobianos contribui para o aumento da resistência bacteriana sem reduzir a

mortalidade geral ou a incidência de pneumonia associada à ventilação. Além disso, constatou-se que o exame e-FAST, embora possua alta especificidade, apresenta sensibilidade variável dependendo do operador e da lesão, não devendo substituir a tomografia em pacientes estáveis.

Por conseguinte, a gestão do trauma deve ser redirecionada para políticas de saúde que priorizem a reanimação hemostática balanceada e o uso racional de recursos diagnósticos e terapêuticos (*stewardship*), evitando intervenções fúteis que oneram o sistema e expõem o paciente a riscos iatrogênicos. A implementação de programas de treinamento contínuo em simulação realística para equipes multidisciplinares mostra-se um aliado indispensável para mitigar a variabilidade clínica. Contudo, novos estudos multicêntricos, especialmente no contexto brasileiro, devem ser realizados para avaliar o impacto a longo prazo de protocolos de imagem com redução de radiação (*split-bolus*) e para definir subgrupos específicos de pacientes que ainda poderiam se beneficiar de terapias profiláticas personalizadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN COLLEGE OF SURGEONS. ATLS: Advanced Trauma Life Support Student Course Manual. 10. ed. Chicago: American College of Surgeons, 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Diretrizes de atenção à reabilitação da pessoa com traumatismo cranioencefálico. Brasília, 2015. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_atencao_reabilitacao_pessoa_traumatismo_cranioencefalico.pdf. Acesso em: 23 nov. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. Diretrizes de Atenção à Pessoa com Lesão Medular. Brasília, 2013. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_atencao_pessoa_lesao_medular_2ed.pdf. Acesso em: 23 nov. 2025.

CIORBA, M. C.; MAEGELE, M. Polytrauma in children: epidemiology, acute diagnostic evaluation, and treatment. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*, v. 51, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00068-024-02406-5>.

DAHMS, K. *et al.* Effectiveness of antibiotic prophylaxis in polytrauma patients: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*, v. 51, p. 105–115, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00068-024-02210-3>.

DORMANN, J. *et al.* Crystalloid vs colloid fluid resuscitation in polytrauma patients: a systematic review. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*, v. 51, p. 271–281, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00068-024-02288-9>.

FLAMMIA, F. *et al.* Optimization of CT protocol in polytrauma patients: an update. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, v. 26, p. 2543–2555, 2022. doi:10.26355/eurev_202204_28491.

FREITAS, H. Ficha resumo: Trauma - Populações Especiais. [S.l.]: [s.n.], [s.d.].

GARIPOLI, A.; LEONE, E.; STEFANUCCI, R. *et al.* A possible role of e-FAST in the hemodynamically stable polytrauma patient: results of a single trauma center preliminary retrospective study. *Journal of Ultrasound*, v. 28, p. 75–79, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40477-024-00962-0>.

IANNIELLO, S.; CONTE, P.; DI SERAFINO, M. *et al.* Diagnostic accuracy of pubic symphysis ultrasound in the detection of unstable pelvis in polytrauma patients during e-FAST: the value of FAST-PLUS protocol. *Journal of Ultrasound*, v. 24, p. 423–428, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40477-020-00483-6>.

MAGALHÃES COSTA, M. E. *et al.* Uso de protocolos de resposta rápida no atendimento de politraumatizados: uma revisão literária. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, v. 6, n. 9, p. 237–253, 2024. DOI: <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n9p237-253>.

MARTINS, H. S. *et al.* Emergências Clínicas: Abordagem Prática. 8. ed. Barueri: Manole, 2013.

TERZIUS. Emergências Pediátricas: Curso de Emergências Pediátricas e Neonatais. [S.l.]: Instituto Terzius, [s.d.].

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 31

DIAGNÓSTICO POR IMAGEM NO TRAUMA VASCULAR: DO ULTRASSOM À ANGIOTOMOGRAFIA

EDUARDO RICCHETTI¹
VITÓRIA MAIA¹
JOÃO PEDRO GIACOMELLI¹
NICOLAS PICCOLI¹
NÍCOLAS GIASSON¹
NATÁLIA BIONDO¹
SOPHIA BERTOLLETTI¹
GIULIA PALANDI¹
OTÁVIO PEDROTTI¹
BRUNO BRANCHER¹
TOMÁS FONTOURA¹
BÁRBARA BREITEMBACH¹
GIOVANA DE ANTONI¹
ANA CAROLINA MARTELLO¹
GABRIEL BALBINOTTI¹

¹Discente - Medicina na Universidade de Caxias do Sul – UCS.

Palavras-chave: Trauma Vascular; Diagnóstico por Imagem; Emergência.

DOI

10.59290/1290121050

P EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

O trauma está entre as principais causas de morte no mundo, representando a maior parcela de óbitos em indivíduos jovens. Em cenários de trauma grave, as lesões vasculares estão presentes em cerca de 3 a 5% dos casos, porém são responsáveis por até 20% das mortes preveníveis, sobretudo devido a hemorragia maciça e isquemia aguda de membros ou órgãos nobres. Nas populações de trauma penetrante, como ferimentos por arma branca ou arma de fogo, a prevalência de lesões vasculares é ainda maior, atingindo 10 a 30%, com impacto direto na mortalidade precoce.

Diante dessa epidemiologia, a necessidade de diagnóstico imediato torna-se crucial. Os traumas vasculares constituem emergências de alta letalidade, demandando processos diagnósticos rápidos, sensíveis e reprodutíveis. O avanço tecnológico das modalidades de imagem nas últimas décadas transformou profundamente o paradigma diagnóstico, substituindo abordagens invasivas e exploratórias por métodos não invasivos de alta acurácia. Nesse contexto, a avaliação vascular no trauma evoluiu de exames isolados para um modelo integrado, no qual cada técnica ocupa papel preciso conforme estabilidade hemodinâmica, localização anatômica da suspeita, mecanismo lesional e recursos disponíveis.

O entendimento aprofundado dos fundamentos físicos, das indicações e das limitações de cada modalidade é crucial para decisões adequadas no cenário de trauma. A integração desse conhecimento às diretrizes mais recentes e à fisiopatologia hemodinâmica permite um fluxo diagnóstico racional, que reduz intervenções desnecessárias, otimiza o tempo até o tratamento definitivo e melhora diretamente a morbimortalidade. O objetivo deste capítulo, portanto, é organizar de forma sistemática o papel

contemporâneo dos exames de imagem na avaliação dos traumas vasculares, discutindo desde aspectos físicos até algoritmos práticos de escolha, oferecendo base sólida para atuação clínica e cirúrgica em situações de alta complexidade. O entendimento aprofundado dos fundamentos físicos, das indicações e das limitações de cada modalidade é crucial para decisões adequadas no cenário de trauma. A integração desse conhecimento às diretrizes mais recentes e à fisiopatologia hemodinâmica permite um fluxo diagnóstico racional, que reduz intervenções desnecessárias, otimiza o tempo até o tratamento definitivo e melhora diretamente a morbimortalidade. O objetivo deste capítulo, portanto, é organizar de forma sistemática o papel contemporâneo dos exames de imagem na avaliação dos traumas vasculares, discutindo desde aspectos físicos até algoritmos práticos de escolha, oferecendo base sólida para atuação clínica e cirúrgica em situações de alta complexidade.

MÉTODO

Esta revisão de literatura foi conduzida com foco em identificar, analisar e sintetizar as principais evidências científicas relacionadas ao diagnóstico por imagem no trauma vascular, contemplando especialmente o papel do ultrassom (US), do ultrassom *Doppler* e da angiotomografia computadorizada. Para isso, foram realizadas buscas sistematizadas nas bases PubMed, SciELO e Google *Scholar*, considerando publicações dos últimos 15 anos, em português, inglês e espanhol. Foram utilizados descritores como: “vascular trauma”, “*imaging diagnosis*”, “*ultrasound*”, “*Doppler*”, “*CT angiography*”, “trauma vascular”, “diagnóstico por imagem” e “angiotomografia”.

Foram incluídos artigos originais, diretrizes, revisões sistemáticas, meta-análises e relatos relevantes que abordassem mecanismos de

trauma, indicações de cada método, acurácia diagnóstica e aplicações práticas no contexto emergencial. Excluíram-se trabalhos repetidos, estudos com metodologia inadequada ou que não tratassem diretamente de avaliação por imagem. A seleção ocorreu em duas etapas: triagem de títulos e resumos, seguida de leitura integral dos textos elegíveis. As informações extraídas foram organizadas de forma comparativa, enfatizando vantagens, limitações e contribuições de cada modalidade de imagem no contexto do trauma vascular.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ultrassonografia no Trauma Vascular

A ultrassonografia tornou-se uma ferramenta indispensável no manejo do paciente politraumatizado, especialmente quando há suspeita de lesão vascular. Seu uso tem se expandido com a popularização da ultrassonografia à beira-leito (*point-of-care ultrasound*, POCUS), que permite avaliação rápida e segura, sem necessidade de deslocar o paciente para outros setores, fator especialmente relevante em cenários críticos.

Protocolos de Triagem: FAST e eFAST

No atendimento inicial ao trauma, a ultrassonografia é utilizada precocemente por meio do protocolo FAST (*Focused Assessment with Sonography for Trauma*), cujo objetivo é detectar rapidamente líquido livre nas cavidades abdominal e pericárdica. A ferramenta auxilia na identificação de hemoperitônio e hemopericárdio e no direcionamento de condutas emergenciais.

O protocolo eFAST (*Extended FAST*) amplia o FAST ao incluir avaliação pleural, permitindo identificar pneumotórax e hemotórax. A inclusão dessas janelas aumenta significativamente a capacidade diagnóstica no atendimento inicial, especialmente em pacientes instáveis.

Apesar de serem ferramentas valiosas para triagem, FAST e eFAST não têm capacidade de avaliar fluxo vascular nem de diagnosticar lesões arteriais ou venosas. Assim, quando há suspeita de trauma vascular, a avaliação deve ser complementada com ultrassom *Doppler*.

No contexto de trauma vascular, principalmente em extremidades e pescoço, o ultrassom *Doppler* tem papel fundamental, sobretudo em pacientes estáveis ou com sinais clínicos menos evidentes de lesão vascular. Estudos recentes demonstram sua utilidade na identificação de lesões como trombozes, pseudoaneurismas, fistulas arteriovenosas, dissecções e rupturas vasculares tanto em traumas penetrantes quanto contusos.

Vantagens e Limitações da Ultrassonografia no Trauma Vascular

A ultrassonografia apresenta diversas vantagens: rapidez, portabilidade, ausência de radiação, possibilidade de repetição ilimitada e execução à beira-leito. Essas características fazem dela um exame ideal para ambientes de emergência e cuidados intensivos, permitindo integração anatômica e funcional em tempo real.

Por outro lado, trata-se de técnica operador-dependente. A qualidade da imagem pode ser prejudicada por fatores anatômicos ou decorrentes do trauma, como hematomas, ar subcutâneo, curativos e edemas. Lesões vasculares profundas — como em vasos ilíacos ou subclávios — são de difícil avaliação. Além disso, a sensibilidade é reduzida para lesões íntimas pequenas ou vasos distais de pequeno calibre.

A ultrassonografia *Doppler* deve ser entendida como parte de um algoritmo diagnóstico escalonado. Em pacientes hemodinamicamente estáveis, sem sinais clínicos evidentes de lesão vascular, o exame pode ser utilizado como método inicial de rastreio. Achados sugestivos justificam complementação com angiotomografia

ou avaliação cirúrgica/endovascular. Já em pacientes instáveis, com sinais clínicos clássicos de lesão vascular — sangramento pulsátil, hematoma expansivo, sopro ou frêmito, isquemia distal — a ultrassonografia não deve atrasar intervenções definitivas.

Assim, é possível inferir que a ultrassonografia com *Doppler* representa um recurso essencial no manejo contemporâneo do trauma vascular. Sua capacidade de fornecer informações rápidas, dinâmicas e seguras a torna um instrumento de grande valor, especialmente quando utilizada de forma integrada dentro do algoritmo diagnóstico e por profissionais treinados. Embora apresente limitações, seu papel na triagem e avaliação de lesões vasculares periféricas é indiscutível e contribui para melhor tomada de decisão e otimização dos recursos terapêuticos.

Angiotomografia Computadorizada

Diversos estudos demonstram que a angio-TC apresenta elevada sensibilidade e especificidade para detecção de lesões vasculares traumáticas e hemorrágicas, frequentemente ultrapassando 95% quando empregada com técnica adequada. A possibilidade de detectar simultaneamente sangramento ativo, pseudoaneurismas e interrupções do fluxo sanguíneo faz com que este exame seja considerado, na maioria dos centros terciários, o padrão-ouro para avaliação inicial de suspeita de lesão arterial. Outro aspecto determinante é sua capacidade de estratificar pacientes rapidamente entre condutas cirúrgicas emergenciais, embolização endovascular ou manejo clínico com vigilância. Em comparação com métodos invasivos, como a angiografia digital, a angio-TC oferece resultados diagnósticos equivalentes com menor morbidade, maior rapidez e maior disponibilidade. A combinação de alta acurácia diagnóstica, rapidez e amplo campo de visão torna a angio-TC

indispensável nos algoritmos modernos de atendimento ao trauma vascular.

Os achados da angio-TC em lesões vasculares agudas são amplamente padronizados e auxiliam de maneira direta na tomada de decisão terapêutica. O extravasamento ativo de contraste, classicamente descrito como "*jet sign*", representa saída pulsátil e contínua de contraste para tecidos adjacentes, confirmando sangramento arterial em curso. O pseudoaneurisma aparece como coleção sacular, bem definida e realçada na fase arterial, comunicando-se com o lúmen vascular; trata-se de lesão instável com elevado risco de ruptura. A fístula arteriovenosa é caracterizada pelo enchimento precoce e direto de veias adjacentes durante a fase arterial devido à ruptura simultânea das paredes arterial e venosa. A trombose arterial se manifesta por falha de enchimento intraluminal com interrupção abrupta do contraste, levando à isquemia distal. A dissecação apresenta dupla luz ou flap íntimo, enquanto a transecção vascular é identificada por solução de continuidade completa do vaso, frequentemente com hemorragia maciça e ausência de fluxo distal. Cada um desses achados possui implicações terapêuticas diretas e exige interpretação rápida e precisa.

