

Diaphragmatic trauma

Trauma diafragmático

 Luis M. García-Núñez,¹

 Edgar Fernando Hernández-García,¹

 Luis Fernando Moreno-Delgado,¹

 Hugo Jiménez Barrera,¹

 Alexia Bustos Paz,¹

 Luis M. García-Espino.¹

¹Secretaría de la Defensa Nacional, Hospital Central Militar, Ciudad de México, México.

Autor de correspondencia: *Hugo Jiménez Barrera. Dirección: Periférico Blvd Manuel Ávila Camacho s/n, Lomas de Sotelo, Militar, Miguel Hidalgo, 11600 Ciudad de México, CDMX, Correo electrónico: drjhb94@gmail.com

Citación: García-Núñez L.M., Hernández-García E.F., Moreno-Delgado L.F., Jiménez Barrera H., Bustos Paz A., García-Espino L.M. *Trauma diafragmático. Rev. Sanid. Milit.* 2024;79(1) 1-14.

Abstract:

Diaphragmatic injuries are a challenge for the surgeon who deals with them, as some are so subtle that they go unnoticed. The lack of specific signs and symptoms and the common association with more serious and dramatic injuries cause them to be frequently overlooked, which has a very important impact on morbidity and mortality.

The general epidemiological perception is that they are an infrequent condition, with an incidence of 0.8 to 8 % reported in cases of thoracoabdominal trauma.

Two thirds of cases of diaphragmatic trauma are due to penetrating mechanisms, while blunt trauma only causes 33 % of them. Most injuries are on the right side, 25 % on the left side, and in 5 % of the victims, there are traumas in both hemidiaphragms. In victims of high-energy blunt trauma who present diaphragmatic injury, the left hemidiaphragm is affected in 90 % of the cases.

Keywords: trauma, left, energy



Resumen

Las lesiones del diafragma ponen a prueba al cirujano que las encara, pues algunas son tan sutiles que pasan inadvertidas. La falta de signos y síntomas específicos y la común asociación con lesiones más graves y dramáticas son causa que pasen por alto con frecuencia, lo cual conlleva una repercusión muy importante en la morbimortalidad.

La percepción epidemiológica general es que son una condición infrecuente, reportándose una incidencia de 0.8 a 8 % en los casos de trauma toracoabdominal. Dos terceras partes de los casos de trauma diafragmático obedecen a mecanismos penetrantes, mientras que el trauma contuso solo causa 33 % de los mismos. La mayoría de las lesiones se encuentran en el lado derecho, 25 % de las mismas en el lado izquierdo y en 5 % de las víctimas, hay traumatismos en ambos hemidiafragmas. En las víctimas de trauma contuso de alta transmisión de energía que presentan lesión del diafragma, el hemidiafragma izquierdo se afecta en 90 % de las ocasiones.

Palabras clave: trauma, izquierdo, energía

INTRODUCCIÓN

Las lesiones del diafragma ponen a prueba al cirujano que las encara, pues algunas son tan sutiles que pasan inadvertidas. La falta de signos y síntomas específicos y la común asociación con lesiones más graves y dramáticas son causa que pasen por alto con frecuencia, lo cual conlleva una repercusión muy importante en la morbimortalidad.⁽¹⁻³⁾

La percepción epidemiológica general es que son una condición infrecuente, reportándose una incidencia de 0.8 a 8 % en los casos de trauma toracoabdominal.^(3,4)

Dos terceras partes de los casos de trauma diafragmático obedecen a mecanismos penetrantes, mientras que el trauma contuso solo causa 33 % de los mismos. La mayoría de las lesiones se encuentran en el lado derecho, 25 % de las mismas en el lado izquierdo y en 5 % de las víctimas, hay traumatismos en ambos hemidiafragmas.⁽³⁻⁸⁾ En las víctimas de trauma contuso de alta transmisión de energía que presentan lesión del diafragma, el hemidiafragma izquierdo se afecta en 90 % de las ocasiones.^(9,10)

Presentación clínica

Su presentación clínica puede ser sutil y varias lesiones pueden pasar fácilmente inadvertidas, pues por lo común coexisten traumatismos que por su patrón lesional representan una genuina prioridad de atención o bien, distraen al cirujano por su apariencia devastadora.^(2-4,11,12) Sin embargo, anatomopatológicamente su presencia es un indicador de la presencia de un traumatismo grave, pues para que el diafragma sufra una disrupción anatómica, los mecanismos de lesión deben ser capaces transmitir una gran cantidad de energía.⁽¹³⁾

En casos de herniación diafragmática puede haber disminución de la expansión del tórax: alteraciones en la auscultación (matidez, hiperresonancia, ruidos agregados); desplazamiento cardiaco; estado de choque; cianosis; disnea; asimetría del hipocondrio; hemoneumotorax y datos de lesión a la pared del torso.^(14,15)

Los síntomas torácicos se relacionan con el volumen que ocupen las vísceras abdominales en el tórax. Al ser mayor, más importante será la restricción ventilatoria y la disnea, ortopnea y dolor torácico. En casos extremos de herniación masiva o dilatación gástrica, puede haber toracopatía hipertensiva. En el abdomen, los síntomas son dolor localizado o difuso de intensidad variable y datos de oclusión intestinal.^(1,3,4,6,12,14,15)

Clasificación

Los traumatismos del diafragma se clasifican de acuerdo con una escala de gravedad de la lesión orgánica denominada AAST-OIS (de las siglas en inglés *American Association for the Surgery of Trauma-Organ Injury Scaling*) (Cuadro 1), una escala de gravedad creciente que va del grado I, cuando son lesiones menores, al grado V, que define una significativa severidad anatómica de las mismas. A similitud de su utilidad en traumatismos de otras regiones, se usa como herramienta de control de calidad, de comunicación interinstitucional y de investigación clínica, pero no está validada como herramienta diagnóstica ni pronóstica y no guía la toma de decisiones terapéuticas. Se recomienda ampliamente el uso de esta clasificación, pues es de dominio mundial.⁽¹⁶⁾

