

Universidad Nacional de La Plata
Facultad de Ciencias Médicas



Tesis Doctoral

Anatomía funcional de los músculos
de la pared antero lateral del abdomen.
Aspecto médico y quirúrgico

Julio César Hijano

Director: Prof. Dr. Marcelo H. Cerezo

Co-Directora: Prof. Dra. Marcela N. García

Lugar de Trabajo: Cátedra de Anatomía "B", Facultad de Cs.
Médicas, UNLP. Hospital Español de La Plata

2017

A María Emilia y Alfredo

AGRADECIMIENTOS

A mi Director, Prof. Dr. Marcelo H. Cerezo, por haber aceptado dirigir este trabajo, por haberme honrado con casi cuarenta años de amistad y por haber sido mi compañero codo a codo en la carrera docente y en la vida.

A mi Co-Directora, Prof. Dra. Marcela N. García, por haberme guiado en el difícil camino del orden científico, con su mirada crítica, enseñándome y corrigiéndome, pero siempre estimulando el trabajo permanente en esta tesis doctoral.

Al Dr. Marcos Plischuk, quien colaboró en esta tesis incansablemente, aportando todo su saber antropológico, docente y científico, enriqueciendo este trabajo, brindándome permanentes consejos y sabiduría, con una amabilidad, calidez, humildad y optimismo que agradeceré eternamente.

A Leandro Mazza, por su inestimable colaboración en la realización de los estudios de imágenes de los pacientes.

A mis docentes de la Cátedra de Anatomía B de la Facultad de Ciencias Médicas, Agustín Maitini, Juan Bozolo y Fiorela Livolti, por haber enriquecido con sus disecciones e iconografías este trabajo.

Al Prof. Luis Pedersoli y a la Srta. Marisol Pazos, por haber puesto su equipamiento al servicio de este trabajo y todo su conocimiento en la interpretación de las EMG, pilar fundamental de este trabajo de tesis.

A la Prof. Dra. Ana María Inda, por su desinteresada colaboración, su inestimable paciencia y por haber hecho más ameno este trabajo en momentos en que flaqueaba mi ímpetu.

A la Prof. Dra. Ana Lía Errecalde quien con su calidez y amistad supo acompañarme en este camino y sobre todo por haber puesto su confianza en mí en la dura y difícil tarea de la gestión universitaria.

Al Prof. Dr. Jorge G. Martínez, que con su insistencia y su ejemplo, me demostró que se podía y se debía terminar este trabajo trunco durante tantos años.

A la Sra. Lidia Antonini, quien con su insistencia en la importancia de concluir este trabajo, fortaleció mi espíritu.

A la Sra. Adriana Gutierrez y sus magnificas colaboradoras, María Paula Tello y Pilar Cueto Rúa, por su paciencia en guiarme en la compleja tarea de la Secretaria Académica, soportando mi ignorancia y mi humor, y naturalmente por su asesoramiento en los engorrosos trámites que esta tesis conlleva.

Al personal todo de la Facultad de Ciencias Médicas, quienes directa o indirectamente, me han ayudado y apoyado en todo este camino. Con muchos de ellos hemos crecido desde que nos incorporamos a nuestra querida Facultad y siempre me han transmitido afecto y amabilidad.

A quienes fueran mis colaboradores, Pablo Pucci, Mariano Massa, Gonzalo Villada y Fabrizio Hernández, hoy, eximios cirujanos que son fuente de continuo aprendizaje para mí en nuestro trabajo cotidiano en el Hospital Español de La Plata. De ellos no he recibido más que apoyo, agradecimiento y sobre todo, afecto, excesivo afecto, ya que no merezco tanto por haber dado tan poco.

Agradezco especialmente y dedico este trabajo:

A mis hijos, Isidro, Julia y Rocío, por haberme obligado, sin saberlo, a tratar de ser mejor persona cada día desde que ellos aparecieron en mi vida.

A María Belén Anacleto, por formar parte de mi familia sin haber hecho jamás un reclamo.

A Marcela, mi amada compañera, quien, como *Beatrice*, me condujo lentamente desde el *Inferno* al *Paradiso*...

A la memoria de mis padres y mis hermanos, que no pudieron ver concluido este trabajo.

A mis Maestros, los Profesores Germán Niedfeld, Víctor Ponisio, Antonio Méndez Anell y Jorge Defelitto:

Al Dr. Niedfeld, por haberme inculcado desde muy joven la pasión por la Anatomía y la Docencia.

Al Dr. Mendez Anell, por haberme abierto las puertas a la carrera académica y laboral, fortaleciendo mi formación curricular para que hoy yo pueda, por ejemplo, presentar esta tesis.

Al Dr. Ponisio, por haberme esclarecido los oscuros caminos de la Clínica Quirúrgica.

Al Dr. Defelitto, que me abrió las puertas de su novel cátedra y de su hogar, que me enseñó con su ejemplo, me respetó y me brindó oportunidades, siempre desinteresadamente, siempre con amabilidad, armonía y afecto.

A la sociedad toda, que costó mi formación, primero en la Escuela Anexa y Bachillerato del Colegio Nacional de Necochea, y luego en la Universidad Nacional de La Plata, ambas de gestión pública.

A mis amigos, por su cariño, su tolerancia, su paciencia. Casi siempre he sentido con Borges que “...misteriosamente yo he sido muy querido por mis amigos, inexplicablemente querido, injustamente querido...”

INDICE GENERAL

Agradecimientos	2
Resumen	7
Abstract	9
1- Introducción	11
1.1- La importancia de la Anatomía Comparada	12
1.2- Origen embrionario del tejido muscular	14
1.3- Histología muscular	16
1.4- Evolución de la musculatura anterior en vertebrados	18
1.4.1- Agnatos	19
1.4.2- Gnatostomados	19
1.4.3- Tetrápodos	20
1.5- Anatomía normal en humanos	22
1.5.1- Músculo recto del abdomen	24
1.5.2- Músculo piramidal del abdomen	27
1.5.3- Músculo oblicuo externo o mayor	28
1.5.4- Músculo oblicuo interno o menor	31
1.5.5- Músculo transverso del abdomen	33
1.6- Función de los músculos de la pared abdominal	35
1.7- Objetivos	37
2-Material y Métodos	38
2.1- Electromiografías	39
2.2- Ecografías	46
2.3- Disecciones	49
2.4- Cirugías	54
3- Resultados	59
3.1- Electromiografías	60
3.2- Ecografías	68
3.2- Disecciones	77
3.2.1- Músculo recto del abdomen	77
3.2.2- Músculo piramidal del abdomen	78
3.2.3- Músculo oblicuo externo o mayor	79

3.2.4- Músculo oblicuo interno o menor	81
3.2.5- Músculo transverso del abdomen	82
3.2.5- <i>Rhinella arenarum</i> (Sapo común)	82
3.2.6- <i>Tupinambis teguixin</i> (Lagarto overo)	84
3.2.7- <i>Ateles geoffroyi</i> (Mono araña) y <i>Cebus capuchinus</i> (Mono capuchino)	87
3.1.8- Cirugías	90
4- Discusión	93
4.1- Acerca de los estudios electromiográficos	94
4.2- Acerca de los estudios ecográficos	97
4.3- Relación entre estudios electromiográficos y ecográficos	102
4.4- Acerca de las cirugías de pared abdominal	102
4.5- Evolución en la funcionalidad del Oblicuo Externo	104
4.6- Consideraciones finales	109
5- Bibliografía	111
6- Apéndices	129
6.1-Declaración de Helsinki	130

RESUMEN

Clásicamente se ha descrito al recto mayor, junto a los músculos que lo envainan en su estuche fibro-muscular, como los que integran activamente el mecanismo de contención en el abdomen. Sin embargo, en la bibliografía relevada, se denota una falta de especificidad en las funciones de cada músculo. Puesto que algunos estudios sugieren que en vertebrados inferiores el oblicuo externo está involucrado en la locomoción cuadrúpeda y en el mecanismo respiratorio, es razonable hipotetizar sobre su real papel en la contención visceral. Por todo esto es que planteamos como objetivo general del presente trabajo determinar la funcionalidad específica del músculo oblicuo externo como contenedor del abdomen. Para analizar esto hemos utilizado diversos métodos de estudio como electromiografías, ecografías, disecciones anatómicas en cadáveres humanos y de diversas especies y cirugías de pared abdominal. Durante las electromiografías y ecografías hemos encontrado que los mayores cambios del oblicuo externo se observaron durante la espiración forzada. Los resultados obtenidos a partir de las cirugías demostraron que el elemento a ser reparado para que no ocurra una la eventración debe ser el transverso. A partir de estas aproximaciones comprobamos que ambos oblicuos se comportan como músculos exteriores a la caja toracoabdominal, sin que revistan importancia en la estabilidad del contenido visceral. Concluimos entonces que el transverso, el más profundo de la pared antero lateral y posterior del abdomen, por su disposición intratorácica y su fuerte inserción posterior, con su consecuente llegada a la línea media en toda su extensión tanto supra, como infraumbilical, demuestra ser el verdadero elemento de contención.

ABSTRACT

The *rectus abdominis* (a.n.) clasically has been described, along with the muscles that are wrapped in its fibro-muscular case, such as those comprising actively the restraining mechanism in the abdomen. However, the bibliography relieved, denotes a lack of specificity in the functions of each muscle. Since some studies suggest that in lower vertebrates the *obliquus externus abdominis* is involved in quadrupedal locomotion and in the respiratory mechanism, It is reasonable to hypothesize about its true role in the visceral containment. Because of all this is that we propose as a general aim of this study to determine the specific functionality of the *obliquus externus abdominis* muscle as a container of the abdomen. To analyze this we have used several methods to study its function, such as electromyography, ultrasounds, anatomical dissection in human corpses and of various species and surgery of the abdominal wall. During the electromiographys and ultrasound we have found that the greatest changes of the *obliquus externus abdominis* muscle were observed during the forced expiration. The results obtained from the surgeries showed that the element to be repaired to avoid an incisional hernia should be the *transversus abdominis* muscle. On the basis of these approaches we found that both oblique behave as external muscles of the thoracoabdominal case, without relevance in the stability of the visceral content. We conclude that the *transversus abdominis* muscle, the deepest of the anterior lateral and posterior wall of the abdomen, and its consequent arrival to the middle line in all its extension both above, as infraumbilical, proves to be the true element of containment.

INTRODUCCION

La Anatomía es una ciencia que debe ser considerada como una parte de la Morfología ocupándose del “*estudio de la imagen, formación y transformación del cuerpo orgánico*” (Opitz, 2004). La misma estudia la figura y estructura del cuerpo humano vivo, e investiga las leyes que rigen el desarrollo de sus formas, en relación con sus funciones y el medio ambiente (Montero Simon, 2010). En particular el conocimiento de la biomecánica del cuerpo humano es de vital importancia al momento de elaborar modelos para el funcionamiento del sistema musculoesquelético (Stalbon, 2008). Incluso en años recientes, el análisis de la distribución y función muscular ha recobrado interés en los estudios filogenéticos (Diogo et al., 2012). Es por esto que se han multiplicado las vías de abordaje dentro del campo de la miología, generando datos para la construcción de modelos para evaluar una función muscular (Stalbon, 2008)

La importancia de la Anatomía Comparada

El método comparativo proporciona una enorme variedad de información, analizando similitudes, diferencias y relaciones filogenéticas. La comparación es una herramienta de alto poder heurístico enfatizando en los aspectos funcionales y evolutivos presentes en las estructuras anatómicas observadas (Kardong, 2014).

Sin embargo no fue hasta mediados del siglo XIX cuando se comenzaron a añadir estudios comparativos a la pura descripción anatómica, constituyendo la morfología comparada, la paleontología y la biología como disciplina general, con científicos como Georges Cuvier (1769-1832), Geoffroy Saint-Hilaire (1772-1844) y Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, Caballero de Lamarck (1744-1829). Coincidentemente con la publicación de Darwin “*El origen de las especies*” en 1859 se consolida ese nuevo paradigma, el cual reemplaza una anatomía estática por una anatomía comparada de orientación evolucionista (Laín Entralgó, 1977). En ese sentido, Karl Gegenbaur, autor de “*Manual de Anatomía Humana*” y “*Bosquejo de anatomía comparada*” cambia por completo la idea descriptiva del anatomista generando una visión del cuerpo humano como, ante todo, un vertebrado bípedo. Dicho autor propuso no

detenerse en la mera descripción de las partes sino que impulsó la búsqueda de explicaciones recurriendo a la morfología comparada filogenética. Laín Entralgó (1977) concluye que tres paradigmas sucesivos y en parte complementarios han surgido en la historia de la anatomía humana: el funcional de Galeno, el arquitectural de Vesalio y el evolucionista de Gegenbaur (Fig. 1.1, 1.2, 1.3).



Fig. 1.1. Galeno



Fig. 1.2. Andrés Vesalio



Fig. 1.3. Karl Gegenbaur

De esta manera se comprende como forma y función están indisolublemente ligadas y el análisis funcional permite comprender de mejor manera el diseño evolutivo del organismo. A su vez, las inferencias que surgen de la comparación permiten establecer homologías y analogías de las estructuras que se analizan (Bee de Speroni et al., 2016). Ya sea en estudios

comparativos sincrónicos (por extrapolación) o diacrónicos (relaciones filogenéticas) debe considerarse que las comparaciones realizadas no son un fin o una conclusión en sí mismo, sino que son una herramienta que será la guía de nuestro análisis y colaborará en la generación de hipótesis acerca del diseño del organismo (Kardong, 2014).

Origen embrionario del tejido muscular

Hacia el día 20 del desarrollo embrionario, a ambos lados de la línea media en la región cefálica el mesodermo comienza a engrosarse y elevarse, originando una segmentación denominada mesodermo para-axial (o somítico) (Gomez Dumm, 2003; Langman 2004; Carlson, 2009). Dicho mesodermo se caracteriza por metamerizarse, vale decir, a presentar una segmentación regular a lo largo del eje del embrión. En un comienzo estos engrosamientos se observan en forma de somitómeros, luego reemplazados por somitos, los cuales alcanzan un número de 42 a 44 pares hacia finales de la 5° semana. En un corte transversal del embrión los somitos se observan de forma cuboide aun con características celulares mesenquimáticas.

Durante la 4° semana, cada somito se delamina en una porción dorsal que pasa a denominarse dermatomo, y una ventral y media: el esclerotomo. (Fig. 1.4).

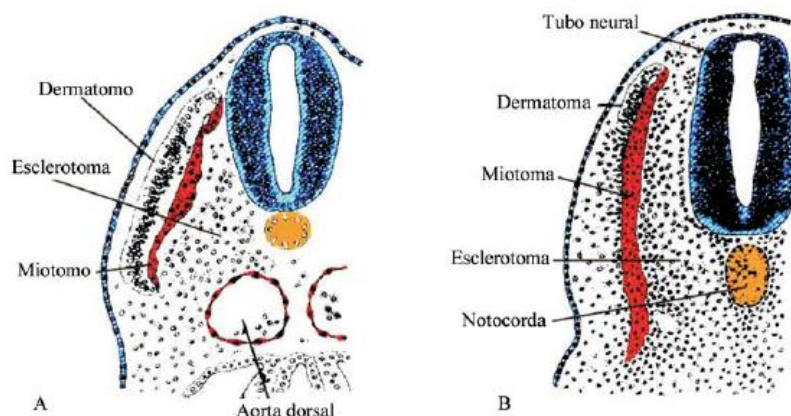


Fig. 1.4. Estadios temprano (A) y tardío (B) del desarrollo del miótomo. Corte transversal del embrión (Langman, 2004)

Este último rodea la notocorda y el tubo neural, siendo su destino final la formación de los tejidos conectivos especializados cartilaginoso y óseo. Por su parte profunda el dermatomo genera una capa denominada miotomo, encargada de originar numerosos músculos esqueléticos. Las células mesenquimatosas miógenas (Carlson, 2009) del miotomo se diferencian en mioblastos, los cuales se fusionan entre sí con sus núcleos alineados formando miotubos. Durante esta etapa se comienzan a producir las miofibrillas con sus respectivas unidades contráctiles o sarcómeros. Luego los núcleos migran hacia la periferia y se aplanan, convirtiendo al miotubo en una fibra muscular esquelética (Langman, 2004; Carlson, 2009) (Fig. 1.5).

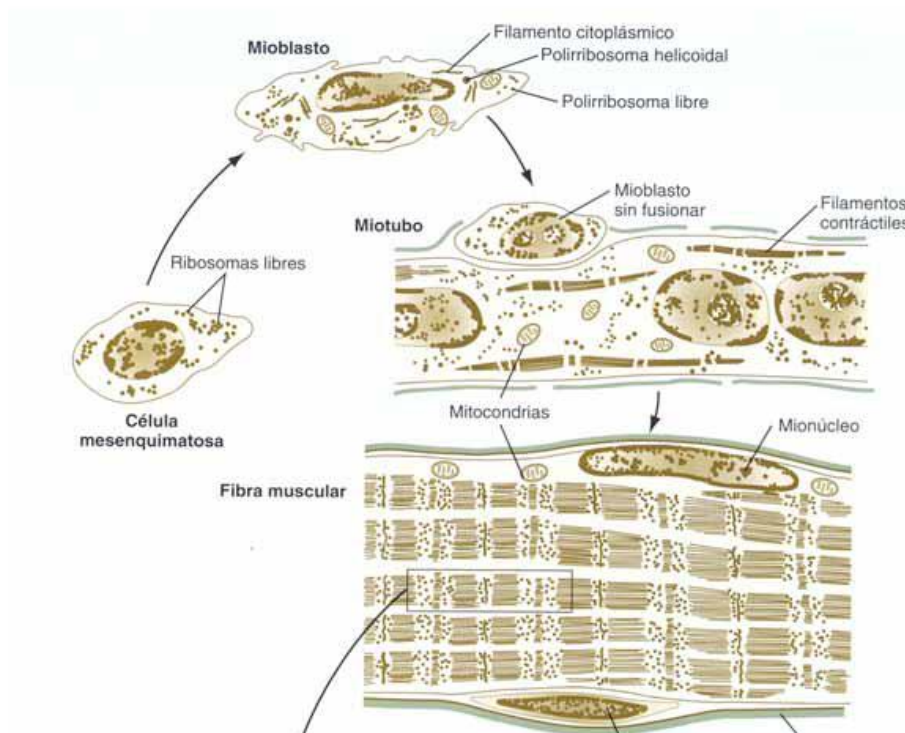


Fig. 1.5. Estadios en la diferenciación morfológica del músculo esquelético (Carlson, 2009).

Ya en la 5° semana el miotomo se delamina en un epímero pequeño, dorsal, y un hipómero, ventral y de mayor tamaño. El carácter segmentario de los músculos derivados del epímero (musculatura epiaxial) y el hipómero (musculatura hipoaxial) desaparece formando grandes hojas musculares. En lo que respecta a este trabajo mencionaremos que a la altura del abdomen, el hipómero desarrolla los músculos flexores de la columna: oblicuo externo (o mayor), oblicuo interno (o menor) y transverso. El borde ventral del hipómero

en tanto forma una columna ventral longitudinal, origen del recto mayor del abdomen (Langman, 2004) (Fig. 1.6.).



Fig.1.6. Grupos de músculos del tronco (Carlson, 2009).

Histología muscular

Las células musculares que generan el movimiento activo son alargadas, de allí que se las denominen fibras musculares, con su eje longitudinal orientado en la dirección del movimiento. En los vertebrados existen tres tipos característicos de fibras musculares, diferenciadas por función y estructura: músculo liso, estriado cardíaco y estriado esquelético (Geneser, 2015) (Fig. 1.7). Este último se fija al hueso y es responsable por el movimiento e los esqueletos axial y apendicular y del mantenimiento de la posición y postura corporal (Ross y Pawlina, 2016). Está compuesto por fibras musculares muy largas, de carácter multinucleado, con sus varios cientos de núcleos ubicados en la periferia.



Fig 1.7. Tipos de musculatura en vertebrados (Ross y Paulina, 2016).

Dichas fibras se reúnen en vainas rodeadas por tejido conectivo y fibras reticulares (endomisio). Un conjunto de estas vainas rodeadas por el perimisio de tejido conectivo forma un haz o fascículo muscular. Por último un músculo se forma por un conjunto de fascículos rodeados por una capa de tejido conectivo denominada epimisio, más o menos entretreído con la fascia muscular circundante (Fig. 1.8). Los vasos sanguíneos y los nervios atraviesan las vainas de tejido conectivo y penetran en el interior del músculo (Grassé, 1976; Genesser, 2015).

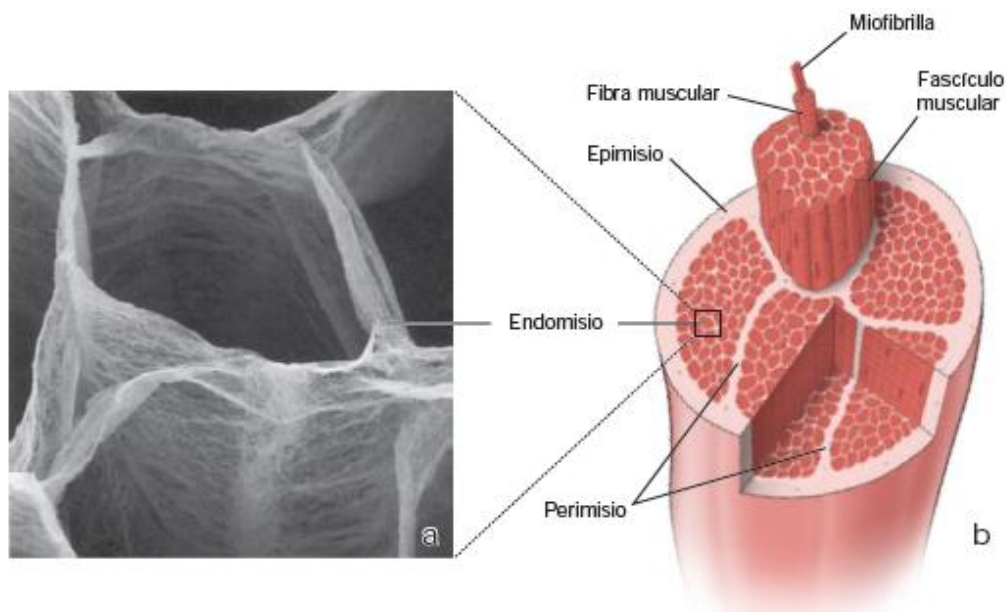


Fig. 1.8. a) Fotomicrografía electrónica del endomisio muscular. b) Esquema de la disposición del endomisio, perimisio y epimisio (Ross y Paulina, 2016).

Microscópicamente cada fibra muscular presenta una serie de finas fibrillas estriadas paralelas, denominadas miofibrillas, de un espesor de 1 a 2 micras. El estriado transversal de bandas claras (isótropas) y oscuras (anisótropas) (Grassé, 1976), se debe a la disposición de los filamentos de actina y miosina, generadores de la capacidad contráctil de la fibra. En el citoplasma de la fibra (sarcoplasma) es de gran desarrollo el retículo

endoplasmático liso (retículo sarcoplásmico) involucrado en la liberación de los iones calcio desde el retículo hacia el sarcoplasma, iniciando la contracción muscular.

Evolución de la musculatura anterior en vertebrados

Para analizar de manera comparada la anatomía muscular debemos recordar que las fibras musculares del tejido estriado esquelético se unen al periostio mediante fibras tendinosas que constituyen tendones estrechos, o láminas: las aponeurosis o fascias. Un músculo se compone en general de un cuerpo (o vientre) carnoso y de dos extremos (cabezas) tendinosas aunque dicha morfología es variable dependiendo de la función del mismo. (Fog- 1.9).

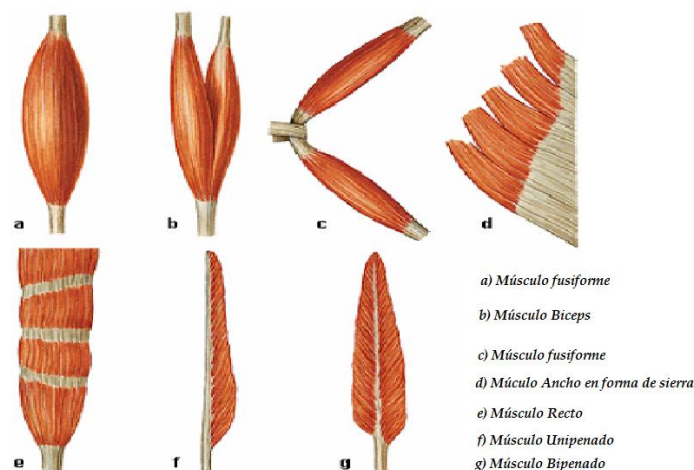


Fig.1.9. Tipos de morfología del músculo (Sobotta, 2012).

Las homologías musculares pueden realizarse a partir de la posición y localización de las inserciones, la inervación o la función que desempeña dicho músculo. Sin embargo, más que cualquier estructura, durante el transcurso de la evolución, los músculos han debido alterar su función y consecuentemente su forma e inserciones según las adaptaciones al medio desarrolladas. Es por esto que el rasgo más estable es la inervación, a partir del cual se realizan las homologías más confiables (Grasse, 1976).

Como ya vimos, la musculatura del tronco (parietal) se origina en el mesodermo para-axial, y la disposición segmentaria original conservada en peces y tetrápodos inferiores se pierde en órdenes superiores progresivamente (Grasse, 1976; Pisanó y Barbieri, 1985).

A continuación expondremos una síntesis de las variaciones anatómicas de la musculatura hipoaxial en vertebrados.

Agnatos

Los agnatos, o peces sin mandíbulas, caracterizan esta primera etapa por presentar una forma muy generalizada. Se suceden dos series laterales de paquetes musculares o miómeros, separados por tabiques de tejido conectivo o mioseptos, los cuales se evidencian como líneas sinuosas sobre la pared muscular en forma de inscripciones tendinosas (Pisanó y Barbieri, 1985; Liem et al., 2001). El primer miómero deriva del 4° somito, ya que los tres primeros originan la musculatura ocular. La división en miómeros permite la creación de ondas alternadas de contracciones que al propagarse cefalocaudalmente mantienen la propulsión natatoria (Grasse, 1976).

Gnatostomados

En esta segunda etapa los gnatostomados, o peces con mandíbulas, la musculatura parietal se segmenta en epiaxial (dorsal) e hipoaxial (ventral). La musculatura hipoaxial presenta menor volumen dado el espacio ocupado por la cavidad celómica, y se separa de la masa epiaxial por medio de un tabique (Fig. 1.10). A los músculos epiaxiales llegan ramas dorsales de nervios raquídeos y a los hipoaxiales ramas ventrales (Grasse, 1976; Liem, 2001).

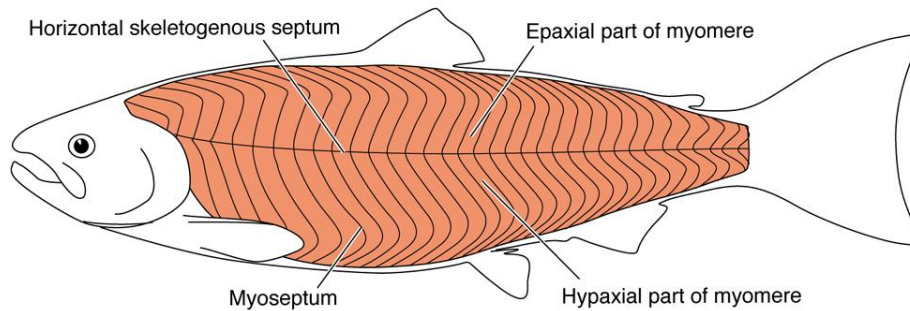


Fig. 1.10. Musculatura epi e hipoaxial en peces con mandíbulas (Liem, 2001).

En la región hipoaxial las inscripciones tendinosas diferencian 3 grandes músculos (Pisanó y Barbieri, 1985):

- a) Oblicuo dorsal
- b) Oblicuo ventral
- c) Recto abdominal

Tetrápodos

Los mayores cambios se dan a causa del cambio de locomoción y la importancia de los apéndices. Las ondulaciones del tronco y cola son aun importantes en algunos taxones (anfibios como salamandras y reptiles como squamates), y los miomeros siguen segmentados, pero con una tendencia a fusionarse para formar músculos de mayor tamaño y carentes de metamerización. Los septos laterales desaparecen aunque las masas epi e hipoaxial aun se pueden reconocer gracias a sus terminaciones nerviosas (ramas dorsales y ventrales de los nervios espinales) (Pisanó y Barbieri, 1985) observándose el límite en las apófisis trasversas vertebrales que se prolongan hasta la pared del cuerpo por una lamina conjuntiva: la fascia lumbodorsalis (Pisanó y Barbieri, 1985).

