REVISTA ELETRÔNICA
Acervo MÉDICO
ISSN 2764-0485

Avanços na reposição volêmica no trauma hemorrágico

Advances in fluid resuscitation in hemorrhagic trauma

Avances en la reanimación con fluidos en el trauma hemorrágico

Letícia Azeredo Bortolassi[1], Esthefani Cristini Chitolina[1], Júlia Brun Kubitz[1], Hellen Rosa Soares Sgarbi[1], Laura Silva Gauer[1], Letícia Almeida Franciosi[1], Lucas Pedrosos Colet[1], Rafaela Cabeda[1], Bianka Guizzo Luzzatto[2].

RESUMO

Objetivo: Analisar os avanços nas estratégias de reposição volêmica no trauma hemorrágico, enfatizando as evidências atuais relacionadas à ressuscitação hemostática e seu impacto nos desfechos clínicos. **Revisão bibliográfica:** A hemorragia constitui a principal causa de morte evitável no trauma, tornando o manejo precoce do choque hemorrágico fundamental para a sobrevida. Nas últimas décadas, observou-se uma mudança de paradigma, com substituição da reposição liberal de cristaloides por estratégias de ressuscitação de controle de danos, que incluem hipotensão permissiva, hemoterapia balanceada, uso precoce do ácido tranexâmico e monitorização individualizada da coagulação. Evidências demonstram que essas abordagens reduzem complicações como hemodiluição, acidose, coagulopatia e sobrecarga volêmica, além de favorecerem o controle da hemorragia e a preservação da perfusão tecidual. **Considerações finais:** Os avanços na reposição volêmica transformaram o tratamento do trauma hemorrágico, priorizando estratégias baseadas em evidências que otimizam a hemostasia e reduzem a mortalidade. A adoção de protocolos atualizados e individualizados representa um componente essencial para melhorar os desfechos clínicos de pacientes vítimas de trauma.

Palavras-chave: Trauma, Reposição volêmica, Ressuscitação hemostática.

ABSTRACT

Objective: To analyze advances in volume resuscitation strategies for hemorrhagic trauma, emphasizing current evidence on hemostatic resuscitation and its impact on clinical outcomes. **Literature review:** Hemorrhage is the leading preventable cause of death in trauma, making the early management of hemorrhagic shock essential for patient survival. Over the past decades, a paradigm shift has occurred, replacing liberal crystalloid administration with damage control resuscitation strategies, including permissive hypotension, balanced blood component therapy, early administration of tranexamic acid, and individualized coagulation monitoring. Current evidence demonstrates that these approaches reduce complications such as hemodilution, acidosis, coagulopathy, and fluid overload, while improving hemorrhage control and preserving tissue perfusion. **Final considerations:** Advances in volume resuscitation have transformed the management of hemorrhagic trauma by prioritizing evidence-based strategies that optimize hemostasis and reduce mortality. The implementation of updated and individualized protocols is essential to improve clinical outcomes in trauma patients.

Keywords: Trauma, Volume resuscitation, Hemostatic resuscitation.

[1] Atitus Educação, Passo Fundo – RS.
[2] Pesquisadora independente, Passo Fundo – RS.

SUBMETIDO EM: 8/2026 | **ACEITO EM: 9/2026** | **PUBLICADO EM: 10/2026**

RESUMEN

Objetivo: Analizar los avances en las estrategias de reposición de volumen en el trauma hemorrágico, enfatizando la evidencia actual relacionada con la resucitación hemostática y su impacto en los desenlaces clínicos. **Revisión bibliográfica:** La hemorragia constituye la principal causa prevenible de muerte en el trauma, por lo que el manejo precoz del choque hemorrágico es fundamental para la supervivencia. En las últimas décadas, se ha producido un cambio de paradigma, sustituyendo la administración liberal de cristaloides por estrategias de resucitación de control de daños, que incluyen la hipotensión permisiva, la terapia transfusional balanceada, el uso precoz del ácido tranexámico y la monitorización individualizada de la coagulación. La evidencia demuestra que estos enfoques reducen complicaciones como la hemodilución, la acidosis, la coagulopatía y la sobrecarga de volumen, además de favorecer el control de la hemorragia y preservar la perfusión tisular. **Consideraciones finales:** Los avances en la reposición de volumen han transformado el tratamiento del trauma hemorrágico al priorizar estrategias basadas en la evidencia que optimizan la hemostasia y reducen la mortalidad. La implementación de protocolos actualizados e individualizados constituye un componente esencial para mejorar los desenlaces clínicos de los pacientes víctimas de trauma.