Apesar de ser o método de escolha em grande parte dos cenários de emergência, a angio-TC apresenta limitações práticas. Pacientes com função renal comprometida apresentam maior risco de nefropatia induzida pelo contraste, o que pode restringir seu uso, especialmente em indivíduos com doença renal crônica avançada ou choque prolongado. A alergia ao contraste iodado constitui outra barreira, exigindo pré-medicação ou substituição da técnica, dependendo da gravidade. Artefatos metálicos, particularmente decorrentes de projéteis balísticos, fragmentos ósseos ou implantes ortopédicos, podem degradar a qualidade da imagem, mascarando lesões vasculares sutis. Além disso, questões de disponibilidade seguem rele-

vantes, sobretudo em hospitais de menor porte ou regiões remotas, onde o acesso a tomógrafos multislice de alta velocidade pode ser limitado. Portanto, embora altamente eficaz, a angio-TC ainda depende de condições clínicas e logísticas adequadas para ser aplicada da forma ideal.

Dessa maneira, a interpretação da angio-TC exige atenção cuidadosa para evitar armadilhas diagnósticas que podem levar a subdiagnóstico ou superdiagnóstico. Um desafio recorrente é diferenciar extravasamento ativo de contraste de coleções estáticas já formadas, como hematomas hiperatenuantes, para isso, realizar varredura em fase arterial e de equilíbrio minimiza esse erro diagnóstico, pois o jato ativo aumenta progressivamente, enquanto coleções estáticas não se modificam. Outro ponto crítico é a confusão entre trombos murais e artefatos de movimento ou endurecimento do feixe, especialmente em vasos calibrosos; reconstruções multiplanares e imagens de alta resolução ajudam a resolver a dúvida. A presença de artefatos metálicos pode obscurecer pseudoaneurismas ou dissecções, mas algoritmos de redução de artefatos e ajustes no Kernel reconstrutivo aprimoram a visibilidade.

Finalmente, o reconhecimento de variações anatômicas é essencial para evitar interpretações equivocadas, especialmente em regiões como o polígono de Willis, tronco celiaco e artérias renais. A adoção sistemática de protocolos otimizados e a experiência do radiologista são fundamentais para reduzir a possibilidade de erros interpretativos.

Ressonância Magnética, Angiografia e Radiografia Simples

Angio-RM (MRA)

Em termos de qualidade de imagem, a MRA destaca-se por sua capacidade superior de caracterização dos tecidos moles e da parede arterial, possibilitando identificar hematomas murais, trombos parietais e a relação dos vasos

com estruturas adjacentes, embora ainda apresente limitações em rapidez e resolução temporal quando comparada à angiotomografia computadorizada (CTA), que continua sendo mais veloz em cenários agudos.

No contexto do trauma, as indicações da MRA são muito específicas e restritas a pacientes estáveis. No trauma cervical, especialmente na investigação de lesões das artérias vertebrais e carótidas, a MRA tem desempenho moderado, com boa especificidade, mas sensibilidade insuficiente para substituir a CTA como exame de triagem. Assim, sua aplicação costuma ocorrer quando há contraindicação ao uso de contraste iodado ou quando se deseja avaliação mais detalhada da parede arterial, na caracterização de dissecções, hematomas, trombos murais ou lesões em seguimento após diagnóstico inicial por CTA.

No trauma de extremidades, também não é usada como exame inicial, mas pode ser útil em situações tardias, como na investigação de lesões arteriais subagudas, na avaliação de partes moles associadas, na diferenciação entre lesões vasculares e compressões extrínsecas ou quando há interesse específico em avaliar integridade de parede arterial após lesões penetrantes ou contusões complexas.

Apesar dessas vantagens, a MRA apresenta limitações relevantes na sua aplicação prática: o tempo prolongado de exame, a necessidade de cooperação do paciente, a baixa tolerância ao movimento e a menor disponibilidade em centros de trauma reduzem seu uso no atendimento inicial. Além disso, a presença de fragmentos metálicos, implantes ferromagnéticos ou dispositivos não compatíveis constitui contraindicação ou limitação significativa, exigindo triagem criteriosa.

Quando o gadolínio é utilizado, há restrições adicionais em pacientes com insuficiência renal avançada. Assim, embora ofereça exce-

lente definição de partes moles e ausência completa de radiação, a MRA permanece uma modalidade complementar e seletiva, reservada para contextos específicos dentro do trauma cervical e de extremidades, e não para a avaliação primária do trauma vascular agudo.

Angiografia digital por subtração (DSA)

A angiografia digital por subtração (DSA) é um método invasivo de imagem vascular baseado no cateterismo seletivo e na aquisição dinâmica de imagens após injeção de contraste iodado, com subtração digital das estruturas não vasculares para realçar exclusivamente a luz arterial. Essa característica técnica confere à DSA uma visualização em tempo real do calibre do vaso, do padrão de enchimento, de extravasamento contrastado e de fluxos colaterais, permitindo não apenas um diagnóstico morfológico preciso, mas também uma avaliação funcional do fluxo. Na prática do trauma vascular, a DSA deixou de ser o exame de triagem rotineiro em pacientes hemodinamicamente estáveis, porém conserva hoje um papel clínico específico e insubstituível nas situações elencadas abaixo:

- Quando a CTA produz resultados inconclusivos por artefatos - por exemplo, causados por fragmentos metálicos, projéteis ou próteses - ou quando a topografia da lesão é muito distal ou subsegmentar - regiões abaixo do cotovelo ou do joelho, vasos de pequeno calibre e intrínsecos - a DSA pode resolver dúvidas diagnósticas ao delinear finos ramos arteriais e fluxos que a tomografia não consegue visualizar adequadamente.

- A DSA é a técnica de escolha para investigação e manejo de vasoespasmos, porque, além de permitir a visualização dinâmica do calibre arterial e da reatividade vascular, possibilita a administração intra-arterial direta de agentes vasodilatadores - por exemplo, nitroglicerina ou verapamil - sob observação fluoroscópica imediata, distinguindo assim um estreitamento reversível por vasoespasmos de uma lesão estru-

tural fixa e oferecendo simultaneamente tratamento.

- A DSA combina diagnóstico e terapia: ao permitir o posicionamento de microcateteres seletivos, a mesma sessão diagnóstica pode progredir para embolização de sangramentos, colocação de stents, angioplastia ou emprego de balões para controle proximal, o que transforma o exame numa ferramenta terapêutica híbrida de grande valor em trauma penetrante ou em hemorragia ativa identificada em imagem.

Ademais, é importante destacar que o uso da DSA exige infraestrutura e pessoal especializados, implica riscos inerentes ao acesso arterial e ao contraste iodado - complicações no sítio de punção, trombose, complicações renais - por isso, a indicação deve ser criteriosa e preferencialmente reservada para os cenários indicados: dúvida diagnóstica pós-CTA, presença de artefatos, avaliação e tratamento de vasoespasmos, planejamento técnico para abordagem endovascular e execução do tratamento simultâneo, áreas em que a DSA oferece capacidade diagnóstica e terapêutica que outras modalidades não conseguem reunir em um único procedimento.

Radiografia Simples

A radiografia simples continua sendo um dos exames mais amplamente disponíveis e rapidamente executáveis na avaliação inicial do trauma, mas seu papel no trauma vascular é hoje claramente limitado e indireto. No trauma torácico, particularmente na suspeita de lesão traumática da aorta ou de grandes vasos do mediastino, a radiografia de tórax pode revelar sinais sugestivos, como: alargamento mediastinal, apagamento do botão aórtico, desvio da traqueia, hemotórax extenso ou fraturas do primeiro e segundo arcos costais - que são marcadores de alto risco para lesões vasculares. Esses achados, entretanto, são apenas indícios, pois deri-

vam de alterações estruturais secundárias e não de visualização direta da lesão arterial.

Em extremidades, a radiografia pode identificar fraturas associadas a mecanismos de alta energia, desalinhamentos ósseos importantes, luxações e a presença de corpos estranhos metálicos, que ajudam a estimar o trajeto e o impacto potencial sobre vasos adjacentes. No entanto, mesmo quando fraturas estão presentes, a radiografia não é capaz de confirmar ou descartar lesão arterial. Diante de qualquer suspeita clínica - como hematoma expansivo, ausência de pulso, frêmito, sopro ou alteração perfusional - o exame definitivo passa obrigatoriamente a ser a angiotomografia computadorizada, independentemente do resultado da radiografia simples. Assim, a sua utilidade está em contextualizar o mecanismo do trauma e orientar a tomada de decisão inicial, mas não em definir o diagnóstico vascular.

Desse modo, a radiografia tem sensibilidade muito baixa para detecção de lesão vascular significativa. Mesmo no trauma aórtico, evidências atuais mostram que uma proporção relevante de pacientes com lesões graves da aorta apresenta radiografia normal, e que apenas uma minoria exibe alargamento mediastinal suficientemente marcante para levantar suspeita. Isso significa que uma radiografia normal não exclui uma lesão vascular, e que a interpretação isolada do exame pode gerar falsa segurança se usada como critério de triagem negativa.

Escolha de Exames de Imagem

A avaliação inicial para escolha do método de imagem ideal segue os princípios do atendimento ao trauma, em que a identificação dos chamados *hard signs* (sangramento pulsátil, hematoma expansivo, ausência de pulso, sopro ou frêmito, isquemia grave) estabelece a própria urgência cirúrgica e limita, em muitos casos, a realização de exames avançados. Em contrapartida, a presença apenas de *soft signs* (história

sugestiva de sangramento, ferimento próximo a trajetos vasculares, pulso assimétrico, déficit neurológico periférico, hipotensão transitória) favorece uma abordagem diagnóstica mais sistemática, com utilização de imagem para confirmar ou afastar lesões.

Nesse cenário, a integração dos achados clínicos com a escolha do exame é guiada por pilares que incluem rapidez, acurácia, disponibilidade e impacto sobre a conduta. Métodos como ultrassonografia focada (E-FAST), radiografia simples, ultrassonografia vascular e tomografia computadorizada com contraste apresentam papel distinto, variando conforme o território anatômico, o mecanismo de trauma e a condição fisiológica do paciente

Pacientes Hemodinamicamente Instáveis

Em pacientes instáveis, o objetivo primário é identificar fontes evidentes de hemorragia e definir rapidamente intervenções cirúrgicas ou endovasculares que salvem a vida. O E-FAST constitui o exame inicial por excelência nesse grupo, dada sua disponibilidade imediata, ausência de necessidade de transporte e capacidade de identificar líquido livre, tamponamento cardíaco e pneumotórax hipertensivo. Ainda que não seja exame específico para o diagnóstico de lesão vascular, sua utilidade reside em guiar a intervenção emergencial e excluir outras causas de instabilidade que podem coexistir com lesões vasculares graves.

A radiografia simples também mantém papel relevante, particularmente no trauma torácico e pélvico, ao permitir a identificação rápida de fraturas potencialmente exsanguinantes, alargamento mediastinal sugestivo de lesão aórtica e alterações estruturais que orientam a necessidade de intervenção imediata. Nessa fase, exames como tomografia computadorizada ou

ultrassonografia *Doppler* não têm indicação antes da estabilização, uma vez que atrasam a ressuscitação e não alteram a necessidade de controle de danos ou cirurgia imediata nos casos com *hard signs* evidentes.

Pacientes Estáveis com Sinais Clínicos Maiores (*Hard Signs*)

Nos pacientes estáveis, mas que apresentam sinais clínicos maiores de lesão vascular, o exame de imagem deve ser realizado apenas quando não atrasa o tratamento, e a tomografia computadorizada com contraste representa o padrão de referência na maioria dos cenários. Esse exame permite avaliação detalhada do trajeto vascular, identificação de pseudoaneurismas, dissecções, trombozes e fístulas arteriovenosas traumáticas, além de oferecer ampla visualização de estruturas adjacentes, característica particularmente importante no trauma contuso de alta energia.

Entretanto, é fundamental ressaltar que a presença de *hard signs* mantém forte correlação com necessidade de intervenção cirúrgica ou endovascular imediata, e o uso da tomografia deve ser reservado para contextos em que a logística do serviço permita rapidez sem comprometer o prognóstico. Assim, a indicação depende da capacidade do hospital de realizar o exame sem atraso significativo, o que é observado em centros de trauma com tomógrafo integrado à sala de emergência.

Pacientes Estáveis com Sinais Clínicos Menores (*Soft Signs*)

Nesse grupo, a investigação é mandatória, pois até 10–15% dos pacientes podem apresentar lesões vasculares significativas. A tomografia computadorizada com contraste permanece como método central; contudo, a ultrassonografia vascular pode ser utilizada como exame inicial em alguns cenários, principalmente quando

a suspeita é de lesão arterial periférica e o serviço dispõe de profissionais experientes na técnica.

A ultrassonografia vascular, apesar de operador-dependente, oferece avaliação funcional do fluxo arterial e venoso, detecção de oclusões, lesões parciais e pseudoaneurismas, além de permitir abordagem rápida à beira-leito. Em serviços com expertise limitada ou em situações em que a avaliação precisa ser mais abrangente, opta-se pela tomografia, que não apenas confirma a lesão, mas também avalia estruturas ósseas, musculares e viscerais, compondo um panorama mais completo da cinemática do trauma.

Múltiplos Traumas e a Tomografia Computadorizada de Corpo Inteiro

A tomografia de corpo inteiro com contraste tornou-se uma das principais ferramentas no paciente politraumatizado, sendo recomendada quando o mecanismo de trauma é de alta energia, há dificuldade para exame físico confiável ou o paciente apresenta rebaixamento do nível de consciência. Nesse contexto, o exame se destaca por fornecer avaliação global, permitindo diagnóstico simultâneo de lesões torácicas, abdominais, pélvicas, musculoesqueléticas e vasculares, com impacto significativo na conduta e redução da mortalidade.