En urodelos la musculatura parietal deja de ser sinuosa ya que deja de cumplir una función relacionada a la locomoción. La musculatura hipoaxial en

tanto está formada por 4 hojas musculares que forman la musculatura subvertebral, lateral antagonista de la epiaxial (Fig. 1.11):

- a) Oblicuos externos superficiales (de anterodorsal a posteroventral)
- b) Oblicuos externos profundos
- c) Oblicuos internos (de posterodorsal a anteroventral)
- d) Transversos

En anuros este grupo se reduce, y se completa con recto abdominal mientras que en urodelos con rectos superficial y profundo.

En reptiles, además de los oblicuos se agregan los intercostales externos e internos y el *intercostales longii*, que conservan su segmentación (Pisanó y Barbieri 1985) (Fig. 1.11). La capa profunda del recto también es conservada, en este caso marcada por las inscripciones tendinosas

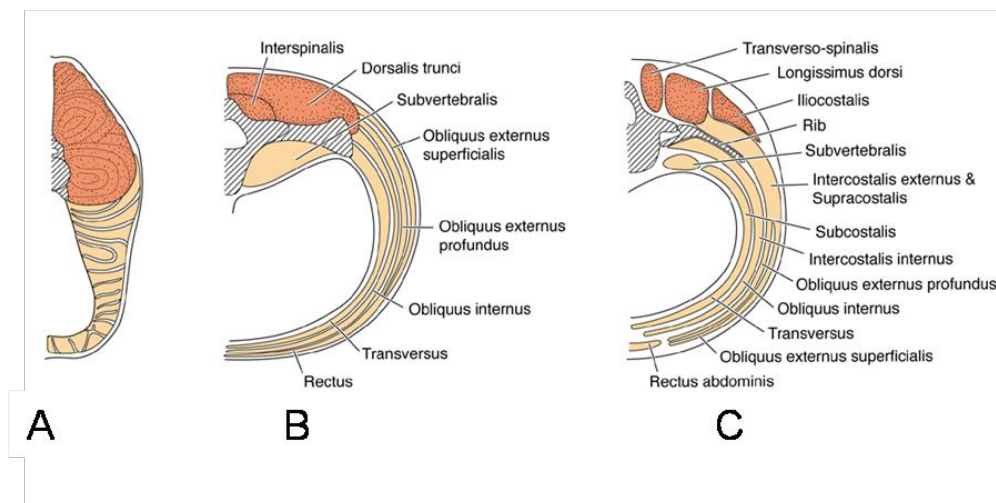


Fig. 1.11. Corte transversal de A) Teleosteos B) Urodelos C) Lagartos. Se observa la disposición de la musculatura epi e hipoaxial (Liem, 2001)

En mamíferos la musculatura hipoaxial se divide en torácica (respiratoria) y abdominal. Dentro del primer grupo podemos mencionar a los intercostales torácicos mientras que la musculatura hipoaxial forma las paredes lateroventrales y laterodorsales de torax y abdomen:

- a) Oblicuos externos
- b) Oblicuos internos
- c) Transversos
- d) Recto del abdomen

La segmentación ya desaparece en el recto que a su vez origina el diafragma, y la musculatura hipoaxial origina el esfínter anal (Grassé, 1976; Pisanó y Barbieri, 1985). En relación al cambio de locomoción en tetrápodos vale mencionar que participan haces del músculo oblicuo externo y el recto (Liem et al., 2001) a la vez que los músculos del tronco son usados para flexión y extensión de la espina y soporte del cuerpo.

Anatomía normal en humanos

La cavidad abdominal se haya circunscripta por formaciones esqueléticas y musculares.

Las formaciones esqueléticas están dadas por la columna vertebral (*C. vertebralis*), en su porción lumbar (*V. lumbares*) y sacra (*V. sacrales*), últimas costillas (*Os costale*), cartílagos costales (*C. costalis*) y huesos coxales (*Os ilium*).

Las formaciones musculares abdominales (*musculi abdominis*) se agrupan clásicamente en cuatro regiones, (Orts y Lorca, 1970; Testut y Latarjet, 1979; Rouviere y Delmas, 2005; Ellis, 2006; Gray, 2010):

1. Región anterolateral
2. Región posterior o lumboilíaca
3. Región superior o diafragmática
4. Región inferior o perineal

Las paredes abdominales constituyen un complejo sistema músculo esquelético que permiten contención abdominal de las vísceras intrabdominales, protección de vísceras sólidas como el hígado, bazo, riñones y además colaboran activamente en diversos movimientos corporales (Hijano

et al., 1981). El esqueleto de esta porción del tronco sólo está formado por los apéndices costiformes (*processus costarius*) de las vértebras lumbares (*vertebrae lumbales*). En cambio, y quizá por esto último, los músculos adquieren una jerarquía preponderante en cuanto a anchura y extensión formando entonces la parte principal de las paredes abdominales. (Poirier et al., 1905). La ausencia de elementos óseos en las paredes laterales y anteriores del cuerpo proporciona al tronco una gran movilidad (Orts y Llorca, 1970).

La región anterolateral de abdomen, la cual nos ocupa en este trabajo, está formada por los siguientes músculos: recto anterior o mayor del abdomen, o simplemente recto del abdomen (*M. rectus abdominis*), piramidal del abdomen (*M. pyramidalis abdominis*), oblicuo mayor o externo del abdomen, (*M. obliquus abdominis externus*) oblicuo menor o interno del abdomen, (*M. obliquus abdominis internus*) y transverso del abdomen (*M. transversus abdominis*) (Orts y Llorca, 1970; Testut y Latarjet, 1979; Rouviere y Delmas, 2005; Ellis, 2006; Gray, 2010), los cuales se describirán detalladamente a continuación (Fig. 1.12).

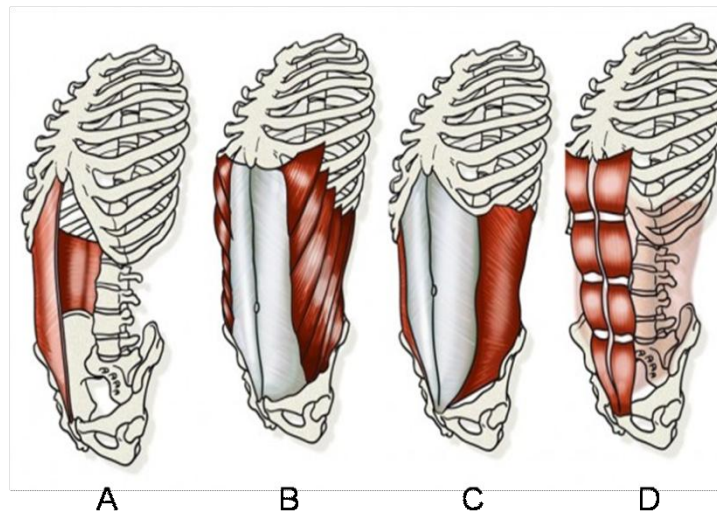


Fig. 1.12. Disposición de los principales músculos de la pared abdominal anterolateral. A) Transverso, B) Oblicuo externo, C) Oblicuo interno, D) Recto

Músculo recto del abdomen

Situado inmediatamente por fuera de la línea media, el recto del abdomen es un músculo acintado, más ancho hacia proximal que hacia distal, que se extiende desde el pubis a la parte anteroinferior del tórax (esternón y costillas medias) con fibras claramente longitudinales. (Testut, 1905; Orts y Llorca, 1970; Rouviere y Delmas, 2005) (Fig. 1.13).

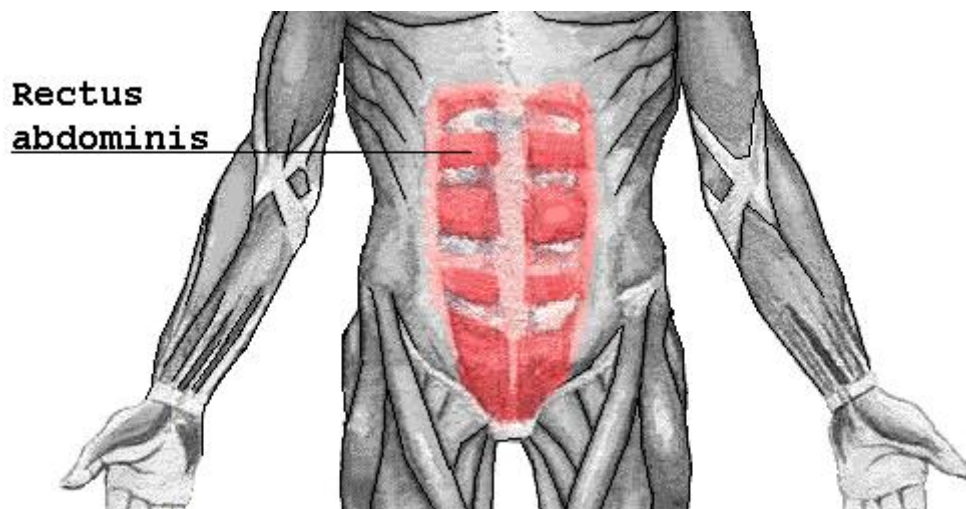


Fig. 1.13. Músculo recto abdominal (Gray, 2000).

Su inserción se da, en su parte inferior, por medio de un tendón aplanado y corto en el cuerpo del pubis (*os pubis*), en el espacio comprendido entre la espina (*tuberculum pubicum*) y la sínfisis, en la vertiente anterior del borde superior y en la cara anterior del hueso (Rouviere y Delmas, 2005). Esta inserción se realiza a través de un tendón cuadrilátero de 25 a 30 milímetros que se fija al borde superior del pubis y ocasionalmente, cuando no existe el músculo piramidal, en su cara anterior. Dicho tendón está generalmente dividido en dos fascículos, uno interno y otro externo más ancho. Las fibras más superficiales (mediales) del fascículo interno se entrecruzan con las del lado opuesto, mientras que las más internas se pierden en la línea blanca (Rouviere y Delmas, 2005) (Fig. 1.14).

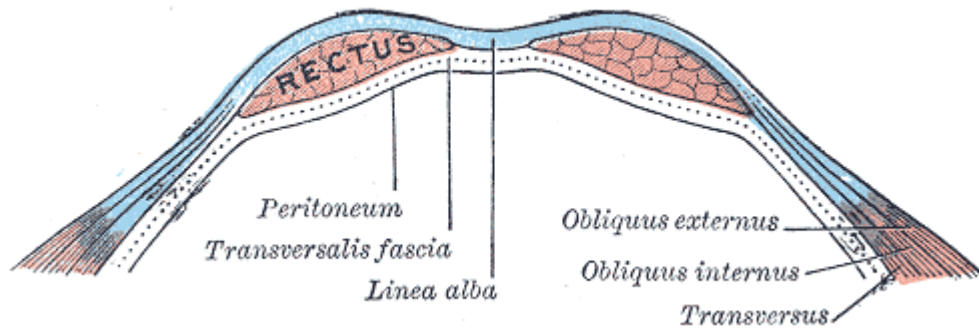


Fig. 1.14. Relación del recto con los demás componentes de la pared abdominal (Gray, 2000).

Del fascículo externo en tanto se desprende hacia afuera una expansión conocida como *ligamento de Henle* (Rouviere y Delmas, 2005).

Desde esta inserción las fibras del músculo recto se dirigen de abajo arriba, las más mediales, verticalmente y las más laterales en forma oblicua hacia fuera, ensanchándose gradualmente a medida que se eleva. Al llegar al tórax se inserta en la cara anterior del 5º, 6º y 7º cartílagos costales y, ocasionalmente, apéndice xifoides (*processus xiphoideus*). Esta inserción tiene lugar por tres digitaciones, de las cuales la más lateral se inserta en el cartílago más craneal (5º) y la más medial en el más caudal (7º) (Rouviere y Delmas, 2005).

El músculo recto del abdomen está interrumpido en forma regular por intersecciones aponeuróticas (*inscripciones tendíneas*), de cantidad variable, (Testut, 1905; Orts, 1970). Se cuentan generalmente tres o cuatro, (dos a cinco según Rouviere y Delmas, 2005) una a nivel del ombligo, dos encima de éste y otra (si la hubiera) por debajo (Rouviere Delmas, 2005), lo que al decir de Orts y Llorca (1970), lo convierte en un músculo poligástrico. Estas intersecciones pueden ocupar todo el ancho del músculo o una parte de él, ser rectilíneas o sinuosas, transversales u oblicuas, pero en todos los casos son incompletas en dirección ventrodorsal, por lo que las fibras musculares no están interrumpidas en la cara profunda del músculo (Rouviere y Delmas, 2005).

Loth (1915) señala diferencias interpopulacionales, estimando para africanos cinco o seis intersecciones mientras que para caucásicos comprueba dos intersecciones en el 3 %, tres en el 38 %, cuatro en el 57% y hasta cinco en el 10 % de la población.

Estas intersecciones serían homólogas de las costillas, lo propio que las intersecciones que se encuentran en el esternocleidohioideo (*M. sternohyoideus*) y en el esternotiroideo (*M. sternothyroideus*) en el cuello (Hijano, 1984). Deberían ser consideradas como representación, en la línea media anterior, de las hendiduras transversales del cuerpo humano, es decir, de la metamería, representadas hacia dorsal por las articulaciones de las vértebras, a los lados, por las costillas, y por delante por las esternebrias. Esta hipótesis, aceptada por años, que admite que las intersecciones serían los restos o vestigios de algunos de los mioseptos primitivos de los seis o nueve miotomos que forman el músculo recto, presenta algunos aspectos falsos, pues cuando en el embrión se reúnen las partes ventrales de los miotomos para originar el recto, los mioseptos “...no se pueden reconocer...” (Orts y Llorca, 1970) de lo que se deduce que la segmentación del músculo es un hecho secundario, probablemente fisiológico, de adaptación, confirmado, además, por las observaciones de Orts y Llorca (1970): “...cuando un músculo de fibras paralelas recibe varios nervios que se distribuyen en distintas porciones de su longitud, la contracción de las mismas origina una porción neutra intermedia que se transforma secundariamente en tejido fibroso”.

El músculo recto del abdomen se encuentra encerrado en una vaina fibrosa muy resistente formada por las aponeurosis de inserción de los tres músculos, oblicuo externo, oblicuo interno y transversal (*vagina m. recti abdomini*), que será descrita más adelante.

Está irrigado por la arteria epigástrica caudal (*A. epigastrica caudalis*) que penetra en la vaina del recto por su parte lateral y caudal. Dicha arteria asciende dividiéndose en ramas que penetran en el espesor del músculo y se anastomosan por encima del ombligo por inosculación, con ramas de la epigástrica craneal (*A. epigastrica cranialis*) procedente de la mamaria interna (*A. thoracica interna*).

Este músculo está innervado por los seis últimos nervios intercostales y la rama abdominal del nervio abdominogenital mayor (*N. iliohypogastricus*). Estos nervios penetran en la vaina entre el oblicuo menor y el transversal dividiéndose previamente en minúsculos ramos acompañados de pequeños vasos, ramas de las arterias intercostales.

Músculo piramidal del abdomen

El músculo piramidal del abdomen es un pequeño músculo inconstante (Rouviere y Delmas, 2005) situado a cada lado de la línea media en la región anterior e inferior del abdomen. Como su nombre lo indica tiene una forma triangular de base hacia abajo y vértice hacia arriba (Fig. 1.15).

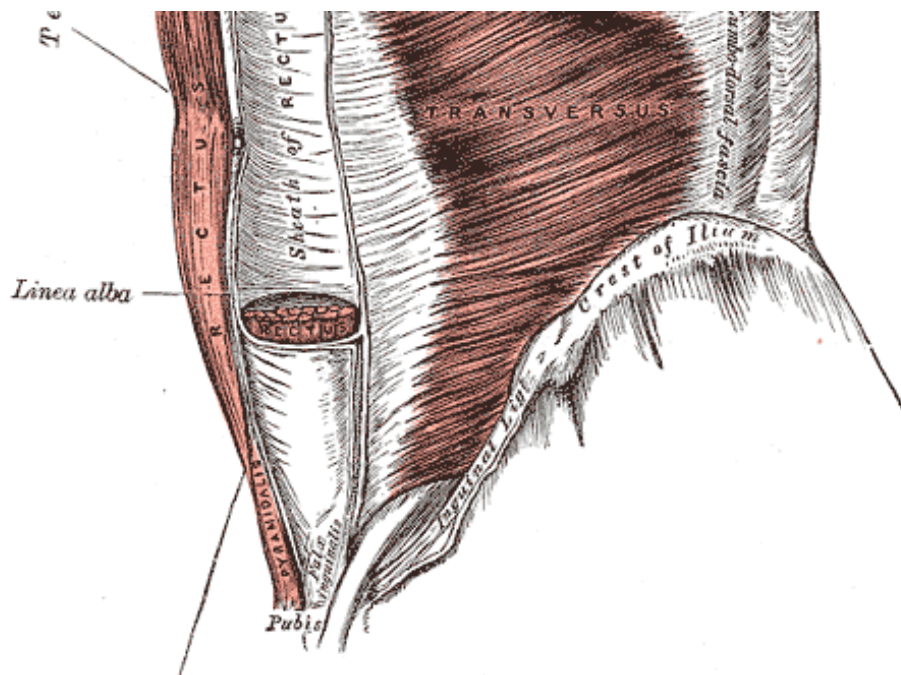


Fig. 1.15. Detalle de la ubicación del músculo piramidal (Gray, 2000).

Se inserta, por abajo, en el borde superior del pubis, entre la sínfisis y la espina, por debajo del recto mayor. Desde ahí se dirige hacia arriba y adentro terminando en la línea blanca, en un punto equidistante entre el ombligo y el pubis (Rouviere y Delmas, 2005).

Su inervación es muy variada. Generalmente es un nervio único que proviene del duodécimo intercostal, en el caso de aumentar su número se suman nervios provenientes de las ramas abdominales del abdominogenital mayor y menor.

Su vascularización es la misma que la porción más inferior del recto.

Músculo oblicuo externo (o mayor)

El músculo oblicuo externo del abdomen es el más superficial y extenso de los músculos de la pared abdominal, y si lugar a dudas, el más extenso de la economía (Gray, 2010). De forma irregularmente cuadrilátera, dirige sus fibras oblicuamente de arriba hacia abajo y de afuera hacia adentro desde la parte media e inferior del tórax hasta la línea media anterior (o línea blanca), la cresta ilíaca y el pubis (Rouviere y Delmas, 2005; Ellis, 2006; Gray, 2010) (Fig. 1.16).

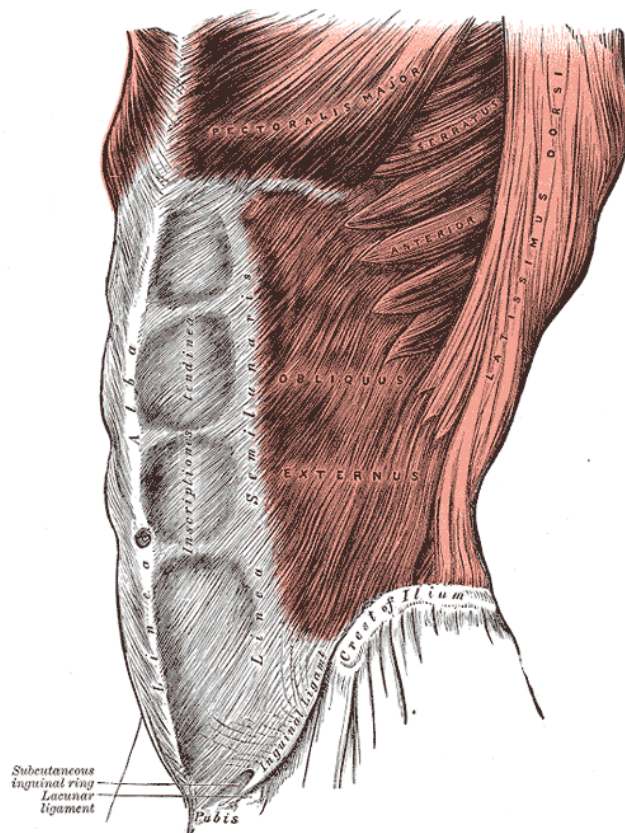


Fig. 1.16. Músculo oblicuo externo izquierdo en vista lateral (Gray, 2000).

Se inserta en la cara externa y borde inferior de las siete u ocho últimas costillas, por otras tantas digitaciones que se entrecruzan con las digitaciones del serrato mayor (*M. serratus magnus*), correspondientes a las cinco primeras costillas, y con las del dorsal ancho (*M. latissimus dorsi*) para las tres últimas, entrelazándose como los dedos de las manos, de donde proviene el nombre de digitaciones. Estas digitaciones representan en conjunto una línea dentada que

se dirige oblicuamente de arriba hacia abajo y de atrás hacia adelante (Gray, 2010).

Desde esta línea de inserción costal el oblicuo mayor se expande a la manera de un abanico dirigiéndose a la vez hacia abajo, adelante y adentro. Los fascículos superiores o anteriores son casi horizontales, los fascículos inferiores o posteriores siguen una dirección vertical, por último, los fascículos medios, entre los horizontales y verticales, siguen una dirección más o menos oblicua. Estos últimos, que provienen de la octava y novena costilla, presentan las fibras más largas del músculo (Rouviere y Delmas, 2005).

Las inserciones terminales de los tres fascículos de este músculo son muy complejas. Se dirigen sucesivamente, a la cresta ilíaca, al borde anterior del hueso coxal, al pubis y a la línea blanca. Describiremos por separado cada una de estas inserciones.

Inserciones en la cresta ilíaca: Los fascículos posteriores e inferiores, es decir, los que presentan una dirección vertical, provienen de la décima, undécima y duodécima costilla y se insertan en el labio externo de la cresta ilíaca a través de un tendón corto, más carnoso que aponeurótico, y en la espina ilíaca anterosuperior, con un tendón más aponeurótico que carnoso.

Inserciones en el borde anterior del hueso coxal: Los fascículos que siguen provienen de la octava y novena costilla y se dirigen al borde anterior del hueso coxal, no pueden acceder a él debido a que éste se encuentra ocupado por algunos elementos que se dirigen de la pelvis al muslo y viceversa. Estos son, el psoas ilíaco, que ocupa el intervalo entre la espina ilíaca anterosuperior y la eminencia iliopectínea; la arteria femoral y la vena femoral; los vasos linfáticos del muslo y, por último, el músculo pectíneo (Rouviere y Delmas, 2005; Gray, 2010).

De manera tal que el borde anterior del hueso coxal sólo queda libre en el borde superior de la cresta pectínea hasta la espina del pubis. Es en esta porción pequeña, de unos 20 a 24 milímetros, donde van a insertarse los haces del oblicuo mayor. Esta porción de inserción ha recibido el nombre, que Testut (1905) considera impropio, de ligamento de Gimbernat. Esta consideración se basa en que en realidad no es un ligamento en sí mismo ni una porción independiente, sino la porción pectínea o porción gimbernática de la aponeurosis de inserción del oblicuo mayor (Testut, 1905).

De esta manera, la inserción en el borde anterior del hueso coxal de la aponeurosis del oblicuo mayor, forma una especie de arco o puente que se extiende desde la espina ílica anterosuperior a la espina del pubis, dejando por debajo y hacia atrás todas las formaciones que van desde la pelvis al muslo ya mencionadas. Este puente es una tensa cinta aponeurótica denominada arco crural (Testut, 1905) o *arcus cruralis* de los anatomistas alemanes (Loth, 1915; Spalteholz, 1975; Hollinshead, 1983; Pernkoff, 1995), siendo numerosos los nombres con los que otros anatomistas lo han mencionado. Así, lo podemos encontrar como *arco femoral*, *cintilla iliopubiana*, *ligamento de Falopio*, *ligamento de Poupart*, *cintilla inguinal*, o *cintilla inguinocrural* (ver Huan Li, 2015), correspondiente en anatomía de superficie al pliegue de la ingle.

Inserción en el pubis: Los haces aponeuróticos que continúan hacia la línea media desde su inserción en la cresta pectínea, se van a insertar al pubis, entre su espina y la sínfisis, adoptando una disposición particular para permitir el paso al cordón espermático en el hombre y al ligamento redondo en la mujer. De esta manera, estas fibras del oblicuo externo, se agrupan en tres fascículos, a saber:

- a) Fascículos superficiales: Comprenden un fascículo externo y uno interno. El primero se inserta en la espina del pubis (en su mayor parte) y en el tendón del aductor mediano. El interno se dirige hacia la sínfisis del pubis confundándose con los fascículos internos procedentes del oblicuo mayor del lado opuesto.

Los dos fascículos, externo e interno, al separarse, constituyen el denominado pilar externo y e interno respectivamente, limitando un espacio triangular de base inferior. Ambos pilares se hallan reforzados en su extremo proximal por un grupo de fibras transversales denominadas *fibras intercolumnarias*, *fibras de aspa*, *fibras arciformes* o *fibras de Poirier y Mc Kenzie* que redondean este orificio triangular formando, de esta manera, el orificio superficial del trayecto inguinal (Testut y Latarjet, 1979).

- b) Fascículo profundo: está situado por detrás del pilar interno, dirigiéndose a la línea media a la que cruza para ir a terminar en el labio anterior del borde superior del pubis del lado opuesto, se lo denomina pilar posterior o ligamento de Colles. Ambos pilares

posteriores, derecho e izquierdo, se entrecruzan en la línea media por delante de los músculos rectos mayores, para ir a fijarse, el derecho, en el pubis izquierdo y el izquierdo en el pubis derecho (Testut y Latarjet, 1979).

Inserción en la línea blanca: Todos los fascículos de la aponeurosis del oblicuo mayor que se encuentran por encima de los que se insertan en el pubis se dirigen hacia la línea media. Allí terminan entrecruzándose con los del lado opuesto, constituyendo, junto con las otras aponeurosis de los músculos anchos, un rafe sumamente resistente que se extiende desde la sínfisis pubis al apéndice xifoides y que se designa con el nombre de línea blanca (Gray, 2010).

La irrigación de este músculo está dada por ramas de las cuatro últimas arterias intercostales y arterias lumbares. En su inserción ilíaca, por la circunfleja ilíaca profunda que a la altura de la espina ilíaca anterosuperior origina un ramo denominado en cirugía *arteria de la apendicectomía*, pues se la secciona a menudo cuando se prolonga la incisión de la aponeurosis del oblicuo mayor hacia la porción carnosa (Testut y Latarjet, 1979).

El músculo oblicuo externo está innervado por las ramas abdominales de los nervios intercostales inferiores y por las ramas abdominales de los nervios abdominogenital mayor y abdominogenital menor, los cuales penetran el músculo por su cara profunda.

Músculo oblicuo interno (o menor)

El oblicuo interno se ubica inmediatamente por detrás del oblicuo externo. Aplanado y ancho, dirige sus fibras en sentido contrario a éste y se extiende desde la región lumboilíaca a las últimas costillas, a la línea blanca y al pubis (Rouviere y Delmas, 2005; Ellis, 2006; Gray, 2010) (Fig. 1.17).

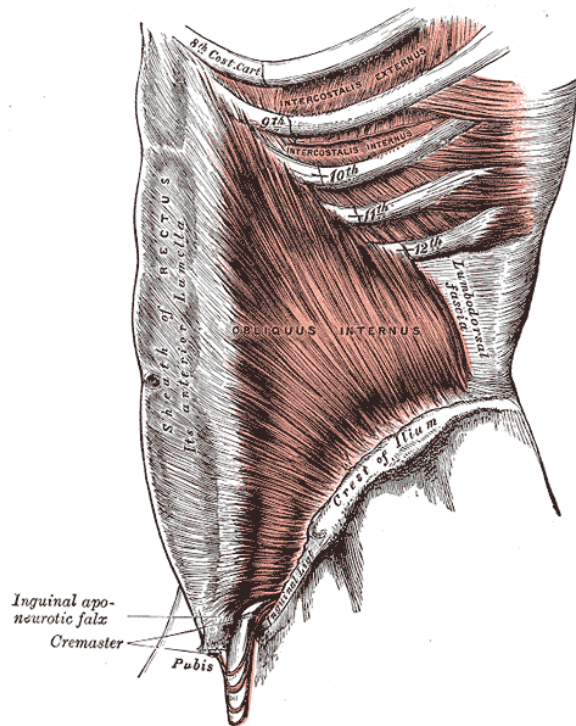


Fig. 1.17. Músculo oblicuo interno izquierdo en vista lateral (Gray, 2000).

Se origina en el tercio externo del arco crural, en la espina ilíaca anterosuperior y entre los labios externo e interno de la cresta ilíaca en sus dos tercios anteriores. Por detrás, su aponeurosis posterior, fusionada con la del dorsal ancho, se inserta en la apófisis espinosa de la primera vértebra sacra y la última lumbar (Rouviere y Delmas, 2005).