Palabras clave: Trauma, Reposición de volumen, Resucitación hemostática.

INTRODUÇÃO

O trauma figura entre as principais causas de morte evitável no mundo, sendo a hemorragia grave a responsável pela maioria dos óbitos ocorridos nas primeiras horas após a lesão. Além do elevado impacto socioeconômico e da expressiva morbimortalidade, a identificação rápida da instabilidade circulatória e o manejo hemodinâmico imediato representam um dos maiores desafios enfrentados diariamente pelas equipes de emergência nos cuidados críticos (PANTALONE D, et al., 2021; RUSSELL M, et al., 2022).

A perda crítica de volume sanguíneo compromete a perfusão tecidual e desencadeia uma cascata de disfunções metabólicas sistêmicas que progridem rapidamente para a falência de múltiplos órgãos. Nesse cenário de urgência, a intervenção precoce durante a chamada "hora de ouro" torna-se o fator determinante para interromper a deterioração clínica e restabelecer a estabilidade hemostática do paciente (JAMES MK, et al., 2022; RAMESH AC, et al., 2019).

Historicamente centrada na administração liberal de soluções cristaloides, a conduta inicial no choque hemorrágico passou por profundas reavaliações em razão das complicações associadas ao uso excessivo de fluidos. Essa mudança de perspectiva impulsionou a transição para estratégias de ressuscitação restritiva e de Damage Control Resuscitation (DCR), fundamentadas na hemostasia precoce, na hemoterapia balanceada e no uso de terapias adjuvantes voltadas à preservação da integridade vascular (SNIDER R, et al., 2022; ORDOÑEZ CA, et al., 2020; KRONSTEDT H, et al., 2022).

A implementação dessas novas diretrizes exige a padronização de protocolos assistenciais integrados, capazes de conectar o atendimento pré-hospitalar aos serviços hospitalares especializados. A agilidade no reconhecimento da coagulopatia induzida pelo trauma e a tomada de decisão guiada por metas individuais constituem pilares modernos para a redução de eventos adversos (PUSATERI AE, et al., 2019; LAMMERS DT, et al., 2024).

Contudo, apesar do progresso nas abordagens de emergência, a heterogeneidade das condutas entre diferentes serviços e a constante atualização das evidências tornam indispensável a síntese crítica desse conhecimento. Compreender os limites e os benefícios das abordagens contemporâneas é vital para orientar a prática clínica baseada em evidências em cenários de alta complexidade (TUBERT ML, et al., 2024).

Diante dessa evolução conceitual e da constante necessidade de atualização das diretrizes assistenciais, este estudo objetivou analisar os avanços nas estratégias de reposição volêmica no trauma hemorrágico, enfatizando as evidências atuais relacionadas à ressuscitação hemostática e seu impacto nos desfechos clínicos.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Choque hemorrágico no trauma