Além disso, a inclusão de fases específicas permite melhor caracterização de lesões vasculares, como dissecções aórticas traumáticas, extravasamentos ativos e pseudoaneurismas. Esse método é particularmente valioso no trauma contuso, onde a lesão vascular pode ocorrer sem ferida aparente e sem *hard signs* evidentes, exigindo alta suspeição clínica.

Influência do Mecanismo de Trauma na Escolha do Exame

O mecanismo de trauma continua sendo elemento essencial na decisão diagnóstica. Fe-

rimentos penetrantes próximos a trajetos vasculares, principalmente no pescoço, axila, virilha e áreas de transição, demandam avaliação por tomografia computadorizada com contraste mesmo na ausência de sinais clínicos evidentes, devido ao risco de lesões sutis com potencial para complicações tardias. Já no trauma contuso, especialmente decorrente de colisões de alta energia, desaceleração rápida ou quedas de grande altura, a tomografia de corpo inteiro adquire papel predominante, pela elevada incidência de lesões multifocais associadas.

Região Cervical

A avaliação das lesões cervicais deve ser realizada preferencialmente por angiotomografia de pescoço, método que possibilita análise detalhada dos vasos carotídeos e vertebrais, além de estruturas adjacentes. Entre os principais achados estão a dissecação arterial, caracterizada por flap intimal, trombos murais ou estenose abrupta; pseudoaneurismas traumáticos; oclusões arteriais completas; e extravasamento ativo de contraste em ferimentos penetrantes. Também são frequentes as fistulas arteriovenosas traumáticas, reconhecidas pelo enchimento precoce de estruturas venosas. A angiotomografia permite ainda a identificação de achados associados de grande relevância clínica, como enfisema subcutâneo, fraturas da coluna cervical e lesões de vias aéreas ou esôfago, que podem modificar o manejo imediato.

Região Torácica

No trauma torácico, a tomografia computadorizada contrastada de alta resolução constitui o exame de escolha para avaliação vascular. Esse método é especialmente importante diante da suspeita de lesão da aorta torácica, cujos achados característicos incluem hematoma mediatinal, abaulamentos focais compatíveis com pseudoaneurismas, irregularidades na parede aórtica e extravasamento de contraste. Lesões

das artérias subclávia ou axilar proximal também podem ser detectadas, manifestando-se como estenoses, oclusões, espasmos ou pseudoaneurismas. Ademais, a TC identifica alterações parenquimatosas e torácicas associadas — como contusão pulmonar, pneumotórax, hemo-tórax e fraturas de costelas, especialmente das primeiras duas — que reforçam a gravidade do mecanismo de trauma.

Região Abdominal

A tomografia computadorizada abdominopélvica com contraste trifásico é o método mais sensível e específico para avaliação de lesões vasculares abdominais. As lesões da aorta abdominal e dos ramos ilíacos podem manifestar-se como hematomas retroperitoneais volumosos, irregularidades parietais, dissecações, pseudoaneurismas ou extravasamento arterial ativo. As artérias viscerais — incluindo esplênica, renal e hepática — também são cuidadosamente avaliadas, permitindo identificação de perfusão heterogênea, áreas de isquemia, trombose, espasmo, avulsão do hilo ou sangramento de alto débito. Além disso, a TC oferece visão abrangente das lesões associadas, como danos hepáticos, esplênicos, renais, pancreáticos e mesentéricos, além de pneumoperitônio, hemoperitônio e sinais de contusão abdominal.

Membros Superiores

Nos membros superiores, a abordagem diagnóstica pode iniciar-se com ultrassom *Doppler* em pacientes estáveis e sem sinais duros de lesão vascular. O exame é capaz de demonstrar redução ou ausência de fluxo arterial — particularmente nas artérias braquial, ulnar e radial — além de evidenciar pseudoaneurismas, fistulas arteriovenosas traumáticas e espasmo arterial. Nos casos em que há sinais moles, ferimentos de alto risco, exames inconclusivos ou necessidade de maior detalhamento anatômico, a

angiotomografia do membro superior é preferida. A arteriografia, por sua vez, é reservada para indicações específicas, sobretudo quando há planejamento terapêutico endovascular. Lesões vasculares dos membros superiores frequentemente se associam a fraturas de úmero ou rádio/ulna e a lesões de nervos periféricos, o que torna essencial a avaliação integrada.

Membros Inferiores

Nos membros inferiores, a estratificação inicial pode ser realizada com ultrassom *Doppler* quando não há sinais duros e o índice tornozelo-braquial (ITB) é maior que 0,9. A redução desse índice, a presença de sinais moles, ferimentos penetrantes em proximidade a vasos — especialmente femorais e poplíteos — ou mecanismos de trauma contuso de alta energia justificam a realização de angiotomografia. Entre os achados mais importantes destacam-se oclusões, dissecções, pseudoaneurismas e extravasamento arterial nas artérias femorais e ilíacas, além de lesões da artéria poplítea, que assume especial relevância clínica devido ao risco elevado de isquemia após luxações de joelho. Achados associados, como fraturas expostas, lesões ligamentares graves e sinais de síndrome compartimental, também são frequentes e devem ser cuidadosamente avaliados.

Pelve

No trauma de pelve, a tomografia contrastada com reconstruções arteriais e venosas é imprescindível, pois essa região apresenta elevada incidência de sangramento arterial e venoso, muitas vezes relacionado a fraturas de alta energia. Os achados típicos incluem lesões das artérias ilíacas, glúteas ou da femoral comum, além da identificação de blush arterial representando sangramento ativo. Hematomas retroperitoneais extensos e rupturas venosas associadas às fraturas instáveis — particularmente dos tipos Tile B e C — também são comuns. A TC ainda

permite identificar lesões concomitantes do trato urinário, como lesão uretral, que alteram o manejo e podem demandar intervenção imediata. Em casos de sangramento arterial persistente, a angiografia terapêutica torna-se parte fundamental do tratamento.

Follow-Up e o Papel do Exame de Imagem

O papel dos exames de imagem no seguimento do trauma vascular é fundamental para prevenir e diagnosticar complicações, sejam elas decorrentes do trauma inicial ou do tratamento realizado. É importante lembrar que o pilar principal desse acompanhamento começa com um exame físico minucioso e seriado, além de uma comunicação adequada entre as equipes de terapia intensiva e a cirurgia vascular. Os exames de imagem, como o *Eco-Doppler* e a Angiotomografia Computadorizada (ATC), entram como ferramentas auxiliares, indicadas conforme a estabilidade do paciente e o segmento anatômico, visando identificar precocemente problemas como pseudoaneurismas, fistulas arteriovenosas, trombozes, infecções e falhas em endopróteses ou próteses.

Quando optado pelo manejo conservador, o protocolo de imagem varia bastante conforme a região acometida. Nas lesões cervicais contusas tratadas com antiagregantes, por exemplo, a recomendação mais atual é repetir a ATC em cerca de uma semana para confirmar o diagnóstico e descartar a formação de pseudoaneurismas, com um novo controle em três meses para definir a possibilidade da suspensão da terapia ou se há necessidade de intervenção. Já para as lesões de aorta torácica, a vigilância deve ser ainda mais rigorosa devido às forças de cisalhamento nessa região; preconiza-se uma nova ATC entre 48 e 72 horas após a admissão para garantir a estabilidade da lesão, seguida de exames com 1 mês, 12 meses e, depois, anualmente. No abdome, o seguimento é um pouco me-

nos padronizado, mas exames no primeiro mês são essenciais para monitorar a cicatrização de disseções viscerais. Por fim, nas extremidades, para aquelas lesões menores ou não oclusivas, o ideal é priorizar o exame físico e o *Eco-Doppler* no seguimento ambulatorial, geralmente em um mês, deixando a ATC apenas para casos de dúvida diagnóstica, evitando assim radiação desnecessária.

No cenário pós-operatório, o seguimento deve ser adaptado à técnica utilizada. Para reparos abertos, como *bypasses* com veia, o *Eco-Doppler* é o exame de escolha, tipicamente realizado com 1, 6 e 12 meses, e depois anualmente, buscando estenoses que ameacem o enxerto. Já para os reparos endovasculares, a vigilância é mais estrita devido ao risco de endoleaks ou migração dos dispositivos, sendo recomendada a realização de imagem (ATC ou Angio-Ressonância) com 1 mês, 12 meses e, subsequentemente, a cada 1 a 5 anos. Vale ressaltar que, embora a população de trauma seja frequentemente jovem e sem comorbidades prévias, o que teoricamente reduziria complicações a longo prazo em comparação aos doentes ateroscleróticos, a adesão ao seguimento costuma ser um desafio nesse grupo, exigindo uma estratégia de vigilância bem planejada.

Por último, não podemos ignorar a segurança do paciente em relação à exposição cumulativa à radiação ionizante, especialmente considerando que muitas vítimas de trauma são jovens ou crianças. As diretrizes mais recentes, como a da Sociedade Europeia de Cirurgia Vascular de 2025, enfatizam a importância de transicionar o seguimento a longo prazo para métodos isentos de radiação sempre que possível, como a Angio-Ressonância Magnética ou o *Eco-Doppler*, reservando a tomografia seriada apenas para quando for estritamente necessário. Em suma, o acompanhamento pós-trauma exige um equilíbrio constante entre a precisão di-

agnóstica para garantir a durabilidade do tratamento e a minimização de riscos futuros para o paciente.

CONCLUSÃO

A avaliação dos traumas vasculares evoluiu de forma substancial com o avanço das modalidades de imagem, permitindo uma abordagem mais rápida, acurada e segura em um cenário no qual a hemorragia e a isquemia continuam entre as principais causas de morte evitável. Os métodos de imagem atualmente disponíveis – ultrassonografia *Doppler*, angiotomografia computadorizada, arteriografia digital, angio-RM, FAST/e-FAST e radiografia simples - apresentam características técnicas específicas que determinam seu papel no fluxograma diagnóstico de lesões traumáticas com acometimento arterial e/ou venoso.

A ultrassonografia *Doppler* permanece como ferramenta útil para avaliação inicial de lesões periféricas e acessíveis, particularmente quando realizada por profissionais capacitados. A angiotomografia computadorizada consolidou-se como o método diagnóstico central no paciente hemodinamicamente estável, fornecendo dados anatômicos e hemodinâmicos detalhados com elevada sensibilidade e especificidade, além de permitir o planejamento terapêutico imediato. A arteriografia digital, embora com menor protagonismo diagnóstico, permanece insubstituível como plataforma terapêutica endovascular, oferecendo controle rápido de hemorragias e tratamento de lesões vasculares complexas. A angio-RM ocupa espaço no acompanhamento tardio e em indivíduos com contraindicação ao contraste iodado. O FAST/e-FAST e a radiografia simples, por sua vez, funcionam como métodos rápidos e acessíveis para suspeita e localização de lesões vasculares no paciente instável, mesmo que de modo indireto e menos acurado.

A utilização apropriada e sequencial dessas modalidades possibilita, portanto, um fluxo diagnóstico e terapêutico altamente eficiente, com impacto direto na redução da morbimortalidade. Em síntese, o manejo moderno do trau-

ma vascular depende da integração técnica e estratégica dos métodos de imagem, que constituem um dos pilares fundamentais da abordagem contemporânea desses pacientes de alta complexidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIRURGIA VASCULAR E ENDOVASCULAR. Diretrizes Brasileiras de Diagnóstico e Tratamento de Lesões Vasculares Traumáticas. *Jornal Vascular Brasileiro*, v. 22, e20230042, 2023. Disponível em: <https://www.jvascbras.org/article/doi/10.1590/1677-5449.202300421>. Acesso em: mar. 2025.

BIFFL, W. L. *et al.* Blunt Aortic Injury. *Journal of Trauma*, v. 70, n. 6, p. 1620–1623, 2011. DOI:10.1056/NEJMra0706159.

BLOOM, B.; GIBBONS, RC. FAST and POCUS in trauma: current perspectives. *Open Access Emergency Medicine: OAEM* v. 9, p. 57-62, 2017. DOI:10.2147/OAEM.S120145.

DIRETRIZES AMERICANAS (SVS) ZIERLER, RE.; JORDAN, WD.; LAL, BK. *et al.* The Society for Vascular Surgery practice guidelines on follow-up after vascular surgery arterial procedures. *Journal of Vascular Surgery*. 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29937033/>. Acesso em: mar. 2025.

DIRETRIZES EUROPEIAS (ESVS 2025) WAHLGREN, CM.; AYLWIN, C.; DAVENPORT, RA *et al.* European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2025 Clinical Practice Guidelines on the Management of Vascular Trauma. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*; v. 69, p 179-237, 2025. DOI: 10.1016/j.ejvs.2024.12.018.

INAMPUDI, C. *et al.* Magnetic Resonance Angiography: Principles and Techniques. *American Journal of Roentgenology*, v. 198, n. 1, p. 1–10, 2012. DOI:10.1016/B978-0-444-53485-9.00007-6.

MAZZACCARO, D. *et al.* Blunt Thoracic Aortic Injury: Current Perspectives. *Journal of Clinical Medicine*, v. 12, p. 1–15, 2023. DOI:10.3390/jcm12082903.

MONTORFANO, MA.; PLA, F.; VERA, L. *et al.* Point-of-care ultrasound and Color flow Duplex *Doppler* ultrasound evaluation of vascular injuries in penetrating and blunt trauma. *Critical Ultrasound Journal*, v. 9, n. 1, p. 5, 2017. DOI:10.1186/s13089-017-0060-5.

MUNDINGER, G. S. *et al.* MRI for Detection of Extracranial Vertebral Artery Injury: A Meta-analysis. *Journal of Vascular Surgery*, v. 54, n. 3, p. 1029–1037, 2011.

NTOLA VC, *et al.* Diagnostic Approaches to Vascular Injury in Polytrauma. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery. Diagnostics (Basel, Switzerland)*, v. 13, n. 6, p. 1019, 2023. DOI:10.3390/diagnostics13061019.

PEREIRA, A. H. *et al.* Pseudo-aneurismas: relato de dois casos e revisão da literatura. *Radiologia Brasileira*, v. 35, n. 5, 2009. DOI:10.1590/S0100-39842002000500011.