Desde esta extensa línea de inserción inferior y posterior, las fibras se dirigen como un abanico a la duodécima costilla, apéndice xifoides y hacia el pubis. Presenta, por lo tanto, tres fascículos:

Fascículos posteriores: Proviene de la aponeurosis lumbar y de la parte media de la cresta ilíaca y se dirigen en forma oblicua hacia arriba a los tres a cinco últimos cartílagos costales, continuándose, en el intervalo de estos con los músculos intercostales internos. Estos últimos representan en el tórax lo que el oblicuo menor en el abdomen.

Fascículos anteriores: Estos, que son a su vez los más inferiores, se fusionan con los fascículos correspondientes del músculo transversal subyacente, para formar el tendón conjunto e insertarse al borde superior del pubis, específicamente en su espina del pubis y cresta pectínea.

Fascículos medios: Se dirigen hacia la línea media a través de una gran aponeurosis: aponeurosis anterior del oblicuo menor. Al llegar esta aponeurosis al borde externo del recto mayor (ya que como vemos ambos músculos se encuentran a esta altura en el mismo plano) ésta se divide en dos hojas, una anterior y la otra posterior. La hoja anterior pasa por delante del recto anterior y se fusiona con la aponeurosis del oblicuo mayor para ir a insertarse, junto con la del lado opuesto a la línea media. La hoja posterior pasa por detrás del recto mayor y se fusiona con la aponeurosis del transversario para insertarse, junto con la del lado opuesto en la línea media (Testut y Latarjet, 1979).

Esta disposición de la hoja posterior, a diferencia de lo que describen la mayoría de los autores (Rouviere y Delmas, 2005; Gray, 2010), ocurre desde el apéndice xifoides al pubis. Es decir, el desdoblamiento de la aponeurosis anterior del oblicuo menor en una hoja anterior y otra posterior, ocurre a todo lo largo del borde externo del recto mayor (Hijano et al., 1981).

Este músculo está irrigado por las colaterales externas de la epigástrica y de la mamaria interna, por las dos últimas intercostales, por la cuarta lumbar y por las ramas ascendentes de la circunfleja ilíaca profunda (Rouviere y Delmas, 2005).

El músculo oblicuo interno está inervado por los últimos cuatro nervios intercostales y las ramas abdominales del abdominogenital mayor y menor. Los filetes de estos nervios penetran, como en el músculo precedente, por su cara posterior (Rouviere y Delmas, 2005).

Músculo transversario del abdomen

Situado inmediatamente detrás del oblicuo interno, el músculo transversario recibe su nombre por la orientación de sus fascículos. Es un músculo cuadrilátero que se extiende desde la columna vertebral a la línea blanca, carnoso en su parte media y tendinoso en sus extremos, forma, junto con su homólogo, un cilindro hueco, cuya concavidad se dirige hacia las vísceras abdominales (Ellis, 2006; Gray, 2010) (Fig. 1.18).

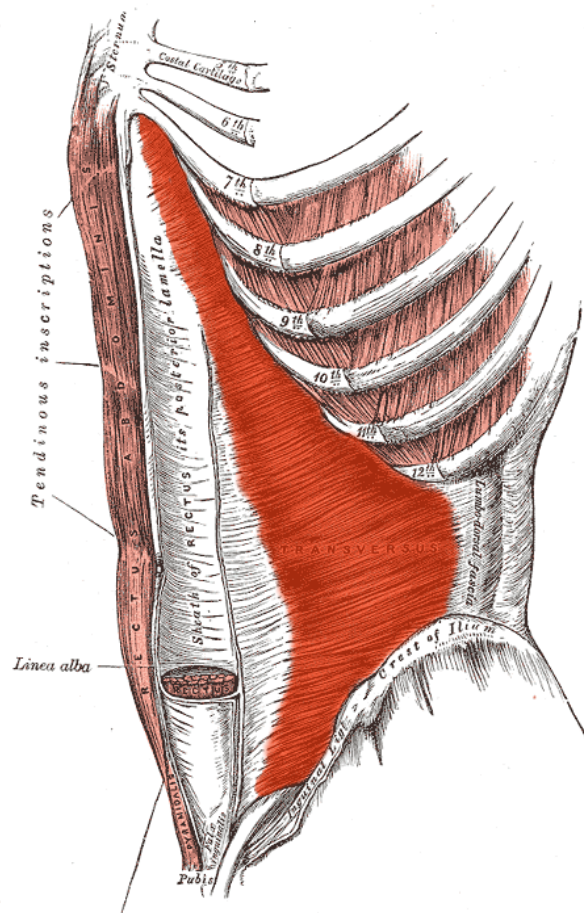


Fig. 1.18. Músculo transverso en vista lateral (Gray, 2000).

Este músculo se inserta en su origen en la cara interna de la porción cartilaginosa de las seis últimas costillas a través de digitaciones que se entrecruzan con digitaciones del diafragma, en el labio interno de la de la cresta ilíaca, en sus tres cuartos anteriores, en el tercio externo del arco crural (al igual que el oblicuo interno) y en las apófisis costiformes de la columna lumbar a través de una ancha aponeurosis denominada aponeurosis posterior del transverso (Rouviere y Delmas, 2005).

De estas tres zonas de inserción, costal, lumbar e ilíaca, los fascículos del transverso se dirigen hacia adelante en una ancha aponeurosis: aponeurosis anterior del transverso. Al llegar a la altura del borde externo del recto mayor esta se fusiona con la hoja posterior de la aponeurosis anterior del oblicuo menor y juntas pasan por detrás del recto mayor, llegando así a la línea blanca para entrecruzarse con la del lado opuesto.

Los haces musculares provenientes del tercio externo del arco crural se insertan en el pubis y en la cresta pectínea, fusionándose con los haces

pubianos del oblicuo interno, formando lo que los anatomistas anglosajones denominan tendón conjunto (Gray, 2010). De manera tal que el tendón conjunto no es otra cosa que el tendón común de los fascículos inferiores de los músculos oblicuo menor y transversos.

Su vascularización es muy pobre si la comparamos con los músculos antes descritos. En su tercio proximal recibe ramos de la mamaria interna, más abajo y hacia fuera, por las colaterales externas de la epigástrica y por último recibe ramos de la circunfleja (Rouviere y Delmas, 2005).

El músculo transversos está innervado, al igual que el oblicuo interno, por los cuatro últimos intercostales y las ramas abdominales del abdominogenital mayor y menor, pero a diferencia que el resto de los músculos descritos, estos filetes nerviosos penetran al músculo por su cara anterior (Rouviere y Delmas 2005).

Podríamos agregar que hay una correlación entre los músculos del tórax y del abdomen. Como vemos el oblicuo mayor sería una continuidad del serrato mayor y del dorsal ancho, el oblicuo menor sería el equivalente a los intercostales internos y por último el transversos, el más profundo se correlaciona con el diafragma.

Función de los músculos de la pared abdominal

Clásicamente se ha descrito que el recto mayor del abdomen con los músculos que lo envainan en su estuche fibro-muscular son los que forman activamente el mecanismo de contención en el abdomen. Es decir la acción conjunta de los cuatro músculos de la zona: oblicuo externo, oblicuo interno, transversos y el mencionado recto. Es así que la actitud sinérgica de ambos transversos tensa horizontalmente la vaina del recto, la actitud sinérgica del oblicuo externo de un lado (fibras descendentes) con el oblicuo interno del otro (fibras ascendentes) tensaría oblicuamente la vaina, ocurriendo de manera opuesta en el lado contrario. Este mecanismo de tensado de la vaina generaría la contracción efectiva del recto mayor del abdomen, produciendo así la flexión del tórax sobre el abdomen. Cerezo y Ponisio (1989) han expresado la relevancia del movimiento “...sincrónico, simétrico, con el cuerpo derecho, sin

rotación sobre sus ejes, principalmente el axial permitiendo de esa manera la contracción de la cincha abdominal conjunta (...)”.

Sin embargo, en el resto de la bibliografía relevada, se denota una falta de especificidad en las funciones de cada músculo. La mayoría de los autores le atribuyen a todos una misma acción, con algunas pequeñas diferencias individuales (Testut y Latarjet, 1979; Rouviere y Delmas, 2005; Ellis, 2006; Gray, 2010); incluso algunos no expresan claramente su función (Poirier et al. 1905). Sólo a modo de ejemplo, Testut y Latarjet (1979) señalan como función de los oblicuos externos e internos: *“Desciende las costillas (espirador), flexiona el tórax, comprime las vísceras abdominales”*. Gray (2010) por su parte señala: *“(…) los músculos abdominales comprimen las vísceras constriñiendo la cavidad abdominal, ayudados por el descenso del diafragma. (...) rotan y giran el torso (...), y el recto flexiona la columna vertebral. Los piramidales son tensores de la línea alba”*.

Asimismo, se describe en forma similar la disposición de estos músculos tanto en la región supra como en la infraumbilical, sin considerar, en la primera, músculos como el pectoral mayor, que sin lugar a dudas, al formar parte de la vaina de los rectos, constituye una verdadera estructura parietal al abdomen y contribuye al tensado a la vaina (Niedfeld et al., 1971; 1979). En efecto, el pectoral mayor, músculo braquio-tóraco-abdominal, entra en la constitución de la vaina, en especial en el sector torácico de la misma, ubicándose ventralmente al recto mayor, entrelazando sus fibras aponeuróticas con el pectoral mayor del lado opuesto de manera que al formar parte de la vaina, forma parte de la pared, ya que al decir de Eugenio A. Galli *“los músculos se insertan tan lejos como lo hacen sus aponeurosis”*.

Dorsalmente al recto, y en este mismo sector alto (torácico) encontramos la parrilla condrocostal y los músculos intercostales, constituyendo la pared posterior de la vaina (Niedfeld, 1971) Por debajo del reborde costal, siempre ubicados en la región supraumbilical y no más abajo, es el oblicuo externo quien se dispone ventral al recto, junto con el aporte de la hoja anterior de desdoblamiento de oblicuo menor, la cual no toma inserción en el reborde costal y no llega a tapizar las porciones más altas de este sector.

Dorsalmente al recto, se disponen la hoja posterior del oblicuo interno y por fin, el músculo transverso, que tiene la característica, en este sector, supraumbilical, de llegar carnoso hasta la línea media.

En la región infraumbilical ya no encontramos al pectoral mayor. Asimismo el oblicuo externo se separa de la vaina y el oblicuo interno es más lateral que anterior. Sólo queda el transverso con la misma disposición que en la región supraumbilical, el cual ya no arriba en forma carnosa a la línea media sino aponeurótico (Rouviere y Delmas, 2005).

Esta síntesis anatómica, parecería, a simple vista, la descripción de sutiles diferencias morfológicas con lo clásicamente descrito. Sin embargo al analizar la bibliografía específica de los últimos años, junto a disecciones preliminares de otros vertebrados, surge la posibilidad de que estas variaciones estuviesen representando sustanciales diferencias fisiológicas y biomecánicas con implicancias médicas y quirúrgicas. Cerezo y Ponisio (1989) ya sugieren que el principal músculo contenedor abdominal es el transverso, detallando otras funciones para los oblicuos.

Objetivos

Puesto que algunos estudios sugieren que en vertebrados inferiores el oblicuo externo está involucrado en la locomoción cuadrúpeda y en el mecanismo respiratorio (Duellman y Trueb, 1986; O'Reilly et al., 2000), es razonable hipotetizar sobre su real papel en la contención visceral en nuestra especie. Por todo lo expuesto, se plantea como objetivo general del presente trabajo definir desde el punto de vista biomecánico la función de los músculos de la pared antero lateral del abdomen.

Como objetivos específicos se intentará demostrar que principalmente la función de cincha muscular y contención de las vísceras abdominales está dada por el músculo transverso del abdomen, a la vez que se determinará la funcionalidad del músculo oblicuo externo. Específicamente se describirán las variantes interespecíficas de dicha musculatura y se analizará la potencialidad de los diversos métodos de análisis utilizados.

MATERIAL Y METODOS

Los objetivos planteados serán alcanzados a partir de diversos métodos. Algunos de ellos se basaron en el registro gráfico de la actividad muscular, tales como electromiografías (EMG) y ecografías de la pared abdominal. Otros métodos refieren a disecciones anatómicas en cadáveres humanos y de diversas especies a fin de realizar un estudio comparado. Por último, se evaluó la actividad muscular a partir de múltiples cirugías de pared abdominal producidas por defectos de la misma.

Electromiografías

La electromiografía (EMG) proporciona datos acerca de la actividad eléctrica de los músculos esqueléticos, su fisiología e inervación. Dentro de sus múltiples aplicaciones posibilita la ubicación de lesiones, parálisis, o defectos en la transmisión del impulso nervioso.

Los comienzos de dichos estudios, aunque rudimentarios, dieron inicio al conocimiento de la relación entre el sistema nervioso y el muscular. Trabajos como los de Redi (1666) y Walsh (1773) con musculatura de la raya eléctrica (pez de la familia Torpedinidae) (Wu, 2007). Hacia finales del siglo XVIII, Galvani demostró el inicio de una contracción muscular a partir de un impulso eléctrico, y décadas más tarde Raymond comprobó que dicha actividad podía ser registrada. Durante las décadas de 1930 y 1940 comenzaron a producirse innovaciones en los electrodos, haciéndose rutinario en la clínica para el tratamiento de desordenes musculares mayores hacia 1960 (Cram y Kasman, 1998). A comienzos de la década de 1980, Cram y Steger introdujeron un método clínico para escanear una variedad de músculos en conjunto utilizando un dispositivo EMG sensible (Cram y Kasman, 1998).

La EMG se basa en la excitabilidad de la fibra muscular, siendo el interior negativo con respecto al exterior. Mediante un electrodo situado en el interior de la fibra y otro en el exterior se puede registrar una diferencia de potencial de reposo de unos 90 milivoltios, debido a las diferentes concentraciones de iones Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Cl^- , etc. La unidad de estudio de la EMG es la unidad motora, comprendida por un grupo de fibras musculares inervado por una motoneurona de la médula espinal o de un núcleo motor del

tallo cerebral. En el electromiograma se registra la actividad del músculo y en él se puede distinguir la acción de sus unidades motoras, sus variaciones características y las relaciones entre unidades.

Los electrodos que recogen la actividad eléctrica del músculo pueden ser superficiales o profundos. Los primeros son pequeños conos o discos metálicos que se adaptan íntimamente a la piel, sumado a la aplicación de pasta conductora. Con su aplicación puede obtenerse la electrogénesis global de músculo. Los electrodos profundos o de inserción (electrodos de aguja) son mas invasivos, pero permiten determinar el territorio de la unidad motora.

Ambos tipos se complementan con amplificadores que posibilitan la observación de los potenciales en la pantalla de un osciloscopio (pantalla de un tubo de rayos catódicos) y/o en un registro permanente sobre papel.

En la actividad voluntaria, los potenciales de unidad motora son el objeto de estudio, y consisten en la suma de los potenciales de acción de grupos de fibras musculares que se están contrayendo al mismo tiempo. Pueden ser monofásicos, bifásicos, trifásicos o polifásicos, con cinco o más fases. Su duración está comprendida entre 2 y 15 ms y su amplitud entre 100 μ V y 2 mV, aunque estas magnitudes dependen mucho del tipo de electrodos empleado y del músculo considerado. En el trabajo aquí presentado la duración fue de 100ms y 1s, mientras que la amplitud osciló entre 12 y 153 μ V x ms. Ancho de banda = 10 to 5000 Hz, Gan (μ V/Div) = 100. Se utilizó un Equipo AKONIK BIO-PC de electromiografía (EMG) (Fig. 2.1) con registro de 3 canales simultáneo, con la aplicación de electrodos de superficie (Fig. 2.2). El equipamiento utilizado pertenece al Servicio de Neurología del Hospital de Niños Sor María Ludovica de la Ciudad de La Plata.



Fig. 2.1. Equipo utilizado para el análisis de EMG.



Fig. 2.2. Individuo con electrodos de superficie durante la evaluación de EMG

La electromiografía cinesiológica permite analizar un músculo en un cuerpo en movimiento. Sin embargo, su uso se aplica al análisis de acciones estáticas que requieren un esfuerzo muscular de carácter postural (Massó et al., 2010). Este registro permite:

- 1) Determinar si el músculo está activo o inactivo.
- 2) Establecer el grado de actividad
- 3) Observar el tipo de relación o interacción entre los músculos estudiados (coordinación intermuscular)

Los músculos elegidos para el registro de su actividad eléctrica fueron aquellos componentes principales de la pared antero-lateral abdominal:

- 1) oblicuo externo
- 2) oblicuo interno
- 3) transverso

Al registrarse la actividad a partir de electrodos de superficie, el resultado es la suma algebraica de los potenciales de acción de todas las unidades motoras del músculo. Sin embargo, las fibras musculares más alejadas del electrodo afectan de menor manera que aquellas adyacentes. Es por esto que el registro final está compuesto y depende de

- a) la distribución espacial de las unidades motoras en relación a la ubicación del electrodo y
- b) la duración del registro

La colocación del electrodo debe realizarse sobre una zona alejada de la acción de otros músculos adyacentes para evitar interferencias (Floyd y Silver, 1950), fenómeno denominado *cross-talk* (Massó et al., 2010). Cada músculo se examinó mediante la colocación de dos electrodos, separados por una distancia de uno o dos centímetros entre ellos

Para los oblicuos externos derechos e izquierdos se ubicaron un par de electrodos simétricamente sobre la espina ilíaca antero superior, en un punto equidistante de la cresta ilíaca y de las costillas. Para los oblicuos internos y transversos un par de electrodos se colocó sobre un triángulo formado por el borde lateral del recto, el ligamento inguinal y la línea que uniría la espina ilíaca antero superior con el ombligo (Cran y Kasman, 1998) (Fig. 2.3). Un electrodo de referencia fue ubicado en la tuberosidad tibial, lejos de la zona de registro y en un tejido eléctricamente neutro. La ubicación de los electrodos fue verificada regularmente durante la contracción voluntaria.

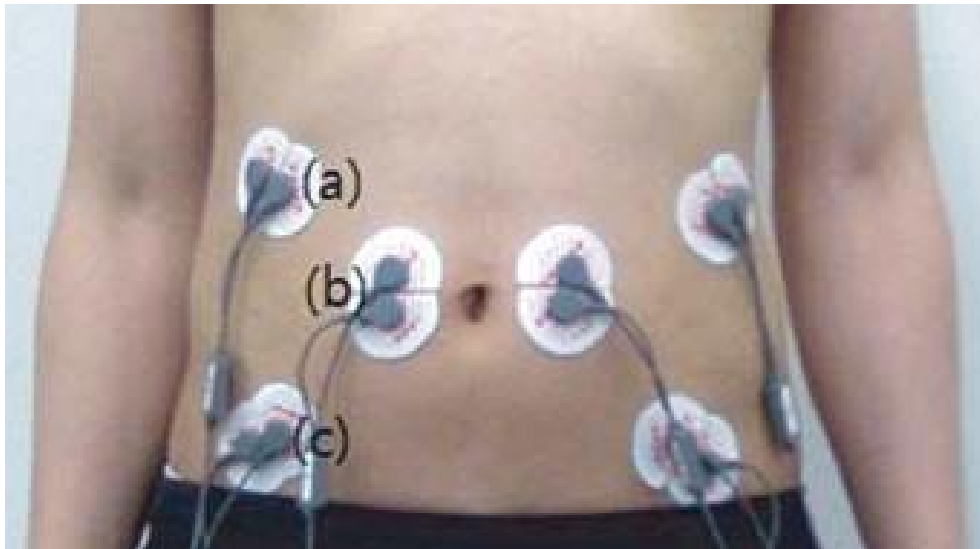


Fig. 2.3. Posición de los electrodos de superficie en una EMG abdominal: (a) Oblicuo externo (b) Recto abdominal (no utilizado en este trabajo), (c) Transverso abdominal- Oblicuo interno (Modificado de Lee et al., 2013)

El protocolo de toma de electromiografías indica que, una vez fijados los electrodos, el sujeto en estudio realice movimientos cada vez más exigentes. Este incremento en la fuerza realizada, si bien no se cuantifica, queda plasmado en el registro mediante el aumento de la frecuencia y amplitud del potencial de acción.

En los casos en donde no se observó ninguna actividad en el EMG se consideró un músculo en reposo. Si se visualizó en el osciloscopio un reducido número de potenciales de unidad motora, siendo cada una de ellas fácilmente discernible de las demás, y existiendo entre ellas amplios segmentos de línea base, se determinó una actividad de Patrón simple. Si se observó un Patrón intermedio fue indicador de un incremento en la fuerza de contracción, que incorporan nuevos potenciales que densifican el trazado, siendo ya escasos los trechos netos con línea de base discernible. El Patrón de interferencia se observó en contracción máxima, con desaparición completa de línea de base. (Fig. 2.4).

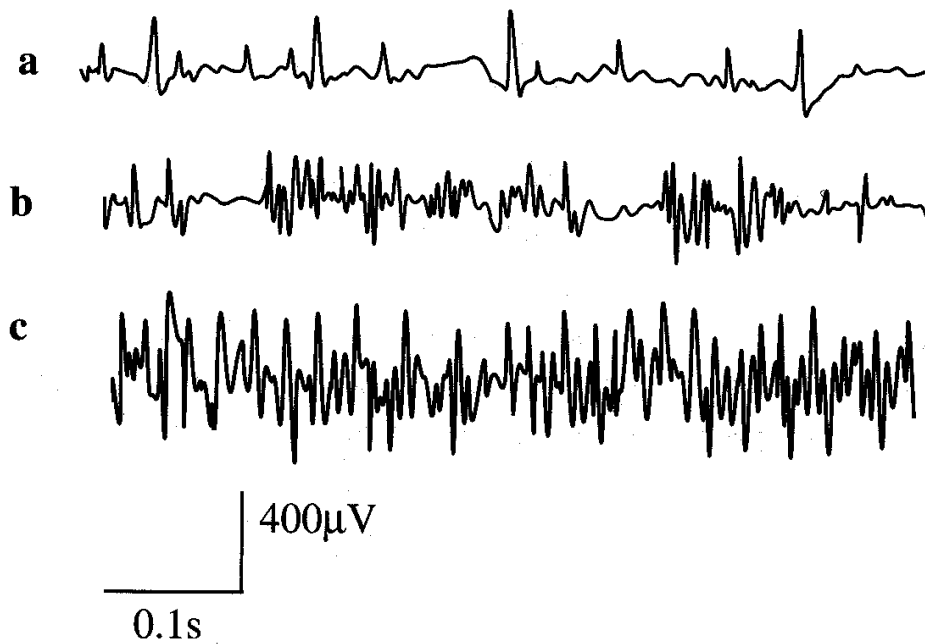


Fig. 2.4. Patrones de actividad en la contracción progresiva muscular. a. Patrón simple; b. Patrón intermedio; c. Patrón interferencial. (Barea Navarro, 2006).

Los movimientos a los que fueron sometidos los individuos fueron:

- 1) Inspiración forzada
- 2) Espiración forzada
- 3) Tos
- 4) Flexión
- 5) Flexión ipsilateral
- 6) Flexión contralateral
- 7) Acción de trepar
- 8) Valsalva

obteniendo las imágenes en el plano transversal y sagital, en forma comparativa a la posición de reposo.

Individuos analizados

Fueron analizados ocho individuos, con las siguientes características biológicas:

Individuo A: Femenino, Adulto joven

Individuo B: Femenino, Adulto joven

Individuo C: Femenino, Adulto joven

Individuo D: Femenino, Adulto joven

Individuo E: Masculino, Adulto joven

Individuo F: Masculino, Adulto joven

Individuo G: Masculino, Adulto joven

Individuo H: Masculino, Adulto joven

De acuerdo a las normas éticas de una investigación que involucre pacientes, se informó adecuadamente al individuo sobre el procedimiento a realizar, sus objetivos, utilidad y posibles aplicaciones del mismo. Cada participante completó un formulario de consentimiento informado en donde manifiesta haber sido informado y aprueba la obtención del registro. A partir de una encuesta sobre antecedentes de salud se recogió información sobre hábitos tóxicos, ingesta de medicamentos y patologías que afectaren la función muscular. A todos los individuos se les realizó un estudio antropométrico relevando peso y talla.

Para obtener una transmisión de la señal eléctrica de calidad se preparó la piel con anterioridad. En el caso que fue necesario se procedió al afeitado de la zona, y en todos los individuos se frotó la piel con un gel abrasivo a fin de disminuir la capa de piel seca o células muertas. Luego se procedió a limpiar el área con alcohol y a colocar los electrodos.

Ecografías

Desde 1950 el ultrasonido es utilizado en forma rutinaria para la práctica médica. Dicho método se basa en la capacidad de las ondas ultrasónicas de alta frecuencia para reflejar en un monitor los órganos internos. Involucran el uso de una sonda (transductor) y un gel para ultrasonido para la exposición del cuerpo a las ondas acústicas. La sonda recibe los sonidos que rebotan y los envía a una computadora que crea una imagen. Sus principales ventajas residen en su carácter no invasivo y la posibilidad de observar los tejidos en tiempo real. Actualmente la resolución del ultrasonido para el tejido muscular es de 0,1mm (Cosgrove, 1992), mayor que la lograda mediante una resonancia magnética.

Durante el desarrollo del estudio es relativamente sencillo diferenciar el tejido muscular de otros como el adiposo, óseo, nervioso o vascular. En condiciones normales la musculatura se apreciará de color negro, aunque en un corte transversal, perpendicular al eje longitudinal del músculo, este se verá algo moteado debido a la visualización del perimisio (Pillen, 2010) mientras que en el plano longitudinal se podrá distinguir la arquitectura fascicular. Los límites del músculo se evidenciarán de color blanco, reflejo del tejido conectivo del epimisio (fascias).

El tamaño y espesor de los músculos de la pared abdominal es habitualmente relevado en pacientes con dolores lumbares (Kiesel et al., 2007; Sugaya et al., 2014). Se han generado, en función de esto, estándares de rangos que funcionan como referencia para poder identificar potenciales patologías (Rankin et al., 2006). El trabajo de Rankin y colaboradores (2006) fue tomado como parámetro dado su amplio tamaño muestral (n=123) y su representatividad etaria y sexual. Las mediciones de los músculos en diversas posiciones o acciones proveen información útil al momento de evaluar su actividad, complementando los estudios realizados por EMG.

Los músculos elegidos para el registro de sus cambios morfológicos fueron aquellos componentes principales de la pared antero-lateral abdominal (Fig. 2. 5).

- 1) oblicuo externo
- 2) oblicuo interno
- 3) transverso



Fig. 2.5. Imagen por ultrasonido de la pared abdominal.

Dichos músculos fueron medidos en su espesor del lado derecho y del izquierdo. Los movimientos a los que fueron sometidos los individuos fueron:

- 1) Inspiración
- 2) Espiración
- 3) Tos
- 4) Flexión
- 5) Flexión oblicua
- 6) Extensión
- 7) Rotación
- 8) Valsalva

obteniendo las imágenes en un corte axial central y paracentral, en forma comparativa a la posición de reposo o basal.

El equipamiento utilizado consistió en un Ecógrafo Toshiba Aplio 300 con transductor lineal de alta frecuencia (18 Mgz). Las imágenes fueron almacenadas en sistema Dicom y procesadas en estación de trabajo GE RA 600 (Fig. 2.6).



Fig. 2.6. Equipo utilizado para el análisis ecográfico.

Individuos analizados

Fueron analizados X individuos, con las siguientes características biológicas:

Individuo A: Femenino, Adulto joven

Individuo B: Femenino, Adulto joven

Individuo C: Femenino, Adulto joven

Individuo D: Femenino, Adulto joven

Individuo E: Masculino, Adulto joven

Individuo F: Masculino, Adulto joven

Individuo G: Masculino, Adulto joven

Individuo H: Masculino, Adulto joven

De acuerdo a las normas éticas de una investigación que involucre pacientes, se informó adecuadamente al individuo sobre el procedimiento a realizar, sus objetivos, utilidad y posibles aplicaciones del mismo. Cada participante completó un formulario de consentimiento informado en donde manifiesta haber sido informado y aprueba la obtención del registro. A partir de una encuesta sobre antecedentes de salud se recogió información sobre cualquier dolor o impedimento en la espalda, pelvis, miembros y acerca de la existencia de cirugías previas. A todos los individuos se les realizó un estudio antropométrico relevando peso y talla.

Los individuos se colocaron en posición supina, con almohadas bajo su cabeza y rodillas. Una vez expuesta la pared abdominal, se aplicó gel para maximizar la transmisión de las ondas.