A hemorragia pós-traumática não controlada representa um dos maiores desafios da medicina de emergência, sendo a principal causa de morte evitável (CHANG R; EASTRIDGE BJ; HOLCOMB JB, 2017; RAMESH AC, et al., 2019; JONES AR, et al., 2021). Epidemiologicamente, a mortalidade concentra-se na "hora de ouro", período em que a intervenção precoce é o fator prognóstico mais determinante para reduzir a letalidade por sangramento ativo.Durante esse intervalo crítico, a hipoperfusão sistêmica não tratada deflagra rapidamente o colapso hemodinâmico, ativando mecanismos compensatórios reflexos que, se prolongados, tornam-se insustentáveis para a manutenção da vida. A perda volêmica sustentada compromete progressivamente a oferta de oxigênio tecidual, acelerando o dano celular irreversível antes mesmo que medidas cirúrgicas definitivas possam ser estabelecidas. Portanto, a agilidade na identificação do choque e a instituição imediata de medidas hemostáticas no ambiente pré-hospitalar e de emergência são determinantes diretas para interromper a progressão do sangramento, prevenir a falência orgânica precoce e otimizar a sobrevida global do paciente traumatizado (ROBERTS I, et al., 2011; JONES AR, et al., 2021)

Essa letalidade é impulsionada pela perda crítica de volume sanguíneo, que reduz o retorno venoso e o débito cardíaco, comprometendo a perfusão tecidual (RAMESH AC, et al., 2019;TUBERT ML e KALIMOUTTOU S, 2024). Embora o sistema nervoso simpático induza vasoconstrição compensatória e taquicardia (ZHENG Y, et al., 2023), a hipóxia prolongada força a transição para o metabolismo anaeróbico. Esse desvio reduz a síntese de ATP e acumula lactato e íons hidrogênio, resultando em acidose metabólica (CHANG R; EASTRIDGE BJ; HOLCOMB JB, 2017; PUSATERI AE, et al., 2019; ZHAO X, 2024). Paralelamente, a necrose celular e o sofrimento tecidual liberam padrões moleculares associados ao perigo (DAMPs) na circulação, deflagrando uma resposta inflamatória sistêmica que aumenta a permeabilidade capilar e favorece a falência múltipla de órgãos (JIANG H, et al., 2021; REED RL, et al., 2025).

Nesse contexto de colapso microcirculatório, a disfunção do endotélio vascular assume papel central na perpetuação da hipoperfusão. O estresse oxidativo e a ativação leucocitária desestruturam o glicocálix endotelial, quebrando o gradiente oncótico e favorecendo o extravasamento plasmático para o interstício. Esse fenômeno intensifica o edema tecidual, prejudica a difusão de oxigênio e amplifica a estase microcirculatória, estabelecendo um círculo vicioso de isquemia e lesão por reperfusão (JIANG H, et al., 2021; TUBERT ML e KALIMOUTTOU S, 2024).

Associada a esse colapso, manifesta-se a Coagulopatia Induzida pelo Trauma (TIC), na qual a lesão tecidual e a hipóxia geram um estado hipocoagulável marcado por consumo de fatores hemostáticos e hiperfibrinólise (REED RL, et al., 2025). A união dessa coagulopatia à acidose e à hipotermia consolida a tríade letal, um ciclo exaustivo que inibe diretamente as reações enzimáticas da coagulação (BALL CG, 2013; TRAN A, et al., 2018).

Entre os componentes da tríade letal, a hipotermia atua como um fator agravante frequentemente subestimado. Ela decorre tanto da perda da capacidade de termorregulação secundária à hipoperfusão e à redução da atividade metabólica, quanto da exposição ambiental do paciente no atendimento pré-hospitalar. A queda da temperatura corporal compromete diretamente a função plaquetária e reduz a atividade das proteases da cascata de coagulação, agravando a refratariedade do sangramento mesmo diante do aporte de hemocomponentes (BALL CG, 2013; PUSATERI AE, et al., 2019)

Diante disso, a reposição volêmica inicial atua como ponte até o controle definitivo do sangramento. O paradigma atual recomenda a ressuscitação restritiva com hipotensão permissiva para reduzir a mortalidade e prevenir o descolamento de coágulos por picos de pressão (JIANG H, et al., 2021; ZHENG Y, et al., 2023). Caso o uso de cristaloides seja necessário, soluções balanceadas como o Ringer Lactato são preferíveis à salina 0,9% para evitar acidose hiperclorêmica e lesão renal (TUBERT ML e KALIMOUTTOU S, 2024; ZAKI M, et al., 2026).