RAMAN, S. S.; KADONAGA, J.; PATEL, M. Imaging of peripheral vascular trauma. In: THIEME E-BOOKS. Radiology reference guide. 2019. Disponível em: <https://www.thieme-connect.de/products/ebooks/pdf/10.1055/b-0035-129401.pdf>. Acesso em: mar 2025.

RAMÍREZ, S. *et al.* Pseudoaneurysm and post-traumatic arteriovenous fistula after chest trauma. *Case Reports in Radiology*, v. 18, n. 2, p. 476-480. DOI: 10.1016/j.radcr.2022.10.087.

TAMBURRINI, S. *et al.* CTA imaging of peripheral arterial injuries. *Diagnostics (Basel, Switzerland)*, v. 14, n. 13, p. 1356, 2024. DOI:10.3390/diagnostics14131356 2024.

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 32

ABORDAGEM ENDOVASCULAR NO TRAUMA: INDICAÇÕES, ESTRATÉGIAS E RESULTADOS CLÍNICOS

OTÁVIO BUSKE PEDROTTI¹
GIULIA PALANDI ISOTTON¹
BRUNO RECH BRANCHER¹
TOMÁS SGANDELLA FONTOURA¹
BÁRBARA DE LIMA BREITEMBACH¹
GIOVANA DE ANTONI¹
ANA CAROLINA MARTELLO¹
GABRIEL WIRTTI BALBINOTTI¹
VITÓRIA MAIA¹
EDUARDO RICCHETTI¹
NICOLAS PICCOLI¹
NICOLAS GIASSON¹
NATÁLIA BIONDO¹
SOPHIA BERTOLETTI¹
JOÃO PEDRO GIACOMELLI¹

¹Discente - Medicina na Universidade de Caxias do Sul – UCS.

Palavras-chave: Trauma; Hemorragia; Endovascular.

DOI

10.59290/1071922022

P EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a cirurgia endovascular vem se mostrando cada vez mais relevante e eficaz na abordagem das lesões traumáticas, tanto para controle temporário quanto definitivo de sangramentos. O trauma é uma importante causa de morbimortalidade em adultos jovens, muitas vezes com grande impacto na qualidade de vida e representando, ao mesmo tempo, um grande custo para o sistema de saúde. Sabendo disso, o uso de técnicas que proporcionem menor tempo de internação, morbidade e complicações torna-se essencial para reduzirmos os desfechos desfavoráveis no trauma vascular.

Atualmente, apesar de ainda estar conquistando seu espaço em muitos cenários, a cirurgia endovascular apresenta indicações robustas para tratamento cirúrgico de afecções em diferentes sítios anatômicos. A utilização de técnicas como embolização, colocação de *stents* e balões oclusores representam uma ferramenta útil para correção tanto de lesões por mecanismos contusos como perfurantes no trauma cervical, torácico, abdominal e de extremidades. Ainda que a cirurgia aberta seja padrão-ouro em muitos traumas vasculares e preferencial em casos de sangramentos ativos volumosos com repercussão hemodinâmica grave, a abordagem endovascular traz vantagens como a facilitação do acesso a áreas de difícil exposição cirúrgica e menor morbidade periprocedimento.

Além disso, na prática clínica atual o tratamento endovascular assume papel complementar e, por vezes, preferencial em várias situações traumáticas específicas: na região cervical, a cervicotomia permanece indicada para lesões de fácil acesso, zona II, enquanto a abordagem endovascular é favorecida para lesões em zonas de difícil exposição, zonas I e III, e para traumatismos da artéria vertebral, com opções que

vão da embolização à colocação de *stent* revestido conforme dominação vascular e padrão lesional. No tórax, técnicas endovasculares, incluindo o uso de balões para controle proximal temporário (*endoclamp*), são amplamente empregadas para reduzir sangramento e facilitar a dissecação, sendo a endoprótese, reparação endovascular, a opção preferencial em grande parte dos traumatismos contusos da aorta de grau III–IV. Essas recomendações estão descritas em guias e revisões especializadas, que também ressaltam a necessidade de estrutura e experiência da equipe para tais procedimentos. No abdome, procedimentos endovasculares podem oferecer tratamento definitivo para lesões isoladas em pacientes hemodinamicamente estáveis, e o REBOA surge como ferramenta de controle temporário em situações de reanimação, enquanto na pelve a embolização de ramos da artéria ilíaca interna é rotina em fraturas instáveis. Nas extremidades, as técnicas endovasculares, como embolização, *stents* revestidos e balões oclusores para controle proximal, têm se mostrado úteis como tratamento definitivo ou adjuvante, especialmente em artérias de difícil acesso cirúrgico como subclávia e axilar, sempre levando em conta que o reparo aberto continua sendo o padrão-ouro para muitos traumatismos de membro e que a escolha final depende da estabilidade hemodinâmica, perfil anatômico, recursos disponíveis e experiência da equipe.

O objetivo deste capítulo é apresentar, de forma atualizada e abrangente, o papel da cirurgia endovascular no trauma, descrevendo suas principais indicações, vantagens e aplicações nos diferentes territórios anatômicos. Busca-se destacar como técnicas como embolização, *stents* e balões oclusores têm ampliado sua relevância tanto no controle temporário quanto definitivo de sangramentos, comparando-as ao padrão-ouro da cirurgia aberta e evidenciando os cenários em que a abordagem endovascular

se mostra preferencial. Além disso, o capítulo visa contextualizar a importância dessas estratégias no manejo moderno das lesões vasculares traumáticas, considerando fatores como estabilidade hemodinâmica, perfil anatômico e disponibilidade de recursos especializados.

MÉTODO

O presente capítulo foi desenvolvido por meio de revisão narrativa da literatura, com enfoque nas Técnicas e Estratégias Endovasculares (TEV) aplicadas ao trauma vascular, conforme os conteúdos discutidos no material consultado. A construção do texto fundamentou-se em artigos científicos, revisões especializadas, diretrizes internacionais e dados provenientes de registros multicêntricos amplamente citados no documento, como o estudo PROOVIT, que analisou mais de 3.200 pacientes com lesões arteriais traumáticas entre 2013 e 2019.

A seleção das evidências priorizou publicações que abordassem: (1) fundamentos e aplicações das técnicas endovasculares no trauma; (2) eficácia de estratégias como embolização, uso de *plugs* e *coils*, *stent-grafts*, TEVAR/EVAR e REBOA; (3) impacto dessas intervenções nos desfechos clínicos, incluindo preservação de órgãos, redução de mortalidade e papel no controle de danos; e (4) a importância da infraestrutura, como disponibilidade de salas híbridas e integração multidisciplinar entre cirurgia do trauma, vascular e radiologia intervencionista.

Foram incluídas evidências que descrevessem, de forma direta, resultados clínicos, taxas de sucesso, vantagens fisiológicas e limitações das TEV em diferentes territórios anatômicos — tórax, abdome, pelve, regiões juncionais e extremidades — conforme detalhado no capítulo analisado. Dados observacionais, revisões narrativas e recomendações de sociedades internacionais também integraram o corpo da

análise, uma vez que constituem a base científica discutida no arquivo.

Estudos que não abordassem lesões traumáticas ou que se referissem a procedimentos eletivos, bem como materiais sem relação com controle de hemorragia ou estratégias endovasculares, foram excluídos. As informações selecionadas foram organizadas em categorias temáticas, refletindo a estrutura utilizada no capítulo: princípios das TEV, aplicações por território anatômico, dados epidemiológicos e impacto das técnicas na prática moderna do trauma.

O conteúdo final sintetiza e integra as evidências presentes no capítulo original, oferecendo uma visão abrangente e atualizada do papel das estratégias endovasculares no manejo contemporâneo do trauma hemorrágico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Técnicas e Estratégias Endovasculares (TEV) tornaram-se, nas últimas décadas, um dos principais avanços no cuidado ao paciente traumatizado, especialmente em cenários de hemorragia não compressível. A expansão dessas técnicas deve-se ao desenvolvimento tecnológico, à evolução da radiologia intervencionista e à consolidação do conceito de Controle de Danos, que valoriza intervenções rápidas, seletivas e minimamente invasivas capazes de estabilizar o paciente sem piorar a agressão fisiológica. Nesse contexto, a angiografia diagnóstica e terapêutica ocupa posição central, permitindo a identificação direta de extravasamento arterial, pseudoaneurismas e interrupções vasculares, seguido de tratamento imediato no mesmo procedimento, reduzindo substancialmente a necessidade de laparotomias ou toracotomias extensas.

A embolização arterial transcateter configura-se como a principal técnica empregada no trauma. Em órgãos sólidos como fígado, baço e

rim, a embolização seletiva ou proximal apresenta elevadas taxas de sucesso e preservação parenquimatosa, substituindo procedimentos ablativos que, historicamente, acarretavam maior morbidade. No trauma hepático, os índices de controle do sangramento ultrapassam 90% em pacientes estáveis ou responsivos, evitando hepatectomias de controle de danos. No baço, a preservação orgânica alcança taxas superiores a 85% quando a embolização é realizada oportunamente, evitando complicações imunológicas decorrentes da esplenectomia. Em lesões renais, a embolização seletiva garante manutenção funcional significativa, sobretudo em casos de fístulas arteriovenosas e pseudoaneurismas traumáticos. Na pelve, onde a hemorragia arterial secundária a fraturas representa uma das causas mais graves de choque hemorrágico, a embolização de ramos da artéria ilíaca interna aparece como tratamento padrão em centros de trauma, reduzindo mortalidade e evitando ligaduras cirúrgicas complexas e frequentemente ineficazes no contexto de instabilidade hemodinâmica.

O reparo endovascular com *stent-graft* representa outra estratégia fundamental, sobretudo em lesões da aorta torácica, subclávia, axilar e vasos ilíacos. O TEVAR revolucionou o manejo da lesão traumática da aorta ao substituir toracotomias extensas por um procedimento femoral minimamente invasivo, reduzindo consideravelmente a mortalidade e a incidência de paraplegia. Essa técnica tornou-se a abordagem preferencial em lesões classificadas entre graus II e IV, sobretudo pela rapidez e menor agressão fisiológica. Em vasos periféricos de difícil acesso cirúrgico, como as artérias subclávia e axilar, o uso de *stents* recobertos evita incisões extensas e reduz complicações neurológicas e infecciosas relacionadas à exposição cirúrgica. De forma semelhante, nas artérias ilíacas, frequentemente acometidas em traumas

contusos de alta energia, o reparo endovascular permite controle hemostático eficaz, preservação do fluxo distal e menor necessidade de *bypasses* complexos.

Em paralelo, a Oclusão Aórtica por Balão, especialmente o REBOA, assumiu papel de destaque como ferramenta temporária para controle de hemorragia não compressível em pacientes com choque hemorrágico profundo. Ao permitir a redistribuição do fluxo sanguíneo para o coração e o sistema nervoso central, o REBOA oferece uma janela crítica para ressuscitação e preparo para tratamento definitivo, seja ele endovascular ou cirúrgico. Seu uso concentra-se principalmente nas hemorragias abdominais e pélvicas que não respondem à reposição volêmica inicial. Versões contemporâneas da técnica, como o REBOA parcial ou intermitente, foram desenvolvidas para reduzir a isquemia distal, permitindo maior segurança e tempo de intervenção.

A literatura recente demonstra de forma consistente os benefícios das técnicas endovasculares em diferentes cenários traumáticos. O registro multicêntrico PROOVIT, envolvendo milhares de pacientes, mostrou reduções significativas da mortalidade em lesões de grandes vasos torácicos e abdominais tratadas por via endovascular quando comparadas à cirurgia aberta, além de aumento progressivo da adoção de reparos endovasculares em lesões juncionais como subclávia, axilar e ilíacas. Nos órgãos sólidos, as taxas de sucesso da embolização variam entre 84% e 100% na pelve e alcançam mais de 90% no fígado, reforçando o papel fundamental dessas técnicas na preservação orgânica. Todavia, nas extremidades, onde a anatomia favorece o acesso cirúrgico e a biomecânica desfavorece o uso de *stents*, a abordagem endovascular permanece limitada, sendo aplicada em menos de 10% dos casos.

O sucesso das TEV depende diretamente da infraestrutura disponível no centro de trauma, destacando-se a importância da sala híbrida, que permite a realização simultânea de procedimentos cirúrgicos e endovasculares. Essa integração possibilita controle hemostático mais rápido, coordenação entre equipes de trauma, vascular e radiologia intervencionista, além de facilitar transições imediatas entre técnicas caso o paciente apresente instabilidade súbita. A Angio-TC, por sua vez, é ferramenta essencial na fase inicial, auxiliando na seleção de pacientes candidatos ao manejo endovascular por meio da identificação de blush arterial, pseudoaneurismas ou interrupções vasculares. A seleção adequada também exige avaliação precisa da estabilidade hemodinâmica: pacientes com instabilidade extrema podem exigir controle cirúrgico emergencial, enquanto aqueles com resposta transitória à ressuscitação tendem a se beneficiar mais das técnicas endovasculares.

Apesar dos avanços marcantes, os desafios persistem. O aumento do uso de TEV reduziu a exposição dos residentes aos reparos vasculares abertos, demandando ajustes curriculares na formação cirúrgica. Além disso, muitas evidências disponíveis são observacionais, especialmente no contexto de pacientes jovens submetidos a reparos aórticos, nos quais o impacto a longo prazo sobre a durabilidade dos *stents* e complicações tardias permanece como uma área de estudo necessária. A infraestrutura desigual entre centros de trauma, sobretudo em países de baixa e média renda, também limita a universalização das técnicas endovasculares, exigindo investimento contínuo em capacitação e aquisição tecnológica.

Mesmo diante dessas limitações, torna-se evidente que as técnicas endovasculares representam um dos maiores avanços na medicina do trauma das últimas décadas. Elas permitiram

uma mudança profunda no paradigma do tratamento da hemorragia traumática, introduzindo a possibilidade de reparar lesões vasculares complexas de “dentro para fora”, com menor agressão, maior precisão anatômica e impacto relevante na sobrevivência. As perspectivas futuras incluem a incorporação de tecnologias emergentes, como sistemas de navegação com realidade aumentada, cateteres robóticos de alta precisão, melhorias no design de *stents* e balões, além de modelos de hemostasia guiados por inteligência artificial. Com a expansão das salas híbridas e o fortalecimento de equipes multidisciplinares, imagina-se que o manejo endovascular se tornará ainda mais difundido e refinado, consolidando seu papel como eixo estruturante do atendimento ao paciente traumatizado grave.

