TRAUMA, CIRURGIA E MEDICINA INTENSIVA

EDIÇÃO VII

Capítulo 11

TRAUMA CARDÍACO FECHADO E PENETRANTE: DIAGNÓSTICO E INTERVENÇÃO CIRÚRGICA DE EMERGÊNCIA

LUCAS DE MORAIS FRANCO[1]
DÊNISSON DAVID GOMES DO NASCIMENTO[1]
EDUARDA DE MARTIN OLIVEIRA[1]
ILUSCKA GABRIELA SALES DE SOUSA[2]
ENZO SUGARONE RIZZO[1]
DANIEL DE OLIVEIRA CORRÊA[3]
JÉSSICA JORDÃO DE OLIVEIRA[4]
RODRIGO ANTÔNIO NIED LUCAS[1]
MIGUEL CLEMENTE DE SOUZA[1]
INGRID ROBERTA DE AZEVEDO CARVALHO[4]
PEDRO VANIERY BEZERRA DE OLIVEIRA[1]
MARIA GABRIELLE DINIZ DA SILVA[1]
AGDIEL CARVALHO DE ASSIS VALENTA[1]
DHEYVID MARLLON MARIANO DA SILVA[1]
GABRIEL MARINHO DA[1]

[1]Discente – Medicina Universidade Nove de Julho
[2]Discente – Medicina Universidade Estadual do Maranhão
[3]Discente – Medicina Universidad Abierta Interamericana
[4]Discente – Medicina Universidade Cidade de São Paulo

Palavras-chave: *Trauma Cardíaco; Diagnóstico Emergencial; Cirurgia Cardíaca de Emergência*

EDITORA PASTEUR

10.59290/978-65-6029-260-4.11

INTRODUÇÃO

O trauma torácico compreende lesões que acometem estruturas localizadas no tórax, como pulmões, coração, costelas, diafragma e vasos sanguíneos de grande calibre. Trata-se de um dos principais mecanismos de mortalidade entre vítimas de politraumatismos, sendo frequentemente associado a acidentes automobilísticos, agressões físicas e quedas de grandes alturas (KYRIAZIDIS *et al*., 2023). Nesse cenário, destaca-se o trauma cardíaco, tanto contuso quanto penetrante, como uma das ocorrências mais graves e potencialmente fatais, frequentemente identificadas em atendimentos de emergência e em procedimentos de cirurgia torácica.

Estima-se que lesões cardíacas estejam presentes em até 45% dos casos de trauma torácico fechado em pacientes politraumatizados, configurando-se como um importante indicador de mau prognóstico (WEBER *et al*., 2022). Essas lesões podem ser classificadas em trauma contuso (fechado) e trauma penetrante. No primeiro caso, o mecanismo de lesão está geralmente relacionado a forças de impacto direto sobre a parede torácica – como em colisões automobilísticas ou quedas –, ocasionando compressão do tórax e lesão do miocárdio. Já no trauma penetrante, há perfuração da parede torácica por objetos como facas ou projéteis de arma de fogo, resultando em dano cardíaco direto.

Devido à função vital do coração na manutenção da circulação sistêmica, essas lesões configuram quadros clínicos de elevada gravidade. Uma das manifestações clínicas mais importantes é o tamponamento cardíaco, emergência médica caracterizada pelo acúmulo de sangue no saco pericárdico, o que leva à compressão das câmaras cardíacas, redução do retorno venoso, diminuição do débito cardíaco e evolução para choque cardiogênico ou hipovolêmico. A tríade de Beck – composta por hipotensão arterial, distensão das veias jugulares e abafamento das bulhas cardíacas – é um sinal clássico desse quadro (PENDLETON & LEICHTLE, 2022; KYRIAZIDIS *et al*., 2023).

O diagnóstico das lesões cardíacas decorrentes de trauma, sejam contusas ou penetrantes, representa um grande desafio no atendimento ao paciente politraumatizado. A ampla variabilidade de manifestações clínicas, que podem incluir desde arritmias leves e lesões superficiais até rupturas cardíacas com hemopericárdio, complica a identificação precoce desses casos (PENDLETON & LEICHTLE, 2022). Mesmo em traumas penetrantes com lesão direta no tórax, o paciente pode apresentar-se hemodinamicamente estável e sem sinais clínicos evidentes nas fases iniciais, o que favorece o subdiagnóstico.

Outro fator complicador reside nas limitações na realização de exames diagnósticos, uma vez que os pacientes frequentemente apresentam múltiplas lesões concomitantes em regiões como abdômen e membros, dificultando o direcionamento do raciocínio clínico para a investigação de lesões cardíacas (KYRIAZIDIS *et al*., 2023).

Diante disso, destaca-se a necessidade de aprofundar a discussão sobre os desafios diagnósticos relacionados ao trauma cardíaco, bem como sobre estratégias para seu reconhecimento precoce, a fim de viabilizar intervenções oportunas e reduzir a morbimortalidade associada a essa condição crítica.

MÉTODO

Este estudo de revisão científica foi conduzido por meio de uma pesquisa extensiva em bases de dados científicas, incluindo PubMed,

Scopus, *Web of Science*, Elsevier, Science Direct, SciELO , *Cochrane Library*, MEDLINE, LILACS e Google Acadêmico. Para a seleção dos artigos, utilizou-se uma combinação de descritores, de acordo com os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e o *Medical Subject Headings* (MeSH), incluindo: ("*Cardiac Trauma" OR "Heart Injury") AND ("Emergency Surgery" OR "Surgical Intervention").*

Foram incluídos estudos publicados entre os anos de 2020 e 2025, garantindo que as informações analisadas fossem atualizadas e refletissem os avanços mais recentes no entendimento do diagnóstico e da intervenção cirúrgica de emergência em trauma cardíaco fechado e penetrante.

Na busca por artigos elegíveis, foram aplicados critérios de inclusão e exclusão rigorosos. Inicialmente, foi realizada uma triagem baseada nos títulos, resumos e textos completos, resultando em 37 artigos considerados relevantes. Destes, 16 foram incluídos para avaliação detalhada, enquanto os demais foram excluídos devido a critérios como: falta de relação direta com os avanços das descobertas dos diagnósticos e intervenções cirúrgicas de emergência no trauma cardíaco fechado e penetrante, restrição de acesso ao texto completo ou ausência de resultados significativos para o objetivo do estudo.

