

# Embolismo por bala: una revisión evaluativa para conseguir un diagnóstico precoz y un manejo apropiado

AUTOR: JUAN ALEXIS QUINTERO CERVANTES • Médico Interno Pasante en el HGZ 6 del IMSS • ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2372-9254>

## Resumen

El embolismo por bala (EB) es una entidad poco frecuente de lesión de arma de fuego que puede tener consecuencias amenazadoras para la vida. Debido a su baja frecuencia y a su falta de síntomas es común que se omita el diagnóstico. El embolismo puede ser arterial, venoso o paradójico. Para que tome lugar el embolismo, la balística debe ser especial y cumplir con ciertos requerimientos. Los estudios de imagen son primordiales para llegar al diagnóstico. La terapéutica debe ser individualizada, según el tipo de émbolo y la sintomatología asociada. El estándar de oro es la toracotomía, pero en los últimos años el abordaje intravascular ha sido útil y ha contribuido en el decremento de la tasa de mortalidad por EB. En este artículo, se revisa el comportamiento del EB, el cuadro clínico, así como los abordajes diagnósticos y terapéuticos de los múltiples reportes de caso que se tienen en el estado de Chihuahua.

*Palabras clave:* embolismo; arma de fuego; imagenología; trauma penetrante; balística.

## Abstract

Bullet embolism (BE) is a rare entity that can have life-threatening consequences. Due to its low frequency and its lack of symptoms, the diagnosis is often omitted. The embolism can be arterial, venous or paradoxical. For embolism to take place, ballistics must be special and meet certain requirements. Imaging studies are essential to reach the diagnosis. The therapy must be individualized according to the type of embolus and the associated symptomatology. The gold standard is thoracotomy, but in recent years the intravascular approach has come to be useful to decrease the mortality rate due to BE. In this article we review the behavior of BE, the clinical picture, and the diagnostic and therapeutic approaches of the multiple case reports of this entity.

*Keywords:* embolism; fire gun; imagenology; penetrating trauma; ballistic.

## INTRODUCCIÓN

El embolismo por bala (EB) es una entidad dentro de los traumatismos penetrantes por herida de arma de fuego que es sumamente rara, pero potencialmente amenazante para la vida [1]. El primer EB fue reportado por Thomas Davis en 1834. En esta entidad, el proyectil viaja libremente a través del torrente sanguíneo pudiendo causar múltiples complicaciones. Debido a su rareza, aún no existen guías prácticas que orienten un enfoque clínico adecuado [2]. Un estudio realizado durante la guerra de Vietnam tomó 7500 casos de herida por arma de fuego y solo 22 (0.3 %) de ellos correspondían a casos de EB [3]. El objetivo de este trabajo es dar a conocer los aspectos más relevantes, tanto en el comportamiento del EB, su abordaje diagnóstico y



su mejor opción terapéutica, para poder evitar las complicaciones y la mortalidad en este evento.

## DESARROLLO Y DISCUSIÓN

### *Epidemiología*

El fenómeno es más frecuente en varones mayores de 25 años de edad; los sitios anatómicos más habitualmente encontrados con herida de bala son el tórax y el abdomen, debido al porcentaje de masa corporal que estas regiones ocupan. Sin embargo, también se encuentran afectadas otras áreas en menor proporción, como los glúteos, las piernas y el cuello.

La baja incidencia de EB en conflictos militares, se da por las propiedades balísticas del disparo y de la munición empleada, ya que las armas utilizadas en ese tipo de conflictos no cumplen con los requisitos para que se pueda dar el EB. Un dato relevante es que la incidencia a nivel de la población civil no está determinada [2].

### *Fisiopatología*

En 1989 Patel *et al.* [8] ya dieron una explicación de la baja incidencia de EB. De acuerdo con los autores, el mecanismo requiere de dos prerequisites principalmente: primero, la bala debe contar con poca energía cinética en el momento en que penetra la pared del vaso; segundo, el diámetro de la bala debe de ser menor que el diámetro del vaso en el que penetra [4].

En teoría, cualquier bala con las condiciones necesarias podría penetrar cualquier vaso; sin embargo, los que más frecuentemente inicia el EB son los de mayor tamaño, como la aorta abdominal o torácica, la arteria femoral, las venas cavas, etcétera. Pueden existir embolismos arteriales (75 %), venosos (20 %) y paradójicos (5 %) [2].

