

Anatomía clínica

Anatomía quirúrgica del músculo transverso abdominal y sus aponeurosis: consideraciones quirúrgicas para reparar la pared abdominal

*Surgical anatomy of the transverse abdominal muscle and its aponeurosis: surgical considerations for abdominal wall repair*Alfredo Moreno-Egea^{1,2}¹ Jefe de la Clínica Hernia. Hospital La Vega, Murcia (España)² Profesor de Anatomía Quirúrgica. Departamento de Anatomía, Facultad de Medicina. Universidad Católica de San Antonio, Murcia (España)

Resumen

Introducción. El músculo transverso abdominal es el más desconocido de la pared abdominal para la mayoría de cirujanos. Las nuevas técnicas quirúrgicas de reparación de la pared mediante separación de componentes necesitan conocer la anatomía especial de este músculo. Este trabajo describe la anatomía del músculo transverso y sus aponeurosis, como base para la cirugía reparadora de la pared abdominal.

Material y métodos. Estudio prospectivo diseñado sobre 10 cadáveres disecados en la Cátedra de Anatomía de la Facultad de Medicina de la Universidad Católica de Murcia. Diez preparaciones del músculo transverso abdominal fueron separadas de sus conexiones regionales de forma cuidadosa y mantenidas en formol. Se grabaron todas las disecciones. Las piezas se fotografiaron y registraron para su posterior valoración.

Resultados. Se verifican las fijaciones íntimas que el músculo transverso mantiene con las estructuras regionales adyacentes. Se comprueba el cierre abdominal que asegura a nivel vertebral, costolumbar e iliaco, y el papel de sus dos aponeurosis de inserción en la contención abdominal.

Conclusiones. 1) El músculo transverso es el único en la pared abdominal que es completamente aponeurótico, anterior y posterior. 2) La integridad de la aponeurosis posterior del transverso asegura un cierre completo costoilio-vertebral. 3) Las aponeurosis del cuadrado lumbar y de los oblicuos son de cubierta, no útiles para el cirujano. 4) La integridad del músculo transverso garantiza la contención del abdomen; su sección debería seguirse de su reinserción para alterar toda la pared abdominal.

Abstract

Introduction. The transverse abdominal muscle is the most unknown of the abdominal wall for most surgeons. The new surgical techniques of repairing the wall by separating components need to know the special anatomy of this muscle. This work describes the anatomy of the transverse muscle and its aponeurosis, as a basis for repairing the abdominal wall.

Material and methods. Prospective study designed on 10 cadavers dissected in the Chair of Anatomy of the Faculty of Medicine of the Catholic University of Murcia. Ten preparations of the entire diaphragm were carefully separated from their regional connections and maintained in formaldehyde. All dissections were recorded and the parts photographed and recorded for further evaluation.

Results. The internal fixations that it maintains with the adjacent regional structures are verified. It is checked the abdominal closure that ensures vertebral, costolumbar, iliac and the role of its aponeurosis in abdominal containment.

Conclusion. 1) Transverse muscle is the only one in the abdominal wall that is completely aponeurotic, anterior and posterior. 2) The integrity of the posterior aponeurosis of the transverse ensures a complete costo-ilio-vertebral closure. 3) The lumbar and oblique square aponeuroses are cover, not useful to the surgeon. 4) The integrity of the transverse muscle ensures the containment of the abdomen, its section should be followed from its reinsertion to alter the entire abdominal wall.

Recibido: 28-08-2017

Aceptado: 11-09-2017

Palabras clave:

Pared abdominal; músculo transverso; aponeurosis abdominal posterior; aponeurosis abdominal anterior.

Key words:

Abdominal wall, transverse abdominal muscle, posterior abdominal aponeurosis, anterior abdominal aponeurosis.

