

# Tratamento híbrido de trauma penetrante de aorta toracoabdominal com embolização balística para artéria poplítea - relato de caso

## *Hybrid treatment of penetrating trauma of the thoraco-abdominal aorta with bullet embolism to the popliteal artery - case report*

Thiago Filomena Lombard<sup>1</sup> , Luisa Silveira Birck<sup>1</sup> 

### Resumo

A embolia balística é uma complicação rara decorrente de ferimentos por arma de fogo, cuja incidência tem aumentado devido ao crescente número de lesões provocadas por projéteis de baixa velocidade no contexto civil. O aumento da violência urbana e o uso disseminado de armas de fogo com esse tipo de projétil tornam o diagnóstico de embolia balística mais frequente, tornando essencial o reconhecimento dos fatores de risco associados a esse evento. Tanto o tratamento do ferimento de entrada quanto a remoção do êmbolo balístico podem ser realizados com sucesso por via cirúrgica aberta, endovascular ou híbrida, devendo ser consideradas as particularidades de cada caso. Relatamos o caso de um paciente do sexo masculino, de 16 anos, que apresentou trauma penetrante de aorta, além da presença de projétil intra-arterial na artéria poplítea direita, submetido a abordagem híbrida para o tratamento das lesões.

**Palavras-chave:** ferimento arma de fogo; trauma; aorta; embolia balística; relato de caso.

### Abstract

Bullet embolism is a rare complication of gunshot wounds, but its incidence has increased due to the increasing number of wounds caused by low-velocity firearms in civilian settings. The increase in urban violence and widespread use of firearms with low-velocity projectiles have made diagnosis of ballistic embolism more common, so it is essential to recognize the risk factors for such events. Both treatment of the entry wound and removal of the ballistic embolism can be successfully performed by open, endovascular, or hybrid surgery, and the particularities of each case should be considered. We report the case of a 16-year-old male patient who presented with penetrating aortic trauma in addition to an intra-arterial firearm projectile in the right popliteal artery and underwent hybrid surgery to treat his injuries.

**Keywords:** gunshot wound; trauma; aorta; ballistic embolism; case report.

**Como citar:** Lombard TF, Birck LS. Tratamento híbrido de trauma penetrante de aorta toracoabdominal com embolização balística para artéria poplítea - relato de caso. J Vasc Bras. 2025;24:e20250096. <https://doi.org/10.1590/1677-5449.202500961>

<sup>1</sup> Instituto de Saúde São Lucas de Pato Branco – ISSAL, Pato Branco, PR, Brasil.

Fonte de financiamento: Nenhuma.

Conflito de interesse: Os autores declararam não haver conflitos de interesse que precisam ser informados.

Submetido em: Agosto 25, 2025. Aceito em: Outubro 13, 2025.

O estudo foi realizado no Instituto de Saúde São Lucas de Pato Branco (ISSAL), Pato Branco, PR, Brasil.

Aprovação do comitê de ética: O protocolo foi aprovado pelo Comitê de Ética de nossa instituição Instituto de Saúde São Lucas de Pato Branco (parecer número 7.231.289; Certificado de Apresentação de Apreciação Ética: 80193724.0.0000.5330).



Copyright© 2025 Os autores. Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

## INTRODUÇÃO

A embolia balística é uma complicação incomum após ferimentos por arma de fogo. Para que ocorra, o projétil deve apresentar baixa energia cinética no momento em que penetra o vaso sanguíneo ou o coração, atravessando apenas uma das paredes, sem transfixá-las. Além disso, o diâmetro do vaso deve ser maior que o do projétil<sup>1,2</sup>.

Apesar de se tratar de um fenômeno raro, o aumento na incidência de ferimentos por arma de fogo de baixa velocidade no contexto civil aumenta a probabilidade de sua ocorrência<sup>1</sup>.

A raridade e a frequente falta de sintomas precoces relacionados à embolia balística podem levar ao atraso no diagnóstico e no tratamento, resultando em risco de perda de membro e de morte, tanto pela lesão inicial quanto pelo evento de migração<sup>3</sup>.

