



**Rev Mex Med Forense, 2024, 9(1): 52-59**  
**DOI: <https://doi.org/10.25009/revmedforense.v9i1.3030>**  
**ISSN: 2448-8011**

## **Lesión de alta energía: Cavitación temporal por traumatismo abdominal por proyectil de arma de fuego** **Caso Forense**

*High energy injury: Temporary cavitation due to abdominal trauma from a firearm projectile*

**Martínez-Ruiz, Héctor <sup>1,2,3,4</sup>; Guerra-Martínez, María Julia <sup>9</sup>; Martínez-González, Odavias <sup>6</sup>; Martínez-Nizandy, Vicente <sup>1</sup>; Ángel-Concepción, Judith Luna <sup>2,8</sup>; Hernández-Huerta, María Teresa <sup>4,10</sup>; Pérez-Campos-Mayoral, Laura <sup>1,4,7</sup>; Pérez-Campos Mayoral, Eduardo <sup>1,4</sup>; Pérez-Campos, Eduardo <sup>5,7</sup>**

Recibido: 24 may 23; aceptado: 18 sep 2023; Publicado: 15 ene 2024

1. Facultad de Medicina y Cirugía, UABJO. Oaxaca, México.
  2. Hospital General "Dr. Aurelio Valdivieso" SS. Oaxaca.
  3. Hospital General de Zona Número 1 IMSS Oaxaca.
  4. Centro de Investigación Facultad de Medicina UNAM-UABJO, FMyC UABJO. Oaxaca, México.
  5. División de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México / ITO. Oaxaca (TecNM).
  6. Poder Judicial de la Federación del Estado de Oaxaca.
  7. Laboratorio de Patología Clínica Dr. "Eduardo Pérez Ortega", Oaxaca, México
  8. Facultad de Medicina y Cirugía, Universidad Anáhuac Oaxaca.
  9. Hospital General de Especialidades "Dr. Javier Buenfil Osorio"; Campeche, Camp.
  10. CONACYT, Facultad de Medicina y Cirugía, UABJO. Oaxaca, México.
- Corresponding author: [Eduardo Pérez-Campos Mayoral, epcm@live.com.mx](mailto:epcm@live.com.mx)

**Revista Mexicana de Medicina Forense y Ciencias de la Salud.**  
**Editorial Universidad Veracruzana**  
**Periodo enero-junio 2024**

## RESUMEN

*Los traumatismos abdominales por proyectil de arma de fuego son una causa frecuente de discapacidad y muerte, por lo que representa un gran reto para los cirujanos en el servicio de urgencias. En este trabajo, describimos un caso raro de traumatismo abdominal con efecto de cavitación temporal, y revisamos la literatura pertinente. Un varón de 45 años con disparo en el abdomen se presentó en el Hospital General "Dr. Aurelio Valdivieso" Oaxaca, México, y fue trasladado por elementos de atención prehospitalaria al servicio de urgencias donde se realizó una evaluación primaria que permitió identificar una lesión única en el hipocondrio derecho con características de lesión producida por cavitación temporal causada por Proyectil de Arma de Fuego. Con este informe de caso esperamos aumentar el conocimiento sobre el fenómeno de la cavitación temporal para establecer diagnósticos y tratamientos eficaces y oportunos.*

*Palabras clave: cavitación, trauma abdominal, herida por proyectil de arma de fuego, trauma penetrante.*

## SUMMARY

*Abdominal trauma from a firearm projectile is a frequent cause of disability and death, which is why it represents a great challenge for surgeons in the emergency department. In this work, we describe a rare case of abdominal trauma with temporary cavitation effect, and review the relevant literature. A 45-year-old man with a gunshot wound to the abdomen presented at the "Dr. Aurelio Valdivieso" General Hospital in Oaxaca, Mexico, and was transferred by pre-hospital care elements to the emergency department where a primary evaluation was performed; it allowed the identification of a single injury, in the right hypochondrium with characteristics of injury produced by temporary cavitation caused by a Firearm Projectile. With this case report we hope to increase knowledge about the phenomenon of temporary cavitation to establish effective and timely diagnoses and treatment.*

*Keywords: cavitation, abdominal trauma, gunshot wound, penetrating trauma.*

## INTRODUCCIÓN

El traumatismo abdominal es una de las principales causas de muerte en adultos jóvenes, y se clasifica como cerrado o penetrante (Parra-Romero et al., 2019). Se considera una lesión penetrante cuando perfora el peritoneo parietal, y no penetrante si está a milímetros de las paredes internas de la cavidad abdominal (Jaramillo, 2013).