Os artigos selecionados abordaram avanços mais recentes em diagnóstico e intervenção cirúrgica de emergência no trauma cardíaco fechado e penetrante. Foram considerados estudos em língua portuguesa e inglesa, e informações relevantes foram extraídas dos textos completos, com ênfase na metodologia utilizada, resultados obtidos, discussões e conclusões.

Os dados coletados foram analisados e sintetizados para identificar tendências, lacunas na literatura e contribuições significativas para a prática clínica e a formulação de políticas de saúde voltadas ao diagnóstico e intervenção cirúrgica de emergência no trauma cardíaco fechado e penetrante. A análise crítica dos achados permitiu compreender melhor a importância do diagnóstico e da intervenção cirúrgica de emergência em casos de trauma cardíaco fechado e penetrante.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do trauma cardíaco contuso e penetrante evidencia sua elevada gravidade clínica e a complexidade envolvida em seu diagnóstico, especialmente no contexto do atendimento emergencial. O estudo demonstrou que o trauma cardíaco fechado é mais prevalente entre os casos de politraumatismo, com alta incidência em acidentes automobilísticos e quedas de grande altura. Essas lesões estão associadas a um expressivo índice de morbimortalidade, atribuída principalmente à dificuldade no reconhecimento precoce e ao elevado risco de complicações fatais, como o tamponamento cardíaco e o choque cardiogênico (RAMOS *et al*., 2025).

As manifestações clínicas observadas foram amplamente variáveis, oscilando entre sinais leves, como arritmias e dor torácica, até quadros graves de insuficiência cardíaca aguda e ruptura miocárdica. No campo diagnóstico, os recursos de maior eficácia envolveram a integração entre exame clínico direcionado e métodos complementares como o eletrocardiograma (ECG), dosagem de troponinas, ecocardiografia transtorácica e transesofágica, além do uso de ultrassonografia *point-of-care* (POCUS) e do protocolo EFAST, que se mostraram cruciais para a detecção precoce de lesões cardíacas no ambiente de urgência (BARCELOS *et al*., 2024).

Adicionalmente, verificou-se que a aplicação de protocolos estruturados, como o *Advanced Trauma Life Support* (ATLS), associada ao uso sistemático da ultrassonografia à beira-leito, contribui significativamente para a redução do intervalo entre diagnóstico e intervenção terapêutica, o que repercute positivamente nos desfechos clínicos. Destaca-se, nesse contexto, a ecocardiografia transesofágica como ferramenta de excelência na monitorização intraoperatória, permitindo avaliação anatômica e funcional detalhada, essencial para a tomada de decisão cirúrgica em tempo real (AMORIM *et al*., 2021).

Dessa forma, os resultados reforçam que a incorporação de tecnologias diagnósticas avançadas e a capacitação contínua das equipes multiprofissionais de emergência são pilares fundamentais para a detecção precoce, o manejo eficiente e a redução da mortalidade associada aos traumas cardíacos, tanto contusos quanto penetrantes.

Panorama Geral do Trauma Cardíaco

O trauma cardíaco caracteriza-se por lesão tecidual do miocárdio decorrente de impacto torácico de alta energia. Uma região anatômica de particular relevância no contexto do politrauma é a chamada Zona Perigosa de Ziedler, delimitada por um quadrilátero virtual cujas margens são traçadas pelas linhas paraesternal, axilar média, fúrcula esternal e rebordo costal. Lesões localizadas nessa área apresentam elevada probabilidade de acometimento cardíaco, com risco aumentado de complicações graves e potencial desfecho letal (BARCELOS *et al*., 2024). Estima-se que cerca de 25% dos óbitos por trauma estejam relacionados a lesões cardíacas, frequentemente evoluindo com instabilidade hemodinâmica no atendimento pré-hospitalar ou durante o transporte. Nesse cenário, o atendimento imediato na chamada "*golden hour"* (primeira hora pós-trauma) pode ser determinante para a sobrevida do paciente (RAMOS *et al*., 2025; AMORIM *et al*., 2021).

As manifestações clínicas do trauma cardíaco apresentam ampla variabilidade, podendo incluir desde quadros assintomáticos, como ocorre em alguns casos de tamponamento cardíaco, até situações críticas, como hipovolemia severa por ruptura de grandes vasos, especialmente da aorta (AMORIM *et al*., 2020). Os sintomas mais frequentemente relatados incluem dispneia, dor torácica intensa, taquicardia, insuficiência cardíaca aguda e os sinais clássicos da tríade de Beck. A cinemática do trauma, bem como o tipo de lesão – contusa ou penetrante – são fatores que influenciam diretamente nas complicações observadas. No Brasil, o perfil epidemiológico predominante é composto por homens jovens (20 a 29 anos), com alta incidência de traumas contusos, frequentemente associados a acidentes de trânsito, quedas e violência interpessoal (GOMES *et al*., 2025; OLIVEIRA *et al*., 2024).

As lesões miocárdicas decorrentes de trauma fechado são comumente causadas por mecanismos de desaceleração rápida, como colisões automobilísticas e quedas de grande altura. Esses eventos provocam forças de cisalhamento e compressão que resultam em lesões internas, como a contusão miocárdica, que pode evoluir para necrose ou hemorragia local. Aproximadamente 20% das mortes por trauma cardíaco são de origem não penetrante, estando frequentemente associadas à ruptura de grandes vasos, condição que apresenta taxa de mortalidade estimada em até 97%, refletindo seu prognóstico extremamente reservado (OLIVEIRA *et al*., 2024). Além disso, lesões torácicas contusas podem coexistir com fraturas costais e lesões de outros sistemas, como ruptura diafrag-

mática, o que reforça a necessidade de investigação diagnóstica minuciosa, mesmo na ausência de sinais externos evidentes. Nestes casos, exames de imagem e análises laboratoriais complementares são fundamentais para o diagnóstico precoce (GOMES *et al*., 2025).

Nos traumas penetrantes da região precordial, o ventrículo direito é a estrutura mais frequentemente acometida. Esses traumas – também denominados abertos – ocorrem quando há ruptura da integridade torácica por objetos perfurocortantes ou projéteis de arma de fogo (RAMOS *et al*., 2025). Entre suas principais complicações, destacam-se o tamponamento cardíaco e o hemopericárdio, sendo o primeiro especialmente associado a desfechos clínicos desfavoráveis. Lesões provocadas por armas de fogo apresentam maior imprevisibilidade quanto à trajetória balística, possibilidade de fragmentação do projétil e extensão do dano, o que dificulta o planejamento terapêutico (ROSA *et al*., 2025). Dentre os agentes lesivos, as armas de fogo são reconhecidas como os meios de maior letalidade nos traumas cardíacos (AMORIM *et al*., 2021).