Para el relevamiento de los músculos la sonda fue colocada de manera transversal sobre la línea axilar, en una zona equidistante entre la 12° costilla y la cresta ilíaca, a fin de obtener una imagen nítida de las capas musculares (Tahan et al., 2016). Las imágenes fueron captadas al final de las expiraciones, con una duración de aproximadamente 30 minutos en total para cada participante.

Disecciones

La disección es una técnica anatómica que permite exponer de forma sistemática mediante instrumental específico, los diferentes órganos que configuran el cuerpo humano (García Barrios et al., 1999). Las regiones de este se organizan topográficamente en diversos planos sucesivos desde la piel hacia la profundidad del cuerpo.

Sin embargo, debido a las circunstancias socio-históricas, dicha actividad se consideró profana durante siglos, siendo prohibida principalmente por las autoridades eclesiásticas en la Edad Media Europea (Gregory y Cole,

2002, Elizondo Omaña et al., 2006). Ya hacia el siglo XV, y principalmente a partir de las obras de Vesalius, la anatomía dejó de ser aprendida en forma dogmática en los antiguos libros de Galeno, para pasar a ser una disciplina basada en la observación directa (Aziz et al., 2002).

Durante el siglo XVIII el estudio de la anatomía despertó mayor interés en las nuevas disciplinas, como la Anatomía Comparada y la Embriología, mientras que hacia el siglo XIX comenzaron a correlacionarse los descubrimientos de laboratorio y autopsias con las observaciones clínicas.

Por este motivo es que en los Estados Unidos, como en otras partes del mundo, existió un aumento en la demanda de cadáveres imposible de cubrir. La consecuencia fue la exhumación ilegal de restos, situación que generó legislación al respecto, estableciendo que solamente los cadáveres de criminales podrían utilizarse para disección. En 1831 se aprobó una nueva Acta (Acta Anatómica de Massachussets) que sumó el uso de cuerpos no reclamados para la disección anatómica (Dyer y Thorndike, 2000). Posteriormente, en 1968 se reconoce la *Uniform Anatomy Gift Act*, que regula el derecho a la donación, de acuerdo con las bases de la libre elección y el voluntarismo. Modificada en 1987, este tipo de manejos sirvió de ejemplo mundial para el estudio anatómico en laboratorios y universidades.

Los cadáveres analizados en el presente trabajo fueron obtenidos gracias al Convenio entre el Centro Único Coordinador de Ablación e Implante de la Provincia de Buenos Aires (CUCAIBA) y la Facultad de Ciencias Médicas – UNLP, de acuerdo a lo estipulado en la Ley 24193, artículos 19bis, 21 y 22, que obra en el formulario 91-PD.

Más allá de la legalidad de la obtención de los cadáveres, las últimas décadas han sido testigo de una discusión acerca de la necesidad de la disección para la enseñanza e investigación en anatomía. Desde el apoyo a esta técnica se afirma que se contribuye a la representación tridimensional de los componentes del cuerpo (Marks, 2000) al conocimiento de las posibles variaciones anatómicas, a una mayor precisión en la localización anatómica de los órganos, y a la habilidad manual necesaria para el futuro desempeño profesional. Por el contrario, existe una línea de pensamiento contraria que pone duda el futuro de la disección argumentando la diferencia entre tejidos u órganos en el cadáver y en el paciente vivo, la generación de una barrera para

el aprendizaje dado el estrés y ansiedad del estudiante ante el cadáver (Finkelstein y Mathers, 1990), el riesgo potencial de adquirir enfermedades (Aziz et al., 2002, Demiryürek et al., 2002) y el costo de realizar los preparados anatómicos. Incluso en algunas instituciones la disección se ha sustituido por programas informático multimedia de realidad virtual (Elizondo Omaña et al., 2003).

En lugar de ver a estas corrientes como contrapuestas las entendemos como complementarias, cada una actuando desde sus fortalezas, sin perder de vista que para la investigación del cuerpo humano el acceso al material es imprescindible, como hemos constatado en el presente trabajo.

En este sentido se procedió a la disección de 40 cadáveres de individuos adultos y fetos, ubicándolos en posición anatómica (Tank, 2009; Loukas et al., 2013). De cada estructura de interés, principalmente los músculos de la pared abdominal (oblicuos externos, oblicuos internos, transversos y rectos) se describió posición, tamaño, forma, función, inervación, irrigación y relación con otras estructuras

En particular para el oblicuo externo o mayor, con el cadáver en posición supina, se realizó la disección de acuerdo a las recomendaciones de Tank (2009):

- 1) Despejar los restos de la fascia superficial del músculo oblicuo externo
- 2) En la región inguinal retirar por medio de disección roma la aponeurosis del músculo oblicuo externo. Raspar suavemente con un bisturí sin filo.
- 3) Identificar las estructuras que componen dicho músculo (anillo inguinal superficial, pilar lateral, pilar medial, fibras intercrurales, nervio inguinal, ligamento inguinal, ligamento lagunar).

En el caso de la disección en animales, la técnica fue utilizada desde la Antigua Grecia (Aristóteles), pasando por Galeno y Vesalio, pero comienza a desarrollarse de manera sistemática hacia el siglo XVII, principalmente, con W. Harvey (1578-1657), quien puso de manifiesto la circulación de la sangre en 1628 al estudiar ranas, ratones, pájaros y cerdos. Posteriormente Pasteur,

Hooke, Pavlov y Van Leewenhoek generaron descubrimientos de gran valor mediante el estudio en animales de laboratorio (Arch Tirado et al., 2004).

A comienzos del siglo XX, y en respuesta al dilema ya mencionado acerca de la disección de cadáveres humanos, el estudio de animales se extendió como una forma de modelizar la anatomía humana a partir de otras especies, en diversos estamentos educativos (escuelas, universidades). Entre 1910 y 1920 por ejemplo comienzan a comercializarse ranas con ese fin, dando inicio masivo a lo que hoy conocemos como bioterios (Guerrini, 2003; Hart et al., 2008).

A fin de describir las características de ubicación, inserción y relaciones de los músculos de la pared abdominal (oblicuos externos, oblicuos internos, transversos y recto mayor) se seleccionó una muestra de cuerpos de animales con un criterio de selección amplio, intentando abarcar las clases superiores en pos de una visión comparada de los vertebrados superiores (De Iuliis y Pulerá, 2011).

Los animales disecados y descriptos fueron los resaltados en negrita, detallando su ubicación taxonómica dentro del *phylum* Chordata:

Clase Amphibia:

Subclase: Lissamphibia

Orden: Anura

Familia: Bufonidae

Especie: ***Rhinella arenarum*** (Sapo común)

(Fig. 2.7)

Clase: Reptilia

Orden: Squamata

Suborden: Lacertilia

Familia: Teiidae

Especie: ***Tupinambis teguixin*** (Lagarto overo)

(Fig. 2.8)

Clase: Mammalia

Orden: Primates

Suborden: Haplorrhini

Infraorden: Simiiformes

Parvorden: Platyrrhini

Familia: Atelidae

Especie: ***Ateles geoffroyi***

(Mono araña) (Fig. 2.9)

Familia: Cebidae

Subfamilia: Cebinae

Especie: ***Cebus capuchinus***

(Mono capuchino) (Fig. 2.10)



Fig. 2.7. *Rhinella arenarum* (Sapo común)



Fig. 2.8. *Tupinambis teguixin* (Lagarto overo)



Fig. 2.9. *Ateles geoffroyi* (Mono araña)



Fig. 2.10. *Cebus capuchinus* (Mono capuchino)

Con respecto a la ética en el trabajo con animales, se siguieron las consideraciones de la Declaración de Helsinki en cuanto “*la investigación biomédica en el hombre se debe apoyar sobre el sólido fundamento de experimentos en animales cuidadosamente realizados*” (Aranda y Pastor, 1997).

Tanto las disecciones de cadáveres humanos como de animales fueron realizadas en la Cátedra de Anatomía B de la Facultad de Ciencias Médicas – Universidad Nacional de La Plata con el material allí disponible. El instrumental utilizado fue el habitual en este tipo de técnicas (bisturí, pinzas, tijeras, agujas, separadores, estiletes y guantes de látex) (Fig. 2.11).



Fig. 2.11. Instrumental para disección. A) Bisturí, B) Tijeras, C) Pinzas de disección, D) Agujas de disección (González Alfaro et al., 2004)

Cirugías

Las protrusiones de órganos de la cavidad abdominal suelen clasificarse en tres tipos: hernias, eventraciones y evisceraciones. Las hernias son aquellas en donde existe una salida total o parcial, temporal o permanente de una víscera o tejido por un orificio anatómicamente constituido. La hernias más prevalentes son las inguinales y las crurales, aunque también podemos encontrar hernias, umbilicales, epigástricas e isquiáticas entre otras (Arap y Garcia Sierra, 2011; Bendavid et al., 2012).

Por su parte, tanto las hernias incisionales como las evisceraciones se producen por la protrusión por una incisión, quirúrgica o traumática, de las vísceras. La principal diferencia entre ambas es que en las últimas no existe una cubierta peritoneal ni saco eventrógeno, por lo que las asas intestinales se recubren solo por el tejido celular subcutáneo y la piel, o directamente quedan expuestas. Las eventraciones (también denominadas, hernias posoperatorias, hernias incisionales, hernias postraumáticas, hernias cicatrizales, laparocèle o ventrocèle), se caracterizan por comprometer a los planos músculo-fascio-aponeuróticos y que puede contener o no una víscera abdominal (Bendavid et al., 2000, Sanders y Kingsnorth, 2012).

Puesto que las cirugías de hernias y eventraciones tienen como finalidad normalizar la contención abdominal mediante la reconstrucción de la pared defectuosa, las mismas se convierten en una notable evidencia de la funcionalidad de los músculos del área para llevar a cabo tal acción.

Dependiendo de la zona y el tipo de hernia se desarrollaron múltiples técnicas utilizadas fueron diversas a lo largo de la historia de la cirugía, pudiendo mencionar la técnica de Rives, técnica de Bendavid, técnica de Stoppa, técnica de Lichtenstein y técnica videolaparoscópica.

En cuanto las eventraciones, desde la experiencia podemos afirmar que cualquier tipo de laparotomía puede conducir a su desarrollo, aunque las incisiones mediales y transversas parecieran agudizar estas complicaciones, nuevas técnicas de sutura parecieran mejorar la situación (Sanders y Kingsnorth, 2012). Más allá del tipo de incisión y sutura, existe una multiplicidad de factores de riesgo post-operatorios a ser considerados. Entre ellos podemos mencionar infecciones, incremento de la presión intra-abdominal, tos, vómitos y ventilación mecánica (Sanders y Kingsnorth, 2012).

La incidencia de esta condición es difícil de determinar dada la falta de estandarización en las definiciones, el corto período de seguimiento post-operatorio y la inconsistencia de las bases de datos (Fitzgibbons et al., 2007), aunque podemos estimar la misma entre un 3% a 20%, produciéndose la mitad de ellas durante el primer año posterior a la intervención (Mudge y Hughes, 1985).

El tratamiento de las eventraciones surge en los siglos XVIII-XIX acompañando el desarrollo de las cirugías tras los descubrimientos de la

anestesia y antisepsia a mediados del siglo XVIII, tras los descubrimientos de la anestesia y la antisepsia (Moreno-Egea y Aguayo-Albasini, 2010). Los primeros casos bien documentados son los de Gerdy (1836) y Maydl (1886) quienes corrigen el defecto herniario mediante una sutura individual de cada uno de los planos de la pared abdominal.

Hacia 1893 Noble propone la incisión lateral sobre la vaina del músculo recto y la sutura de ambos bordes libres por sobre la eventración (Moreno-Egea y Aguayo-Albasini, 2010), procedimiento seguido posteriormente por Welti-Eudel (1941) y conocida hoy como técnica de Chevrel (Chevrel et al. 1986). En 1966 Albanese propone las incisiones de descarga sobre el músculo oblicuo mayor para acercar los tejidos y cubrir el defecto herniario (Albanese 1966a; b; 1970).

Bourgeon (1956) es el primero en utilizar de manera sistemática una malla de nylon para el tratamiento de las eventraciones, aduciendo que la misma, fijada con puntos transmurales a 5cm de los bordes de la eventración, en contacto directo con las vísceras abdominales. Hacia 1970 se observa un consenso entre los cirujanos acerca de los problemas aparejados con la vía intraabdominal y se recomienda el uso de una malla posterior al músculo recto (Rives) o preperitoneal (Stoppa).

Durante la década de 1990 se trabaja con dos supuestos básicos constatados a nivel clínico y experimental: la hernia incisional es una enfermedad sistémica y las mallas son necesarias para reparar defectos sin provocar tensión e isquemia (Moreno-Egea y Aguayo-Albasini, 2010). Es por esto que se produce una notable expansión del uso de mallas en el abordaje laparoscópico (Heniford et al., 2000; Le Blanc et al., 2000; Franklin et al., 2004). (2.12). Actualmente se utilizan también mallas más grandes, que buscan una reparación global, sin la necesidad de fijación (Moreno Egea et al., 2006) lo que disminuye el tiempo quirúrgico y el dolor postoperatorio.

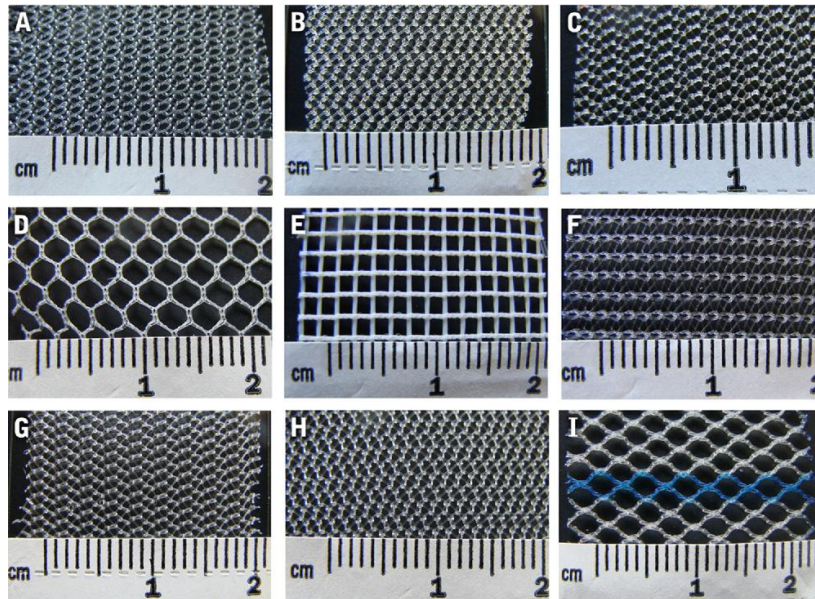


Fig. 2.12. Distintas mallas comerciales: A) BardMesh, B) C-QUR Lite Large, C) C-QUR Lite Small, D) INFINIT Mesh, E) Parietex Flat Sheet TEC, F) PROLENE, G) ProLite Ultra, H) ProLite, I) ULTRAPRO (Deeken et al., 2011)

Pese al avance de la utilización de mallas, el cierre de una eventración con sutura puede utilizarse en lesiones pequeñas, y la expectativa post cirugía depende en mayor medida de la experiencia del cirujano que del método a utilizarse.

Las reparaciones a causa de hernias y eventraciones fueron realizadas en 200 pacientes de edad adulta de ambos sexos (Fig. 2.13). Las mismas fueron realizadas en el Hospital Español de la Ciudad de La Plata entre los años 1997 y 2017.

Se prestó especial atención al tipo de hernias y eventraciones para relacionarlo con la acción muscular posterior, considerando algunas de las variables propuestas por Arap y García Sierra (2011), como así también los tipos de técnicas más frecuentemente utilizadas.



Fig. 2.13. Eventroplastía retromuscular.

RESULTADOS

Así como en el apartado anterior, los resultados obtenidos se describirán en forma separada, dependiendo del material analizado y el método aplicado. Se seguirá el mismo orden para facilitar la comprensión, y, puesto que los movimientos generaron la misma respuesta en todos los individuos, las imágenes presentadas corresponden sólo al Individuo A, a modo de ejemplo. En las imágenes extraídas de los equipos de EMG y Ecografías los términos oblicuo mayor y oblicuo menor corresponden a oblicuo externo y oblicuo interno respectivamente.

Electromiografías

Fig. 3.1. Músculo transverso, oblicuo mayor y oblicuo menor en reposo

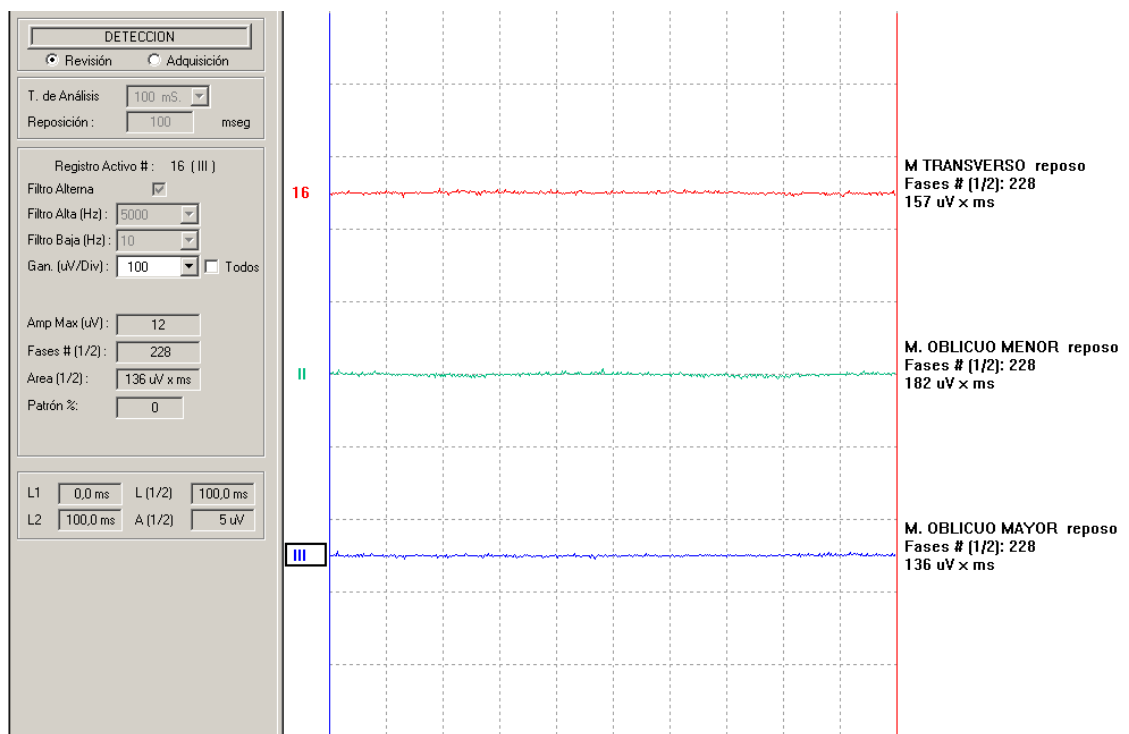


Fig. 3.2. Músculo transverso, oblicuo mayor y oblicuo menor en reposo en bipedestación. Se observa un patrón simple en el músculo oblicuo menor, y reposo en transverso y oblicuo mayor.

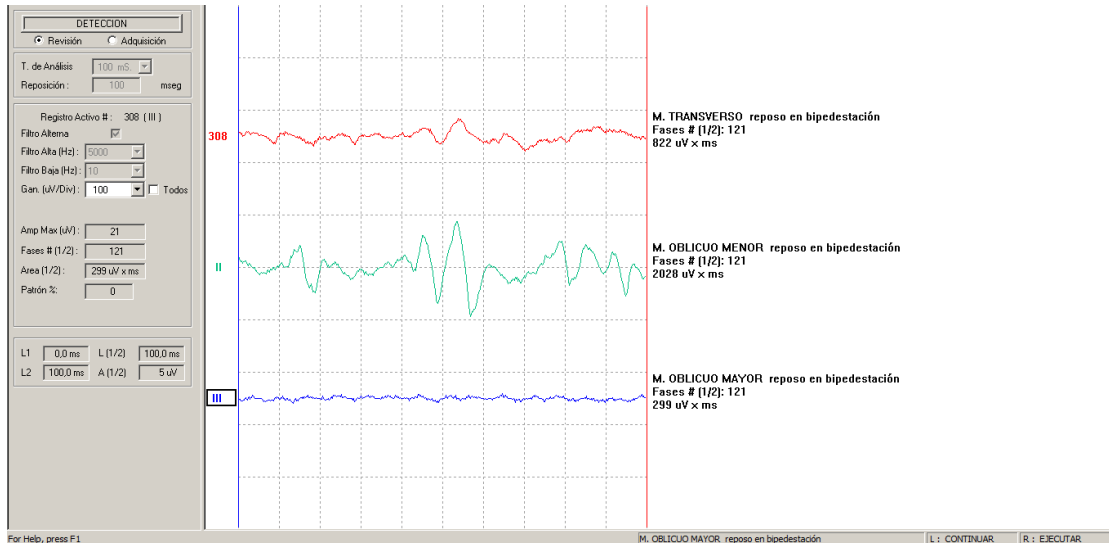


Fig. 3.3. Músculo transverso, oblicuo mayor y oblicuo menor en reposo en bipedestación con mayor velocidad de análisis. Se observa un patrón simple en el músculo transverso, un patrón intermedio en el oblicuo menor, y reposo en oblicuo mayor.

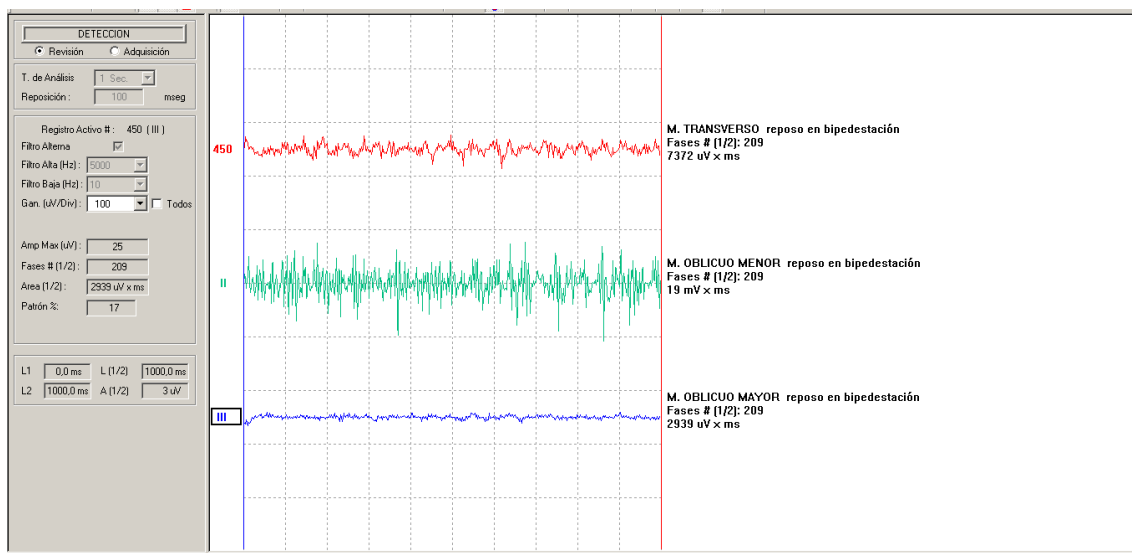


Fig. 3.4. Músculo transverso, oblicuo mayor y oblicuo menor en inspiración. No se observan cambios significativos en ninguno de los músculos.

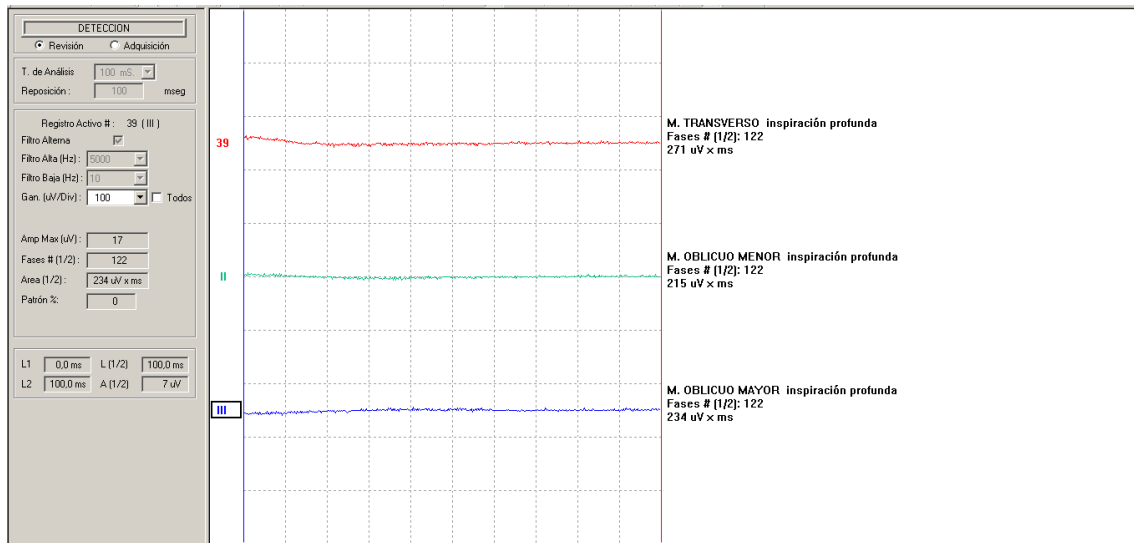


Fig. 3.5. Músculo transverso, oblicuo mayor y oblicuo menor en espiración forzada. Se observa un patrón intermedio en el músculo transverso y oblicuo menor, y un patrón simple en el oblicuo mayor.

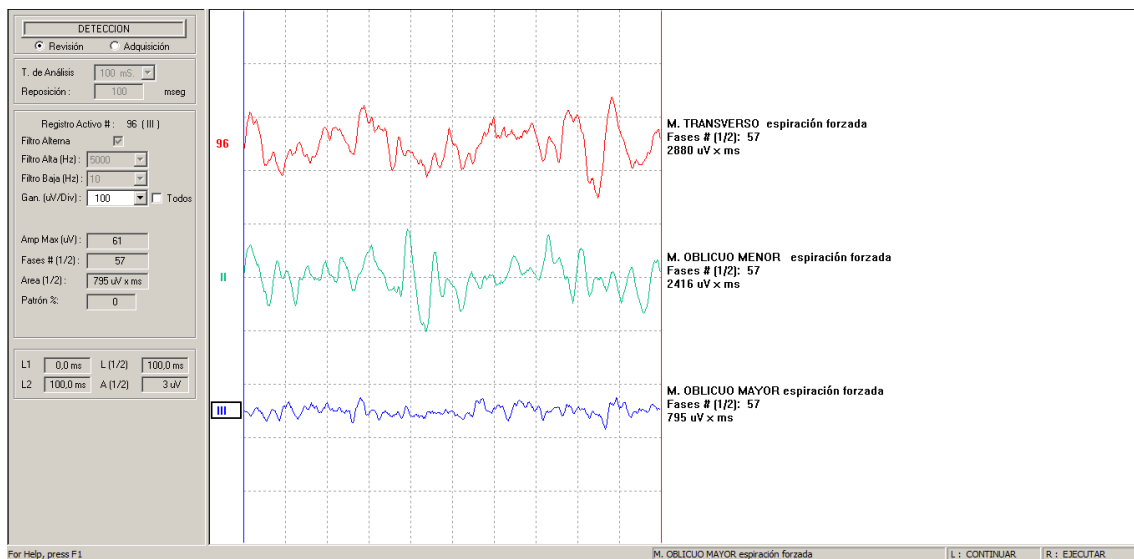


Fig. 3.6. Músculo transverso, oblicuo mayor y oblicuo menor en espiración forzada con mayor velocidad de análisis. Se observa un patrón intermedio en el músculo transverso y oblicuo menor, y un patrón simple en el oblicuo mayor.