CONCLUSÃO

Os avanços tecnológicos recentes têm consolidado as estratégias endovasculares como um dos pilares mais promissores no manejo contemporâneo do trauma hemorrágico. A incorporação de dispositivos como plugs vasculares, *stents* recobertos e balões de oclusão expandiu significativamente as indicações terapêuticas, aumentando a capacidade de controlar hemorragias complexas com menor agressão fisiológica. A implementação das salas de operação híbridas, que permitem a integração simultânea de técnicas endovasculares e procedimentos abertos, tornou o diagnóstico e o tratamento mais rápidos, coordenados e alinhados aos princípios modernos de Controle de Danos. Esses avanços contribuem para maior preservação orgânica, redução de complicações e diminuição consistente da mortalidade, como demonstrado em grandes registros multicêntricos, incluindo o estudo PROOVIT.

Perspectivas futuras reforçam a tendência de crescimento contínuo das técnicas endovasculares no trauma, embora persistam lacunas tecnológicas que exigem investigação adicional. Entre essas necessidades, destacam-se a miniaturização de dispositivos, o aprimoramento dos fluxos operacionais, a qualificação de equipes multiprofissionais e a ampliação do acesso a centros habilitados. Tecnologias emergentes — como navegação endovascular assistida por realidade aumentada, cateteres robóticos de alta precisão e sistemas inteligentes de hemostasia — prometem elevar ainda mais a segurança, rapidez e acurácia das intervenções, mesmo em cenários anatomicamente distorcidos pelo trauma.

O uso crescente da embolização seletiva, dos *stent-grafts* periféricos e do TEVAR/EVAR consolidou o conceito de reparar a lesão “de dentro para fora”, preservando o leito vascular sem a necessidade de grandes incisões. Técnicas como o REBOA, sobretudo em suas versões de controle parcial, conferem tempo crítico para estabilização hemodinâmica em he-

morragias não compressíveis. Esse conjunto de intervenções reduz a necessidade de toracotomias e laparotomias de controle de danos, diminuindo perda sanguínea, tempo operatório e morbidade perioperatória. Evidências recentes também demonstram redução de amputações, menor mortalidade em lesões juncionais e excelentes resultados em hemorragias de órgãos sólidos e pélvicas.

Apesar dos avanços, ainda se observam limitações, especialmente a escassez de estudos prospectivos de longo prazo, principalmente em adultos jovens submetidos a reparos aórticos. Mesmo assim, o corpo crescente de evidências consolida as estratégias endovasculares como pilares essenciais no tratamento do politrauma, com impacto decisivo na redução da morbimortalidade. Assim, a consolidação técnica, a integração multidisciplinar e a expansão da infraestrutura especializada representam o caminho para fortalecer o papel definitivo da endovascular no manejo moderno do trauma vascular.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMESTOY, S. C. *et al.* Paralelo entre Educação Permanente em Saúde e Administração Complexa. *Revista Gaúcha de Enfermagem*, v. 31, p. 383, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1983-14472010000200025>.

BAKER, A. M.; LOOMIS, S. J.; FOX, C. J. Endovascular Interventions in Trauma. *Journal of Vascular Surgery*, v. 71, n. 1, p. 325–333, 2020. Disponível em: <https://atm.amegroups.org/article/view/51424/html>. Acesso em novembro 2025

BRENDEL, R. *et al.* Contemporary Management of Blunt Traumatic Aortic Injury: A Systematic Review. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, v. 88, p. 125–133, 2020. DOI:10.1097/TA.0000000000000521.

BURKE, P. A. *et al.* Endovascular management of peripheral vascular trauma. *Seminars in Interventional Radiology*, v. 37, p. 370–380, 2020. DOI:10.1055/s-0030-1247887.

CASTILLO, R. *et al.* Endovascular stent-graft repair of axillosubclavian arterial injuries. *Annals of Vascular Surgery*, v. 58, p. 295–302, 2019. DOI: 10.1016/j.jvscit.2021.11.006.

EAST Practice Management Guidelines Committee. Management of blunt thoracic aortic injury. *Journal of Trauma*, v. 88, p. 613–626, 2020. DOI: 10.1016/j.ejvs.2005.06.031.

GONZALEZ, E. *et al.* Updated American Association for the Surgery of Trauma (AAST) Guidelines for Splenic Trauma. *Journal of Trauma*, v. 86, p. 550–556, 2019.

HIRSHBERG, A.; MATTOX, K. L. Damage Control in Trauma Surgery. *British Journal of Surgery*, v. 104, p. e122–e128, 2017. DOI:10.1002/bjs.1800801203.

MOORE, E. E.; KNUDSON, M. M.; BURLESON, S. A. Best Practices in Trauma Hemorrhage Control: A Western Trauma Association Critical Decisions Algorithm. *Journal of Trauma*, v. 89, p. 1203–1214, 2020. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2016.04.037.

SIR – Society of Interventional Radiology. Guidelines for Endovascular Management of Trauma. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*, v. 31, p. 1231–1245, 2020. DOI: 10.1016/j.jvir.2019.11.012.

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Capítulo 33

MANEJO DE PACIENTES POLITRAUMATIZADOS E INFARTADOS

MARIANE PASQUALI¹
JULIA GUMS¹
NICOLY MARAGNO¹
VITÓRIA MAIA¹
JOÃO MIGUEL GROSSI¹
CAROLINE ROSALES¹
FERNANDA CIPRIANI¹
ALANA MARKIEWICZ¹
AMANDA DALBERTO¹

¹Discente - Medicina na Universidade de Caxias do Sul – UCS.

Palavras-chave: Infarto; Politrauma; Emergência.

DOI

10.59290/0515120211

EP EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

O manejo de pacientes politraumatizados e infartados representa um dos maiores desafios da medicina de emergência, dada a elevada gravidade, imprevisibilidade e necessidade de intervenções imediatas e coordenadas. O politraumatismo, caracterizado pela presença simultânea de múltiplas lesões potencialmente fatais, constitui uma das principais causas de morte evitável no atendimento pré-hospitalar e hospitalar. A complexa interação entre as lesões anatômicas e as alterações fisiológicas resultantes — como instabilidade hemodinâmica, hipóxia, coagulopatia e resposta inflamatória exacerbada — exige que a equipe assistencial reconheça rapidamente os sinais de deterioração e estabeleça prioridades conforme protocolos atualizados, como o XABCDE e as estratégias de ressuscitação de controle de danos.

Paralelamente, o infarto agudo do miocárdio (IAM) permanece como a principal causa de mortalidade cardiovascular no Brasil e no mundo, sendo frequentemente a primeira manifestação clínica da doença arterial coronariana. A ruptura ou erosão de uma placa aterosclerótica instável, seguida de formação de trombo, leva à redução abrupta do fluxo coronariano e à consequente isquemia miocárdica, cujo prognóstico está diretamente relacionado ao tempo até a reperfusão. Nesse contexto, as diretrizes internacionais — incluindo a de 2025 para síndromes coronarianas agudas — reforçam a necessidade de identificação imediata do IAM, realização precoce de eletrocardiograma, estratificação de risco e definição ágil da estratégia de reperfusão.

Embora sejam entidades clínicas distintas, politrauma e IAM compartilham um elemento crucial: a urgência. Ambos demandam ações estruturadas nas primeiras horas, que podem determinar a sobrevivência e a qualidade de vida do

paciente. Assim, compreender suas particularidades, reconhecer sinais de gravidade, aplicar corretamente os fluxogramas de atendimento e estar atualizado com as recomendações científicas é fundamental para a prática segura. Este capítulo propõe uma análise integrada e didática dessas condições, destacando atualizações das diretrizes, pontos de decisão críticos e estratégias baseadas nas melhores evidências disponíveis.

MÉTODO

A elaboração deste capítulo foi realizada por meio de uma revisão narrativa de literatura, estruturada com foco na integração das recomendações atuais para o manejo de pacientes politraumatizados e infartados. A busca por evidências utilizou como principais fontes as bases PubMed, SciELO e *Google Scholar*, priorizando artigos publicados nos últimos dez anos, diretrizes internacionais e consensos de sociedades médicas relevantes, como o *American College of Cardiology*, *American Heart Association*, *Society for Cardiovascular Angiography and Interventions* e o *American College of Surgeons*.

Foram consultadas, especialmente, a diretriz 2025 ACC/AHA/ACEP/NAEMSP/SCAI para Síndromes Coronarianas Agudas, bem como a 11ª edição do ATLS e documentos complementares de manejo no trauma. A seleção de materiais considerou critérios de atualidade, robustez metodológica, aplicabilidade clínica e relevância para o atendimento inicial e avançado.

Os conteúdos encontrados foram analisados de forma crítica e comparativa, organizados em eixos temáticos: fisiopatologia, avaliação inicial, protocolos de atendimento, terapias específicas, estratégias de reperfusão, controle de danos, monitorização e cuidados contínuos.

Além disso, buscou-se incorporar recomendações práticas adotadas em sistemas de saúde de diferentes níveis de complexidade, alinhando o capítulo à realidade brasileira.

Após essa análise, o texto foi estruturado para oferecer uma visão abrangente e acessível do manejo do politrauma e do IAM integrando conceitos teóricos, diretrizes atualizadas e implicações práticas. O objetivo foi construir uma narrativa consistente, que auxilie estudantes e profissionais a compreenderem não apenas “o que fazer”, mas também “por que fazer”, fortalecendo o raciocínio clínico diante de situações críticas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Manejo dos Pacientes Infartados

O infarto agudo do miocárdio (IAM) é a maior causa de mortes no país, conforme dados do Ministério da Saúde. A partir disso, compreende-se que é imprescindível reconhecer a clínica dessa condição médica e defini-la corretamente, para assim manejá-la da forma mais adequada e no menor tempo possível, utilizando as opções terapêuticas disponíveis com base nas evidências já demonstradas na literatura. O IAM pode ser classificado em IAM com ou sem supradesnivelamento do segmento ST. A classificação inicial deve ser baseada na interpretação do ECG após o correto diagnóstico do infarto, o qual deve contemplar a história clínica e os sintomas apresentados no momento da admissão do paciente.

Os pacientes que serão diagnosticados com IAM geralmente apresentam a queixa clássica de dor torácica, comumente referida como “dor no peito”. Essa queixa descreve diversas sensações desagradáveis que podem ser sentidas na região torácica e alerta o profissional de saúde para a possibilidade de um problema de origem cardíaca como fator desencadeante. No atendimento inicial, a dor deve ser explorada de forma

completa, questionando tipo, localização — que pode incluir peito, ombro, costas, abdome superior ou mandíbula — início, duração e fatores de alívio ou agravamento.

A dor é considerada aguda quando inicia em curto período ou quando há mudança no padrão habitual, seja em intensidade, duração ou características, quando comparada a episódios anteriores. Já a dor crônica, relacionada ao tempo, é considerada angina estável e costuma estar associada a fatores desencadeantes como esforço físico ou estresse emocional. Embora a apresentação possa incluir outros sintomas não clássicos, como falta de ar, náusea ou dormência, o desconforto torácico permanece como o sintoma predominante nos atendimentos de IAM. Dessa forma, a clínica permite inferir o diagnóstico dessa condição de extrema relevância e alta mortalidade.

Avaliação Inicial- Estratificação de Risco, Laboratoriais

A avaliação inicial dos pacientes que apresentam sinais ou sintomas sugestivos de infarto agudo do miocárdio deve começar pela história clínica e pelo exame físico, incluindo obtenção e monitorização dos sinais vitais. A equipe médica deve solicitar imediatamente o eletrocardiograma de 12 derivações e a dosagem de troponina cardíaca, pois esses exames constituem passos fundamentais que orientarão toda a conduta terapêutica. Há evidências consistentes na literatura mostrando que a realização precoce do ECG de 12 derivações, bem como sua interpretação por profissionais capacitados, está associada a melhores desfechos, com redução do tempo para reperfusão e diminuição da mortalidade.

A troponina cardíaca (cTn) é o biomarcador de escolha para detectar lesão miocárdica, e os ensaios de alta sensibilidade (hs-cTn) são preferidos por apresentarem maior sensibilidade e maior valor preditivo negativo. Tanto cTn I

quanto cTn T são úteis no diagnóstico, e, em casos de STEMI, a reperfusão não deve ser atrasada pela espera do resultado laboratorial. Uma concentração de cTn acima do percentil 99 do limite superior de referência (específico de cada ensaio) indica lesão miocárdica, especialmente quando acompanhada de comportamento ascendente ou descendente dos níveis séricos. Os ensaios hs-cTn permitem identificar concentrações menores e mais precoces de troponina, reduzindo o intervalo entre início dos sintomas e diagnóstico. Por isso, são utilizados em protocolos de decisão clínica com dosagens seriadas na chegada (0 hora) e após 1–2 horas, oferecendo valor preditivo negativo superior a 99,5% para descartar IAM, especialmente quando se avalia a variação (delta). Homens e mulheres podem ter valores de corte distintos, e mudanças dentro da faixa ainda abaixo do percentil 99 podem sugerir isquemia, exigindo investigação adicional. Quando se utiliza troponina convencional, o intervalo de amostragem deve ser de 3–6 horas após a chegada, uma vez que os valores podem permanecer normais no início do quadro. Nos protocolos baseados em valor único de hs-cTn, a coleta deve ocorrer pelo menos 3 horas após o início dos sintomas para garantir acurácia na exclusão de IAM.

A intervenção coronariana percutânea primária (ICPP) é o método preferencial de reperfusão para pacientes com infarto agudo do miocárdio com supradesnívelamento do ST. A reperfusão rápida é essencial, pois está associada à maior preservação de músculo cardíaco e melhor sobrevida. Evidências mostram que, entre pacientes encaminhados para ICPP, cada 30 minutos de atraso no início do procedimento aumenta em 7,5% o risco relativo de mortalidade em 1 ano. Assim, estratégias organizacionais devem ser implementadas para reduzir o tempo entre o primeiro contato médico (FMC) e a intervenção.