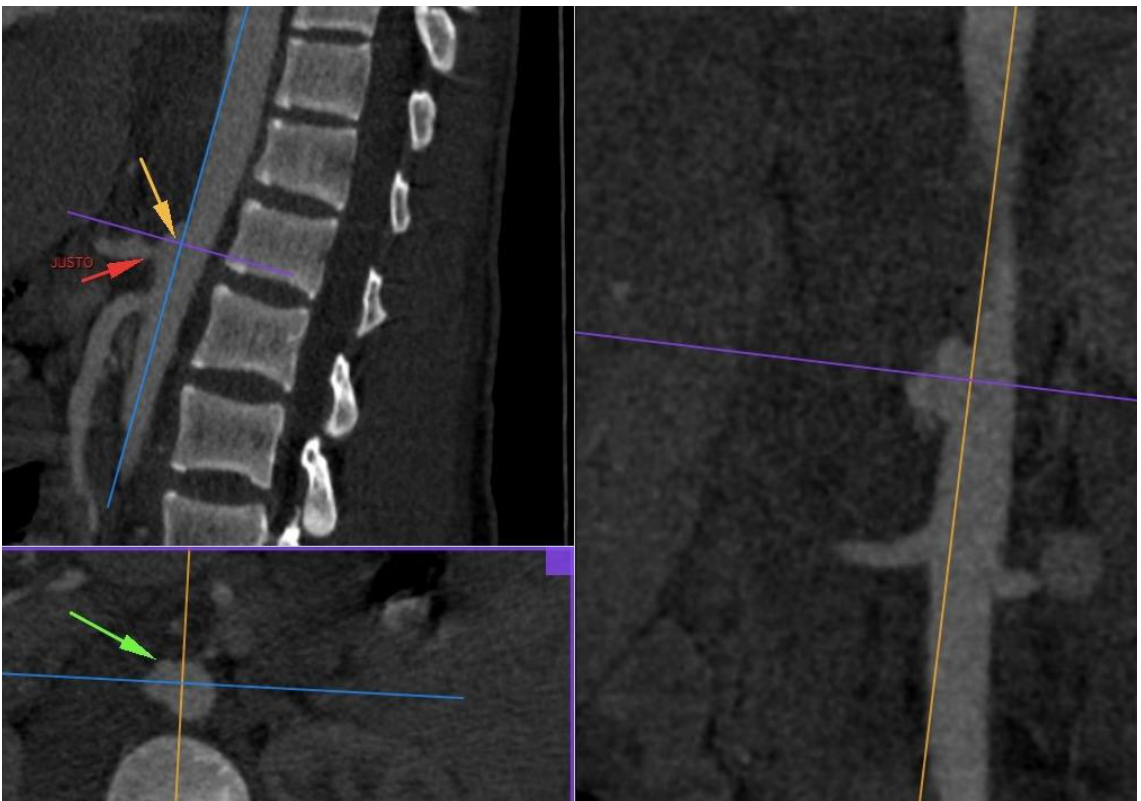
No presente artigo, relatamos um caso de embolia balística com sítio de entrada na aorta toracoabdominal e embolização para a artéria poplítea direita, tratada com sucesso por abordagem híbrida.

O protocolo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa de nossa instituição (parecer número 7.231.289; Certificado de Apresentação para Apreciação Ética: 80193724.0.0000.5330).

