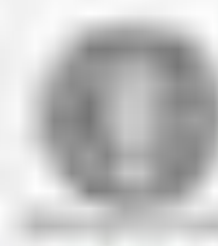




# Lesiones por arma de fuego: nociones básicas sobre balística y recomendaciones para una lectura sistemática

Berge Garrido Estefania<sup>1</sup>, Larios Sánchez  
Mònica<sup>1</sup>, Chacón Ruiz Alex, Pérez Soto  
Mauricio<sup>1</sup>, Rubio Trull Xavier<sup>1</sup>, Vallvè Bernal  
Marc<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hospital Universitari Joan XXIII, Tarragona.



## Objetivos:

La gravedad de una herida por arma de fuego depende del tipo de proyectil, de su velocidad, trayectoria y del tipo de tejido atravesado.

En este trabajo exponemos conocimientos básicos sobre proyectiles y su interacción con el tejido vivo con el objetivo de mejorar la interpretación de la imagen radiológica y la sospecha de complicaciones.

A continuación revisaremos las recomendaciones publicadas para realizar una lectura sistemática y elaborar el informe final.



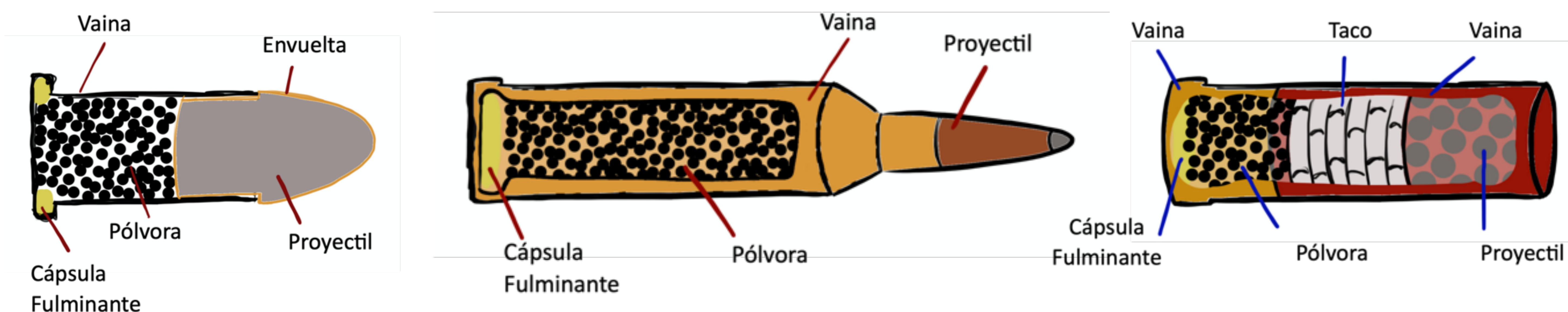
# Revisión del tema:

## 1. NOCIONES BÁSICAS DE BALÍSTICA

### 1.1 Tipos de armas de fuego:

- **Pistola:** arma corta que dispara balas a baja velocidad. Como el cañón es corto, la bala tiene menos tiempo para acelerar y tendrá menor energía cinética.
- **Rifle:** arma larga que dispara balas a alta velocidad. El proyectil tendrá mayor energía cinética y por tanto mayor potencial lesivo.
- **Escopeta:** arma ligera que dispara múltiples proyectiles (ej.: nube de perdigones).

Las **balas o cartuchos** suelen estar compuestos por (figura 1): el proyectil, la pólvora, la cápsula fulminante y la vaina.



**Figura 1.** Los cartuchos están formados por: el proyectil, que se separa del arma cuando es disparado y llega al objetivo al que se ha apuntado; la pólvora: explota cuando se enciende y empuja al proyectil hacia el objetivo; la cápsula fulminante, que es un explosivo de percusión que enciende una corriente de chispas cuando es golpeada con el percutor de un arma; y la vaina, que envuelve todos los elementos impidiendo que la pólvora entre en contacto con las paredes del cañón.



## 1.2 Mecanismo de lesión tisular (figura 2):

- **Corte y laceración:** producido por el paso directo de la bala a través de los tejidos.
- **Ondas de choque o de presión:** son fuerzas mecánicas que comprimen el tejido que hay por delante y a los lados del trayecto de una bala, produciendo cambios repentinos en la presión y provocando daño celular.

A mayor velocidad de la bala, mayor energía cinética y mayor potencial lesivo. Otros factores que influyen en menor medida son el peso y el calibre de la bala.