* Autor para correspondencia. Dr. A. Moreno Egea. Avda. Primo de Rivera 7, 5.º D. 3008. Murcia (España). Teléfono: 968-905061. Fax: 968 232484. Correo electrónico: morenoegeaalfredo@gmail.com

2255-2677/© 2017 Sociedad Hispanoamericana de Hernia. Publicado por Arán Ediciones, S.L. Todos los derechos reservados. <http://dx.doi.org/10.20960/rhh.82>

Introducción

La pared abdominal está constituida por tres grandes músculos anchos. De estos, el músculo transverso (MT), al ser el más interno, es el más desconocido para la mayoría de cirujanos. En los últimos años, la difusión de nuevas técnicas para reparar las grandes eventraciones desde un plano profundo, como la separación de componentes posterior (SCP), por vía abierta o por laparoscopia, implican la sección del MT como gesto para abordar el espacio preperitoneal. El conocimiento de este músculo y sus aponeurosis debe considerarse como fundamental para realizar de forma correcta estas complejas operaciones. En otras muchas situaciones (hernias y traumatismos lumbares, eventraciones iliácas, etc.) se implica también al MT; debemos actualizar su conocimiento para dominar la cirugía de las hernias sin aumentar daños innecesarios al resto de la pared abdominal^[1-4].

Este estudio analiza la anatomía del músculo transverso abdominal y sus aponeurosis, anterior (AA) y posterior (AP), como base para las aplicaciones quirúrgicas sobre la pared abdominal (PA), sobre todo en relación con las eventraciones complejas.

Material y métodos

Análisis anatómico

Se realiza un estudio prospectivo diseñado sobre 10 cadáveres disecados en la Cátedra de Anatomía de la Facultad de Medicina de la Universidad Católica de Murcia. En el periodo comprendido entre enero de 2015 y septiembre de 2017 se disecaron 10 cadáveres adultos (6 varones y 4 mujeres), fijados con formaldehído al 10 % y fallecidos por causas diversas, pero sin antecedentes traumáticos o quirúrgicos.

Diez preparaciones del músculo transverso fueron separadas de sus conexiones regionales de forma cuidadosa. Se realizaron disecciones anteriores y posteriores, similares a las técnicas quirúrgicas utilizadas en la reparación de hernias ventrales, para valorar las fijaciones regionales a músculo cuadrado lumbar (CL), diafragma (D), oblicuo menor y mayor (OM, Om), dorsal ancho (DA) y serrato, recto anterior (RA) y pectíneo.

Las disecciones se realizaron bajo visión directa simple, pero en caso de necesidad se utilizó una lupa estereoscópica de apoyo. Para mejorar la identificación de estructuras, se usaron técnicas de iluminación asistida exterior e interior, sobre cavidad abdominal o torácica, indistintamente. Las mediciones se realizaron con calibrador digital de precisión de 0.05 mm. Se grabaron todas las disecciones. Las piezas se fotografiaron y se registraron para su valoración posterior por parte de un segundo observador. Los datos se recogieron de forma prospectiva y se analizaron después de forma descriptiva.

Análisis bibliográfico

Se realizó una revisión exhaustiva de la bibliografía publicada a través de las bases de datos Medline (PubMed), LILACS (incluyendo SciELO) y Cochrane Library, utilizando como palabras clave *transversus abdominis muscle*. Se llevó a cabo un análisis crítico de los artículos publicados. También se realizó una búsqueda complementaria mediante Google (Google Play) de bibliotecas de univer-

sidades y por librerías (Medical Heritage Library). Se estudiaron los artículos obtenidos de cualquier país, por cualquier institución o investigador y en cualquier idioma, sin límite temporal. Una vez recuperados, los textos originales que nos han sido remitidos se han almacenado en formato pdf para preservar su originalidad.

Anatomía topográfica

El MT se sitúa por debajo del Om, carnoso en su parte media y tendinoso en sus extremidades, como una ancha lámina cuadrilátera que se extiende desde la columna vertebral a la línea blanca. Se origina en los siguientes lugares: 1) en la cara interna de las 6 últimas costillas mediante digitaciones que se entrecruzan con las del diafragma; 2) en el labio interno de la cresta iliaca; 3) en el 1/3 externo del arco crural, y 4) en la columna lumbar por medio de una aponeurosis de inserción. Los fascículos del músculo se dirigen hacia el borde externo del recto anterior y terminan en una AA que se fija en la línea blanca. En sus 3/4 superiores la AMT pasa por detrás del RA, y en su 1/4 inferior, por delante. La porción superior termina a 10-12 cm por encima del pubis, en un repliegue curvilíneo llamado arco de Douglas. A nivel inferior, la AMT se inserta en el pubis desde la sínfisis a la cresta pectínea, y se fusiona con la aponeurosis del Om. La APMT se considera conformada por tres hojas: 1) una hoja anterior, que es la aponeurosis del CL; 2) una hoja media, que es la continuación de los fascículos posteriores y termina en el vértice de las apófisis transversas desde la 12.^a costilla y la cresta iliaca, y 3) una hoja posterior desde el borde externo de los músculos espinales, que se fusiona con la aponeurosis del DA y contribuye a formar la aponeurosis lumbar^[5].