Por fim, o manejo depende da execução rápida da Ressuscitação de Controle de Danos (DCR) (BALL CG, 2013; CHANG R, et al., 2017). Esta inclui o uso de ácido tranexâmico nas primeiras três horas (ROBERTS I,

et al., 2011), controle mecânico do sangramento (SRIVASTAVA A, et al., 2025) e transfusão precoce de sangue total ou plasma (JONES AR, et al., 2021). A transição de protocolos empíricos para estratégias guiadas por testes viscoelásticos (TEG/ROTEM) otimiza a reposição personalizada de hemocomponentes e melhora a sobrevida (BAKSAAS-AASEN K, et al., 2021; BRILL JB, et al., 2021).

Contudo, a consolidação prática desse protocolo enfrenta desafios operacionais importantes, sobretudo na transição do ambiente pré-hospitalar para o suporte avançado. A agilidade na identificação do perfil coagulopático individual exige a integração de tecnologias de ponto de atenção (point-of-care), uma vez que exames laboratoriais convencionais costumam demorar para fornecer resultados operacionais. A superação dessas barreiras logísticas é fundamental para permitir uma conduta verdadeiramente direcionada e assertiva (BAKSAAS-AASEN K, et al., 2021; LAMMERS DT, et al., 2024).

Nesse sentido, a transição de protocolos empíricos para estratégias guiadas por testes viscoelásticos (TEG/ROTEM) otimiza a reposição personalizada de hemocomponentes e melhora a sobrevida, ao identificar em tempo real as deficiências de coagulação e guiar uma terapêutica precisa (BAKSAAS-AASEN K, et al., 2021; BRILL JB, et al., 2021).

Cristaloides e Hemoterapia na reposição volêmica

A hemorragia constitui uma das principais causas evitáveis de morte relacionada ao trauma, tornando a ressuscitação volêmica componente fundamental do manejo do choque hemorrágico. Embora a administração liberal de fluidos tenha sido tradicionalmente utilizada para correção da hipovolemia, evidências mais recentes favorecem estratégias restritivas e individualizadas, considerando tanto o volume administrado quanto a composição da solução. A escolha criteriosa do fluido previne a degradação do glicocálix endotelial e minimiza o extravasamento para o terceiro espaço, preservando a hemodinâmica microvascular e a oferta contínua de oxigênio. Nesse contexto, a reposição volêmica passou a integrar uma abordagem mais ampla de ressuscitação de controle de danos, associada ao controle da hemorragia e à preservação da hemostasia (MANNING JE, et al., 2020; BRILL JB, et al., 2021; JIANG H, et al., 2021).

A solução fisiológica 0,9% permanece amplamente utilizada devido à disponibilidade e ao baixo custo, enquanto cristaloides balanceados, como Ringer Lactato e Plasma-Lyte®, têm sido empregados como alternativas em pacientes críticos. O estudo SMART demonstrou menor incidência de eventos renais adversos maiores com cristaloides balanceados em comparação à solução fisiológica, contribuindo para o interesse sobre a influência da composição dos fluidos nos desfechos clínicos. Entretanto, evidências específicas em pacientes traumatizados não demonstram superioridade uniforme dos cristaloides balanceados em todos os cenários, reforçando que a escolha do fluido deve considerar as características clínicas e o tipo de trauma (SEMLER MW, et al., 2018; BREMS C, et al., 2021; JIANG H, et al., 2021).

Essa ressalva é particularmente relevante em pacientes com traumatismo cranioencefálico. Na revisão sistemática e metanálise de Zaki M, et al. (2026), não foram observadas diferenças significativas entre cristaloides balanceados e solução fisiológica quanto à incidência de lesão renal aguda, necessidade de terapia renal substitutiva ou permanência em unidade de terapia intensiva entre pacientes traumatizados. Entretanto, no subgrupo com traumatismo cranioencefálico, a solução fisiológica esteve associada a menor mortalidade e maior número de dias livres de ventilação mecânica. Dessa forma, a seleção do fluido não deve ser baseada em uma preferência universal por determinada solução, mas na avaliação individualizada do paciente e do contexto traumático (ZAKI M, et al., 2026; BREMS C, et al., 2021).