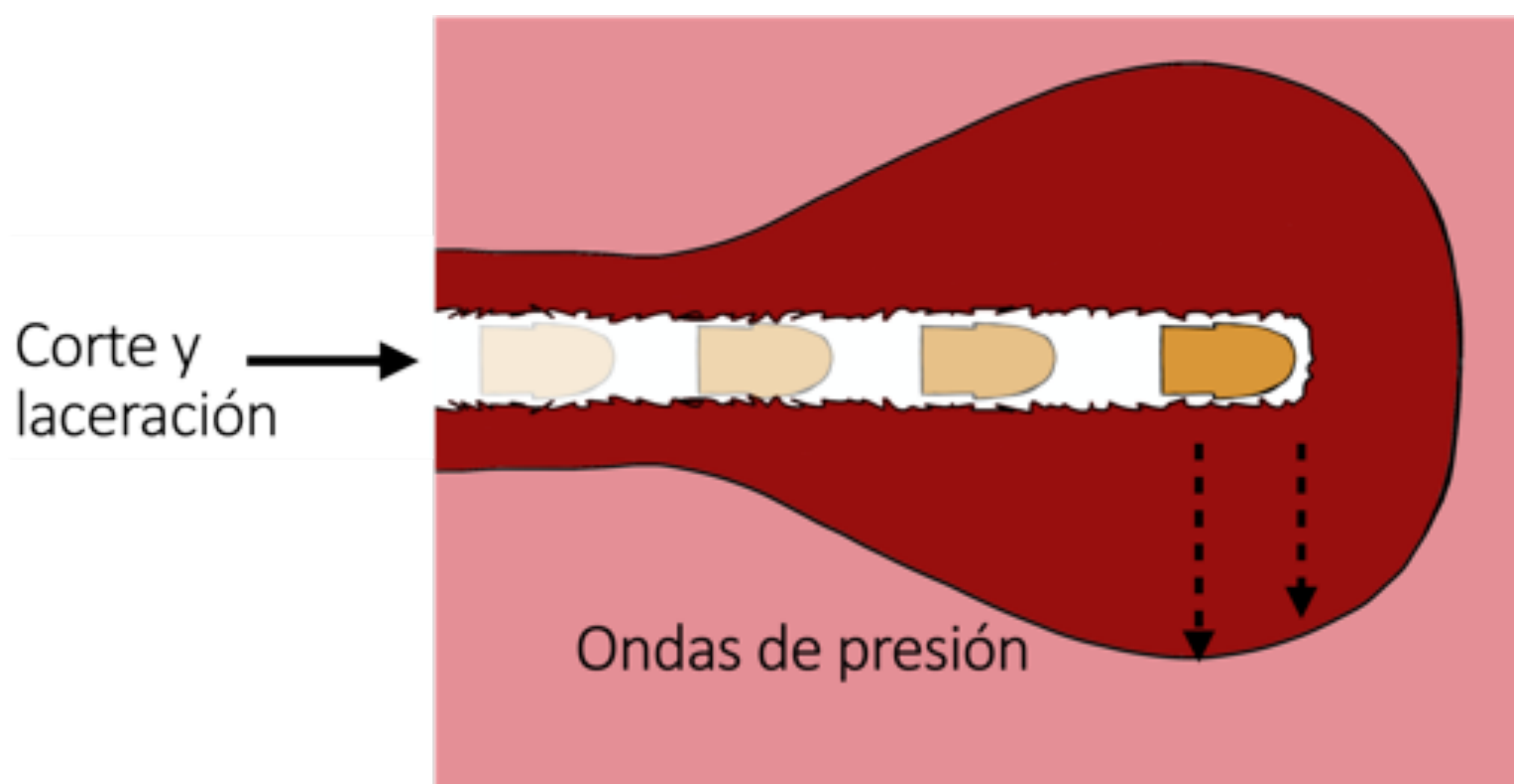


Figura 2. mecanismos de lesión tisular: corte y laceración (flecha lisa) y ondas de presión (flechas punteadas).



### 1.3 Tipos de lesión tisular (figura 3):

- **Cavidad permanente:** es el defecto tisular causado por el trayecto de la bala. Es un daño permanente y es proporcional al tamaño de la bala.
- **Cavidad temporal:** es una distorsión temporal producida por el estiramiento radial del tejido alrededor del trayecto de la bala causado por la onda de presión. Tendrá mayor diámetro a mayor energía cinética del proyectil.

Los tejidos que son distorsionados por la cavidad temporal pueden resultar dañados y se localizan en una zona de contusión alrededor de la cavidad permanente.

La máxima cavitación temporal coincide con el cabeceo, deformación o fragmentación máximas de la bala.

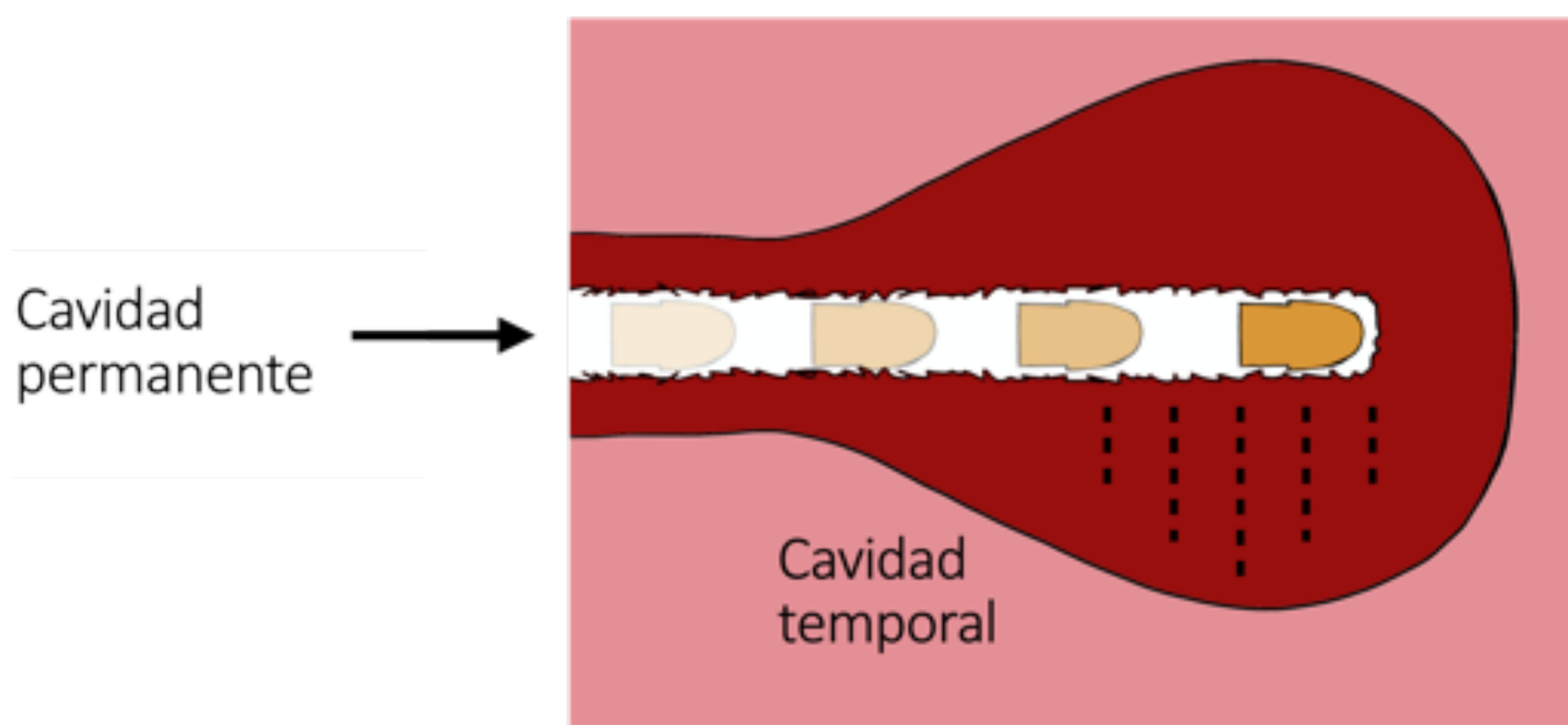


Figura 3. tipos de lesión tisular: cavidad permanente (cavidad blanca) y cavidad temporal (cavidad roja).



