



## Patología del diafragma

Pablo León-Atance<sup>a,\*</sup>, Néstor J. Martínez-Hernández<sup>b</sup>, Ángel M. Milla-Saba<sup>c</sup> y Javier Roca-Fernández<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Sección de Cirugía Torácica, Complejo Hospitalario Universitario de Albacete, Albacete, España

<sup>b</sup>Servicio de Cirugía Torácica, Hospital General Universitario de Valencia, Valencia, España

<sup>c</sup>Servicio de Cirugía Torácica, Hospital Universitario Virgen del Rocío, Sevilla, España

<sup>d</sup>Servicio de Cirugía Torácica, Hospital Regional Universitario Carlos Haya, Málaga, España

### RESUMEN

#### Palabras clave:

Diafragma  
Eventración diafragmática  
Hernia diafragmática  
Parálisis diafragmática  
Tumores diafragmáticos

El diafragma es el principal músculo involucrado en la ventilación y está inervado exclusivamente por los nervios frénicos. Los defectos congénitos de la musculación del diafragma o la lesión de los nervios frénicos causan la patología denominada parálisis-eventración diafragmática. El pronóstico y el tratamiento dependen de si la afectación es uni o bilateral y de la situación clínica previa del paciente.

Además, el diafragma sirve de separación anatómica entre la cavidad torácica y abdominal, y está atravesado por el esófago e importantes estructuras vasculares y nerviosas. La dilatación anómala de los orificios naturales del diafragma o la pérdida de continuidad del mismo pueden provocar el paso de estructuras abdominales a la cavidad torácica, lo que conocemos como hernias diafragmáticas. Según su etiología, las hernias se dividen en: congénitas, adquiridas y traumáticas. Las manifestaciones clínicas, el pronóstico y el tratamiento dependen en gran medida del tamaño de la hernia y de la edad de aparición.

Como en cualquier músculo, en el diafragma se pueden desarrollar tumores primarios benignos o malignos. Sin embargo, es mucho más frecuente la afectación tumoral del diafragma por tumores que asientan en órganos vecinos. El pronóstico es bueno en los tumores primarios benignos y pésimo en los tumores malignos, tanto primarios como secundarios.

En este artículo se revisan las principales características anatómicas y fisiológicas del diafragma, sus vías de abordaje quirúrgico y sus patologías más frecuentes.

© 2011 SEPAR. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

### Diseases of the diaphragm

#### ABSTRACT

#### Keywords:

Diaphragm  
Diaphragmatic eventration  
Diaphragmatic hernia  
Diaphragmatic paralysis  
Diaphragmatic tumors

The diaphragm is the main muscle involved in ventilation and is supplied exclusively by the phrenic nerves. Congenital defects of the diaphragm muscle or phrenic nerve injury cause diaphragmatic paralysis-eventration. Prognosis and treatment depend on whether involvement is unilateral or bilateral and on the patient's previous clinical status.

In addition, the diaphragm is an anatomical barrier between the thoracic and abdominal cavities and is traversed by the esophagus and important vascular and nerve structures. Abnormal dilation of the natural orifices of the diaphragm or loss of its continuity can cause abdominal structures to pass into the chest cavity, an occurrence known as diaphragmatic hernias. According to their etiology, hernias are divided into congenital, acquired and traumatic. Clinical manifestations, prognosis and treatment depend mainly on hernia size and age at diagnosis.

Like any muscle, the diaphragm can develop benign or malignant primary tumors. However, diaphragm involvement due to tumors arising in adjacent organs is much more common. The prognosis is good in benign primary tumors and poor in both primary and secondary malignant tumors.

This article reviews the main anatomical and physiological characteristics of the diaphragm, routes of surgical access and the most frequent diseases affecting this structure.

© 2011 SEPAR. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

\*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [pabl1150@separ.es](mailto:pabl1150@separ.es) (P. León-Atance).