O uso excessivo de cristaloides pode provocar alterações metabólicas e hemodinâmicas que agravam a evolução do trauma hemorrágico. Grandes volumes de solução fisiológica 0,9% podem favorecer acidose metabólica hiperclorêmica, enquanto a distribuição predominantemente extravascular dos cristaloides pode contribuir para edema tecidual, comprometimento pulmonar e aumento da pressão intra-abdominal. Esse extravasamento contínuo intensifica a lesão endotelial, dificulta a difusão de oxigênio e eleva drasticamente o risco de disfunção multiorgânica nos pacientes gravemente enfermos. Além disso, a hemodiluição dos fatores de coagulação e das plaquetas pode agravar a coagulopatia associada ao trauma, especialmente quando combinada à hipotermia e à acidose. Esses efeitos sustentam a adoção de estratégias mais restritivas e direcionadas, com o objetivo de limitar a sobrecarga volêmica e preservar a hemostasia (SEMLER MW, et al., 2018; MANNING JE, et al., 2020; JIANG H, et al., 2021; BRILL JB, et al., 2021)."

Nesse contexto, a hemoterapia precoce adquiriu papel central no trauma hemorrágico grave. Protocolos de transfusão maciça buscam restaurar a capacidade de transporte de oxigênio e corrigir a coagulopatia antes da instalação de alterações irreversíveis. O estudo PROPPR contribuiu para consolidar a importância da reposição balanceada de concentrado de hemácias, plasma fresco congelado e plaquetas, em oposição à utilização isolada de concentrado de hemácias. Essa abordagem procura aproximar a composição da reposição transfusional à do sangue total e integra os princípios da ressuscitação hemostática e da cirurgia de controle de danos (PHILLIPS AR, et al., 2021; BRILL JB, et al., 2021).

A proporção de 1:1:1 entre concentrado de hemácias, plasma fresco congelado e plaquetas pode ser utilizada como estratégia inicial nos protocolos de transfusão maciça, mas não deve ser interpretada como substituta da avaliação individualizada. Nesse sentido, exames laboratoriais convencionais e métodos viscoelásticos, como a tromboelastografia (TEG) e a tromboelastometria rotacional (ROTEM), permitem avaliação dinâmica da coagulação e podem orientar a reposição direcionada de hemocomponentes. Assim, a hemoterapia contemporânea combina reposição balanceada inicial com posterior individualização conforme o padrão de sangramento e a resposta clínica do paciente (PHILLIPS AR, et al., 2021; BRILL JB, et al., 2021).

A transfusão maciça também está associada a complicações, incluindo hipocalcemia, hipotermia, acidose metabólica, lesão pulmonar relacionada à transfusão e sobrecarga circulatória. A hipocalcemia, decorrente do doador de citrato presente nos conservantes das bolsas, compromete diretamente a contratilidade miocárdica e agrava a função plaquetária. Simultaneamente, a administração rápida de hemoderivados refrigerados pode exacerbar a queda da temperatura corporal, enquanto as complicações pulmonares — como a Transfusion-Related Acute Lung Injury (TRALI) e a Transfusion-Associated Circulatory Overload (TACO) — representam causas significativas de morbimortalidade associadas à inflamação microvascular e ao desequilíbrio pressórico pós-transfusoes (PUSATERI AE, et al., 2019; MANNING JE, et al., 2020).