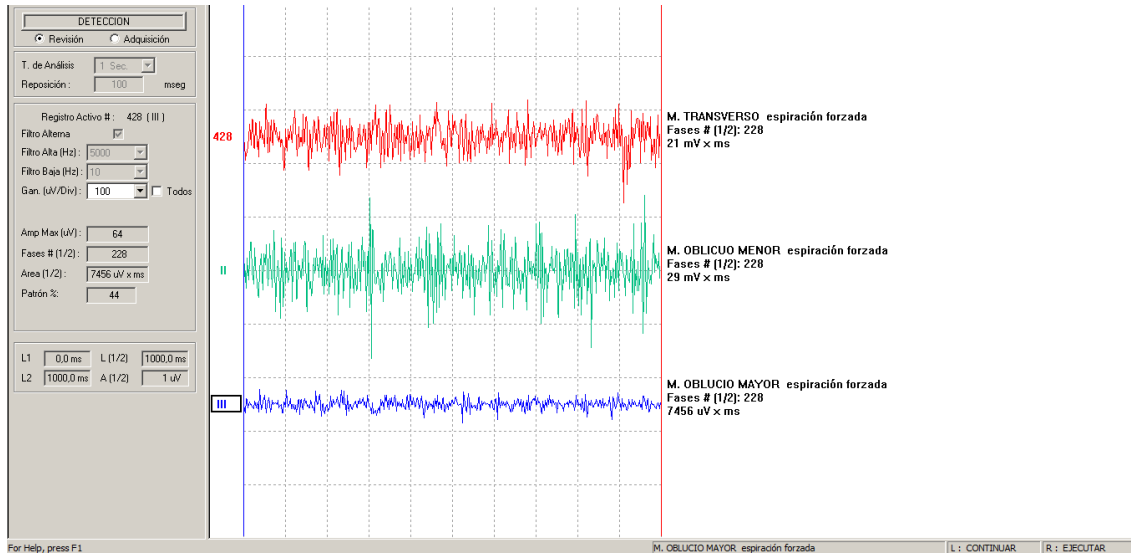


Fig. 3.7. Músculo transverso, oblicuo mayor y oblicuo menor en tos. Se observa un patrón intermedio en el músculo transverso y oblicuo menor, y un patrón simple en el oblicuo mayor.

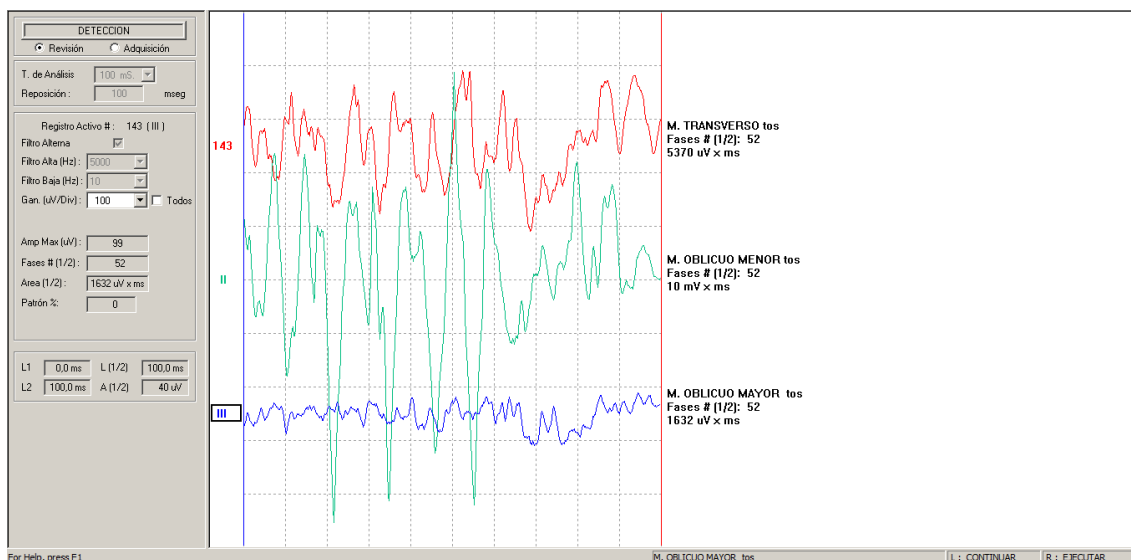


Fig. 3.8. Músculo transverso, oblicuo mayor y oblicuo menor en tos con mayor velocidad de análisis. Se observa un patrón interferencial en el músculo transverso y oblicuo menor, y un patrón intermedio en el oblicuo mayor.



Fig. 3.9. Músculo transverso, oblicuo mayor y oblicuo menor en flexión de tronco. Se observa un patrón intermedio en el músculo transverso y oblicuo menor, y reposo en el oblicuo mayor.

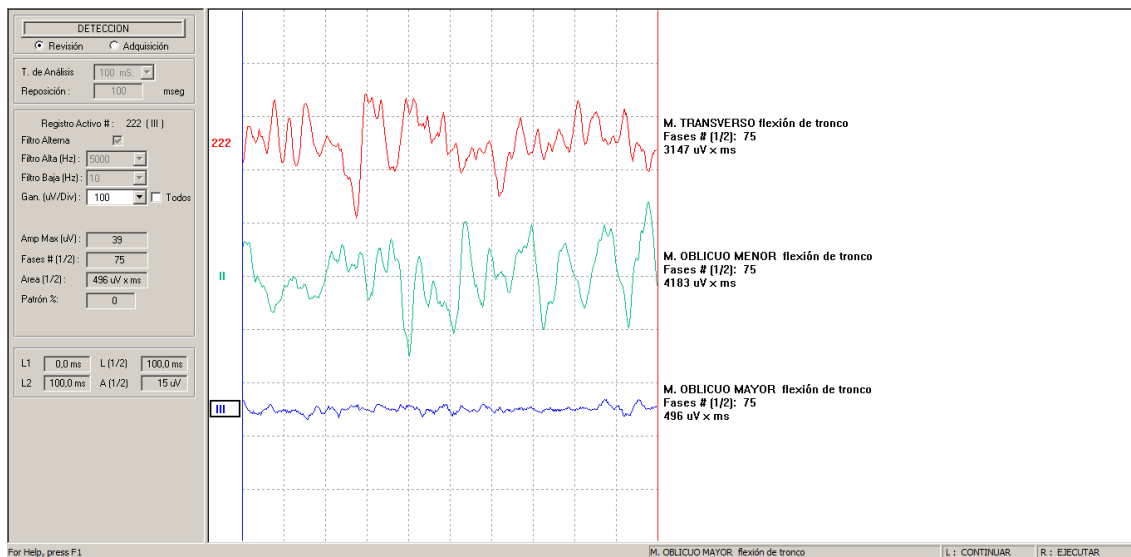


Fig. 3.10. Músculo transverso, oblicuo mayor y oblicuo menor en flexión de pelvis. Se observa un patrón intermedio en el músculo transverso y oblicuo menor, y un patrón simple en el oblicuo mayor.

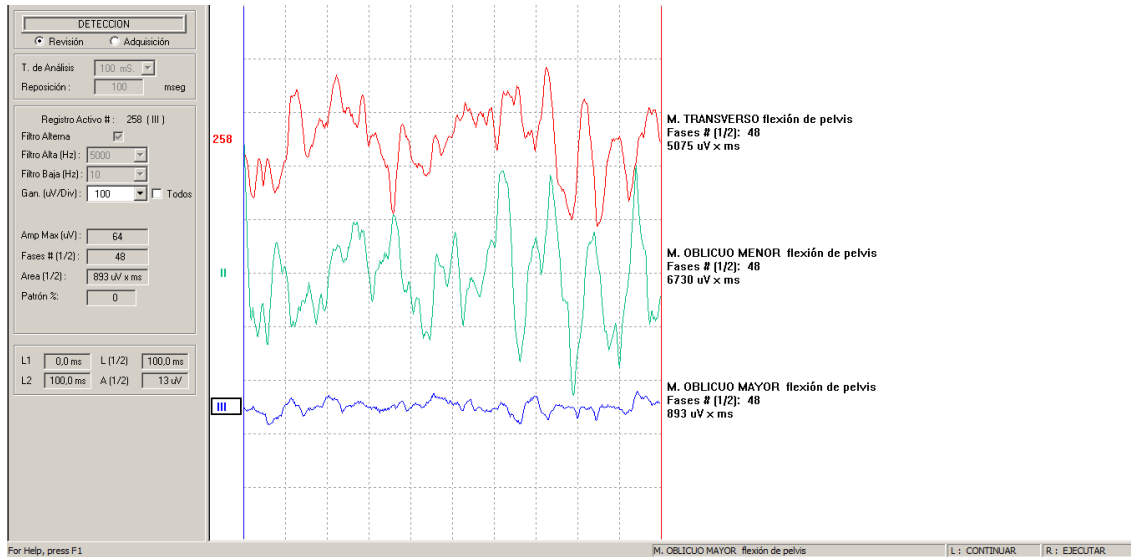


Fig. 3.11. Músculo transverso, oblicuo mayor y oblicuo menor en flexión ipsilateral. Se observa reposo en todos los músculos.

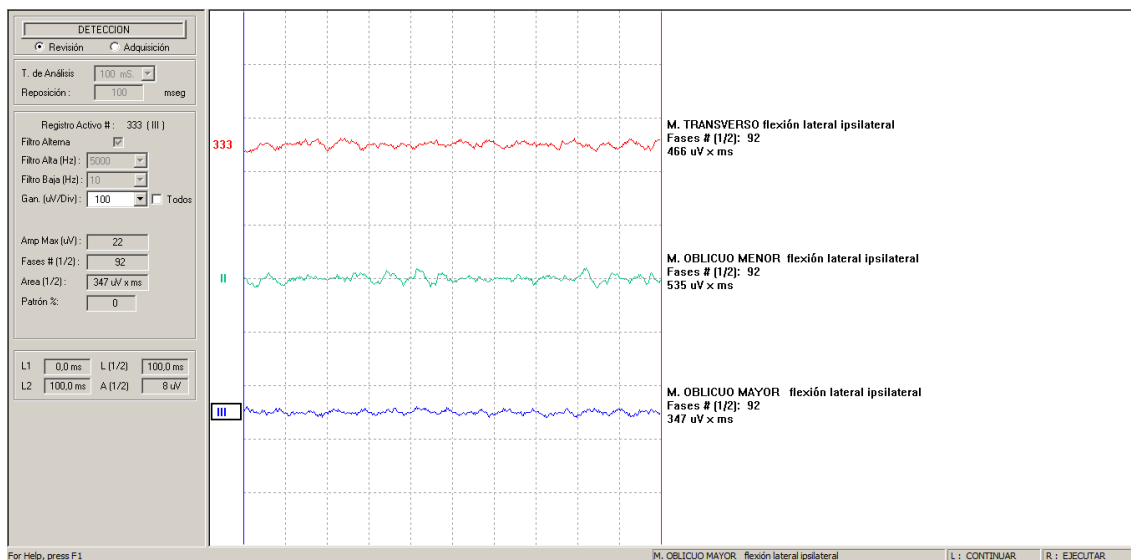


Fig. 3.12. Músculo transverso, oblicuo mayor y oblicuo menor en flexión lateral contralateral. Se observa un patrón intermedio en todos los músculos.

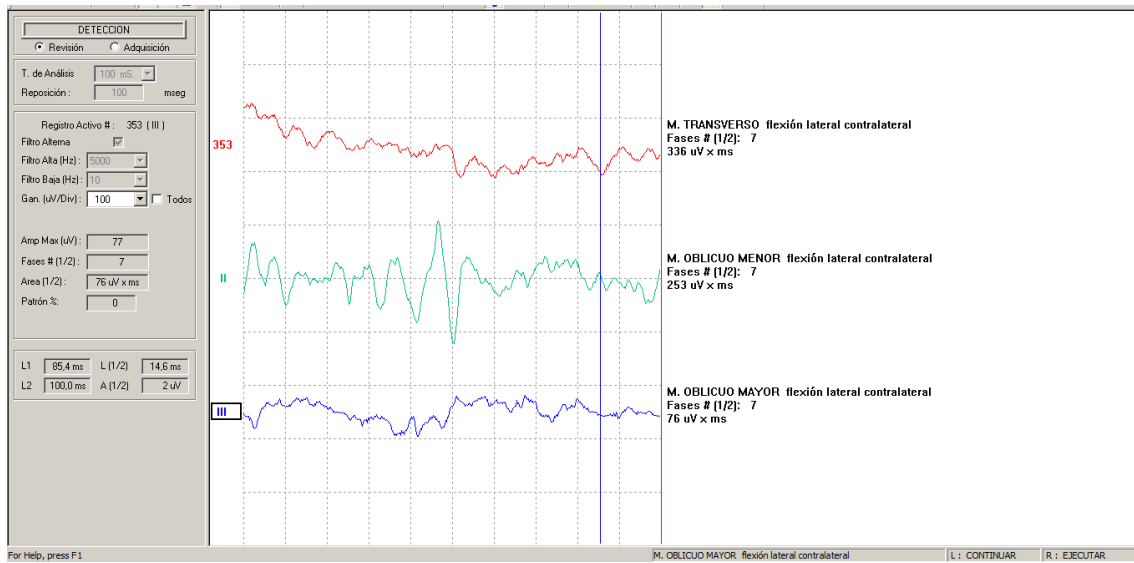


Fig. 3.13. Músculo transverso, oblicuo mayor y oblicuo menor en acción de trepar. Se observa un patrón intermedio los tres músculos.

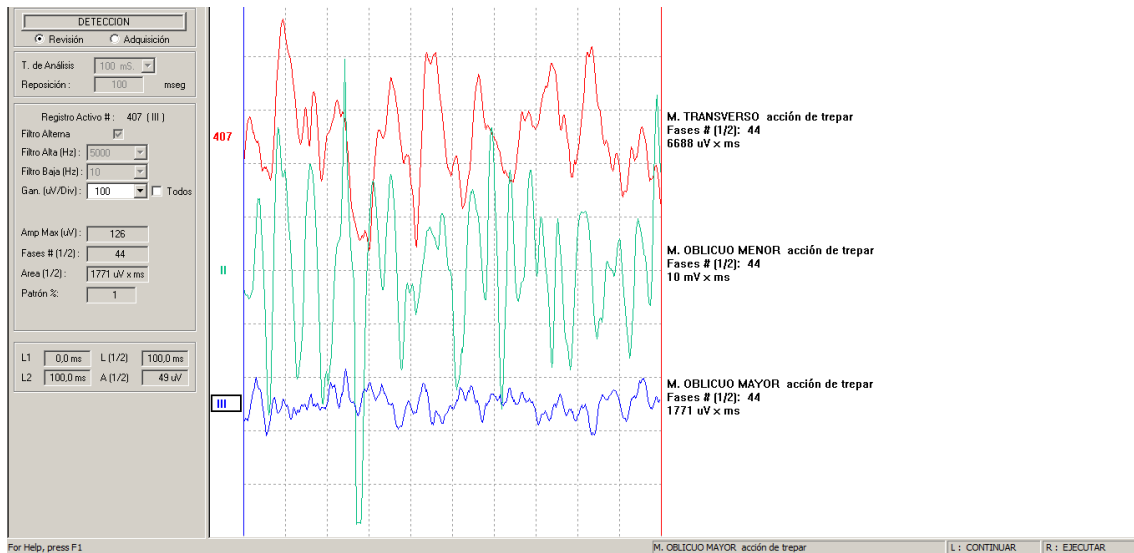


Fig. 3.14. Músculos transverso, oblicuo mayor y oblicuo menor en valsalva (esfuerzo defecatorio). Se observa un patrón intermedio en el músculo transverso y oblicuo menor, y reposo en el oblicuo mayor.

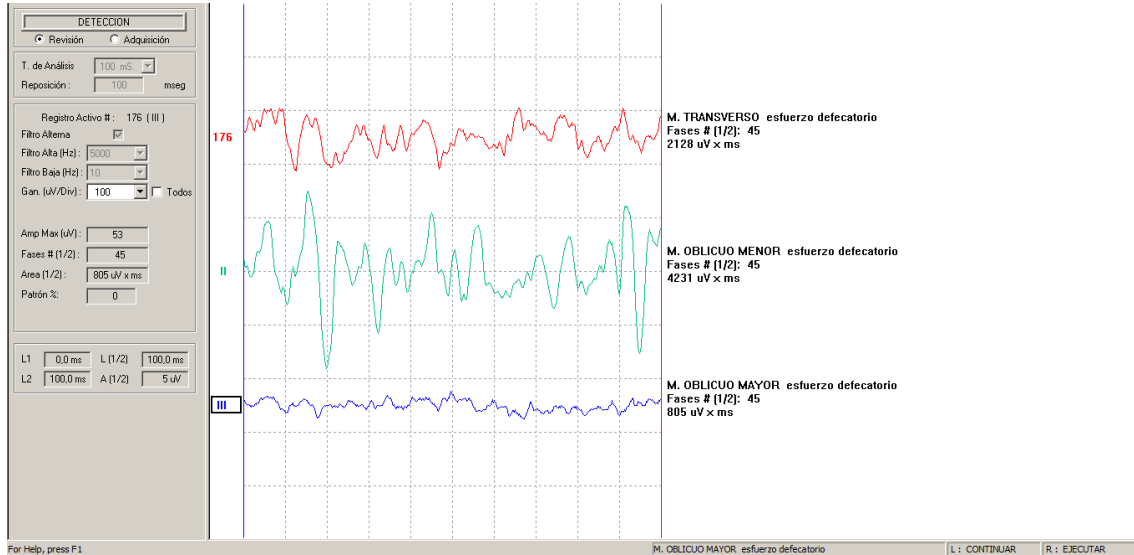
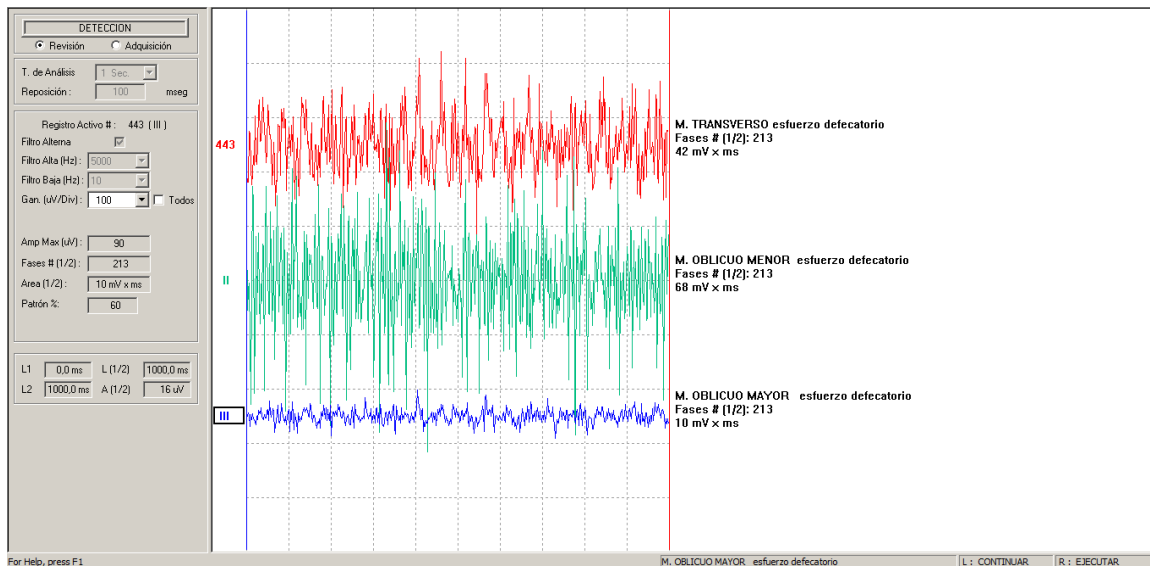


Fig. 3.15. Músculos transverso, oblicuo mayor y oblicuo menor en valsalva (esfuerzo defecatorio) con mayor velocidad de análisis. Se observa un patrón interferencial en el músculo transverso y oblicuo menor, y un patrón intermedio en el oblicuo mayor.



A modo de resumen podemos afirmar que los mayores cambios del oblicuo externo se observaron durante la espiración forzada, y menores

modificaciones se registraron durante los movimientos de flexión contralateral y acción de trepar.

Ecografías

Los músculos elegidos para el registro de sus cambios morfológicos fueron aquellos componentes principales de la pared antero-lateral abdominal:

- 1) oblicuo mayor
- 2) oblicuo menor
- 3) transverso

En la figura 3.16 se observa la disposición de dichos músculos en una imagen tomada del análisis ecográfico en donde se aprecia parte del recto abdominal.



Fig. 3.16. Detalle de los tres músculos observados en las ecografías.

El ancho de los músculos en estado basal o de reposo se estimó en 0,28cm para el oblicuo externo, 0,40 cm para el oblicuo interno y 0,22cm para el transverso (Figs. 3.17 y 3.18).

Esto equivale a que del espesor de los tres músculos en su conjunto, el oblicuo externo corresponde al 31,11% del total de la pared muscular, el oblicuo interno al 44,44% y el transverso al 24,45%.

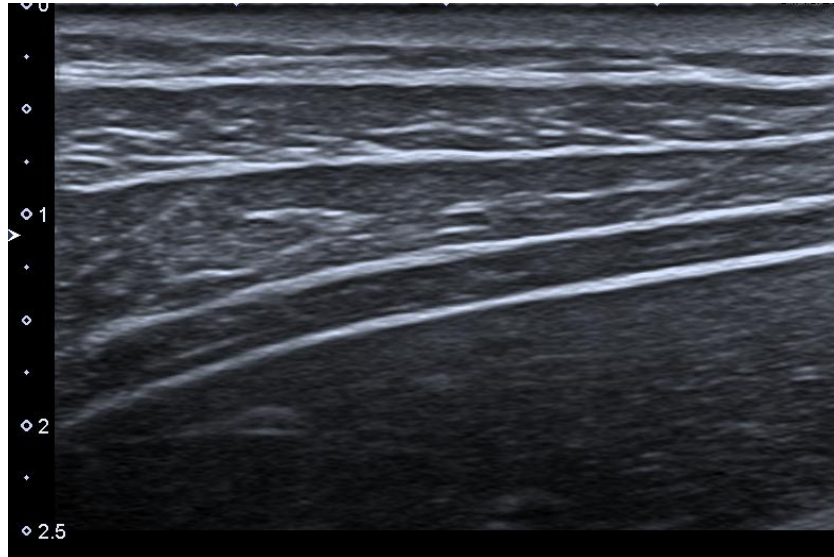


Fig. 3.17. Ecografía de pared abdominal en reposo.

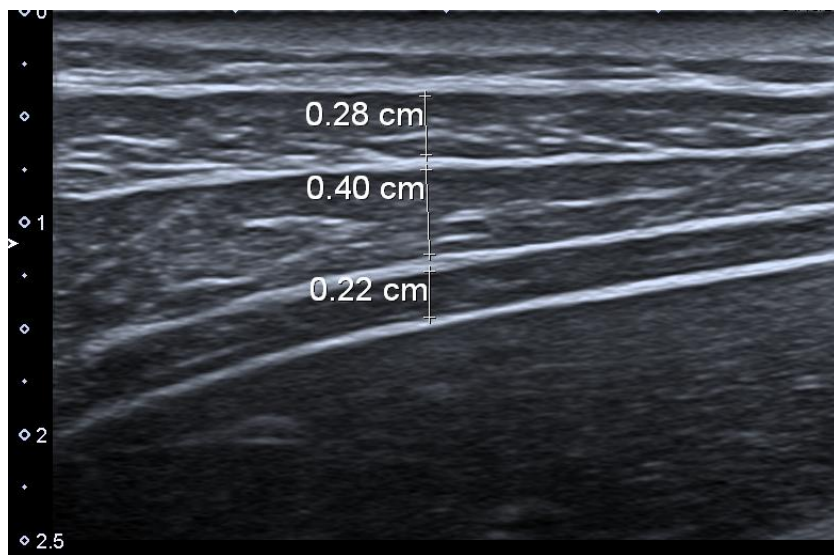


Fig. 3.18. Espesor de los músculos en reposo.

Al comparar la situación en reposo con la inspiración se observó un leve incremento de los oblicuos, principalmente del interno con nulo compromiso del músculo transverso y muy leve de ambos oblicuos (Figs.3.19 y 3.20).

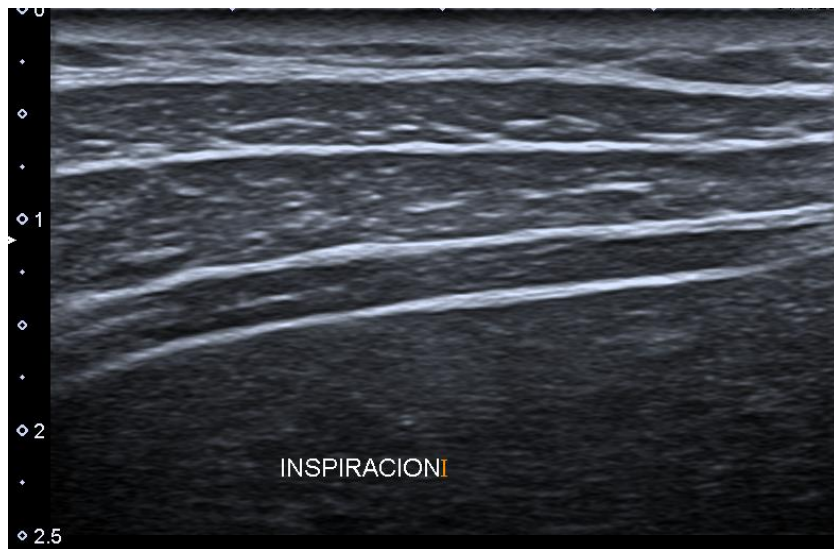


Fig. 3.19. Ecografía de pared abdominal en inspiración.

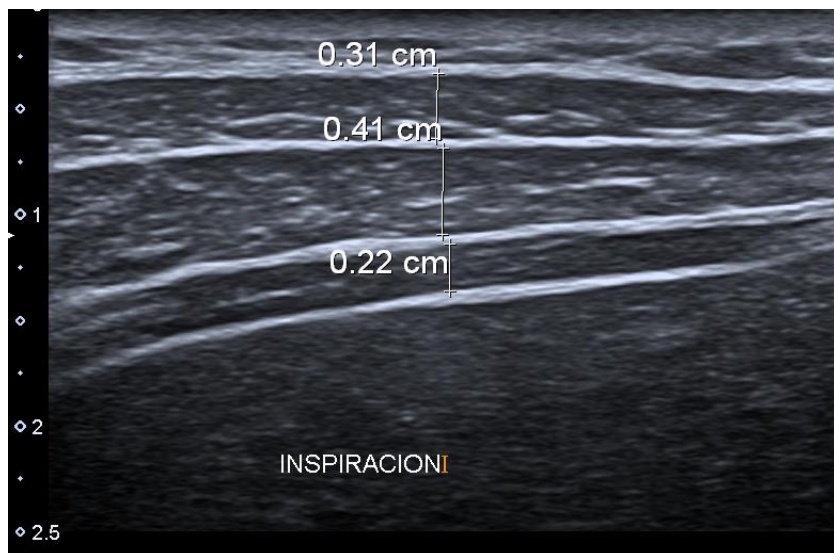


Fig. 3.20. Espesor de los músculos en inspiración.

Similar situación se observó al el reposo con la espiración forzada, con un leve incremento de los tres músculos, principalmente del oblicuo interno (Fig. 3.21).

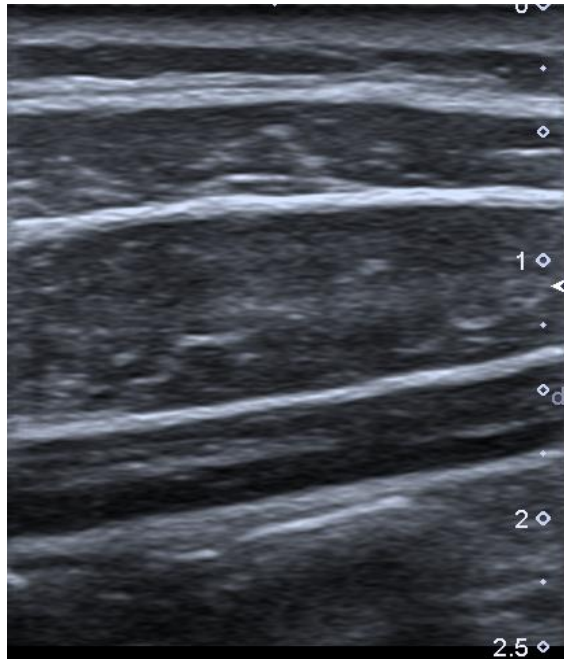


Fig. 3.21. Ecografía de pared abdominal en espiración forzada.

En cuanto a la tos, dicho movimiento provoca acción notablemente el oblicuo interno y el transverso, ambos duplicando su espesor. Mientras tanto, el oblicuo externo no presenta variaciones significativas (Figs. 3.22 y 3.232).