La balística juega un papel importante en el desarrollo del EB. Existen dos tipos de balas que pueden causar heridas penetrantes en el organismo: las de alta velocidad por lo regular penetran el cuerpo y lo

atravesan dejando un orificio de salida (armas como estas son de uso militar, lo que hace poco probable encontrar casos de EB en conflictos militares); las de baja velocidad, por otro lado, no atraviesan la superficie corporal, sino que penetran y se incrustan en el organismo [5]. Por lo tanto, conocer el arma y la munición es un aspecto de imperiosa relevancia, ya que los EB están asociados a balas pequeñas que alcanzaron una velocidad relativamente baja [6]. Balas con un peso menor a 3.2 g, con una velocidad inicial menor de 240 m/s y con una energía cinética menor a 92 J son susceptibles de generar EB [4].

Además, la densidad, elasticidad, fuerza del tejido impactado y la longitud del trayecto de la herida influyen en la pérdida de energía cinética del proyectil, favoreciendo así la aparición de un EB [7]. Así pues, se ha reportado que en el 55 % de los casos el arma implicada en el desarrollo de un émbolo es una pistola calibre 22 [8].

El problema con la mayoría de los EB es que múltiples factores pueden influir en el desarrollo o no de síntomas tempranos una vez que se instaura. Entre los externos: la posición del cuerpo al momento de recibir el disparo, la hemodinamia actual, la fuerza de la gravedad, los movimientos respiratorios y el sitio anatómico son factores que determinan la causalidad del EB [9]. Una vez dentro del torrente sanguíneo el proyectil por lo regular sigue un flujo anterógrado, debido al movimiento de la sangre; sin embargo, en 15 % de los casos de EB venoso se presenta un flujo retrógrado en consecuencia de la fuerza de la gravedad y de la baja presión que hay en este tipo de vasos [10].

### *Arterias más afectadas*

Analizando los casos de EB arterial, se tiene que en un 70 % el proyectil penetra por la arteria aorta, ya sea abdominal o torácica [7]. De aquí, las arterias más afectadas son las arterias ilíacas, femorales y tibial posterior, principalmente en las bifurcaciones



de estas, debido a la reducción de calibre del vaso que existe [11].

De estas arterias, la femoral izquierda es la que más se afecta con 76 %, debido a su inclinación anatómica de 30° en comparación con los 45° de inclinación de la arteria femoral derecha, lo que facilita el acceso del proyectil a ese vaso [12].

Se reporta que solamente 20 % de los EB arteriales terminarán en el miembro superior y en las arterias cerebrales; se estima que el hemisferio derecho se ve afectado en el 70 % de los casos, a través de la obstrucción de la arteria cerebral media [13].

### *Manifestaciones clínicas*

El embolismo arterial frecuentemente va a generar signos y síntomas que, si bien no se dan en el momento de la evaluación médica, se pueden generar a las horas o a los días. Dichas manifestaciones incluyen parestesias, pérdida de pulsos, claudicación, infartos y tromboflebitis periférica [14].

Los embolismos arteriales suelen dar sintomatología temprana en 80 % de los casos y estos incluyen claudicación, isquemia y tromboflebitis periférica [14]. Los embolismos arteriales pueden penetrar, como ya se dijo, más comúnmente por la arteria aorta abdominal o torácica en disparos abdominales o torácicos, respectivamente.

Cabe destacar que los síntomas antes mencionados corresponden a las manifestaciones tempranas del EB. Existen manifestaciones tardías que pueden tener lugar cuando no se remueve dicho émbolo y van a depender del sitio anatómico en el que se encuentren y pueden ir desde un taponamiento cardíaco, isquemia periférica con gangrena o hasta un infarto del órgano o región afectada [9]. También se pueden desarrollar tardíamente parestesias, efusión pleural o pericárdica, endocarditis, sepsis y pseudoaneurismas.

Por otro lado, 70 % de los embolismos venosos son asintomáticos [15]. Pueden existir en menor porcentaje síntomas tempranos, como disnea, he-

moptosis y dolor de pecho [5]. Sin embargo, pueden desarrollarse síntomas tardíos después de días, semanas, meses e, incluso, años después del disparo. Entre las complicaciones están: disfunción valvular, endocarditis, sepsis, trombosis venosa, arritmias, intoxicación por plomo e hipoxia severa [15].

