
5. Techo o diafragma

Una de las razones principales de porque es tan raro ver un cirujano hábil, es que el aprendizaje de este ramo es muy largo, y el que se dedica a él debe estar muy versado en la Ciencia de la Anatomía... necesita conocer las funciones de los órganos, su forma y sus relaciones, el número de los huesos y de sus medios de unión, el origen y terminación de los músculos, nervios, arterias y venas. En fin, ninguno debe intentar la práctica de este difícil arte sin tener un perfecto conocimiento de la anatomía”

*Abulcasis o Abu al-Quasim (936-1013)
De Chirurgia. Lib. I (año 1000)*

Alfredo Moreno-Egea

5.1. Diafragma

Sinónimos históricos: septo transverso de *Vesalio*, *Colombo* y *Albino*.

El diafragma es uno de los 3 músculos considerados como endotorácicos: el triangular del esternón, los infracostales y el diafragma. Este último es el único de interés para los especialistas en pared abdominal y está formado por una porción central tendinosa o centro frénico, desde la que irradian fibras musculares en todas direcciones hacia sus inserciones periféricas. Podemos distinguir dos porciones, una posterior o vertical, constituida por los pilares y los arcos, y otra esternocostocondral u horizontal, con dos cúpulas separadas por una depresión central donde descansa el corazón. Esta disposición alta del diafragma nos permite definir la región toracoabdominal de *Gregoire*, delimitada por dos líneas horizontales, la superior a nivel de los mamelones y la inferior a nivel del reborde costal inferior. En esta región los órganos supramesocólicos del abdomen están cubiertos por la parrilla costal y por tanto, dentro del tórax, separados por el diafragma (las heridas penetrantes en esta región explican la elevada frecuencia de lesiones diafragmáticas).

5.1.1. Porciones musculares

5.1.1.1. Porción esternal

Las inserciones xifoideas están constituidas por dos cintas musculares que se fijan en la cara posterior de la base del apéndice xifoideo y se dirigen horizontalmente hacia atrás para insertarse en la parte anterior de la hoja media del cetro frénico. Estos dos fascículos están separados por el hiato de *Marfan*, seno limitado por detrás, por la parte anterior del diafragma, y por delante por las inserciones inferiores del músculo triangular del esternón y del músculo transverso del abdomen. Estas inserciones definen el “espacio xifodiafragmático de *Barbier*”, que comunica el espacio subpleural y subperitoneal, ocupado por tejido celular graso y atravesado por los vasos mamarios internos. En este espacio se encuentra también la expansión terminal de la arteria mamaria interna, que emite: a) una rama externa o torácica que sigue la cara profunda de la parrilla condrocostal a poca distancia de las inserciones del diafragma; b) una rama diafragmática que camina por su cara superior; c) una rama abdominal o terminal que penetra entre el primer fascículo xifoideo y el primero costal, y llega a la cara posterior del músculo recto del abdomen, en cuya vaina prosigue su trayecto, para ir a anastomosarse alrededor del ombligo con las terminaciones de la arteria epigástrica inferior. Entre estas fibras y las costales se forma un pequeño espacio triangular llamado trígono esternocostal de *Larrey*.

5.1.1.2. Porción costal o torácica

Comprende los fascículos costales desde la 7.^a a la 12.^a costilla hasta el centro frénico. Las inserciones de la 7.^a, 8.^a y 9.^a costilla son condrocostales y están constituidas por lengüetas musculares que se insertan en la cara posterior del extremo interno de los cartílagos, son oblicuas hacia abajo y afuera, disponiéndose unas debajo de otras (como peldaños de escalera), para entrecruzarse con los fascículos horizontales del músculo transverso que vienen a fijarse entre los intervalos de estas lengüetas (ver lámina: cierre esternal del músculo transverso). Las inserciones de la 10.^a, 11.^a y 12.^a costilla, en la cara interna del extremo inferior de las costillas, formando unos arcos fibrosos que se extienden del vértice de una costilla al de la subyacente y cabalgan por encima del espacio intercostal. Hay tres arcos fibrosos, uno inconstante entre la 9.^a – 10.^a, y dos constantes, de la 10.^a la 11.^a y de la 11.^a a la 12.^a. La rama terminal de cada nervio intercostal penetra entre los fascículos costales correspondientes y cruza la cara profunda del cartílago costal para penetrar más lejos, entre el músculo transverso del abdomen y el músculo oblicuo interno.

5.1.1.3. Porción lumbar

Formada por fibras musculares en un arco tendinoso que salta del cuerpo de la 1.^a vértebra lumbar al apéndice costiforme, y de este a la punta de la 12.^a costilla. El primer trozo forma el arco del psoas (arco lumbocostal medial) y el segundo, el arco del músculo cuadrado lumbar (arco lumbocostal lateral). A lo largo de estos arcos se forman los pilares laterales. Sus fibras se dirigen cranealmente para alcanzar la parte lateral del borde dorsal del centro frénico. Entre esta porción y la costal se forma el triángulo lumbocostal de *Bochdaleck*, cerrado por la pleura y el pericardio, más frecuente en el lado izquierdo.

a. Pilares principales

- Pilar derecho: se origina en la cara anterior de la 1.^a-3.^a vértebra lumbar y en los discos comprendidos entre L1-L2, entre L2-L3 y entre L3-L4, mediante fibras tendinosas. Las más internas atraviesan la línea media y se entrecruzan con las del pilar izquierdo, formando un asa alrededor del esófago, y contribuye al lig. suspensorio del duodeno (o ligamento de *Treitz*).
- Pilar izquierdo: se origina de la cara anterior de la 1.^a-2.^a vértebra lumbar y disco intervertebral entre 12.^a-L1.^a, L1.^a-L2.^a y L2.^a-L3.^a (algo más alto que el derecho).

Los fascículos de los dos pilares se dirigen hacia arriba y delante, las fibras más internas se entrecruzan primero formando el orificio inextensible de la aorta, y una segunda vez más arriba para limitar un segundo orificio algo hacia la izquierda para el paso del esófago y los dos nervios neumogástricos (o vagos). Este orificio hiatal es ovalado y está constituido por fibras musculares y es contráctil (no así el de la aorta ni la cava inferior). Las fibras medias y externas de los pilares principales alcanzan el borde posterior de las hojas laterales del centro frénico.

b. Pilares accesorios

- Pilar secundario o arco del psoas

Desde las caras laterales del cuerpo de la 2.^a vértebra lumbar y el disco entre la L1.^a-L2.^a, parten unas fibras tendinosas cortas que, por dentro se unen con las fibras del pilar principal, y por fuera con el tendón, formando un arco fibroso de concavidad inferior, de 4-5 cm de altura, ligeramente extensible, que salta sobre la parte superior del músculo psoasiliaco, para fijarse en el vértice de la apófisis transversa de la 1.^a vértebra lumbar. En su concavidad se

continúa con la fascia iliaca. Desde la convexidad de este arco, las fibras se dirigen a la parte posterior de las hojas laterales del centro frénico. Este arco puede verse reforzado por: 1) fascículos posteriores que proceden de la columna; y 2) por otros de la 12.^a costilla.

- Pilar terciario o arco del músculo cuadrado lumbar.

Del vértice de la apófisis transversa de la 1.^a lumbar, y a veces también de la 2.^a, se desprenden fibras tendinosas que se dirigen afuera, formando un arco que pasa por delante del músculo cuadrado lumbar para, llegar al vértice de la 12.^a costilla o al de la 11.^a, cuando la anterior es corta. Este arco se fija inferiormente en la aponeurosis del cuadrado lumbar, y desde aquí se dirigen al centro frénico. En la parte media del arco las fibras son raras, o pueden no existir, formando una especie de cisura muscular triangular cuya base corresponde al ligamento arqueado (hiato costodiafragmático). Cuando existe, el tejido celoadiposo perirrenal se relaciona directamente con la pleura, y por este defecto muscular las supuraciones de la pleura pueden llegar al abdomen o, inversamente, las del riñón pasar a la pleura. Al igual que los pilares, los arcos izquierdos son más altos que los derechos.

En 2004, Barbosa Costa define dos tipos de diafragma, según la estructura de los pilares: Tipo I (84.8 %), donde el pilar derecho presenta dos ramas y el izquierdo solo una rama; y Tipo II (15.1 %), donde ambos pilares tienen dos ramas cada uno. El autor sugiere que el pilar derecho se comporta como un músculo bíceps con inserción tendinosa vertebral. Esta clasificación tiene implicaciones sobre el hiato esofágico y debe tenerse en cuenta en las operaciones por reflujo gastroesofágico.

	P. Lumbar	Origen	EC	Posición	MS
Fort, 1872	Vertebral	D: 1-4 I: 1-3	Recíproco	D delante	No
Quain, 1828	Crura y Ligamento arcuatos	D: 1-3 I: 1-2	Recíproco	D delante	I
Sappey, 1876	Media y Lateral	D: 1-3 I: 2	En aspa	I delante	No
Poirier, 1899	Pilares y arcos	D: 2-4 I: 2	Siempre	No	I
Calleja, 1901	8 pilares y 7 arcos	D: 3-4 I: 2-3	Siempre	No	I
Tandler, 1928	Central, intermedio y lateral	D: 2-4 I: 3	Doble	No	No
Rouvière, 1930	Interna y externa	D: 2-3 I: 2	Siempre	No	No
Testut, 1934	Pilares principales y laterales	D: 1-3 I: 1-2	Siempre	I delante	D

Revisión de la literatura sobre la anatomía descriptiva de los pilares del diafragma

(P. Lumbar: constitución de la porción lumbar o posterior del diafragma;

D: pilar derecho; I: pilar izquierdo; EC: entrecruzamiento de los pilares; MS: musculo suspensorio)

5.1.2. Centro frénico

Es la aponeurosis central del diafragma. Lámina tendinosa fuerte y resistente, de aspecto nacarado y resplandeciente (espejo de *van Helmont*). Presenta la forma de una hoja de trébol sin pedículo posterior que es sustituido por la escotadura vertebral, y tiene tres partes o foliolos (Poirier):

1. Foliolo anterior o medio: es el más desarrollado y algo desviado a la izquierda, algo más extenso en sentido transversal que en el anteroposterior.
2. Foliolos laterales, derecho e izquierdo: ambos algo alargados, de eje mayor oblicuo de atrás adelante y más separados cuanto más posteriores. En la línea de unión de la hoja derecha con la media se encuentra el orificio para la vena cava inferior. Los 3 foliolos son desiguales, el anterior es el más pequeño, seguido del izquierdo y el mayor es el derecho.

- Estructura anatómica

El diafragma representa un músculo digástrico cuyo verdadero tendón es el centro frénico, compuesto por fascículos en muchas capas formando dos cintas gruesas y resistentes llamadas oblicua y arciforme.

a) Cinta oblicua o semicircular superior de *Bourger*: ocupa la cara convexa o torácica. Se origina por detrás en la parte más posterior de la hoja derecha, y se dirige oblicuamente hacia delante y adentro, pasando por detrás del orificio de la vena cava inferior para perderse en la hoja media.

b) Cinta arciforme o semicircular inferior de *Bourger*: nace igual que la anterior, pero es más visible por la cara abdominal. Tiene forma de herradura y se dirige primero de atrás adelante pasando por delante del orificio de la vena cava inferior para luego curvarse hacia dentro y atrás, alcanzando en abanico el extremo posterior de la hoja izquierda.

Por sus extremidades, las dos cintas dan nacimiento a fibras musculares, y en los restantes puntos prestan inserción a fascículos tendinosos, continuación de las fibras musculares. Por tanto, todos los fascículos carnosos del diafragma se insertan en las dos cintas, unos directamente y otros por medio de tendones.

5.1.3. Aperturas en el diafragma

5.1.3.1. Orificios principales

a) *Hiato de la vena cava*

Atravesado por la vena cava inferior y el nervio frénico derecho, a 2 cm a la derecha del tendón central, a nivel de la 8.ª vertebra torácica y con un diámetro de 25-30 mm. Situado en la unión de la hoja media con la derecha, a 15-20 mm. de la línea media. Tiene forma irregularmente cuadrilátera y se diferencian cuatro bordes, dos anteriores y dos posteriores: el borde anteroexterno está circunscrito por la cinta arciforme que en la cara inferior del diafragma va desde la hoja derecha a la izquierda. El borde posterointerno está formado por la cinta oblicua que, en la cara superior del centro frénico, une la hoja izquierda con la derecha; el borde anterointerno está constituido por las fibras más internas de la cinta oblicua, y el borde posteroexterno que está limitado por un fascículo de dirección casi transversal que representa la base de la hoja derecha.

b) Hiato esofágico

Atravesado por el esófago con su mesoesófago posterior, los dos nervios vagos y los vasos esofágicos de la arteria gástrica izquierda. Situado 2 cm a la izquierda de la línea media, a la altura de la 12.^a dorsal. Tiene forma elíptica, es muscular y tiene una longitud de unos 30 mm y una anchura de unos 10-12 mm. Está limitado por los dos pilares, por arriba por su parte superior, y por abajo por los fascículos anastomóticos que se envían mutuamente. El borde del anillo hiatal esta fuertemente unido al ese segmento del esófago inferior impidiendo, junto con su mesoesófago posterior, el ascenso al tórax o su descenso al abdomen. Rouget ha descrito fibras musculares que se dirigen hacia el esófago y que se entrecruzan con las del lado opuesto formando un “esfínter periesofágico”.

La controversia sobre la formación del hiato esofágico se muestra en la tabla. Collis afirma que la disposición estándar no tiene decusación, solo un solapamiento parcial de fibras, pero las variaciones son frecuentes incluyendo la presencia del músculo de Low y el músculo transverso intertendinoso. En nuestra experiencia, el hiato esta formado habitualmente por el pilar derecho (70 %), participando el pilar izquierdo en raras ocasiones y con un fascículo delgado sobre el borde derecho poco funcional.

Botros en 1990, publica 5 variantes en la formación del hiato esofágico: 1) en el 62 % está formado por el pilar derecho, el pilar izquierdo contribuye solamente a la formación del borde posterior; 2) en un 10 % está formado por igual por ambos pilares; 3) en otro 10 % solamente lo forma el pilar derecho; 4) en un 2 % solo por el pilar izquierdo; y 5) en un 16 % ambos pilares se localizan posteriormente.

Autor	año	núm.	porcentaje
Low	1907	25	84 %
Collis	1954	50	46 %
Botha	1958	115	58 %
Listerud	1958	204	50 %
Bowden	1967	25	48 %
Botros	1990	50	10 %
Oliveira	2012	10	60 %
Moreno-Egea	2017	10	70 %

Revisión de la literatura: predominancia del pilar derecho en la formación del hiato esofágico

c) Hiato aórtico

Por el que pasan la arteria aorta, el conducto torácico, y a veces la vena ácigos. Se encuentra a nivel de la 12.^a vertebra torácica, algo a la izquierda de la línea media, con forma de elipse de eje mayor oblicuo de arriba abajo, de delante atrás, con un tamaño de unos 35 mm de altura por 15 mm de ancho. La aorta solo se adhiere íntimamente por delante del orificio, pues en el resto de su anillo solo existe un tejido conjuntivo laxo.

d) Hiato de Morgagni

Por el que pasan los vasos epigástricos superiores, a nivel del espacio paraesternal.

5.1.3.2. Orificios accesorios o vasculonerviosos

- a. Anteriores: hiato de *Marfan* retroxifoideo y hiato de *Larrey*, entre la porción esternal y la condrocostal, por donde pasa la rama abdominal de la arteria mamaria interna y algunos vasos linfáticos.
- b. Laterales: para el paso de los nervios intercostales del 7.º al 11.º.
- c. Posteriores: entre los pilares y los arcos de la porción lumbar, para elementos nerviosos y vasculares
 - Hiato medial: entre el pilar principal y el accesorio, para el nervio esplácnico mayor y la vena ácigos.
 - Hiato lateral: entre el pilar accesorio y el arco del músculo psoasiliaco, para el paso de los nervios (de arriba abajo): esplácnico menor, esplácnico inferior y cadena simpática.
 - Debajo del arco del músculo psoasiliaco: la vena lumbar, antes de reunirse con la 12.ª vena intercostal y formar la raíz externa de las vena ácigos.
 - Hiato costolumbar de *Henle*: para troncos linfáticos y tejido celuloadiposo que comunica la celdas subpleural y retrorenal.

5.1.4. Relaciones

- a. *Cara convexa*: corresponde en su parte media al pericardio y al corazón. El pericardio está en relación con la hoja anterior del centro frénico, del que sobresale ligeramente hacia la izquierda y al que se adhiere de forma íntima. Lateralmente a derecha e izquierda del pericardio, se relaciona con la pleura y por ella, con la base de los pulmones. Los pulmones no se extienden hasta la circunferencia del diafragma dejando una porción que está en relación inmediata con las costillas. Esta porción subpulmonar limita con la pared costal por un surco angular (seno costodiafragmático), por el que se desliza continuamente una lámina de substancia pulmonar delgada que desciende hacia el fondo del seno en el acto de la inspiración, ascendiendo en el acto de la espiración.
- b. *Cara cóncava*: cubierta en toda su extensión por el peritoneo excepto a nivel del borde posterior del hígado donde la serosa se refleja por arriba y por abajo para formar el ligamento coronario y un poco a la derecha de la línea media en la inserción del ligamento suspensorio. A través del peritoneo, esta cara inferior se relaciona con la cara convexa del hígado, con el estómago y con la cara externa del bazo, y en su parte posterior e inferior con las cápsulas suprarrenales y el polo superior de los riñones.
- c. *Pilares*. Los pilares se relacionan en su cara posterior con la columna vertebral, y la cara anterior con la posterior del estómago, con el páncreas y con la 3.ª porción del duodeno, con los vasos pancreáticos, los vasos renales, y con los dos ganglios semilunares derecho e izquierdo que descansan cada uno sobre el pilar correspondiente.

Variedades

- se han descrito fascículos musculares que van directamente desde la parte posterior del diafragma al músculo psoasiliaco, al cuadrado lumbar, o continuarse con fascículos del músculo transverso del abdomen.

- puede existir algún fascículo carnoso de dirección oblicua que pasa por delante (o por detrás) de la aorta.
- los fascículos que proceden de la 12.^a costilla pueden faltar.
- es frecuente ver un fascículo supernumerario originado de la 6.^a costilla.
- en el centro frénico pueden aparecer fascículos carnosos bien desarrollados.
- los pilares pueden variar en sus dimensiones y tamaño. Se han referido 6 modelos de contribución de los pilares para formar el hiato esofágico (Loukas, 2008).
 - Tipo I (45 %): forma el hiato esofágico a partir de contribuciones musculares que surgen únicamente del pilar derecho.
 - Tipo II (20 %): el hiato esofágico se forma por contribuciones musculares de los pilares derecho e izquierdo.
 - Tipo III (15 %): las contribuciones musculares derecha e izquierda surgen del pilar derecho con una banda adicional del pilar izquierdo.
 - Tipo IV (10 %): las contribuciones musculares derecha e izquierda proceden del pilar derecho, con dos bandas adicionales (anterior y posterior) que surgen del pilar izquierdo.
 - Tipo V (5 %): las contribuciones proceden solo del pilar izquierdo.
 - Tipo VI (5 %): las contribuciones derecha e izquierda se originan del pilar izquierdo con dos bandas adicionales, una desde la derecha y otra desde la izquierda.
- puede existir un músculo supernumerario que cierre el triángulo de *Bochdalek*: músculo de *Theile y Müller*.
- se ha descrito un fascículo sobreañadido desde la 9.^a y la 7.^a costillas al esternón, que puede considerarse como un fascículo anómalo del músculo transversario (Henif).
- se han descrito por debajo del diafragma dos fascículos supernumerarios, uno a la derecha y otro a la izquierda, que van a perderse al centro frénico (Dursy).
- se ha encontrado en la cara inferior del diafragma un fascículo que va de la extremidad esternal de la hoja media a la hoja izquierda (Sperino).
- se ha descrito el llamado músculo hepatodiafragmático, fascículo supernumerario que parte de la mitad izquierda del centro frénico, cruza el esófago y termina en dos lengüetas distintas en el peritoneo, por delante del pilar derecho y en la cara inferior del hígado a nivel del conducto venoso (Knott).
- se ha descrito un fascículo muscular que parte del diafragma, a nivel del borde superior del hiato del esófago y desciende sobre la cara anterior del estómago (Rouget).