Além disso, a imunomodulação relacionada à transfusão pode aumentar a susceptibilidade a infecções secundárias e à disfunção orgânica múltipla no paciente crítico. Por isso, a administração de hemocomponentes deve ser acompanhada de monitorização clínica e laboratorial contínua — incluindo dosagens frequentes de cálcio iônico, gasometria arterial e controle térmico —, permitindo identificar complicações precocemente e ajustar a estratégia terapêutica em tempo real. Dessa forma, a ressuscitação contemporânea prioriza a redução do uso indiscriminado de cristaloides e a integração entre reposição volêmica criteriosa, hemoterapia balanceada e monitorização da coagulação, com adaptação da conduta às características individuais do paciente (MANNING JE, et al., 2020; BRILL JB, et al., 2021).

Ácido tranexâmico e terapias adjuvantes

O ácido tranexâmico (TXA) constitui uma importante terapia adjuvante no manejo do trauma hemorrágico. Seu mecanismo de ação baseia-se na inibição da ativação da plasmina, reduzindo a fibrinólise e contribuindo para a preservação dos coágulos formados. Dessa forma, atua no controle da hemorragia como complemento às estratégias de controle da fonte de sangramento e à ressuscitação hemostática, não substituindo a reposição de sangue, o controle cirúrgico ou outras medidas necessárias ao tratamento do choque hemorrágico (ROBERTS I, et al., 2010).

Além de sua ação antifibrinolítica direta, o TXA atua na modulação da resposta inflamatória sistêmica desencadeada pela hemorragia grave. A inibição do plasminogênio reduz a degradação de componentes da matriz extracelular e a ativação da cascata do complemento, prevenindo o aumento descontrolado da permeabilidade vascular. Essa propriedade citoprotectora minimiza a lesão tecidual secundária e reduz a incidência de falência múltipla de órgãos em pacientes criticamente enfermos (ROBERTS I, et al., 2011; SRIVASTAVA A, et al., 2025).

O CRASH-2, ensaio clínico multicêntrico, randomizado e controlado por placebo, avaliou mais de 20 mil pacientes com trauma e risco significativo de hemorragia e demonstrou redução da mortalidade relacionada ao sangramento com o uso do TXA. Os resultados também evidenciaram que o benefício está relacionado ao momento da administração, sendo maior quando o medicamento é administrado precocemente, idealmente nas primeiras horas após a lesão e até três horas. Esses achados fundamentaram a incorporação do TXA aos protocolos contemporâneos de atendimento ao trauma hemorrágico (ROBERTS I, et al., 2011).

Atualmente, o TXA é utilizado como terapia adjuvante em pacientes com hemorragia significativa ou risco elevado de sangramento, especialmente quando administrado precocemente no atendimento pré-hospitalar ou hospitalar. Sua ampla disponibilidade, baixo custo e facilidade de administração favorecem sua incorporação aos protocolos de ressuscitação hemostática. Entretanto, seu uso deve estar integrado ao controle precoce da fonte de sangramento, à reposição volêmica criteriosa e à hemoterapia, não devendo ser interpretado como intervenção isolada para o tratamento da hemorragia traumática (ROBERTS I, et al., 2011; SRIVASTAVA A, et al., 2025).

Paralelamente ao uso do TXA, a inclusão de outros agentes adjuvantes — como o concentrado de complexo protrombínico (CCP) e o concentrado de fibrinogênio — tem se fortalecido como estratégia rápida para o restabelecimento dos fatores de coagulação. Essas terapias direcionadas permitem uma correção hemostática veloz, especialmente em cenários de sangramento maciço ou de reversão de anticoagulantes prévios, reduzindo a necessidade de infusão de volumes elevados de plasma e minimizando os riscos de sobrecarga circulatória (LAMMERS DT, et al., 2024; SRIVASTAVA A, et al., 2025).

Nesse contexto, estratégias adjuvantes devem ser aplicadas de forma individualizada, considerando o padrão de sangramento, a gravidade do trauma e a resposta à ressuscitação. A monitorização da coagulação, incluindo métodos viscoelásticos como tromboelastografia (TEG) e tromboelastometria rotacional (ROTEM), pode auxiliar na identificação de alterações específicas da hemostasia e no direcionamento das intervenções. Assim, o TXA integra uma abordagem multimodal de ressuscitação de controle de danos, na qual o controle da hemorragia, a reposição volêmica criteriosa, a hemoterapia e a avaliação dinâmica da coagulação são utilizados de maneira complementar.