#### 1.4 Comportamiento de las balas (figura 4):

- **Cabeceo:** cuando una bala atraviesa un tejido, pierde su estabilidad direccional y puede girar alrededor de su eje corto; por esta razón, a veces se pueden ver balas apuntando hacia la herida de entrada.
- **Deformación:** las balas pueden deformarse al impactar. Una bala deformada se desacelera más rápido, aumentando así el daño tisular local.
- **Fragmentación:** las balas pueden fragmentarse, de tal manera que cada fragmento resultante se convertirá en un proyectil individual, con una energía más baja que el proyectil inicial, pero con su propia trayectoria y su propia cascada de lesión tisular.

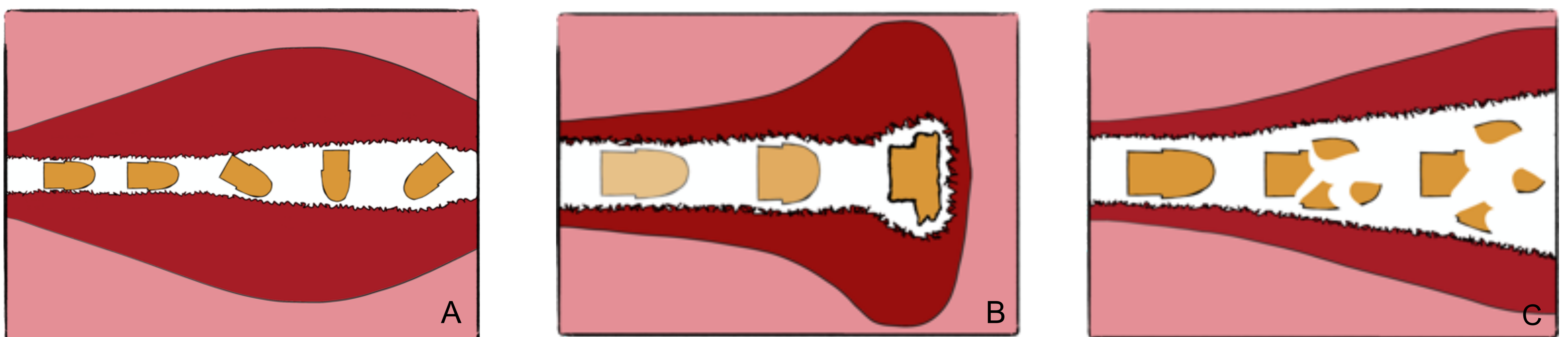


Figura 4: cabeceo (A), deformación (B) y fragmentación de las balas (C).



## 1.5 Comportamiento de los tejidos:

Los tejidos blandos o elásticos, como la piel, el pulmón o los músculos, son capaces de absorber parte de la energía y son más resistentes al daño producido por las ondas de presión causantes de la cavidad temporal.

Los tejidos menos elásticos como el hígado, el cerebro o el bazo y los órganos llenos de líquido (vejiga urinaria, grandes vasos, intestino), son más susceptibles de sufrir roturas o desgarros debido a los efectos de la cavitación temporal.

Además, cuando una bala golpea un hueso puede romperlo y producir fragmentos, cada uno de los cuales actuará como un nuevo proyectil (con menor energía cinética) capaz de producir nuevas lesiones.



## 2. ¿QUÉ HAY QUE IDENTIFICAR EN ESTOS PACIENTES?

En los pacientes con heridas por arma de fuego hay que identificar con rapidez el proyectil (o proyectiles), su trayecto y los órganos y estructuras vasculares dañadas. Por este motivo es de elección la realización de un TC multidetector.

### 2.1 Orificio de entrada y de salida

Las balas y sus fragmentos crean un trayecto más amplio a medida que se alejan del sitio de entrada, creando una distribución triangular, con un vértice en el punto de entrada (figura 5).