5.1.5. Ligamento suspensorio duodenal de Treitz

En la literatura médica, el ligamento de *Treitz* se utiliza para designar el ángulo duodenoyejunal, pero su estructura es desconocida para la mayoría de cirujanos. De hecho, los anatomistas lo describen como el músculo suspensor del duodeno, que surge del tejido conectivo alrededor del tronco celiaco

y la arteria mesentérica superior, y se inserta, como músculo liso, comúnmente en la 3.^a y 4.^a porción del duodeno. Las ideas erróneas sobre su configuración y relaciones anatómicas siguen siendo ampliamente ilustradas. Fue descrito por Václav (Wenzel) Treitz en 1853, patólogo checo nativo de la Bohemia y director del instituto de anatomía patológica.

Anatomía Topográfica

El ángulo duodenoyeyunal está fijado a la pared abdominal posterior por el peritoneo duodenal, y fuera del peritoneo por el músculo suspensor del duodeno. Este músculo está constituido por fibras lisas que se extienden desde ese ángulo duodenoyeyunal (vertiente duodenal) a los pilares del diafragma. Está oculto detrás del páncreas, mide aproximadamente 1.5 cm de altura y de anchura, y su espesor puede alcanzar 1 mm. Se le puede considerar, según Turnesco, como una especie de pequeño músculo digástrico con un cuerpo carnososo superior diafragmático, más o menos desarrollado, y un cuerpo carnososo inferior o intestinal, reunido al precedente por una intersección fibrosa. Las terminaciones intestinales tienen la forma de un abanico triangular de vértice estirado superior. Estas fibras se insertan en el ángulo duodenoyeyunal y descienden, a veces lejos, por el borde superior de la cuarta porción duodenal. El vértice del abanico se dirige al orificio aórtico del diafragma, son fibras tendinosas que se confunden con el tejido celular denso que rodea el origen del tronco celiaco y de la arteria mesentérica superior, y en el que penetran los nervios y los ganglios del plexo solar.

El segundo fascículo o superior es accesorio, y se origina en el borde derecho del orificio hiatal esofágico del diafragmático, cruza el lado izquierdo del tronco celiaco, pasa delante del ganglio semilunar izquierdo y llega al fascículo principal, en medio del entrecruzamiento conjuntivo en que viene a insertarse. Así se constituye el músculo de *Treitz* propiamente dicho. Treitz atribuye a este pequeño músculo un papel de refuerzo pues neutraliza los estirones ejercidos por el ángulo duodenoyeyunal sobre los vasos y nervios de la región. Restablece el equilibrio por tracciones ejercidas en sentido inverso. Pero al lado de estas fibras existen otras que deben ser referidas al sistema general de las fibras musculares lisas que fijan ciertos puntos del tubo digestivo muy precozmente en el curso del desarrollo. Estas fibras, más largas, más profundas, nacen de la cara inferior de la cúpula diafragmática del lado izquierdo y después de haber pasado por detrás de la capsula suprarrenal izquierda llegan al ángulo duodenoyeyunal, o mejor, como indica Hartmann, al borde posterior derecho de la cuarta porción, en la proximidad del ángulo. En este punto algunas fibras del músculo de *Treitz* se confunden con la musculatura duodenal, mientras que las otras, excediendo al duodeno y al ángulo, van a perderse en el mesenterio (Kim, 2008).

¿De dónde se origina realmente el músculo de Treitz?

Muchos anatomistas lo describen como originado del diafragma, como una banda fibrosa que desciende del pilar izquierdo (Testut, Gray, Latarjet) o del derecho (Low 1907, Meyers 1995, Cougard 1984) hasta alcanzar el ángulo duodenoyeyunal. Otros autores creen que no tiene origen superior en el diafragma (Moore, 1994). Lockwood menciona su inserción en el duodeno y por delante de la arteria mesentérica superior (mesenterio). En realidad, es un músculo digástrico con una porción central tendinosa sobre el tronco celiaco: 1) superior de origen en el diafragma y estriado; 2) inferior de origen en la arteria mesentérica superior y liso, que desciende entre el páncreas (posterior) y anterior a la vena renal izquierda, entrando en abanico en la musculatura longitudinal del duodeno.

¿Cuál es su función?

Su estructura fibromuscular juega un papel importante en la rotación embriológica del intestino y facilita la progresión normal del contenido alimenticio desde el duodeno extraperitoneal hasta el intestino delgado intraperitoneal, y contribuye a los efectos del síndrome de la arteria mesentérica superior de *Wilki* (cuando disminuye notablemente el ángulo entre la aorta y la arteria mesentérica superior, causando una estenosis del segmento de transición entre la 3.ª y 4.ª porción duodenal). Dependiendo de las peculiaridades de la fijación del duodeno a la pared abdominal posterior, podemos diferenciar 3 variantes: normoduodeno, dolico-duodeno y duodenoptosis. El músculo en cada variante tiene sus peculiaridades. En el normoduodeno y dolico-duodeno, el ligamento de *Treitz* contiene una cantidad considerable de tejido muscular estriado. En la duodenoptosis consta de un tejido conjuntivo fibroso suelto con fibras lisas (no estriadas) uniformes (Romanov, 1986). Es muy probable que actúe a modo de esfínter y se inerve en contra del duodeno (Repciuc, 1981). Funciones atribuibles al lig. de Treitz:

Agente determinante de la posición del duodeno y retención del ligamento en forma de "C", ayudando al estómago en la formación del quimo con las enzimas del páncreas y de la vesícula biliar.

Sujeción del asa de intestino delgado, y realiza esta función mediante el envío de fibras de colágeno al mesenterio, lo que aumenta la fijación del íleon y del yeyuno. (Masoud, 2014)

Láminas



Lámina 159: Lámina que muestra la disección completa del músculo diafragma, retirado del cadáver y extendido como preparación sobre una mesa de laboratorio. Se muestran sus porciones y orificios. (1) = Porción esternal; (2) = Porción costal; (3) = Porción lumbar; (4) = Pilar derecho; (5) = Pilar izquierdo; (6) = Pilar secundario; (7) = Pilar terciario; (8) = Ligamento arqueado mediano; (9) = Ligamento arqueado medial; (10) = Ligamento arqueado lateral; (11) = Arco del músculo psoasiliaco; (12) = Arco del músculo cuadrado lumbar; (13) = Ligamento cimbrado; (14) = Trígono lumbocostal; (15) = Trígono esternocostal; (16) = Centro frénico; (17) = Hiato de la vena cava inferior; (18) = Hiato del esófago; (19) = Hiato aórtico.

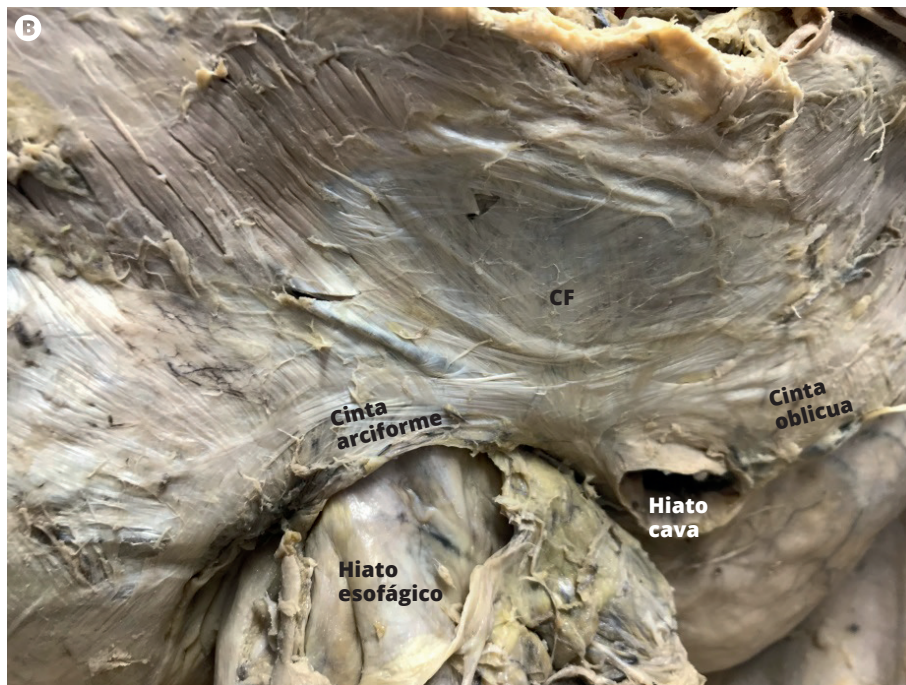
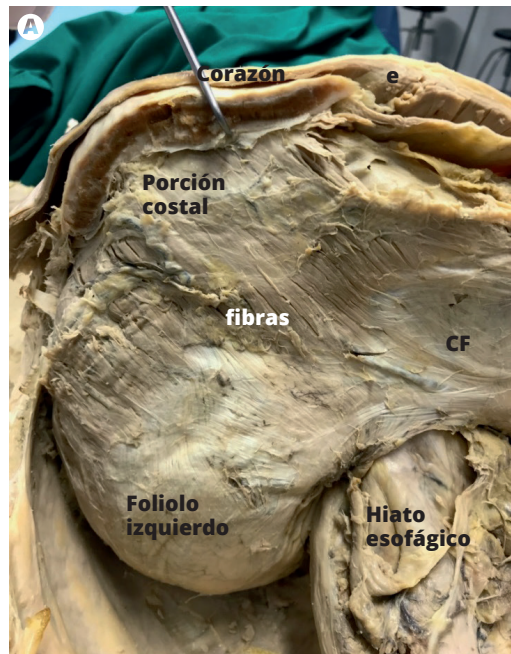


Lámina 160: Disección de la cara superior, o torácica, del diafragma para mostrar el centro frénico y sus fibras.

A: se muestra la porción costal y lumbar izquierda con sus inserciones, la base para el pericardio (corazón) y la disposición de las fibras hasta el centro frénico. (CF) = centro frénico.

B: se muestra un detalle de los foliolo medio y lateral izquierdo, y de la banda semicircular. (CF) = centro frénico.

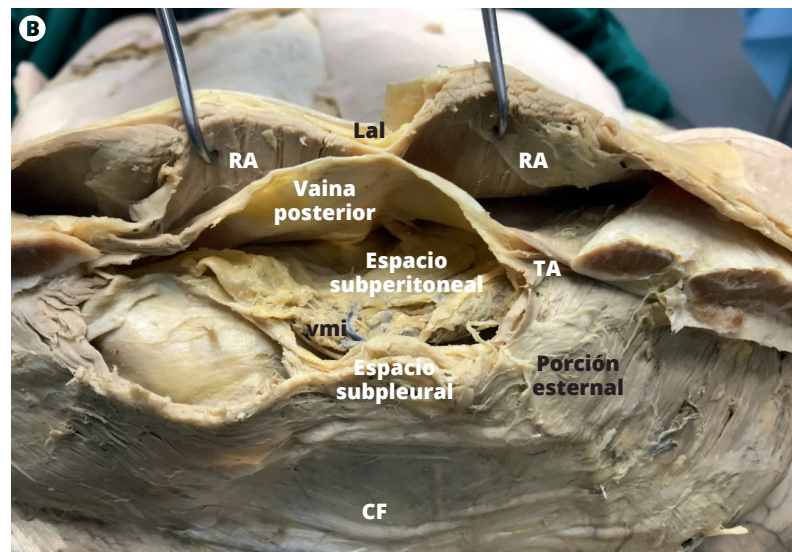
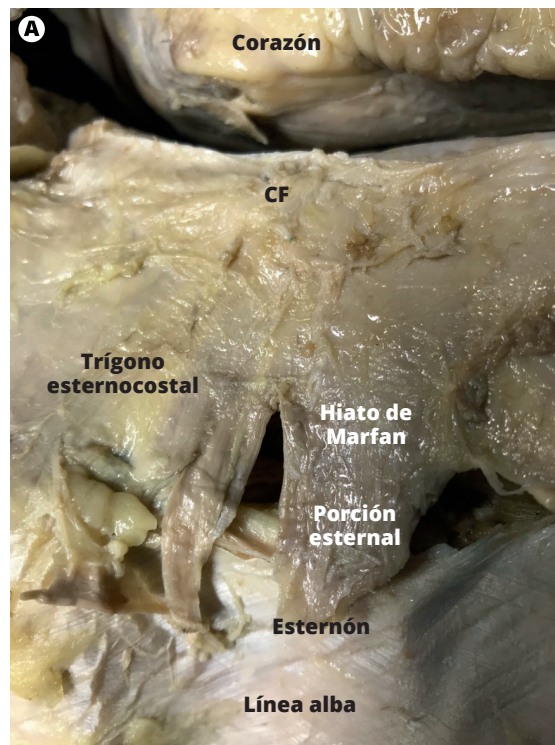


Lámina 161: A: Preparación anatómica de la porción xifoidea (lengüetas musculares) mostrando el hiato de Marfán.

B: Disección del espacio xifodiafragmático de Barbier, zona de transición entre tórax y abdomen, entre los espacios subpleural y subperitoneal, ocupado por tejido celular graso y atravesado por los vasos mamarios internos para alcanzar el borde posterior del músculo recto abdominal. (Lal) = línea alba; (RA) = músculo recto del abdomen; (TA) = músculo transverso del abdomen; (CF) = centro frénico; (vmi) = vasos mamarios internos.

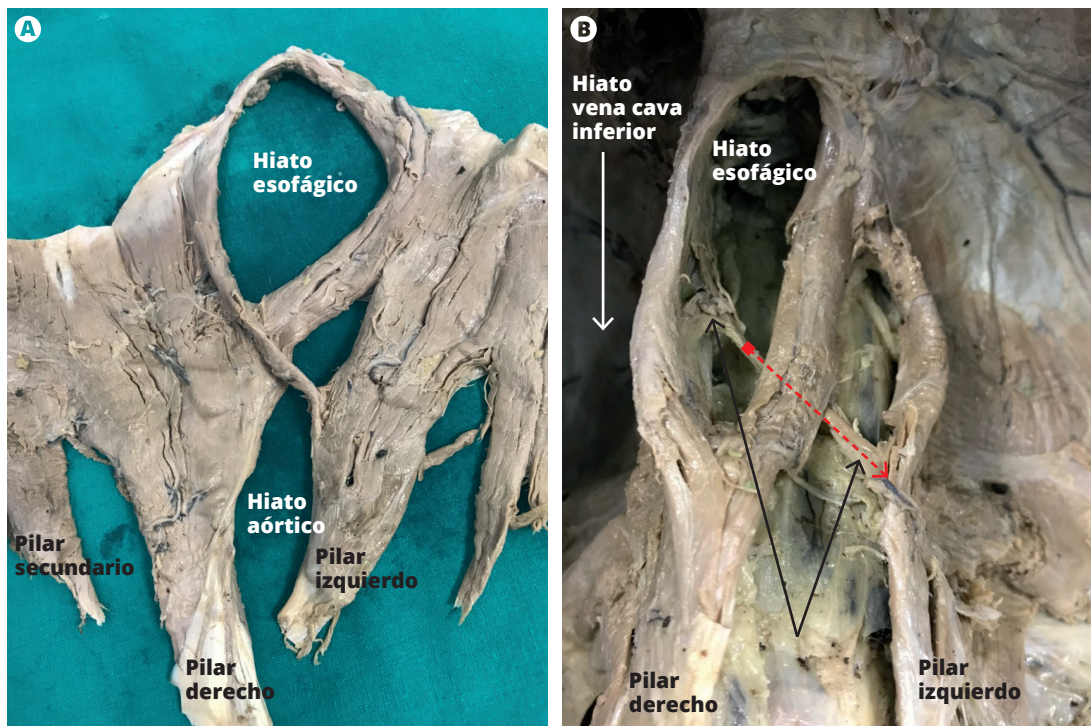


Lámina 162: Detalle de la porción lumbar del diafragma para valorar la decusación de los pilares y la formación del hiato aórtico y del hiato esofágico.

A: modelo de formación del hiato esofágico Tipo III de Loukas.

B: preparación que muestra el músculo accesorio del hiato esofágico (flechas) procedente del borde medial del pilar izquierdo, atravesando oblicuamente el pilar derecho hasta el borde inferior del orificio de la vena cava inferior, sin formar parte directa del hiato esofágico (flecha roja discontinua).

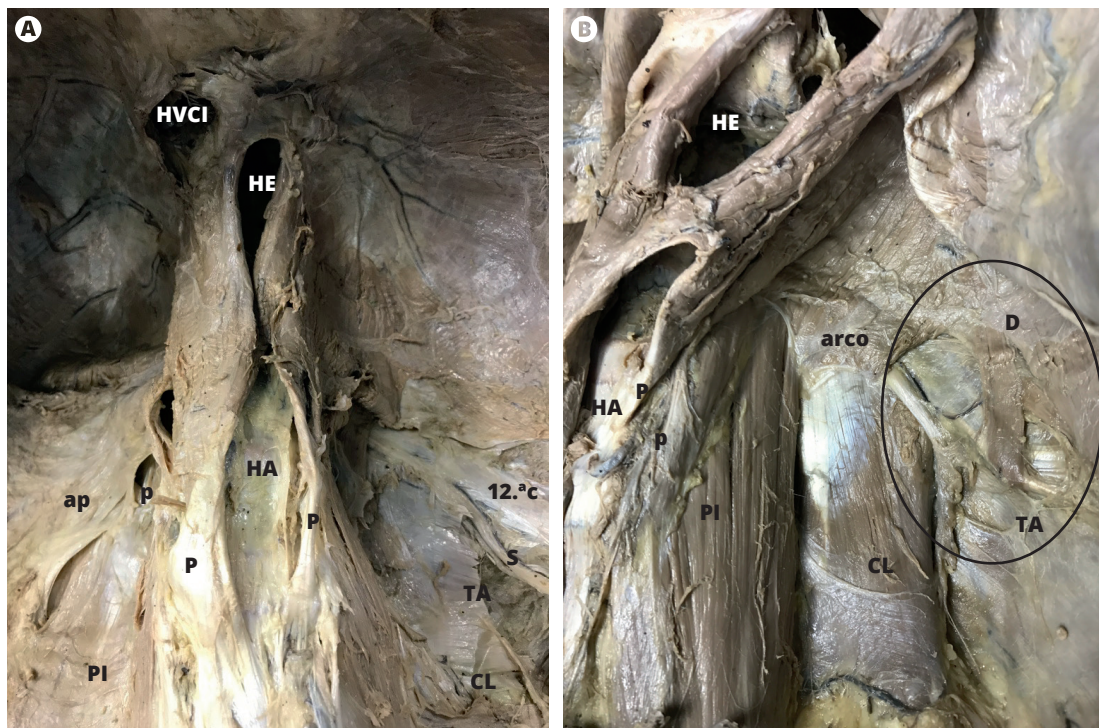


Lámina 163: Lámina del diafragma por su cara inferior o abdominal.

A: se muestran los 6 pilares con sus 5 arcos. (HVCV) = hiato de la vena cava inferior; (HE) = hiato esofágico; (HA) = hiato aórtico; (12.ªc) = duodécima costilla; (TA) = músculo transverso abdominal; (CL) = músculo cuadrado lumbar; (PI) = músculo psoasiliaco; (P) = pilar esofagohiatal; (ap) = arco del psoa; (p) = pilar principal; (S) = nervio subcostal.