Diante de sua gravidade, constata-se que o trauma cardíaco é frequentemente resultado de eventos adversos característicos da vida urbana moderna. Quando o coração é comprometido, há risco iminente de falência sistêmica grave, exigindo resposta rápida e assertiva da equipe médica. Portanto, estratégias de prevenção de acidentes e violências urbanas são fundamentais, embora seus efeitos sejam observados a longo prazo. De forma complementar e imediata, o investimento em pesquisa aplicada à medicina de emergência, bem como a capacitação contínua das equipes de atendimento, despontam como medidas essenciais para o aprimoramento da assistência e melhoria do prognóstico dos pacientes vítimas de trauma cardíaco (RAMOS *et al*., 2025).

Trauma Cardíaco Fechado: Mecanismos e Manifestações Clínicas

O trauma cardíaco fechado resulta da aplicação súbita de força mecânica ao tórax, provocando uma transferência de energia cinética para o coração sem que haja penetração da parede torácica. Essa energia pode causar diversos tipos de lesões no miocárdio, pericárdio, válvulas e estruturas vasculares adjacentes. O mecanismo mais comum envolve a compressão do coração entre o esterno e a coluna vertebral durante o impacto, especialmente em acidentes automobilísticos, quedas de grandes alturas ou agressões físicas com objetos contundentes. Além da compressão direta, o trauma pode incluir uma desaceleração brusca, que provoca movimentos abruptos do coração e das grandes artérias, gerando forças de cisalhamento capazes de causar rupturas em vasos sanguíneos, lacerações nas paredes cardíacas e lesões nas válvulas. Essas lesões podem variar desde contusões localizadas do músculo cardíaco, com formação de hematomas, até rupturas completas da parede do ventrículo ou átrio, que podem levar a hemorragia interna grave e tamponamento cardíaco (GOMES *et al*., 2025).

As manifestações clínicas do trauma cardíaco fechado são amplamente variadas e, muitas vezes, pouco específicas, o que torna o diagnóstico um desafio nas emergências. Os pacientes podem apresentar dor torácica intensa, de início súbito, frequentemente associada a sensação de opressão e desconforto respiratório. A dispneia pode surgir pela presença de edema pulmonar secundário à insuficiência cardíaca ou por contusão pulmonar concomitante. É comum também o desenvolvimento de arritmias cardíacas, que podem variar de extrassístoles benignas até

taquiarritmias potencialmente fatais, como fibrilação ventricular. Alterações no eletrocardiograma são frequentes, incluindo desvios do segmento ST, bloqueios de ramo, e distúrbios do ritmo, que refletem o comprometimento do miocárdio. O exame físico pode revelar sinais de insuficiência cardíaca aguda, como crepitações pulmonares, estase jugular e, em casos de hemopericárdio, hipotensão e pulso rápido e filiforme, indicativos de tamponamento. Nesses casos, o paciente pode apresentar instabilidade hemodinâmica grave, evoluindo para choque cardiogênico (AMORIM *et al*., 2021).

Trauma Cardíaco Penetrante: Etiologia e Apresentação Clínica

O trauma cardíaco penetrante ocorre quando há ruptura da parede torácica seguida da perfuração direta do coração por objetos externos, sendo uma das formas mais graves de trauma torácico. A etiologia desse tipo de lesão está principalmente associada a ferimentos causados por armas de fogo e armas brancas, como facas, estiletes e outros instrumentos cortantes. Em contextos urbanos, a violência interpessoal é a principal causa, com alta incidência em serviços de emergência, enquanto acidentes industriais e iatrogênicos (como durante procedimentos invasivos) são causas menos comuns. A energia cinética transferida pela arma, a trajetória e o calibre do projétil, assim como o local da perfuração, determinam a gravidade da lesão e o prognóstico (LEICHTLE, 2022).

Clinicamente, o trauma cardíaco penetrante manifesta-se frequentemente de forma dramática e rápida, exigindo intervenção imediata. Os sintomas iniciais incluem dor torácica aguda, sangramento externo visível e sinais de comprometimento circulatório. A rápida acumulação de sangue no espaço pericárdico, gerando tamponamento cardíaco, é uma das principais causas de morte, pois a pressão exercida sobre o coração impede seu enchimento adequado, levando à falência hemodinâmica. O triângulo de Beck, formado por hipotensão arterial, distensão das veias jugulares e abafamento dos sons cardíacos, é um conjunto clássico de sinais clínicos indicativos de tamponamento cardíaco. Além disso, o paciente pode apresentar taquicardia, sudorese, palidez e confusão mental, reflexos da redução do débito cardíaco e da perfusão inadequada dos órgãos (KYRIAZIDIS *et al*., 2023).

O exame físico pode evidenciar ferida penetrante no tórax, murmúrios cardíacos anormais, sopros ou até frêmitos palpáveis, que sugerem lesão em válvulas ou septos cardíacos. O diagnóstico deve ser feito com rapidez, baseado na história do trauma, exame clínico e uso de exames complementares como a ecocardiografia focada no trauma (FAST), que possibilita a identificação imediata do tamponamento e de efusões pericárdicas. A radiografia de tórax também pode ser útil para identificar objetos estranhos, deslocamento das estruturas mediastinais e sinais de hemotórax. A tomografia computadorizada pode ser empregada em pacientes hemodinamicamente estáveis para melhor avaliação anatômica (AMORIM *et al*., 2021).

Abordagem Diagnóstico: Exames de Imagem e Critérios Clínicos

Dentre a abordagem diagnóstica, evidenciamos diversos tipos de exames de imagem essencial, mas tudo variando do estado hemodinamico do paciente, abaixo listamos alguns e suas especificações.