Cuadro 1. Descripción de la herida

Grado*	Descripción de la herida
I	Contusión simple
II	Laceración < 2 cm de diámetro
III	Laceración de 2-10 cm
IV	Laceración de > 10 cm con pérdida de tejido < 25 cm ²
V	Laceración con pérdida de tejido > 25 cm ²

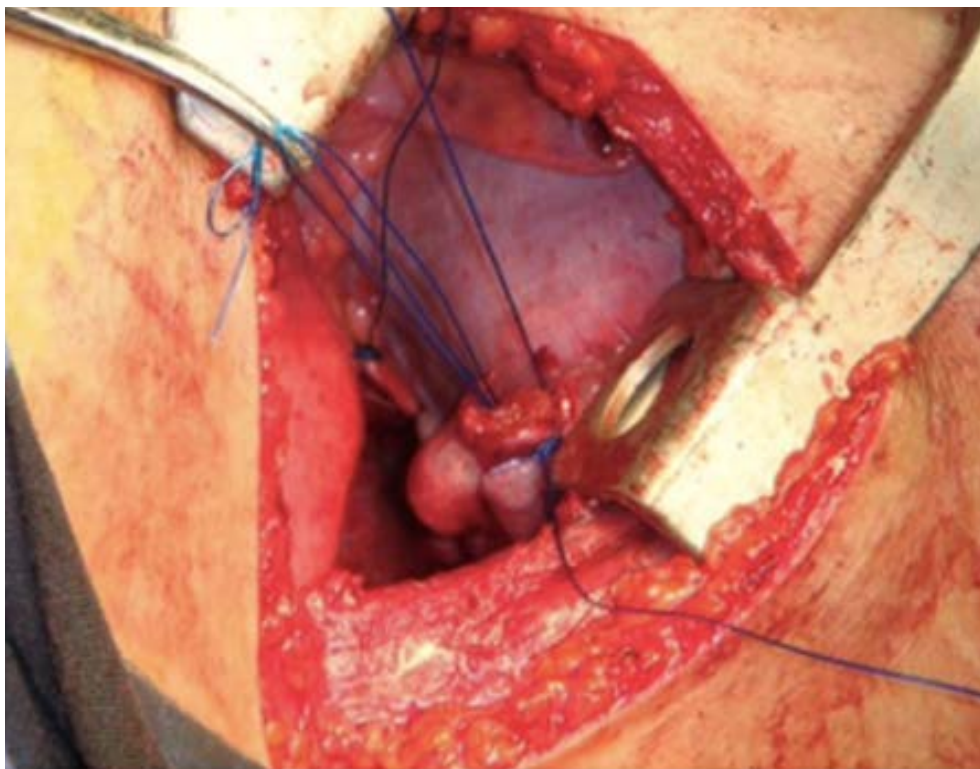
*Avanzar un grado para lesiones bilaterales hasta el grado III. (Moore et al.⁽¹⁷⁾ (1994); Asensio et al.⁽¹³⁾ (2007)).

Diagnóstico

El diagnóstico es difícil, en virtud de lo discreto de sus manifestaciones clínicas y a que con frecuencia se presentan en pacientes muy graves y con múltiples lesiones que fácilmente desvían la atención del operador hacia otras prioridades reales o aparentes. En trauma diafragmático, son tres los pasos indispensables para el diagnóstico: 1) sospechar su existencia en el contexto clínico adecuado; 2) reconocer su presencia y 3) buscar la lesión hasta confirmarla o descartarla, haciendo uso de los recursos disponibles.^(3-5,7,8,12)

Para sospecharlo es esencial conocer y analizar el mecanismo de lesión.^(3-5,18) En trauma penetrante (Figura 1) puede ser obvio inferir la lesión, debido a la posible ubicación, dirección y sentido del tracto, pero en trauma contuso es muy complejo definir su presencia. En las heridas torácicas bajas, tanto penetrantes como contusas, debe asumirse una lesión toracoabdominal y diafragmática hasta demostrar lo contrario.^(1,3,5) El examen físico casi nunca es concluyente.⁽⁴⁾ Los pacientes pueden presentarse asintomáticos y hemodinámicamente estables o en colapso circulatorio total y con gran destrucción de la pared del torso.⁽¹⁹⁾

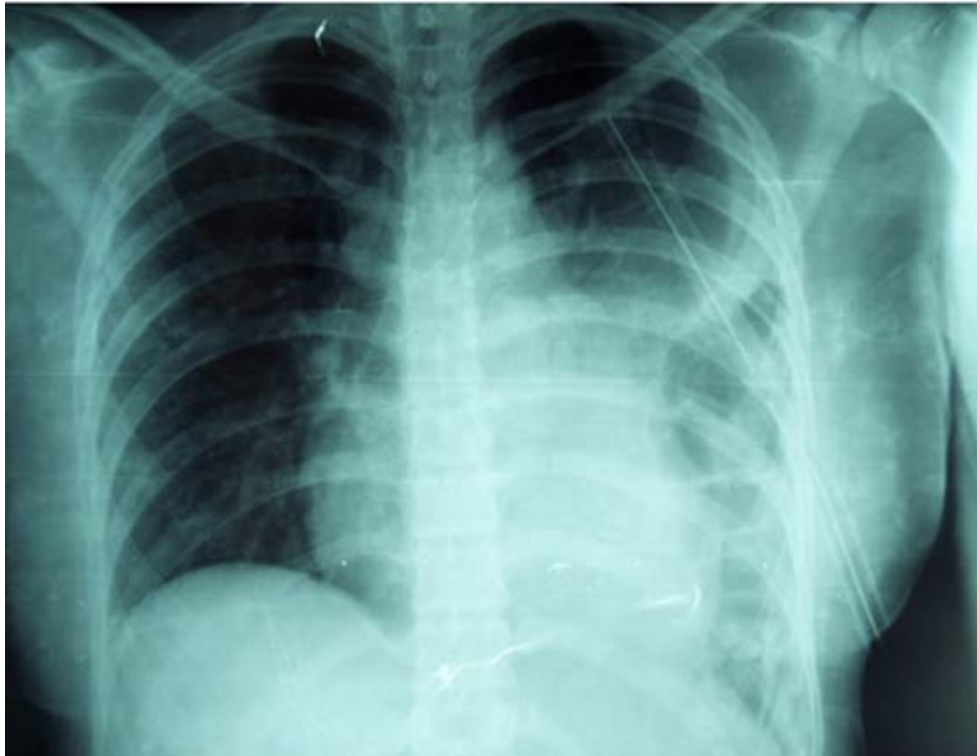
Figura 1. Lesión diafragmática izquierda por trauma penetrante



Lesión diafragmática izquierda por trauma penetrante. Aquí, la reparación diafragmática se efectuó por vía laparoscópica (Imagen con marca registrada, CEN-CAT® 2012, con permiso del autor).