Figura 1 - Evolução das estratégias de ressuscitação no trauma hemorrágico



Fonte: Bortolassi AL, et al., 2026.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os avanços na ressuscitação do trauma hemorrágico demonstram uma importante mudança de paradigma, caracterizada pela transição de uma abordagem baseada na reposição liberal de cristaloides para estratégias centradas na preservação da perfusão, no controle precoce da hemorragia e na manutenção da hemostasia. Nesse contexto, a reposição volêmica passou a ser realizada de maneira mais criteriosa, considerando não apenas a necessidade de restaurar o volume circulante, mas também os potenciais efeitos adversos da sobrecarga de fluidos, da hemodiluição e das alterações metabólicas associadas à administração excessiva de cristaloides. A evidência disponível também sustenta a importância da integração entre hemoterapia balanceada e ressuscitação de controle de danos, especialmente nos pacientes com hemorragia significativa. A utilização precoce de hemocomponentes, associada a estratégias transfusionais balanceadas, pode contribuir para a preservação da capacidade de transporte de oxigênio e da hemostasia durante a ressuscitação. Entretanto, proporções transfusionais iniciais não devem substituir a avaliação clínica e laboratorial individualizada, uma vez que o padrão de sangramento e as alterações da coagulação podem variar entre os pacientes. O ácido tranexâmico constitui outra importante estratégia adjuvante, particularmente quando administrado precocemente em pacientes com hemorragia significativa ou risco elevado de sangramento. Sua atuação sobre a fibrinólise complementa as medidas de controle da fonte hemorrágica e a ressuscitação hemostática, sem substituir a necessidade de reposição sanguínea ou intervenções definitivas para controle do sangramento. A incorporação de métodos de monitorização dinâmica da coagulação, como TEG e ROTEM, amplia a possibilidade de direcionar a reposição de hemocomponentes de acordo com as alterações hemostáticas identificadas. Dessa forma, as evidências reunidas indicam que o manejo contemporâneo do trauma hemorrágico deve ser compreendido como uma estratégia integrada e individualizada, envolvendo controle precoce da fonte de sangramento, reposição volêmica criteriosa, hemoterapia balanceada, uso oportuno do ácido tranexâmico e monitorização contínua da coagulação. Embora essas abordagens representem avanços relevantes na assistência ao paciente traumatizado e estejam associadas a melhores resultados em diferentes contextos, seus benefícios podem variar conforme a gravidade do trauma, o tipo de lesão, a presença de traumatismo cranioencefálico e as características da coagulopatia. Assim, a aplicação prática e assertiva dos princípios da ressuscitação de controle de danos deve considerar continuamente a resposta clínica dinâmica, a disponibilidade de recursos e as particularidades de cada paciente.

REFERÊNCIAS

1. BALL CG. Damage control resuscitation: history, theory and technique. Canadian Journal of Surgery. 2013; 56(1): 55-60.
2. BREMS JH, et al. Balanced crystalloids versus saline in critically ill adults with low plasma bicarbonate. Journal of Critical Care. 2021; 62: 34-40.
3. BRILL JB, BADIEE J, ZHU CS, et al. The role of TEG and ROTEM in damage control resuscitation. Shock. 2021; 56(Suppl 1): 52-61.
4. CHANG R, et al. Remote damage control resuscitation in austere environments. Wilderness & Environmental Medicine. 2017; 28(2S): S124-S134.
5. JAMES MK, et al. The conundrum of the definition of haemorrhagic shock: a pragmatic exploration based on a scoping review, experts' survey and a cohort analysis. European Journal of Trauma and Emergency Surgery. 2022; 48: 4579-4589.
6. JONES AR, et al. Current concepts in trauma hemorrhage management. Journal of Trauma and Acute Care Surgery. 2021.
7. KRONSTEDT H, et al. Hypocalcemia as a predictor of mortality and transfusion: a scoping review of hypocalcemia in trauma and hemostatic resuscitation. Transfusion. 2022; 62: 2284-2295.
8. LAMMERS D, et al. Quantifying the benefit of whole blood on mortality in trauma patients requiring emergent laparotomy. Journal of Trauma and Acute Care Surgery. 2024; 97: 541-548.