Resultados

Del análisis bibliográfico

El resultado del estudio de los textos de anatomía clásica respecto al MT se recoge en la tabla 1. Las diferencias entre diversos autores se hacen evidentes en tabla.

Aponeurosis anterior

Los tres músculos anchos de la PA disponen de aponeurosis de inserción anterior. La disección muestra que la porción muscular del MT es la que se extiende hasta alcanzar más cerca el borde externo del MRA. Lateralmente, queda la del Om y a cierta distancia algo más lateral la del OM. Por tanto, el borde que forma la línea de Spiegel depende de la transición del MT, el OM y Om quedan más posteriores. La AA del MT se suelda a la hoja posterior de la A del Om, siendo prácticamente imposible separarlas sin su rotura. En las preparaciones, no podemos conseguir aislar una AA libre para manejarla. Su disposición es diferente en la zona superior y media, respecto a la inferior al llamado arco de Douglas, donde no hay ninguna aponeurosis por debajo del MR. Así, esta aponeurosis aparece dividida en dos porciones de diferente tamaño y situación: una superior que es retromuscular y otra inferior que es premuscular (figs. 1 y 2).

Tabla 1. Anatomía descriptiva de los pilares del diafragma: revisión de la bibliografía

	Modelo	LH	MTA
Gray (1867)	Entrecruzamiento con el D	3 hojas	No
Sappey (1876)	Unido al triangular del esternón (desde la séptima costilla al xifoides)	3 hojas	No
Beaunis (1878)	Entrecruzamiento: 3 diferentes y 3 últimas continuas en origen con el D	3 hojas	No
Poirier (1899)	Se une al D por debajo del borde torácico (no en su origen costal)	2 hojas	Sí
Calleja (1901)	No indica entrecruzamiento con el D	3 hojas	No
Tandler (1928)	Entrecruzamiento con el D	2 hojas	No
Testut, 1934	Entrecruzamiento con el D	3 hojas	Sí

MTA: Músculo transverso abdominal; LH: Ligamento lumbocostal de Henle; D: Diafragma.

Cuerpo muscular

A nivel craneal, se aprecia cómo el MT está fijo parcialmente al músculo triangular del esternón y al D por medio de un entrecruzamiento de fascículos procedentes de la cara interna de los arcos de las seis últimas costillas. Para retirar la pieza, debemos seccionar estas interdigitaciones con el D (cierres costal). A nivel caudal, el músculo queda fijo medialmente al pubis (formando parte del llamado tendón conjunto) y lateralmente al labio interno de la cresta ilíaca mediante fibras cortas, siendo en esta región casi una unidad muscular con el Om (cierres inguinal). Su disección quirúrgica fue muy difícil sin romperse (fig. 3).

Aponeurosis posterior

La disección del MT hacia la región posterior, tras separarlo del Om, deja al descubierto la presencia de una verdadera AP de inserción, ancho tendón nacarado y de gran resistencia, en el canal vertebral lumbar, que conlleva un hermético cierre vertebral. Esta aponeurosis no se refuerza con ninguna procedente del OM ni del Om, como tampoco recibe fibras densas de la cubierta del CL. En la parte superior se disecciona, además, un engrosamiento fibroso que parte hacia el vértice de la 12.^a costilla y representa el llamado ligamento lumbocostal de Henle. Esta estructura parece formar parte del arco del CL y asegura otro mecanismo de cierre a nivel lumbocostal. La disección no cuidadosa en este punto nos llevó en ocasiones a penetrar la pleura. Desde un punto de vista quirúrgico, la disección solo advierte una delgada capa de recubrimiento que se prolonga sobre los músculos CL-psysoas, a nivel anterior y sobre