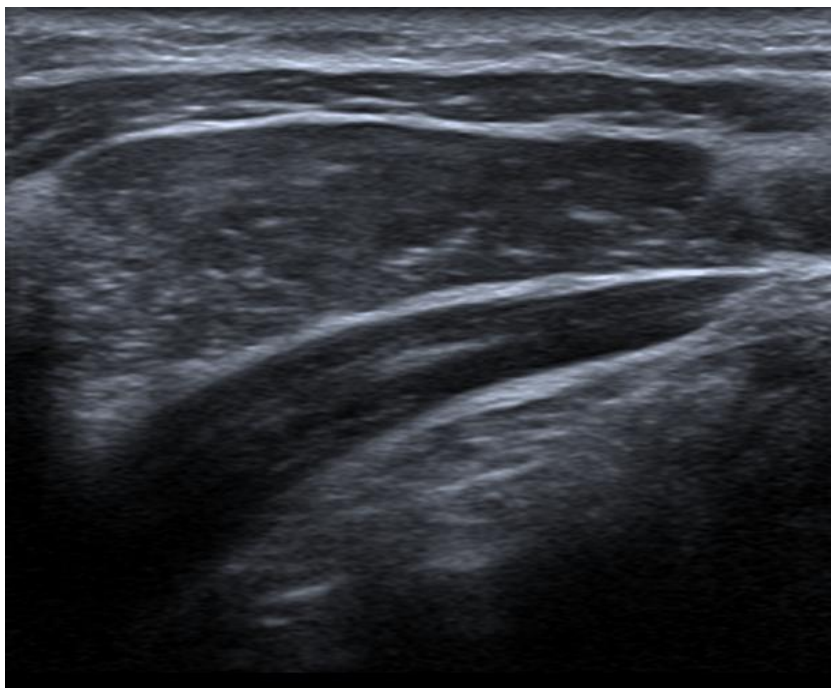


Fig. 3.21. Ecografía de pared abdominal en tos.

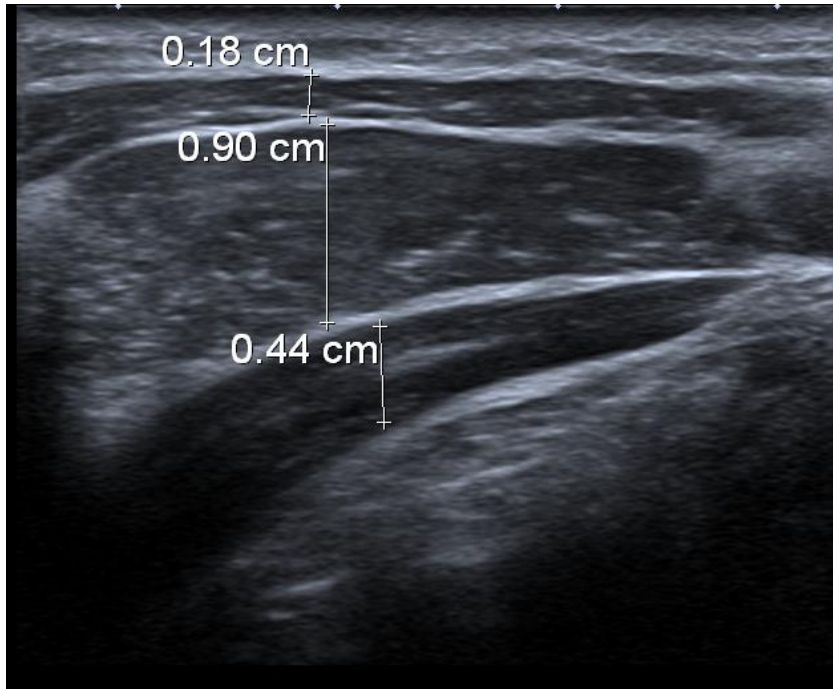


Fig. 3.23. Espesor de los músculos en tos.

Tanto durante la flexión, como la flexión lateral se observa un considerable aumento del espesor del oblicuo interno y del transverso sin modificaciones en el oblicuo externo (Figs. 3.24, 3.25 y 3.26).

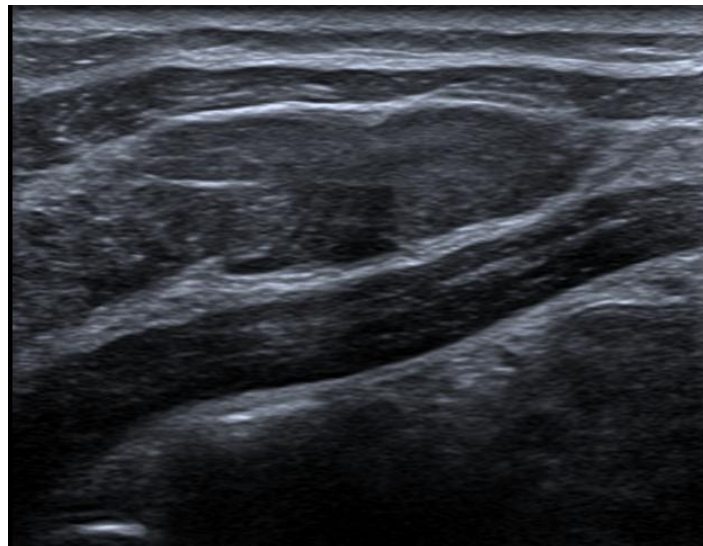


Fig. 3.24. Ecografía de pared abdominal en flexión.

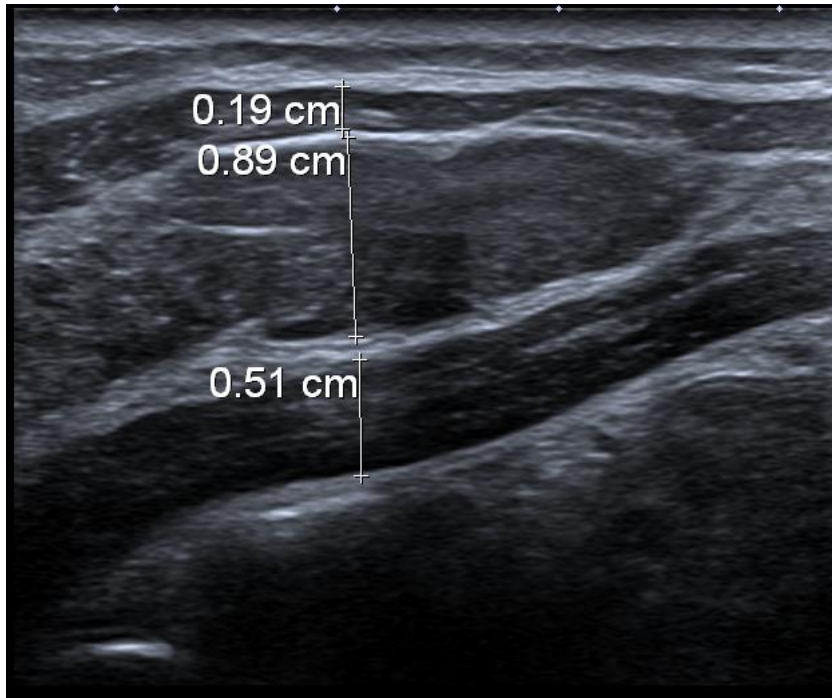


Fig. 3.25. Espesor de los músculos en flexión.

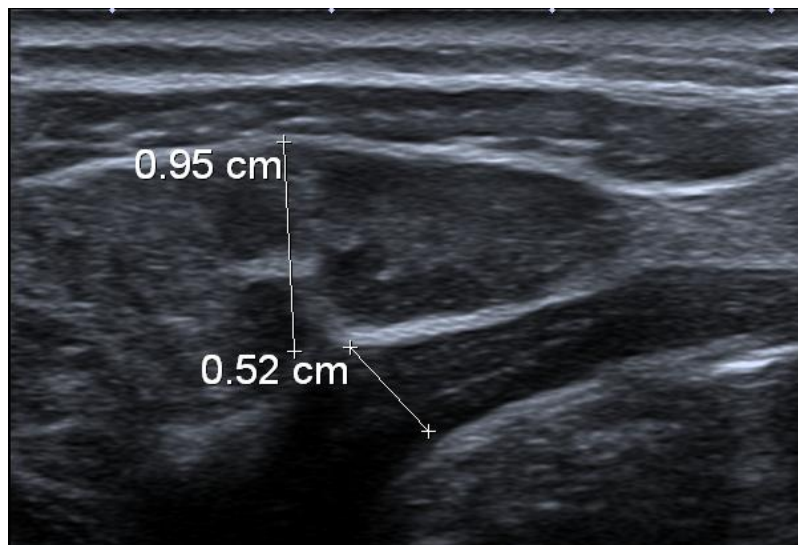


Fig. 3.26. Espesor de los músculos en flexión lateral derecha.

Al realizar flexión del miembro inferior sobre el tronco los individuos mostraron un notable aumento del espesor del oblicuo interno y muy leve en el oblicuo externo y transverso (Figs. 3.27 y 3. 28).

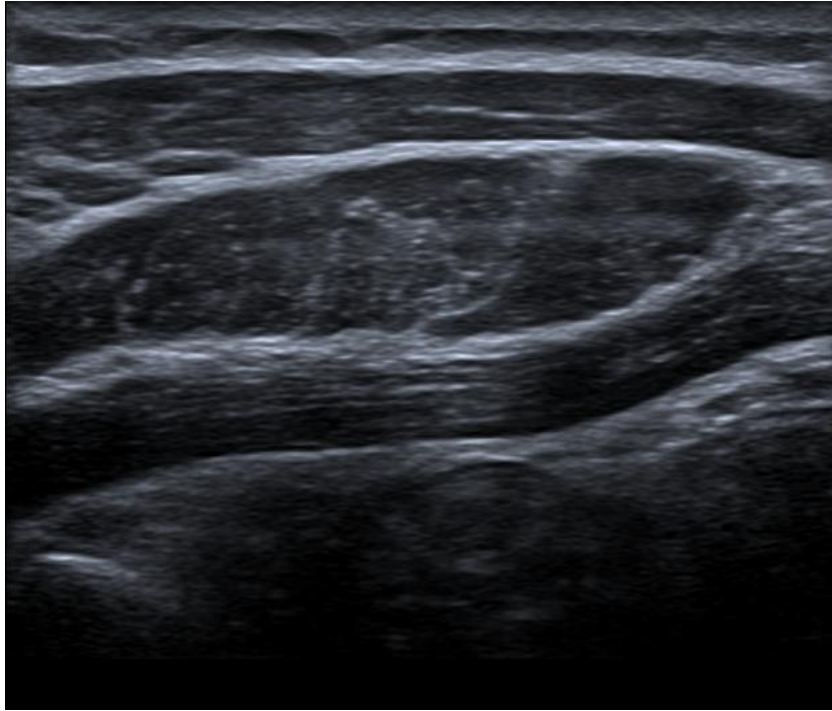


Fig. 3.27. Ecografía de pared abdominal en flexión de tronco.

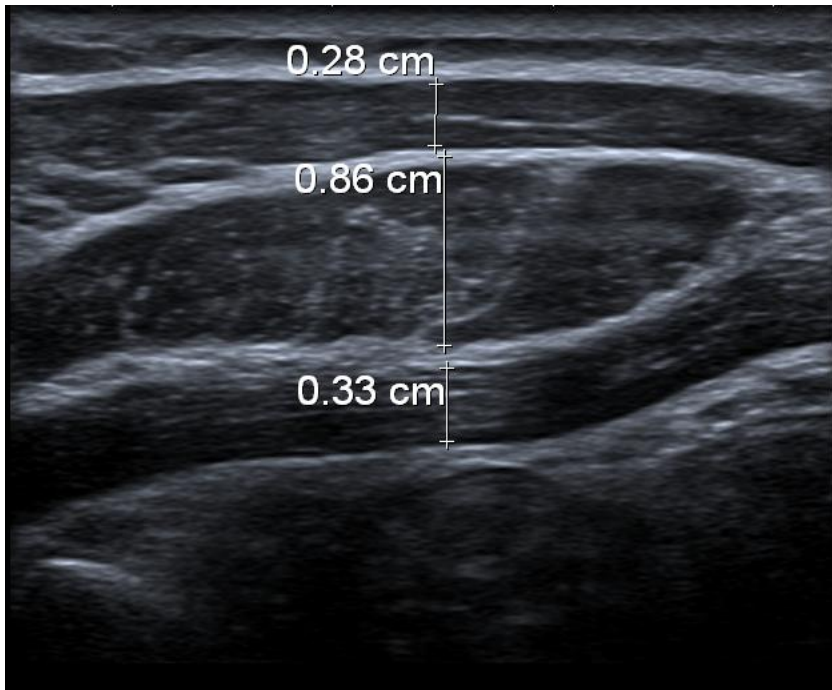


Fig. 3.28. Espesor de los músculos en flexión de tronco.

Mientras que para la extensión el ancho de los músculos no varía sensiblemente (Fig. 3.29).

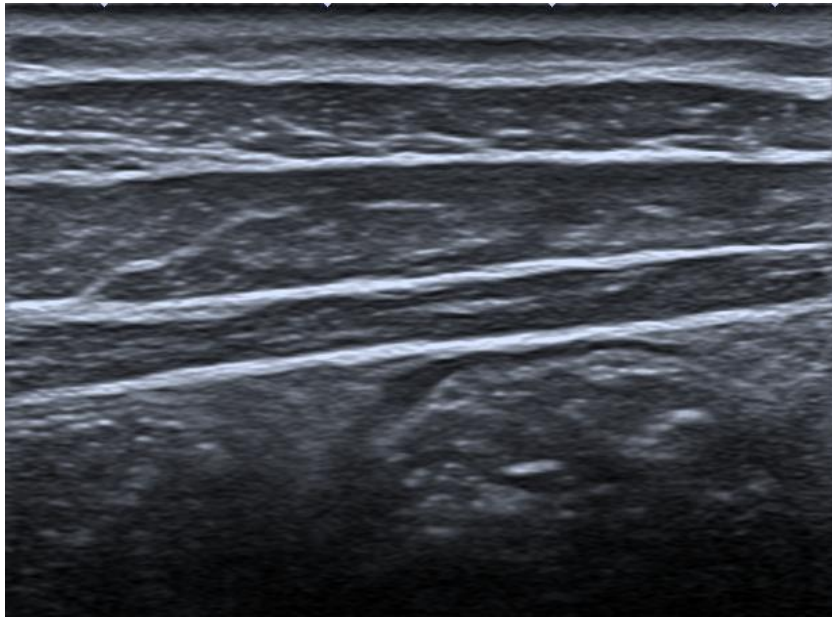


Fig. 3.29. Ecografía de pared abdominal en extensión.

Durante las rotaciones, se observó un aumento en el ancho de los oblicuos, de mayor grado en el interno, sin modificaciones importantes en el transverso (Figs. 3.30 y 3.31).

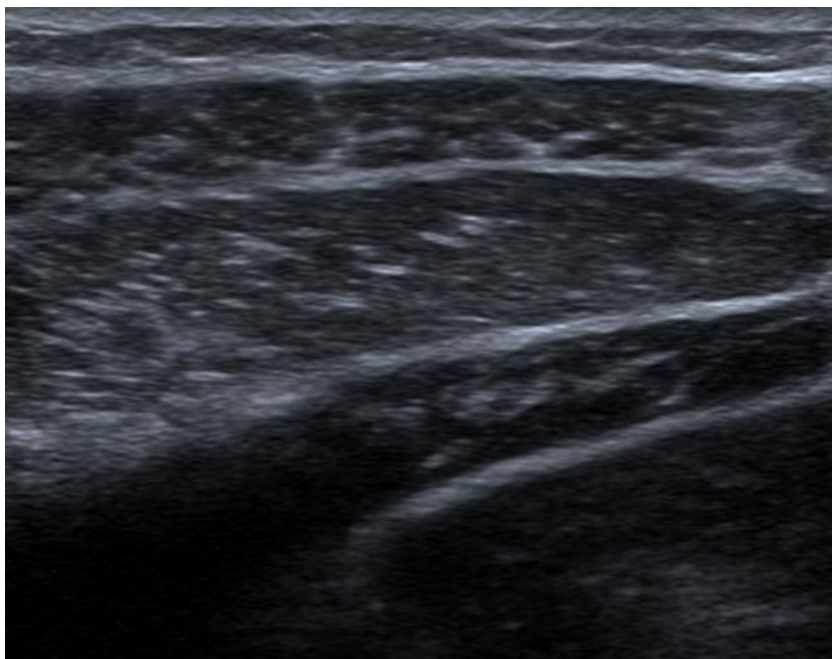


Fig. 3.30. Ecografía de pared abdominal en rotación derecha.

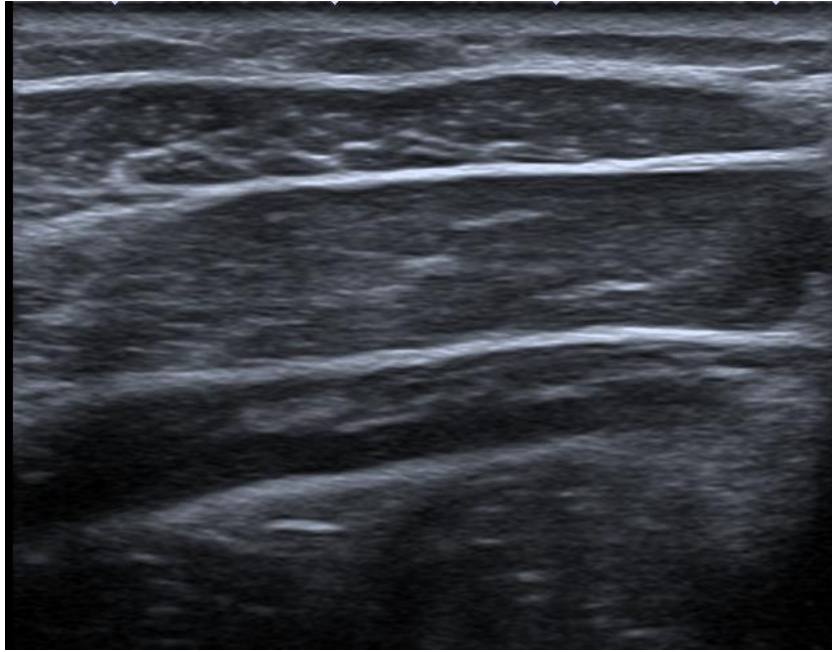


Fig. 3.31. Ecografía de pared abdominal en rotación izquierda.

Al inducir el movimiento de valsalva se observa un notorio aumento del ancho del oblicuo interno, sin modificaciones en los otros dos músculos (Figs. 3.32 y 3.33).

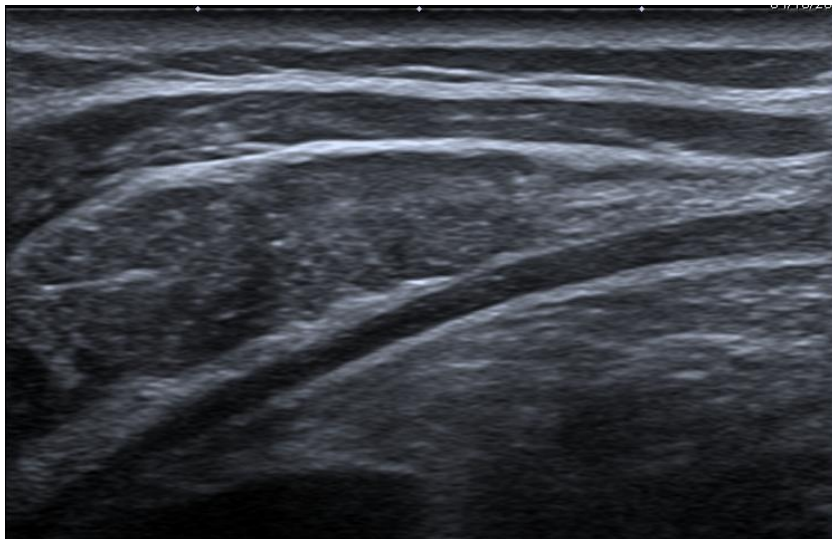


Fig. 3.32. Ecografía de pared abdominal en valsalva.

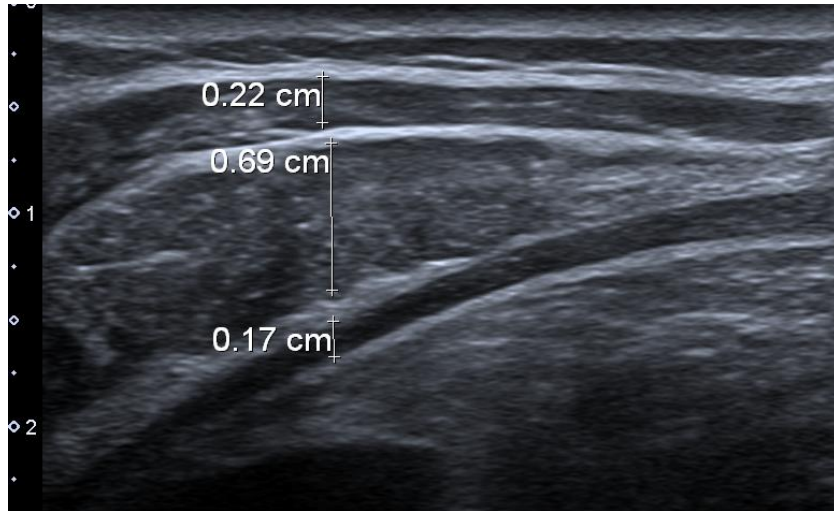


Fig. 3.33. Espesor de los músculos en valsalva.

A modo de resumen podemos afirmar que los mayores cambios del oblicuo externo se observaron durante la espiración forzada, y menores modificaciones se registraron durante los movimientos de torsión.

Disecciones

Se describirá la anatomía normal hallada en las 50 disecciones realizadas en los cuerpos, con especial detalle en la ubicación, posición e inserción del oblicuo externo

Músculo recto del abdomen (Fig. 3.34)

El músculo recto se observó con su característica forma acintada, insertándose por medio de un tendón corto en el borde superior del pubis por la parte inferior, en algunos casos dividido en dos fascículos.

En el tórax el músculo se observó insertado en el 5º, 6º y 7º cartílago costal y en pocos individuos también en el apéndice xifoides esternal.

Las intersecciones aponeuróticas relevadas fueron en la mayoría de los individuos tres o cuatro, una a nivel del ombligo, dos encima de éste y otra debajo. Las mismas se revelaron incompletas en dirección ventrodorsal.

Al igual que los descrito en la bibliografía, el músculo se presentó encerrado en una vaina fibrosa formada por las aponeurosis de inserción de los otros músculos de la pared anterior del abdomen, y se corroboró su irrigación por la arteria epigástrica caudal y su inserción por los seis últimos nervios intercostales y la rama abdominal del nervio abdominogenital mayor.



Fig 3.34. A) Recto abdominal en vista anterior.

Músculo piramidal del abdomen

El músculo piramidal del abdomen se encontró aproximadamente en el 80% de los casos, coincidentemente con la bibliografía relevada (Testut y Latarjet, 1979). En los mismos se observó a cada lado de la línea media en la región anterior e inferior del abdomen. Se describió su inserción en el borde superior del pubis, y en la línea blanca, entre el pubis y el ombligo. La inervación más frecuente fue el duodécimo intercostal, al tiempo que su vascularización fue la misma que la porción más inferior del recto.

Oblicuo externo o mayor (Figs. 3.35 y 3.36)

En su parte superior se observó su inserción en la cara externa e inferior de las ocho últimas costillas, además de interdigitarse con el serrato mayor y el dorsal ancho. Como un abanico se expande hacia abajo, adelante y adentro. Al igual que el oblicuo interno pudimos distinguir un grupo de fascículos (4), los cuales se dirigen respectivamente a la cresta ilíaca, al borde anterior del hueso coxal, al pubis y a la línea blanca.

En la cresta ilíaca se observaron inserciones tanto en el labio externo como en la espina ilíaca anterosuperior (Fig. 3.37). En el borde anterior del hueso coxal la inserción se mostró mucho más compleja dado el gran número de elementos musculares y vasculares que ocupan el área (músculos psoasilíaco y pectíneo, arteria y vena femoral, vasos linfáticos del muslo). La inserción en el pubis se caracterizó por delaminarse claramente en dos fascículos superficiales con inserción en la espina y sínfisis púbica, y uno más profundo que se inserta en el pubis de lateralidad opuesta. Por último se observó que la totalidad de los fascículos de la aponeurosis del oblicuo mayor encima de los que se insertan en el pubis se dirigen hacia la línea media entrecruzándose con los del lado opuesto conformando la línea blanca.

En concordancia con la bibliografía se corroboró la irrigación del oblicuo externo por ramas de las cuatro últimas arterias intercostales y arterias lumbares. Además, en su inserción en el ilion también recibe vascularización por la circunfleja ilíaca profunda.

Las ramas abdominales de los nervios nervios intercostales inferiores, y abdominogenitales mayor y menor son las que inervan dicho músculo.

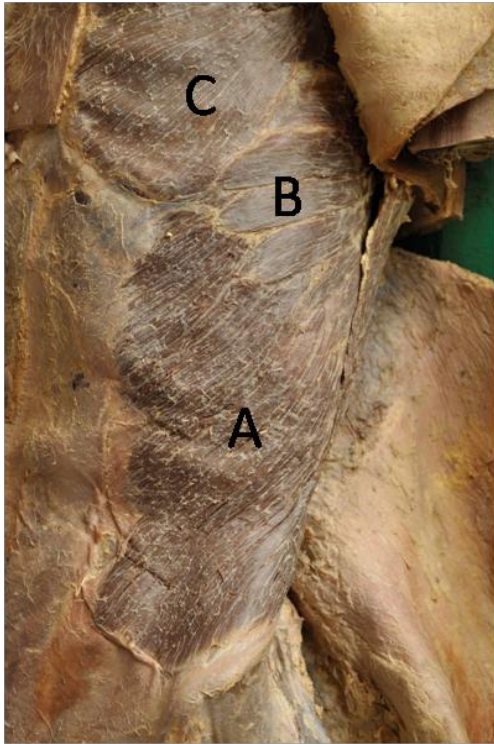


Fig. 3.35. Vista anterior del oblicuo externo (A). Se observan el serrato mayor (B) y el pectoral (C).

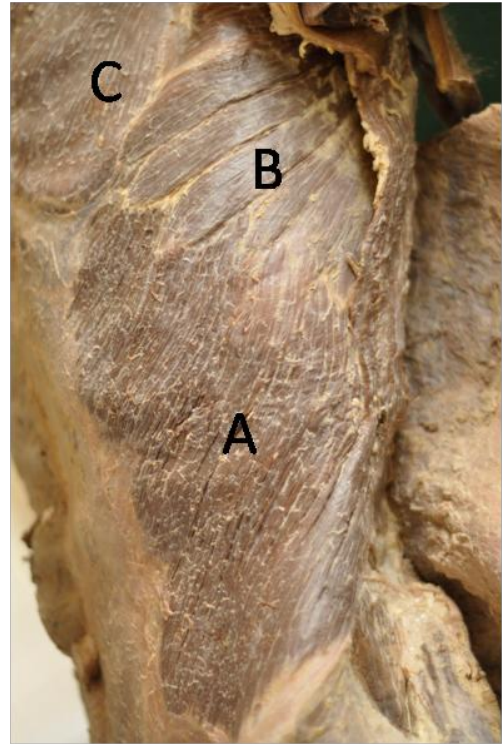


Fig. 3.36. Vista lateral del oblicuo externo(A). Se observan el serrato mayor (B) y el mayor pectoral mayor (C)

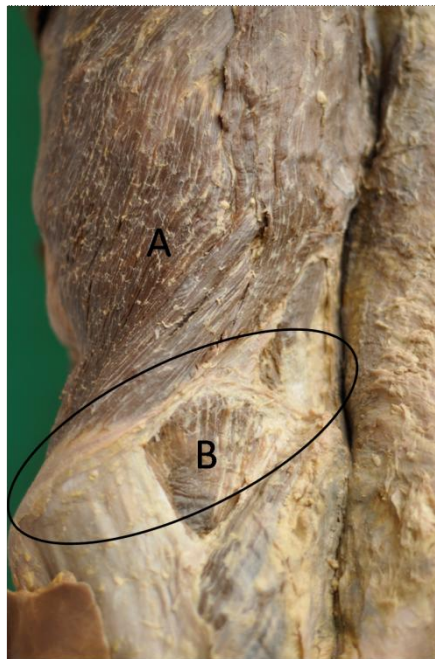


Fig. 3.37. Vista posterior del oblicuo externo (A). Se detalla su inserción en la cresta ilíaca y la presencia del glúteo mayor.

Músculo oblicuo interno o menor (Fig. 3.38)

El músculo se describió originándose en el arco crural, espina ilíaca anterosuperior y entre los labios externo e interno de la cresta ilíaca (Fig. 3.38) en sus dos tercios anteriores. En la parte posterior por medio de su aponeurosis se insertó en la apófisis espinosa de la primera vértebra sacra y la última lumbar.

Hacia arriba se delaminaron tres grupos de fascículos: el posterior, inserto en los tres a cinco últimos cartílagos costales; el medio que se inserta en la línea media; y el anterior, fusionado con el músculo e inserto en el borde superior del pubis.