Por lo que respecta a los estudios no invasivos, el recurso más usado es la radiografía de tórax, donde pueden verse borramiento del contorno del hemidiafragma afectada, atelectasias, signos de pleuropatía traumática (hemotórax, neumotórax), distensión gástrica y contusión pulmonar, entre otros. En la ruptura diafragmática izquierda, la presencia de la sonda nasogástrica en hemitórax izquierdo o un patrón aerodigestivo en el tórax confirman el diagnóstico (Figura 2). Rara vez se ve el hígado en el hemitórax derecho.^(1,4,5,12,19)

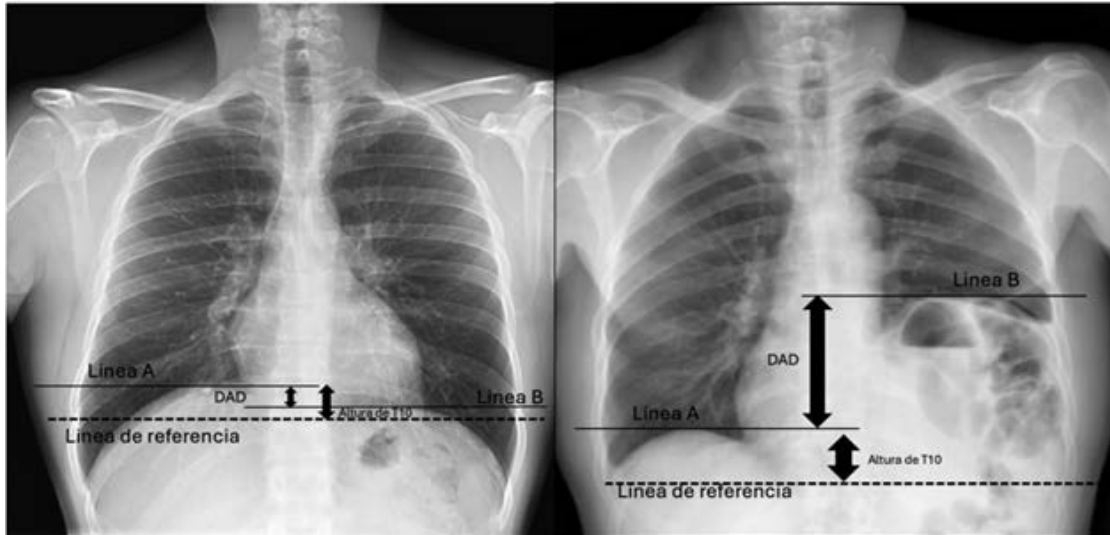
Figura 2. Radiografía de tórax con patrón intestinal de gas en hemitórax izquierdo



Radiografía de tórax con patrón intestinal de gas en hemitórax izquierdo en una víctima de trauma torácico contuso. se corroboró operativamente una ruptura diafragmática (Imagen con marca registrada, CEN-CAT® 2012, con permiso del autor).

La metodología de Kwon (Figura 3) calcula un índice basado en 5 pasos, que permite estimar objetivamente la posibilidad de una lesión diafragmática:⁽²⁰⁾

1. Línea de marcado R: se coloca una línea de referencia en el borde inferior de la vértebra T10.
2. Definición de alturas con las líneas A y B: con estas líneas se miden las alturas de las cúpulas de los hemidiafragmas derecho e izquierdo.
3. Cálculo de DAD (Diferencia de Alturas Diafragmáticas): se calcula la diferencia de altura entre las dos hemidiafragmas.
4. Cálculo de la altura de T10: se mide la altura vertical de T10.
5. Dividir la altura de T10 por DAD: la altura de T10 se divide por DAD para obtener una relación.

Figura 3. Radiografías de tórax anteroposteriores

Radiografías de tórax anteroposteriores utilizadas para calcular el índice de altura diafragmática. DAD, diferencia de altura diafragmática.

Los puntos de corte para estimar con una sensibilidad y especificidad mayores a 80 % la posibilidad de una lesión diafragmática es >1.31 cuando se sospechan lesiones del lado derecho y <0.43 si la sospecha es en el lado izquierdo. Para efectos de esta estimación, a los cocientes calculados para el lado derecho se les asigna un valor positivo y en el lado izquierdo un valor negativo.

Es necesario tomar en cuenta que hay otras condiciones en los pacientes traumatizados, como el hemotórax, contusión pulmonar, parálisis diafragmáticas, neumonías y atelectasias que pueden dar una imagen en donde aparentemente hay elevación del hemidiafragma, alterando la medición del DAD y por tanto, el cálculo del cociente de estimación de probabilidad de la lesión.