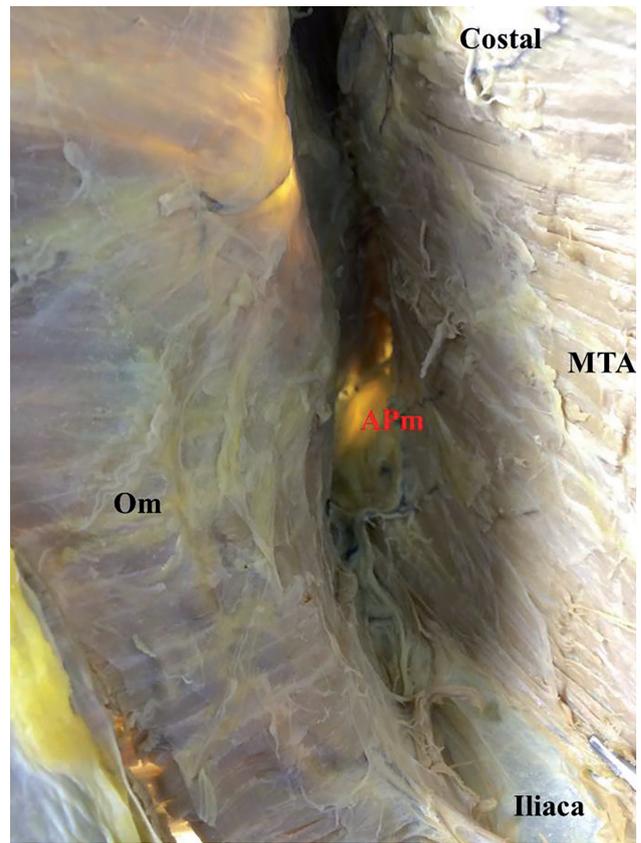


Figura 1. Pieza de disección de músculo transverso abdominal. Se representan sus relaciones topográficas y la línea de transición de su aponeurosis posterior. (AA: Aponeurosis anterior; APm: Aponeurosis posterior hoja media).

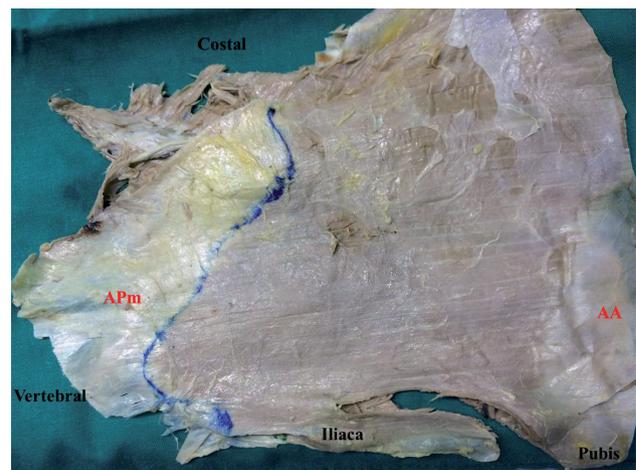


Figura 2. Detalle de la disección del plano entre el músculo transverso y el oblicuo menor. (MTA: Músculo transverso abdominal; APm: Aponeurosis posterior [hoja media]; Om: Oblicuo menor).

la musculatura espinal a nivel posterior, pero ninguna de estas capas tiene utilidad como estructura independiente para usarse en una cirugía de reparación (figs. 4 y 5).

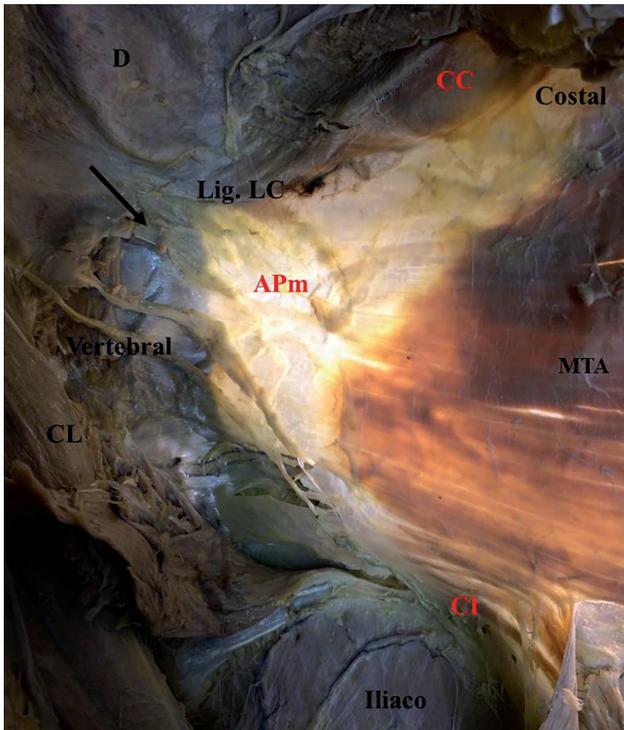


Figura 3. Detalle de la extensión superior a nivel costal. (CC: Cierre costal) y a nivel inferior sobre la cresta iliaca (CI). (MTA: Músculo transverso abdominal; APm: Aponeurosis posterior hoja media; D: Diafragma).