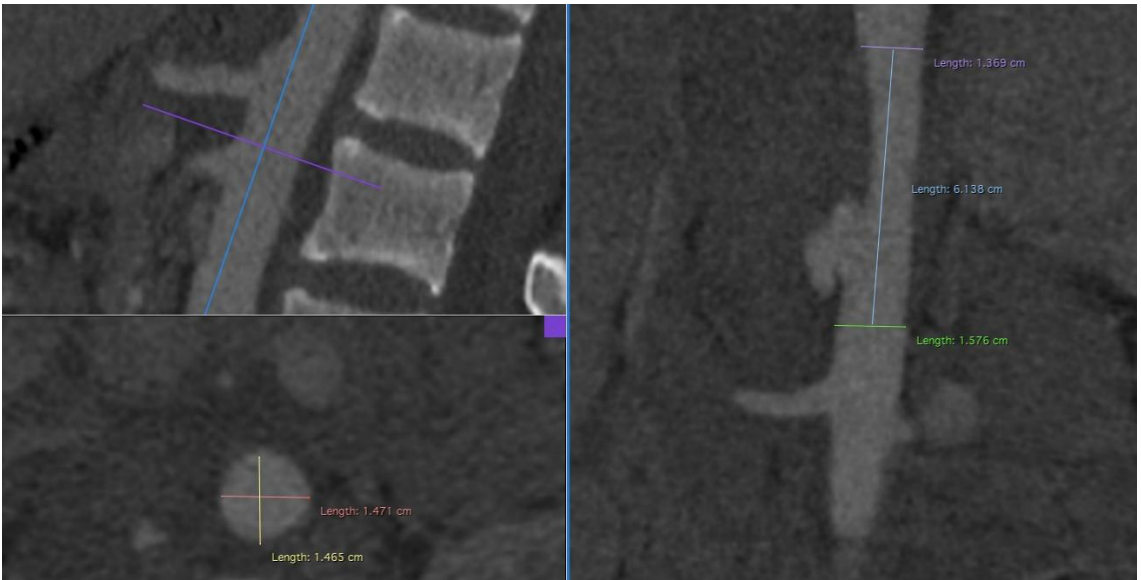
## RELATO DO CASO

Paciente do sexo masculino, 16 anos, previamente hígido, foi encaminhado ao setor de emergência devido a ferimento por arma de fogo em transição toracoabdominal direita. Na admissão, foi realizada tomografia computadorizada com contraste, que evidenciou contusão pulmonar e hemotórax bilateral, além de hemorragia retroperitoneal e líquido livre na pelve.

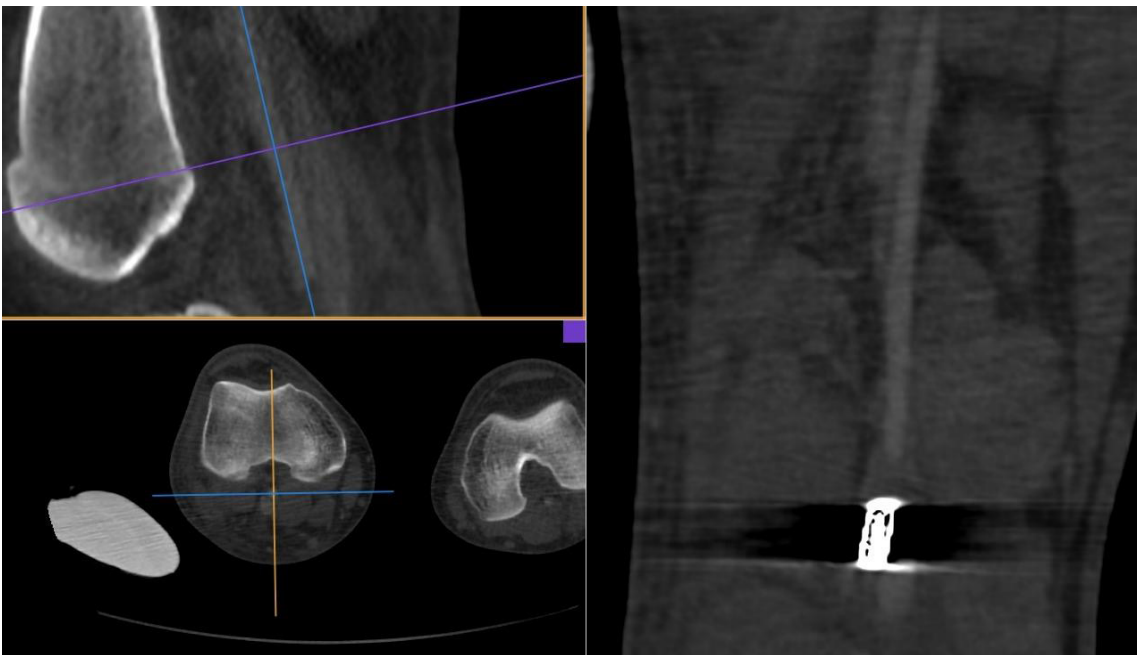
O paciente foi submetido a laparotomia exploradora no hospital de origem, sem identificação de lesões de grandes vasos ou vísceras, sendo realizada toracostomia em selo d'água à direita. Quatro dias após, apresentou dor intensa e paresia do membro inferior direito. Foi realizado eco-Doppler arterial, que identificou oclusão da artéria poplítea direita por projétil de arma de fogo localizado no interior do lúmen vascular. Em seguida, o paciente foi submetido a angiotomografia, que revelou trauma penetrante aórtico grau III (pseudoaneurisma) na transição toracoabdominal, adjacente à emergência do tronco celíaco (Figuras 1 e 2), e projétil de arma de fogo intra-arterial em segmento P2 da artéria poplítea direita (Figura 3).