9. MANNING JE, et al. Emerging hemorrhage control and resuscitation strategies in trauma: endovascular to extracorporeal. Journal of Trauma and Acute Care Surgery. 2020; 89(Suppl 2): S50-S58.
10. ORDOÑEZ CA, et al. Damage control resuscitation: REBOA as the new fourth pillar. Colombia Médica. 2020; 51: e4054513.
11. PANTALONE D, et al. The role of DAMPs in burns and hemorrhagic shock immune response: pathophysiology and clinical issues. International Journal of Molecular Sciences. 2021; 22: 6195.
12. PHILLIPS AR, et al. Systematic review of plasma to packed red blood cell ratio on survival in ruptured abdominal aortic aneurysms. Journal of Vascular Surgery. 2021; 73(4): 1438-1444.
13. PUSATERI AE, et al. Association of prehospital plasma transfusion with survival in trauma patients with hemorrhagic shock when transport times are longer than 20 minutes: a post hoc analysis of the PAMPer and COMBAT clinical trials. JAMA Surgery. 2019; 154: e192250.
14. RAMESH AC, et al. Fluid resuscitation in trauma: what are the best strategies and fluids? International Journal of Emergency Medicine. 2019; 12: 38.
15. REED RL, et al. Hemostatic abnormalities after trauma resuscitation: challenges and strategies in caring for the critically injured patient. Annals of Intensive Care. 2025; 15: 163.
16. ROBERTS I, et al. The CRASH-2 trial collaborators. Effects of tranexamic acid on death, vascular occlusive events, and blood transfusion in trauma patients with significant haemorrhage. The Lancet. 2010; 376(9734): 23-32.
17. ROBERTS I, et al. The importance of early treatment with tranexamic acid in bleeding trauma patients: an exploratory analysis of the CRASH-2 trial. Lancet. 2011; 377(9771): 1096-1101.
18. RUSSELL M, et al. Pediatric traumatic hemorrhagic shock consensus conference recommendations. Journal of Trauma and Acute Care Surgery. 2022; 93(Suppl 1): S1-S11.
19. SEMLER MW, et al. Balanced crystalloids versus saline in critically ill adults. New England Journal of Medicine. 2018; 378(9): 829-839.
20. SNIDER R, et al. An automated hardware-in-the-loop testbed for evaluating hemorrhagic shock resuscitation controllers. Bioengineering. 2022; 9: 511.
21. TRAN A, et al. Permissive hypotension versus conventional resuscitation strategies in adult trauma patients with hemorrhagic shock: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Journal of Trauma and Acute Care Surgery. 2018; 84: 802-808.
22. TUBERT ML, KALIMOUTTOU S. Are crystalloid-based fluid expansion strategies still relevant in the first hours of trauma-induced hemorrhagic shock? Critical Care. 2024; 28: 416.
23. ZAKI M, et al. Balanced crystalloids versus normal saline for trauma resuscitation: a systematic review and meta-analysis. American Journal of Emergency Medicine. 2026; 101: 84-91.
24. ZHAO X, et al. Evaluation of hemorrhagic shock and fluid resuscitation in pigs using handheld Doppler carotid artery ultrasound. European Journal of Trauma and Emergency Surgery. 2024; 50: 1513-1520.
25. ZHENG Y, et al. Effect of restrictive fluid resuscitation on the coagulation function and hemodynamic parameters in patients with hemorrhagic traumatic shock. Clinics. 2023; 78: 100300.