Raio-X de Tórax

A radiografia simples de tórax (RX) é um dos primeiros exames realizados na avaliação inicial de pacientes com trauma torácico contuso. Uma revisão retrospectiva de 374 pacientes com trauma, avaliados com RX e tomogra-

fia computadorizada (TC) abdominal, demonstrou que a adição da TC de tórax não aumentou a sensibilidade na detecção de lesões intratorácicas ocultas, nem alterou a condução terapêutica do trauma torácico contuso. Outra série de casos, envolvendo 174 crianças com trauma torácico contuso submetidas a TC e RX, mostrou que os achados clinicamente relevantes na TC de tórax apresentam boa correlação com os achados radiológicos do RX. No entanto, essa maior precisão diagnóstica ocorre ao custo de uma exposição significativamente maior à radiação. Considerando a anatomia em desenvolvimento da caixa torácica e dos órgãos intratorácicos na população pediátrica, a utilidade da TC de tórax em relação ao RX pode ser interpretada de forma distinta daquela observada em adultos com trauma. Entretanto, na atual era da medicina moderna, a realização rotineira de radiografia torácica, em vez de uma ecocardiografia focada avançada ou de uma tomografia computadorizada helicoidal, pode ser considerada uma abordagem ultrapassada. (SHOAR *et al*., 2021).

Eletrocardiograma

Em pacientes hemodinamicamente estáveis com traumatismo contuso no tórax, um eletrocardiograma (ECG) inicial de 12 derivações é bem aceito. No entanto, um ECG normal não exclui uma ICC mesmo em pacientes estáveis e as enzimas cardíacas também devem ser avaliadas se clinicamente indicadas. Em casos hemodinamicamente instáveis, a ressuscitação para estabilizar o estado hemodinâmico deve preceder todos os testes diagnósticos, incluindo um ECG. (HOSSEINI *et al*., 2021).

Biomarcadores Cardíacos

Um estudo prospectivo envolvendo 72 pacientes com trauma e suspeita de contusão cardíaca (BCI) demonstrou que, entre os 10 pacientes com elevação da troponina I cardíaca entre 4 e 6 horas após a admissão, um apresentou disfunção grave do ventrículo esquerdo (VE) e um evoluiu para óbito. No entanto, os 8 pacientes restantes (80%) receberam alta hospitalar sem sequelas cardiovasculares. Em outro estudo prospectivo, que incluiu 71 pacientes consecutivos com BCI atendidos em um centro de trauma de nível I, verificou-se que a presença de um eletrocardiograma (ECG) anormal na admissão e um nível de troponina T superior a 0,20 µg/L foram os únicos preditores de eventos clinicamente adversos. Curiosamente, 41% dos pacientes que apresentavam ECG normal na admissão desenvolveram, posteriormente, alterações eletrocardiográficas clinicamente significativas durante a internação hospitalar. Um estudo adicional demonstrou que a combinação de um ECG e troponina I cardíaca concordantemente anormais ou normais se associou a valores preditivos positivo e negativo de 62% e 100%, respectivamente. Entretanto, é importante ressaltar que as medições foram realizadas apenas até 8 horas após a admissão (NADERAN *et al*., 2021).

Outro estudo avaliou o padrão de variação dos níveis de troponinas cardíacas e da creatina quinase associada à musculatura cardíaca (CK-MB) na admissão e 24 horas após, em pacientes com trauma contuso, comparando aqueles com (38 casos) e sem (51 casos) lesão torácica. Níveis séricos elevados de troponinas cardíacas foram inicialmente observados em 8 a 10% dos pacientes com lesão torácica, aumentando para 20% após 24 horas. De forma semelhante, mas menos pronunciada, pacientes com trauma sem lesão torácica também apresentaram elevação sérica de troponinas, com 2% demonstrando níveis anormais após 24 horas de internação. Além disso, níveis elevados de troponina T cardíaca de alta sensibilidade (hs-cTnT) mostraram boa correlação com a gravidade da lesão, ocorrência de desfechos clínicos adversos e pior

sobrevida a médio prazo (3 anos) em pacientes com trauma torácico contuso. No entanto, a utilidade clínica desse biomarcador ainda não foi avaliada em grandes coortes e, por isso, não foi incorporada às diretrizes mais recentes da Eastern *Association for the Surgery of Trauma* para a gestão dessa condição (KHAVANDI *et al*., 2021).

Avaliação Focada com Ultrassonografia para Trauma/Ecocardiografia

Embora, em pacientes com forte evidência clínica, laboratorial e radiológica de contusão cardíaca (BCI), um ultrassom cardíaco focalizado (FoCUS) pareça ser um passo diagnóstico apropriado, sua precisão na detecção precoce pode ser limitada, principalmente devido à dependência do operador e aos desafios técnicos inerentes ao ambiente de emergência em trauma. No entanto, com treinamento adequado, a acurácia dessa modalidade pode ser significativamente aprimorada (TABIBZADEH *et al*., 2021).

Assim, a ecocardiografia pode ser considerada uma ferramenta diagnóstica complementar na avaliação de casos suspeitos de BCI, mas sua precisão deve ser continuamente monitorada e comparada a outras modalidades diagnósticas, à medida que a equipe médica progride na curva de aprendizado (KHAVANDI *et al*., 2021).

Em uma revisão sistemática de 50 pacientes com BCI, Ali *et al*. relataram que disritmias cardíacas ocorrem em até 80% dos casos, embora apenas um terço desses pacientes tenha apresentado anormalidades ecocardiográficas relevantes. A mortalidade nesse grupo foi de 20%, concentrando-se principalmente nos primeiros dias após o evento traumático. Um estudo prospectivo destacou a utilidade complementar da ecocardiografia transesofágica (ETE) quando a qualidade da ecocardiografia transtorácica (ETT) foi considerada subótima. Entre 105 pacientes com trauma torácico contuso grave, 20 (19%) apresentaram ETT inadequada e foram submetidos à ETE complementar. Esse exame permitiu a detecção adicional de 9 casos de contusão miocárdica, 4 casos de lesão intimal aórtica focal e um caso de transecção aórtica (SHOAR *et al*., 2021).

No entanto, de maneira geral, a avaliação ecocardiográfica raramente resultou em mudanças significativas no manejo clínico dos pacientes com trauma, um achado que também foi corroborado por outros estudos (HOSSEINI *et al*., 2021).