El 90% de las lesiones penetrantes de abdomen a menudo requieren intervención quirúrgica, la más común es la lesión causada por Proyectil de Arma de Fuego (PAF), seguido de lesiones punzo cortantes con ‘arma blanca’ (Pinedo-Onofre, et al., 2006).

Los factores que afectan el mecanismo de lesión penetrante de abdomen por PAF incluyen: el tipo de cartucho, la forma de la ojiva del proyectil, la calidad y cantidad de pólvora, la distancia y trayectoria del proyectil, la fragmentación del elemento balístico antes y/o después del contacto con el blanco. Además, la cavitación temporal o formación de dos cavidades, es decir, una cavidad temporal producida por el desplazamiento tisular secundario a la onda de expansión producida por el avance del proyectil en primera instancia, y una cavidad permanente secundaria que es causada por el efecto directo del proyectil cruzando tejidos.

Por lo tanto, existen dos mecanismos distintos de producción de lesión causada por PAF que están relacionados con el “aplastamiento” y el “estiramiento” de los tejidos. El mecanismo de aplastamiento está asociado con el paso del proyectil a través de los tejidos, formando una cavidad permanente. El mecanismo de estiramiento se aplica a los tejidos adyacentes y puede equipararse a la cavidad temporal que se forma cuando el proyectil atraviesa los tejidos. La cavidad temporal alcanza una presión de cuatro atmósferas, con una duración de unos 4-5 milisegundos, y puede dañar vasos sanguíneos y fracturar los huesos que el proyectil no atravesó directamente (Bolliger et al., 2010).

Los tejidos elásticos con más flexibilidad, como el pulmón y la pared intestinal, toleran mucho mejor este estiramiento, mientras que los órganos sólidos inelásticos como el hígado no lo hacen (Fackler et al., 1984).

Documentar este tipo de traumas (lesiones balísticas indirectas) es de naturaleza compleja. Actualmente hay pocos casos publicados en la literatura, y por lo tanto presentamos un caso único de lesión balística indirecta causado la cavidad temporal en la región de Oaxaca, México.

## REPORTE DE CASO

Paciente masculino de 45 años. Originario del Estado de Oaxaca, con historia de consumo habitual de metanfetaminas, sin antecedentes de patologías crónico - degenerativas, alergias a medicamentos, intervenciones quirúrgicas, fracturas y transfusiones. El paciente inició su padecimiento al ser lesionado por un disparo de PAF, cuya distancia y calibre no fue especificado, condicionando una lesión ubicada en la región abdominal superior derecha.

## Exploración física

A su llegada al centro hospitalario, fue trasladado por elementos de atención prehospitalaria al servicio de emergencias. Se realizó evaluación primaria encontrando: A) Vía aérea permeable, Fracción Inspirada de Oxígeno (Fio<sub>2</sub>) al 21%, columna cervical sin evidencia clínica de lesión, B) Respiración y ventilación, murmullo vesicular conservado bilateralmente, saturación de oxígeno Spo<sub>2</sub>=98%, respiraciones por minuto (RPM): 19, C) Circulación. Tensión arterial (TA) 120/70 mmHg, presión arterial media (PAM) = 87 mmHg, 110 latidos por minuto (LPM), llenado capilar de 2 segundos, D) Déficit neurológico. Escala de coma de Glasgow (ECG)=15/15, sin focalidad neurológica, E) Exposición y control del ambiente. Se visualizó una lesión por PAF en abdomen, localizada en el espesor del hipocondrio derecho, con ausencia de elementos del tatuaje (polvora semiquemada o no quemada en la piel), con bordes desgarrados y ennegrecidos correspondiente al orificio de entrada de 2 mm, con salida de material hemático moderado de forma semi ovalada, No se observó el orificio de salida, control térmico con temperatura 36.2 °C.