Pacientes com supradesnívelamento de ST devem ser transportados preferencialmente para um hospital capaz de realizar angioplastia primária, com meta de tempo FMC–dispositivo ≤ 90 minutos. Quando essa meta não é possível, considera-se o transporte direto para um centro de angioplastia desde que o tempo FMC–dispositivo não ultrapasse 120 minutos. Após o diagnóstico, a reperfusão deve ser imediata, e exames adicionais não devem atrasar o envio para cateterismo ou o início da fibrinólise, exceto quando alterariam a conduta de forma imediata.

Diversos escores de risco foram desenvolvidos e validados para estimar o risco de curto e longo prazo em pacientes com síndrome coronariana aguda (SCA), utilizando variáveis clínicas e laboratoriais amplamente disponíveis. Entre esses instrumentos, os escores GRACE (*Global Registry of Acute Coronary Events*) e TIMI (*Thrombolysis in Myocardial Infarction*), aplicáveis tanto ao IAM com supradesnívelamento de ST quanto ao IAM sem supra, são os mais bem validados e amplamente utilizados na prática, auxiliando na estratificação de risco e na definição de estratégias terapêuticas.

Terapia Médica para o Infarto

O uso de oxigênio suplementar é indicado para pacientes com hipóxia, definida por saturações periféricas de oxigênio < 90 . No contexto do infarto agudo do miocárdio (IAM), diversos ensaios clínicos randomizados mostram ausência de benefício cardiovascular com o uso rotineiro de oxigênio suplementar em pacientes com saturação $\geq 90\%$. Os estudos excluíram pacientes com necessidade domiciliar de oxigênio, broncoespasmo ativo que exigisse suplementação e aqueles que se apresentavam em parada cardíaca. Esses achados reforçam que a suplementação de oxigênio deve ser reservada para pacientes verdadeiramente hipóxicos, evitando-se o uso liberal em indivíduos com IAM

ou outras condições agudas que mantenham saturações adequadas, dado o potencial de danos associados à hiperóxia.

Pacientes com síndrome coronariana aguda (SCA), confirmada ou apenas suspeita, geralmente apresentam dor torácica ou outros sintomas que causam desconforto significativo. Controlar essa dor de forma rápida continua sendo essencial, não apenas para melhorar o bem-estar do paciente, mas também para evitar maior ativação simpática e possíveis complicações. Embora diferentes estratégias analgésicas ajudem no alívio dos sintomas, até o momento não há evidências de que elas melhorem os desfechos clínicos. Nitratos e opiáceos seguem como opções viáveis para o manejo da dor na SCA, desde que utilizados com cautela. Se o paciente mantém sintomas isquêmicos apesar do uso de nitratos, deve-se priorizar a revascularização o quanto antes. Por fim, os anti-inflamatórios não esteroides (exceto aspirina) devem ser evitados no manejo de dor de provável origem isquêmica. Seu uso está associado a maior risco de eventos cardiovasculares maiores, tanto em indivíduos com quanto sem doença cardíaca prévia, sem qualquer benefício comprovado que justifique sua utilização na SCA.

A aspirina continua sendo um componente fundamental da terapia antiplaquetária na SCA, com eficácia comprovada na redução de morte vascular após infarto e na prevenção de novos eventos cardiovasculares. Embora seu uso prolongado fosse a prática tradicional, hoje é possível suspender a aspirina após 1 a 3 meses em pacientes selecionados, mantendo apenas o inibidor de P2Y₁₂ para reduzir o risco de sangramento. Em pacientes que precisam de anticoagulação plena após a ICP, a interrupção pode ser ainda mais precoce, entre 1 e 4 semanas. Quando há histórico de hipersensibilidade, a dessensibilização é preferida para viabilizar a dupla terapia antiplaquetária. De todo modo, todos os pacientes com SCA devem receber um

inibidor de P2Y₁₂, com dose de ataque administrada o mais cedo possível caso a aspirina não possa ser usada na apresentação.

Os inibidores orais do receptor P2Y₁₂ bloqueiam a ativação plaquetária mediada pelo ADP. Em pacientes com SCA, a combinação de aspirina com um inibidor de P2Y₁₂ reduz a agregação plaquetária e diminui a ocorrência de novos eventos cardiovasculares maiores, embora aumente o risco de sangramento. Por isso, todos os pacientes devem receber uma dose de ataque seguida de manutenção diária com um desses fármacos. A escolha do inibidor de P2Y₁₂ leva em conta a estratégia de tratamento planejada e o risco de sangramento. Os agentes disponíveis são clopidogrel, prasugrel e ticagrelor. O clopidogrel é o menos potente e apresenta início de ação mais lento, pois depende de ativação hepática. Também há grande variabilidade individual na resposta ao clopidogrel, e pacientes com resposta reduzida podem ter maior risco de eventos trombóticos e trombose de stent após ICP. Prasugrel e ticagrelor oferecem inibição plaquetária mais rápida e mais potente, mas com maior risco de sangramento quando comparados ao clopidogrel. O ticagrelor ainda pode causar dispneia transitória em cerca de 10% a 15% dos pacientes após a SCA.

Os inibidores do receptor de glicoproteína IIb/IIIa são medicamentos intravenosos que bloqueiam a agregação plaquetária ao impedir a ligação do fibrinogênio ao receptor IIb/IIIa. A maior parte das evidências sobre esses agentes vem de um período anterior às terapias antiplaquetárias modernas e à ICP precoce, o que limita os dados em cenários atuais. Hoje, seu uso é bem mais restrito, sendo indicado principalmente como adjuvante na ICP em pacientes com grande carga trombótica ou como terapia de resgate diante de complicações, como no-re-flow ou trombo persistente.

A anticoagulação parenteral deve ser iniciada em todos os pacientes com SCA assim que

o diagnóstico é feito, pois ajuda a controlar a aterosclerose e reduz o risco de novos eventos. Mesmo que o diagnóstico depois mude, ela é necessária inicialmente para tratar o trombo decorrente de ruptura ou erosão de placa. O anticoagulante deve ser administrado antes da angiografia e mantido durante a reperfusão já que o procedimento aumenta a geração de trombina. A escolha do agente depende do acesso vascular, da função renal e das outras medicações em uso.

As recomendações atuais focam principalmente em pacientes com SCA recente (até 12 meses). Esses indivíduos apresentam risco muito maior de novos eventos, com taxas de morte cardiovascular, infarto e AVC isquêmico entre 10% e 15% no primeiro ano após a hospitalização — significativamente acima das taxas observadas em pacientes com doença coronariana estável. Por isso, metas de LDL-C mais agressivas são recomendadas após uma SCA.

Ensaios clínicos mostram que quanto maior a redução do LDL-C, maior a diminuição dos eventos de doença cardiovascular aterosclerótica. Em pacientes com SCA, estatinas de alta intensidade oferecem benefícios adicionais em comparação às de intensidade moderada. Para quem não atinge a meta de LDL-C mesmo com a estatina máxima tolerada — ou é intolerante a ela — terapias não-estatina como ezetimibe, inibidores de PCSK9 (anticorpos monoclonais), ácido bempedóico e, mais recentemente, inclisiran, podem reduzir ainda mais o LDL-C e melhorar desfechos cardiovasculares. Inclisiran reduz LDL-C por meio da inibição do mRNA do PCSK9, embora estudos de desfecho ainda estejam em andamento.

Os betabloqueadores reduzem a demanda de oxigênio do miocárdio ao diminuir a frequência cardíaca, a pressão arterial e a contratilidade. Seu benefício é bem estabelecido em pacientes com fração de ejeção reduzida (<40%)

e insuficiência cardíaca estabilizada, incluindo aqueles pós-infarto. Recomenda-se iniciar o betabloqueador nas primeiras 24 horas em pacientes infartados, desde que não haja contraindicações, como insuficiência cardíaca aguda (Killip II–IV), sinais de baixo débito, risco de choque, bradicardia importante, bloqueio AV avançado sem marcapasso ou broncoespasmo ativo. Se houver contraindicação inicial, o paciente deve ser reavaliado após 24 horas e a terapia pode ser iniciada se a condição tiver sido resolvida.

Os inibidores da ECA têm função bem estabelecida no pós-infarto, reduzindo mortalidade e eventos cardiovasculares maiores tanto no IAM com supra ST quanto no sem supra de ST, especialmente em pacientes de maior risco, como aqueles com fração de ejeção $\leq 40\%$, hipertensão, diabetes ou infarto anterior. Mesmo quando essas características não estão presentes, o uso precoce de um IECA ainda oferece benefício de sobrevida. Os BRA apresentam eficácia semelhante aos IECAs em pacientes com infarto associado à insuficiência cardíaca ou disfunção sistólica, sendo uma alternativa válida quando há intolerância ao IECA.

Quanto ao sacubitril-valsartana, embora seja superior ao IECA no tratamento da insuficiência cardíaca com fração de ejeção reduzida, esses resultados não se repetiram de forma significativa quando o medicamento foi iniciado logo após o infarto. Dessa forma, quando houver intenção de utilizá-lo mais tarde para manejo da insuficiência cardíaca, seu início no período pós-infarto pode ser considerado seguro, mas não substitui a recomendação consolidada de iniciar IECA ou BRA nos pacientes elegíveis após o IAM.

Estratégias de Reperfusão no IAM-CSST

A diretriz ACC/AHA/ACEP/NAEMSP/-SCAI de 2025 aborda de forma abrangente as estratégias de reperfusão no IAM-CSST, desta-

cando que a restauração rápida e eficaz do fluxo coronariano é essencial para reduzir morbidade e mortalidade. A escolha da estratégia depende da estrutura disponível, do tempo desde o início dos sintomas, das condições clínicas e da capacidade operacional dos serviços. A intervenção coronária percutânea (ICP) é preferida quando pode ser realizada dentro das metas temporais recomendadas; caso isso não seja possível, a fibrinólise torna-se uma alternativa adequada. Em todas as situações, o tempo total de isquemia permanece o principal determinante dos desfechos.

A diretriz também reforça o papel fundamental dos sistemas regionais integrados de atendimento. Esses sistemas articulam o serviço pré-hospitalar, unidades de pronto atendimento e hospitais com diferentes níveis de complexidade, garantindo encaminhamento rápido, triagem precoce pelo eletrocardiograma e comunicação contínua entre equipes. O transporte eficiente e a coordenação entre os níveis assistenciais visam reduzir tempos porta-balão e porta-agulha, otimizando a reperfusão e melhorando os resultados clínicos.

Nos centros habilitados para ICP, a angioplastia primária (PPCI) é a estratégia de escolha, desde que realizada dentro das metas recomendadas — até 90 minutos após a chegada do paciente ou até 120 minutos quando há necessidade de transferência. Para isso, é necessária ativação precoce da equipe de hemodinâmica, disponibilidade de profissionais 24 horas por dia e fluxos que minimizem atrasos diagnósticos ou operacionais. Quando realizada dentro do tempo adequado, a PPCI reduz mortalidade, reinfarto e acidente vascular cerebral hemorrágico. A diretriz também enfatiza a importância da avaliação rápida da anatomia coronária e da escolha apropriada do acesso vascular. Quando a ICP não é possível ou falha, indica-se cirurgia

de revascularização miocárdica (CRM) de urgência, especialmente em casos de anatomia desfavorável, complicações do procedimento ou lesões críticas como as do tronco da coronária esquerda. A decisão deve ser imediata e multidisciplinar, com o menor intervalo possível até a cirurgia.

Nos hospitais sem capacidade para ICP, a estratégia de reperfusão depende do tempo estimado até a realização da PPCI em centro especializado. Se as metas temporais não puderem ser cumpridas, a fibrinólise deve ser administrada o mais precocemente possível, seguindo protocolos institucionais e integrada a sistemas regionais de cuidado. O tempo porta-agulha deve ser reduzido ao máximo, e a escolha do fibrinolítico — como o tenecteplase — considera eficácia, segurança e facilidade de uso. O tratamento deve ser acompanhado de terapia antiplaquetária e anticoagulante, respeitando contraindicações. Após a fibrinólise, a conduta depende da resposta clínica: na ausência de reperfusão adequada, recomenda-se angiografia imediata com ICP de resgate; quando há resposta satisfatória, adota-se a estratégia farmacoinvasiva, com angiografia em até 24 horas e realização de ICP conforme a anatomia. Essa abordagem combina a rapidez da reperfusão farmacológica com os benefícios da intervenção percutânea planejada, reduz reinfarto e melhora os desfechos, exigindo protocolos de transferência bem estruturados e comunicação contínua entre os serviços envolvidos.

Abordagem Invasiva de Rotina ou Seletiva no IAM-SSST

A diretriz orienta que a escolha entre abordagem invasiva de rotina ou seletiva no IAM-SSST deve se basear na estratificação de risco e na avaliação clínica inicial. Todos os pacientes com IAM-SSST ou angina instável devem passar por avaliação integrada — clínica, laboratorial e eletrocardiográfica — para identificar

aqueles que se beneficiam de intervenção precoce. A estratégia invasiva de rotina é indicada para pacientes de alto risco, caracterizados por elevação significativa de troponina, instabilidade hemodinâmica, alterações dinâmicas do ST ou sintomas isquêmicos recorrentes, sendo a angiografia coronária idealmente realizada nas primeiras 24 horas. Já em pacientes de risco intermediário ou baixo, sem instabilidade clínica ou biomarcadores persistentemente elevados, a diretriz recomenda abordagem invasiva seletiva, na qual a angiografia é realizada conforme a evolução clínica, permitindo manejo inicial conservador e reserva da intervenção para casos de recorrência de sintomas ou piora objetiva. A definição do momento ideal depende de avaliação global de risco, apoiada por escores validados que conferem maior sistematicidade ao processo. A diretriz também observa que a escolha entre as duas estratégias impacta decisões terapêuticas subsequentes, como uso de terapias adjuvantes, planejamento da internação e indicação de revascularização. Por fim, destaca-se que as condutas devem considerar as características institucionais e a disponibilidade local de recursos, adaptando-se a protocolos próprios e garantindo individualização conforme a realidade assistencial.