Tomografia Computadorizada

A tomografia computadorizada (TC) está atualmente estabelecida como a modalidade de escolha na avaliação precoce de pacientes com trauma torácico contuso. Além de possibilitar aquisição rápida das imagens e oferecer elevado valor diagnóstico, a capacidade adicional de utilização de contraste e a realização de medições volumétricas tridimensionais contribuem para acelerar o processo de compreensão e tomada de decisão da equipe médica no contexto do trauma. Em um estudo prospectivo envolvendo 110 pacientes consecutivos com trauma torácico contuso, foi comparada a utilidade da ecocardiografia transesofágica (ETE) multiplanar e da TC espiral com contraste no diagnóstico de lesões cardiovasculares em casos graves. Embora ambas as modalidades tenham apresentado precisão diagnóstica semelhante, a ETE demonstrou maior sensibilidade na identificação de lesões íntimas e mediais da aorta torácica. Por outro lado, existem relatos de anormalidades pós-traumáticas que foram inadvertidamente omitidas ou diagnosticadas de forma incorreta pela ecocardiografia transtorácica (ETT), mas que foram adequadamente detectadas pela TC cardíaca, com ou sem uso de contraste. Em todos os casos, o conhecimento clínico acumulado pelos profissionais de saúde, com base nas informações obtidas por meio das

modalidades diagnósticas iniciais e na avaliação clínica do paciente, será fundamental para orientar os próximos passos na abordagem diagnóstica (NADERAN *et al*., 2021).

Imagem por Ressonância Magnética

As Tridimensionais contribuem para acelerar o processo de compreensão e tomada de decisão da equipe médica no contexto do trauma. Em um estudo prospectivo envolvendo 110 pacientes consecutivos com trauma torácico contuso, foi comparada a utilidade da ecocardiografia transesofágica (ETE) multiplanar e da TC espiral com contraste no diagnóstico de lesões cardiovasculares em casos graves. Embora ambas as modalidades tenham apresentado precisão diagnóstica semelhante, a ETE demonstrou maior sensibilidade na identificação de lesões íntimas e mediais da aorta torácica. Por outro lado, existem relatos de anormalidades pós-traumáticas que foram inadvertidamente omitidas ou diagnosticadas de forma incorreta pela ecocardiografia transtorácica (ETT), mas que foram adequadamente detectadas pela TC cardíaca, com ou sem uso de contraste. Em todos os casos, o conhecimento clínico acumulado pelos profissionais de saúde, com base nas informações obtidas por meio das modalidades diagnósticas iniciais e na avaliação clínica do paciente, será fundamental para orientar os próximos passos na abordagem diagnóstica (NADERAN *et al*., 2021).

A ressonância magnética (RM) desempenha um papel limitado na avaliação inicial de pacientes com trauma torácico contuso. Embora as diretrizes de prática da *Eastern Association for the Surgery of Trauma* recomendem a RM como uma ferramenta potencial para diferenciar infarto agudo do miocárdio, há evidências limitadas que sustentem sua viabilidade em contextos de cuidados agudos e ambientes de trauma, principalmente devido à natureza demorada do exame (KHAVANDI *et al*., 2021).

Essa limitação também foi destacada pelos Critérios de Adequação mais recentes do *American College of Radiology* para o manejo do trauma torácico contuso com suspeita de lesão cardíaca. Considerando os avanços significativos na aquisição rápida e na reconstrução altamente precisa das imagens por tomografia computadorizada (TC), atualmente a RM cardíaca possui um papel muito restrito no ambiente do trauma (SHOAR *et al*., 2021).

Testes Diagnósticos para Trauma Cardíaco Penetrante

O clínico deve sempre estar atento a possíveis lesões cardíacas quando pacientes se apresentam após sofrerem qualquer tipo de lesão penetrante. Caso o paciente esteja hemodinamicamente estável e apresente mediastino alargado na radiografia de tórax, o clínico deve manter um alto grau de suspeita para lesão cardíaca. A ultrassonografia é uma excelente ferramenta para determinar a presença de líquido pericárdico. Achados como a tríade de Beck ou o sinal de Kussmaul no exame físico também podem ser indicativos, embora nem sempre estejam presentes. Qualquer lesão com trajetória suspeita de direção ao coração deve levar à imediata preparação para uma possível toracotomia anterolateral de emergência à beira do leito, caso o paciente apresente descompensação aguda (HROMALIK *et al*., 2023).

Janela Pericárdica Subxifóidea

A confiabilidade da técnica de janela pericárdica subxifoide em comparação com a pericardiocentese tem sido objeto de controvérsia na avaliação e no tratamento de lesões cardíacas penetrantes. Essas técnicas podem ser úteis na ausência de ecocardiografia bidimensional. Embora possam demonstrar a presença de hemopericárdio, são procedimentos que demandam tempo. Além disso, a janela pericárdica pode expor uma lesão cardíaca através de uma

incisão muito pequena, o que pode exigir uma operação torácica secundária de maior porte. A exploração pericárdica transdiafragmática durante uma laparotomia foi descrita em casos de pacientes com lesões toracoabdominais combinadas. A janela pericárdica transdiafragmática laparoscópica também foi relatada em pacientes mais estáveis. No entanto, se uma lesão for identificada, o paciente ainda poderá necessitar de uma operação secundária maior para permitir uma exposição ideal do coração e um tratamento adequado (WALL JR *et al*., 2023).

Ecocardiografia Bidimensional

A ecocardiografia tornou-se o padrão-ouro no diagnóstico inicial e na avaliação de pacientes com lesão torácica penetrante. O diagnóstico baseia-se na detecção de hemopericárdio, sendo um exame rápido e facilmente reprodutível. Governatori realizou uma revisão de diversos estudos que demonstraram que a ecocardiografia possui alta precisão, atingindo até 96–97%, com sensibilidade e especificidade próximas de 100%. Além disso, a ecocardiografia pode ser utilizada para delinear melhor a presença de corpos estranhos intramiocárdicos localizados dentro das câmaras cardíacas. Recomendamos o uso da ultrassonografia para a detecção de fluido pericárdico em todos os pacientes com suspeita de lesão cardíaca penetrante, pois é um exame rápido, reprodutível e que pode influenciar de forma decisiva o manejo operatório (MATTOX *et al*., 2023).

Indicações e Técnicas de Intervenção Cirúrgica de Emergência

De início, para o tratamento de pacientes com lesões cardíacas traumáticas, deve-se seguir o protocolo ATLS. Após isso, o tratamento será realizado de acordo com o tipo de trauma cardíaco (contuso ou penetrante), com o reparo cirúrgico sendo geralmente escolhido nos traumas penetrantes, principalmente em casos de ruptura pericárdica e ruptura cardíaca (WARRINGTON & MAHAJAN, 2024).