Para practicar series contrastadas (ej. serie esofagogastroduodenal), que hace patente la presencia de asas intestinales en la cavidad torácica por su paso a través del defecto diafragmático, el paciente debe estar hemodinámicamente estable y por lo general estas investigaciones se realizan en la fase crónica.^(3,4) La tomografía computada no es sensible para el diagnóstico en casos de lesiones penetrantes, pero en lesiones contusas puede evidenciar el mal posicionamiento diafragmático y el desplazamiento anómalo de vísceras abdominales en el tórax, sobre todo cuando se emplea con contraste oral.^(3,3,5,21) La resonancia magnética nuclear definitivamente no juega un papel trascendente en estos casos.⁽²²⁾

En lo que concierne a los estudios invasivos, el lavado peritoneal diagnóstico no es útil para el diagnóstico, pues, aunque es muy sensible (96 %) es muy poco específico (30-47 %). Sin embargo, cuando el paciente es portador de sondas pleurales y el líquido del lavado drena a través de estos, el diagnóstico queda establecido.⁽²³⁻²⁵⁾

La evaluación con ultrasonido orientado al paciente traumatizado (USG-FAST) y USG-FAST extendido han demostrado ser herramientas útiles en el manejo de estos casos, ya que el paciente puede ser evaluado en la bahía de trauma sin interferir con el procedimiento ni de reanimación, al tiempo que hay evidencia contundente en lo relativo a su papel como auxiliar en la toma de decisiones, pues

en pacientes hemodinámicamente inestables, ha demostrado disminuir significativamente el intervalo entre su arribo al hospital y el ingreso al quirófano.⁽²⁶⁻²⁸⁾

La laparoscopia es el estudio invasivo más sensible (97.5 %) y específico (100 %) para determinar la presencia de una lesión diafragmática.^(1,2,4,4,6,9,12,18,23) Se considera la piedra angular para la detección y estimación de la gravedad y localización de las lesiones. Además, ha demostrado ser el mejor recurso diagnóstico, sobre todo en pacientes que no tienen otra indicación para ser operados y permite instituir el tratamiento operatorio respectivo.^(29,30)

Manejo

Los pacientes con traumatismos al diafragma son en primer término, un paciente politraumatizado. De ahí que en el ámbito prehospitalario y en el Departamento de Urgencias, deben prevalecer los lineamientos de abordaje primario resueltos en los protocolos del Manual PHTLS® de la Asociación Nacional de Técnicos en Urgencias Médicas y del Manual del ATLS® del Colegio Americano de Cirujanos.^(1,3,4,12) En pacientes in extremis, se recomienda efectuar la Toracotomía en el Departamento de Urgencias.⁽³¹⁾

No se conoce la historia natural de una lesión diafragmática, pero la dinámica de la contracción y el gradiente diferencial promovido por la presión negativa del tórax, difícilmente permiten que mantengan su dimensión original. Bajo la anterior premisa, el hígado difícilmente “sella” las lesiones del lado derecho, por lo que la suposición de que solo hay que tratar las lesiones del lado izquierdo, se convierte en falsa, insegura y sin fundamento. El tratamiento operatorio es obligado al establecer el diagnóstico.⁽³²⁻³⁴⁾

Los casos crónicos son más comunes de lo deseado, pues en muchas ocasiones, los defectos diafragmáticos no son diagnosticados en la hospitalización inicial del paciente y se detectan mucho tiempo después. Aquí, la dinámica muscular retrae los bordes del defecto a la periferia de la lesión, promoviendo la atrofia y degeneración grasa, El contenido visceral migra al tórax por el gradiente condicionado por la presión negativa y se forman adherencias en el “nuevo domicilio de las vísceras herniadas”. Por lo habitual, hay una alteración progresiva del cociente ventilación/perfusión y colapso pulmonar, condiciones a las cuales el paciente se adapta y que hay que tomar en cuenta al momento de planear una intervención quirúrgica, pues el reposicionamiento de las vísceras herniadas puede ocasionar descompensación cardiorrespiratoria que requiera manejo avanzado en la unidad de cuidados intensivos.^(2-4,9,10,12,15,19,24,26,33-35)

Para abordar las lesiones diafragmáticas se usan dos tipos de incisiones: 1) laparotomía por línea media y 2) toracotomía anterolateral derecha o izquierda (Figura 4). La elección de la incisión es básica para el éxito de la cirugía. Para lesiones aisladas, se recomienda que los casos de lesiones crónicas y aquellas localizadas en el hemidiafragma derecho, se considere desde el primer momento el abordaje torácico o toracoabdominal, ya que la anatomía de la lesión y las relaciones orgánicas encontradas en estos complejos traumáticos hace poco viable la resolución por una vía cavitaria aislada.^(2,4,34) Adicionalmente, el abordaje combinado permite extraer contenidos herniados de forma masiva, lo cual difícilmente podría ejecutarse por medio de un abordaje cavitario único.⁽¹²⁾

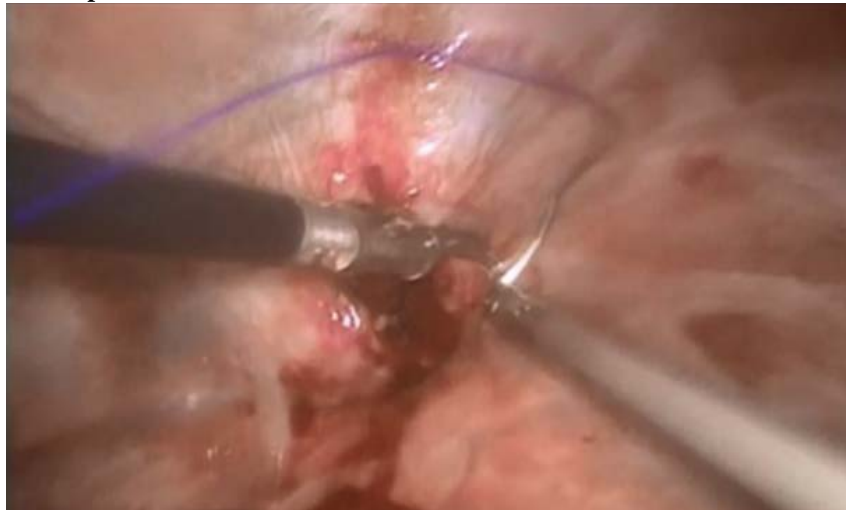
Figura 4. Toracotomía anterolateral derecha



Toracotomía anterolateral derecha, por hernia diafragmática derecha manejada con puntos en “U” más una sutura continua a lo largo del defecto.