Discusión

El edificio abdominal se sustenta por los músculos de la PA. Cada elemento muscular se dispone en un plano con diferente orientación para que sus fuerzas aumenten la estabilidad global de la estructura. Los dos músculos oblicuos son casi opuestos y se complementan, pero el MT debe ser fundamental para garantizar el cierre del abdomen y su efecto es único; no puede ser compensado por el resto de componentes. Por tanto, cualquier reparación de la PA debería intentar siempre mantener la integridad de este músculo, ya que, como hemos demostrado, es el único que tiene aponeurosis de inserción anterior y posterior para asegurar la adecuada contención visceral, y unas fijaciones periféricas que aseguran el cierre de la cavidad abdominal también a nivel superior (costal y esternal) e inferior (iliaco, inguinal y púbico). El estudio anatómico realizado afirma a nivel quirúrgico que la continuidad del MTA debe ser una prioridad. Si se respeta este músculo, el cirujano tendrá muchas posibilidades de tener éxito en su reparación de la PA.

Aponeurosis anterior

A nivel anterior, la cavidad se cierra por una única aponeurosis en la que participan los tres músculos anchos. Dos hechos son los que debemos recordar desde un punto de vista quirúrgico: 1) Que la superposición de los tres músculos anchos no se produce a un

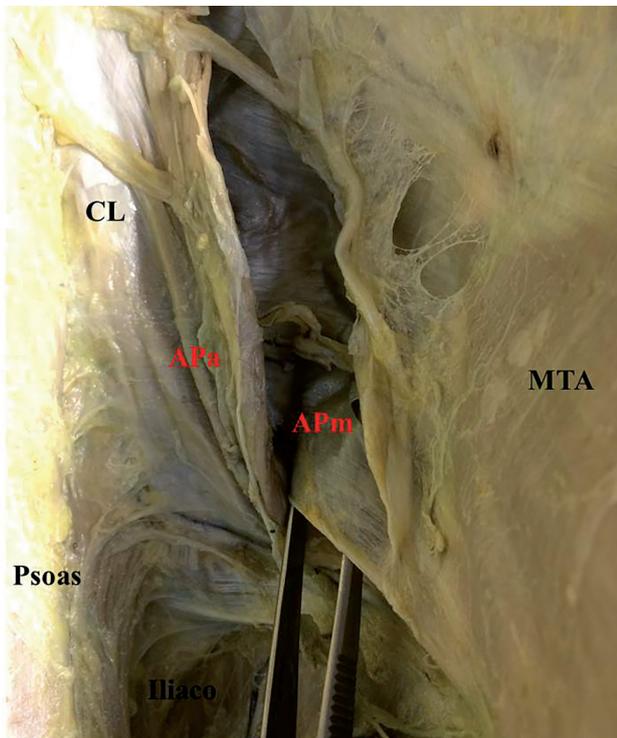


Figura 4. Aponeurosis posterior del músculo transverso. Se aprecian la fascial o anterior de envoltura del cuadrado lumbar y la de inserción. (MTA: Músculo transverso abdominal; APm: Aponeurosis posterior hoja media; APa: Hoja anterior de la aponeurosis posterior; CL: Cuadrado lumbar).