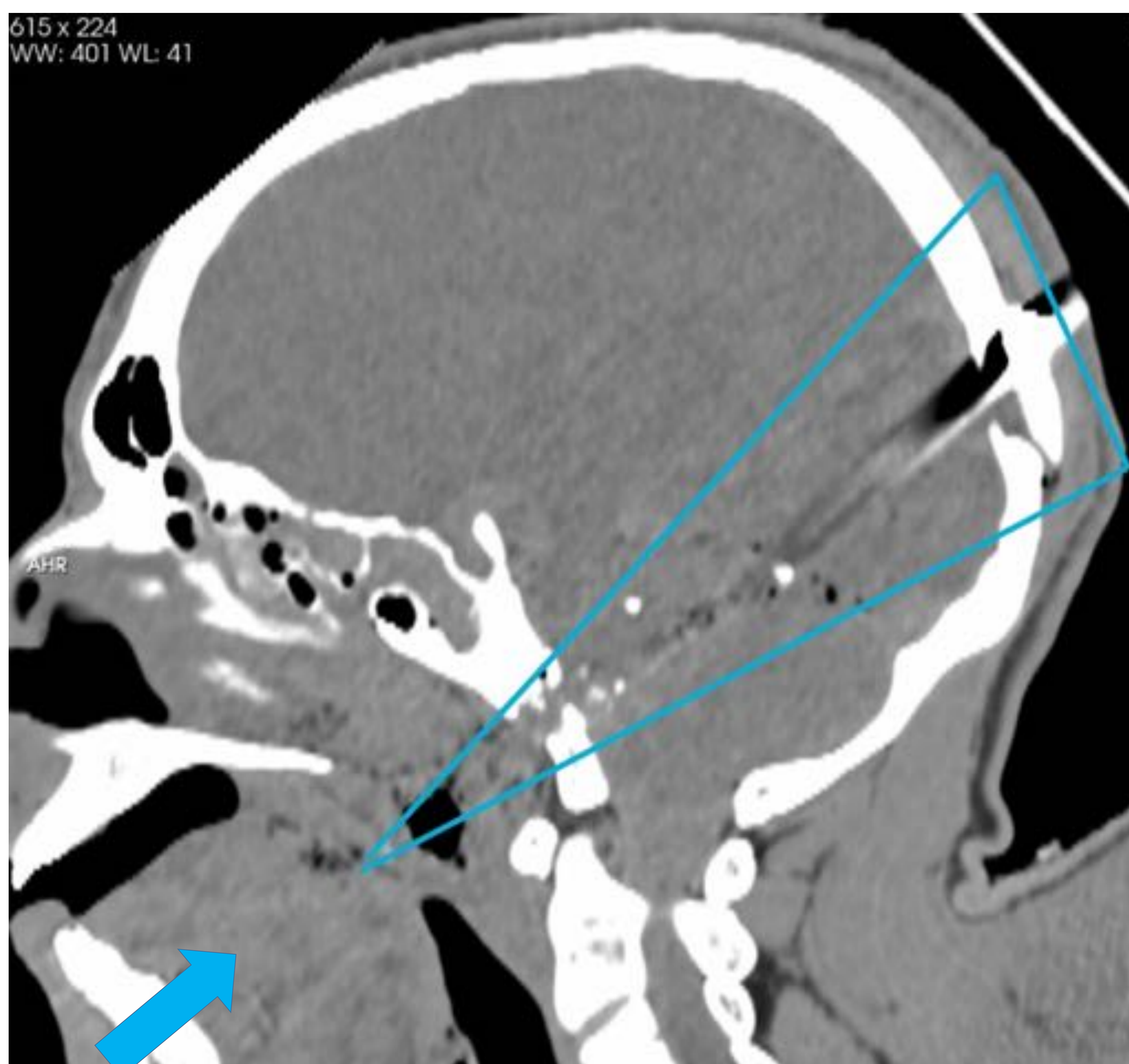


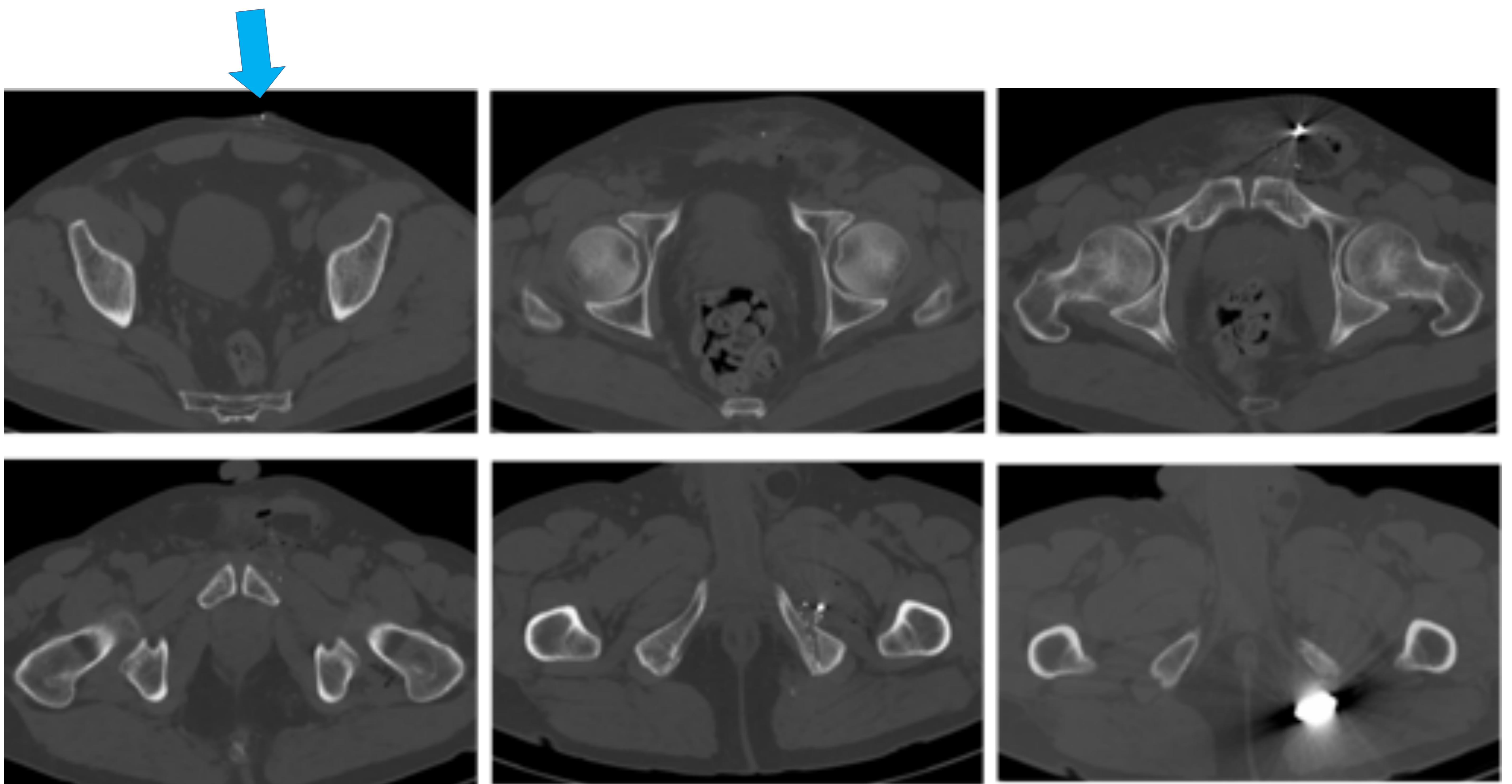
Figura 5: en este corte sagital podemos ver el orificio de entrada, más estrecho que el de salida, y se intuye un trayecto lineal por la presencia de aire y fragmentos óseos y metálicos.





## 2.2 Trayecto del proyectil

Puede intuirse por la presencia de gas, sangre, fragmentos óseos o metálicos (figura 6). No suele ser lineal y sigue un camino curvilíneo secundario a la interacción del fragmento de bala con los tejidos, que cambian su velocidad y dirección.



**Figura 6:** En esta secuencia de cortes axiales podemos ver el punto de entrada del proyectil a nivel del tercio inferior de los músculos rectos del abdomen (sin penetrar en éstos), observando la presencia de aire, fragmentos metálicos, cambios inflamatorios y hematoma. La bala realiza un trayecto descendente extraperitoneal no lineal, pasa alrededor del saco de una hernia inguinal izquierda de contenido graso, y continúa hacia posterior produciendo una fractura de la rama isquiopubiana izquierda, quedando la bala finalmente alojada en el músculo glúteo mayor izquierdo.