B: detalle que aprecia el entrecruzamiento de las fibras entre el diafragma y el músculo transverso del abdomen a nivel del ligamento lumbocostal de Henle. (HE) = hiato esofágico; (HA) = hiato aórtico; (D) = diafragma; (P) = pilar del hiato aórtico; (p) = pilar intermedio; (PI) = músculo psoasiliaco; (TA) = músculo transverso abdominal.

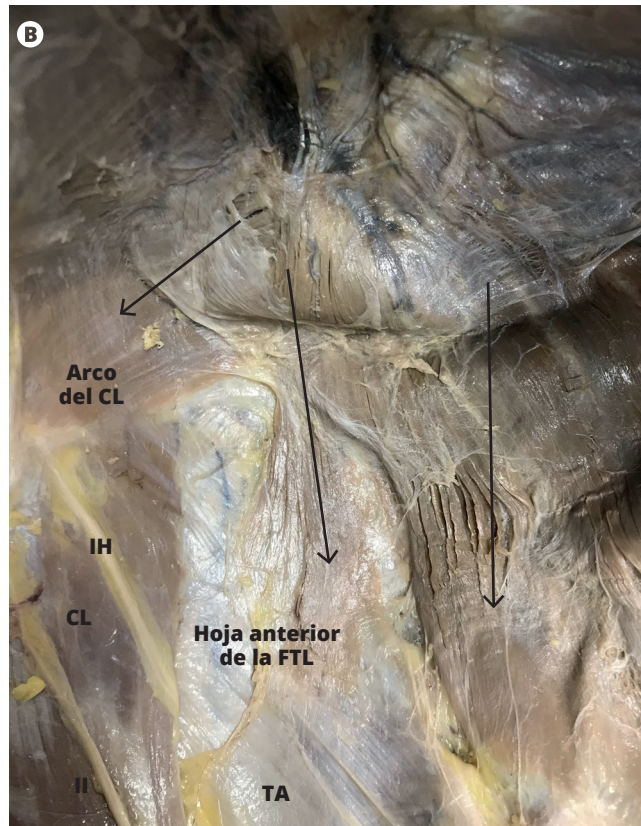
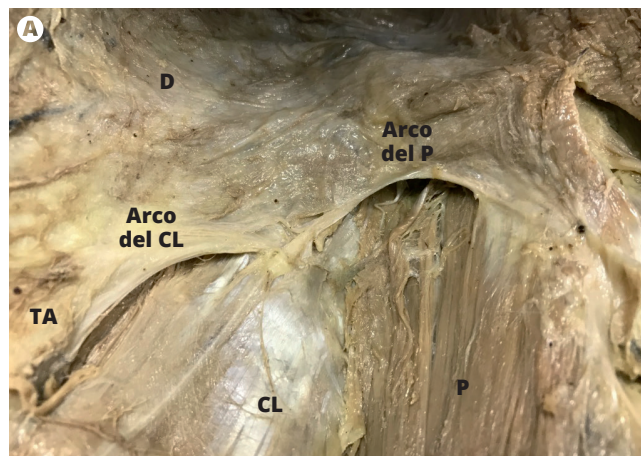


Lámina 164: Disección de la cara inferior de la porción vertebral y lumbar del diafragma.

A: se muestra el detalle del arco del músculo psoas y el del músculo cuadrado lumbar o ligamento cimbrado derecho. (D) = diafragma; (TA) = músculo transverso del abdomen; (P) = músculo psoas; (CL) = músculo cuadrado lumbar.

B: se detallan las interdigitaciones de la porción costal y lumbar respecto al músculo transverso del abdomen. (CL) = músculo cuadrado lumbar; (IH) = nervio iliohipogástrico; (TA) = músculo transverso del abdomen; (FTL) = fascia toracolumbar.

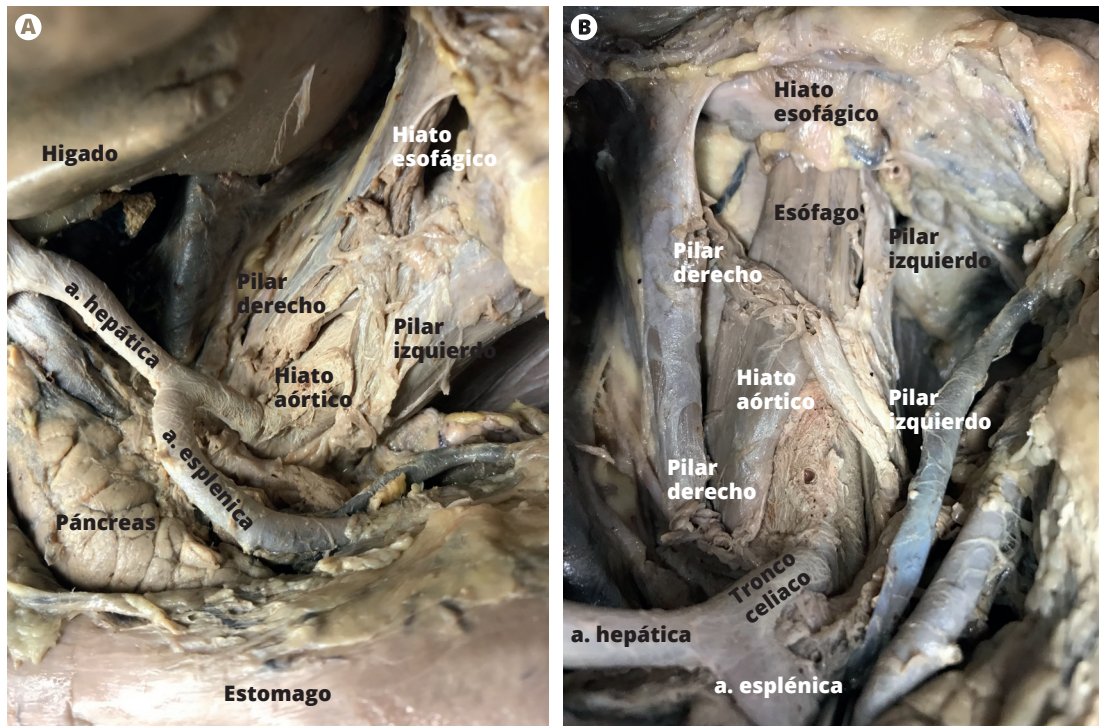


Lámina 165: Estudio de relación de los hiatos del diafragma. Formación del hiato aórtico y del esofágico a partir de los pilares.

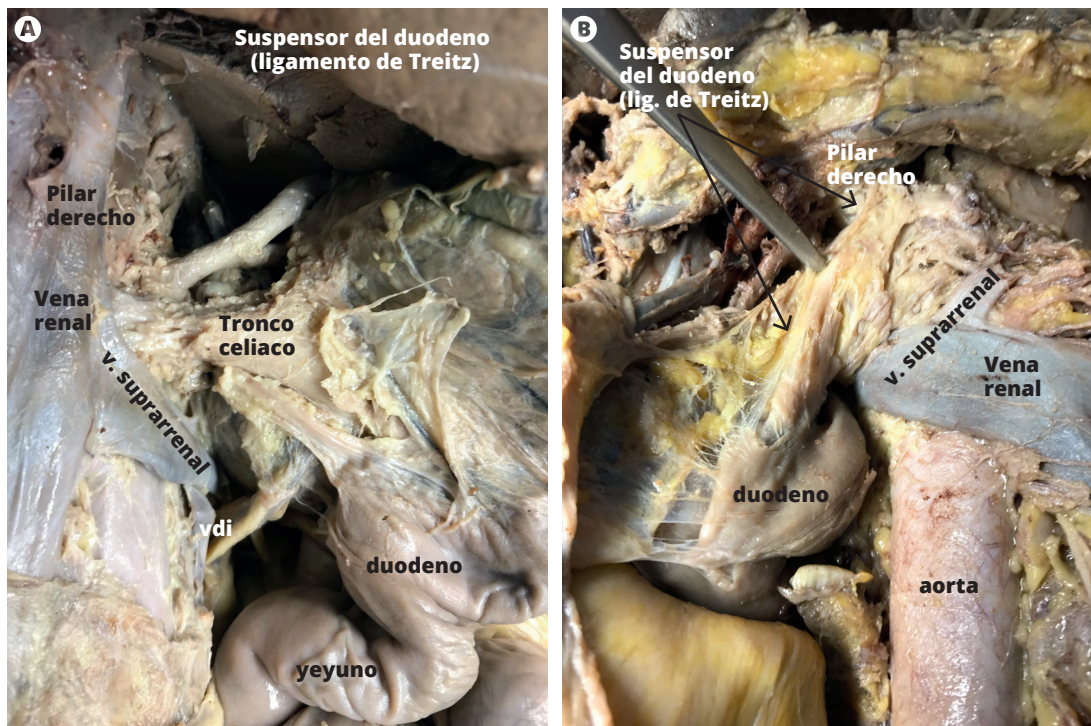


Lámina 166: Estudio del músculo suspensor del duodeno o ligamento de Treitz. Se muestran dos casos diferentes tras seccionar el peritoneo de la flexura duodenal y exponer el músculo duodenal hasta su origen en el pilar derecho del diafragma. (vdi) = vena diafragmática inferior.

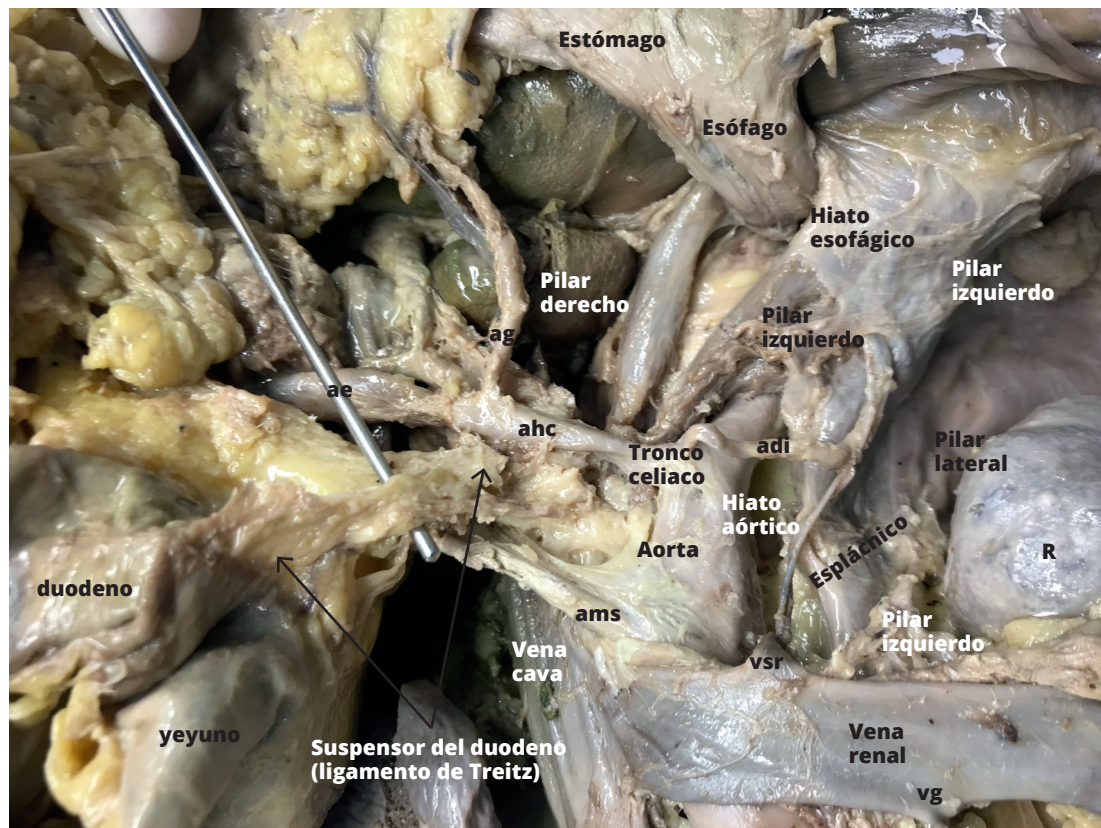


Lámina 167: Disección del músculo suspensor del duodeno o ligamento de Treitz. Se detallan sus fibras y su carácter digástrico, desde el borde libre de la flexura duodenal al tronco celiaco, y luego a la base del pilar derecho, lateral al hiato aórtico. (ahc) = arteria hepática común; (adi) = arteria diafragmática inferior; (ag) = arteria gástrica izquierda; (ae) = arteria esplénica; (ams) = arteria mesentérica superior; (R) = riñón; (vsr) = vena suprarrenal; (vg) = vena gonadal.

Entre todas las ciencias que están subordinadas a la cirugía, la anatomía desafía justamente el primer y más alto rango, no solo es de la mayor importancia, sino de la necesidad más indispensable tanto para el estudio como para la práctica de la cirugía.

Abraham Colles (1773-1843)

Alfredo Moreno-Egea

5.2. Anatomía funcional del techo del abdomen: Diafragma

5.2.1. Anatomía histórica

El diafragma fue reconocido como estructura anatómica que separa o divide en la antigua Grecia, pero sin asociarlo a una función concreta. Las primeras descripciones fisiológicas de la respiración se atribuyen a Empédocles (495-435 a.C.), Platón (428-399 a.C.) e Hipócrates (460-356 a.C.), pero ninguno de ellos le atribuyó una función. Aristóteles (384-322 a.C.) fue el primero en asociar la respiración a un órgano, pero creyó que era el corazón el encargado de expandir los pulmones por un mecanismo de calentamiento y que los pulmones forzaban al tórax a dilatarse, visión cardiocéntrica que relegaba el diafragma a una mera estructura de separación.

Herophilus (340 a.C.), en Alejandría, fue el primero en advertir que el movimiento del tórax era una consecuencia muscular, y Erasístrato (304 a.C.), realizó los primeros experimentos en animales demostrando que los músculos respiratorios eran las estructuras que generaban el movimiento de la respiración, y concluye que la caja torácica mueve pasivamente a los pulmones. Galeno aporta una descripción de las causas de la respiración y el movimiento del tórax, los planos de músculos intercostales y enumera los músculos respiratorios y su inervación. Describe con detalle la pleura y el peritoneo a ambos lados del diafragma, los orígenes de las costillas, el tendón central y las aperturas para la aorta, esófago y vena cava. Sus experimentos en animales representan una brillante descripción de la acción del diafragma y de los intercostales y abdominales, que coinciden con estudios posteriores hechos en humanos.

Galeno demostró claramente lo que el diafragma hacía, pero no cómo lo hacía, hecho que cambió con la llegada de Vesalio, 1200 años después (De Vito, 2001). A pesar de sus disecciones sobre cadáveres, la descripción que aporta Vesalio, no difiere en gran medida de la de Galeno. Mateo Realdo Colombo señaló que podría tener alguna función en la espiración (1559). Caspari Bartholini (1655-1738) publica una monografía exclusiva sobre la estructura anatómica del diafragma; en 1734 Bernardi Siegfried Albinus (1697-1770) detalla su estructura, en 1769 Giovanni Battista Morgagni (1682-1771) describe el primer caso de hernia hiatal, y en 1774 Petit la primera eventración.

En España, Manuel de Porras (1716) y Martín Martínez (1728), aportaron sus descripciones basadas en disecciones y asociándole la función de la inspiración. La existencia de variaciones asociadas a

problemas médico-quirúrgicos fue señalada por Le Double en 1897, aportando conocimientos de utilidad clínica. Testut en 1887, en su tratado de anatomía, estructura y ordena todo el conocimiento disponible sobre el diafragma, legado que se trasmite hasta nuestros días (Muñoz, 2017).

5.2.2. Anatomía patológica

El diafragma es un músculo esquelético estriado. Su actividad es continua y esencial para la vida, por lo que tiene características propias, respecto de otros músculos del cuerpo, sus fibras tienen mayor tolerancia a la fatiga, mayor flujo sanguíneo, mayor capacidad oxidativa y mayor densidad capilar. Está formado por muchas unidades motoras, cada una de ellas con cientos de fibras de uno de los tres tipos clásicos (I, IIa y IIb): las fibras tipo I se caracterizan por una oxidación lenta de la glucosa y una mayor resistencia a la fatiga; las de tipo IIa tienen una glucólisis oxidativa rápida y son resistentes a la fatiga, y las de tipo IIb tienen una glucólisis rápida y son sensibles a la fatiga. El diafragma normal contiene un 80 % de fibras resistentes a la fatiga (55 % de tipo I, 25 % de tipo IIa), comparado con el 40 % de otros músculos estriados, y mayor contenido mitocondrial (Rochester, 1985).

Los músculos con altas proporciones de fibras tipo I están mejor equipados para esfuerzos sostenidos de baja intensidad, mientras que los que predominan las de tipo II son óptimos para desarrollar un trabajo de alta potencia, pero de corta duración. En los músculos respiratorios se combinan estas dos propiedades, permitiendo la resistencia a la fatiga necesaria para movilizar durante toda la vida el volumen corriente, así como la ejecución de actividades de alta demanda como la ventilación durante el ejercicio. La proporción de cada tipo de fibras en un músculo es dinámica, puede cambiar en respuesta a diversos factores como la edad, estado nutricional o entrenamiento físico (Epstein, 1994).

5.2.3. Anatomía funcional

El diafragma es un músculo esencialmente inspirador. A efectos mecánicos, debemos considerar al centro frénico fijado al pericardio como inmóvil, y cada fascículo como un arco formado por una extremidad fija en este punto central inmóvil, y otra insertada en un punto variable de la base del tórax. El primer tiempo de la contracción endereza la curvatura de las fibras, transformando el fascículo arciforme en rectilíneo, y agrandando el diámetro vertical del tórax. En un segundo tiempo, los fascículos costales, tomando punto fijo en la región central indicada, actúan sobre las costillas elevándolas hacia fuera y adelante, dando como resultado ahora un aumento del diámetro transversal y anteroposterior del tórax. El diafragma aumenta a la vez los tres principales diámetros del tórax, y como consecuencia estrecha el abdomen y comprime las vísceras abdominales. Los orificios de la vena cava inferior y aórtico no se influyen por las contracciones del diafragma. El orificio frenoesofágico o hiato esofágico, sí que se estrecha durante la inspiración, y “evita la evacuación por las vías superiores del contenido gástrico” (Berard).

Función de respiración

a. Inspiración

El principal músculo inspirador es el diafragma, junto con los intercostales externos y los supracostales. En la contracción podemos diferenciar tres fases:

1. Descenso del centro frénico, aumentando el diámetro vertical del tórax.
2. Limitado por la tensión de los elementos del mediastino y, principalmente, por el tono de los músculos abdominales y la masa visceral abdominal, el centro frénico se transforma en punto fijo.

3. Las fibras periféricas del diafragma pasan a ser elevadoras de las costillas inferiores, que por su movimiento en asa aumentan el diámetro transversal del tórax, pero a través del esternón elevan también las costillas superiores, cuyo movimiento, en brazo de palanca, aumenta el diámetro anteroposterior.

En síntesis, el diafragma consigue aumentar los tres diámetros torácicos.

b. Espiración

Fenómeno pasivo debido a la elasticidad torácica, actúa el mecanismo en "*barra de torsión*" de los cartílagos costales, el tono de los músculos abdominales y precisa la relajación del diafragma. El tono muscular del diafragma y los músculos abdominales evoluciona de manera inversa durante la inspiración y la espiración, dándose una relación antagonismo-sinergismo entre ambos. Consta de tres tiempos:

1. Primer tiempo: Inspiración profunda o de preparación.
2. Segundo tiempo: Puesta en tensión con fuerte contracción de los músculos espiradores principales y accesorios (músculos abdominales), con cierre de la glotis.
3. Tercer tiempo: Expulsión o espiración violenta con apertura de la glotis.