Cuando la lesión diafragmática ha sido caracterizada y las lesiones asociadas se han controlado, se requiere estimar sus dimensiones. En defectos menores de 5 cm, una frenorrafia primaria practicada con una sutura continua con polipropileno o polibutéster calibre 0 o 1 es más que suficiente (Figura 5). En casos de laceraciones mayores a 5 cm, los puntos en “U” más una sutura continua a lo largo del defecto, haciendo uso de los mismos materiales, se considera la conducta más apropiada, pues las reparaciones simples se relacionan con una alta tasa de falla de la línea de sutura y complicaciones mecánicas y cardiorrespiratorias. Es frecuente realizar maniobras de taxis para reducir el contenido herniado; esto debe hacerse con sumo cuidado para evitar lesión adicional.^(3,4,12,19,24)

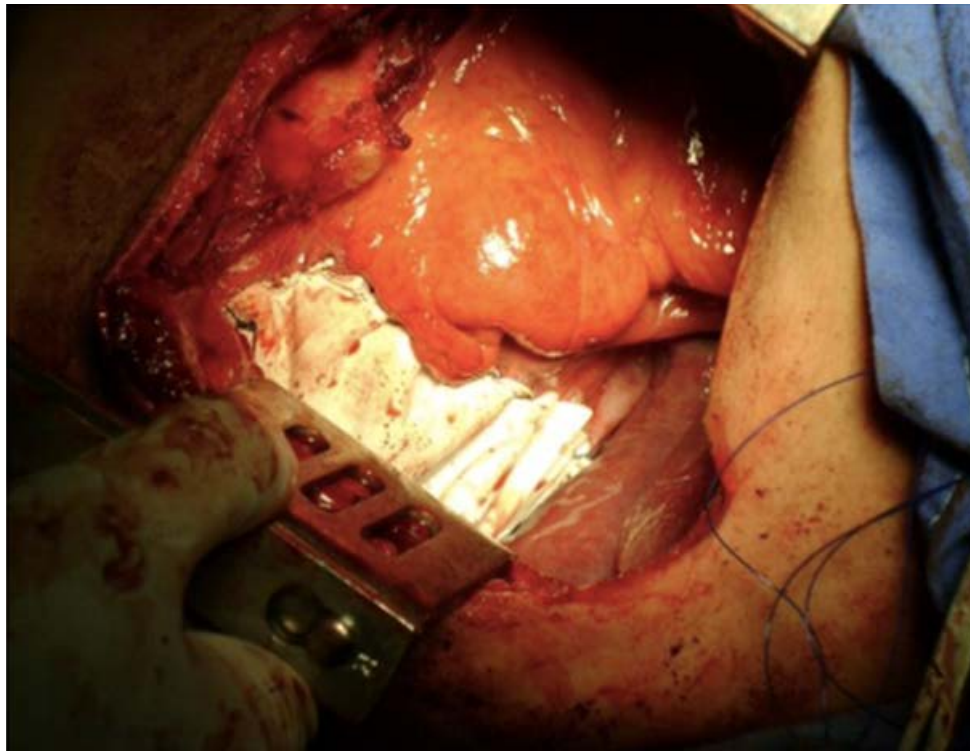
Figura 5. Frenorrafia primaria en una lesión > 5 cm



Frenorrafia primaria en una lesión > 5 cm. Se recomienda reparar la ruptura con surjete simple y puntos de refuerzo en “U” a intervalos regulares, con material sintético inasorbible cal. 1 (polipropileno) (Imagen con marca registrada, CEN-CAT® 2012, con permiso del autor).

La ruptura del tendón central del diafragma es una condición grave, ya que además de que se relaciona con pérdida de sustancia, puede concurrir con trauma cardíaco contuso clínicamente significativo, herniación y péndulo cardíacos y toracopatía hipertensiva.^(4,12,15,19,24,35-38) Su reparación obedece a los lineamientos expuestos previamente, observando las dimensiones de la laceración. Si hay pérdida de sustancia, comúnmente se requiere la interposición de mallas protésicas (Figura 6). Lo recomendable es usar mallas compuestas para evitar adherencias entre ésta y el pulmón o el contenido abdominal.^(3,4,12)

Figura 6. Interposición de malla combinada en un defecto diafragmático crónico de dimensión considerables



Interposición de malla combinada en un defecto diafragmático crónico de dimensión considerables. Esto evita la adherencia entre la malla y el pulmón o el contenido visceral (Imagen con marca registrada, CEN-CAT® 2012, con permiso del autor).

Estas mismas interposiciones protésicas, con materiales de diferentes tipos, de acuerdo con la disponibilidad y contexto clínico, se requieren en casos crónicos o de lesiones grado IV o V AAST-OIS con insuficiencia tisular, ya que es habitual que no haya posibilidad de cierre primario y el cirujano debe confrontar el manejo de la lesión con la colocación de prótesis. Por fortuna, la existencia de diversos recursos fabricados con alta tecnología permite al cirujano elegir las prótesis más convenientes a los intereses de la técnica. El empleo de sellantes biosintéticos, como el pegamento de fibrina, ha demostrado en series cortas, disminuir la tasa de falla de la línea de sutura y el desarrollo de fístulas pleuroperitoneales. La técnica adecuada permite restituir el contorno diafragmático, la anatomía y el volumen cavitarios y restaurar la dinámica frenopulmonar, con los beneficios cardiorrespiratorios subsecuentes.^(3,4,12,19,24,39)

El manejo de las lesiones diafragmáticas periféricas es muy peculiar. Si estas lesiones son muy periféricas y poco extensas, se puede realizar una frenorrafia primaria regular con anclaje y reinserción a la pared costal, para evitar la tensión y la falla de la línea de sutura. No es habitual requerir la rotación de colgajos tisulares, pero hay que tener presente esta posibilidad. Por su localización, el músculo *latissimus dorsi* puede movilizarse lo suficiente para cubrir defectos posterolaterales. Sin embargo, en casos extremos, cuando no se pueden cerrar los defectos con rotación muscular, el cierre hermético cutáneo y del tejido adiposo ha mostrado buenos resultados.^(2-4,12,33,34,40)

En lesiones periféricas muy extensas, se requiere reposición o cefalizar el diafragma con el procedimiento de Bender-Lucas, que es una técnica de transposición diafragmática, empleada en lesiones destructivas de la intersección toracoabdominal.^(4,7,12,39,41,42) Consiste en la desinserción del diafragma de la pared del torso y su reinserción quirúrgica en un nivel cefálico al original, manteniendo la integridad de la neo-cavidad torácica. Una vez hecho esto, la cavidad torácica se reconvierte hacia un espacio de menor capacidad pero con las características barométricas propias de una cavidad cerrada. La herida que condiciona la lesión diafragmática con pérdida de tejido queda entonces localizada en el abdomen, pudiendo manejarse como una laparostomía anterior o lateral.