Manejo a Longo Prazo e Prevenção Secundária

O manejo após a fase aguda da síndrome coronariana aguda (SCA) é fundamental para reduzir o risco persistente de eventos cardiovasculares adversos. A diretriz de 2025 reforça a importância da reabilitação cardíaca, do acompanhamento ambulatorial estruturado e da otimização contínua das terapias baseadas em evidências, incluindo antiplaquetários, estatinas, agentes cardioprotetores e imunização adequada. A monitorização sistemática dos fatores de risco, da adesão terapêutica e da evolução clínica constitui o núcleo da prevenção secundária.

A diretriz mantém a terapia antiplaquetária dupla, com aspirina associada a um inibidor de P2Y12, como padrão nos primeiros 12 meses após a SCA. Para pacientes com baixo risco de sangramento, recomenda-se manter essa terapia por pelo menos um ano. Em indivíduos com maior risco hemorrágico, a conduta deve ser individualizada, equilibrando risco isquêmico e risco de sangramento. Inibidores potentes de P2Y12, como ticagrelor ou prasugrel, seguem como preferenciais quando o perfil clínico permitir.

Quando há indicação de anticoagulação oral, como em casos de fibrilação atrial ou histórico de tromboembolismo, é necessário ponderar cuidadosamente riscos trombóticos e hemorrágicos. A diretriz sugere terapia tripla — aspirina, P2Y12 e anticoagulante — por um período curto após a alta, seguida de desescalonamento para anticoagulante associado a monoterapia com P2Y12, geralmente após o primeiro mês. Essa abordagem reduz eventos hemorrágicos sem comprometer a proteção antitrombótica.

A reavaliação lipídica deve ser realizada de 4 a 8 semanas após a alta ou após ajustes da terapia hipolipemiante. Todos os pacientes com SCA devem receber estatina de alta intensidade, independentemente dos níveis basais de LDL-colesterol, devido ao impacto robusto na redução do risco cardiovascular. A diretriz reforça que não há limite inferior bem definido de segurança para LDL no pós-SCA, sustentando metas agressivas de redução lipídica conforme a tolerância.

Os inibidores de SGLT-2 e os agonistas do receptor de GLP-1 demonstram benefícios cardiovasculares relevantes em diabetes tipo 2, doença aterosclerótica estável e insuficiência cardíaca, independentemente da glicemia. Os agonistas de GLP-1 contribuem para perda ponderal e, no caso da semaglutida, reduzem eventos cardiovasculares maiores em pacientes com

obesidade e DAC estável, embora sem evidências específicas na fase inicial pós-SCA. Já os inibidores de SGLT-2 apresentam potenciais riscos, como infecções geniturinárias, hipovolemia, lesão renal aguda e cetoacidose, devendo ser suspensos antes de procedimentos cirúrgicos. Ensaios em pacientes pós-infarto sem diabetes ou insuficiência cardíaca não demonstraram redução significativa de morte cardiovascular ou hospitalização por insuficiência cardíaca, apesar de a empagliflozina ter reduzido hospitalizações. Ainda assim, sua introdução na alta é considerada segura quando existir indicação prévia.

O uso crônico de colchicina em baixa dose pode ser considerado no período pós-SCA, uma vez que estudos mostram redução de eventos cardiovasculares maiores por seu efeito anti-inflamatório, com diminuição de atividade neutrofílica, proteína C-reativa ultrasensível e volume de placa aterosclerótica de baixa atenuação. Ensaios como COLCOT, COPS e LoDoCo2 demonstraram benefícios, embora o estudo COPS tenha observado aumento de mortes não cardiovasculares. Meta-análises sugerem possível tendência nesse sentido, ainda sem explicação fisiopatológica clara. A colchicina deve ser evitada em discrasias sanguíneas, insuficiência renal grave, doença hepática avançada e em uso de inibidores potentes de P-gp ou CYP3A4.

Por fim, a vacinação anual contra influenza é recomendada para todos os pacientes com SCA, devido à redução de mortalidade e eventos cardiovasculares maiores. A infecção por influenza aumenta o risco cardiovascular por possível desestabilização de placas ateroscleróticas. Outras infecções, como COVID-19 e pneumonia pneumocócica, também elevam esse risco, embora faltem ensaios que sustentem a administração rotineira de outras vacinas durante a hospitalização por SCA. Assim, os es-

quemias vacinais usuais do CDC devem ser seguidos, respeitando contraindicações individuais

Manejo do Politraumatizado

O politrauma constitui uma das condições mais desafiadoras da medicina de emergência e do cuidado intensivo, é caracterizando-se por múltiplas lesões traumáticas simultâneas, acometendo duas ou mais regiões anatômicas, com potencial para comprometer a vida ou resultar em grave disfunção fisiológica. Trata-se de um quadro em que o dano anatômico e a resposta orgânica subsequente interagem de maneira complexa, podendo causar instabilidade hemodinâmica, insuficiência respiratória, rebaixamento neurológico e rápida deterioração sistêmica. Reconhecer que o politrauma é uma condição dinâmica é essencial para diferenciar pacientes com múltiplas lesões estáveis daqueles com risco imediato de colapso fisiológico.

Tradicionalmente, ferramentas como o *Injury Severity Score* (ISS) foram aplicadas para quantificar a gravidade anatômica do trauma. Contudo, estudos recentes demonstram que o ISS isolado não é suficiente para representar a gravidade real do politrauma grave, pois não reflete parâmetros hemodinâmicos, metabólicos ou neurológicos, determinantes críticos relacionados ao prognóstico. Por isso, é fundamental que a abordagem atual integre a gravidade anatômica e a repercussão fisiológica, permitindo uma classificação mais precisa e condutas alinhadas ao estado clínico imediato. Assim, a definição moderna de politrauma engloba três pilares centrais: Lesões múltiplas e potencialmente graves; Alterações fisiológicas significativas (instabilidade hemodinâmica, ventilatória ou neurológica); Necessidade de intervenções rápidas e estruturadas para evitar a deterioração.

Mecanismos de trauma e relevância clínica

Os mecanismos de trauma exercem papel determinante no padrão das lesões e orientam a suspeita diagnóstica durante o atendimento inicial. No trauma contuso, típico de colisões veiculares e quedas de altura, a energia transferida ao corpo gera lesões internas extensas, muitas vezes ocultas, como contusões pulmonares, lacerações hepáticas e esplênicas, além de fraturas de alta energia. O trauma penetrante, decorrente de ferimentos por arma branca ou arma de fogo, produz trajetórias definidas que podem atravessar cavidades e órgãos vitais, resultando em hemorragias de rápida instalação e lesões focais de grande gravidade. O trauma combinado ocorre quando mecanismos contusos e penetrantes atuam simultaneamente, aumentando a complexidade do quadro. O trauma causado por explosão envolve ondas de pressão, calor e fragmentos propelidos, podendo provocar lesões auditivas, pulmonares, abdominais, queimaduras e traumatismos múltiplos. Compreender esses mecanismos é essencial para a tomada de decisão, para a antecipar lesões prováveis, definir prioridades no atendimento e orientar a escolha dos exames e intervenções mais adequadas.

A classificação das lesões pode ser organizada segundo:

- Região anatômica: crânio, tórax, abdome, pelve, coluna, extremidades;
- Mecanismo de impacto: contuso, penetrante ou misto;
- Gravidade local: utilizando escalas como *Abbreviated Injury Scale* (AIS) e o *Injury Severity Score* (ISS)
- Repercussão sistêmica: estabilidade hemodinâmica, perfusão tecidual, estado neurológico.

A combinação dessas características orienta o planejamento terapêutico, define prioridades e auxilia na estimativa de risco, sendo essencial para integração com protocolos de controle de danos e estratégias cirúrgicas.

Abordagem Inicial do Paciente Politraumatizado

O atendimento inicial ao paciente politraumatizado baseia-se na premissa de que lesões que ameaçam a vida devem ser identificadas e tratadas imediatamente, mesmo antes da conclusão diagnóstica. Protocolos internacionais, como o *Advanced Trauma Life Support* (ATLS) e o *Prehospital Trauma Life Support* (PHTLS), sistematizam essa abordagem de forma clara e replicável, permitindo que diferentes equipes ofereçam atendimento seguro, rápido e eficiente. A abordagem inicial do paciente politraumatizado segue o protocolo XABCDE, responsável pela sistematização do atendimento, que prioriza ameaças imediatas e reduz o risco de deterioração enquanto outras etapas são iniciadas.

- X: *eXsanguination* (controle de hemorragias externas): Hemorragias externas graves representam uma das principais causas de morte evitável no trauma. O controle imediato inclui torniquetes para membros, curativos compressivos, bandagens hemostáticas e pressão direta sobre ferimentos ativos. Essa intervenção precoce reduz rapidamente a perda sanguínea e aumenta a sobrevivência.
- A: *Airway* (vias aéreas) com proteção da coluna cervical: Garantir a perviabilidade da via aérea é prioridade absoluta. Avalia-se a capacidade de falar e respirar, realiza-se aspiração de secreções, manobras de abertura de via aérea e intubação se necessário. Durante toda a intervenção, deve-se proteger a coluna cervical, especialmente em trauma de alta energia ou suspeita de lesão medular.
- B: *Breathing* (respiração e ventilação): A avaliação inclui inspeção, palpação, percussão e ausculta para identificar pneumotórax hipertensivo, pneumotórax aberto, hemotórax maciço ou tórax instável. Intervenções imediatas podem incluir toracostomia ou drenagem torácica. Garantir ventilação adequada e oxigenação é

crucial para prevenir hipóxia e falência orgânica.

- **C: Circulation** (circulação e controle do choque): Avalia-se pulso, pressão arterial, perfusão periférica e sinais de hemorragia interna. O acesso venoso calibroso ou intraósseo deve ser instituído rapidamente, e a reposição volêmica deve ser iniciada conforme protocolos de ressuscitação com cristaloides, hemoderivados e transfusão maciça se indicado.
- **D: Disability** (avaliação neurológica rápida): Consiste em avaliação do nível de consciência (Escala de Coma de Glasgow), pupilas, reflexos neurológicos e glicemia capilar. Alterações nesse exame podem indicar lesão cerebral, hipoglicemia ou hipovolemia, influenciando decisões de urgência.
- **E: Exposure** (exposição total) e controle térmico: O paciente deve ser totalmente exposto para inspeção de ferimentos ocultos, queimaduras e deformidades. Paralelamente, medidas ativas de aquecimento devem ser adotadas para prevenir hipotermia, que pode agravar coagulopatia e choque.

Esse protocolo transforma a avaliação inicial em um processo estruturado, permitindo identificar rapidamente condições que ameaçam a vida, enquanto a equipe organiza exames complementares e terapias específicas. Além disso, essa abordagem enfatiza a necessidade de reavaliações constantes, pois o estado do paciente pode evoluir rapidamente durante o atendimento.

Reposição Volêmica em Pacientes Politraumatizados

O manejo da hipovolemia em trauma hemorrágico é um dos pontos centrais da abordagem ao politraumatizado. O modelo clássico de reposição agressiva com grandes volumes de cristaloides mostrou-se associado a coagulopatia dilucional, piora de edema tecidual, aumento

de síndrome compartimental e maior mortalidade. A filosofia atual, denominada *Damage Control Resuscitation* (DCR), baseia-se em três pilares: reposição volêmica restrita, hipotensão permissiva e uso precoce e balanceado de hemoderivados, associado ao controle rápido da fonte de sangramento.

A hipotensão permissiva consiste em manter pressão arterial sistólica em torno de 90 mmHg ou pressão arterial média de 60–65 mmHg até o controle definitivo da hemorragia. O objetivo é garantir a perfusão mínima de órgãos nobres, sem elevar demais a pressão a ponto de desestabilizar coágulos recém-formados. Na prática, recomenda-se limitar a reposição inicial de cristaloides a até 1 litro (soro fisiológico 0,9% ou ringer lactato), reavaliando continuamente a resposta hemodinâmica. Resposta inadequada ou apenas transitória sugere necessidade de ativação do Protocolo de Transfusão Maciça.

O Protocolo de Transfusão Maciça (PTM) costuma ser definido como transfusão de pelo menos 4 unidades de concentrado de hemácias em 1 hora, ou previsão de transfusão rápida de grandes volumes. Critérios clínicos de ativação incluem choque classe III/IV, hemorragia ativa não controlada, mecanismo de alta energia e instabilidade persistente apesar da reposição inicial. O esquema 1:1:1 (hemácias: plasma fresco congelado: plaquetas) busca reproduzir a composição do sangue total, evitando coagulopatia dilucional e reduzindo mortalidade por exsanguinação nas primeiras 24 horas.

O ácido tranexâmico (TXA), antifibrinolítico, deve ser administrado precocemente em pacientes com suspeita de hemorragia significativa. O esquema mais utilizado é 1 g intravenoso em bolus, seguido por 1 g em infusão de 8 horas, idealmente dentro das primeiras 3 horas após o trauma. Após esse período, o benefício

diminui e pode haver aumento de eventos tromboembólicos.

Controle de Hemorragia Externa e Hemostasia Inicial

O controle rápido da hemorragia externa é determinante na sobrevivência do politraumatizado. Estima-se que uma parcela significativa das mortes poderia ser evitada com técnicas simples e eficazes de hemostasia. O controle do sangramento deve ocorrer em paralelo à avaliação clínica, sem aguardar exames complementares.