En los mecanismos de evacuación (defecación, micción y parto), el 3.er tiempo está reemplazado por la participación de estructuras pelvianas, sin apertura de la glotis.

El papel de los músculos de la pared ya fue visto anteriormente. Recordar de nuevo que el músculo transverso del abdomen es el potente antagonista del diafragma, forman un sistema funcional único durante la respiración.

Advertencias anatómicas quirúrgicas

- Una correcta reconstrucción parietal restaura una presión intraabdominal adecuada, y resuelve no solo las complicaciones miofasciales sino también las respiratorias, vasculares y viscerales, frecuentes en hernias grandes. Si bien la reconstrucción de los componentes estructurales de la pared abdominal siempre debe favorecerse, es la recuperación de la continuidad parietal, lo que garantiza la recuperación funcional y sinérgica del sistema miofascial, a través de la adaptación y la compensación.
- La implantación de una prótesis crea una superficie pasiva que, de acuerdo con las leyes de la estática, tiende a desplazarse, pero este efecto se ve compensado por la distribución uniforme de la presión ejercida sobre toda el área, regulada por las leyes de la hidrostática:
 - Principio de Pascal (Blaise Pascal, 1623-1662): de acuerdo con el principio de Hidrostática, en un fluido incompresible equilibrado, la presión se transmite íntegramente en todas las direcciones.
 - La ley de Stevino (Simon Stevino, 1548-1620): La Ley fundamental de la Hidrostática establece que en un líquido inmóvil la presión hidrostática p en un punto genérico P está dada por la distancia h de este punto desde la superficie libre, y es igual al peso de un cilindro de líquido de sección unitaria o altura h .

Tan cierta es la importancia de la Anatomía para la Medicina, como la noticia de la hidrografía para la náutica. El Piloto, que no sabe en que grado se baya, ni donde está la Syrte, o la Costa, y el Médico o Cirujano que ignora las partes, sobre que debe discurrir ú obrar, ambos caminan con ceguedad é incierto rumbo, sin saber donde van a parar hasta que el suceso se lo dice.

Martín Martínez, 1728 (1684-1734)

Alfredo Moreno Egea

5.3. Vascularización del diafragma

5.3.1. Arterias del diafragma

La irrigación del diafragma se lleva a cabo por tres pedículos diferentes:

- Pedículo superior, derecho e izquierdo: constituido por las arterias diafragmáticas superiores que lo abordan por su cara superior.
- Pedículo inferior: es el principal y está constituido por las arterias diafragmáticas inferiores, primeras colaterales de la aorta abdominal.
- Pedículo periférico: proceden a cada lado de la rama musculofrénica de la arteria mamaria interna y las 6 últimas intercostales (descritas en el apartado 2.3. y 5.4.1.), e irrigan la porción periférica del diafragma.

5.3.1.1. Arteria diafragmática superior

La arteria frénica superior se origina de la arteria mamaria como rama terminal, junto con la arteria torácica y la arteria abdominal. Desciende por detrás de los cartílagos de la 6.^a-7.^a costilla, siguiendo el fondo de saco costomediastínico pleural, alcanza las inserciones anteriores del diafragma y se desliza entre la pleura diafragmática siguiendo el fondo de saco costodiafragmático de *Gregoire*, para distribuirse de forma radial por la superficie convexa. Algunas de sus ramas se anastomosan con las procedentes de la arteria diafragmática inferior.

Pueden existir además, ramos diafragmáticos que se originan directamente de la aorta y forman las llamadas arterias diafragmáticas posterosuperiores.

Variaciones

- puede existir una rama transversa que una ambas arterias mamarias internas de ambos lados, por detrás del apéndice xifoides.
- pueden existir vasos accesorios.

5.3.1.2. Arteria diafragmática inferior

Son dos ramas de la cara anterior de la aorta, originadas por debajo del diafragma y por encima del tronco celiaco (70 %), a la altura del hiato aórtico, que se dirigen, cranealmente, hacia delante y afuera, pasando entre el peritoneo y cara inferior del diafragma, para dividirse en dos ramas:

- a. Rama interna o posterior, que se dirige hacia delante para anastomosarse con la contralateral, formando delante del esófago un arco cóncavo, e irrigando la zona adyacente al esófago y los pilares.
- b. Rama externa o anterior, que se dirige hacia delante, a las inserciones escafoideas donde se anastomosa con las ramas de la arteria mamaria interna y las de las arterias intercostales inferiores.
- c. Ramos musculares, que dibujan un círculo alrededor del orificio de la vena cava inferior, y se anastomosa con ramos de la arteria contralateral.
 - Las dos primeras ramas cubren con sus múltiples ramificaciones toda la superficie inferior del diafragma, y además envían ramas parietales para el esófago inferior, páncreas, cápsula suprarrenal y, la derecha una rama hepática a la cara posterior que lo alcanza desde el ligamento coronario de *Henle*.

Variaciones

- ambas arterias diafragmáticas inferiores pueden originarse de un tronco común, directamente de la aorta, entre un 14-31 % (Kimura, 2007).
- pueden originarse del tronco celiaco (Theile) (14 %) o de una de sus ramas principales.
- la arteria diafragmática inferior puede originarse de la arteria coronaria estomáquica (o arteria gástrica izquierda), en un 14 % de los casos (Paredes, 2017).
- pueden existir arterias accesorias que se originen de la arteria coronaria estomáquica, de la arteria renal, de la arteria mesentérica superior, e incluso de la primera arteria lumbar.
- la arteria izquierda puede enviar un ramo al estómago (Giacomini).
- la arteria izquierda puede enviar un ramo hepático (Cruveilhier).
- *Modelos según Loukas, 2005:* a) origen independiente desde la aorta; b) origen en un tronco común desde la aorta; c) origen unilateral de la derecha desde la aorta; d) origen unilateral para la izquierda; e) ambas separadas desde el tronco celiaco; f) como un tronco común desde el tronco celiaco; g) origen unilateral en el tronco celiaco desde la derecha; h) origen unilateral desde la izquierda del tronco celiaco; i) desde la a. renal derecha; j) desde la arteria renal izquierda; k) como un tronco común desde la arteria renal derecha; l) origen desde la arteria gástrica izquierda (o coronaria estomáquica), como derecha; m) desde la gástrica izquierda como izquierda; n) un tronco común desde la gástrica izquierda.

5.3.1.3. Arteria mamaria o torácica interna

Contribuye a irrigar el diafragma de dos formas:

1. A partir de su rama colateral posterior, que da una específica para el nervio frénico, que también se denomina arteria diafragmática superior, y desciende con el nervio frénico hasta el diafragma.

2. A partir de su rama terminal diafragmática, que desciende por detrás de los cartílagos de la 6.^a y 7.^a costilla, siguiendo el fondo de saco costomediastínico de la pleura, alcanza las inserciones anteriores del diafragma y se distribuye por él.

5.3.2. Venas del diafragma

El drenaje venoso depende de las venas frénicas derecha e izquierda, las cuales tienen una situación similar a las arterias. En número de dos en cada lado, convergen desde la periferia al centro del diafragma para terminar generalmente en la vena cava inferior, inmediatamente por debajo de las venas hepáticas. También reciben algunas venas capsulares inferiores y venas esofágicas.

Variantes: pueden terminar en la vena ácigos, vena hemiacigos o en las venas suprahepáticas.

- *Venas diafragmáticas superiores.* A nivel superior, pequeñas tributarias de las venas pericardiofrénicas y venas musculofrénicas vacían en la vena torácica o mamaria interna. A nivel posterior existe algún drenaje local hacia la vena ácigos y hemiacigos.

Proceden de la unión de las venas intercostales de los 3 o 4 primeros espacios, las cuales crean un tronco ascendente que desemboca en el tronco venoso braquiocefálico del lado correspondiente. Otras veces, el tronco derecho termina en la vena ácigos mayor, y el izquierdo indistintamente en la ácigos menor o en la mayor.

- *Venas diafragmáticas inferiores.* Son dos para cada arteria y desembocan en la vena cava inferior después de recibir las venas capsulares superiores en el momento en que la vena cava inferior pasa su hiato diafragmático correspondiente. A nivel inferior, la vena frénica inferior derecha drena en la vena cava inferior, mientras en la izquierda puede existir una rama posterior que lo hace en la vena suprarrenal izquierda.

El sistema venoso no es solo un satélite de las arterias, ya que, aunque drena en la vena mamaria interna (las superiores) o en la vena cava inferior (las inferiores), similar al arterial, la zona más posteromedial del diafragma drena hacia los troncos venosos lumbares ascendentes y estos, a su vez, en la vena cava superior.

5.3.3. Linfáticos del diafragma

Los ganglios y conductos linfáticos parietales del tórax comprenden 3 grupos ganglionares: los intercostales, los mamarios internos y los diafragmáticos; y dos colectores, el conducto torácico y la vena linfática. Además de los correspondientes ganglios viscerales torácicos.

a. *Ganglios intercostales*

Están situados en la parte posterior del espacio intercostal, a nivel de la cabeza de la costilla. Reciben conductos aferentes que recogen la linfa de la pared torácica y parte de la pleura y acompañan a los vasos intercostales. Emiten troncos eferentes que se reúnen de cada lado de un conducto común, el cual desciende a los lados de la columna vertebral, atraviesa el diafragma por sus inserciones y va a desembocar en la cisterna de *Pecquet*. Esto se cumple para los eferentes de los 9 últimos espacios intercostales, pues los 3 primeros van a formar los troncos broncomediastínicos tras unirse con los mamarios internos y los troncos eferentes de los ganglios viscerales.

b. *Ganglios mamarios internos*

Están situados en el trayecto de la arteria mamaria interna desde su origen hasta el apéndice xifoideas, y reciben aferentes que llevan la linfa de la región supraumbilical del abdomen y de la porción anterior del tórax. Los eferentes que proceden de estos, forman un tronco derecho y otro izquierdo que van a desembocar al tronco broncomediastínico correspondiente.

c. *Ganglios diafragmáticos*

Están colocados en la base del pericardio y forman grupos definidos: 1) un grupo anterior; 2) dos grupos laterales, el lateral derecho en la desembocadura de la vena cava inferior y el izquierdo cerca del nervio frénico ipsilateral; y 3) un grupo posterior situado detrás de los pilares del diafragma. Los 3 grupos reciben la linfa del diafragma y emiten troncos anteriores que van a los ganglios mamarios internos y troncos posteriores que terminan en los ganglios mediastínicos posteriores.

I. Conducto torácico

Recoge la linfa de todo el cuerpo, excepto del miembro superior derecho, mitad derecha de cabeza y cuello, y mitad superior derecha del tórax, cuya linfa drena en la "vena linfática". El conducto torácico se origina a nivel de la 2.^a vértebra lumbar, en forma de dilatación piriforme, de extremidad más ancha caudal, llamada *cisterna de Pecquet*, de cuyo borde craneal parte el conducto (6-8 mm de grosor). En este punto recibe por cada lado un tronco ascendente que recoge la linfa de los miembros, pelvis, testículo, riñón y colon; un tronco descendente, que la recibe de la parte posterior del diafragma y de los 8 últimos espacios intercostales; y un tronco anterior en el que drena el estómago, hígado, bazo e intestino delgado. Ya formado como conducto, asciende por delante de los cuerpos vertebrales para alcanzar el tórax y atravesar el diafragma por el hiato aórtico, y en la apófisis transversa de la 7.^a vértebra cervical cambia de dirección y se orienta hacia delante para formar el cayado del conducto torácico (diámetro: 2-3 mm), para terminar en el confluente venoso de la vena subclavia y vena yugular izquierda (confluente yugulosubclavio izquierdo). En ese cayado confluyen también el colector o tronco yugular izquierdo (mitad izquierda de la cabeza y cuello), el tronco subclavio izquierdo (miembro superior izquierdo), y el tronco broncomediastínico izquierdo (del pulmón izquierdo, corazón y mitad superior izquierda del tórax). En su trayecto apenas dispone de unas pocas válvulas incompletas, pero en su desembocadura tiene dos válvulas ostiales que impiden el reflujo de linfa y sangre venosa.

En el abdomen se relaciona por delante con la aorta abdominal, a los lados por los pilares, y en la derecha también a través del pilar intermedio con el simpático derecho y vena lumbar ascendente. En el tórax se relaciona con las arterias intercostales derechas, cayado de la ácigos menor y por encima de esta con el tronco de las arterias intercostales superiores izquierdas, a la derecha con la vena ácigos mayor, y por delante con el esófago y cayado aórtico.

II. Gran vena linfática

Se forma por la confluencia de los conductos colectores de la mitad derecha de la cabeza, cuello y miembro superior derecho, que forman un tronco yugular cuyo origen esta en los ganglios mamaros internos de los primeros espacios intercostales derechos y de gran parte de las vísceras torácicas; y de un tronco subclavio que resulta de la confluencia de los troncos eferentes de los ganglios axilares y subclavios. Todos estos troncos convergen en uno común o gran vena linfática, de 10-15 mm de longitud y va a desembocar al confluente venoso de la yugular y de la subclavia del lado derecho. Puede tener variantes y terminar de forma separada algunos aferentes de esta gran vena linfática.

Las dos superficies serosas del diafragma, pleura y peritoneo, son activas en la eliminación del líquido y células de las correspondientes cavidades pleural y peritoneal. Existen poros entre las células mesoteliales de un tamaño entre 4-12 mm de diámetro, y se abren directamente en los vasos linfáticos del diafragma. Estos poros fueron descritos por primera vez en 1863 por von Recklinghausen, y hoy día confirmados por microscopía electrónica.

Láminas



Lámina 168: Preparación que muestra la vascularización del diafragma por su cara superior o torácica.

A: visión general bajo la pleura. Por transparencia se aprecia cerca del hiato de la vena cava inferior, la arteria diafragmática superior y sus ramas.

B: detalles de la ramificación tras retirar la pleura, vemos la arteria diafragmática superior procedente de la arteria mamaria interna. Entre las arterias frénicas y las arterias mamarias se forma un círculo vascular alrededor del centro frénico, del que parten ramas a la periferia que se anastomosan con las procedentes de las arterias intercostales, formando la arcada costofrénica. (X) = xifoides; (CF) = centro frénico.

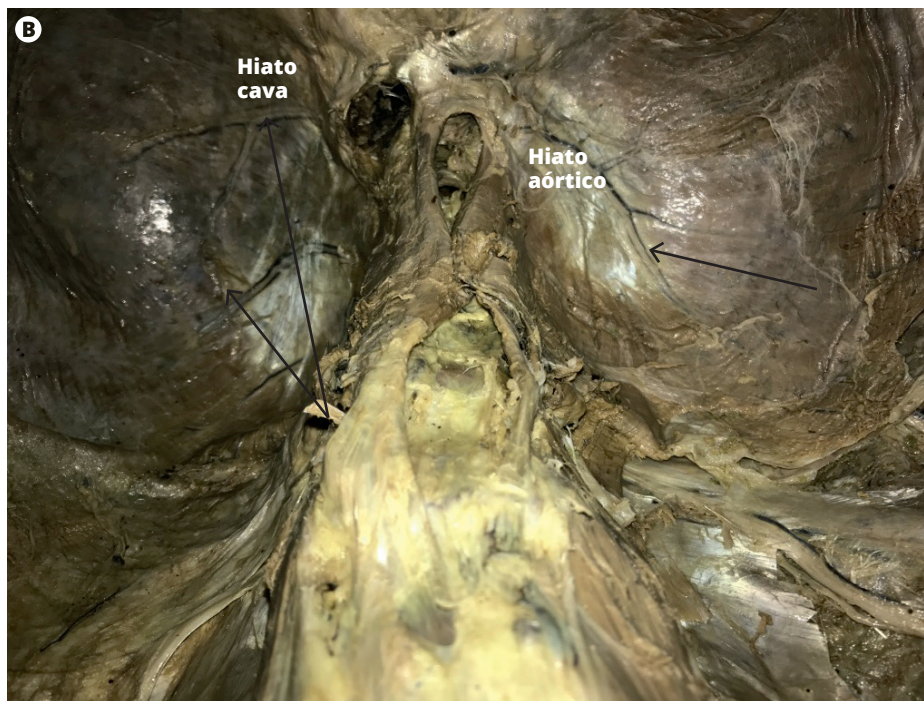
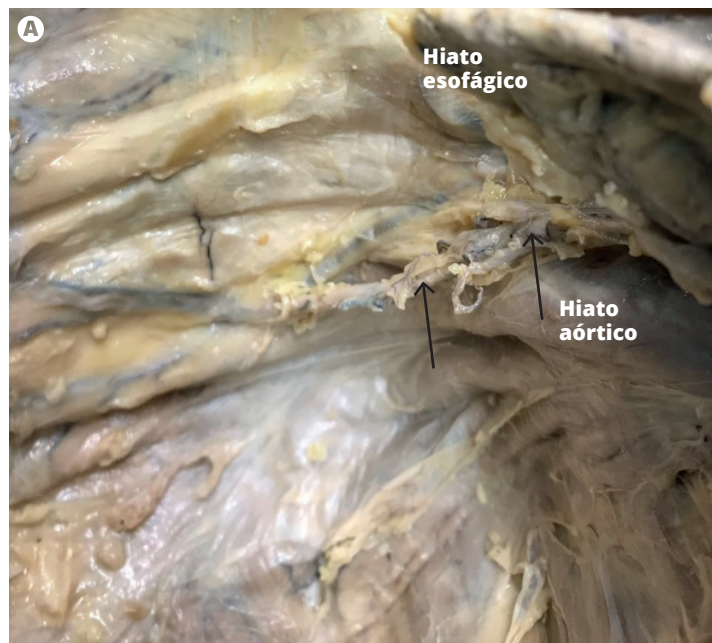


Lámina 169: *Disección que muestra la vascularización inferior del diafragma.*

A: detalle de la arteria diafragmática inferior procedente de la aorta abdominal (otras veces procede directamente del tronco celiaco o de la arteria renal), rodeando el hiato de la vena cava inferior.

B: visión vascular desde la cara abdominal (flechas).