La irrigación se observó dada por las colaterales externas de la epigástrica y de la mamaria interna, las dos últimas intercostales, por la cuarta lumbar y por las ramas ascendentes de la circunfleja ilíaca profunda.

Su inervación se dio mediante los últimos cuatro nervios intercostales y las ramas abdominales del abdominogenital mayor y menor.

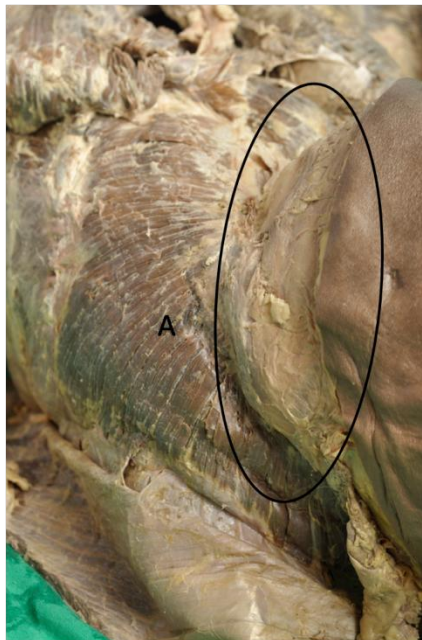


Fig. 3.38. Vista posterior del oblicuo externo (A). Se detalla su inserción en la cresta ilíaca y la presencia del glúteo mayor.

Músculo transverso del abdomen (Fig. 3.39)

En la cara interna del cartílago de las seis últimas costillas se observó la inserción superior de este músculo, entrecruzándose con digitaciones diafragmáticas. Por debajo se insertó en la cara interna de la cresta ilíaca, y por detrás en las apófisis costiformes de la columna lumbar. Por delante la aponeurosis anterior se observó fusionándose con la del oblicuo menor llegando a la línea alba en la línea media.

Se relevaron ramos de la arteria mamaria interna, de la epigástrica y de la circunfleja vascularizando el tejido, mientras que su inervación es compartida por el oblicuo menor.



Fig. 3.39. Músculo transverso

En cuanto a la disección de animales de otras especies comentaremos las principales variantes de los músculos de la pared abdominal en comparación con el hombre.

Rhinella arenarum (Sapo común) (Figs. 3.40, 3.41 y 3.42)

La musculatura vertebral y de la pared abdominal se encontró reducida en comparación a otros anfibios, reptiles y mamíferos. Se comprobó la ausencia de musculatura subvertebral. En cuanto la musculatura hipoaxial se describió principalmente el músculo oblicuo externo por ser notoriamente el más prominente.

El oblicuo externo se observó con un origen en el borde posterior de la supraescapula y en una fascia que envaina a la musculatura epiaxial. Esta amplia hoja muscular se extendía posteroventralmente para insertarse a lo largo del margen lateral de la funda o vaina fascicular que se sitúa en la superficie ventrolateral del músculo recto y del ilium.

Las fibras longitudinales del recto abdominal están separadas medioventralmente por la línea alba. Cada mitad del músculo se une fuertemente al borde ventral del pubis mediante un tendón. En su cara anterior el recto se ensancha hasta cubrir el abdomen, y en la zona pectoral se divide en porciones media y lateral. La parte medial se inserta en la superficie dorsal del esternón y da origen al musculo esternomiohioideo. Este músculo va desde la parte profunda del esternón al hioides en la zona anterior. La porción lateral del recto abdominal forma la porción lateral del pectoral abdominal, músculo de la cintura pectoral. Por encima del abdomen pasa a formar el recto cervical.

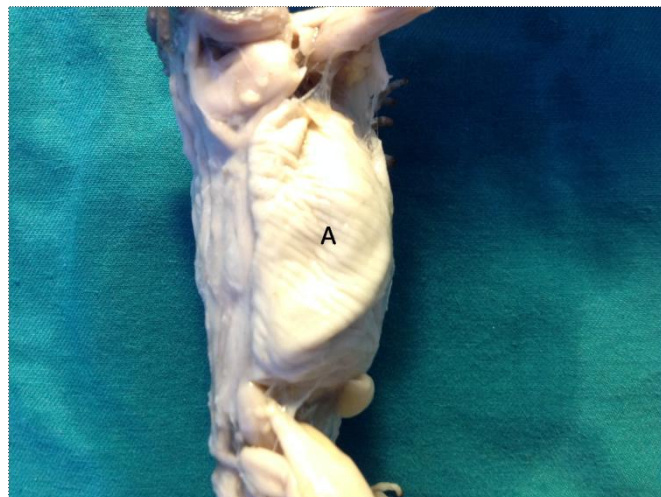


Fig. 3.40. A) Oblicuo externo en vista lateral



Fig. 3.41. A) Oblicuos externos en vista posterior.

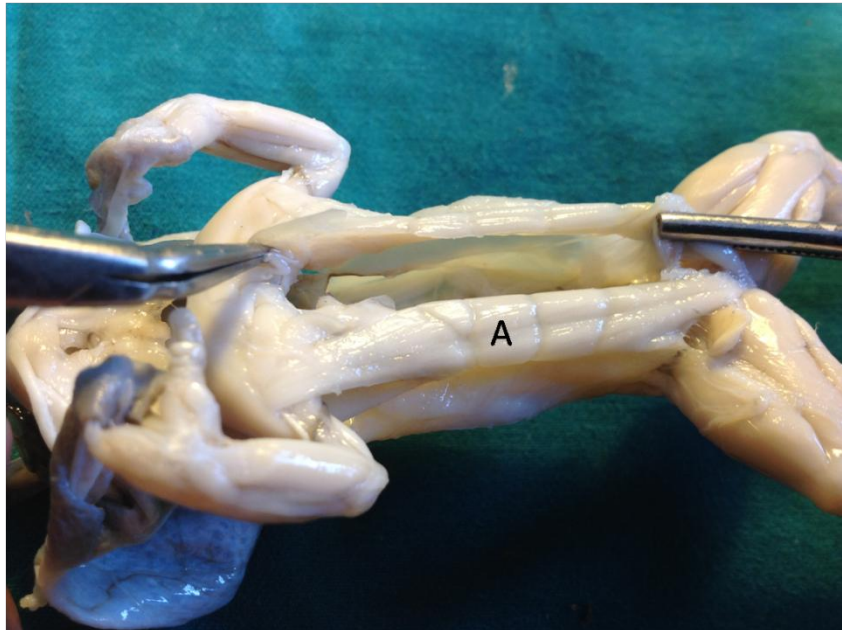


Fig. 3.42. A) Oblicuo externo en vista antero lateral. Se aprecia la inserción del mismo en relación a los miembros superior e inferior.

Tupinambis teguixin (Lagarto overo) (Figs. 3.43, 3.44 y 3.45)

El músculo oblicuo externo es el músculo más superficial del tronco lateral observado en esta especie. Se observó conformado por dos hojas musculares con fibras orientadas anterior y dorsalmente, una superficial y otra profunda. Ambas se extienden medialmente hasta el músculo recto, el cual se delamina en un recto abdominal propiamente dicho (más delgado) y un recto

abdominal lateral (más ancho). Desde allí corre hacia, de manera profunda y posterior, el músculo pectoral.

La capa superficial (oblicuo externo superficial) es una capa que se origina en la espina del pubis y en el borde dorsal del recto abdominal. En la región abdominal dicho músculo corre en ubicación anterior para insertarse en la aponeurosis del septum transversum. En la región torácica se inserta mediante hojas tendinosas en la porción vertebral de cada costilla. La porción profunda del oblicuo externo también se presentó con una parte abdominal (inserta en la espina del pubis y en la aponeurosis del septum transversum y última costilla esternal) y una parte torácica, que alcanzaba el recto abdominal.

El músculo oblicuo interno yace en la porción profunda del intercostal externo en la región abdominal y en intercostal interno en la región torácica. En la primera región se inserta en la fascia lumbodorsal y en la porción ventral del recto abdominal. En cambio en la región torácica se registró su inserción en la porción media de las costillas vertebrales y cartílagos costales.

El músculo transversum fue el músculo más profundo de los relevados para las especies de monos observadas. Se presentó extremadamente delgado, pero de manera continua entre la cintura pélvica y escapular, con fibras orientadas en una posición ventral y ligeramente hacia posterior.

Se observó una porción abdominal, con inserción en la fascia lumbodorsal y el recto abdominal, mientras que la porción torácica se insertó en la porción media de las costillas vertebrales mediante tendones y en la parte inferior de los cartílagos costales.

El músculo externo intercostal apareció en *Tupinambis sp.* discurrendo entre costilla y costilla a lo largo de la porción dorsolateral del tórax. Se extendió desde el centro de las vértebras hasta la zona curva de los cartílagos costales. El músculo se observe adelgazándose hacia ventral mientras que su porción dorsal consiste en dos capas musculares de fibras con similar orientación.

El músculo interno intercostal por su parte se observó de ubicación medial al externo intercostal ocupando una posición más ventral en el tórax. Se comprobó su extensión dorsoventral desde la porción media de las costillas vertebrales hasta los cartílagos costales.

El músculo *retrahentes costarum* se observó sólo en la región torácica dorsal, relacionando vértebras dorsales (3 a 13) con la porción media de las costillas vertebrales (2 a 11)

El púbico abdominal se observó como un músculo profundo relacionado al recto abdominal. Se corroboró su inserción en la tuberosidad del pubis y corriendo ventral y medialmente para insertarse en la línea alba, recto abdominal.

El recto abdominal se observa de ubicación superficial, similar a una hoja muscular segmentada que ocupó la región ventral y ventrolateralmente la cintura pélvica y el complejo pectoral. Se vio inserto por medio de un tendón robusto a lo largo de la porción ventral del isquion y, como ya advertimos, pudiendo observarse una parte medial y una lateral en relación a la inserción del oblicuo interno. La porción medial se observó discurriendo a lo largo de la línea media para insertarse en los dos últimos cartílagos costales y el margen posterior del complejo pectoral. Por su parte la porción lateral del recto sólo se inserta en la parte posterior en el complejo pectoral, sin relación con los cartílagos costales. Un leve colgajo medial del recto abdominal lateral es superficial al recto propiamente dicho.

La porción lateral funciona como zona de inserción para el músculo púbico abdominal y la mayor parte de los oblicuos externos. Por el contrario la porción medial es la zona de inserción de las porciones abdominales del oblicuo interno y del transverso.

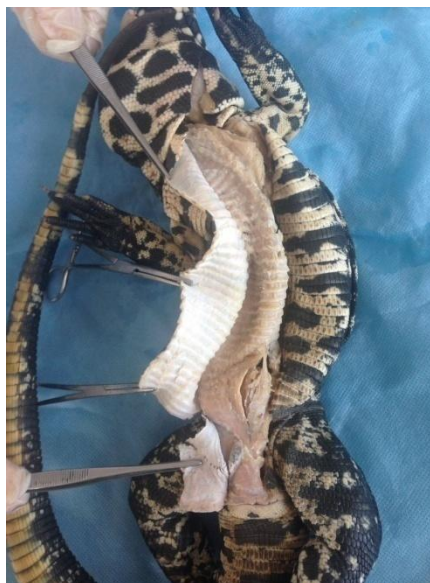


Fig. 3.43. Disección de la pared abdominal del lagarto overo.

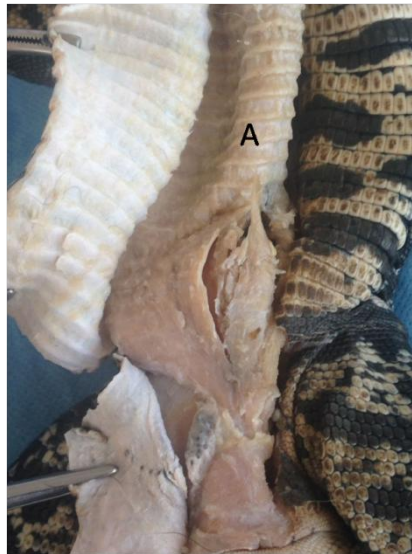


Fig. 3.44. A) Oblicuo externo. Se aprecia la impronta de la piel en el músculo.



Fig. 3.45. Detalle del oblicuo externo

Ateles geoffroyi (Mono araña) y *Cebus capuchinus* (Mono capuchino) (Fig. 3.46 y 3.47)

El músculo oblicuo externo abdominal es el más superficial, ancho y largo que se observó de la pared abdominal. El mismo se extiende desde la parrilla costal hacia el coxal en sentido craneocaudal, y desde la fascia

toracolumbar a la línea alba. Comprendió un número variable de interdigitaciones (cercano a diez).

Sus fascículos se interdigitan con aquellos correspondientes al *serratus anterior* (entre la 4° y 8° costilla) y el *latissimus dorsi* (entre la 9° y 12° costilla). Algunas fibras aisladas llegaban a alcanzar la fascia toracolumbar entre la última costilla y el coxal.

Los fascículos superiores se presentaron con una leve inclinación caudoventral, mientras que los inferiores descendían casi verticalmente.



Fig.3.46. Disección del Mono araña.



Fig.3.47. Oblicuo externo derecho. Vista lateral.

Se describió su terminación en una aponeurosis de inserción, la cual se presentó como una lámina membranosa amplia cuyo origen puede seguirse desde el 4 cartílago costal hasta el recto abdominal. Las fibras se observaron con la misma dirección que los elementos carnosos del músculo.

La inserción iliaca se produjo en el borde acetabular, en la parte ventral de la cresta que origina el músculo sartorio y el tensor *fasciae latae*.

Existió una proyección craneal del proceso piramidal en donde los anchos músculos abdominales se insertaron: (1) el oblicuo externo, el oblicuo interno y el transverso en el borde lateral, (2) la fascia toracolumbar y el musculo sacroespinal por detrás, (3) el músculo iliaco en la superficie anterior y 4) el cuadrado lumbar y ligamento iliolumbar en su parte media.

La inserción púbica del oblicuo externo se da en el crural medio y lateral a la vez que algunos fascículos se insertaron en la sínfisis púbica, cresta púbica y el final de la línea iliopectinea. Entre el pubis y el ilion se observó el borde caudal de la aponeurosis del oblicuo externo, el cual corre por encima de la vaina femoral y más lateralmente sobre la fascia iliaca. Se detectaron pequeños puntos de fusión entre las láminas membranosas y la aponeurosis del oblicuo externo, pero sin llegar a formar un ligamento inguinal. Todas las otras fibras de la aponeurosis llegan a la línea medioventral del abdomen donde se entrecruzan, formando la línea alba en contacto con los márgenes mediales del recto abdominal. Se constató la inervación del músculo por las ramas laterales cutáneas del intercostal, subcostal y nervios iliohipogástricos.

El músculo oblicuo interno se observó con una extensión desde las costillas y el coxal en una dirección y la línea alba y el área toracolumbar en otra. Se inserta (1) caudalmente por fibras tendinosas cortas del borde de la aponeurosis del oblicuo externo, donde este se fusiona con la fascia iliaca, (2) por fascículos carnosos desde el borde acetabular, entre el origen del músculo sartorio y el proceso piramidal, y 3) por una aponeurosis relacionada con la fascia toracolumbar.

Todos los elementos musculares se registraron corriendo ventralmente en dirección cefalomedial, excepto aquellos que contribuyen a formar el techo del canal inguinal. Las fibras carnosas culminaban en (1) el borde distal de las últimas 8 costillas y 2) a lo largo de una línea semilunar cercana al recto abdominal

La lámina aponeurótica aquí formada contribuyó a la vaina del recto de varias maneras: al pasar por detrás del recto envía pocas fibras a la parte de adelante del músculo en el tercio inferior de la pared abdominal. La aponeurosis de inserción del oblicuo interno alcanza la línea alba por detrás del

recto. Esta extensa lámina se fija al último cartílago costal y al proceso xifoides por un lado y la cresta púbica por otro.

El músculo transverso abdominal se describió a partir de su origen caudal, el cual estuvo dado por un conjunto de fibras tendinosas cortas en la aponeurosis del oblicuo externo. Además se observaron fibras carnosas insertadas en el borde acetabular, en la fascia toracolumbar y en una superficie profunda de los últimos 8 cartílagos costales.

Las fibras se observaron transversales a la línea medioventral terminando en una aponeurosis a lo largo de una línea correspondiente a la semiluna del oblicuo externo, pasando también por detrás del recto.

Las láminas aponeuróticas del oblicuo interno sumadas a la del transverso se comportaron de manera similar a la vaina del recto en humanos.

Cabe destacar la dificultad en su disección, puesto que al ser más débil que los oblicuos tiende a adherirse a estos últimos.

Cirugías

Las intervenciones quirúrgicas realizadas a fin de resolver defectos de la pared abdominal surgieron en respuesta a hernias (Figs. 3.48, 3.49) y eventraciones (Fig.3.50). El principal tipo de hernias observado, en concordancia con la bibliografía relevada, fue la hernia inguinal. En estos casos la técnica utilizada para su resolución fue la técnica de Litchenstein, que asegura la ausencia de tensión en la línea de sutura, para lo que usa una malla para cubrir el suelo inguinal. De acuerdo a esta técnica se abrió el canal inguinal, tras la apertura de la fascia de Camper. Posteriormente se abrió la aponeurosis del oblicuo externo siguiendo la dirección de sus fibras. Una vez separado el cordón espermático y se lo adelgazó en los casos en los que fue necesario.

Se colocó se usa una malla protésica de polipropileno redondeada fijada por detrás del tubérculo púbico; continuándose lateralmente a lo largo del ligamento de Poupart hasta un punto lateral al anillo interno. Se realizó un corte en la malla para permitir el paso del cordón espermático. Una vez reparado el suelo del canal se cerró la aponeurosis del oblicuo externo.

En el caso de las eventraciones, las mismas se sucedieron a laparotomías previas, es decir, fueron hernias incisionales o poslaparotómicas. Debido a esto es que hayan sido de carácter crónico, sin que se observaran verdaderas evisceraciones. La mayor parte de las mismas se ubico en la zona infraumbilical media, también en consonancia con lo relevado en la bibliografía (Arap y García Sierra, 2011). Todas las eventraciones observadas fueron uniloculares, reductibles, y, en su mayoría de un tamaño grande (oscilando entre los 10 y 20 cm.).

Para su resolución se empleó la laparoscopia, en donde, luego de determinar la cantidad de defectos presentes se redujo el contenido herniario. Una vez identificados los bordes del defecto herniario se procedió a la colocación de la malla de polipropileno, sobrepasando en 3-4 cm los bordes mencionados. La cara porosa de la malla se aplicó al peritoneo y la plana en contacto con las vísceras. Dentro del abdomen la malla se desplegó y ancló por medio de suturas, *tackers* y/o grapas tradicionales para hernias.

Tanto para las eventraciones como para las hernias propiamente dichas la malla protésica fue colocada de manera preperitoneal (*underlay*) fijada al transverso. En ninguna de las 200 operaciones se relevaron recidivas posteriores a la intervención. La reparación se complementó con dermolipectomías funcionales o estéticas, más la recomendación del uso de fajas en el posoperatorio.

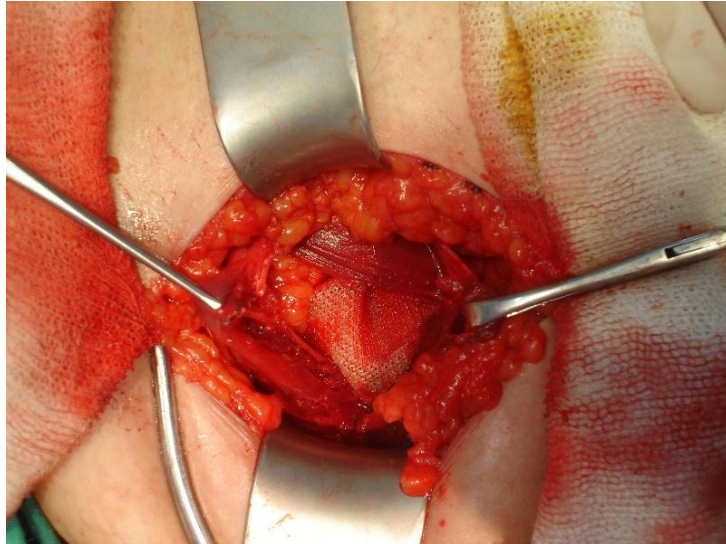


Fig.3.48. Colocación de malla en tratamiento de hernia.

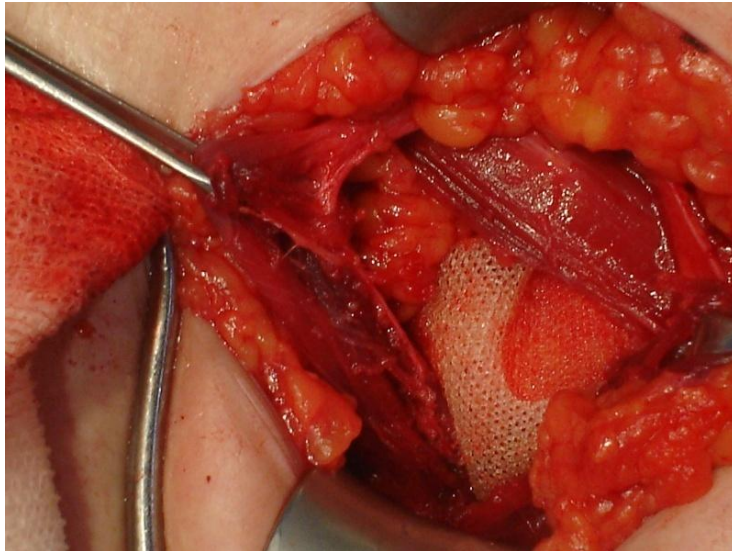


Fig. 3.49. Colocación de malla en tratamiento de hernia.



Fig. 3.50. Colocación de malla en tratamiento de eventración.

DISCUSSION

Acerca de los estudios electromiográficos

Las características inherentes a las pruebas electromiográficas la transforman en el método de electrodiagnóstico más útil en el estudio de la función motriz. El método presenta cualidades tales como un grado elevado de objetividad, especialmente si se hace uso de las técnicas electromiográficas de carácter cuantitativo (Massó et al., 2010). Además, en estudios clínicos se manifiesta su precocidad en el diagnóstico, tanto en el diagnóstico anatomopatológico, señalando la magnitud de la lesión (compresión, sección afónica sección de nervio), como en el diagnóstico topográfico (médula, raíz anterior, plexos nerviosos, troncos nerviosos) (Massó et al., 2010). Por último, es capaz de generar datos que contribuyen a la rapidez en el pronóstico, dando cuenta de los primeros signos de regeneración nerviosa antes de cualquier manifestación clínica.

Monfort-Pañego y colaboradores (2009) relevaron 87 estudios en una síntesis acerca de electromiografías realizadas en la pared abdominal. La mayor parte de los mismos relacionados con el esfuerzo de dicha región corporal durante diversos ejercicios físicos

Las dificultades citadas por los autores al intentar realizar estudios comparativos tuvieron que ver con (1) el pequeño número muestral en muchos estudios, (2) la deficiente o nula descripción de los ejercicios a los que fueron sometidos los pacientes, así como sus características (edad, sexo, actividad física frecuente), (3) la falta de detalle en las técnicas de registro de las EMG, sin ubicación precisa de los electrodos y (4) las técnicas deficientes en el procesamiento de la señal de la EMG.

A diferencia de otros complejos músculo tendinosos la pared abdominal anterior está formada por aponeurosis tendinosas del oblicuo externo, oblicuo interno y transverso. Investigaciones han demostrado que las conexiones entre las fascias transmiten la fuerza entre estos músculos, fenómeno denominado como transmisión de fuerzas miofascial (Stephen, 2014). Estos movimientos han sido investigados *in vivo* en ratas (Brown y McGill, 2010) y con ecografías en humanos (Hodges et al., 2003).

Los cuatro músculos de la pared abdominal anterior se encuentran tan íntimamente relacionados que se torna dificultoso individualizar el registro de

actividad durante los movimientos, incluso aquellos tan comunes como la respiración (Goldman et al., 1987; Brown y McGill, 2010). Sin embargo, se pueden extraer algunas conclusiones generales de los estudios anteriormente mencionados.

Existe un consenso en que durante la rotación del tronco se produce una activación de los músculos anterolaterales del abdomen, mucho mayor que aquella generada por los ejercicios de flexión sin rotación. (Goldman et al., 1987; Souza et al., 2001; Miura et al., 2012;) acción destacable principalmente en el oblicuo externo (Campbell, 1952). Con mayor detalle Carman y colaboradores (1972) determina la acción del oblicuo externo como generador de la flexión ipsilateral y del oblicuo interno en la flexión contra-lateral. Goldman y colaboradores (1987) registran una leve acción del oblicuo externo en tos y valsalva, mientras que observa, al igual que en nuestro análisis poca actividad eléctrica durante la respiración. Similares conclusiones fueron descritas por Floyd y Silver en su pionero trabajo de 1950, mientras que Miura y colaboradores (2012) acuerdan en que el mayor potencial el oblicuo externo se registra durante la torsión del tronco. Cerezo y Ponisio (1989) registran actividad de los oblicuos en los movimientos de rotación y flexión, mientras que el transversos participa activamente en la espiración forzada. Kera y Maruyama (2005) por su parte, al estudiar el mecanismo de respiración, no observan actividad del oblicuo externo. Sin embargo concuerdan en su actividad principal durante la torsión del tronco. Urquhart y colaboradores (2005) registran acción del Oblicuo externo, junto al oblicuo interno y el transversos, durante los movimientos de rotación del tronco. En su trabajo de evaluación de secuencia de activación de músculos de la pared abdominal, durante los movimientos de cadera y levantamiento de peso, Hodges y Richardson (1997) registran una primera activación del transversos, tanto en abducción como en flexión. El oblicuo externo, sin participación en dichos movimientos sólo participa en la rotación del tronco.

A partir de los anteriores estudios mediante electromiografías, que reportaron actividad muscular del oblicuo externo durante ejercicios de movimiento del tronco, Souza y colaboradores (2001) indagaron con mayor detalle acerca de la forma de trabajo de dicho músculo. A partir de flexiones, extensiones y rotaciones del tronco, concluyeron que tanto el recto abdominal

como los oblicuos funcionan estabilizando el tronco, al estar adheridos a la fascia toracolumbar previenen una descompensada rotación mediolateral. Dicha conclusión es apoyada por estudios posteriores (Tesh et al., 1987), según los cuales esta acción se vería con mayor claridad en la zona lumbosacra. Por último, Giorno y Martínez (2002) también observan poca participación del oblicuo externo durante el levantamiento del tronco (incorporación), y menor aún durante la flexión de piernas.

Estos resultados concuerdan con lo hallado en el presente trabajo, en donde se apreciaron leves acciones de los músculos abdominales durante los movimientos de flexión, y poca actividad durante otros movimientos (esfuerzo defecatorio, flexión de pelvis).

Otra de las acciones que se mencionan en la bibliografía para los músculos de la pared abdominal en general y del oblicuo externo en particular es su participación durante la respiración. Recordemos que en nuestros análisis no se observaron cambios significativos en ninguno de los músculos durante la inspiración, mientras que durante la espiración forzada se registraron cambios, principalmente en el músculo transverso y el oblicuo interno, con menor actividad en el oblicuo externo. Dichos comportamientos de la musculatura son coincidentes con la descripción detallada realizada por Ratnovsky y colaboradores (2008) en su estudio de la mecánica respiratoria. De acuerdo al autor los músculos inspiratorios serían el diafragma, el externo intercostal, el paraesternal y el esternomastoideo. Por otra parte los espiratorios estarían constituidos por el intercostal interno, el recto, el oblicuo interno, el oblicuo externo y el transverso. Cuando el organismo se encuentra en reposo, sólo se registra actividad en los músculos inspiratorios, mientras que durante determinados ejercicios se activan la musculatura espiratoria. Esto ha sido discutido por otros autores que observaron actividad en los músculos inspiratorios, aun en reposo (Costa et al., 1994; Estenne et al., 1998) y otros en reposo (Breslin et al., 1990; Ratnovsky et al., 2003). Por el contrario existe un consenso en la ausencia de actividad de la musculatura espiratoria, donde se encuentra el oblicuo externo, exceptuando los casos de espiración forzada. Durante esta acción, mencionemos que la su contracción genera que la pared abdominal presione hacia adentro elevando así el diafragma y expulsando el aire de la cavidad torácica (De Troyer, 1997).