A compressão direta é a primeira medida e consiste em aplicação de pressão firme e contínua sobre o ponto de sangramento, com gaze estéril ou material limpo disponível. Não se deve retirar repetidamente o curativo para "verificar" o sangramento, pois isso rompe o coágulo em formação. Em feridas cavitárias de abdome ou tórax com sangramento, podem ser utilizados curativos hemostáticos, sempre associados à compressão mantida por alguns minutos. Depois, avaliar critérios para encaminhar o paciente para uma possível cirurgia de controle de danos. O torniquete é indicado para hemorragias importantes em membros quando a compressão direta não é suficiente ou não é factível (como em amputações e ferimentos devastadores). Deve ser posicionado 5–7 cm acima da lesão, no segmento proximal disponível, e apertado até a interrupção completa do sangramento. O dispositivo deve permanecer visível, e a hora da aplicação deve ser registrada de forma legível no próprio torniquete ou em etiqueta próxima. Complicações incluem lesão nervosa, síndrome compartimental, rabdomiólise, insuficiência renal aguda e distúrbios eletrolíticos, mas o risco é aceitável frente à mortalidade por sangramento não controlado. Quando o torniquete não está disponível ou não é possível, pode-se recorrer à compressão de ar-

térias proximais (femoral, braquial) ou a bandagens compressivas em sangramentos de menor intensidade.

Tétrade Letal do Trauma

Tradicionalmente, falava-se em tríade letal (hipotermia, acidose e coagulopatia), reconhecida como combinação frequentemente fatal em pacientes com trauma grave. Estudos mais recentes adicionaram a hipocalcemia a esse conjunto, formando a chamada tétrade letal.

A hipotermia (temperatura central $<35^{\circ}\text{C}$) pode ser primária, por exposição, ou secundária, por reposição com fluidos frios, ambiente frio e abertura prolongada de cavidades. Ela reduz a atividade das enzimas de coagulação, prejudica a função plaquetária e favorece a coagulopatia refratária. A acidose metabólica decorre de hipoperfusão tecidual com produção de lactato e está fortemente associada a mortalidade elevada, especialmente quando o pH cai abaixo de 7,0.

A coagulopatia induzida pelo trauma é multifatorial, envolvendo consumo e diluição de fatores e plaquetas, ativação de fibrinólise e disfunção endotelial. Pode estar presente já na admissão, mesmo antes de transfusões, e associa-se a maior necessidade de hemoderivados e pior prognóstico.

A hipocalcemia ionizada (cálcio ionizado $<3,5\text{ mg/dL}$) é comum em pacientes submetidos a transfusão maciça, principalmente pelo citrato presente nos hemoderivados, que se liga ao cálcio e o torna inativo. O cálcio é cofator essencial em diversas etapas da cascata de coagulação e na contração miocárdica. Reduções moderadas já comprometem significativamente a formação do coágulo, e a hipocalcemia grave está associada a instabilidade hemodinâmica e parada cardíaca. Redução de cálcio ionizado de apenas 20% reduz atividade de cascata de coa-

gulação em aproximadamente 50%. Assim, hipocalcemia é causa independente e tratável de coagulopatia em trauma. A reposição de cálcio é indicada em pacientes com hipocalcemia significativa (cálcio ionizado $<3,5$ mg/dL ou $0,9$ mmol/L) submetidos a transfusão maciça, em casos de coagulopatia refratária que não melhora com a correção dos demais hemoderivados, ou durante uma parada cardíaca onde a hipocalcemia induzida por transfusão maciça é presumida. O protocolo consiste na administração de 10-20 mL de gluconato de cálcio 10% diluído em 50 mL de salina fisiológica, preferencialmente por via intravenosa central devido ao risco de vesicação em acessos periféricos. A infusão deve ser lenta, durando mais de 5 minutos, para mitigar o risco de arritmias cardíacas, sendo obrigatória a monitorização por ECG contínuo durante a administração. Após a infusão inicial, o cálcio ionizado deve ser reavaliado em 15-30 minutos para guiar doses subsequentes.

A téttrade letal configura um ciclo de autoalimentação: o sangramento gera hipoperfusão e acidose, que pioram a coagulação; a reposição com fluidos frios e exposição levam à hipotermia, que deprime ainda mais a hemostasia; a transfusão não monitorizada contribui para hipocalcemia, agravando tanto a coagulopatia quanto a função cardíaca. Se não for interrompido precocemente, este ciclo tende a ser irreversível.

O manejo deve ser simultâneo e agressivo. A prevenção de hipotermia envolve uso de cobertores, aquecimento de fluidos e controle da exposição. A acidose melhora com ressuscitação eficaz e controle da fonte de sangramento; o uso rotineiro de bicarbonato é desencorajado. A coagulopatia é abordada com PTM bem estruturado e, quando possível, guiado por TEG/ROTEM. A hipocalcemia deve ser monitorizada através da dosagem de cálcio ionizado

e corrigida com gluconato de cálcio intravenoso, preferencialmente em acesso central, com infusão lenta e monitorização eletrocardiográfica.

A cirurgia de controle de danos (*Damage Control Surgery*) atua como estratégia definitiva para interromper a téttrade letal. Consiste em uma primeira operação abreviada voltada basicamente para hemostasia e controle de contaminação, seguida de período em UTI para ressuscitação e correção fisiológica, e, por fim, uma cirurgia de reconstrução definitiva quando o paciente estiver em melhores condições.

Exames complementares

A ultrassonografia direcionada para trauma (FAST – *Focused Assessment with Sonography for Trauma*) é protocolo rápido realizado à beira do leito que permite detecção de acúmulo de líquido (presumivelmente sangue) em cavidades corporais. Pode ser completado em 2-3 minutos. Oferece sensibilidade de 85% e especificidade de 95% para hemoperitoneu em contexto de trauma contuso com instabilidade hemodinâmica. FAST avalia quatro compartimentos principais: Janela pericárdica (posicionada na região subxifóide na linha mediana inferior) permite visualização do saco pericárdico e detecção de derrame pericárdico indicativo de tamponamento cardíaco. Janela perihepática/ Morrison (espaço entre fígado e rim direito) é ponto mais dependente da cavidade peritoneal em posição supina, tornando-a sensível para detecção de hemoperitoneu. Janela periesplênica (espaço entre baço e rim esquerdo) oferece segunda localização para detecção de sangue livre peritoneal em trauma contuso, particularmente em lesão esplênica. A janela pélvica visualiza bexiga e bolsa peritoneal.

O exame oferece resultado "positivo" ou "negativo". FAST positivo (presença de líquido livre em uma ou mais janelas) em paciente com instabilidade hemodinâmica é indicação para

transferência urgente à sala operatória para laparotomia exploradora. FAST negativo oferece falsa segurança potencial: sensibilidade é apenas 85%; pequenos volumes de sangue, sangramento retroperitoneal (fora da cavidade peritoneal) ou lesões puramente vasculares podem não ser detectados. Um FAST negativo em paciente instável ou com mecanismo de trauma com alta suspeita não exclui fonte abdominal. Já o E-FAST adiciona avaliação das cavidades torácicas bilateralmente. Janelas torácicas posicionadas entre costelas na região medioclavicular (segundo espaço intercostal) avaliam presença de pneumotórax (ausência de "deslizamento pleural") ou hemotórax (acúmulo de líquido). Inclusão de avaliação torácica amplia valor clínico, particularmente em trauma torácico penetrante.

A radiografia de coluna cervical, tórax e pelve continua tendo papel importante em muitos serviços, especialmente quando a tomografia não está imediatamente disponível. Esse exame detecta pneumotórax, hemotórax, contusão pulmonar, fraturas costais e alargamento mediastinal sugestivo de lesão vascular maior. Todavia, tem sensibilidade limitada para pneumotórax pequenos, nos quais a ultrassonografia torna-se mais sensível. A radiografia de pelve permite identificar fraturas instáveis frequentemente associadas a grandes perdas sanguíneas para o retroperitônio.

Enquanto isso, a tomografia computadorizada (TC) multislice tornou-se o padrão ouro para avaliação anatômica detalhada do politraumatizado, permitindo diagnosticar lesões intracranianas, torácicas, abdominais, pélvicas e de coluna em um único exame. Ela tem valor especial em pacientes hemodinamicamente estáveis ou estabilizados após a ressuscitação inicial.

CONCLUSÃO

O manejo do paciente politraumatizado e do paciente infartado exige preparo técnico, raciocínio rápido e adesão rigorosa a protocolos estruturados, sendo essas condições responsáveis por grande parte das emergências graves nos serviços de saúde. No politrauma, a aplicação sistemática do XABCDE, o reconhecimento imediato de hemorragias ameaçadoras, o uso racional de reposição volêmica, o controle de danos e a monitorização contínua são pilares que reduzem significativamente a mortalidade evitável. A compreensão da téttrade letal — hipotermia, acidose, coagulopatia e hipocalcemia — e sua interrupção precoce são elementos essenciais para impedir a deterioração fisiológica progressiva.

No contexto das síndromes coronarianas agudas, a adoção de estratégias baseadas em evidências reforça a importância do diagnóstico rápido, do tratamento antiplaquetário adequado, da terapia medicamentosa precoce e da escolha assertiva entre reperfusão farmacológica e angioplastia primária. As diretrizes de 2025 evidenciam que a redução no tempo total de isquemia e a integração entre equipes e sistemas regionais de atendimento são determinantes para a melhoria dos desfechos.

Ao comparar essas duas condições críticas, torna-se evidente que, embora diferentes, ambas dependem da organização das etapas iniciais do atendimento, da agilidade na tomada de decisão, da comunicação eficaz entre equipes e da capacitação contínua dos profissionais. Uma abordagem baseada em protocolos, aliada ao entendimento profundo da fisiopatologia e das prioridades terapêuticas, permite intervenções seguras e eficazes, com impacto direto na sobrevivência e na recuperação dos pacientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GULATI, M. *et al.* 2021 AHA/ACC/ASE/CHEST/SAEM/SCCT/SCMR Guideline for the Evaluation and Diagnosis of Chest Pain: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*, v. 144, n. 22, 2021. DOI 10.1161/CIR.0000000000001029.

LACERDA, T. S. *et al.* Global Changes in Mortality Rates in Polytrauma Patients Admitted to the ICU a Systematic Review. *World Journal of Emergency Surgery*, v. 15, 2020. doi:10.1186/s13017-020-00330-3.

MACEDO, L. S. *et al.* Protocolos e Abordagens no Atendimento ao Politrauma: Avanços e Desafios no Manejo de pacientes em Estado Crítico. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, v. 7, n. 2, 2025. DOI: <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2025v7n2p1283-1293>.

SANTANA, A. A. *et al.* Abordagem Inicial ao Paciente Politraumatizado: Estratégias e Atualizações em Urgências e Emergências. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, v. 6, n. 11, 2024. DOI: <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n11p2476-2487>.

PAPE, H. C.; LEENEN, L. Polytrauma Management – What is new and what is true in 2020?. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*, v. 12, n. 1, p. 88–95, 2020. DOI: 10.1016/j.jcot.2020.10.006.

RAO, A. *et al.* 2025 ACC/AHA/ACEP/NAEMSP/SCAI Guideline for the Management of Patients with Acute Coronary Syndromes. *Circulation*, v. 151, p. e771–e862, 2025. DOI: 10.1161/CIR.0000000000001309.

TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO X

Índice Remissivo

<i>Acidentes Automobilísticos</i>	128	<i>Medicina Translacional</i>	137
<i>Acinetobacter Baumannii</i>	192	<i>Naloxona</i>	167
<i>Amputação</i>	31, 40	<i>Neoplasia de Sigmoide Obstrutiva</i>	219
<i>Antibióticos</i>	50	<i>Neurointensivismo</i>	137
<i>AO Spine, TLIC e SLIC</i>	224	<i>Neuroplasticidade</i>	137
<i>Bactérias Multirresistente</i>	50	<i>Opioides</i>	57, 167
<i>Carcinomatose Peritoneal</i>	219	<i>Overdose</i>	57, 167
<i>Choque</i>	210	<i>Politrauma</i>	1, 240, 267
<i>Cirurgia</i>	31, 40	<i>Politraumatismo</i>	149
<i>Classificação das Lesões da Coluna Vertebral</i>	224	<i>Politraumatizados</i>	240
<i>Colostomia</i>	219	<i>Pressão Intracraniana</i>	74
<i>Complicações</i>	85	<i>Prevenção</i>	156
<i>Conceito Anatômico</i>	63	<i>Prevenção de Lesões</i>	175
<i>Cuidado Paliativo</i>	68, 92	<i>Prognóstico</i>	97, 106, 111
<i>Diagnóstico por Imagem</i>	247	<i>Qualidade de Vida</i>	68, 92
<i>Distúrbios Hidroeletrólíticos</i>	20	<i>Resistência</i>	192
<i>Emergência</i>	8, 149, 192, 247, 267	<i>Ressuscitação</i>	201
<i>Emergências Traumáticas</i>	186	<i>Revisão Bibliográfica</i>	1
<i>Endovascular</i>	260	<i>Síndromes Toxicológicas</i>	117
<i>Envenenamentos</i>	117	<i>Spinal Motion Restriction</i>	186
<i>Epidemiologia</i>	128	<i>Toracotomia de Emergência</i>	201
<i>Fratura</i>	156	<i>Transfusão</i>	210
<i>Fratura de Fêmur</i>	85	<i>Transtornos do Equilíbrio Ácido-Básico</i>	20
<i>Hemorragia</i>	260	<i>Trauma</i>	31, 40, 97, 106, 111, 210, 260
<i>Hérnia Inguinal</i>	63	<i>Trauma Abdominal</i>	234
<i>IAM</i>	8	<i>Trauma Cranioencefálico</i>	128
<i>Idosos</i>	85	<i>Trauma Esportivo</i>	175
<i>Imobilização da Coluna</i>	186	<i>Trauma Fechado</i>	234
<i>Infarto</i>	267	<i>Trauma Penetrante</i>	201, 234
<i>Infecção</i>	156	<i>Trauma Raquimedular</i>	224
<i>Infecções Hospitalares</i>	50	<i>Trauma Vascular</i>	247
<i>Intoxicações</i>	117	<i>Traumas Cranioencefálicos</i>	74
<i>Lesão Medular</i>	97, 106, 111	<i>Traumatizado</i>	240
<i>Manejo</i>	8, 74	<i>Ultrassonografia</i>	149
<i>Manejo Clínico</i>	175	<i>Unidades de Terapia Intensiva</i>	20
<i>Medicamentos</i>	57	<i>UTI</i>	68, 92
<i>Medicina de Emergência</i>	1	<i>Videolaparoscopia</i>	63