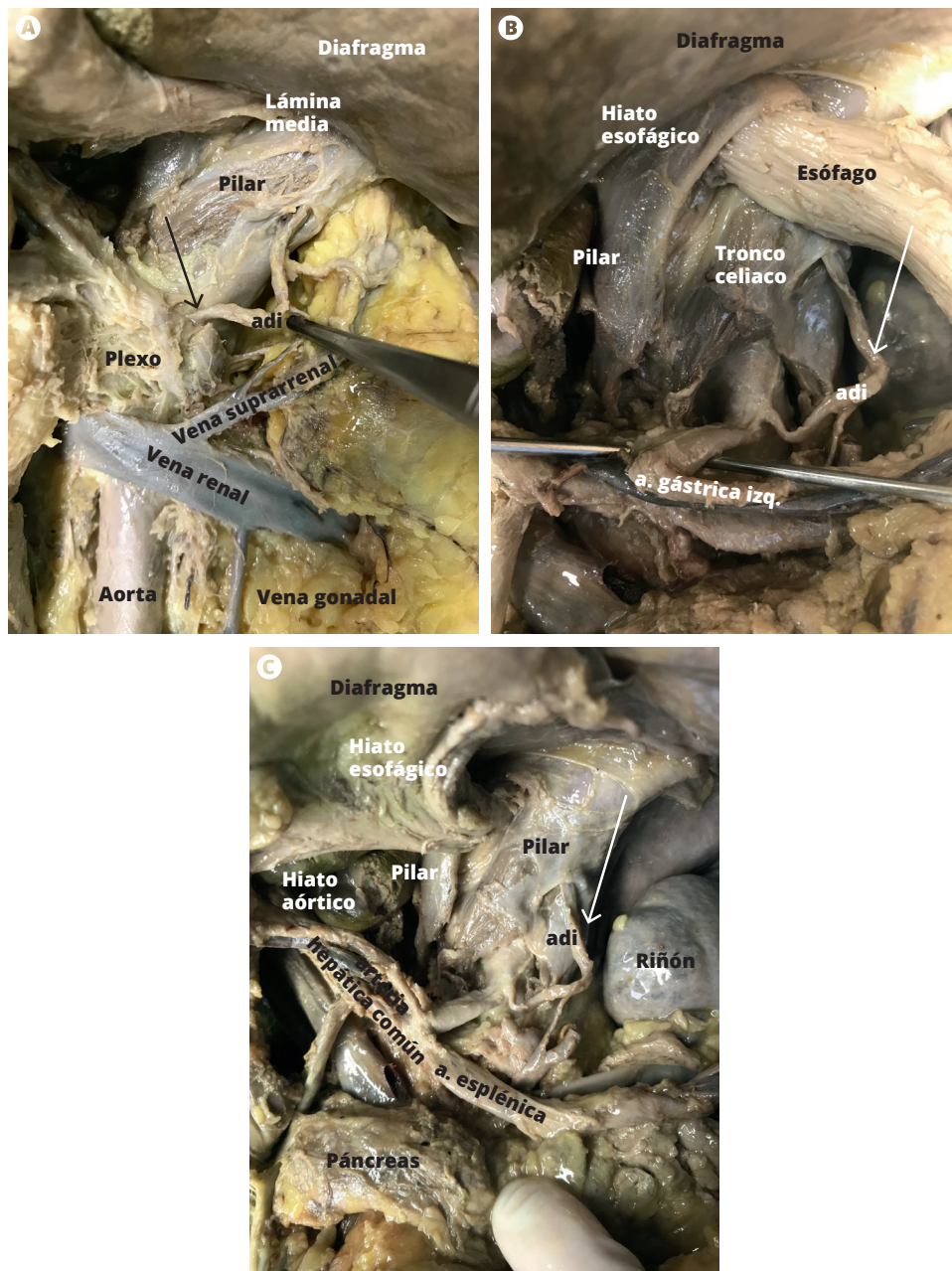


Lámina 170: Preparación de la arteria diafragmática inferior del lado izquierdo.

A: se detalla su origen del tronco celiaco, Tipo músculo diafragma de Loukas (del lado izquierdo de la aorta), sin encontrar otra derecha. (adi) = arteria diafragmática inferior.

B: se muestra su trayecto ascendente y lateral. (adi) = arteria diafragmática inferior.

C: advertimos su entrada en el diafragma, lateral al pilar izquierdo, y su relación de contigüidad con el hiato esofágico. (adi) = arteria diafragmática inferior.

El cirujano, si ignora el origen y la naturaleza de la queja constitucional, es llevado a adoptar un plan de tratamiento para la enfermedad quirúrgica, innecesariamente severo o absolutamente peligroso.

Abraham Colles (1773-1843)

Alfredo Moreno Egea

5.4. Neuroanatomía del diafragma

El diafragma está inervado por los nervios frénicos, ramas del plexo cervical profundo, algunas fibras procedentes de los 6 últimos nervios intercostales y por el nervio esplácnico mayor, que suele dar dos ramos delgados que penetran en los pilares y actúan sobre el tono muscular, propiedad que depende de la inervación simpática.

5.4.1. Nervio frénico

Nace de la médula espinal, principalmente de la raíz anterior motora de C4, aunque recibe fibras de C3 y C5 (C3-4 pertenecen al plexo cervical; C5 al braquial), y a veces existe la contribución ocasional de C2 o C6.

En 1/3 de los casos, la raíz de C5 desciende directamente hacia el interior del tórax, cruzando por delante a la arteria mamaria interna, antes de unirse definitivamente al nervio frénico, recibiendo el nombre de nervio frénico accesorio.

El nervio frénico se origina sobre el margen lateral del músculo escaleno anterior, a la altura del borde superior del cartílago tiroideo y tras cruzarlo, alcanza la parte interna de la base del cuello e inicia su recorrido intratorácico.

1. *Frénico izquierdo*: tras entrar en la cavidad torácica, se sitúa entre las arteria carótida común y la arteria subclavia, cruzando a la arteria mamaria interna a 3-4 cm de su origen, habitualmente por delante. Durante su descenso se sitúa entre el pericardio y la pleura mediastínica, pasa por delante de la región del hilio pulmonar y tras recorrer la superficie pericárdica, se ramifica inervando al hemidiafragma izquierdo, mediante 4 ramas musculares (esternal o anterior, anterolateral, posterolateral y posterior) que únicamente atraviesan la trama muscular, dejando colaterales a los fascículos musculares. Estos troncos nerviosos siguen un curso dentro de la musculatura diafragmática, y en parte también en la superficie inferior. Están cubiertos únicamente por peritoneo.
2. *Frénico derecho*: con un recorrido intratorácico más corto y vertical, discurre paralelo a la arteria mamaria interna desde su origen y durante 3-4 cm, habitualmente junto a su borde

medial, alcanza la región del hilio pulmonar y atraviesa el tendón central del diafragma (centro frénico) ramificándose de igual modo (4 ramas), que atraviesan la trama tendinosa y muscular del lado derecho para acabar inervándolo.

La rama más interna se une más adelante en la línea media con su homóloga del lado opuesto. Estas ramas reaparecen en el abdomen, en la cara inferior del diafragma, penetrando las digitaciones xifoideas y costales, así pilares, que parecen recibir sus ramos más numerosos de la rama terminal de los dos nervios frénicos.

La estrecha relación anatómica entre la arteria mamaria interna y el nervio frénico, no es casual. Esta arteria aporta un 73 % de la suplencia sanguínea del nervio mediante vasos pleurales, pericárdicos y diafragmáticos. Su primera rama, la arteria pericardiofrénica, sigue al nervio en todo su recorrido intratorácico hasta que alcanza el diafragma, constituyéndose en la principal fuente de irrigación sanguínea del nervio (52 % de la suplencia sanguínea).

Además de ser un nervio motor, contiene fibras sensitivas y autónomas. Las fibras simpáticas contribuyen a la acción trófica y al tono muscular del diafragma, mientras, las ramas terminales sensitivas se distribuyen por la porción apical de la pleura mediastínica y costal, la porción superior del pericardio y las serosas del hígado, vesícula biliar y páncreas.

Posibles anastomosis del nervio frénico en su trayecto: con el nervio frénico accesorio, con el nervio del músculo subclavio, y con el asa del hipogloso.

1. *Frénico accesorio*. Se desprende en general de C4, a veces de C5 o C6, rara vez de C3. Siempre es externo con relación al nervio frénico. Su frecuencia varía entre un 25 % (Félix) y un 37 % (Sauerbruch). Excepcionalmente, es posible encontrar la existencia de los tres nervios: frénico principal, accesorio y nervio del músculo subclavio, repartiéndose proporcionalmente la inervación del diafragma.
2. *Nervio del subclavio*. Es constante, aunque no su posible unión con el nervio frénico. Su trascendencia como vía suplementaria ha sido señalada por Goetze. El origen del nervio del músculo subclavio es variable, del tronco primario superior del plexo braquial (50 %), de la parte anterior de C5 (48 %), del tronco secundario inferior (1 %) y de la C6 (1 %). Del estudio de disección se desprende una conclusión práctica: para descubrir el nervio del músculo subclavio hay que buscarlo por fuera del borde externo del músculo escaleno anterior, sobre la raíz más externa del plexo. A este nivel se origina también el nervio del músculo infraescapular, con el que no debe ser confundido. Así, el nervio del músculo subclavio se puede encontrar en el área de un triángulo formado: por fuera por la rama más externa del plexo braquial, por abajo por el pedículo cervical transversal, y por dentro por el nervio frénico en un plano anterior al plexo. En su disección debemos asegurar una correcta iluminación, una buena hemostasia del campo y evitar levantarlo con un separador.
3. *Asa del hipogloso*. Su fusión con el nervio frénico es muy rara.

5.4.2. Nervios intercostales inferiores

Los seis últimos nervios intercostales dan ramas finas que van a la parte yuxtacostal del diafragma. Estos filetes diafragmáticos son sensitivos para la pleura y el peritoneo, o bien filetes vasomotores. Únicamente el 12.º nervio intercostal (o subcostal) da, de manera constante, un ramo diafragmático muscular. Los vasos diafragmáticos inferiores están rodeados de un plexo nervioso constituido por las terminaciones de los nervios frénico junto a filetes procedentes del plexo solar. Este plexo diafragmático inferior penetra con los vasos en el interior del diafragma.

5.4.3. Nervio esplácnico mayor

También llamado gran nervio suprarrenal de *Chaussier*.

Nace de la unión de los ganglios VII.^o-VIII.^o y IX.^o del tronco simpático, en forma de 3 ramas (límites: 2-6). Sappey incluye también el ganglio VI.^o, y una raíz del V.^o o del X.^o. La primera rama aparece a la altura del disco que separa la 7.^a vértebra dorsal de la 8.^a y desciende verticalizada. La segunda nace a la altura del disco de la 9.^a y 10.^a para juntarse con la primera. La tercera parte de la 10.^a articulación costovertebral, desciende oblicuamente hacia abajo, adelante y adentro para reunirse con las anteriores en la 2.^a dorsal. Con frecuencia también recibe una pequeña rama del nervio esplácnico menor.

Todas estas raíces suelen encontrarse entre D9 y D10 (para Sappey, el punto de encuentro está a la altura de D11). En este punto existe un engrosamiento ganglionar llamado ganglio de *Lobstein*, del que parten algunos filetes para la aorta.

Una vez conformado, el nervio se dirige hacia abajo, prevertebral, limitando por dentro con la vena ácigos mayor a la derecha, y la hemiacígos a la izquierda y está cubierto por la pleura parietal. A este nivel torácico inferior da ramas colaterales para el plexo aórtico, la ácigos y el conducto torácico. Perfora el diafragma entre los pilares interno y medio, en un hiato propio, da ramas para los pilares y termina en el ganglio semilunar y la glándula suprarrenal, contribuyendo a formar el plexo celiaco, aortorrenal y mesentérico superior. Este nervio es responsable de la inervación de las vísceras torácicas y abdominales como: aorta, esófago, estómago, hígado y vesícula biliar, bazo, riñones y páncreas.

Variantes

- puede originarse desde T4 a T10 (Lockhart, 1983), T5-T9 (Gray, 1988), T5-T10 (Gardner, 1971), T6-T9 (Gerard, 1912), T7 a T9 (Latarjet, 1993), secuenciales o independientes como desde T5 y T9 (Hamilton, 1982).
- Puede tener un origen no secuencial en un 56 %, y originado de un único ganglio T7 (da Rocha, 2007)
- puede darse un trayecto descendente no medial, por fuera de la espina.

5.4.4. Control neural del diafragma

La eficiencia de la contracción del diafragma requiere de una correcta aferencia de la información respecto a la carga y posición del músculo. Como el diafragma presenta pocas terminaciones propioceptivas, debemos asumir la existencia de una compensación ante las cargas mediada por estructuras microscópicas intrínsecas, como el aparato neurotendinoso de *Golgi* del tendón central, a través de una verdadera respuesta por realimentación (*feed-back*) mediada por vía neural (Bruce, 1979). Otra propuesta es la existencia de una vía refleja frénico-frénica o a través de los nervios intercostales (Jammes, 1986). También se ha descrito una activación de diferente magnitud del hemidiafragma izquierdo, respecto del derecho (Galdiz, 1995). La integración de las señales aferentes desde diferentes grupos musculares es importante para la coordinación de la contracción muscular. La disnea puede aparecer asociada con la magnitud de tensión que detectan los mecanorreceptores musculares. Como se han descrito husos musculares anómalos en el diafragma, se ha propuesto que éstos podrían enviar información errónea a los centros de control de la respiración y contribuir a un incremento en la sensación de disnea (Serisier, 1982).

Láminas

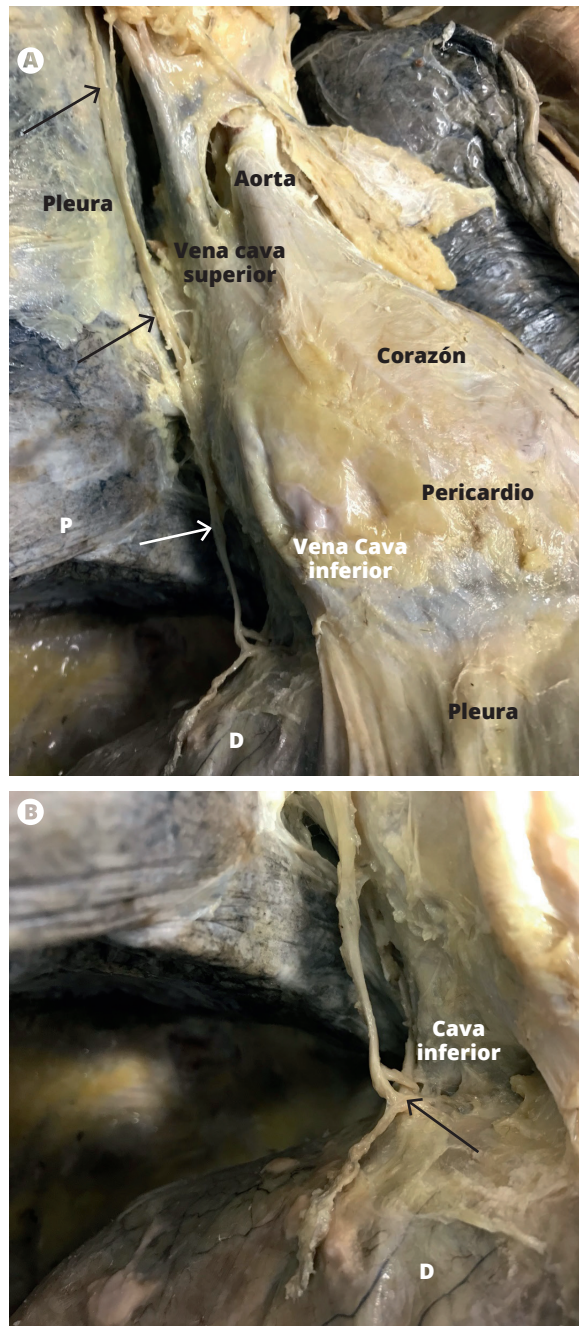


Lámina 171: Lámina para mostrar el trayecto del nervio frénico derecho en el tórax.

A: detalle de la posición bajo la pleura mediastínica, entre pulmón y pericardio, hasta alcanzar la cara superior del diafragma. (P) = pulmón.

B: muestra en detalle la bifurcación sobre la superficie torácica del diafragma y su inervación superior en tres ramas, penetrando cerca de la vena cava inferior. (P) = pulmón.

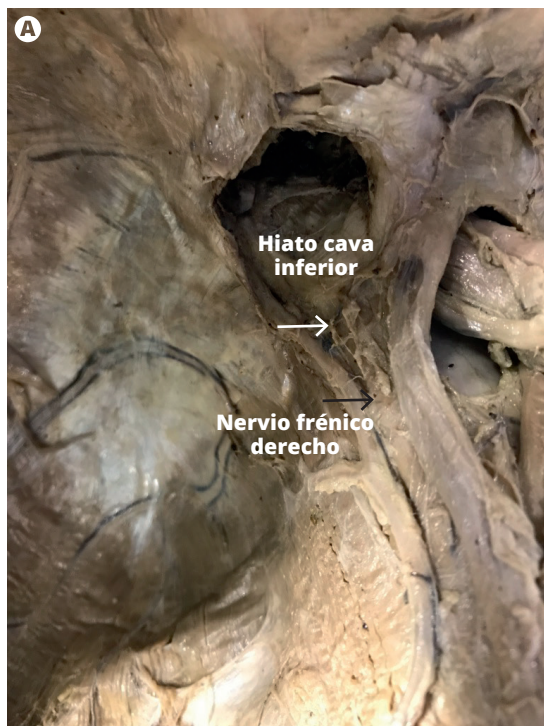


Lámina 172: Preparación del diafragma por su superficie abdominal.

A: detalle del paso del nervio frénico derecho por el hiato de la vena cava inferior.

B: visión del paso del nervio esplácnico por el hiato medial.



Lámina 173: *Figura que representa el patrón vascular y nervioso del diafragma inferior, para evitar lesiones quirúrgicas al suturar.*

A: Hemidiafragma derecho, esquema de la distribución de las ramas del nervio frénico.

B: Hemidiafragma izquierdo, esquema de la distribución vascular. Precaución al grapar con suturas metálicas por el riesgo de hemorragia.

El estudio de la anatomía suministra la más sólida instrucción, y por él adquiere el cirujano su valentía, su sangre fría, y la justa confianza de sí mismo, siendo además las más de las veces el origen de aquellas inspiraciones saludables que hacen intentar nuevas operaciones, y progresar al arte.

Manuel Hurtado de Mendoza, 1830 (1783-1849)

Alfredo Moreno Egea

5.5. Hernias del diafragma

5.5.1. Hernia retroesternal de Morgagni-Larrey

La hernia de *Morgagni-Larrey*, retroesternal o paraesternal anterior se define como el paso de contenido intestinal a través de un pequeño espacio triangular del diafragma o trígono situado a cada lado de la parte inferior del esternón. Este espacio está delimitado medialmente por fibras musculares del proceso xifoideo y lateralmente por fibras procedentes de los cartílagos costales, y habitualmente solo permite el paso de los vasos epigástricos superiores.

Anatomía histórica

Este orificio fue descrito por primera vez por Morgagni en 1761, en la carta 54, en la autopsia de un picapedrero que murió por traumatismo craneal. Dominique J. Larrey en 1828, "*heroico*" cirujano de Napoleón, utiliza este espacio como vía de acceso para tratar el taponamiento pericárdico. Actualmente, se suele citar como hernia de *Morgagni* a las hernias del lado derecho, como hernia de *Larrey* a las del lado izquierdo y como hernias de hernia de *Morgagni-Larrey*, a los casos bilaterales. En 1911, Waelli publica el primer diagnóstico radiológico de una hernia de *Morgagni*.

Anatomía etiología

Teorías etiológicas discutidas (McBride, 2008)

- Fallo en el desarrollo normal del "*septum transversum*"
- Defecto en la migración de los elementos musculares
- Ausencia de elementos costales medios o esternales
- Debilidad en las zonas de fusión embriológica
- Debilidad en los sitios de penetración vascular

Anatomía aplicada

La hernia de *Morgagni* es el resultado de una malformación muscular del diafragma. El agente causal debe actuar durante el periodo fetal, cuando existe un cierre del hiato pleuroperitoneal pero la migración muscular es incompleta, por ello se consideran hernias verdaderas y siempre tienen saco peritoneal, a diferencia de las hernias posterolaterales de *Bochdalek* que son falsas, no tienen saco y son causadas por un defecto de la parte membranosa del diafragma. Actualmente se acepta que no son sólo defectos congénitos. Las teorías adquiridas están basadas en las observaciones de su alta frecuencia en adultos obesos con presión intraabdominal elevada, factores ambos que sugieren un origen adquirido. McBride las compara con el desarrollo de las hernias inguinales y postula que si aparecen en niños son de origen congénito (central), pero si lo hacen en adultos deben ser consideradas como adquiridas (paraesternal).