## Anatomía del diafragma

El diafragma es un órgano fibromuscular en forma de cúpula. Está formado por fibras musculares y un tendón central no contráctil o centro frénico donde se apoya el corazón. El tendón central sirve de inserción a las fibras musculares provenientes de toda la circunferencia de la pared corporal. Existen tres grupos de fibras: esternales, costales y lumbares. Las fibras lumbares forman los pilares derecho e izquierdo del diafragma<sup>1</sup>. El diafragma está cubierto por una fina capa de pleura y peritoneo. Existen tres orificios naturales en el diafragma<sup>2</sup>. El hiato aórtico es el más posterior de los tres y contiene la aorta, la vena ácigos y el conducto torácico<sup>1</sup>. El hiato esofágico es ligeramente más anterior y está formado por fibras que pasan entre la aorta y el esófago. Contiene el esófago y los nervios vagos derecho e izquierdo. El foramen de la vena cava inferior se encuentra en la confluencia del tendón central del hemidiafragma derecho. El aporte sanguíneo del diafragma es variable, pero deriva principalmente de la aorta y de las arterias frénicas izquierda y derecha. Tanto el suministro sanguíneo como el drenaje venoso se localizan en la superficie abdominal del diafragma. El diafragma está inervado exclusivamente por los nervios frénicos, que se originan en su mayor parte de la cuarta raíz del plexo cervical. El frénico derecho pasa a través de la porción tendinosa del diafragma, a lo largo de la cara lateral de la vena cava inferior y da tres ramas en la cara inferior del mismo<sup>2</sup>. En el lado izquierdo, el nervio frénico pasa por delante del tendón central, lateral al pericardio y forma ramas similares.

## Fisiopatología del diafragma

El diafragma desempeña un papel importante en la ventilación y la fisiología gastroesofágica, y sirve de separación entre la cavidad torácica y abdominal.

El diafragma es el responsable de la mayor parte del trabajo respiratorio de una persona normal. La parálisis diafragmática bilateral causa fracaso respiratorio. La contracción del diafragma aumenta los tres diámetros del tórax. El diafragma está controlado por el sistema autónomo y voluntario a través de los nervios frénicos y responde tanto a estímulos neuronales como a carga de trabajo. La espiración es fundamentalmente un proceso pasivo debido al retroceso elástico del tórax y los músculos abdominales. La parte crural del diafragma cumple la mayor parte en las funciones gastroesofágicas. En coordinación con el peristaltismo esofágico, la parte crural del diafragma se relaja para permitir el paso del bolo alimenticio. El diafragma crural incrementa la presión de la unión gastroesofágica impidiendo el reflujo ácido del estómago<sup>2</sup>. Como mecanismo antirreflujo, la parte crural actúa como esfínter externo, mientras que el músculo liso del esófago sirve como esfínter interno.

Los procesos patológicos que pueden afectar al diafragma son: parálisis-eventraciones, hernias (congénitas, adquiridas o traumáticas) y tumores<sup>3</sup>.

## Tumores diafragmáticos

Los tumores primarios del diafragma son muy raros. Es más frecuente la afectación secundaria por tumores de otro origen (carcinoma broncogénico, mesotelioma, carcinoma de esófago, hepatocarcinoma, timoma maligno y carcinoma de ovario<sup>4</sup>).

La mayoría de los tumores primarios son de origen mesenquimal, con una frecuencia similar de tumores malignos y benignos. Pueden aparecer a cualquier edad y se presentan con igual frecuencia en ambos sexos. El más frecuente de los tumores benignos es el lipoma y de los tumores malignos el fibrosarcoma.

La mayoría de los tumores diafragmáticos son asintomáticos. El síntoma más frecuente es el dolor torácico. Los tumores grandes pueden dar síntomas por compresión de órganos vecinos: tos, disnea, hemoptisis o edemas<sup>5</sup>. Los tumores malignos suelen ser de gran tamaño

y pueden cursar con derrame pleural asociado<sup>4</sup>. El tratamiento de los tumores primarios es quirúrgico, con un pronóstico excelente en los tumores benignos e infausto en los tumores malignos.