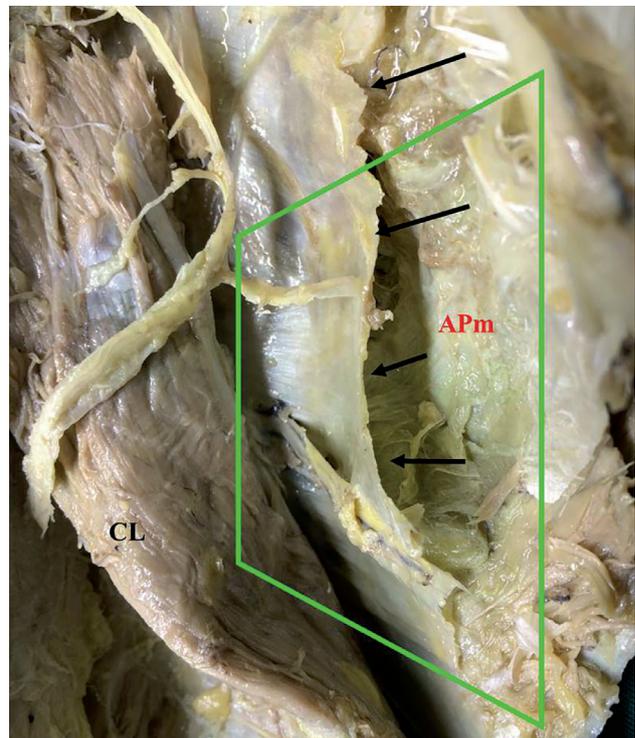


Figura 5. Aponeurosis posterior del músculo transverso abdominal. Detalle de su resistencia y grosor (flechas y figura cuadrangular). (CL: Cuadrado lumbar; APm: Aponeurosis posterior [hoja media]).

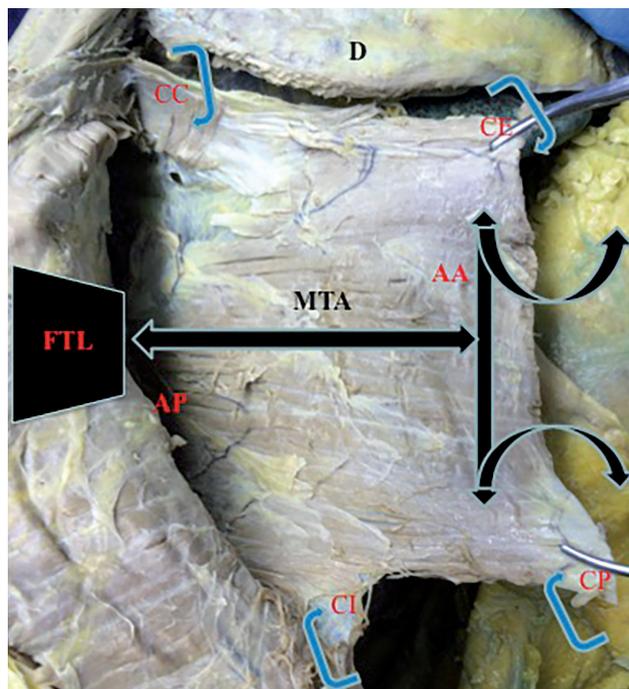


Figura 6. Efecto muscular del transverso abdominal sobre la pared abdominal global. El diagrama romboideo representa el efecto posterior, y los círculos, el anterior sobre la vaina de los rectos. (AA: Aponeurosis anterior; AP: Aponeurosis posterior; FTL: Fascia toracolumbar).

mismo nivel: el MT es el más anterior y alcanza el borde más cercano del MRA, mientras que el OM es el más retrasado. Así, una incisión anterior sobre la AA cerca del borde posterior de la zona de Spiegel causa una retracción del OM sin afectar al resto del bloque parietal^[6]. 2) La AA del MT ejerce su acción de forma diferente en la parte media-superior, respecto de la inferior, donde va por encima del MRA. El cirujano que planea una SCP debe recordar que a partir del arco de Douglas es necesario seccionar toda la extensión del MT para abordar el espacio preperitoneal y completar la disección media y superior hasta alcanzar el diafragma, lo que altera la estabilidad anterior del edificio abdominal^[1-6].

Aponeurosis posterior

A nivel posterior, la reunión de varias aponeurosis en un espacio estrecho y reducido ha llevado a considerar diversos modelos según se considere la naturaleza de cada aponeurosis, de inserción o de envoltura. La escuela francesa considera la AP del MT como de inserción y trifurcada en tres hojas. Este modelo ha sido defendido por Testut y Sappey. Las escuelas alemana e inglesa consideran que la aponeurosis posterior de inserción solo es la media del MT, y el resto son aponeurosis independientes de envoltura (del CL la anterior y del DA la posterior)^[7-12]. Desde una perspectiva anatómica y funcional, el modelo de tres hojas permite explicar la relevancia del MT de forma integral en la pared abdominal y comprender la presencia de algunos síntomas que difícilmente podrían explicarse de una forma aislada, como el dolor lumbar o el estreñimiento^[13-15], pero

desde una visión quirúrgica, el cirujano debe recordar que estos modelos son interpretaciones diferentes de la disposición de las aponeurosis y que la única hoja que puede manipularse es la medial. Lo verdaderamente importante para reparar una PA en la región posterior es recordar que la mayor resistencia depende de la integridad del MT, que el resto de músculos no cierran el espacio posterior, no son vertebrales y no pueden deformarse o tensarse al disponer solo de una ligera capa aponeurótica de cubierta no útil para coser o plicar. En esta zona el uso de mallas gigantes se hace imprescindible para no alterar todo el juego de tensiones en el edificio abdominal (fig. 6).