La prevalencia se aproxima a 1/3000 nacimientos vivos pero existe mucha variabilidad en base a los métodos utilizados para el cálculo: sobre autopsias se estiman entre 1/2000 y en revisiones de tomografías en un 6 %. Representan el 3 % de todas las hernias del diafragma. La hernia de *Morgagni* es más rara que la hernia de *Bochdalek*, más frecuente en el lado derecho (90 %) y bilaterales en un 4-8 %. Su diámetro transversal suele ser mayor que el anteroposterior, siempre presentan saco peritoneal y su contenido es muy variable: epiplón (92 %), colon (58 %), estomago (25 %), intestino delgado (11 %), hígado (4 %), etc. La anatomía de esta hernia ha sido publicada por Stimec (2008), en un caso con la parte libre del epiplón mayor como contenido. Son algo más frecuentes en mujeres (62 %), y en la 5.ª década de la vida. Existen habitualmente factores predisponentes que contribuyen al desarrollo en el 41 % de los casos, situaciones que se asocian a un aumento de la presión intraabdominal: embarazo, obesidad, estreñimiento, bronquitis o tos crónica. El desencadenante es pues un incremento de la presión intraabdominal, lo que se puede manifestar en casos de diálisis peritoneal o pancreatitis. Estos factores adquiridos podrían actuar sobre las regiones de menor resistencia del diafragma (o substrato congénito) como postula Arráez-Aybar.

5.5.2. Hernia de Bochdalek

Una hernia de *Bochdalek* es una protusión de contenido intestinal y ocasionalmente de bazo e hígado, a través de un defecto posterior y lateral en el diafragma. Es un defecto congénito que se origina entre la 8.ª-10.ª semana de la vida fetal y que se produce por una falta de cierre del espacio pleuroperitoneal durante el desarrollo embrionario del diafragma. Generalmente se manifiesta en los neonatos asociado a hipoplasia pulmonar. En los adultos es una entidad poco habitual.

Anatomía histórica

Este orificio fue descrito por primera vez en 1848, por Víctor Alexander Bochdalek, como un defecto posterolateral en neonatos, aunque en algunas descripciones previas ya se documentaba en el siglo XVII. Actualmente existen unos 200 casos publicados en la literatura en la población adulta.

Anatomía etiológica

- Causas pulmonares. Se asocia a un desarrollo pulmonar anormal o hipoplasia pulmonar. Existe un menor número de divisiones bronquiales y un descenso en la cantidad y madurez alveolar de los neumocitos, lo que condiciona una menor cantidad de surfactante y de la actividad enzimática antioxidante. Esto determina una disminución del área efectiva de intercambio gaseoso y el desarrollo de hipertensión pulmonar que se mantiene por tres motivos: 1) una menor área vascular; 2) una hipertrofia arterial (mayor sensibilidad de los vasos pulmonares a la vasoconstricción); y 3) una falta de surfactante lo que predispone al barotrauma y a la presencia de atelectasias con hipoxemia alveolar.

- Defectos de pared torácica. Se puede asociar una asimetría del tórax, un pecho excavado y escoliosis, defectos que se mantienen en los adultos aunque la hernia sea tratada en niños.
- Del sistema nervioso central. Se incluyen los defectos del tubo neural e hidrocefalia.
- Cardiovasculares. Defectos del *septum* ventricular y tetralogía de *Falot*.
- Digestivas. La malrotación intestinal es la más común. También se asocia al ano imperforado y fístula perineal. Los defectos del bazo son raros, pero puede asociar infarto, hipertensión portal secundaria y vólvulo esplénico.

Anatomía aplicada

La hernia de *Bochdalek* puede ser el resultado de dos circunstancias:

1. Un desarrollo incompleto del diafragma antes de que el intestino regrese al abdomen desde el saco vitelino de *Yolk*, en la 8.^a-10.^a semana.
2. Un regreso temprano del intestino al compartimiento abdominal en el periodo fetal.

Si la hernia se origina previa al desarrollo del pulmón se altera su maduración normal. Si aparece posterior al desarrollo del pulmón puede no existir hipoplasia o ser muy leve. El diagnóstico precoz es esencial para revertir esta situación. El contenido en el lado derecho suele ser hígado, riñón y epiplón. En el lado izquierdo estómago, bazo, intestino, páncreas, riñón o epiplón.

5.5.3. Hernias por el hiato esofágico. Hernias hiales

Definición

Desde hace décadas, el concepto de "*hernia de hiato*" debió haber sido suprimido del lenguaje médico, incluso de los diccionarios terminológicos, por cuanto supone un error anatómico-conceptual históricamente perpetuado y extensamente difundido: "¡...el hiato nunca se hernia...!". Lo que se hernia, ascendiendo a su través hasta el tórax-mediastino, son estructuras anatómicas específicas: solo el esófago subdiafragmático (hernia hiatal del esófago intraabdominal) o acompañado de una parte, o de casi todo el estómago (hernia hiatal esofagogástrica tipo I, II,III o IV). Por tanto, la denominación correcta es "*Hernia hiatal o transhiatal*".

Es la hernia más frecuente en el diafragma, con una incidencia del 5/1000 hab. en la población general. Su verdadera incidencia es difícil de determinar por dos motivos: 1) por su carácter asintomático; y 2) por la variabilidad de criterios utilizados para su definición según los especialistas: clínicos, radiológicos, endoscópicos, manométricos, etc. Se presenta habitualmente entre la 4.^a y la 6.^a década de la vida y sin diferencias entre sexos, aunque las hernias paraesofágicas son más frecuentes en mujeres.

Anatomía etiológica

Se han descrito cuatro tipos de HH, según su morfología anatómica, repercusión clínica e indicación quirúrgica.

- Tipo I (95 %): hernia hiatal esofagogástrica o por deslizamiento

Es el grupo más frecuente entre las hernias hiales. Como se ha dicho, el deslizamiento puede ser solo del esófago subdiafragmático o intraabdominal, o de este acompañado del fundus

y con frecuencia, de parte o casi todo el cuerpo gástrico. La unión esofagogástrica –cardias– asciende al mediastino posterior, por encima del diafragma, asociándose a una laxitud de la membrana frenoesofágica y del meso posterior del esófago. Se estima que en mayores de 70 años existe una hernia hiatal deslizada en más del 50 % de sujetos asintomáticos, y en su gran mayoría son de naturaleza adquirida (solo un 5 % son congénitas). Suelen ser de pequeño tamaño y su sintomatología más frecuente suele estar ligada a la existencia de reflujo gastroesofágico. Se asocian a un aumento de presión intraabdominal, por lo que son frecuentes en obesos y embarazadas y este tipo de hernias no produce síntomas compresivos, no se estrangula ni contiene vísceras distintas al estómago. Tienen saco peritoneal, solo parcial en su parte anterior, y en la posterior, el mesenterio posterior del esófago ("*mesoesófago*"), continuación de la hoz de la arteria coronaria, y la pared gástrica, cuando esta ha ascendido. El *mesoesófago* es una estructura de fijación esofágica notablemente importante, siendo para unos "*poco conocida, o desconocida*", y para otros "*desapercibida u olvidada*". Sin embargo, todo el que opera una hernia hiatal tiene, indefectiblemente, que disecarlo, incindirlo, atravesarlo y referenciarlo para traccionar del esófago distal, permitiendo así la disección correcta y completa de ese tramo de esófago "*hiatal*". El *mesoesófago* ha sido puesto de manifiesto y publicado en repetidas ocasiones por 2 cirujanos valencianos, maestros de la cirugía española e internacional: Carbonell y Narbona (1974), respectivamente.

- Tipo II (< 5 %): hernia hiatal paraesofágica o por rotación

La unión gastroesofágica se mantiene por debajo del diafragma y es el fundus gástrico el que se hernia parcial o totalmente al tórax, acompañado de un saco peritoneal completo. Son menos frecuentes, y pueden crecer de forma progresiva por el empuje de la presión intraabdominal sobre el contenido gástrico y la pared fúndica herniada hacia el tórax, y a su vez, favorecida por el efecto aspirativo –"suctor"– que supone la presión negativa intratorácica. No se acompañan de reflujo gastroesofágico por que el esófago intraabdominal-cardias se mantiene debajo del diafragma, razón por la que la sintomatología suele ser secundaria a los efectos mecánicos de compresión visceral en el tórax (palpitaciones, disnea, precordialgias, pseudoangor, etc.), y ocasionalmente disfagia. Las molestias epigástricas postprandiales son debidas al aumento de volumen del estómago herniado. En ocasiones solo se manifiesta una anemia crónica ferropénica, que puede llegar a ser considerable y requerir transfusión, como consecuencia de las erosiones que se producen en su cuello y en la mucosa gástrica de la parte herniada. La erosión más profunda de la mucosa puede acabar en una úlcera y provocar un cuadro de hemorragia digestiva alta con vaso visible.

Posibles complicaciones:

- Úlcera gástrica en la bolsa herniada con hemorragia o perforación.
 - Volvulación gástrica, cuando el cuerpo o el antro quedan incluidos en el saco y el cardias y el píloro quedan al mismo nivel; cuadro clínico agudo, con dolor abdominal intenso y vómitos, sin distensión abdominal. Si evoluciona hacia la estrangulación y ocasiona isquemia o perforación, se produce una sepsis.
- Tipo III: hernia hiatal mixta

Combina ambas situaciones anteriores, deslizada y paraesofágica. Se produce un agrandamiento progresivo del orificio hiatal, distensión progresiva de la membrana frenoesofágica, desplazamiento del esófago-cardias por encima del diafragma, adelgazamiento del *mesoesófago*, etc., lo que permitirá que gran parte del fundus gástrico emigre al tórax, incluso puede alojarse casi todo el estómago (al menos en un 30-50 %) (gastrotórax), quedando, a menudo, horizontalizado y con frecuencia torsionado –vólvulo gástrico–. La mayoría de las hernias

descritas como paraesofágicas son realmente mixtas. Los síntomas asociados son los típicos del reflujo gastroesofágico, disfagia, regurgitaciones posturales, dolor torácico –precordialgias–, en ocasiones síntomas respiratorios asmáticos, preasfícticos por reflujo, disfonía, etc. Esta clínica depende del grado de compresión-atrapamiento esofagogástrico en el mediastino posterior potenciado por el RGE y las regurgitaciones, respectivamente. El tamaño del defecto en el diafragma es grande, lo que hace que se precise una malla para conseguir el cierre sin tensión y disminuir el alto índice de recidivas.

- Tipo IV: hernia paraesofágica compleja.

Se considera la consecuencia evolutiva de los tipos anteriores y se define porque su contenido es el estómago y algún otro órgano, habitualmente colon o bazo. La presencia de intestino en el saco precisa que el mesocolon transversal esté ausente (Miller, 1995). El ascenso del páncreas necesita de la rotura y migración del mesocolon y de su fascia posterior (Pierre, 2002) y solo 8 casos ha sido descritos hasta ahora (Valente, 2013). Lo habitual es que asocie estómago y páncreas. Nosotros presentamos otro en el atlas. El páncreas se mantiene en su posición contra la pared posterior por la fascia de fusión retroduodenopancreática de *Treitz* sobre la cabeza, y por la retropancreática de *Toldt* sobre el cuerpo y la cola, esta última es continuación de la fascia de *Treitz* detrás del cuerpo del páncreas (Kimura, 2000). Las fascias de fusión son consecuencia de la unión de las dos cubiertas mesoteliales durante el desarrollo embrionario: 1) el mesogastrio dorsal o mesoduodenopáncreas, y 2) el peritoneo parietal posterior, creando una sola capa inseparable, la fascia de *Treitz* y *Toldt* (Hayes, 1950). Su clínica no difiere de la expuesta en los tipos anteriores.

Anatomía aplicada

Ligamento freno esofágico. En circunstancias normales el esófago está “anclado” a la columna torácica media y distal por el mesoesófago posterior, y al hiato diafragmático por fibras conectivas de la membrana freno esofágica de *Laimer-Bertelli* o ligamento freno esofágico más, la cooperación de los nervios vagos y los vasos gástricos izquierdos (hoz de la coronaria, continuidad del mesoesófago posterior), estructuras anatómicas fundamentales que no permiten, o dificultan el ascenso del esófago infradiafragmático, y el estómago, a través del hiato hacia el mediastino. La membrana freno esofágica se forma a partir de la fascia transversalis en la superficie inferior del diafragma y, en menor grado, de elementos fusionados de la fascia endotorácica. Esta membrana elástica se inserta (o adhiere) de forma circular en la musculatura esofágica longitudinal, cerca de la unión escamosocolumnar, y se extiende aproximadamente 1 cm por encima de la unión esofagogástrica, en cuyo punto se adelgaza y se fusiona con la fascia perivisceral del esófago. La posición de la unión escamosocolumnar está normalmente dentro o ligeramente distal al hiato esofágico.

Hiato esofágico y unión esofagogástrica. El orificio hiatal es una abertura elíptica de eje mayor sagital por el que pasan al abdomen el esófago, su *mesoesófago* y los nervios vagos, fundamentalmente. Lo habitual es que el hiato esofágico esté formado por la decusación del pilar derecho, con participación variable del pilar izquierdo. La relación anatómica del esófago distal, el hiato y el estómago se “altera”, momentáneamente, cuando el peristaltismo iniciado por la deglución discurre en sentido aboral, como un tren de contracciones secuenciales de la muscular propia longitudinal y circular del esófago proximal y medio, hasta alcanzar el segmento de esófago distal, en el que, una capa intermedia amalgamada de fibras musculares lisas, de disposición oblicua y contorno espiroideo, con enlaces entre ellas y entre las capa longitudinal y la circular mediante fibras cortas (*short fibers*) en “J”, cuyo conjunto imprime un discreto grosor anatómico que recuerda a un esfínter pero sin la consistencia objetiva de ellos (píloro, ano) en ese corto tramo del esófago inferior donde se genera una peculiar e imprescindible función esfinteriana con una sensible respuesta presiva a la “tracción” distal, debido a una anatomofisiología totalmente distinta de los esfínteres clásicos, por “contracción”, como p. ej. ocurre en el esfínter anal o en el pilórico.

De forma muy resumida. Al deglutir, se genera una peristalsis propulsiva y secuencial desde la faringe hasta el estómago. En ese tramo distal del esófago, el músculo longitudinal se contrae, acorta el esófago y estira la membrana frenoesofágica. La zona esfinteriana normalmente mantiene un tono presivo alto (esfínter esofágico inferior –EEI-, zona de alta presión, -ZAP-) salvo cuando le llega la onda peristáltica deglutoria desde la faringe; una “orden” que produce la disminución del tono muscular en la ZAP, relajación que permitirá el paso del contenido esofágico (bolo líquido o sólido) al estómago. Durante dicho tránsito por el EEI, la contracción de la musculatura longitudinal produce un retroceso elástico de la membrana frenoesofágica responsable de tirar proximalmente de la unión escamosocolumnar –y del cardias- a su posición un poco más proximal (“*ascenso cardiomucoso fisiológico*”), incluso, ocasionalmente, ese ascenso puede ser brusco y rápido (náusea, vómito), sufriendo el cardias mucoso bastante más proximal como se demuestra radiológicamente, hasta alcanzar niveles muy próximos a la vena pulmonar inferior. La ampolla frénica es una estructura globular esofágica visible en el estudio radiológico, y que se forma encima inmediatamente por encima del diafragma, continuidad del esófago tubular durante la deglución, y caudal a ella, por el hiato frénico. Así, en la hernia hiatal tipo I puede observarse en ocasiones el típico agrandamiento radiológico de la ampolla frénica normal.

Una vez que las fibras musculares emergen del origen tendinoso del pilar derecho, forman dos haces acintados, superpuestos y separados entre sí por tejido conectivo. El haz dorsal forma la extremidad izquierda del pilar derecho (aspecto torácico) y el haz ventral forma la extremidad derecha (aspecto abdominal) del pilar derecho. A medida que se acercan al hiato, las bandas musculares divergen y se entrecruzan en forma de tijera, con el haz ventral pasando hacia arriba y hacia la derecha, y el haz dorsal pasando hacia arriba y hacia la izquierda. Las fibras laterales de cada elemento hiatal se insertan directamente en el tendón central del diafragma, pero las fibras mediales, que forman los márgenes hiatales, se inclinan hacia la línea media y se decusan entre sí en forma de enrejado frente al esófago. Aunque existen variaciones de este patrón, la organización básica de dos haces musculares aplanados que primero divergen como una tijera y luego se fusionan por delante del esófago es el patrón más común. Entre el borde anterior del hiato frenoesofágico y el tendón central del diafragma suele quedar 1 cm de músculo que los separa.

Fisiología aplicada

La función –misión- de la unión esofagogástrica es permitir el flujo aboral (anterógrado) alimentario y “conceder” un reflujo gastroesofágico fisiológico para la eructación, y hasta de un mínimo contenido gástrico tras determinados tipos de ingesta que favorecen o potencian el descenso de la ZAP. Superados esos límites, el reflujo se establece como patológico (en tiempo y/o intensidad), con una variada expresión clínica, al que pueden sumarse regurgitaciones, náuseas, vómitos, etc. El control fisiológico del EEI se logra mediante un complejo y especializado mecanismo “*valvular*”, en cuya función participa el esófago, el estómago y el diafragma crural, junto a las diferencias presivas torácicas y abdominales. El elemento clave de ese mecanismo es, sin duda, el EEI con su ZAP, cuya presión es, habitualmente medida en mmHg, pero quizá resulta más comprensible y expresiva si en el estudio manométrico calculamos el “*área total de la ZAP en mm² = Σ mm-altura por cada mm-base*” (Narbona, 1974-1982). El EEI está situado en ese segmento tubular de músculo liso distal; tiene hasta 3.2 cm de longitud en 3 capas de fibras (longitudinales, oblicuas y circulares) que en el esófago distal adquieren una especial disposición de transición morfológica y funcional, especialmente en la capa media, de fibras oblicuo-espiroideas, entrecortadas y entremezcladas con abundantes fibras en “*J*” o en “*anzuelo*” (Stelzner, 1968, Liebermann-Meffert, 1979, 2000), cuya contracción/relajación neuromediada fundamentalmente por fibras purinérgicas, produce un efecto biofísico como si se tratase de una “*malla tubular*”, (similar al de una media de mujer), que genera la ZAP (Lerche-Botha, 1958-1962), aproximadamente entre 22 y 7 mmHg, respectivamente. Esfínter que no se parece en nada, anatómica, microscópica ni funcionalmente a los esfínteres de *presión o contracción*, como el pilórico o el anal, sino que se trata de un

esfínter de respuesta inmediata a la "tracción" distal (Narbona, 1967,1974-2000). Cuando se contraen las fibras longitudinales, asciende el cardias (p. ej. en la hernia del esófago intraabdominal o en la gástrica), se acorta la "malla tubular" –perdiendo presión la ZAP -se relaja-; solo entonces se ensancha el esófago inferior, desaparece la roseta mucosa de Magendie, -el radio de sus pliegues mucosos respecto al radio del esófago se reduce en una cuarta potencia, y queda abierta la "roseta mucosa"- (ley de Poiseuille), y sobre esa forma de "embudo gastroesofágico" que forma la hernia (esofágica o gastroesofágica) aumenta la tensión parietal cardiopúndica por la mayor presión intragástrica (Ley de Laplace) y, a su vez, por las fuerzas tangenciales distensivas –centrífugas- (Petersen, 1980) que abren aún más el ángulo de His –transformando su ángulo agudo en un ángulo obtuso (desaparece la "válvula de Gubaroff") que genera la típica morfología en "embudo - prorroflujo" favorable al retroceso del contenido gástrico hacia el esófago: "puerta abierta" al reflujo gastroesofágico.