Cuando se emplea la laparoscopia como herramienta terapéutica, los principios de reparación, anclaje y reposicionamiento del diafragma obedecen a las mismas directrices que aquellas que delimitan los procedimientos abiertos convencionales. El número y la colocación de los trócares debe adaptarse contextualmente al patrón lesional y a la preferencia del cirujano. No hay que olvidar que el empleo de carbitórax a volúmenes y flujos altos, puede pasar a través del defecto diafragmático hacia la cavidad torácica, causando un síndrome de toracopatía hipertensiva transoperatorio, por lo cual el cirujano y el anestesiólogo deben estar atentos a esta posibilidad, para su rápido manejo y resolución.^(2,3,9,11,12,19,23,24,29,30,34,37,39,40)

Complicaciones

Las complicaciones, aunque graves, por fortuna son infrecuentes. La herniación transdiafragmática es una de ellas y los órganos más afectados son el colon, estómago y omento. Puede ocasionar síndrome de la toracopatía hipertensiva y causar o agravar un estado de choque. La parálisis diafragmática es común y se debe a lesión del nervio frénico o procesos de inflamación y fibrosis. La cirugía es obligada, tanto para reducir el contenido herniario como para efectuar la frenorrafia o plicatura, en casos de parálisis del órgano. La herniación pericárdica es rara en supervivientes. Los órganos más comúnmente herniados son colon transversal, estómago, omento, hígado e intestino delgado. Puede causar toracopatía hipertensiva y empeorar el choque cardiogénico en lesiones contusas. La cirugía es obligada y para su manejo quirúrgico por lo común se requiere colocar material protésico.

La estrangulación es una complicación grave y 80 % de los casos ocurren en los primeros tres años. Debido a lo silente del comportamiento inicial y al discreto crecimiento progresivo, por lo habitual a esta situación la preceden pequeñas lesiones punzocortantes. Las vísceras más frecuentemente afectadas son el colon (40 %), omento (40 %), yeyunoileon (10 %) y estómago (9 %). Cuando sucede, el manejo habitualmente es resectivo o con reparación visceral. La tasa de mortalidad en estos casos alcanza el orden del 40 al 57%.^(4, 12, 14,15, 19, 24, 32, 35, 36, 42,43)

Lesiones asociadas

Dada la ubicación, particularidades anatómicas y permanente movilidad del diafragma, las lesiones aisladas son muy raras. La presencia de lesiones asociadas es la regla, apareciendo del 52 al 100 % de los casos de traumatismos al diafragma. En víctimas de trauma contuso, el órgano más comúnmente afectado en asociación es el hígado (48 %), seguido por el bazo (35 %) e intestino delgado (34 %), mientras que, en los casos de trauma penetrante, prevalece el trauma al hígado (50 %), seguido de lesiones al estómago (26 %), bazo, riñón, colon y pulmón (18 %).

Lógicamente, a un mayor número de lesiones asociadas, se incrementa la posibilidad de complicaciones y muerte del individuo.^(3,4,12)

Pronóstico

Por lo que respecta al pronóstico, la morbilidad específica secundaria a la lesión consiste en atelectasias, neumonía, sangrado o empiema. Las complicaciones referentes a la frenorrafia son por lo habitual la falla en la línea de sutura, parálisis diafragmática y empiema. La mortalidad alcanza el orden del 4 al 15 % y los factores relacionados con la posibilidad de muerte son el mecanismo contuso de lesión -ya que hay mayor transmisión de energía-, hipotensión sostenida <70 mmHg, pérdida significativa de sangre (>5 litros) y un elevado número de lesiones asociadas (sobre todo, cuando figuran más de cuatro órganos afectados simultáneamente).^(12,19,44-47)

CONCLUSIONES

En conclusión, para diagnosticar una lesión diafragmática, hay que mantener un alto índice de sospecha y considerar en todo momento al paciente con traumatismo al diafragma, como un paciente politraumatizado. El diafragma raramente se lesiona de forma aislada, por lo que se deben buscar lesiones asociadas y tratarlas bajo los protocolos específicos para su manejo. Al diagnosticar una lesión en el diafragma, se debe proceder a su tratamiento quirúrgico, pues su historia natural es la tendencia hacia el crecimiento y la aparición de complicaciones. Finalmente, desde el punto de vista técnico, es necesario reconocer que las lesiones de fase aguda no se abordan bajo los mismos lineamientos que en las que encuentran en fase crónica.

REFERENCIAS

1. **Ties JS, Peschman JR, Moreno A, Mathiason MA, Kallies KJ, Martin RF, et al.** Evolution in the management of traumatic diaphragmatic injuries: a multicenter review. *The Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2014;76(4): 1024–1028. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000000140>.
2. **Dwivedi S, Banode P, Gharde P, Bhatt M, Ratanlal Johrapurkar S.** Treating traumatic injuries of the diaphragm. *Journal of Emergencies, Trauma and Shock*. 2010;3(2): 173–176. <https://doi.org/10.4103/0974-2700.62122>.