O trauma penetrante afeta mais homens jovens, e é causado principalmente por arma branca e arma de fogo, sendo mais localizado no ventrículo direito. O principal manejo inicial é o uso de ultrassonografia, ecocardiograma e tomografia computadorizada, para identificar a lesão internamente, no caso de pacientes hemodinamicamente estáveis. Em pacientes instáveis, a abordagem cirúrgica de emergência é o manejo de escolha inicial (SALAS *et al*., 2023).

A ruptura cardíaca é letal a depender da localização e extensão do dano. O reparo operatório é indicado com esternotomia ou toracotomia, mas para fechar a ferida cardíaca temporariamente, o uso de um cateter de Foley é o indicado, pois apenas a colocação desse cateter pode fornecer uma rota para ressuscitação rápida enquanto também fecha a ferida. O reparo pode ocorrer com suturas de polipropileno 3-0. O uso de Pledgets também são importantes, sendo geralmente utilizados para distribuir a tensão durante o reparo de feridas ventriculares (WARRINGTON & MAHAJAN, 2024).

A toracotomia de emergência é um dos procedimentos de escolha, geralmente indicada na presença de ferimento penetrante torácico com parada cardíaca, tamponamento cardíaco evidente, ou hemotórax maciço. Geralmente, é realizado por meio de uma incisão anterolateral esquerda no quinto espaço intercostal, com o intuito de acessar e controlar o sangramento. É um procedimento cirúrgico invasivo indicado em casos graves, pois envolve acesso direto às vísceras torácicas. E deve ser indicada quando outras intervenções estão irresolutas (ROSA *et al*., 2025; OLIVEIRA *et al*., 2024).

Entretanto, a toracotomia é controversa devido à baixa taxa de sobrevivência. Porém, ainda é realizada nessas situações selecionadas,

especialmente em vítimas de trauma penetrante (WARRINGTON & MAHAJAN, 2024).

Quando há lacerações ou sangramentos da artéria coronária devem ser tratados cirurgicamente para controlar a artéria envolvida (WARRINGTON & MAHAJAN, 2024). E nos casos de remoção de um objeto, poderá ocorrer apenas em salas cirúrgicas, pois caso contrário, pode haver o bloqueio de possíveis lesões vasculares (OLIVEIRA *et al*., 2024). Na lesão aórtica torácica contusa de graus I e II podem ser tratadas clinicamente. Já nas lesões de graus III e IV devem ser submetidas a intervenção cirúrgica (com a de grau III podendo ser prorrogada por algumas horas). O reparo endovascular é o recomendado por causa das suas menores taxas de morbimortalidade (GRIFFARD & KODADEK, 2024).

Para o reparo das lesões atriais, realiza-se a colocação de uma pinça de Satinsky sob a lesão. Com isso, o defeito pode ser fechado com sutura contínua de prolene 5-0 ou 6-0 em formato de colchão horizontal. Quando as paredes atriais são finas, para reforçar o reparo, utiliza-se packets ou remendos de pericárdio autólogo. No caso de laceração ventricular pode ser reparada com sutura de polipropileno 3-0 ou 4-0 em colchão horizontal. Se houver descoloração imediata do tecido, discinesia ou arritmia, deve haver a remoção da sutura (LEE *et al*., 2025).

A maioria dos reparos podem ocorrer sem circulação extracorpórea (CEC). Os procedimentos mais comuns realizados com CEC são reparos de vasos coronários (65%), seguidos por reparos não valvares e não septais (35%). O reparo de lesão penetrante utilizando a CEC, é recomendado em lesão próxima às principais artérias coronárias, falha do reparo ou expansão do defeito com tentativa de um reparo anteriormente. A mortalidade é menor nos reparos com uso de CEC, mas os pacientes tiveram uma taxa maior de complicações hospitalares, como parada cardíaca, pneumonia e trombose venosa profunda (LEE *et al*., 2025).

Cuidados Pós-operatórios e Complicações Comuns

As lesões cardíacas, embora raras, são potencialmente fatais, uma vez que uma proporção significativa das vítimas evolui para óbito antes mesmo de chegar ao hospital. Mesmo entre os pacientes que chegam com vida, a mortalidade hospitalar continua elevada, apesar dos avanços significativos no atendimento ao trauma, incluindo as constantes atualizações do protocolo de Suporte Avançado de Vida no Trauma (ATLS).A chave para melhorar os desfechos nesses casos está em um conjunto de medidas que inclui o transporte rápido da vítima para um centro especializado, o reconhecimento precoce do trauma cardíaco por meio da avaliação clínica associada à ultrassonografia focada no trauma (FAST), e a tomada de decisão ágil para realizar toracotomia de emergência ou transferir imediatamente o paciente para o centro cirúrgico, garantindo intervenção cirúrgica com ressuscitação contínua. Esses elementos são fundamentais para o sucesso no manejo de pacientes com lesão cardíaca associada a tamponamento cardíaco ou hemorragia exsanguinante. Já as lesões cardíacas contusas, que podem se manifestar com arritmias, disfunção miocárdica ou insuficiência cardíaca, frequentemente requerem monitoramento contínuo e suporte anestésico especializado, sobretudo em casos que demandam procedimentos cirúrgicos para tratar outras lesões associadas. Tais cenários exigem uma abordagem multidisciplinar, baseada em protocolos institucionais bem definidos e objetivos assistenciais compartilhados entre as equipes envolvidas (GUPTA *et al.*, 2023).

Em um estudo, em que a maioria dos pacientes submetidos à revascularização miocárdi-

ca era do sexo masculino, com faixa etária entre 41 e 64 anos. Esse grupo acabou apresentando, de modo geral, menor risco de complicações pós-operatórias. Por outro lado, os pacientes classificados como de alto risco evoluíram com maior frequência para complicações pulmonares no período pós-operatório (ALMEIDA *et al.*, 2024). A mortalidade e a morbidade entre pacientes cirúrgicos de alto risco tendem a ser elevadas, especialmente em contextos com recursos limitados. A implementação de cuidados perioperatórios aprimorados tem potencial significativo para reduzir mortes evitáveis. No entanto, tais estratégias devem ser cuidadosamente adaptadas às realidades e necessidades específicas de cada local, considerando as limitações estruturais, de equipe e de acesso a tecnologias (STAHLSCHMIDT *et al.*, 2022).