Cualquier tumor que produzca metástasis pleurales o peritoneales puede afectar al diafragma. Son infrecuentes las metástasis por vía hematogénica o linfática. La extensión local del carcinoma broncogénico al diafragma se produce sobre todo en el carcinoma epidermoide y la resección quirúrgica en bloque puede ser curativa. La diseminación pleural del carcinoma broncogénico con afectación secundaria del diafragma es más frecuente y suele asociarse a derrame pleural<sup>5</sup>.

## Vías de abordaje quirúrgico

El abordaje quirúrgico del diafragma se puede efectuar por vía torácica (toracotomía por el octavo o noveno espacio intercostal), abdominal (laparotomía media supraumbilical u oblicua subcostal) o por técnicas mínimamente invasivas (toracoscopia o laparoscopia)<sup>6</sup>. Las incisiones diafragmáticas se deben realizar con cuidado para no lesionar ramas del frénico o estructuras vasculares. Las incisiones pueden ser: circunferenciales, del tendón central y radiales<sup>1</sup>.

Las incisiones circunferenciales en la periferia del diafragma provocan una escasa pérdida funcional. Puede realizarse desde el espacio pleural o como extensión lateral de una incisión toracoabdominal. Son las incisiones quirúrgicas de elección, pues son las que conllevan un menor riesgo de lesión nerviosa o arterial. Se deben realizar a más de 5 cm del borde del tendón central para evitar lesionar las ramas posterolaterales y anterolaterales del nervio frénico<sup>7</sup>.

Las incisiones del tendón central, no más allá de 2 cm de la entrada del nervio frénico, no suelen dañar ninguna rama nerviosa. Estas incisiones proporcionan una excelente visualización del abdomen desde el tórax y viceversa. Suelen ser útiles en el caso de desgarros diafragmáticos traumáticos y en algunas hernias diafragmáticas adquiridas, para reducir el contenido abdominal a la cavidad peritoneal<sup>1</sup>.

La incisión radial transversa desde la línea axilar media es relativamente segura porque cursa entre las ramas anterolaterales y posterolaterales del nervio frénico. Antiguamente, la incisión radial se extendía desde el margen costal hasta el hiato esofágico. Esta incisión generaba una parálisis diafragmática casi total, por lo que no se recomienda su utilización.

## Parálisis y eventración diafragmática

La eventración diafragmática se define como una elevación anormal y permanente de una parte o todo el diafragma. Por el contrario, la hernia diafragmática es una entidad distinta que implica un defecto en la continuidad normal del diafragma. Según su etiología, las eventraciones se dividen en congénitas y adquiridas. Las formas adquiridas se deben fundamentalmente a lesiones del nervio frénico y también se las denomina parálisis diafragmáticas, por lo que algunos autores recomiendan reservar el término eventración para las formas congénitas y el de parálisis diafragmática para las adquiridas<sup>8</sup>.

## Eventración congénita

La eventración congénita es una anomalía infrecuente causada por el desarrollo insuficiente de la musculatura diafragmática. Muchos pacientes se encuentran asintomáticos. Los defectos grandes causan importante dificultad respiratoria en el recién nacido. El diagnóstico de sospecha se realiza con la radiografía de tórax. El diagnóstico se confirma con la demostración de un movimiento mínimo o paradójico del diafragma por fluoroscopia o ecografía. El tratamiento dependerá del grado de dificultad respiratoria que origine en el paciente. En casos leves, se recomienda el tratamiento de soporte. Los casos graves o que requieran ventilación mecánica son candidatos a plicatura quirúrgica diafragmática<sup>9,10</sup>. La cirugía asistida por videotoracoscopia

ofrece una opción menos invasiva<sup>11,12</sup>. El momento oportuno para la corrección quirúrgica es incierto, aunque parece que la intervención quirúrgica temprana puede conseguir reducir las repercusiones respiratorias y mejorar la ganancia ponderal<sup>9</sup>.