**Figura 1.** Imagem de angiotomografia computadorizada demonstrando pseudoaneurisma de aorta na transição toracoabdominal, adjacente à emergência do tronco celíaco.



**Figura 2.** Imagens de angiotomografia computadorizada demonstrando o planejamento cirúrgico, com mensuração dos diâmetros da aorta para o posicionamento da endoprótese.



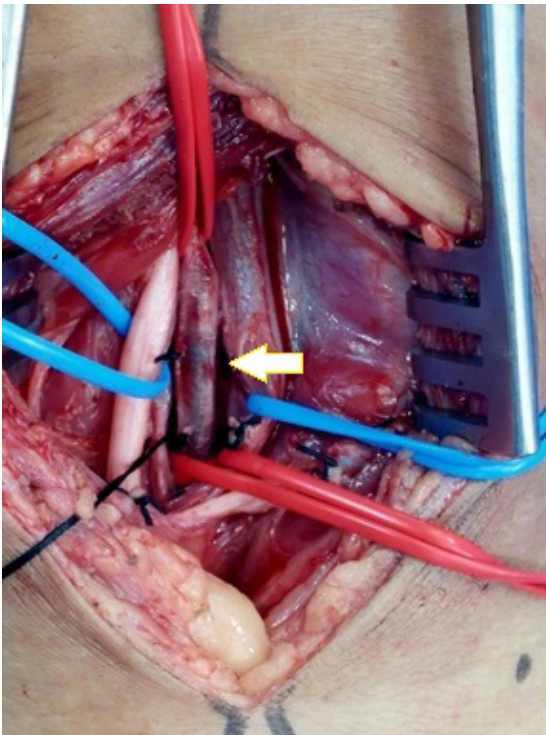
**Figura 3.** Imagem de angiotomografia computadorizada demonstrando projétil no interior do lúmen arterial, na topografia do segmento P2 da artéria poplíteia.

O paciente foi admitido em nosso serviço de Cirurgia Vascular hemodinamicamente estável, sem dor torácica ou abdominal. O membro inferior direito apresentava temperatura reduzida, ausência dos pulsos poplíteo e distais, além de dor e paresia.

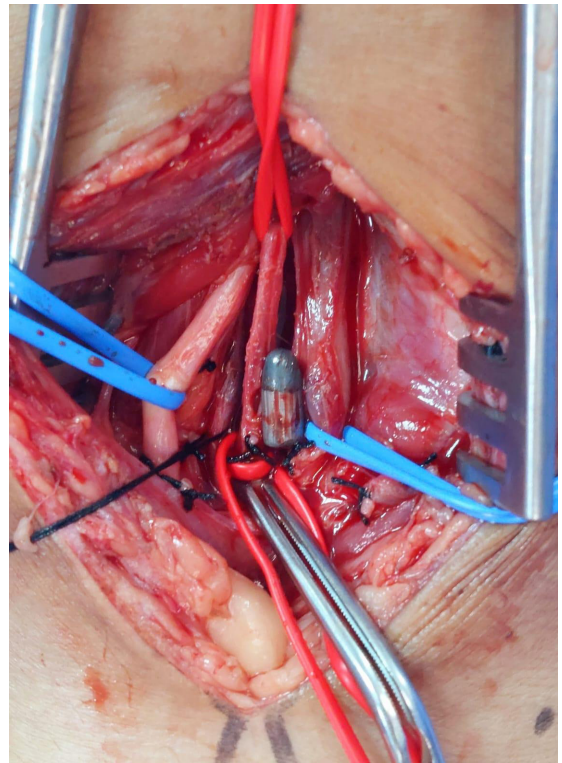
Foi realizada correção endovascular da lesão penetrante da aorta toracoabdominal utilizando ramo ilíaco de

endoprótese abdominal medindo 16 x 16 x 82 mm, por acesso femoral, considerando que o diâmetro da aorta era de 14,2 mm (anteroposterior) x 14,0 mm (laterolateral). A distância entre a lesão aórtica e a origem da artéria mesentérica superior era de 3,3 cm, sendo necessária a cobertura do tronco celiaco devido à proximidade do pseudoaneurisma. Em seguida, o paciente foi posicionado





**Figura 4.** Dissecção das estruturas da fossa poplíteia. A seta indica a artéria poplíteia no centro da imagem, sendo possível observar o projétil intraluminal por transparência.