## Revisión secundaria

El paciente se mostró ansioso, poco cooperador, orientado en espacio, lugar y tiempo. Neurológicamente íntegro, y con funciones mentales superiores conservadas, la exploración de nervios craneales no mostró alteración evidente. Los ojos con pupilas simétricas en ambos ojos (2 mm), craneofacial sin evidencia de lesiones, vía aérea sin afección en nariz y boca.

La exposición del cuello no mostró datos de lesiones físicas aparentes, sin adenopatías en cadenas cervicales, tráquea central desplazable, tórax a la observación con movimientos respiratorios simétricos.

A la palpación a nivel de la línea axilar posterior derecha a nivel del octavo arco costal derecho, se palpa un objeto localizado en partes blandas (proyectil), doloroso a la digito presión. La percusión reveló un claro pulmonar conservado (ruido normal al percutir sobre las áreas torácicas correspondientes al pulmón), submatidez en área cardiaca, precordio rítmico de adecuada intensidad con taquicardia.

En la exploración física de abdomen se valoró la superficie de la piel, y en la cara anterior, cuadrante superior derecho, se observó una lesión correspondiente al orificio de entrada por proyectil de arma de fuego, con sangrado activo, sin enfisema subcutáneo, con peristalsis disminuida, no doloroso a la palpación superficial, si a la palpación media y profunda, sin datos de irritación peritoneal, extremidades íntegras anatómica y funcionalmente, llenado capilar menor a 2 segundos. Índice de shock hipovolémico 0.91 %, índice de choque modificado 1.38.

## Resultados de Laboratorio

Glucosa: 86 mg/dL, Creatinina: 0.40 mg/dL, estimación del filtrado glomerular MDR / CKD-EPI 143.3 (mL/min/1,73 m<sup>2</sup>), aspartato aminotransferasa 54.0 IU/L, alanino aminotransferasa 45.0 UI/L, fosfatasa alcalina 242.0 IU/L, Biometría Hemática Completa (BHC): leucocitos 10.30/mm<sup>3</sup>, hemoglobina 14.40 g/dl, hematocrito 43.2%, volumen corpuscular medio 85.70 μm<sup>3</sup>, hemoglobina corpuscular media 28.60pg, plaquetas 302 103/uL, neutrófilos 72.5 %.

## Ecografía FAST (focused abdominal sonography for trauma)

Se efectuó una ecografía con sonda curvilínea de 5 MHz, con la finalidad de identificar lesiones traumáticas. A nivel de epigastrio: se evaluó lóbulo izquierdo del hígado, grandes vasos, corazón y espacio pericárdico sin evidencia de lesión. El cuadrante superior derecho, el hígado, riñón derecho, y espacio hepatorenal no mostraron evidencia de líquido libre. El cuadrante superior izquierdo, área renal, y bazo se observaron de aspecto homogéneo, y sin líquido en su entorno. No se identificaron lesiones ecogénicas en fase aguda que sugirieran la presencia de líquido libre en cavidad peritoneal asociada a coágulos o sangrado activo.

## Tomografía Axial Computada

Adicionalmente se realizó una Tomografía Axial Computada (TAC) simple de abdomen, que permitió observar las estructuras en plano coronal y sagital, el trayecto del proyectil de arma de fuego en partes blandas en posición anterior y oblicua del flanco derecho, que pasa a través del VII segmento hepático, produciendo una lesión en sacabocado. Se observó un trayecto que afecta tejidos circundantes y adyacentes, ocasionando fractura del octavo arco costal derecho sobre línea media axilar, con un orificio de 13 mm aproximadamente, alojándose a 16 mm entre el 9o y 10o arco costal posterior, no existiendo orificio de salida por el alojamiento del proyectil en el octavo arco costal derecho.