#### *Parálisis diafragmática bilateral*

Generalmente, se observa en el contexto de una severa enfermedad que condicione una debilidad muscular generalizada. La causa más común es la enfermedad de la motoneurona, en la que el grado de paresia diafragmática es proporcional al grado de debilidad muscular. Típicamente, los pacientes presentan una disnea que empeora mucho en decúbito supino<sup>13,14</sup>. La hipoxemia es un hallazgo común. En la espirometría se puede apreciar una reducción de la capacidad vital al adoptar la posición de decúbito supino, de incluso más del 50%<sup>15</sup>. Estos pacientes suelen tener reducida la presión inspiratoria máxima, por lo que la observación clínica y la medición de las presiones máximas inspiratoria y espiratoria pueden ser suficientes para establecer el diagnóstico de parálisis diafragmática bilateral en pacientes con debilidad muscular generalizada. Sin embargo, la medición objetiva de la presión transdiafragmática o la solicitud de un electromiograma pueden ser necesarias en casos más graves. El tratamiento de elección para los pacientes sintomáticos es el soporte ventilatorio con ventilación mecánica no invasiva. El uso de la estimulación del nervio frénico con radiofrecuencia se ha convertido en una alternativa para pacientes con función intacta del nervio frénico y sin una miopatía difusa<sup>16</sup>.

#### *Parálisis diafragmática unilateral*

La parálisis unilateral es más frecuente que la bilateral. Muchas veces, es un hallazgo radiológico. Aunque su incidencia global baja, se sospecha que está subestimada por la existencia de un número importante de casos asintomáticos u oligosintomáticos<sup>17</sup>. La lesión del nervio frénico debido al estiramiento o enfriamiento durante la cirugía cardíaca es un hecho bastante frecuente<sup>18</sup>. Como en el caso de la enfermedad bilateral, existe un número indeterminado de casos idiopáticos.

El diagnóstico de sospecha se realiza al apreciar un hemidiafragma elevado en la radiografía de tórax. El diagnóstico se confirma con fluoroscopia, donde se demuestra el movimiento paradójico del hemidiafragma afectado<sup>19</sup>. La capacidad vital muestra una disminución de sus valores entre el 15 y el 25%. Tanto la electromiografía como la medición de las presiones transdiafragmáticas tienen un papel limitado.

Cuando se descubre una parálisis diafragmática, se recomienda realizar un seguimiento de al menos 6 meses, ya que se han descritos un número considerable de remisiones espontáneas en este período, fundamentalmente en niños<sup>17</sup>. En los pacientes asintomáticos, se recomienda realizar sencillamente un seguimiento clínico-radiológico. Se debe considerar el tratamiento cuando la disnea es desproporcionada en relación con el grado de actividad física o la gravedad de una posible enfermedad pulmonar asociada.

La fisioterapia respiratoria, los mucolíticos, la oxigenoterapia domiciliar y ciertas normas posturales y dietéticas pueden contribuir a mejorar la calidad de vida de estos pacientes. Este tipo de tratamiento médico se reserva para las eventraciones de origen oncológico, para los pacientes inoperables por un elevado riesgo quirúrgico, para los casos de reciente diagnóstico o para aquellos pacientes que rechazan la cirugía.

El tratamiento quirúrgico está indicado ante la presencia de: síntomas respiratorios (insuficiencia ventilatoria, disnea, neumonías a repetición, tos, etc.); síntomas digestivos (dispepsias, distensión gástrica, epigastralgias, etc.) o grandes eventraciones asintomáticas en niños, ya que podrían interferir en el desarrollo normal del pulmón<sup>20</sup>. La cirugía no está indicada en los pacientes asintomáticos o en los que la parálisis tiene un origen neoplásico<sup>11</sup>. El tratamiento quirúrgico

consiste en la plicatura diafragmática. El abordaje de elección es la cirugía torácica vídeo-asistida (CTVA).

El pronóstico es excelente, salvo que la parálisis sea secundaria a una enfermedad neoplásica o de mal pronóstico.