En la actualidad vivimos una etapa de grandes avances técnicos en la cirugía de la pared abdominal y estamos habituándonos, en los últimos congresos, a asistir a un enfrentamiento vehemente entre los partidarios de una separación de componentes anterior y los de una posterior, similar a los debates pasionales entre la cirugía laparoscópica o la abierta. La técnica de separación de componentes (SC) fue inicialmente descrita por Ramírez, como una opción quirúrgica para reparar grandes eventraciones mediante la liberación de la aponeurosis del músculo oblicuo externo y su separación del bloque oblicuo interno-transverso del abdomen. El objetivo era usar tejido inervado, vascularizado y autólogo para reconstruir grandes defectos de la pared abdominal^[16]. Cuando se completa con el refuerzo de una malla gigante y la reinserción muscular, tenemos la operación descrita por Carbonell-Tatay. Desde entonces, esta «separación anterior de componentes» se ha convertido en una técnica ampliamente adoptada por muchos cirujanos para reparar la pared abdominal^[17].

Desafortunadamente, esta separación anterior o superficial de los componentes de la pared abdominal no está exenta de ciertas complicaciones, como son: a) la dificultad para abordar hernias en zonas periféricas (xifoideas o suprapúbicas e ilíacas y lumbares) y hernias paraestomales, y b) la morbilidad derivada de la disección subcutánea (seromas y necrosis cutánea). A pesar de estas consideraciones, sus resultados clínicos han demostrado su eficacia y se ha difundido rápidamente entre muchos equipos quirúrgicos. Buscando una opción posible más segura, y siguiendo el principio básico inicial de la técnica de Rives (un abordaje retrorrectal), Novitsky publicó en el año 2012 la denominada SC posterior^[2]. En el año 2008, Carbonell había publicado previamente una opción posterior, pero al abordar la vaina posterior del músculo recto medial a la línea semilunar lesionaba la inervación de este músculo y no recibió mucha atención^[1]. La variación de Novitsky evita lesionar la inervación de los rectos del abdomen al realizar la sección del músculo transverso para abordar el espacio preperitoneal mediante una sección de la vaina posterior medial a la línea de Spiegel. Esta opción, aunque difícil de realizar y de aprender, también se está difundiendo entre grupos especializados para casos seleccionados^[18].

Más allá de las ventajas y desventajas de ambos procedimientos (anterior o posterior), nuestro estudio demuestra que, desde el punto de vista estructural, no son técnicas comparables. No es lo mismo para la estructura global del edificio abdominal separar el músculo OM que el MT, en toda su longitud y de forma bilateral, para poder acceder al espacio preperitoneal^[19-21]. Como especialistas en la reconstrucción de la pared abdominal, debemos conocer todas las opciones posibles, dominarlas y seleccionar la más adecuada según cada paciente y el tipo de hernia, pero debemos asegurarnos de que causamos el menor daño posible al resto de componentes de ese edificio tan bien diseñado y complejo como es la pared abdominal.

En conclusión:

1. El MT es el único de la PA que es completamente aponeurótico, anterior y posterior.
2. La integridad de la APMT asegura un cierre completo del hiato costoiliovertebral.
3. El MT y el DA son los únicos de la PA que son aponeuróticos y vertebrales (los músculos OM y Om no son tendinosos y son puramente ilíacos).
4. Solo hay dos aponeurosis de inserción reales, la del MT y la del DA. Las aponeurosis del CL y de los OM-Om son de cubierta, no útiles para ser manipuladas por el cirujano.
5. La integridad del MT garantiza la contención del abdomen. Al cirujano que mantiene el MT solo le resta asegurar la tensión fisiológica del resto de la PA.
6. La sección del MT debería seguirse de su re inserción como paso a incluir en la reparación de la PA para disminuir la repercusión global sobre el resto de la estructura.