## 2.3 Identificar las estructuras vasculares y los órganos dañados y describir con qué severidad

Una vez identificada la trayectoria debemos examinar los órganos a lo largo de este trayecto (cavidad permanente) y a su alrededor (cavidad temporal) ya que son los que con mayor probabilidad estarán dañados (figura 7).

Si observamos un hematoma, debemos revisar cuidadosamente los órganos sólidos y estructuras vasculares adyacentes en busca de lesiones.

A continuación deberemos valorar los órganos que estén fuera del trayecto del proyectil.

Para describir la severidad de las lesiones podemos utilizar la *Injury Scoring Scale* de la *American Association for the Surgery of Trauma (AAST)*, que pueden consultarse en <https://www.aast.org/resources-detail/injury-scoring-scale>.

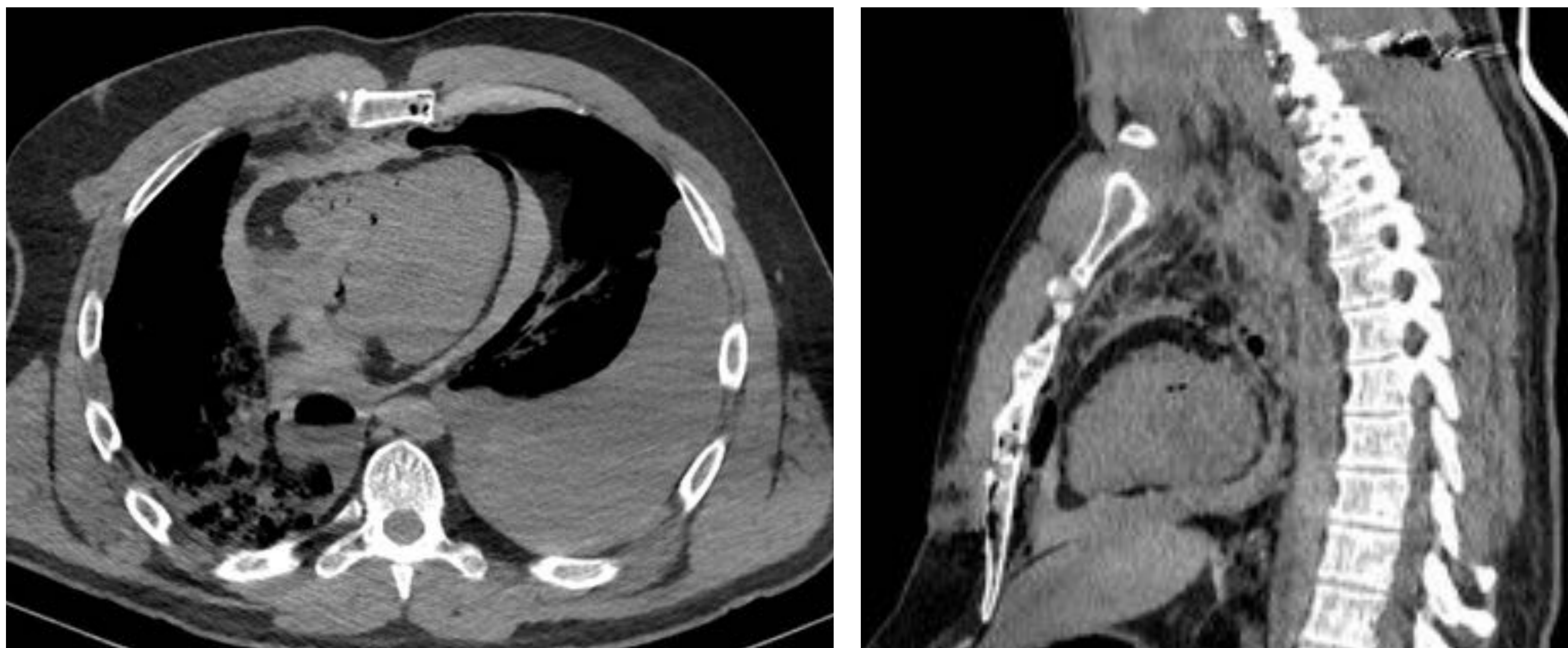


Figura 7: se puede intuir el trayecto del proyectil y se observan múltiples lesiones a lo largo y alrededor de su trayecto: hemopericardio, lesión cardíaca penetrante, hemotórax, contusión y laceración pulmonar.



Las lesiones que podemos encontrar con mayor frecuencia son:

A nivel craneofacial:

- Fracturas óseas.
- Neumoencéfalo.
- Hemorragias intra y extraaxiales. Hemoseno.
- Signos de hipertensión intracraneal: borramiento de surcos, desviación de las estructuras de la línea media, compresión del sistema ventricular, herniaciones.

En el cuello:

- Enfisema subcutáneo.
- Lesiones vasculares, hemorragias (figura 8).
- Fracturas óseas.