#### *Hernias diafragmáticas*

Las hernias diafragmáticas las podemos dividir en 3 grupos: congénitas, traumáticas y adquiridas. La hernia diafragmática adquirida más frecuente es la hernia de hiato y suele estudiarse junto con la patología derivada del reflujo gastroesofágico, mientras que las hernias traumáticas se suelen estudiar junto con los traumatismos torácicos, por lo que ninguna de ellas se revisará en este artículo.

#### *Hernias diafragmáticas congénitas*

La incidencia de las hernias diafragmáticas congénitas (HDC) es de 1/3.000 nacidos vivos, aunque su prevalencia real es desconocida. Con respecto a su etiología, se postula su asociación a teratógenos, ingesta de alcohol de la madre durante el embarazo<sup>21</sup>, anomalías cromosómicas y desórdenes monogénicos<sup>22</sup>.

Las HDC más frecuentes son la posterolateral o de Bochdalek y la retroesternal de Morgagni. Su forma de presentación clínica, su pronóstico y su tratamiento dependen de si se diagnostican en la edad adulta o en el periodo fetal-neonatal, por lo que las veremos por separado. Otros tipos muy infrecuentes son las hernias del tendón central, las hernias pericardio-peritoneales o las hernias de hiato costo-lumbar<sup>6</sup>.

#### *Hernia posterolateral (Bochdalek) en adultos*

Es la HDC más frecuente. Tiene una incidencia de 1/12.500 a 1/2.000 nacidos vivos, o del 0,17% en series de tomografía computarizada (TC) en pacientes asintomáticos<sup>23</sup>. Los pacientes suelen presentar clínica digestiva y respiratoria con mayor frecuencia que la de Morgagni. El contenido herniario más frecuente es epiplón (92%) y colon (58%)<sup>24</sup>. El diagnóstico suele ser incidental mediante una radiografía de tórax, en la que se observará un nivel hidroaéreo debido a las asas intestinales herniadas. Otras pruebas diagnósticas son el enema baritado o la TC, que presentan una sensibilidad y especificidad de hasta el 78 y 100%, respectivamente<sup>24</sup>. El tratamiento es quirúrgico y consiste en la reducción del contenido abdominal y la reparación del defecto diafragmático. El abordaje se puede realizar tanto por laparotomía como por toracotomía. También pueden utilizarse los abordajes por laparoscopia o toracoscopia. En las hernias pequeñas se puede realizar un cierre directo mediante puntos sueltos de sutura no reabsorbible. Para defectos mayores de 20-30 cm<sup>2</sup> se utilizan plastias musculares, sobre todo de dorsal ancho<sup>24</sup> o prótesis heterólogas<sup>6</sup>.

#### *Hernia retroesternal (Morgagni) en adultos*

Constituye el 3-4% de todos los defectos diafragmáticos<sup>25</sup> y es típica de varones obesos. La mayoría (90%) son derechas. El contenido herniario suele ser grasa mesentérica. Pueden pasar desapercibidas largo tiempo, ya que hasta un tercio permanecen asintomáticas. Si presentan clínica, se dan con igual frecuencia síntomas respiratorios y digestivos<sup>25</sup>. Tanto este tipo de hernias como las de Bochdalek pueden sufrir la estrangulación y sufrimiento del contenido herniario, manifestándose como abdomen agudo<sup>6</sup>. En la radiología observaremos una opacidad retroesternal redondeada en el seno cardiofrénico derecho que corresponde al epiplón. Al igual que en las de Bochdalek, el abordaje puede ser abdominal o torácico. También se pueden utilizar la toracoscopia y laparoscopia. Una vez localizada la hernia, que suele ir envuelta en un saco herniario, se realiza la apertura del saco y la reducción de su contenido. Cuando se utiliza la vía abdominal, se puede dejar el saco herniario debido a la dificultad de su exéresis por adhe-

rencias firmes<sup>25</sup>. Por vía torácica se realiza la resección del saco y la reparación del defecto diafragmático de forma similar al procedimiento descrito en las hernias de Bochdalek. Si es preciso utilizar colgajos musculares, los más usados son los del transverso del abdomen.