En la exploración tomográfica mediante ventanas se analizaron las diferentes estructuras expresadas en unidades Hounsfield (HU), y no se identificó la presencia de sangre (30 a 45 UH) que sugiriera hemoperitoneo, o la presencia de aire (-1000 UH) que indicara neumoperitoneo por perforación de víscera hueca.

De acuerdo con las características tomográficas se establece una laceración hepática, de 1 a 3 cm de profundidad, y menor de 10 cm de largo de acuerdo con la escala de la American Association for the Surgery of Trauma.

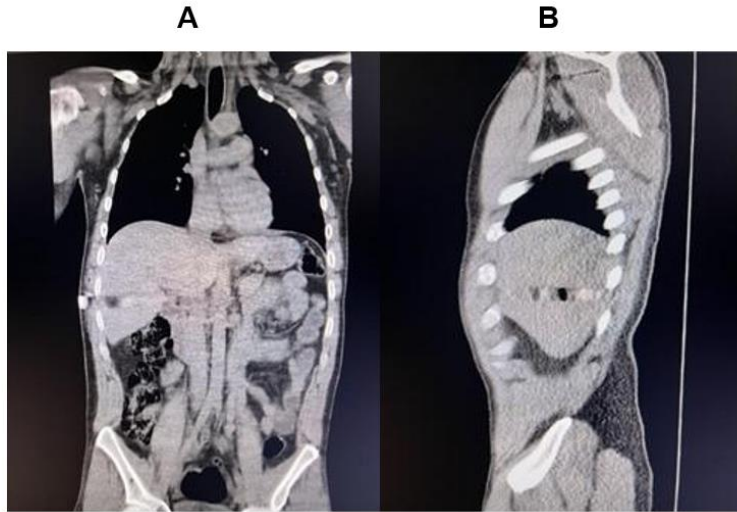


Figura A y B. Resultados de la Tomografía Axial Computada (TAC) Simple de Abdomen. En el corte sagital e imagen coronal, se observó el trayecto del proyectil de arma de fuego de posición anterior y oblicua del flanco derecho, adyacente al segmento VII hepático con laceración hepática, de 1 a 3 cm de profundidad y menor de 10 cm de largo, produciendo lesión en sacabocado, así como el fenómeno de cavitación temporal entre el proyectil, y los tejidos impactados constituyendo un vacío parcial, ocasionando fractura del octavo arco costal derecho, sitio donde se impactó la bala, no se observó la presencia datos tomográficos para hemotórax o neumotórax.

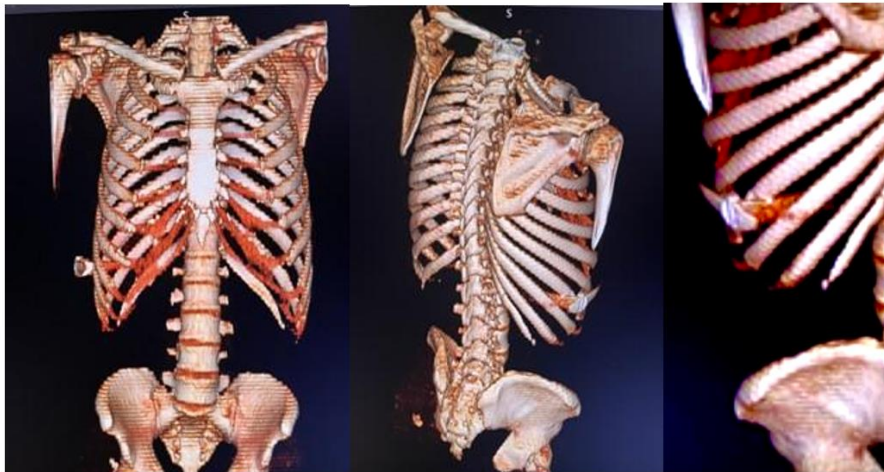


Figura C. Reconstrucción en 3a dimensión de Tórax y abdomen, se observan el trazo de fractura del octavo arco costal derecho y un cuerpo extraño de alta densidad en HU compuesto por un metal de morfología de aspecto de bala, alojándose en el octavo arco costal.