**Figura 5.** Retirada do projétil do interior do lúmen da artéria poplíteia.

em decúbito ventral e submetido a arteriotomia de artéria poplíteia por abordagem posterior, com retirada do projétil de arma de fogo e restabelecimento do fluxo (Figuras 4, 5, 6 e 7).

O paciente apresentou boa evolução pós-operatória, mantendo estabilidade hemodinâmica e melhora sintomática do membro inferior direito. No exame físico do pós-operatório imediato, apresentou pulso pedioso e boa perfusão periférica. Não houve repercussões hemodinâmicas no território irrigado pelo tronco celiaco, com evolução sem alterações nas transaminases hepáticas e sem sinais de isquemia visceral. O paciente recebeu alta do serviço de Cirurgia Vascular no 3º dia pós-operatório.

Foi realizada angiotomografia computadorizada de seguimento 60 dias após o procedimento, observando-se selamento da lesão aórtica. A origem do tronco celiaco encontrava-se coberta pela endoprótese, porém foi detectado fluxo em seu interior, proveniente de colaterais. A artéria mesentérica superior permanecia pervia (Figura 8). O paciente estava assintomático tanto do ponto de vista toracoabdominal quanto em relação ao membro inferior direito.



**Figura 6.** Projétil removido da artéria poplíteia, acompanhado de trombo em formação distalmente ao local de impactação.



**Figura 7.** Demonstração do tamanho do projétil removido da artéria poplíteia.

## ■ DISCUSSÃO

A embolia balística é um evento raro. Estudos estimam uma incidência de 0,3% durante a Guerra do Vietnã e 1,1% nos conflitos no Afeganistão e Iraque<sup>4,5</sup>. Projéteis de baixa energia, mais comuns no ambiente civil, implicam risco aumentado de penetração incompleta dos vasos sanguíneos e, consequentemente, de embolização. A incidência de êmbolos balísticos em contextos não militares ainda não é totalmente conhecida<sup>5</sup>.

O projétil deve ter energia suficiente apenas para penetrar uma das paredes do vaso e permanecer no interior de seu lúmen, sem transfixá-lo. No trauma civil, 80% dos casos são decorrentes de projéteis de pequeno calibre e baixa velocidade<sup>2</sup>. Uma vez no interior do vaso, a direção da embolização dependerá da pressão hidrostática, da gravidade e da posição em que o indivíduo se encontrava no momento do ferimento, além de fatores anatômicos<sup>6</sup>.

A maioria dos pacientes são do sexo masculino (91%), com idade entre 20 e 40 anos<sup>5</sup>. Estatisticamente, múltiplos ferimentos por arma de fogo aumentam a probabilidade de embolia balística; entretanto, o mais provável é que o paciente apresente o fenômeno

secundário a um único ferimento, pois esta é a forma mais comum de lesão por arma de fogo em geral<sup>5</sup>. No caso apresentado, o paciente é mais jovem do que a média relatada na literatura (16 anos) e apresentava somente um único ferimento por arma de fogo.

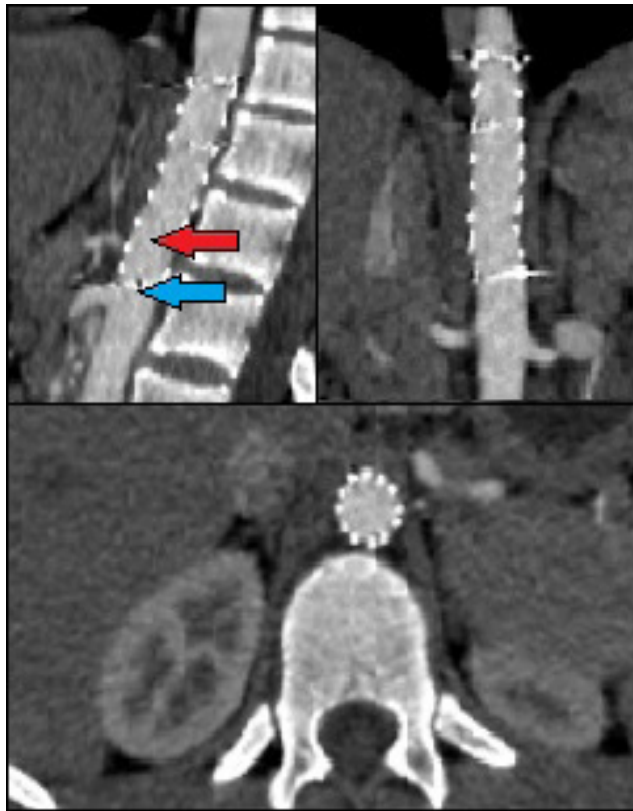
Os ferimentos que resultam em embolia balística estão geralmente localizados no tórax (39%), seguidos pelo abdome (23%) e pela região cervical (11%). Nos ferimentos ocorridos no tronco (tórax, abdome e pelve), a embolização do projétil ocorreu mais frequentemente em casos com entrada anterior (54,3%)<sup>5</sup>.