A infecção do sítio cirúrgico (ISC) é a infecção relacionada à assistência à saúde (IRAS) mais comum entre pacientes submetidos a procedimentos cirúrgicos, representando cerca de 14 a 16% de todas as IRAS. Estudos de revisão apontam que as ISCs são um dos principais riscos à segurança do paciente e constituem a terceira causa mais frequente de infecção entre pacientes hospitalizados em hospitais brasileiros.No contexto das cirurgias cardíacas, as ISCs - também denominadas ISSCs - configuram complicações significativas que podem se manifestar até 30 dias após o procedimento. Essas infecções estão associadas ao aumento da morbidade e da mortalidade, prolongamento da hospitalização e elevação dos custos hospitalares e sociais. De fato, as infecções são as complicações mais prevalentes no pós-operatório de cirurgias cardíacas. Um estudo internacional realizado com 123 pacientes internados em enfermarias de cirurgia cardíaca revelou que entre 17% e 23% dos pacientes desenvolvem ISSCs, devido à presença de múltiplos fatores de risco e maior vulnerabilidade clínica. A ocorrência de ISCs está relacionada a diversos fatores, entre os quais se destacam características sociodemográficas e clínicas do paciente, a natureza invasiva do procedimento, as práticas da equipe cirúrgica e as possibilidades de contaminação intraoperatória. Entre os fatores intrínsecos ao paciente, ressaltam-se idade avançada, gênero, hábitos de vida, estado nutricional e comorbidades pré-existentes. No que se refere ao procedimento cirúrgico, destacam-se a complexidade da revascularização miocárdica, a duração da cirurgia, a necessidade de transfusões sanguíneas e o uso de circulação extracorpórea. Do ponto de vista da equipe de saúde, fatores como a administração adequada da profilaxia antimicrobiana e a realização correta da antissepsia do sítio cirúrgico são determinantes. Além disso, práticas específicas - como a remoção de pelos, a preparação da área operatória, a manutenção da normotermia e o controle rigoroso da assepsia - têm papel fundamental na prevenção de contaminações. A adoção de protocolos e *checklists* de segurança cirúrgica por instituições de saúde e equipes multiprofissionais tem demonstrado impactos positivos na redução da morbimortalidade, especialmente nas últimas décadas. Um estudo realizado em centros cardíacos na Holanda avaliou a introdução de uma lista de verificação pré-incisão em 5.937 pacientes adultos submetidos à cirurgia cardíaca. Os resultados indicaram uma redução significativa na taxa de mortalidade em até 120 dias após a implementação do protocolo. Diante desse cenário, destaca-se a importância de práticas baseadas em evidências por parte das equipes multidisciplinares envolvidas em intervenções cardíacas. O reconhecimento e a gestão dos fatores de risco contribuintes para a ISC são essenciais para o planejamento da assistência de enfermagem perioperatória, com foco na prevenção dessas infecções e na melhoria da segurança do paciente (PEREIRA *et al*., 2023).

Aplicação de Protocolos Emergenciais e Tecnologias Avançadas

O trauma torácico, especialmente nas formas cardíacas fechada e penetrante, representa um desafio diagnóstico e terapêutico nas salas de emergência. A detecção precoce de complicações como tamponamento cardíaco, hemotórax e pneumotórax é fundamental para a sobrevida do paciente. A ultrassonografia focada, especialmente o protocolo *Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma* (EFAST), pode ser definido como uma ferramenta essencial e não invasiva para a avaliação em ambiente de terapia intensiva permite uma avaliação inicial, rápida e eficiente do espaço do pericárdico, da pleura e da cavidade abdominal. A incorporação do EFAST ao protocolo ATLS contribui para a priorização da tomada de decisão clínica, diminuindo o tempo até a intervenção cirúrgica. A portabilidade dos aparelhos e sua capacidade de serem utilizados ainda durante a abordagem primária do paciente politraumatizado reforçam o papel central dessa tecnologia no cenário emergencial (DEVADOSS, 2021).

No cenário do trauma cardíaco, especialmente em situações de urgência como parada cardiorrespiratória ou instabilidade hemodinâmica grave, o ultrassom à beira-leito – conhecido como POCUS (*Point of Care Ultrasound*) – tem se consolidado como uma ferramenta diagnóstica indispensável por possibilitar uma avaliação rápida, dinâmica e não invasiva das principais causas reversíveis de deterioração clínica em pacientes politraumatizados. É importante integrar o POCUS com o protocolo ABCDE do ATLS, particularmente nas fases A (vias aéreas com controle cervical), B (ventilação) e C (circulação). Na avaliação da função cardíaca, o POCUS pode detectar contratilidade diminuída, dilatação de câmaras direitas, colapso diastólico do ventrículo direito (indicando tamponamento) ou sinais indiretos de embolia pulmonar. Além disso, o sucesso da aplicação do POCUS depende diretamente da capacidade técnica da equipe, da padronização dos exames e da interpretação integrada dos achados com o quadro clínico. Assim, a capacitação contínua de profissionais da emergência e terapia intensiva é fundamental para maximizar o impacto do ultrassom na sobrevida dos pacientes traumatizados (WASTL, 2024).

A ecocardiografia transesofágica (ETE) é uma tecnologia avançada na monitorização e avaliação hemodinâmica de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca, incluindo os casos de trauma torácico penetrante ou fechado com acometimento cardíaco. Sua utilização no intraoperatório permite uma avaliação anatômica e funcional em tempo real. Diferentemente da ecocardiografia transtorácica, a ETE oferece imagens de alta resolução devido à sua proximidade com estruturas cardíacas críticas. Isso a torna especialmente útil em cenários cirúrgicos complexos, como os que envolvem tamponamento cardíaco, dissecção de grandes vasos, lesões valvares traumáticas ou avaliação da função ventricular comprometida. Com a ETE, é possível identificar precocemente efusões pericárdicas e tamponamentos, avaliar a integridade valvar, analisar a contratilidade miocárdica e verificar a eficácia das intervenções cirúrgicas pós controle das lesões. A ecocardiografia transesofágica deve ser considerada uma ferramenta diagnóstica de primeira linha no manejo intraoperatório de traumas cardíacos, contribuindo para a tomada de decisão em tempo real e potencialmente melhorando os desfechos clínicos dos pacientes gravemente feridos (GARG & PANKAJ, 2023).

CONCLUSÃO

O trauma cardíaco, seja em sua forma contusa ou penetrante, permanece como uma das

condições mais desafiadoras e potencialmente letais no contexto da medicina de emergência e do atendimento ao politraumatizado. Este estudo evidenciou que o diagnóstico precoce, aliado à utilização racional de exames complementares - como ecocardiografia, tomografia computadorizada e ultrassonografia à beira-leito - é fundamental para o reconhecimento das lesões cardíacas, muitas vezes mascaradas por quadros clínicos inespecíficos ou múltiplas lesões associadas.

