

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 rastreamento. 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 anatómico, 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 medias-tinal, 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 abdomino-pélvica 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.