Referencias

1. Carbonell AM, Cobb WS, Chen SM. Posterior components separation during retromuscular hernia repair. *Hernia*. 2008;12:359-362.
2. Novitsky YW, Elliott HL, Orenstein SB, Rosen MJ. Transversus abdominis muscle release: A novel approach to posterior component separation during complex abdominal wall reconstruction. *Am J Surg*. 2012;204:709-716.
3. Appleton ND, Anderson KD, Hancock K, Scott MH, Walsh CJ. Initial UK experience with transversus abdominis muscle release for posterior components separation in abdominal wall reconstruction of large or complex ventral hernias: a combined approach by general and plastic surgeons. *Ann R Coll Surg Engl*. 2017;99(4):265-270.
4. Milburn ML, Shah PK, Friedman EB, Roth JS, Bochicchio GV, Gorbaty B, et al. Laparoscopically assisted components separation technique for ventral incisional hernia repair. *Hernia*. 2007;11(2):157-61.
5. Testut L, Latarjet A. *Anatomía humana*. Barcelona: Salvat; 1954.
6. Ross SW, Oommen B, Heniford BT, Augenstein VA. Components separation in complex ventral hernia repair: surgical technique and post-operative outcomes. *Surg Technol Int*. 2014;24:167-77.
7. Gray H. *Anatomy descriptive and surgical*. London: JW Parker; 1858.
8. Sappey Ph C. *Tratado de anatomía descriptiva*. Madrid: Carlos Bailly-Baillière; 1858.
9. Beaunis HE, Bouchard A. *Anatomía descriptiva y embriología*. Madrid: Moya y Plaza; 1878.
10. Poirier P-J, Charpy A, Cuneo P. *Tratado elemental de anatomía humana*. Madrid: Rev. de Medicina y Cirugía Prácticas; 1908.
11. Calleja J. *Tratado de anatomía humana*. Valladolid: Hijos de Rodríguez; 1872.
12. Tandler J. *Tratado de anatomía sistemática*. Barcelona: Salvat; 1928.
13. Willard FH, Vleeming A, Shuenke MD. The thoracolumbar fascia: anatomy, function and clinical considerations. *J Anat*. 2012;221(6):507-36.
14. Gatton ML, Percy MJ, Pettet GJ, Evans JH. A three-dimensional mathematical model of the thoracolumbar fascia and an estimate of its biomechanical effect. *J Biomech*. 2010;43(14):2792-7.
15. Vleeming A, Pool-Goudzwaard AL, Stoelckart R, van Wingerden JP, Snijders CJ. The posterior layer of the thoracolumbar fascia. Its function in load transfer from spine to legs. *Spine*. 1995;20(7):753-758.
16. Ramírez ÓM, Ruas E, Dellon AL. Components separation method for closure of abdominal-wall defects: An anatomic and clinical study. *Plast Reconstr Surg*. 1990;86:519-526.
17. Carbonell-Tatay F, Bonafé-Diana S, García P, Gómez i Gavara C, Baquero R. Nuevo método de operar en la eventración compleja: separación anatómica de componentes con prótesis y nuevas inserciones musculares. *Cir Esp*. 2009;86:87-93.
18. Novitsky YW, Fayeziadeh M, Majumder A, Neupane R, Elliott HL, Orenstein SB. Outcomes of Posterior Component Separation with Transversus Abdominis Muscle Release and Synthetic Mesh Sublay Reinforcement. *Ann Surg*. 2016;264(2):226-32.
19. Parent B, Horn D, Jacobson L, Petersen RP, Hinojosa M, Yates R, Wright AS, Louie O. Wound Morbidity in Minimally Invasive Anterior Component Separation Compared to Transversus Abdominis Release. *Plast Reconstr Surg*. 2017;139(2):472-479.
20. Afifi AM, Hartmann E, Talaat A, Alfotooh AA, Omar OS, Mareei S, et al. Quantitative assessment of tension reduction at the midline closed during abdominal component separation. *J Am Coll Surg*. 2017;224(5):954-961.
21. Vargas-Flores E, Beristáin-Hernández JL, Villalpando-Mendoza C, Servín-Torres E, Delgadillo-Teyer G, Sánchez González FJ, et al. Reparación de hernia ventral con separación de componentes posterior: una revisión. *Rev Hispanoam Hernia*. 2017;5(2):40-46.