Y, al contrario, los mecanismos sucintamente citados, permiten que, en reposo, cuando las fibras longitudinales no acorten activamente al esófago, el cardias se sitúa a 4-6 cm subdiafragmático (el segmento de esófago intraabdominal queda parcialmente invaginado en el estómago), incrementándose y normalizándose así (por el aumento del tono presivo), la longitud del EEI, expresada de forma objetiva y clara mediante el "área total de la ZAP" solo tras ese tan "simple" descenso del esofagocardias unos 4-6 cm en abdomen debido al estiramiento caudal fisiológico del EEI ("malla tubular") durante el posprandio, ortostatismo, etc. o, por el obligado e imprescindible "estiramiento quirúrgico" de ese sector distal del esófago-cardias para reponerlo y fijarlo en el abdomen, objetivo fundamental en la cirugía de la hernia hiatal y/o del reflujo gastroesofágico, sea con técnicas valvuloplásticas (Nissen, 1956-) o cardiogastropéxicas con el ligamento redondo (terescardiopexia de Narbona, 1964-).

El margen proximal del EEI se extiende hasta 1-1.5 cm proximales a la unión escamosocolumnar, coincidente, con frecuencia, con el hiato esofágico. El margen distal es más difícil de definir, aunque los estudios anatómicos sugieren que también está compuesto de elementos de la musculatura de fibras oblicuas gástricas: las fibras en cabestrillo del cardias gástrico a curvatura menor ("fibras de Helvetius"). Pero los estudios manométricos, delimitan con mayor precisión el margen distal del EEI a 1-2 cm del cardias mucoso. Incluso, manométricamente, se observa en la ZAP que el hiato esofágico divide a esta en 2 subáreas presivas, una superior (o del tercio proximal), sometida a presiones negativas-torácicas- con descensos inspiratorios en la gráfica, y otra subárea distal al hiato, en los 2/3 caudales de la ZAP, bajo las presiones positivas intraabdominales, con las oscilaciones presivas típicas. La línea de separación –manométrica- de ambas subáreas- marcan el "punto de inversión respiratoria" (o PIR), cuya demarcación radiológica suele corresponder al límite torácico del hiato. El papel del hiato esofágico en este contexto, es el de actuar a modo de "esfínter externo", aunque su contracción fisiológica o tras el cierre de los pilares, apenas incrementa la presión en la ZAP, como lo demuestra la manometría intraoperatoria tras el simple cierre anterior o posterior de los pilares hiatofrénicos (Collis, 1968, Narbona, 1979). Otras estructuras anatómicas, entre las citadas, que cooperan como mecanismos antirreflujo son: la invaginación esofagogástrica (ángulo de His, válvula de Gubaroff, Roseta de Magendie) y el esófago intraabdominal, segmento con comportamiento físico de "tubo blando", sometido a la presión intraabdominal que le reduce puntualmente el calibre, incluso colapsándole cuando la presión intraabdominal aumenta considerablemente (Ley de Laplace). La unión esofagogástrica suele estar a unos 2 cm del extremo inferior del esfínter y es la zona en la que el esófago se une al estómago. (Kahrilas, 2006).

Los pacientes con reflujo gastroesofágico, suelen tener el tono presivo de reposo en la ZAP, inferior al normal (un área de la ZAP menor, por el acortamiento de la longitud de la "malla tubular"), pero existe cierta superposición de los valores individuales de ambas poblaciones sin o con reflujo. Por ello, puede existir una enfermedad por reflujo gastroesofágico con un tono del EEI normal (especialmente en esófagos no redundantes) cuya cuantificación tiene escaso valor diagnóstico. Cuando el EEI tiene un tono muy bajo (< 5 mmHg) y/o una longitud muy corta (< 2 cm) es muy probable que exista una

enfermedad por reflujo gastroesofágico asociada a una hipotonía transitoria o permanente, y con una alta probabilidad de una hernia-parcial o total- del esófago intraabdominal que, con frecuencia suele pasar inadvertida en muchos informes de los tránsitos baritados; siendo leve o evidente en la manometría, y etiquetándose con términos ciertamente ambiguos como "*cardias holgado*", "*hiato abierto*", etc. en la esofagogastroscofia. La hernia hiatal tipo I por deslizamiento supone una destrucción anatomofisiológica, parcial o total, de esa compleja estructura del esófago inferior y cardiofúndica, lo que agrava el RGE. La probabilidad de que este se asocie directamente con el tamaño de la hernia, o esta interactúe negativamente con la función de barrera del EEI, y sobre los demás mecanismos cooperadores, se explica por la exposición sinóptica anatomofisiopatológica descrita.

Diseccción anatómica sobre cadáver

El estudio del cadáver demuestra que el espacio retromesentérico puede seguirse superiormente dentro de un plano posterior a la cola del páncreas y anterior a la fascia de la glándula suprarrenal, sobre el polo renal. Este plano se extiende al diafragma, inmediato posterior al segmento abdominal del esófago y al ligamento frenoesofágico (Lee, 2010). Esta continuidad y las lesiones de los elementos de fijación permiten la formación anatómica de la hernia hiatal.

El ligamento frenoesofágico se puede ver en todos los cadáveres, uniendo el espacio entre el margen hiatal y el esófago. El ligamento aparece como una continuación circunferencial de la fascia *transversalis*, más allá de los márgenes del hiato esofágico muscular, y se "*adhiera*" a la pared del esófago. Tiene un aspecto blanco brillante y un espesor de entre 1-2 mm, más ancho a nivel lateral del esófago, entre 1.5-2 cm y más estrecho a nivel anterior y posterior, entre 1-1.5 cm. La contribución craneal de la fascia endotorácica es muy difícil de individualizar. Conforme el ligamento frenoesofágico pasa medialmente, se divide en una hoja superior, más gruesa, y una hoja inferior más delgada, antes de insertarse a la pared esofágica. La hoja superior va en oblicuo hacia el esófago y parece fusionarse con él por encima del diafragma. La hoja inferior corre caudalmente y se adhiere a la pared esofágica, solo craneal al ángulo de unión. Entre las hojas, hay un potencial espacio triangular que está limitado por la pared del esófago, espacio paraesofágico. En los cadáveres jóvenes, el ligamento frenoesofágico es evidente y parece pasar más horizontal antes de dividirse, pero en los ancianos la hoja inferior es más atenuada o incluso está ausente, entonces la hoja superior adopta la forma de una falda alrededor del esófago.

El estudio histológico del ligamento frenoesofágico ha demostrado que está formado por dos unidades: 1) una gruesa capa de fascia *transversalis*, y 2) una capa delgada de fascia endotorácica. Cada una de las capas está compuesta por fibras musculares lisas dispersas, fibras elásticas y de colágeno entrelazadas, y fibroblastos maduros. En el extremo diafragmático se ven grupos de fibras musculares esqueléticas crurales. Además, el ligamento frenoesofágico es rico en vasos sanguíneos, linfáticos y fibras nerviosas. A mayor edad, se invierte la constitución del tejido aumentando el componente graso. La hoja superior es más delgada que la inferior, con menos colágeno, elastina, y capilares sanguíneos. La hoja inferior tiene inserción profunda con la musculatura del esófago, mientras la superior no tiene esta inserción profunda (Kwok, 1999). En la práctica quirúrgica, el ligamento frenoesofágico tiene que ser disecado y dividido para poder exponer y descender, al menos, el esófago distal "*herniado*"; paso necesario en operaciones como la vagotomía troncular, la gastrectomía total, y aún más en la cirugía antirreflujo mediante funduplicaturas o gastropexias. Su significado está en relación con la competencia de la unión gastroesofágica previamente referida.

Consideraciones anatomoclínicas

- Hay dos tipos principales de hernia hiatal: deslizadas (Tipo I) y paraesofágicas (II-IV). Los Tipos III y IV son variaciones de la paraesofágica.
- La hernia hiatal Tipo I contribuye a la enfermedad por reflujo gastroesofágico hasta en un 50 % de estos casos.
- La hernia hiatal Tipo I grande, además de un reflujo gastroesofágico ocasional más intenso o persistente, puede añadir regurgitación, disfagia, tos nocturna, etc.
- La hernia hiatal deslizada contribuye al reflujo gastroesofágico y altera el vaciado del esófago al modificar varios mecanismos anatómicos diferentes ya explicados.
- La hernia hiatal deslizada simple no suelen precisar reparación quirúrgica.
- La hernia hiatal paraesofágica se puede asociar a complicaciones graves y deben operarse (Kahrilas y Pandolfino, 2006).

Láminas

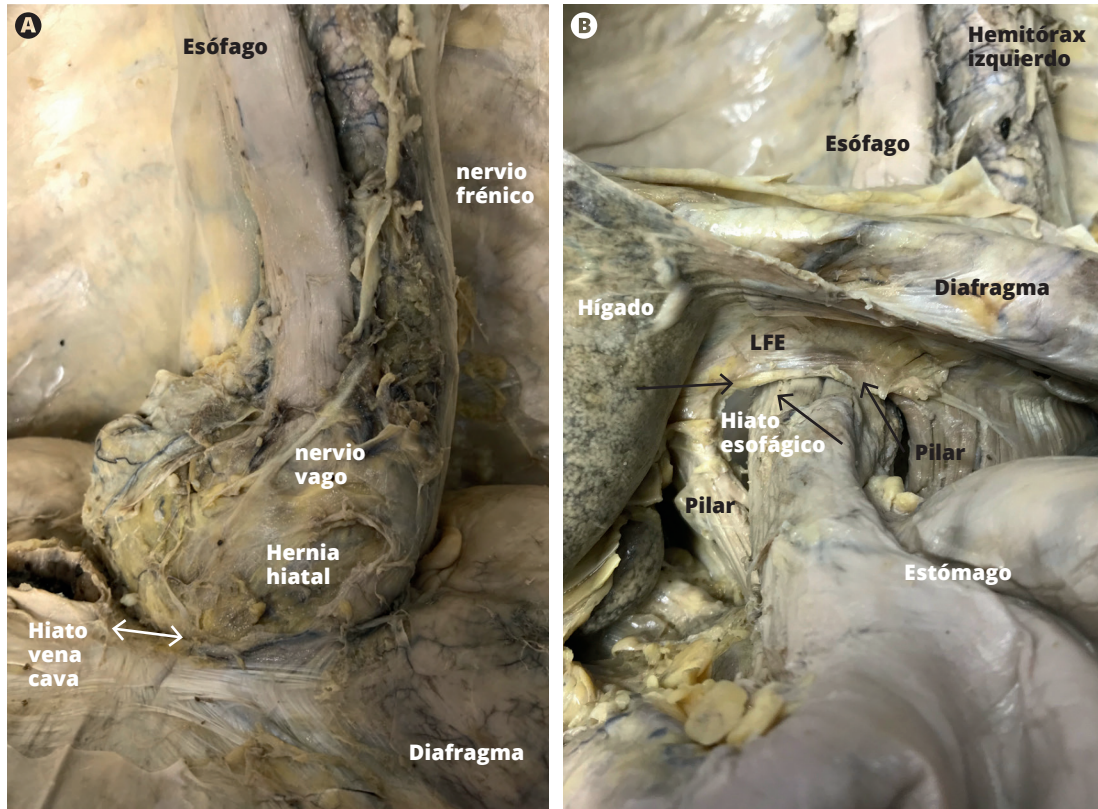


Lámina 174: Disección de una hernia hiatal Tipo I. Detalle del hiato esofágico y del ligamento frenoesofágico (L.Fr.es) cortado para acceder a la unión (flechas). Se marca la distancia al hiato de la vena cava inferior (flecha doble).

A: visión del lado torácico.

B: visión desde el abdomen.

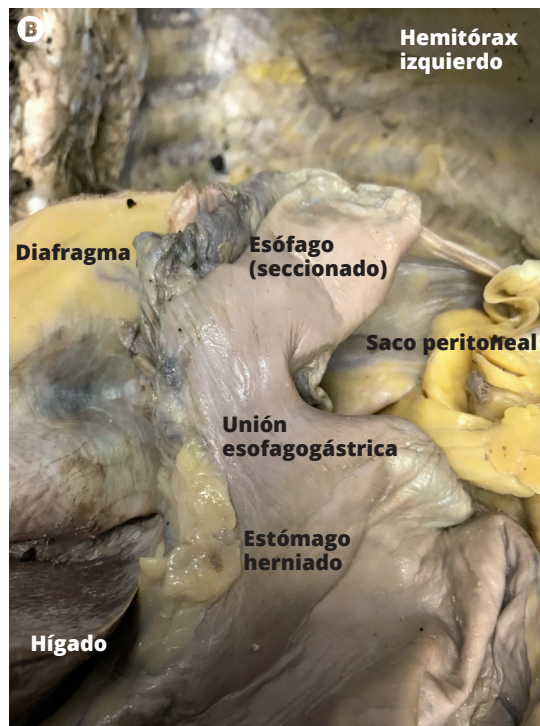
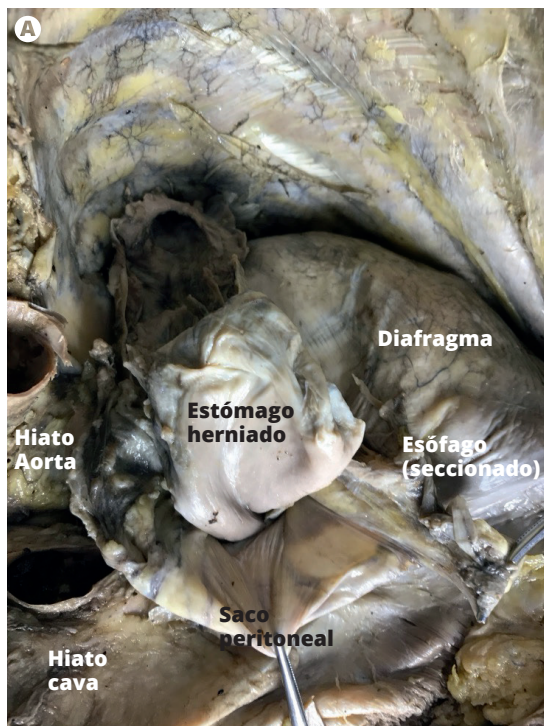


Lámina 175: Preparación de una hernia hiatal Tipo II. Detalle del saco formado por estómago y esófago. Se muestran sus relaciones con los hiatos aórtico y de la Vena cava inferior.

A: visión del lado torácico.

B: visión desde el abdomen.

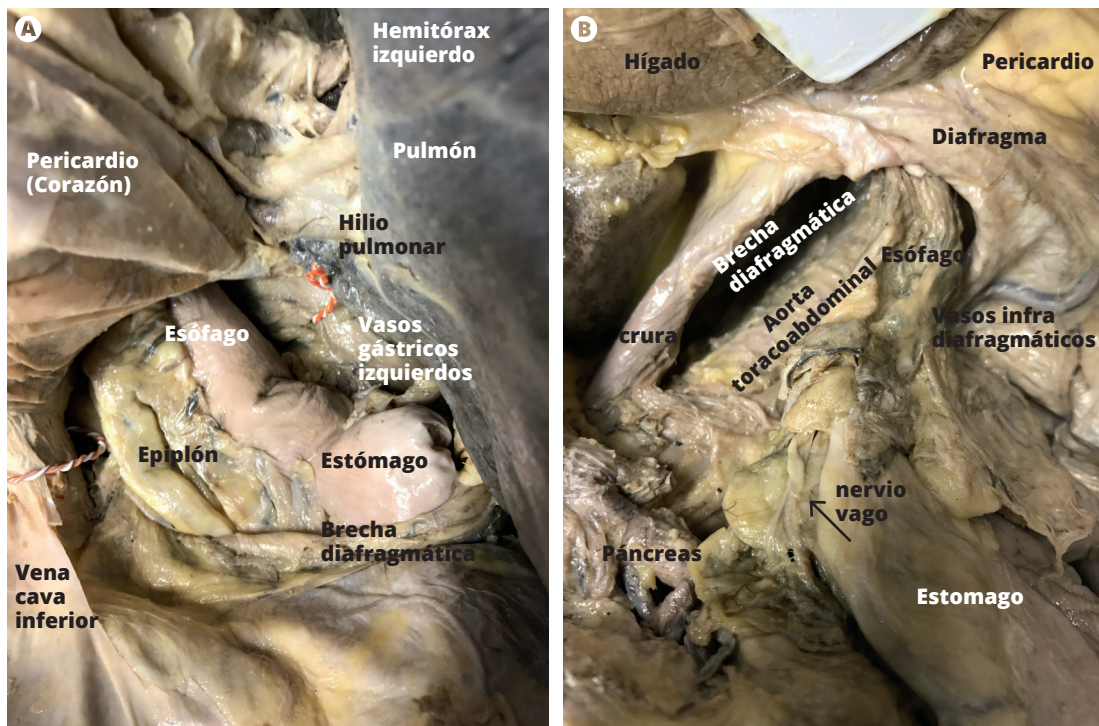


Lámina 176: *Hernia hiatal reducida. Relaciones en una visión desde tórax (izquierda) y desde abdomen (derecha). Detalle del hiato esofágico y sus pilares con mínima decusación. L.Fr.es cortado en su hoja superior endotorácica (flecha).*

A: visión del lado torácico.

B: visión desde el abdomen.

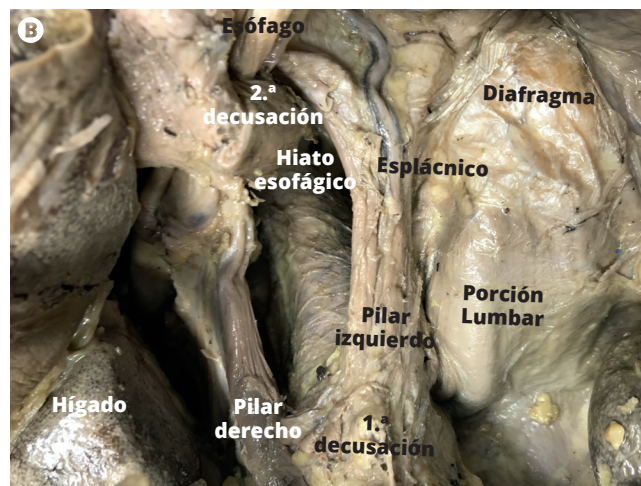
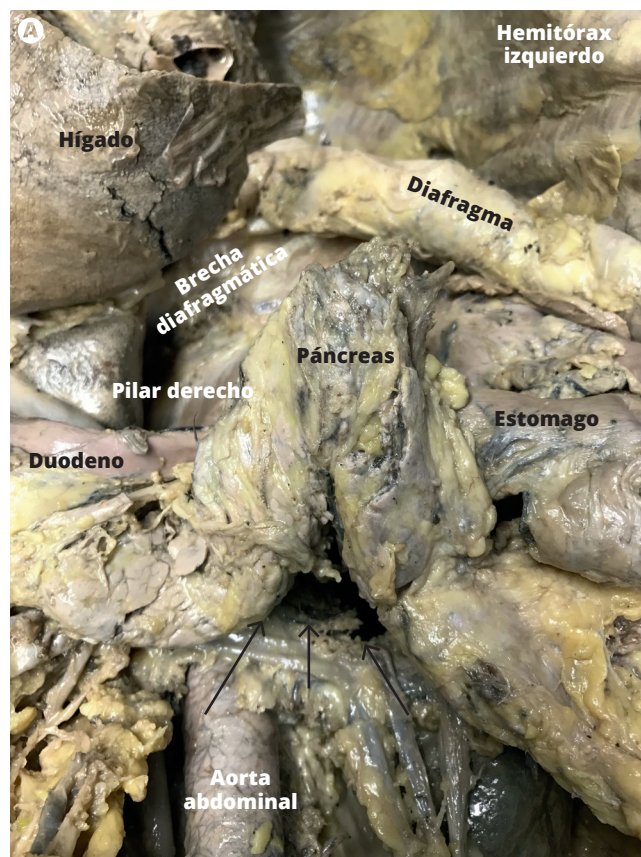


Lámina 177: Lámina que muestra una hernia hiatal tipo IV: contenido estómago y páncreas.

A: se muestra el cuerpo del páncreas arqueado en punta entre los pilares. La cabeza se mantiene fija por su relación con el duodeno. Se indica la rotura de la fascia de fusión Treitz/Toldt en el cuerpo (flechas).