Estudos mais antigos apontavam que a embolia balística ocorria até duas vezes mais no sistema arterial<sup>1</sup>. Porém, em revisão sistemática mais recente<sup>5</sup>, verificou-se maior frequência de eventos embólicos de projéteis resultantes de lesão venosa (56%), seguida por arterial (27%) e cardíaca (15%). Uma das hipóteses levantadas pelos autores para essa mudança foi o aumento do uso de métodos de imagem não invasivos, permitindo maior detecção de eventos embólicos assintomáticos. Quanto aos ferimentos arteriais, o sítio de entrada mais comum foi a aorta (38%), seguida pelas artérias carótida (21%), femoral (12%) e ilíaca (10%)<sup>5</sup>.

Metade dos projéteis embolizados impacta nas artérias dos membros inferiores, seguindo a direção do fluxo sanguíneo (anterógrada). É importante destacar que, em mais de 1/4 dos casos envolvendo o sistema arterial, o material balístico alcança o sistema cerebrovascular<sup>5,7</sup>. Embora o evento embólico apresentado neste relato tenha ocorrido no membro inferior direito, estudos indicam que a incidência de embolia na perna esquerda é duas vezes maior, possivelmente devido à assimetria da bifurcação aórtica<sup>1</sup>. Os êmbolos balísticos arteriais são sintomáticos na maioria dos casos (65 a 70%)<sup>7</sup>.

Deve-se aumentar a suspeita de embolia por projétil de arma de fogo nas seguintes situações: 1) discrepância entre o número de ferimentos de entrada e de saída; 2) achados clínicos não compatíveis com as lesões visíveis, como déficits neurológicos em topografias distantes; 3) membro subitamente apresentando palidez, frialdade e redução de pulsos, sugerindo isquemia aguda; 4) dissociação clínico-radiológica, quando o exame de imagem demonstra o projétil em localização não condizente com o trajeto aparente.

Sinais adicionais descritos incluem instabilidade hemodinâmica associada a ferimento torácico penetrante, ausência de orifício de saída, alterações radiográficas como mudança de posição do projétil em controles sucessivos, presença do projétil dentro da silhueta cardíaca ou em local inesperado, bem como ausência de projétil em regiões do trajeto presumível. Entre as manifestações tardias, destacam-se claudicação intermitente, dor isquêmica, gangrena, derrame pericárdico, arritmias, sepse e formação de pseudoaneurismas<sup>7,8</sup>.



**Figura 8.** Angiotomografia computadorizada de seguimento, realizada 2 meses após a correção endovascular do pseudoaneurisma aórtico. Observa-se selamento da lesão, com cobertura do tronco celiaco pela endoprótese, mantendo fluxo em seu interior por meio de colaterais (seta vermelha). Nota-se perviedade da artéria mesentérica superior (seta azul).

Os tratamentos endovasculares estão bem estabelecidos em determinados cenários, como nos traumatismos contusos da aorta torácica, e, atualmente, vêm sendo empregados com frequência crescente em traumatismos penetrantes<sup>9</sup>.

No caso relatado, optou-se pela correção endovascular do ferimento de entrada na aorta toracoabdominal. O tratamento cirúrgico convencional das lesões da aorta torácica requer toracotomia e substituição da aorta torácica por prótese. Com o tratamento endovascular, a endoprótese pode ser implantada por meio de procedimento menos invasivo, com menor perda sanguínea, sem necessidade de clampeamento da aorta e com recuperação mais rápida do paciente. Brito et al. relataram menor risco de complicações pós-operatórias, como infarto do miocárdio, sepse, tempo de ventilação mecânica prolongado e síndrome do desconforto respiratório agudo, em pacientes com lesões traumáticas na aorta tratados pelo método endovascular<sup>10</sup>.