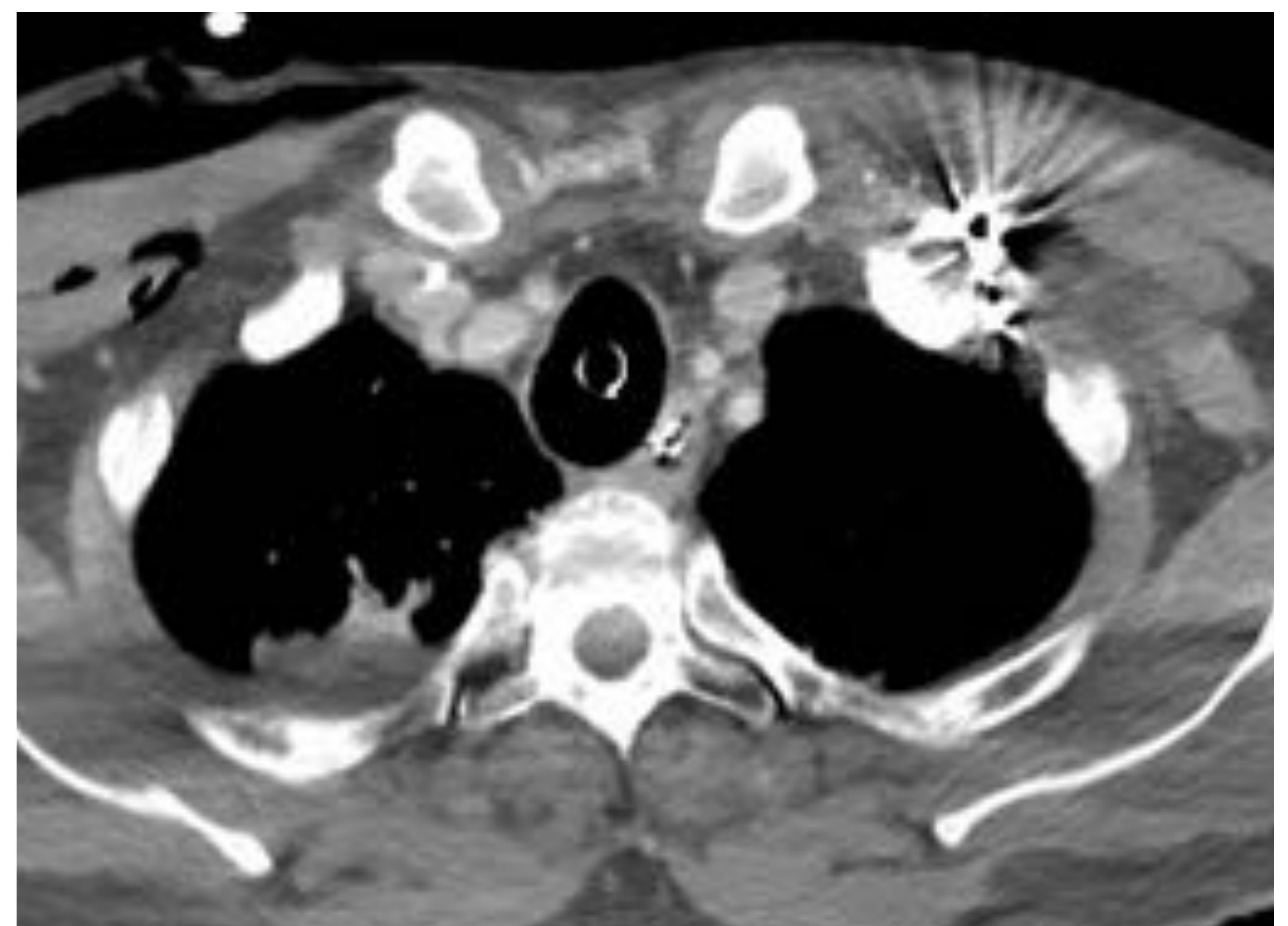
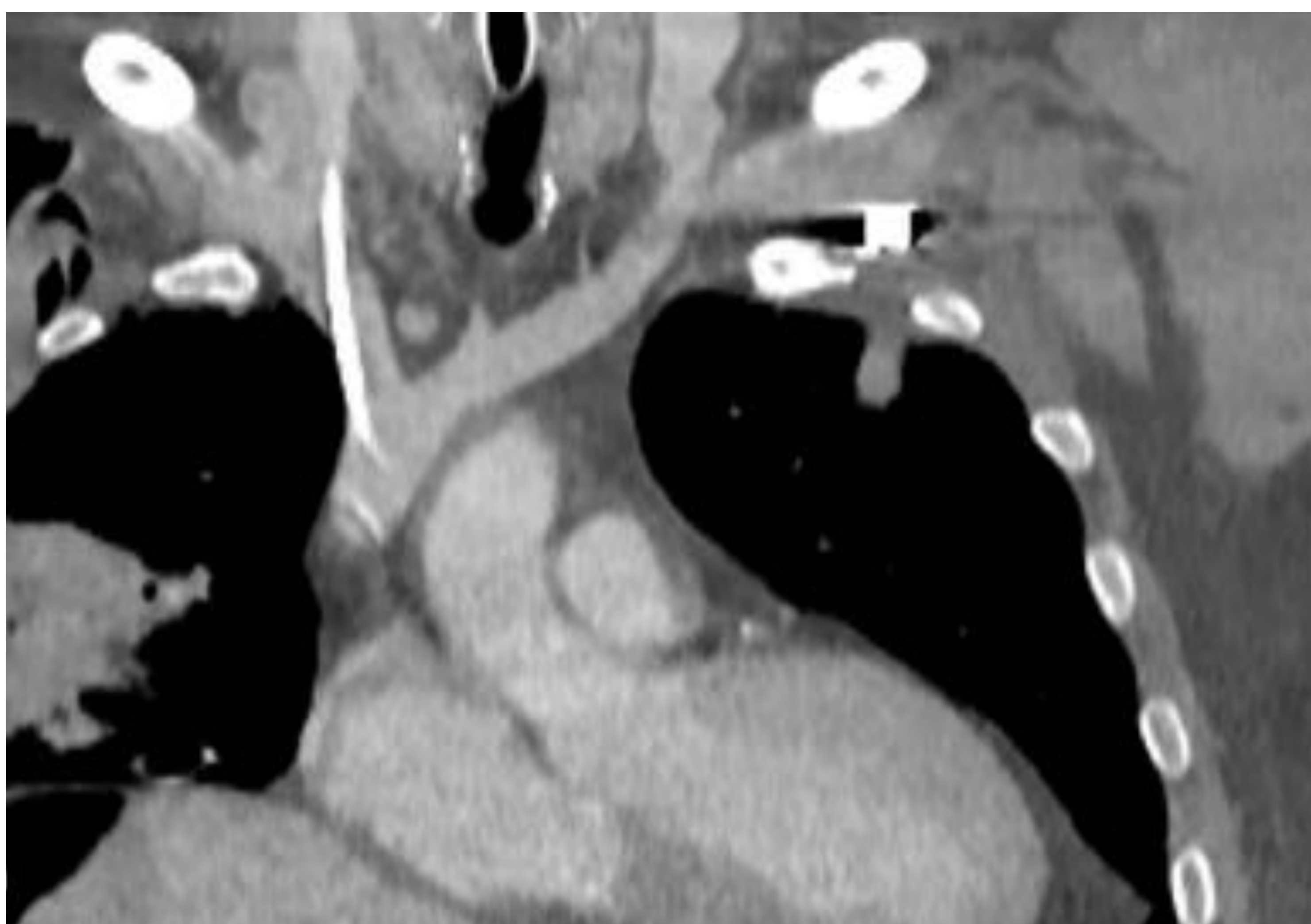


Figura 8: proyectil en el espacio costoclavicular izquierdo que contacta con el margen inferior de la vena subclavia izquierda asociado a un hematoma, sin que se objetivara sangrado activo. Fractura del primer arco costal izquierdo.