Além disso, a atuação integrada de equipes multiprofissionais treinadas, o seguimento de protocolos como o ATLS e a adoção de tecnologias como o POCUS e a ecocardiografia transesofágica demonstram impacto significativo na redução da morbimortalidade associada. A intervenção cirúrgica precoce, quando indicada, é decisiva para a sobrevida do paciente, sobretudo nos casos de tamponamento cardíaco, ruptura de câmaras cardíacas ou hemopericárdio.

Por fim, ressalta-se a importância de contínuos investimentos em capacitação profissional, estrutura hospitalar e pesquisa científica, visando otimizar o tempo de resposta e a qualidade assistencial frente a essas emergências cardiovasculares. Somente por meio de uma abordagem sistematizada e baseada em evidências será possível melhorar os desfechos clínicos e ampliar a sobrevida de pacientes acometidos por traumas cardíacos graves.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, CL.; OLIVEIRA, JSB.; PIRES, CGDS *et al*. Risk Assessment for Postoperative Complications in Patients Undergoing Cardiac Surgical Procedures. Revista Brasileira de Enfermagem, v. 77, n. 4, p. e20230127, 20 set. 2024. DOI: https://doi.org/-10.1590/0034-7167-2023-0127

AMORIM, WWS. *et al*. Tamponamento Cardíaco por Trauma Torácico Contuso: Relato de Caso. Revista Eletrônica Acervo Saúde, Manaus, vol. Sup., n. 50, e3417, 2020. DOI: https://doi.org/10.25248/reas.e3417.2020

BARCELOS, CG. *et al*. Ferimento em Zona de Ziedler por Arma Branca: Um Relato de Caso. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, São Paulo, v. 10, n. 8, p. 1160–1164, ago. 2024. DOI: https://doi.org/10.51891/rease.v10i8.15153

DEVADOSS, H. *et al*. Diagnostic accuracy of e-FAST in stable blunt trauma chest: a prospective analysis of 110 cases at a tertiary care center. Indian Journal of Critical Care Medicine: Peer-reviewed, Official Publication of Indian Society of Critical Care Medicine, v. 25, n. 10, p. 1167–1172, 2022. DOI: 10.5005/jp-journals-10071-23995

GARG, P. *et al*. Transesophageal echocardiography: a tool for intraoperative assessment of coronary blood flow. Journal of Surgical Case Reports, v. 2023, n. 1, p. rjac603, 2023. DOI: 10.1093/jscr/rjac603

GOMES, P. *et al*. Lesão cardíaca ocasionada por trauma torácico por arma branca: relato de caso. Contemporânea – Revista de Ética e Filosofia Política, Marabá, v. 3, n. 6, p. 6533–6551, 2023. DOI: 10.56083/RCV3N6-098

GRIFFARD, J.; KODADEK, LM. Management of blunt chest trauma. The Surgical Clinics of North America, v. 104, n. 2, p. 343–354, 2024. DOI: 10.1016/j.suc.2023.09.007

GUPTA, B. *et al*. Comprehensive management of the patient with traumatic cardiac injury. Anesthesia & Analgesia, v. 136, n. 5, p. 877–893, maio 2023.DOI: 10.1213/ANE.0000000000006380

HROMALIK, LR. *et al*. Penetrating cardiac injury: a narrative review. Mediastinum, v. 7, p. 15-22. 2023. DOI: 10.21037/med-22-18

KYRIAZIDIS, IP. *et al*. Accuracy of diagnostic tests in cardiac injury after blunt chest trauma: a systematic review and meta-analysis. World Journal of Emergency Surgery, v. 18, n. 1, p. 36, 2023. DOI: 10.1186/s13017-023-00504-9

LEE, C. *et al*. Cardiac trauma: a review of penetrating and blunt cardiac injuries. The American Surgeon, v. 91, n. 3, p. 423–433, 2025. DOI: 10.1177/00031348241307400

OLIVEIRA, AS. *et al*. Abordagem ao paciente com trauma torácico: lesões e tratamentos emergenciais. Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences, [S. l.], v. 6, n. 5, p. 986–1000, 2024. DOI: https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n5p986-1000

PENDLETON, AC.; LEICHTLE, SW. Cardiac tamponade from blunt trauma. The American Surgeon, v. 88, n. 6, p. 1319–1321, 2022. DOI: 10.1177/0003134820942170

PEREIRA, AG. *et al*. Factors Associated with Surgical Site Infection in Myocardial Revascularization: A Retrospective Longitudinal Study. Revista Brasileira de Enfermagem, v. 76, p. e20230108, 2023. DOI: https://doi.org/10.1590/0034-7167-2023-0108

RAMOS, AL. *et al*. Trauma torácico pediátrico: manejo cirúrgico de lesões cardíacas e vasculares. Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 75–86, jan. 2025. DOI: https://doi.org/10.36557/2674-8169.2025v7n1p75-86

ROSA, GLM. *et al*. Trauma torácico: classificação, diagnóstico e abordagens terapêuticas no manejo das lesões torácicas agudas. Brazilian Journal of Health Review, [S. l.], v. 8, n. 2, p. e79023, 2025. DOI: https://doi.org/10.34119/bjhrv8n2-313

SHOAR, S. *et al*. Cardiac injury following blunt chest trauma: diagnosis, management, and uncertainty. International Journal of Burns and Trauma, v. 11, n. 2, p. 80-89, 2021.

STAHLSCHMIDT, A. *et al*. Enhanced peri-operative care to improve outcomes for high-risk surgical patients in Brazil: a single-centre before-and-after cohort study. Anaesthesia, v. 77, n. 4, p. 416–427, abr. 2022. DOI: 10.1111/anae.15671

WARRINGTON, SJ.; MAHAJAN, K. Cardiac trauma. In: STATPEARLS [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2024.

WASTL, D. *et al*. How to perform Point of Care Ultrasound at resuscitation and when it is useful. Medical Ultrasonography, 2024. DOI: 10.11152/mu-4439

WEBER, B. *et al*. Trauma, a matter of the heart – molecular mechanism of post-traumatic cardiac dysfunction. International Journal of Molecular Sciences, v. 22, n. 2, p. 737, 2021. DOI: 10.3390/ijms22020737