3. Lucas C, Ledgerwood A. Diaphragmatic injuries. In: *Therapy of Trauma and Surgical Critical Care*. 2nd ed. Elsevier; 2016.
4. **Lucas CE, Ledgerwood AM.** Chapter 43 - Diaphragmatic injury. In: Asensio JA, Trunkey DD (eds.) *Current Therapy of Trauma and Surgical Critical Care*. Philadelphia: Mosby; 2008. p. 326–339. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-04418-9.50047-3>.
5. **Hanna WC, Ferri LE.** Acute traumatic diaphragmatic injury. *Thoracic Surgery Clinics*. 2009;19(4): 485–489. <https://doi.org/10.1016/j.thorsurg.2009.07.008>.
6. **Agrusa A, Romano G, Chianetta D, De Vita G, Frazzetta G, Di Buono G, et al.** Right diaphragmatic injury and lacerated liver during a penetrating abdominal trauma: case report and brief literature review. *World Journal of Emergency Surgery: WJES*. 2014;9: 33. <https://doi.org/10.1186/1749-7922-9-33>.
7. **Clarke DL, Grotorex B, Oosthuizen GV, Muckart DJ.** The spectrum of diaphragmatic injury in a busy metropolitan surgical service. *Injury*. 2009;40(9): 932–937. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2008.10.042>.
8. **Sirbu H, Busch T, Spillner J, Schachtrupp A, Autschbach R.** Late bilateral diaphragmatic rupture: challenging diagnostic and surgical repair. *Hernia: The Journal of Hernias and Abdominal Wall Surgery*. 2005;9(1): 90–92. <https://doi.org/10.1007/s10029-004-0243-4>.
9. **Murray JA, Demetriades D, Asensio JA, Cornwell EE, Velmahos GC, Belzberg H, et al.** Occult injuries to the diaphragm: prospective evaluation of laparoscopy in penetrating injuries to the left lower chest. *Journal of the American College of Surgeons*. 1998;187(6): 626–630. [https://doi.org/10.1016/s1072-7515\(98\)00246-4](https://doi.org/10.1016/s1072-7515(98)00246-4).
10. **Narci A, Şen TA, Köken R.** Asymptomatic diaphragmatic rupture with retroperitoneal opening as a result of blunt trauma. *Journal of Emergencies, Trauma and Shock*. 2010;3(3): 301. <https://doi.org/10.4103/0974-2700.66556>.
11. **Murray JA, Demetriades D, Cornwell EE, Asensio JA, Velmahos G, Belzberg H, et al.** Penetrating left thoracoabdominal trauma: the incidence and clinical presentation of diaphragm injuries. *The Journal of Trauma*. 1997;43(4): 624–626. <https://doi.org/10.1097/00005373-199710000-00010>.
12. **Davis, J.W, Eghbalieh, B.** Injury to the diaphragm. In: *Trauma*. 6th ed. McGraw-Hill; 2008. p. 623–633.
13. **Asensio JA, Petrone P, García-Núñez L, Kimbrell B, Kuncir E.** Multidisciplinary approach for the management of complex hepatic injuries AAST-OIS grades IV-V: a prospective study. *Scandinavian journal of surgery: SJS: official organ for the Finnish Surgical Society and the Scandinavian Surgical Society*. 2007;96(3): 214–220. <https://doi.org/10.1177/145749690709600306>.
14. **DeGiannis E, Levy RD, Sofianos C, Potokar T, Florizoone MG, Saadia R.** Diaphragmatic herniation after penetrating trauma. *The British Journal of Surgery*. 1996;83(1): 88–91. <https://doi.org/10.1002/bjs.1800830128>.
15. **Vermillion JM, Wilson EB, Smith RW.** Traumatic diaphragmatic hernia presenting as a tension fecopneumothorax. *Hernia: The Journal of Hernias and Abdominal Wall Surgery*. 2001;5(3): 158–160. <https://doi.org/10.1007/s100290100022>.
16. **Moore EE, Moore FA.** American Association for the Surgery of Trauma Organ Injury Scaling: 50th anniversary review article of the Journal of Trauma. *The Journal of Trauma*. 2010;69(6): 1600–1601. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e318201124e>.
17. **Moore EE, Malangoni MA, Cogbill TH, Shackford SR, Champion HR, Jurkovich GJ, et al.** Organ injury scaling. IV: Thoracic vascular, lung, cardiac, and diaphragm. *The Journal of Trauma*. 1994;36(3): 299–300.
18. **Tan KK, Yan ZY, Vijayan A, Chiu MT.** Management of diaphragmatic rupture from blunt trauma. *Singapore Medical Journal*. 2009;50(12): 1150–1153.
19. **Murray, J.A., Demetriades, D.** Chapter 16. Diaphragm injuries. In: *Trauma Secrets*. Hanley & Belfus; 2003.