En el tórax (figuras 9 y 10):

- Fracturas óseas.
- Lesiones esofágicas o traqueales.
- Neumomediastino.
- Contusiones/laceraciones/hemorragia pulmonar.
- Neumotórax, hemotórax.
- Lesiones cardíacas.
- Hemopericardio.
- Lesiones vasculares, hemorragia.

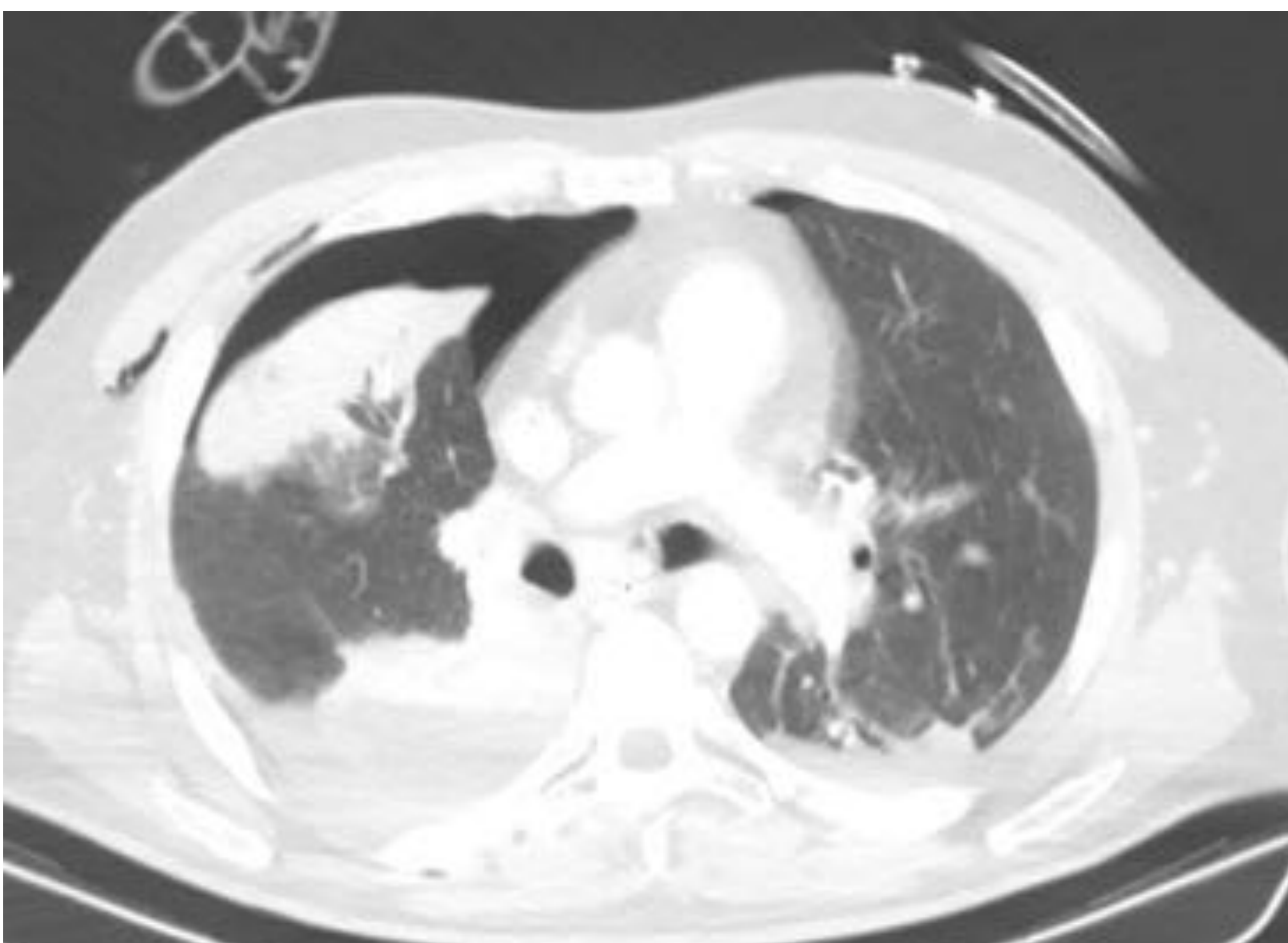


Figura 9: en este corte axial se observa enfisema subcutáneo, hemotórax, neumotórax, contusión pulmonar.