## Evolución clínica

Durante la estancia hospitalaria del paciente no se evidenciaron lesiones en vísceras de gravedad, se optimizó la analgesia, manejo con soluciones cristaloides a requerimiento, monitorización continua, manteniendo signos vitales estables, sin presentar datos de inestabilidad hemodinámica sugerentes de choque hipovolémico.

## DISCUSIÓN

Las lesiones por traumatismo penetrante pueden lesionar una amplia variedad de órganos, y su gravedad depende de la ubicación de la lesión o de las vísceras y tejidos afectados. El cuadrante superior derecho, el hígado, el diafragma, el pulmón y el colon son los órganos con mayor riesgo. El fácil acceso y uso de la tomografía computarizada ha provocado un cambio de paradigma en el manejo del trauma penetrante, proporciona un diagnóstico preoperatorio. Lo anterior brinda al cirujano información valiosa para planificar el enfoque del tratamiento.

La TAC es una herramienta que muestra de forma fiable la presencia de lesiones en vísceras sólidas, huecas, y adicionalmente la posibilidad de una lesión indirecta como el fenómeno de cavitación. El daño infligido por los PAF afecta gran cantidad de tejido dependiendo de la interacción proyectil-tejido, modificando el comportamiento del proyectil hacia una mayor transferencia de energía a la lesión. Entonces, el término “de alta energía” debe reservarse para aquellas lesiones o traumatismos con daños en los tejidos blandos que se extienden mucho más allá del trayecto principal de la herida, principalmente como resultado de una cavitación temporal.

El daño producido por la cavitación temporal depende de las propiedades de tensión de los tejidos involucrados y raramente es documentada.

## Conclusión

Los traumatismos por PAF pueden poner en riesgo la vida. Los órganos ubicados cerca del trayecto del proyectil pueden lesionarse. Estas lesiones pueden encontrarse incluso en una cavidad adyacente no atravesada directamente por el proyectil. El cirujano debe tener un alto índice de sospecha sobre la posibilidad de lesiones balísticas indirectas adicionales al trayecto del proyectil. Esta debiese ser una consideración en todas las lesiones causadas por PAF, independientemente de la velocidad. Las imágenes del paciente son vitales para diagnosticar y calificar estas lesiones potencialmente significativas.

### Conflictos de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses. Los autores desean reconocer y expresar su agradecimiento al servicio de enfermería del Departamento de Emergencias del Hospital General Aurelio Valdivieso de Oaxaca, por su apoyo y participación para hacer posible este trabajo.

## REFERENCIAS

1. Bolliger, S. A., Thali, M. J., Bolliger, M. J., & Kneubuehl, B. P. (2010). Gunshot energy transfer profile in ballistic gelatine, determined with computed tomography using the total crack length method. *International journal of legal medicine*, 124, 613-616.
2. Fackler, M. L., Surinchak, J. S., Malinowski, J. A., & Bowen, R. E. (1984). Wounding potential of the Russian AK-74 assault rifle. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 24(3), 263-266.
3. Jaramillo, J. B. (2013). El paciente con trauma abdominal.
4. Parra-Romero, G., Contreras-Cantero, G., Orozco-Guinaldo, D., Domínguez-Estrada, A., & Bravo-Cuellar, L. (2019). Trauma abdominal: experiencia de 4961 casos en el occidente de México. *Cirugía y cirujanos*, 87(2), 183-189.
5. Pinedo-Onofre, J. A., Guevara-Torres, L., & Sánchez-Aguilar, J. M. (2006). Trauma abdominal penetrante. *Cirugía y Cirujanos*, 74(6), 431-442.



**Revista Mexicana de Medicina Forense  
y Ciencias de la Salud**