Devido à proximidade da lesão com a origem do tronco celiaco, optou-se por sua cobertura. A cobertura da origem do tronco celiaco permite estender a zona de selamento distal para o reparo endovascular de doenças aórticas, possibilitando o tratamento de um maior número de pacientes com endoprótese.

Delle et al. apoiam o tratamento endovascular da doença aneurismática da aorta torácica com cobertura intencional do tronco celiaco em casos selecionados. Em algumas situações, pode ocorrer elevação transitória das enzimas hepáticas, indicando perfusão limítrofe do fígado e reforçando a importância do planejamento pré-operatório<sup>11</sup>. No presente relato, o paciente evoluiu sem sinais de isquemia visceral e sem elevação de enzimas hepáticas.

As opções terapêuticas para a remoção dos êmbolos balísticos incluem extração cirúrgica, captura endovascular ou abordagem híbrida<sup>4,12,13</sup>. A maioria dos autores concorda que projéteis embolizados para o sistema arterial, especialmente os sintomáticos, devem ser removidos assim que forem reconhecidos, a fim de minimizar o risco de sequelas isquêmicas permanentes<sup>4,5</sup>. As indicações para a remoção de êmbolos arteriais assintomáticos incluem risco de nova embolização distal, formação de coágulos e oclusão arterial potencial<sup>2,14</sup>.

Pode-se optar pela não remoção quando o êmbolo balístico já tiver causado infarto visceral ou neurológico e for improvável a ocorrência de dano adicional, ou quando os riscos do procedimento superarem os benefícios potenciais da recuperação, além dos casos de embolia assintomática nas circulações portal e pulmonar<sup>7</sup>.



Geralmente, o tratamento preconizado é a remoção do projétil, preferencialmente por arteriotomia com inspeção visual da íntima no local, em vez de embolectomia por cateter, devido ao risco de lesão intimal<sup>2</sup>.

A taxa de sucesso das tentativas de remoção endovascular foi de aproximadamente 63%, sendo essa abordagem mais frequentemente empregada no sistema venoso. A exploração cirúrgica aberta foi necessária em 57% dos casos para a recuperação do êmbolo, devido ao seu tamanho<sup>5</sup>. A extração endovascular pode reduzir as complicações do procedimento, uma vez que apresenta taxa de sucesso substancial<sup>5,15</sup>.

No presente relato, não havia dispositivos endovasculares disponíveis para a extração do projétil. Além disso, o sítio de impactação do corpo estranho mostrou-se favorável à exploração cirúrgica, sendo realizada a remoção por meio de arteriotomia da artéria poplíteia, com sucesso.

## DISPONIBILIDADE DE DADOS

Todos os dados gerados ou analisados estão incluídos neste artigo e/ou no material suplementar.

