

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.