### Hernias diafragmáticas congénitas en neonatos

Las HDC en la edad infantil traducen una situación patológica distinta de la del adulto, constituyendo una circunstancia amenazante para la vida y que requiere un tratamiento intensivo e inmediato, ya que su tasa de supervivencia es únicamente del 33% para los pacientes nacidos vivos<sup>26</sup>. El diagnóstico prenatal se realiza mediante las pruebas ecográficas rutinarias. La clínica al nacimiento es de insuficiencia respiratoria, ausencia o disminución de los ruidos respiratorios en el lado afectado y abdomen excavado. La gran mortalidad se debe a tres factores: hipoplasia pulmonar, hipertensión pulmonar (por la disminución del número de arterias secundario a ésta) y las anomalías asociadas, presentes en hasta el 30-40% de los pacientes con HDC. Los resultados dependerán del correcto tratamiento de la hipoplasia pulmonar y de la hipertensión pulmonar. La ventilación mecánica suele ser necesaria y se debe realizar con alta frecuencia y bajas presiones<sup>6,27</sup>. La utilización de vasodilatadores, aunque muy frecuente, no cuenta con una eficacia demostrada<sup>22</sup>. La oxigenación mediante membrana extracorpórea (ECMO) ha demostrado aumentar la supervivencia en pacientes sin otras posibilidades terapéuticas<sup>22</sup>. Se suele rechazar la cirugía temprana por el daño que el estrés quirúrgico causa en el estado respiratorio del paciente, prefiriendo postergarla hasta que se consiga estabilizar respiratoriamente al paciente durante al menos 72 h<sup>6,22</sup>. En pacientes diagnosticados en el período fetal se puede realizar la oclusión traqueal endoscópica colocando un balón entre las cuerdas vocales y la carina, ya que la obstrucción traqueal produce la acumulación secundaria de líquido en los pulmones y la maduración pulmonar, lo que ha demostrado aumentar de la supervivencia<sup>28</sup>.

### Conflicto de intereses

Los autores comunicamos la inexistencia de cualquier relación con personas o entidades públicas o privadas susceptible de generar un potencial conflicto de intereses, ya sea con relación a intereses económicos concretos como a implicaciones laborales, personales o profesionales tales como labores de contratación, consultoría, inversión, financiación de la investigación, relación familiar, etc., pasadas o presentes, según las normas del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas.