Los embolismos venosos van a ser menos comunes y, a su vez, asintomáticos en 70 % de los casos en comparación con los embolismos arteriales [15]. Los embolismos venosos, por lo regular, van a entrar al torrente sanguíneo a través de venas de gran calibre, como las cavas, o, incluso, las femorales. Existen estudios en los que se muestra el comportamiento de este tipo de émbolos. En un estudio con 62 pacientes con un EB venoso, se reportó que en 54.8 % de los casos el proyectil terminó en el ventrículo derecho, 32.3 % en el tronco arterial pulmonar, 9.7 % en la aurícula derecha y 3.2 % en la vena cava inferior intratorácica [2]. Otro estudio con 126 casos de pacientes con EB venoso reportó que en 48 % de los casos el proyectil terminó en el ventrículo derecho atrapado por el aparato cuerdopapilar tricúspideo, 36 % en el tronco arterial pulmonar y 16 % en la circulación periférica [16].

A pesar de que los embolismos venosos son menos sintomáticos y pueden quedarse en el organismo durante años, siempre existe el riesgo potencial de desarrollar complicaciones que son bastante amenazantes para la vida, como disfunción valvular, endocarditis bacteriana, irritación miocárdica, erosión de tejido cardíaco, infartos, abscesos, neuritis cardíaca, sepsis, arritmias e hipoxia secundaria a obstrucción de tronco arterial pulmonar [17]. En un estudio efectuado con 51 pacientes con embolismo venoso, se optó por llevar un manejo meramente observacional y las cifras arrojaron que 25 % de estos presentaron complicaciones tardías y que 6 % falleció a los meses [16].



### **Diagnóstico**

Al ingreso de un paciente con heridas de arma de fuego a la sala de emergencias, se debe asegurar la estabilidad hemodinámica y hacer una exploración física detallada de las heridas de bala que presenta. Datos como ausencia de orificio de salida, trayecto del disparo modificado o síntomas incompatibles con el sitio de disparo, deben hacer sospechar de un EB [18]. Además, es importante tener a la mano métodos de imagen para obtener una localización más precisa del proyectil.

La radiografía simple es útil a la hora de evaluar la localización del proyectil respecto al orificio de entrada y poder saber si el trayecto natural del disparo, se respetó o si hay balas en lugares distantes a donde fue el disparo original o incluso para detectar fragmentos.

La tomografía computada es buen auxiliar al momento de identificar con más precisión la localización del proyectil, así como para detectar derrames, hemorragias; en caso de no localizar la bala en lugares cercanos al impacto, se recomienda realizar una TC de cuerpo completo.

La angiografía se emplea en menor cantidad, pero sin duda es sumamente útil cuando se sospecha fuertemente de una obstrucción en un vaso específico.

El ultrasonido (ecocardiograma) es útil al momento de localizar una bala dentro de alguna cavidad cardíaca, siendo el método más preciso para este objetivo, ya que se muestra una apariencia hiperecoica y su sombra acústica [19]. Así pues, se puede concluir que los estudios de imagen son primordiales para diagnosticar el EB [20] y su accesibilidad debe ser prioridad en la sala de emergencias, sobre todo cuando se tiene un cuadro sintomático [21].

### **Tratamiento**

Históricamente ha existido una discrepancia en el diagnóstico y tratamiento de los EB, debido a su poca frecuencia en la clínica. En años recientes, la

disponibilidad de armas de fuego en la población civil ha aumentado y, con ello, es probable que se presenten más casos en los servicios de urgencias.

Existen opciones que podemos realizar al momento de la terapéutica: observación, intervención endovascular y manejo abierto.

El manejo observacional se reserva para los casos de embolismo venoso que no presentan sintomatología temprana; los émbolos que están fuertemente incrustados en las paredes cardíacas y los fragmentos de bala menores a 5 mm, que son demasiado pequeños como para presentar complicaciones [21]. Sin embargo, existe 25 % de riesgo de desarrollar complicaciones y 6 % de muerte al optar por esta terapéutica.

El manejo abierto se reserva para casos sintomáticos de EB arterial o en casos de EB venosos complicados. Este abordaje incluye la estereotomía y la toracotomía, así como el uso de *bypass* cardíaco para un mejor resultado; sin embargo, debido al trauma que la cirugía conlleva, la tasa de mortalidad es alta, oscilando en 69.6 % [22]. La literatura propone utilizar este abordaje cuando se tiene un proyectil mayor a 5 mm de diámetro o que este cuente con una forma irregular [23].