## REFERÊNCIAS

- Schwoerer AP, Omoshoro-Jones JAO, Zellweger R. A bullet embolism to the right popliteal artery following an abdominal gunshot wound. *Eur J Trauma*. 2004;30(5):319-22. <https://doi.org/10.1007/s00068-004-1001-0>.
- Morais D Fo, Schimit GTF, Tenório GOS, Sardinha WE, Silvestre JMS, Ramires ED. Embolia arterial periférica por projétil de arma de fogo em civis: diagnóstico confirmado pelo ultrassom vascular. *J Vasc Bras*. 2012;11(1):67-72. <https://doi.org/10.1590/S1677-54492012000100012>.
- Pereira RM, Souza JEDS, Araújo AO, et al. Arterial bullet embolism after thoracic gunshot wound. *J Vasc Bras*. 2018;17(3):262-6. <https://doi.org/10.1590/1677-5449.005315>. PMID:30643515.
- Nolan T, Phan H, Hardy AH, Khanna P, Dong P. Bullet embolization: multidisciplinary approach by interventional radiology and surgery. *Semin Intervent Radiol*. 2012;29(3):192-6. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1326928>. PMID:23997411.
- Kuo AH, Gregorat AE, Restrepo CS, Vinu-Nair S. Systematic review of civilian intravascular ballistic embolism reports during the last 30 years. *J Vasc Surg*. 2019;70(1):298-306.e6. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2019.02.004>. PMID:30922763.
- Castater C, Noorbakhsh S, Harousseau W, et al. Missing bullets: bullet embolization case series and review of the literature. *Vasc Endovascular Surg*. 2023;57(3):281-4. <https://doi.org/10.1177/15385744221141295>. PMID:36408888.
- Sandler G, Merrett N, Buchan C, Biankin A. Abdominal shotgun wound with pellet embolization leading to bilateral lower limb amputation: case report and review of the literature of missile emboli over the past 10 years. *J Trauma*. 2009;67(6):E202-8. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e31817c557d>. PMID:20009655.
- Mariné L, Mertens R, Valdés F, et al. Pseudoaneurisma del tronco braquiocéfálico y embolia de arteria axilar por proyectil en trauma torácico. *J Vasc Bras*. 2005;4(1):93-7.
- Góes AMO Jr, Parreira JG, Kleinsorge GHD, et al. Brazilian guidelines on diagnosis and management of traumatic vascular injuries. *J Vasc Bras*. 2023;22:e20230042. <https://doi.org/10.1590/1677-5449.202300422>. PMID:38021277.
- Brito LCM, Martins JT, Furlani O Jr, Oliveira SPC Jr, Chagury AA, Tavares KRC. Tratamento endovascular de pseudoaneurisma de aorta torácica: relato de caso. *J Vasc Bras*. 2010;9(1):57-60. <https://doi.org/10.1590/S1677-54492010005000002>.
- Delle M, Lönn L, Henrikson O, Formgren J, Vogt K, Falkenberg M. Celiac trunk coverage in endovascular aneurysm repair. *Scand J Surg*. 2010;99(4):226-9. <https://doi.org/10.1177/145749691009900409>. PMID:21159593.
- Metzger PB, Monteiro RB, Medeiros MLL, et al. Hybrid treatment of bullet embolism at the abdominal aortic bifurcation, complicated with thoracoabdominal aorta pseudoaneurysm and common iliac artery occlusion: case report. *J Vasc Bras*. 2014;13(1):58-62. <https://doi.org/10.1590/jvb.2014.012>.
- Mussie E, Singh S, Kumaran M, Krishan K. Bullet embolization after a penetrating gunshot wound: a case report. *Cureus*. 2023;15(8):e44261. <https://doi.org/10.7759/cureus.44261>. PMID:37645668.
- Dienstknacht T, Horst K, Sellei RM, Berner A, Nerlich M, Hardcastle TC. Indications for bullet removal: overview of the literature, and clinical practice guidelines for European trauma surgeons. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2012;38(2):89-93. <https://doi.org/10.1007/s00068-011-0170-x>. PMID:26815824.
- Keele KL, Gilbert PM, Aquisto TM, Lichtenberg R, Field TC, Lee BK. Bullet embolus to the thoracic aorta with successful endovascular snare retrieval. *J Vasc Interv Radiol*. 2010;21(1):157-8. <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2009.09.007>. PMID:19944625.

### Correspondência

Luisa Silveira Birc

Rua Argentina, nº 02, apartamento 101 - Bairro Jardim das Américas

CEP: 85502-040 - Pato Branco (PR), Brasil

Tel.: (51) 99328-3628

E-mail: luisabirc@gmail.com

### Informações sobre os autores

TFL - Médico especialista em Cirurgia Vascular com área de atuação em Angiorradiologia e Cirurgia Endovascular, Grupo Hospitalar Conceição (GHC); Especialista em Cirurgia Vascular, Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vascular (SBACV).

LSB - Médica especialista em Cirurgia Vascular com área de atuação em Angiorradiologia e Cirurgia Endovascular, Grupo Hospitalar Conceição (GHC); Especialista em Cirurgia Vascular, Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vascular (SBACV); Especialista em Ecografia Vascular com Doppler, Colégio Brasileiro de Radiologia e Diagnóstico por Imagem (CBR), Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vascular (SBACV).

### Contribuições dos autores

Concepção e desenho do estudo: TFL, LSB  
Análise e interpretação dos dados: TFL, LSB

Coleta de dados: TFL, LSB

Redação do artigo: TFL, LSB

Revisão crítica do texto: TFL, LSB

Aprovação final do artigo\*: TFL, LSB

Análise estatística: TFL, LSB

Responsabilidade geral pelo estudo: TFL, LSB

\*Todos os autores leram e aprovaram a versão final submetida ao *J Vasc Bras*.