### Bibliografía

- Jaklitsch M. Diaphragm Incisions. En: Sugarbaker DJ, Bueno R, Krasna MJ, Mentzer SJ, Zellos L, editores. Adult chest surgery. New York: The McGraw-Hill Companies; 2009. p. 1015-32.
- Shields T. Embryology and anatomy of the diaphragm. En: Shields TW, Lociero III J, Reed CE, Feins RH, editores. General thoracic surgery. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2009. p. 689-93.
- Anraku M, Shargall Y. Surgical conditions of the diaphragm: anatomy and physiology. Thorac Surg Clin. 2009;19:419-29.
- Downey R. Tumors of the diaphragm. En: Shields TW, Lociero III J, Reed CE, Feins RH, editores. General thoracic surgery. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2009. p. 725-27.
- Kim MP, Hofstetter WL. Tumors of the diaphragm. Thorac Surg Clin. 2009;19:521-9.
- Arnau Obrer A, Figueroa Almánzar S, Martínez Hernández N, Guijarro Jorge R. Técnicas de reparación de las hernias diafragmáticas. En: Fernández Fau L, Freixenet Gilart J, editores. Tratado de cirugía torácica. Madrid: EDIMSA; 2010. p. 689-700.
- Carvajal Carrasco A, Torrecilla Medina J, Fernández Gómez-Escolar P, Montero Romero C. Técnicas de reconstrucción diafragmática. En: Fernández Fau L, Freixenet Gilart J, editores. Tratado de cirugía torácica. Madrid: EDIMSA; 2010. p. 701-19.
- León Atance P, Rombolá CA, Honguero Martínez AF. Parálisis y eventración diafragmática. En: Fernández Fau L, Freixenet Gilart J, editores. Tratado de cirugía torácica. Madrid: EDIMSA; 2010. p. 1245-52.
- Obara H, Hoshina H, Iwai S, Ito H, Hisano K. Eventration of the diaphragm in infants and children. Acta Paediatr Scand. 1987;76:654-8.
- Kizilcan F, Tanyel FC, Hicsonmez A, Buyukpamukcu N. The long-term results of diaphragmatic plication. J Pediatr Surg. 1993;28:42-4.
- Mouroux J, Venissac N, Leo F, Alifano M, Guillot F. Surgical treatment of diaphragmatic eventration using video-assisted thoracic surgery: a prospective study. Ann Thorac Surg. 2005;79:308-12.
- Shah SR, Wishnew J, Barsness K, Gaines BA, Potoka DA, Gittes GK, et al. Minimally invasive congenital diaphragmatic hernia repair: a 7-year review of one institution's experience. Surg Endosc. 2009;23:1265-71.
- Kumar N, Folger WN, Bolton CF. Dyspnea as the predominant manifestation of bilateral phrenic neuropathy. Mayo Clin Proc. 2004;79:1563-5.
- Sandham JD, Shaw DT, Guenter CA. Acute supine respiratory failure due to bilateral diaphragmatic paralysis. Chest. 1977;72:96-8.
- Mier-Jedrzejowicz A, Brophy C, Moxham J, Green M. Assessment of diaphragm weakness. Am Rev Respir Dis. 1988;137:877-83.
- Glenn WW, Holcomb WG, Hogan J, Matano I, Gee JB, Motoyama EK, et al. Diaphragm pacing by radiofrequency transmission in the treatment of chronic ventilatory insufficiency. Present status. J Thorac Cardiovasc Surg. 1973;66:505-20.
- Freeman RK, Wozniak TC, Fitzgerald EB. Functional and physiologic results of video-assisted thoracoscopic diaphragm plication in adult patients with unilateral diaphragm paralysis. Ann Thorac Surg. 2006;81:1853-7.
- Canbaz S, Turgut N, Halici U, Balci K, Ege T, Duran E. Electrophysiological evaluation of phrenic nerve injury during cardiac surgery - a prospective, controlled, clinical study. BMC Surg. 2004;4:2.
- Alexander C. Diaphragm movements and the diagnosis of diaphragmatic paralysis. Clin Radiol. 1966;17:79-83.
- Graeber G, Miller J, Davtyan J. Eventration. En: Pearson FG, Deslauriers J, Ginsberg RJ, Hiebert CA, McKneally MF, Urschel HC, editores. Thoracic surgery. New York: Churchill Livingstone; 1995. p. 1320-1.
- Felix JF, Van Dooren MF, Klaassens M, Hop WC, Torfs CP, Tibboel D. Environmental factors in the etiology of esophageal atresia and congenital diaphragmatic hernia: results of a case-control study. Birth Defects Res A Clin Mol Teratol. 2008;82:98-105.
- Chiu PP, Langer JC. Surgical conditions of the diaphragm: posterior diaphragmatic hernias in infants. Thorac Surg Clin. 2009;19:451-61.
- Mullins ME, Saini S. Imaging of incidental Bochdalek hernia. Semin Ultrasound CT MR. 2005;26:28-36.
- Schumacher L, Gilbert S. Congenital diaphragmatic hernia in the adult. Thorac Surg Clin. 2009;19:469-72.
- Nasr A, Fecteau A. Foramen of Morgagni hernia: presentation and treatment. Thorac Surg Clin. 2009;19:463-8.
- Colvin J, Bower C, Dickinson JE, Sokol J. Outcomes of congenital diaphragmatic hernia: a population-based study in Western Australia. Pediatrics. 2005;116:e356-63.
- Bohn D. Congenital diaphragmatic hernia. Am J Respir Crit Care Med. 2002;166:911-5.
- Deprest J, Gratacos E, Nicolaides KH. Fetoscopic tracheal occlusion (FETO) for severe congenital diaphragmatic hernia: evolution of a technique and preliminary results. Ultrasound Obstet Gynecol. 2004;24:121-6.