El manejo endovascular ha revolucionado el tratamiento en casos de EB selecto, ya que cuenta con una mortalidad de 1 %-2 % y una frecuencia de éxito de 53 %, además de ser un procedimiento más sencillo y con menos daño a estructuras vecinas [24]. Además, para mejorar la tasa de éxito de esta técnica, se puede hacer uso de la radiología intervencionista. El abordaje se utiliza más para retirar trombos venosos, entrando por la vena femoral hasta el sitio de embolismo. Sin embargo, la desventaja que obtiene este método terapéutico es la necesidad de contar con el equipo pertinente para lograr un buen resultado, situación que no siempre es favorable para las instituciones de salud.



## CONCLUSIÓN

A lo largo de esta revisión, se tomaron aspectos importantes tanto del comportamiento, cuadro clínico, así como del abordaje diagnóstico y terapéutico del EB. Cabe resaltar que, aunque es una entidad rara, las unidades de emergencia no están exentas de experimentar un caso como estos en un determinado momento. Es por eso que se debe de saber qué hacer en caso de alguna anomalía en la balística de las heridas que se presenten en el paciente, ya que una omisión o un descuido pueden traer consecuencias potencialmente mortales.

Es por eso que, dependiendo del tiempo en que se llegó al diagnóstico, la presencia o no de síntomas y la localización del émbolo son importantes para evaluar el riesgo-beneficio del manejo que se le brindará al paciente.

Con el aumento de la violencia y del uso de armas de fuego, esporádicamente el clínico se puede topar con un caso de EB. Este artículo es de utilidad para conocer la patología y los abordajes terapéuticos que se pueden tomar.