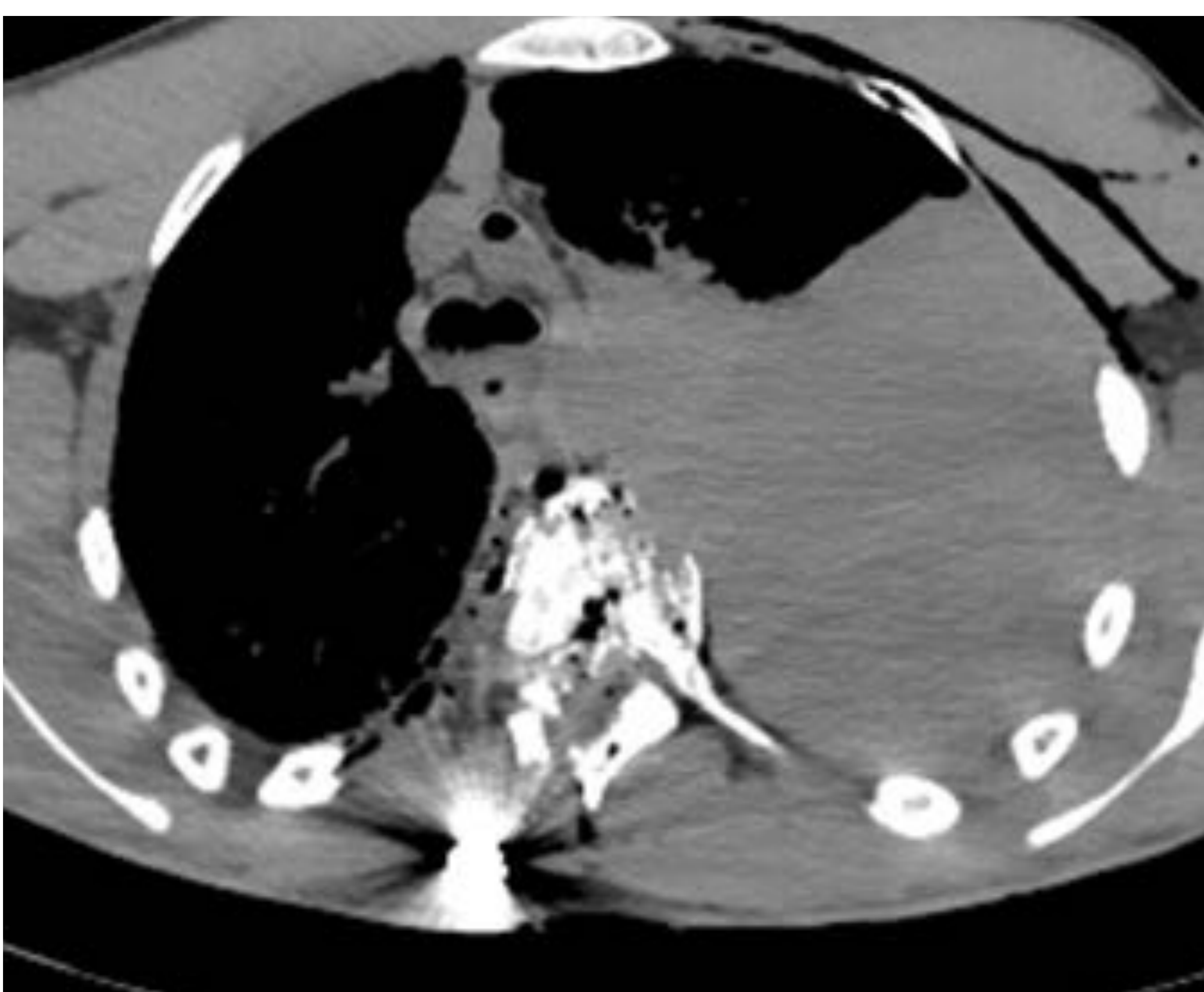


Figura 10: en este corte axial se observa enfisema subcutáneo, gran hemotórax izquierdo, fractura-estallido del cuerpo vertebral.



En el abdomen:

- Rotura diafragmática.
- Contusiones/laceraciones de órganos sólidos.
- Lesiones de víscera hueca.
- Lesiones vasculares. Hemoperitoneo.
- Rotura vesical.

En caso de que el paciente con herida por arma de fuego con orificio de entrada abdominal esté inestable se realizará primero una laparotomía exploradora para contener el sangrado y posteriormente se realizara el TC para evaluar los proyectiles y las lesiones intra-abdominales (figura 11).



Figura 11: TC de tórax y abdomen realizado a continuación de una cirugía de control de daños en paciente con herida por arma de fuego.



### 3. ELABORAR EL INFORME FINAL

A modo de resumen, los pasos que podemos seguir para realizar una lectura y un informe adecuados en un paciente con lesiones por arma de fuego son los siguientes:

1. Identificar los proyectiles y sus fragmentos.
2. Identificar los orificios de entrada, de salida (si lo hubiera) y la trayectoria del proyectil.
3. Revisar los órganos y estructuras vasculares localizadas en el trayecto de la bala (para buscar lesiones por el paso directo de la misma) y a su alrededor (en busca de lesiones producidas por las ondas de presión). Describir la gravedad de las lesiones en base a escalas estandarizadas, como las propuestas por la AAST.
4. Realizar nuestra sistemática habitual para revisar todas las estructuras incluidas en el estudio. No olvidemos que puede haber lesiones producidas por golpes, caída del paciente así como otros hallazgos incidentales.



## Conclusión:

Los pacientes con heridas por arma de fuego pueden tener lesiones producidas por el paso directo de la bala (cavidad permanente) y/o lesiones generadas por los cambios bruscos de presión producidos en los tejidos alrededor del trayecto de la bala (cavidad temporal).

Las balas con mayor energía cinética (las disparadas mediante armas de cañón largo como los rifles) presentan mayor potencial lesivo y mayor diámetro de la cavidad temporal.

Añadir a nuestra lectura sistemática la búsqueda del orificio de entrada y de salida y el trayecto del proyectil nos ayudará a identificar con mayor rapidez lesiones graves que precisen de tratamiento urgente. A continuación, es interesante buscar lesiones secundarias que se hayan podido producir por la caída del paciente, golpes o incluso lesiones iatrogénicas.

Es importante apoyarnos en escalas estandarizadas para describir la severidad de las lesiones y facilitar el manejo clínico de las mismas.



## Bibliografía:

- Sodagari F *et al.* Imaging Evaluation of Abdominopelvic Gunshot Trauma, *RadioGraphics*. 2020; 40(6):1766-1788.
- Anthony J. Wilson *et al.* Gunshot Injuries: What Does a Radiologist Need to Know?, *RadioGraphics*. 1999; 19(5):1358-1368.
- Hanna TN *et al.* Firearms, bullets, and wound ballistics: an imaging primer, *Injury*. 2015; 46(7):1186-1196.
- Ditkofsky N, *et al.* Imaging Ballistic Injuries. *Can Assoc Radiol J*. 2020;71(3): 335-343.
- Lozano JD. *et al.* Penetrating wounds to the torso: evaluation with triple contrast multi detector CT, *RadioGraphics*. 2013; 33:341-359.
- Stanislavsky, A., Bell, D. Gunshot injuries. *Radiopaedia.org* (consultado 10 Feb 2022). Disponible en <https://doi.org/10.53347/rID-13189>.
- Paniagua González M. *et al.* El papel del radiólogo en el manejo de pacientes con heridas por arma de fuego. Presentado en 33º congreso nacional SERAM. 2018. Recuperado a partir de <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/277>.