20. **Kwon J, Lee JCJ, Moon J.** Diagnostic significance of diaphragmatic height index in traumatic diaphragmatic rupture. *Annals of Surgical Treatment and Research*. 2019;97(1): 36–40. <https://doi.org/10.4174/astr.2019.97.1.36>.
21. **Allen TL, Cummins BF, Bonk RT, Harker CP, Handrahan DL, Stevens MH.** Computed tomography without oral contrast solution for blunt diaphragmatic injuries in abdominal trauma. *The American Journal of Emergency Medicine*. 2005;23(3): 253–258. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2005.02.020>
22. **Barbiera F, Nicastro N, Finazzo M, Lo Casto A, Runza G, Bartolotta TV, et al.** The role of MRI in traumatic rupture of the diaphragm. Our experience in three cases and review of the literature. *La Radiologia Medica*. 2003;105(3): 188–194.
23. **Nau T, Seitz H, Mousavi M, Vecsei V.** The diagnostic dilemma of traumatic rupture of the diaphragm. *Surgical Endoscopy*. 2001;15(9): 992–996. <https://doi.org/10.1007/s004640090096>.
24. **Meneu-Díaz, J.C, García-Sesma, A., Moreno-Elola, A, Ortega-Domene, P, Moreno-González, E.** Traumatismo diafragmático. In: *Fisiopatología, Diagnóstico y Tratamiento*. España: Jarpoy Editores.; 2005.
25. **Tintinalli, J,E, Stephan Stapczynsk J, John Ma O, Cline D,M, Meckler G,D, Cydulka R K.** *Tintinalli. Medicina de urgencias..* 7th ed. McGRAW-HILL; 2013.
26. **Zierold D, Perlstein J, Weidman ER, Wiedeman JE.** Penetrating trauma to the diaphragm: natural history and ultrasonographic characteristics of untreated injury in a pig model. *Archives of Surgery (Chicago, Ill.: 1960)*. 2001;136(1): 32–37. <https://doi.org/10.1001/archsurg.136.1.32>.
27. **Blaivas M, Brannam L, Hawkins M, Lyon M, Sriram K.** Bedside emergency ultrasonographic diagnosis of diaphragmatic rupture in blunt abdominal trauma. *The American Journal of Emergency Medicine*. 2004;22(7): 601–604. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2004.08.015>.
28. **Brooks AJ, Price V, Simms M.** FAST on operational military deployment. *Emergency medicine journal: EMJ*. 2005;22(4): 263–265. <https://doi.org/10.1136/emj.2004.014308>.
29. **Frantzides CT, Carlson MA.** Laparoscopic repair of a penetrating injury to the diaphragm: a case report. *Journal of Laparoendoscopic Surgery*. 1994;4(2): 153–156. <https://doi.org/10.1089/lps.1994.4.153>.
30. **Ortega AE, Tang E, Froes ET, Asensio JA, Katkhouda N, Demetriades D.** Laparoscopic evaluation of penetrating thoracoabdominal traumatic injuries. *Surgical Endoscopy*. 1996;10(1): 19–22. <https://doi.org/10.1007/s004649910003>.
31. **García-Núñez, L.M (apellido), Núñez-Cantú, O, Hernández-García, E.F, Petrone, P, Asensio J.A.** Toracotomía en el Departamento de Urgencias: Unificar conceptos para protocolizar su práctica. *Revista Sanidad Militar*. 2011;65(1).
32. **Gamblin TC, Wall CE, Morgan JH, Erickson DJ, Dalton ML, Ashley DW.** The natural history of untreated penetrating diaphragm injury: an animal model. *The Journal of Trauma*. 2004;57(5): 989–992. <https://doi.org/10.1097/01.ta.0000112911.03802.c4>.
33. **Kurt A, Yazicioğlu KR, İpek A, Tosun Ö, Coşkun M.** Right sided diaphragmatic hernia in an adult with no history of trauma: unusual CT findings. *Electronic Journal of General Medicine*. 2004;1(3): 55–57. <https://doi.org/10.29333/ejgm/82213>.
34. **Kunz S, Goh SK, Stelmach W, Seevanayagam S.** Traumatic rupture of the diaphragm resulting in the sub-acute presentation of an incarcerated intra-thoracic transverse colon. *Journal of Surgical Case Reports*. 2017;2017(3): rjx057. <https://doi.org/10.1093/jscr/rjx057>.
35. **Alimoglu O, Eryilmaz R, Sahin M, Ozsoy MS.** Delayed traumatic diaphragmatic hernias presenting with strangulation. *Hernia: The Journal of Hernias and Abdominal Wall Surgery*. 2004;8(4): 393–396. <https://doi.org/10.1007/s10029-004-0225-6>.
36. **Sharma OP.** Pericardio-diaphragmatic rupture: five new cases and literature review. *The Journal of Emergency Medicine*. 1999;17(6): 963–968. [https://doi.org/10.1016/s0736-4679\(99\)00124-9](https://doi.org/10.1016/s0736-4679(99)00124-9).
37. **García-Núñez, L.M., Hernández-García E.F, Núñez-Cantú, O., Rosales-Montes, E.** Trauma abdomino-pélvico. In: *Tratado de Cirugía General, volumen II*. Asociación Mexicana de Cirugía General, A.C; 2017.

38. **Antoniou SA, Pointner R, Granderath FA, Köckerling F.** The Use of Biological Meshes in Diaphragmatic Defects - An Evidence-Based Review of the Literature. *Frontiers in Surgery*. 2015;2: 56. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2015.00056>.
39. **Nursal TZ, Ugurlu M, Kologlu M, Hamaloglu E.** Traumatic diaphragmatic hernias: a report of 26 cases. *Hernia: The Journal of Hernias and Abdominal Wall Surgery*. 2001;5(1): 25–29. <https://doi.org/10.1007/BF01576161>.
40. **Frye WA, Cogbill TH, Patel NY.** Diaphragmatic transposition: an elegant procedure for large traumatic chest wall defects. *The Journal of Trauma*. 2005;59(6): 1507–1509. <https://doi.org/10.1097/01.ta.0000199240.19300.12>.
41. **Kamiyoshihara M, Igai H, Kawatani N, Ibe T.** A minimally invasive technique for stabilizing the diaphragm on the thoracic wall after blunt chest trauma: the “lifting-up method”. *Surgery Today*. 2016;46(7): 872–875. <https://doi.org/10.1007/s00595-015-1249-5>.
42. **Rashid F, Chakrabarty MM, Singh R, Iftikhar SY.** A review on delayed presentation of diaphragmatic rupture. *World Journal of Emergency Surgery: WJES*. 2009;4: 32. <https://doi.org/10.1186/1749-7922-4-32>.
43. **Igai H, Yokomise H, Kumagai K, Yamashita S, Kawakita K, Kuroda Y.** Delayed hepatothorax due to right-sided traumatic diaphragmatic rupture. *General Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2007;55(10): 434–436. <https://doi.org/10.1007/s11748-007-0158-y>.
44. **Beigi AA, Masoudpour H, Sehhat S, Khademi EF.** Prognostic factors and outcome of traumatic diaphragmatic rupture. *Ulusal travma ve acil cerrahi dergisi = Turkish journal of trauma & emergency surgery: TJTES*. 2010;16(3): 215–219.
45. **Gwely NN. Outcome of blunt diaphragmatic rupture.** Analysis of 44 cases. *Asian Cardiovascular & Thoracic Annals*. 2010;18(3): 240–243. <https://doi.org/10.1177/0218492310368740>.
46. **Simpson J, Lobo DN, Shah AB, Rowlands BJ.** Traumatic diaphragmatic rupture: associated injuries and outcome. *Annals of The Royal College of Surgeons of England*. 2000;82(2): 97–100.
47. **Ozgüç H, Akköse S, Sen G, Bulut M, Kaya E.** Factors affecting mortality and morbidity after traumatic diaphragmatic injury. *Surgery Today*. 2007;37(12): 1042–1046. <https://doi.org/10.1007/s00595-007-3545-1>.