## REFERENCIAS

- [1] Huang, J., Pandey, V., Shah, R *et al.* Popliteal Artery Embolism of Bullet after Abdominal Gunshot Wound. *Radiol. Case Rep.*, 2016; 11: 282-286.
- [2] Yoon, B., Grasso, S., & Hofmann, L. J. Management of Bullet Emboli to the Heart and Great Vessels. *Mil. Med.*, 2018; 183: e307-e315. <https://doi.org/10.1093/milmed/usx191>
- [3] Rich, N. M., Collins, G. J., Jr., Andersen, C. A., McDonald, P. T., Kozloff, L., & Ricotta, J. J. Missile Emboli. *J. Trauma*, 1978; 18: 236-239. doi: 10.1097/00005373-197804000-00002.
- [4] Biswas, S., Cadot, H., & Abrol, S. Gunshot Wound of the Thoracic Aorta with Right Popliteal Artery Embolization: A Case Report of Bullet Embolism with Review of Relevant Literature. *Case Rep. Emerg. Med.*, 2013; 198-617. doi: 10.1155/2013/198617.
- [5] Yamanari, M. G., Mansur, M. C., Kay, F. U., Silverio, P. R., Jayanthi, S. K., & Funari, M. B. Bullet Embolism of Pulmonary Artery: A Case Report. *Radiol. Bras.*, 2014; 47: 128-130. doi: 10.1590/S0100-39842014000200018.
- [6] Schroeder, M. E., Pryor, H. I., Chun, A. K., Rahbar, R., Arora, S., & Vaziri, K. Retrograde Migration and Endovascular Retrieval of a Venous Bullet Embolus. *J. Vasc. Surg.*, 2011; 53: 1113-1115. doi: 10.1016/j.jvs.2010.11.046.
- [7] Slobodan, S., Slobodan, N., & Djordje, A. Popliteal Artery Bullet Embolism in a Case of Homicide: A Case Report and Review of the Tangible Literature. *For. Sci. Int.*, 2004; 139: 27-33. doi: 10.1016/j.forsciint.2003.09.014.
- [8] Patel, K. R., Cortés, L. E., Semel, L., Sharma, P. V., & Clauss, R. H. Bullet Embolism. *J. Cardiovasc. Surg.*, 1989; 30: 584-590.
- [9] Michelassi, F., Pietrabissa, A., Ferrari, M., Mosca, F., Vargish, T., & Moosa, H. H. Bullet Emboli to the Systemic and Venous Circulation. *Surgery*, 1990; 107: 239-245.
- [10] Bertoldo, U., Enrichens, F., Comba, A., Ghiselli, G., Vaccarisi, S., & Ferraris, M. Retrograde Venous Bullet Embolism: A Rare Occurrence-Case Report and Literature Review. *J. Trauma*, 2004; 57: 187-192. doi: 10.1097/01.ta.0000135490.10227.5c.
- [11] Keele, K. L., Gilbert, P. M., Aquisto T. M., Lichtenberg, R., Field, T. C., & Lee, B. K. Bullet Embolus to the Thoracic Aorta with Successful Endovascular Snare Retrieval. *J. Vasc. Interv. Radiol.*, 2010; 21: 157-158. doi: 10.1016/j.jvir.2009.09.007.
- [12] Shannon, J. J., Jr., Vo, N. M., Stanton, P. E., Jr., & Dimler, M. Peripheral Arterial Missile Embolization: A Case Report and 22-year Literature Review. *J. Vasc. Surg.*, 1987; 5: 773-778.
- [13] Kase, C. S., White, R. L., Vinson, T. L., & Eichelberger, R. P. Shotgun Pellet Embolus to the Middle Cerebral Artery. *Neurology*, 1981; 31: 458-461. doi: 10.1212/wnl.31.4.458.
- [14] Schurr, M., McCord, S., & Croce, M. Paradoxical Bullet Embolism: Case Report and Literature Review. *J. Trauma*, 1996; 40: 1034-1036. doi: 10.1097/00005373-199606000-00034.
- [15] Miller, K. R., Bennis, M. V., Sciarretta, J. D., Harbrecht, B. G., Ross, C. B., Franklin, G. A., & Smith, J. W. The Evolving Management of Venous Bullet Emboli: A Case Series and Literature Review. *Injury*, 2011; 42(5): 441-446. doi: 10.1016/j.injury.2010.08.006.
- [16] Shannon, F. L., McCroskey, B. L., Moore, E. E., & Moore, F. A. Venous Bullet Embolism: Rationale for Mandatory Extraction. *J. Trauma*, 1987; 27: 1118-1122.
- [17] Symbas, P. N., Vlasiv-Hale, S. E., Picone, A. L., & Hatcher, C. R., Jr. Missiles in the Heart. *Ann. Thorac. Surg.*, 1989; 48: 192-194. doi: 10.1016/0003-4975(89)90066-0.
- [18] Huang, J., Pandey, V., Shah, R., Yedavalli, V., Joshi, A., Stimpson, R., Keldahl, M., & Zuiderveld, L. Popliteal Artery Embolism of Bullet after Abdominal Gunshot Wound. *Radiol. Case Rep.*, 2016; 11: 282-286. doi: 10.1016/j.radcr.2016.04.011.
- [19] Amsel, B. J., Van der Mast, M., De Bock, L., Van Haasen, R., & Beckman, C. The Importance of Two-dimensional Echocardiography in the Location of a Bullet Embolus to the Right Ventricle. *Ann. Thorac. Surg.*, 1988; 46: 102-103. doi: 10.1016/s0003-4975(10)65865-1.
- [20] Alan-Elison, R. M., Díaz-Elizondo, J. A., Segura-Marín, H., López-Garnica, D., & Treviño-Garza, F. J. Surgical Management of Late Bullet Embolization from the Abdomen to the Right Ventricle: Case Report. *Int. J. Surg. Case Rep.*, 2017; 39: 317-320. doi: 10.1016/j.ijscr.2017.08.049.
- [21] Elsis, I. F. H. A., & Kidambi, A. A Shot to the Heart: A Rare Case of Cardiac Embolization. *Echo Res. Pract.*, 2018; 5: K19-K21. doi: 10.1530/ERP-17-0073.
- [22] Mandal, A. K., & Oparah, S. S. Unusually Low Mortality of Penetrating Wounds of the Chest. Twelve Years' Experience. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 1989; 97: 119-125.
- [23] Mojtahedi, A., Contractor, S., & Kizza, P. S. Endovascular Approach for Management of Bullet Embolization to the Heart. *Vasc. Endovasc. Surg.*, 2018; 52: 295-298. doi: 10.1177/1538574418760415.
- [24] Zahid, I., Rahim Khan, H. A., Irfan, O. *et al.* Retrograde Bullet Migration from Inferior Vena Cava into Right Common Iliac Vein Following Gunshot: A Case Report. *J. Pak. Med. Assoc.*, 2016; 66: 1673-1675.