B: detalle del hiato y sus pilares dilatados tras diseccionar el contenido y reducir el páncreas.

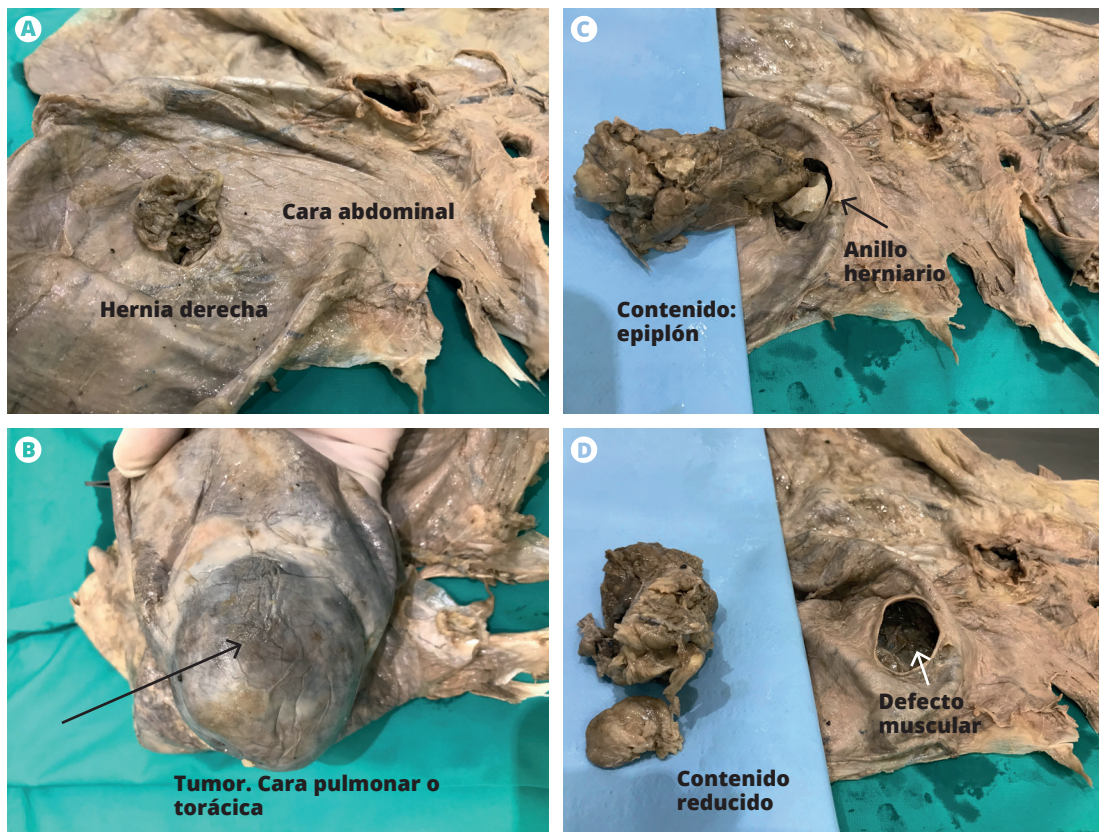


Lámina 178: Estudio de una rara hernia diafragmática derecha.

A: visión desde la cara abdominal de un posible defecto circular central.

B: sobre la cara torácica vemos un tumor redondeado de 6 x 8 cm, parcialmente elástico.

C: se inicia la reducción del contenido, epiplón mayor, dejando ver el anillo herniario.

D: reducido todo el contenido se aprecia el defecto muscular central derecho.

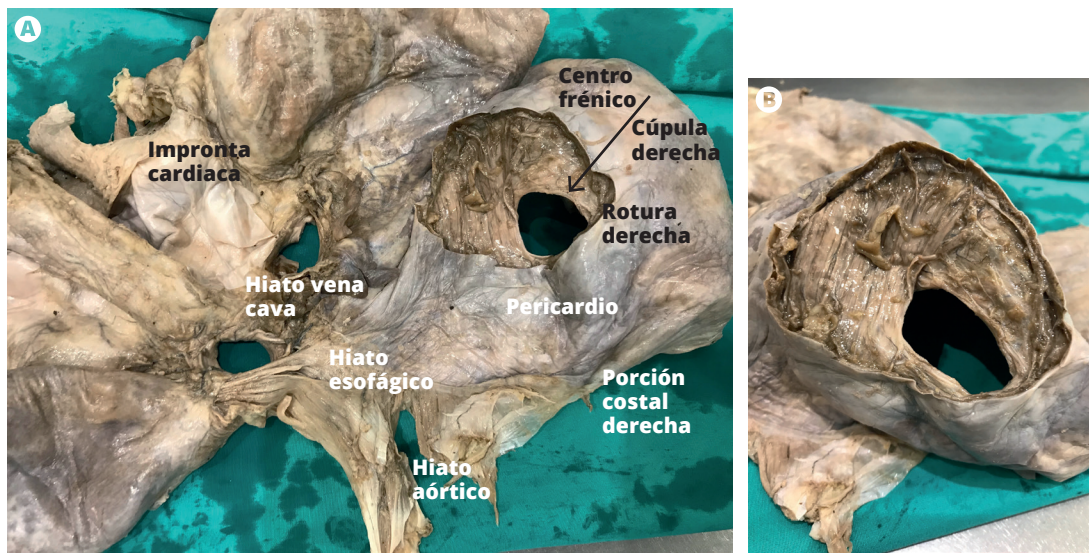


Lámina 179: Preparación para mostrar la hernia del diafragma derecho. Por ser del adulto y crónica, se concluye que posiblemente sea consecuencia de un trauma cerrado de impacto frontal donde el aumento brusco de la Presión intraabdominal causó la ruptura (el lateral se asocia de hernias izquierdas con mayor frecuencia). Después, la grasa abdominal, a pesar del efecto protector del hígado, fue capaz de encontrar el defecto y herniarse pero sin alojar viscera alguna.

A: se muestra la localización exacta del defecto y relación con el resto de hiatos y pilares.

B: detalle de la rotura muscular, tras separar la pleura torácica.

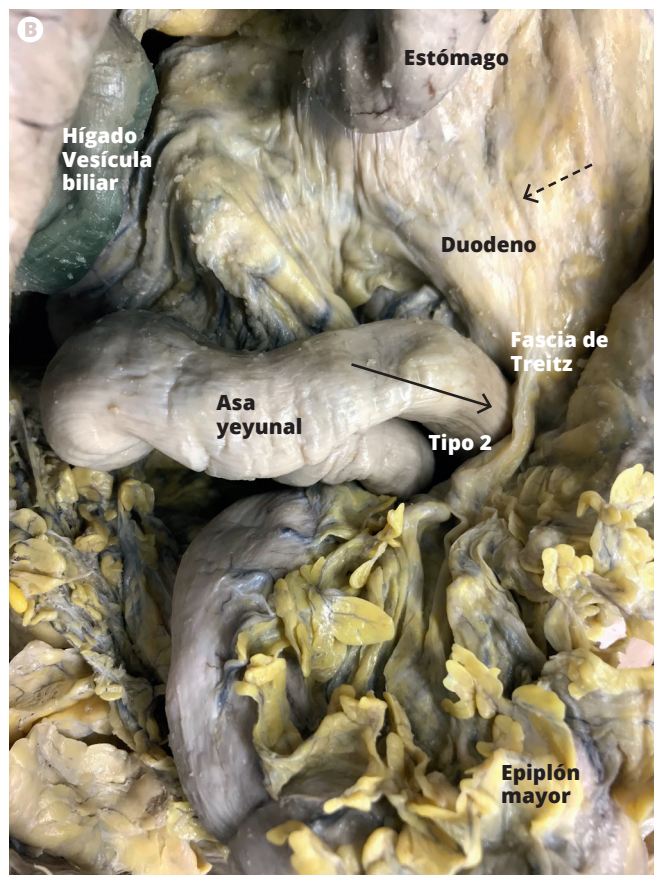
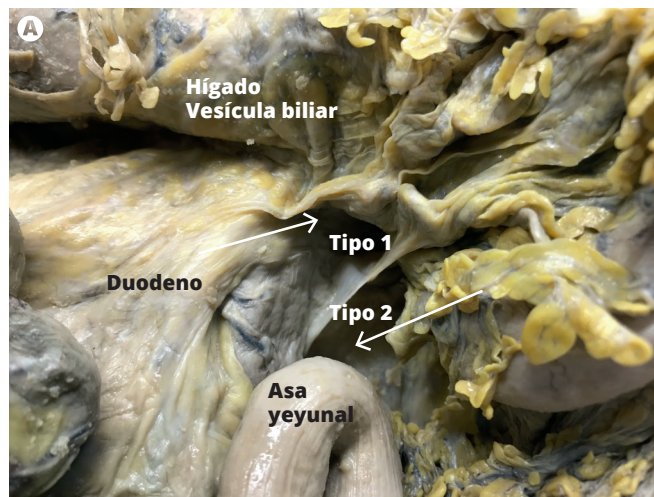


Lámina 180: Disección del defecto en la fusión de la fascia de Treitz a nivel del ángulo duodenoyeyunal.

A: fosisita paraduodenal superior Tipo 1 e inferior de Treitz (flechas).

B: hernia paraduodenal Tipo 2 o inferior. La flecha de guiones muestra el ligamento suspensorio de Treitz.

5.6. Consejos anatómicos quirúrgicos

5.6.1. ¿Es necesario un tratamiento quirúrgico?

Se acepta que el manejo de toda hernia diafragmática debe de ser quirúrgico, pero es importante dejar claro que muchas permanecen sin diagnosticar, otras permanecen pequeñas y asintomáticas durante años, y que su historia natural no es bien conocida. Por tanto, el beneficio real de la cirugía no se conoce todavía. Altinkaya en 2010, publicó 6 casos de hernia de *Morgagni* sin cirugía y con seguimiento de 3 años sin encontrar complicaciones. A pesar de este hecho, la mayoría de autores coincide en aconsejar la cirugía, algo que parece razonable en los casos sintomáticos pero que puede ser más discutido en las incidentales. En estos casos, posiblemente debamos de ser prudentes y valorar de forma individual las condiciones del paciente, tamaño y contenido del defecto. Un adecuado consentimiento informado siempre es necesario. Loong en 2005, aconseja la cirugía cuando el contenido de la hernia es colón, no si es pequeña o contiene epiplón, a menos que ocasione síntomas recurrentes. Comer (1996) también aconseja la cirugía si el contenido es colón, intestino o estómago para evitar el posible riesgo de obstrucción. En los pacientes ancianos parecen ser más frecuentes las complicaciones por lo que la cirugía electiva podría ser la opción más adecuada.

5.6.2. ¿Qué abordaje ofrece mejores resultados?

El abordaje se puede realizar mediante laparotomía, toracotomía, o actualmente por laparoscopia o toracoscopia. La vía abdominal es preferible para reparar otros problemas abdominales asociados, permite valorar el resto del diafragma y reduce fácilmente el contenido de la hernia. La toracotomía tiene como principal ventaja su facilidad para diseccionar estructuras pleurales y mediastínicas, permite reseca el saco (en hernias crónicas con densas adherencias) y se aconseja también en casos de diagnóstico incierto. La laparoscopia añade las ventajas de una cirugía mínimamente invasiva. En términos de recurrencia todas las vías obtienen buenos resultados, por ello la elección se convierte en una preferencia personal. Shah (2013) prefiere la laparoscopia para las hernias de *Morgagni* y la toracoscopia para las hernias de *Bochdalek* en los niños. En los casos de presentación urgente es aconsejable una laparotomía. Cuando se puede diferir la intervención y controlar el cuadro clínico inicial del paciente, la laparoscopia se convierte en una buena opción.

5.6.3. ¿Es necesario resecar el saco peritoneal?

No existe consenso en la literatura, unos autores aconsejan dejarlo *in situ* pues su exéresis parece que se puede asociar a mayor riesgo de lesiones pleurales, de vasos epigástricos superiores y consume tiempo quirúrgico, mientras otros consideran necesaria su exéresis completa para evitar la formación de quistes o favorecer una posible recidiva. No existe evidencia que justifique una u otra actitud, cada una tiene sus ventajas e inconvenientes. Parece prudente cuando se opta por el abordaje laparoscópico no resecar el saco y cuando se elige un abordaje abierto intentar su extirpación. En este caso, recordar que el centro frénico esta parcialmente fusionado con el pericardio, si separamos ambos planos al tratar el saco, debemos cerrar el anillo herniario para individualizar ambas estructuras anatómicas.

5.6.4. ¿Es necesario utilizar una malla?

La mayoría de autores acepta el uso de una malla como norma, excepto en niños, independientemente del tamaño del defecto. En 2002, Thoman y col. recomiendan utilizar malla en aquellos defectos mayores de 20-30 cm² para evitar la tensión sobre el diafragma. La sutura del defecto no puede aconsejarse porque aumenta la tensión sobre el diafragma, solo en defectos muy pequeños pueden suturarse para restablecer la anatomía, preservar los dominios de las cavidades y crear una superficie de contacto adecuada para la malla, siguiendo los consejos de Palanivelu (2009).

5.6.5. ¿Cómo debemos fijar la malla al diafragma?

Al igual que en la reparación de otras hernias ventrales, la laparoscopia ha generalizado el uso de grapas helicoidales, "*tackers*", para fijar la malla con mayor facilidad y rapidez, pero el diafragma es un músculo especial y sus relaciones con otros órganos deben de ser tenidas en cuenta. Algunos autores prefieren suturas para controlar mejor la profundidad y otros utilizan sólo "*tackers*". La posibilidad de un taponamiento cardiaco por este tipo de grapas tras la reparación laparoscópica de una hernia diafragmática es un hecho que ha sido documentada en 6 ocasiones: 3 hernias hiatales, 2 de *Morgagni* y 1 subcostal. Otras lesiones pericárdicas infravaloradas son la presencia de arritmias, derrame pleural y/o pericárdico. A diferencia de estas, que parecen tener un buen control médico, el taponamiento cardiaco es una grave complicación que alcanza una mortalidad del 33 %. El cirujano debe conocer muy bien las relaciones del diafragma con el pericardio si desea enfrentarse con seguridad a este tipo de cirugía. A este respecto, 4 parámetros debemos recordar:

1. el área de la base del pericardio (10 cm transversal x 7 cm anteroposterior)
2. la relación del corazón con el diafragma (proporción 1:6 ocupando una posición central ligeramente anterior y de vértice izquierdo)
3. el grosor del bloque diafragma-pericardio (diafragma 2.44 + P 0.26 = 2.7 mm)
4. la fusión diafragma-pericardio por entrecruzamiento de sus fibras (no separables en la zona central, difícil a nivel anterior y posterior, y separables a nivel lateral derecho e izquierdo).

Con estos datos podemos describir una zona de riesgo de lesión pericárdica. Parece prudente evitar el uso indiscriminado de grapas sobre el diafragma, separarlos más en el borde externo de la malla y no realizar nunca una segunda corona interna que puede afectar al área del centro frénico donde existe un mayor contacto. Si se considera necesaria una mayor fijación de la malla se puede considerar la posibilidad de combinar suturas en la zona de riesgo para evitar una posible lesión pericárdica.

5.6.6. Otros consejos anatómicos quirúrgicos

- Antes de plantear una reparación laparoscópica del diafragma:
 - Debemos volver a revisar los conceptos anatómicos regionales.
 - Es aconsejable solicitar siempre una tomografía para valorar el tamaño del corazón, el área de contacto con el diafragma y su espesor.
 - Debemos utilizar instrumental agresivo de fijación mecánica, con precaución, sabiendo que pueden convertirse en un agente traumático: sólo en los extremos de la malla, siempre con un margen de seguridad > 2 cm del área de contacto y nunca realizar una segunda corona interior cerca del centro frénico. Actualmente, la fijación con cianoacrilato ha demostrado tener igual seguridad si el defecto no es grande y el solapamiento es adecuado.
 - El uso de suturas en los pilares, al reconstruir una hernia hiatal, son aconsejables, pero deben incluir tanto la parte muscular como la aponeurótica, pues esta es la más resolutive al incluir la pleura y el ligamento transversal del pilar (no solo sus pilares derecho e izquierdo).
 - Recordar la distribución de ramas del nervio frénico (y de los vasos) antes de suturar el diafragma, para evitar su lesión.
- Las variaciones anatómicas en la formación del hiato esofágico pueden desempeñar un papel en la patogenia de enfermedades específicas que involucran el hiato esofágico, como la hernia hiatal, la enfermedad por reflujo gastroesofágico y el síndrome por compresión del tronco celiaco, por el ligamento arcuato medio de *Dunbar*.
 - El cierre de los pilares con suturas puede implicar solo la aproximación de un fascículo, dejando otro espacio débil adyacente o agrandando otros como el hiato aórtico, esternal o costal.
 - Al reparar un defecto (hernia o herida) del diafragma debemos recordar que es un m. que trabaja como una unidad y al traccionar se deforman sus orificios e inserciones. En el diafragma es mejor reparar con una malla evitando las suturas a tensión.
 - El sistema de irrigación del diafragma en anastomosis vasculares es básico para minimizar el riesgo de isquemia durante las situaciones de reducción del flujo. Si es inadecuado puede aparecer una fatiga o fracaso, mientras que su restauración revierte el deterioro (Supinsky, 1988). Durante el periodo de contracción hay una disminución del flujo, durante la relajación no se altera (Bellemare, 1983).
 - Es necesario recordar siempre la posibilidad de variaciones anatómicas arteriales, ya que son de gran relevancia a la hora de realizar diagnósticos radiológicos o quirúrgicos.
 - Es importante conocer que el tronco celiaco no está exento de variaciones, y entre ellas, la arteria diafragmática inferior puede originarse de él. Este hecho es relevante en las intervenciones del compartimento supramesocólico.
 - La técnica de pericardiocentesis eco-guiada en caso de derrame pericárdico grave con deterioro hemodinámico, puede causar la lesión de la arteria diafragmática inferior y originar un abdomen agudo por hemoperitoneo (Jareño, 2015). Otras causas de lesión de estos vasos son los politraumas (Delgado, 2001), durante una cirugía torácica o en la toracocentesis.

- La valoración del nervio frénico se realiza mediante estimulación en el cuello con un electrodo de superficie sobre el diafragma: el tiempo de conducción normal es de 6-10 m/seg.
- Dada la división del nervio en 4 ramas, se recomiendan las incisiones radiales y las circunferenciales periféricas, para disminuir la posibilidad de lesión y de parálisis segmentaria del diafragma (Merendino, 1956).
- La lesión del nervio frénico puede ocurrir tanto a nivel del cuello como del tórax, por un cáncer de pulmón o un aneurisma de aorta. Causa una parálisis que ocasiona una elevación atónica del hemidiafragma con la subsecuente insuficiencia respiratoria. A pesar de que el diafragma pierde su función motora, el paciente sigue respirando gracias a los músculos accesorios de la respiración: el esternocleidomastoideo, pectorales y semiespinosos.
- La lesión del frénico unilateral causa una reducción de la presión inspiratoria máxima del 60 %, de la presión transdiafragmática máxima en un 40 %, y del volumen espiratorio máximo forzado en el primer segundo (FEV1), un 50 %. En la parálisis bilateral se reducen al 30 % (presión inspiratoria máxima), 5 % (presión transdiafragmática) y 25 % (FEV1).
- El conocimiento de la anatomía del nervio esplácnico es de interés en la operación de esplenectomía, para evitar el dolor de origen pancreático.
- Se puede realizar una reconstrucción del diafragma a partir de un colgajo muscular sin usar malla. El músculo dorsal ancho distal puede servir para la reparar un hemidiafragma y asegurar una separación estanca entre pleura y cavidad abdominal evitando la respiración paradójica (Bedini, 2000).