El patrón de actividad intermedio observado en el oblicuo externo durante la acción de trepar, no registra antecedentes en los citados trabajos. Probablemente su relación con el músculo trapecio sea un remanente de la locomoción braquiadora de ciertos primates (Napier y Napier, 1987)

Para resumir entonces, tanto en nuestras observaciones como en trabajos previos de numerosos investigadores a través de electromiografías se registra que:

- 1) hay poca actividad del oblicuo externo durante los movimientos de flexión de cadera y piernas, participando sólo en aquellos que involucran la torsión del tronco principalmente en la flexión contralateral
- 2) hay poca participación del oblicuo externo durante la respiración, limitándose a la espiración forzada
- 3) no se registra ningún potencial que lo vincule a la función de contención visceral

Acerca de los estudios ecográficos

Si bien no existe una manera de medir la fuerza realizada por cada músculo de la pared abdominal de forma individual, su tamaño puede proveer una medida indirecta de su potencial contráctil (Misuri et al., 1997; Rankin et al. 2006). Estos análisis de ultrasonido, que se correlacionan en buena medida con resonancias magnéticas, es una técnica útil y no invasiva que contribuye a establecer la función de la pared muscular del abdomen (Rankin et al., 2006; Tahan et al., 2006; Taghipour et al 2015).

El trabajo de Rankin y colaboradores (2006) es tomado como referencia para estudios de ultrasonido en pared abdominal muscular dadas su elevado número muestral. Los autores realizaron ecografías del oblicuo externo, oblicuo interno, transverso y recto, de forma bilateral. Se analizaron imágenes tomadas a 123 individuos (55 de sexo masculino entre 21 y 72 años de edad y 68 de sexo femenino de 20 a 64 años de edad), excluyendo del análisis individuos con disfunciones neurológicas, neuromusculares, reumatológicas, dermatológicas o enfermedades sistémicas en su historial clínico, así como

aquellos con fracturas vertebrales o cirugías abdominales previas al estudio (Rankin et al., 2006). El objetivo de su trabajo fue proveer rangos de referencia relativos y absolutos de tamaño y simetría de la musculatura abdominal. Además se plantearon considerar la relación entre el tamaño muscular y variables antropométricas y la homogeneidad de espesor muscular. Como conclusiones principales podemos mencionar que registraron un mayor tamaño relativo de la musculatura abdominal en el sexo masculino con respecto al femenino. Tahan y colaboradores (2016) realizaron un estudio similar en 156 individuos de entre 18 y 44 años de edad con resultados similares en cuanto aal mayor tamaño relativo de los músculos de individuos masculino. A su vez Rankin y colaboradores (2006) encontraron una correlación negativa entre el espesor de la musculatura y la edad para ambos sexos, estimación también lograda por Tahan y colaboradores (2016).

En cuanto al tamaño relativo de los cuatro músculos constantes en la pared anterolateral abdominal (oblicuos externo e interno, transverso y recto), el recto abdominal siempre se presentó como el de mayor espesor (36,10%) seguido en orden decreciente por el oblicuo interno (28,95%), oblicuo externo (19,28%) y transverso (15,67%) (Fig. 4.1). (Rankin et al., 2006), de forma coincidente con el estudio de Tahan y colaboradores (2016), sin que en ninguna de las dos investigaciones hubiesen diferencias de acuerdo al sexo en este orden.

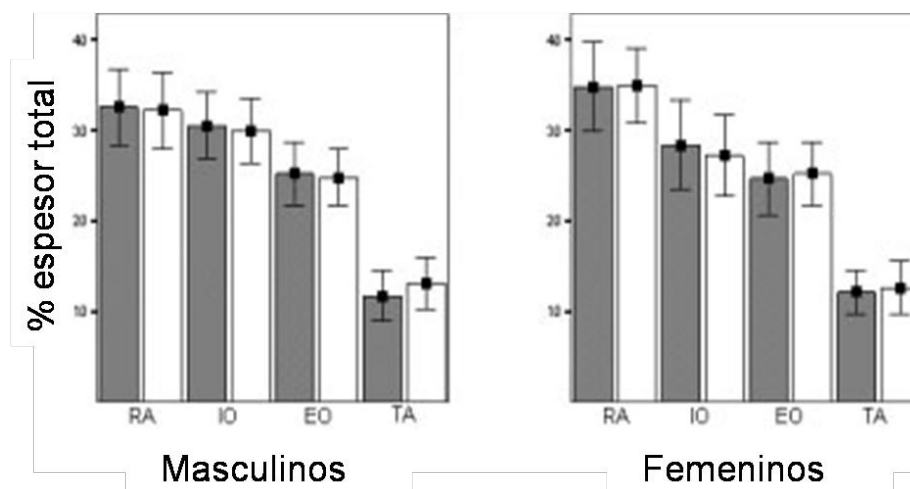


Fig. 4.1. Espesor relativo de los músculos de la pared abdominal según sexo (Rankin et al., 2006)

A fines de comparar sus resultados con los alcanzados en la presente tesis, sólo consideraremos los músculos oblicuo externo, oblicuo interno y transverso, eliminando el recto. Al realizar la comparación de valores de espesor relativo se observa la notable similitud entre ambas muestras, lo que expresa la característica conservadora del rasgo (Tabla 1).

	Hijano, 2017	Rankin et al., 2006
Oblicuo externo	31,20%	30,00%
Oblicuo interno	44,50%	45,73%
Transverso	24,30%	24,27%

Tabla 1. Comparación del espesor relativo de los músculos de la pared abdominal entre nuestro estudio y el de Rankin et al. (2006).

El conocimiento del tamaño relativo, así como de cualquier asimetría posibilita la detección de atrofias selectivas o asimetrías de órganos abdominales que puedan influir en la musculatura externa y que pueden presentar relevancia clínica (Rankin et al., 2006)

Una vez comprobado que el espesor de los músculos por nosotros analizados responde a la morfología normal mediante la comparación con el estándar de Rankin y colaboradores (2006), podemos comenzar a discutir el patrón de actividad de la musculatura abdominal en general y del oblicuo externo en particular.

Si bien no son numerosos los estudios de función de la pared muscular realizados en personas sanas, en los últimos años algunos investigadores comenzaron a evaluar su papel durante la respiración, movimientos como valsalva y tos, y en los flexiones del tronco y la pelvis (Cresswell et al, 1992; Sugaya et al., 2014; Taghipour et al 2015; Tahan et al., 2016).

Durante el proceso espiratorio los músculos de la pared abdominal no funcionan como una unidad, sino que cada uno mantiene su particular potencial de contracción, hecho demostrado en perros y en humanos (Misuri et al, 1997). Misuri y colaboradores (1997) realizaron un estudio en individuos masculinos de entre 26 y 36 años de edad, analizando mediante ultrasonido la actividad de cada músculo por separado. Los investigadores evaluaron la actividad de los músculos durante la expiración progresiva y durante el máximo

de expiración forzada, a la vez que evaluaron su acción durante distintos movimientos del tronco. Una de las conclusiones a las que arribaron consistió en establecer al músculo transverso como el principal actor durante la máxima expiración forzada, siendo el generador de la mayor presión intraabdominal (Fig. 4.2). Durante este proceso el orden de activación observado fue Transverso-Oblicuo interno-Recto, y por último el Oblicuo externo. Si bien en nuestro análisis el mayor cambio de espesor fue observado en el oblicuo interno, este es el segundo en activarse, y las diferencias con el trabajo de Misuri et al. (1997) podrían deberse a la distinta área del músculo elegida para tomar la imagen.

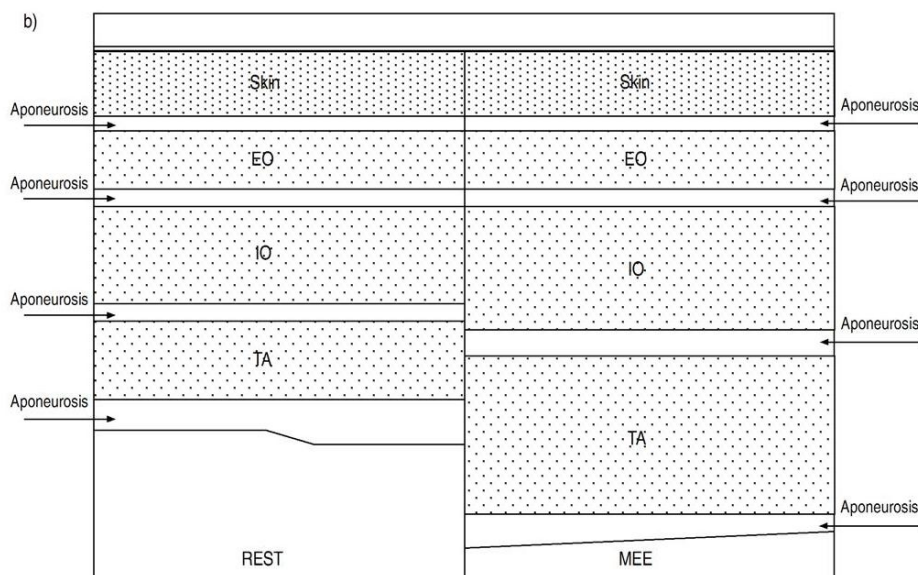


Fig. 4.2. Espesor de los músculos de la pared abdominal en reposo (REST) y en máxima expiración forzada (MEE) (Misuri et al., 1997).

Durante la expiración progresiva, no analizada en nuestro trabajo, los autores hallan una notable acción del transverso, con muy poca actividad del resto de los músculos. Dicho fenómeno es lógico en cuanto el transverso posee una morfología que rodea circunferencialmente a la cavidad abdominal, con lo cual está en una posición ideal para generar presión de forma más efectiva (Misuri et al., 1997).

Cresswell y colaboradores (1992), analizando individuos masculinos de edades cercanas a los 30 años, observa una acción de los cuatro músculos durante la expiración forzada, coincidiendo con Misuri y colaboradores (1997) y

con nuestro trabajo en cuanto los más afectados a la contracción son el transverso y el oblicuo interno en ese orden.

El otro proceso en el que recurrentemente aparece involucrado el oblicuo externo es la torsión del tronco (Taghipour et al., 2015). En el estudio previamente citado de Misuri y colaboradores (1997), se observó que dicho músculo actúa durante la flexión contralateral del tronco, mientras que el oblicuo interno además de actuar en la flexión ipsilateral participa más activamente en la espiración. Creswell y colaboradores (1992) por su parte observaron que tanto el oblicuo externo, como el interno y las porciones laterales del transverso se contraen durante las torsiones de la columna vertebral. La activación de este último trae aparejada la estabilización del tronco ante las acciones de ambos oblicuos y el recto. Sugaya y colaboradores (2014) al analizar 21 individuos sin problemas neurológicos, ortopédicos ni dolores lumbares, describen la acción contralateral del oblicuo externo durante la rotación del tronco, mientras que el oblicuo interno y el transverso actuarían en la flexión ipsilateral. Por último, un estudio reciente que coincide con estos resultados es el de Tahan y colaboradores (2016), el cual agrega la importancia de la función del transverso en la estabilidad y contención del abdomen. En el trabajo se observa que con sólo 2 o 3 % de contracción el transverso es capaz de cumplir con ambas funciones.

Para resumir entonces, tanto en nuestras observaciones como en trabajos previos de numerosos investigadores a través de ecografías se registra que:

- 1) hay poca actividad del oblicuo externo durante los movimientos de flexión de cadera y piernas, participando sólo en aquellos que involucran la torsión del tronco
- 2) hay poca participación del oblicuo externo durante la respiración, limitándose aun papel secundaria en la espiración forzada, y
- 3) no se registra ningún potencial que lo vincule a la función de contención visceral, siendo el transverso el encargado de la misma

Relación entre estudios electromiográficos y ecográficos

Como vimos en los últimos años las imágenes obtenidas por ultrasonido se han hecho populares para determinar la actividad de los músculos de la pared abdominal (Hodges et al., 2003; Misuri et al.1997; Rankin et al., 2006). Ahora bien, la relación entre estos estudios y las EMG no ha sido aclarada por completo. Hodges y colaboradores (2003) por caso, observan poca diferencia en espesor mediante ecografías, al tiempo relevan grandes cambios en estudios electromiográficos. Por el contrario John y Beith (2007) al igual que Coghlan y colaboradores (2008) observan una notable disminución del oblicuo interno durante su activación registradas por EMG. En torsion de tronco si hay correlacion. En el caso más relevante para nuestro trabajo, John y Beith (2007) sí encuentran correlación ($r = 0.63-0.94$) al estimar en forma aislada la acción del oblicuo externo durante la rotación del tronco.

La poca correlación generalmente hallada entre ambos métodos puede deberse a la dinámica y morfología de la pared abdominal. El espesor de la musculatura no sólo responde a la acción de ese músculo sino también a las fuerzas generadas por músculos adyacentes. Esto es más evidente en aquellos casos en los cuales la orientación de las fibras es perpendiculares entre ambos paquetes musculares, tal el caso de los oblicuos externo e interno por ejemplo (Brown y McGill, 2010).

Eso se debe a que las fuerzas, como ya vimos, se transmiten a través del tejido conectivo, haciendo que, la contracción de una capa muscular afecte el largo y el espesor de la otra. Además las fascias que se encuentran relacionando al oblicuo externo, interno, transverso y recto, también actúa limitando el acortamiento de los mismos.

Acerca de las cirugías de pared abdominal

Es notable la ausencia total de recidivas y complicaciones en la vasta cantidad de operaciones realizadas. Independientemente de las técnicas en particular, las cuales dependen del tipo de hernia, y del uso cada vez mayor de mallas que reducen las recidivas a un 1% (Torregrosa Gallud y Zaragoza

Fernández, 2001), existe una constante en el tratamiento de dichas condiciones. En todas ellas se observa que la malla ubicada a fin de restablecer la continuidad de la pared abdominal se aplica sobre el transverso. En el caso de la técnica de Lichtenstein por ejemplo, queda claro que la fascia del transverso es insuficiente para cubrir el defecto de una hernia inguinal. Ya sea por la escasa introducción de fibras de, colágeno desde el transverso en su fascia, una disminución en su *turn/over* o, una mayor degradación, se llega al proceso herniario. Y aquí vemos como en la bibliografía la discusión se centra en el tipo de reparación (autoplastia vs. prótesis), argumentando estos últimos a favor de las mallas las cuales permiten una reparación sin tensión en las líneas de sutura y la aposición de capas que normalmente están en diferente plano (Torregrosa Gallud y Zaragoza Fernández, 2001). Pero en ningún momento se discute acerca de cuál es el músculo de la pared abdominal que se debe reparar, puesto que existe un consenso establecido en que ninguno de los oblicuos ni el recto actúan como verdaderos contenedores viscerales.

En este sentido vemos que en las recomendaciones de la Asociación Argentina de Cirugía (2017), se detalla, para laparoscopías de hernias inguinales: *“fijación: (...) Las alternativas de fijación son: tackers (tachuelas espiraladas), agrafes, puntos de sutura, puntos transparietales, colas adhesivas, etc. Los elementos de fijación deben apoyarse sobre la **aponeurosis del transverso** en el plano superior y no sobre la fascia transversalis solamente.”*

En el caso de las hernioplastias laparoscópicas preperitoneales: *“Los puntos posibles de fijación o anclaje se encuentran ligeramente por encima del pubis y sobre el ligamento de Cooper, sobre la cara posterior de la pared anterior muscular (**músculo recto y/o transverso**), bien alta evitando los vasos epigástricos inferiores”.*

Por último, para la eventroplastia laparoscópica: *“La ubicación de la malla que da menos complicaciones y menor índice de recidivas es en el **espacio preperitoneal retromuscular**”.*

Evolución en la funcionalidad del Oblicuo Externo

Todo lo anterior nos lleva a formularnos la siguiente pregunta ¿Qué procesos llevaron al músculo oblicuo externo para culminar en *H. sapiens* con funciones de menor relevancia en comparación a otros vertebrados?. Aquí debemos valernos de nuestros análisis en anatomía comparada y de la historia evolutiva de dicho grupo.

El sistema musculoesquelético axial representa el mecanismo de propulsión plesiomórfico en vertebrados y mantiene un rol central en la mayoría de los mismos (Schilling, 2011). Comenzando con los peces teleosteos y pulmonados se observa en ellos, como ya mencionamos, dos masas hipoaxiales con orientaciones opuestas (OE y OI) y una banda longitudinal (Recto) (O'Reilly et al., 2000; Liem, 2001; Kardong, 2014). Incluso análisis de sección transversal de dicha musculatura han permitido establecer que la misma es relativamente más ancha que la musculatura abdominal de tetrápodos (Omura, 2015). Estos músculos actúan de manera sinérgica, junto con el paquete muscular epiaxial durante la locomoción acuática con un menor desarrollo de los miembros, a través de las sucesivas ondulaciones laterales (Kardong, 2014). Dichos paquetes generan la flexión lateral del tronco y brindan estabilidad en la locomoción a causa del movimiento de las aletas (Schilling, 2011).

La locomoción basada en el eje axial se fue haciendo cada vez más dependiente de los miembros durante la evolución de los tetrápodos, lo cual está sin dudas relacionado con el cambio de estructura de la columna y los apéndices. El cambio de locomoción trajo aparejado por ejemplo la especialización de regiones cervical, torácica (con costillas y relacionada a la respiración) y lumbosacra. A partir de esta etapa la locomoción está más integrada entre eje y miembro (Schilling, 2011). El rol principal de los músculos hipoaxiales laterales en la locomoción fue alterado al depender de los miembros, mucho más robustos en especies terrestres (Omura, 2015).

Los urodelos se han propuesto como modelo de tetrápodos basales, principalmente en estudios de locomoción, ya que las costillas presentes son de poco tamaño y no presentan relación con la musculatura hipoaxial (Brainerd y Simons, 2000). En salamandras la musculatura epiaxial retiene su

segmentación plesiomórfica, mientras que la hipoaxial consiste en la musculatura abdominal más la musculatura subvertebral. En el caso de las salamandras acuáticas desarrollan movimientos ondulatorios usando la musculatura axial con los miembros pegados al cuerpo, de manera similar a los peces (Omura, 2015). Análisis con electromiografía han mostrado que de la musculatura hipoaxial el oblicuo externo, oblicuo interno y transversal actúan simultáneamente (O'Reilly et al., 2000). De hecho, estos urodelos acuáticos presentan un mayor desarrollo de la pared abdominal que urodelos terrestres, con un patrón diferencial de actividad hipoaxial. Omura (2015), observó que durante la locomoción terrestre el transversal y oblicuo interno extienden el cuerpo, mientras que el oblicuo externo superficial y profundo lo flexionan. En cuanto al peso muscular, Omura observó en el mismo estudio que el oblicuo externo fue significativamente menor en especies terrestres que en semiacuáticas y acuáticas.

Puesto que los primeros pasos de los tetrápodos habrían sido dados en el fondo de los cursos de agua, la estabilización a las fuerzas de locomoción sería anterior a la estabilización contra las fuerzas de gravedad. La transición evolutiva a la tierra es un cambio a un medio menos viscoso y denso pero más expuesto a cargas gravitacionales (Schilling, 2011). Dicha modificación en el ambiente habría generado un mayor trabajo como sostén al esqueleto y musculatura para sostener la postura del organismo durante la locomoción.

En salamandras terrestres entonces la propulsión está dada por musculatura axial y apendicular: la flexión del tronco sigue generándose por movimientos ondulatorios axiales, en particular, los oblicuos y el transversal estabilizan el tronco contra la torsión del eje generada por el movimiento de los miembros (Carrier, 1996), los cuales funcionan como anclaje para la siguiente flexión (Schilling, 2011; Kardong, 2014). Dichos animales caminan con al menos tres pies al mismo tiempo en el suelo, flexionando el tronco lateralmente, con movimientos ondulatorios a medida que aceleran, actuando las dos capas de oblicuos externos (superficial y profundo) primero, luego el oblicuo interno y por último el transversal (O'Reilly et al., 2000).

Antes de continuar con la línea tetrápoda que conduce al hombre, describiremos en breves líneas lo que acontece con la musculatura hipoaxial, y el oblicuo externo en particular, en anuros, dado que fue uno de los grupos

observados en este trabajo. Tanto anuros como cecilianos son grupos hiperespecializados dentro de los anfibios, mostrando casos muy particulares de locomoción (O'eilly et al., 2000). Los anuros presentan movimientos asimétricos de los miembros, dado que exhiben una gran musculatura apendicular posterior. En cambio, y como observamos en nuestras disecciones, el oblicuo externo y la musculatura conocida como transversa (aunque de dudosa homología con el transversa auténtico) está muy poco desarrollada y no presenta relación con locomoción (Duellman y Trueb, 1986) puesto que la locomoción saltatoria no necesita flexiones del tronco, todo lo contrario, el mismo permanece rígido durante el salto (Duellman y Trueb, 1986). La respiración, que como veremos más adelante puede involucrar al oblicuo externo, es principalmente bucal, en ocasiones con ayuda del denominado transversa. (Gans, 1970; Schilling, 2011). Este último músculo sin embargo, es como vimos extremadamente delgado, lo que provoca un abdomen abombado, característica que en el hombre se denomina justamente “vientre de batracio” (Figs. 4.3 y 4.4).



Fig. 4.3. “Ventre de batracio” debido a una agenesia del músculo transversa.



Fig. 4.4. "Ventre de batracio" debido a una agenesia del músculo transverso.

A diferencia de los anfibios tetrápodos la agilidad terrestre de amniotas (reptiles y mamíferos) es mucho mayor. Una locomoción con mayor rango de movimientos y velocidades, necesitó de una mayor estabilización del tronco, puesto que los miembros comenzaron a generar un patrón distinto de movimientos. En anfibios y algunos reptiles basales la locomoción es de tipo transversal u horizontal, pero con cambios en el coracoides y la escapula la locomoción se hace parasagital en algunos reptiles y mamíferos (Kardong, 2014). Esto lleva a un cambio postural acompañado por modificaciones en los músculos extrínsecos, los cuales actuaban en un plano horizontal y ahora actúan en un plano sagital, por debajo del tronco. Dicha modificación genera torsiones de la columna, las cuales tienden a ser estabilizadas por la musculatura hipoaxial (Schilling, 2011).

Si bien en iguanas y otros reptiles, la musculatura hipoaxial y el oblicuo externo en particular sigue contribuyendo a flexionar el tronco (Carrier, 1991; 1996), ya en estos reptiles la musculatura hipoaxial comienza a vincularse con los mecanismos respiratorios, hecho visible en estudios de EMG (Carrier, 1996).

Por lo tanto en reptiles el oblicuo externo participa como locomotor flexionando el tronco y como ayuda en la ventilación pulmonar en el segmento torácico (Brainerd y Simmons, 2000; Deban y Carrier, 2002).

Otra de las características apomórficas más salientes de la locomoción mamaliana es la flexión sagital. La capacidad de flexión y extensión dorsoventral que posibilitó la evolución de pasos asimétricos como el galope, originó cambios morfológicos tales como la reducción de las costillas en la zona lumbar, la orientación de los procesos espinosos y facetas zigoapofisiales. Por otra parte, y en relación a la respiración, la evolución del diafragma liberó a los

músculos hipoaxiales de la función respiratoria durante la locomoción. El diafragma es una innovación clave para la respiración mamífera, incrementando su eficiencia necesaria para su metabolismo homeotermo, acompañado por los músculos hipoaxiales. Con las demandas aeróbicas de la locomoción mamaliana la musculatura hipoaxial torácica se involucró aun más en la respiración. Sin embargo, la hipoaxial abdominal ha arrojado resultados dispares en estudios EMG en mamíferos como perros (Manzano y Perotti, 1999).

Existen pocos estudios de musculatura abdominal en primates, entre los cuales destacamos el hallazgo de Demis y colaboradores (1990) y de Curtis (1995), los cuales distinguen una mayor rotación del tronco en lorísidos debido a la acción del oblicuo interno y externo.

En nuestra especie, el músculo transverso y el diafragma aparecen como los encargados de la respiración y colaboración del mantenimiento postural, mientras que los oblicuos solo participan, como hemos comprobado por ecografías y EMG, en menor grado en la expiración forzada y como estabilizadores durante ciertos movimientos del tronco (Reilly y White, 2009).

A modo de resumen del proceso evolutivo podemos afirmar que en peces y anfibios de vida acuática la musculatura hipoaxial participa en el movimiento ondulatorio flexionando el tronco y propulsando al organismo. En reptiles basales los oblicuos abdominales participan de la flexión del tronco, a la vez que los torácicos se involucran en los mecanismos respiratorios. En mamíferos, con el cambio de locomoción transversal a parasagital, los oblicuos participan en menor medida de la locomoción, sirviendo de soporte y estabilización, a la vez que pierden gran parte de la vinculación con los movimientos respiratorios debido a la presencia del diafragma, pérdidas que se observan con mayor claridad en el hombre debido a su locomoción bípeda (Fife et al., 2001).

Consideraciones finales

En primer lugar las mediciones del potencial eléctrico de los músculos, así como el relevamiento de imágenes por ultrasonido revelaron la poca participación del músculo en cuestión durante la mayor parte de los movimientos realizados. Si bien no resulta sencillo escindir los patrones de actividad de cada músculo de manera individual, dada las características de la pared muscular ya descritas, es notable como aún en la espiración, en donde participa el oblicuo externo, su actividad es muchísimo menor a la del transverso.

La acción de manera simétrica del transverso y el músculo recto, fenómeno denominado “cupla muscular” por Cerezo y Ponisio (1989) es la que genera una disminución de los diámetros anteroposteriores y laterolateral del cilindro abdominal, siendo por lo tanto los responsables del aumento de la presión intraabdominal. Los oblicuos interno y externo en tanto también formarían cuplas musculares, pero en este caso destinadas a la rotación contralateral.

En la misma dirección apuntan las observaciones realizadas durante las disecciones y operaciones por eventración. A partir de estas aproximaciones comprobamos como ambos oblicuos se comportan como músculos exteriores a la caja toracoabdominal, sin que revistan importancia en la estabilidad del contenido visceral. Las pequeñas diferencias morfológicas en el estudio detallado de la anatomía de los oblicuos representan sustanciales diferencias fisiológicas y biomecánicas con implicancias médicas y quirúrgicas (Hijano, 1981). El transverso, el más profundo de la pared antero lateral y posterior del abdomen, por su disposición intratorácica y su fuerte inserción posterior, con su consecuente llegada a la línea media en toda su extensión tanto supra, como infraumbilical, demuestra ser el verdadero elemento de contención. Como ya notamos, la morfología cilíndrica del mismo, abraza completamente la cavidad abdominal desde el plano más interno, sin importar cuántos elementos musculares o aponeuróticos colaboren con él desde externo.

Este concepto, entonces, explica por qué no existen trastornos de la pared abdominal luego de incidir uno o ambos oblicuos, mientras se mantenga la indemnidad del transverso durante el tratamiento quirúrgico de la pared.

Entendemos como promisorio el aporte del presente trabajo a los estudios comparados de musculatura abdominal con injerencia clínica y evolutiva. Desde la medicina, un conocimiento más acabado y detallado de la función muscular es una necesidad cada vez mayor de las distintas especialidades involucradas (cirugía, traumatología, medicina del deporte, entre otras). Desde la biología en tanto queda demostrado que esta perspectiva morfológica comparada puede tener los mismos resultados que los análisis moleculares (Abdala y Diogo, 2010; Diogo et al., 2012), y son pasibles de utilizarse en biología evolutiva y sistemática.

Como perspectivas de trabajo a futuro generadas por la realización de esta tesis se revelan principalmente dos líneas de investigación a desarrollar. En primer lugar proponemos indagar acerca de los procesos evolutivos que derivaron en la pared muscular abdominal humana. En este sentido se podría evaluar el accionar de la musculatura abdominal en primates con diverso tipo de locomoción (braquiadores, cuadrúpedos, etc...) a fin de hipotetizar acerca de la función de la misma durante los antepasados homínidos. Por otro lado, aunque en relación a lo anterior, el hecho de observar actividad mioeléctrica en el oblicuo externo durante el movimiento “acción de trepar” genera interrogantes en cuanto a la relación del músculo con la cintura escapular y el miembro superior. Probablemente la locomoción braquiadora de ciertos primates se vio favorecida por el accionar de este músculo. En este sentido la disección de hombres y primates braquiadores haciendo especial énfasis en esta área del cuerpo podrá arrojar luz sobre dicho aspecto. En segundo lugar, sería de particular interés la observación por EMG y ecografías de la actividad de la musculatura parietal en niños menores de un año puesto que al no tener completado el desarrollo del transverso, y presentar oblicuos con poca actividad dado que aun no logran una locomoción bípeda, permitiría evaluar cuáles elementos musculares actúan en esa etapa como contención visceral.

Estas potenciales líneas de investigación contribuirán a la ampliación del conocimiento generado en este trabajo de tesis, el cual, mediante diversas aproximaciones – electromiografías, ecografías, disecciones de diversas especies, intervenciones quirúrgicas – ha demostrado la ausencia de actividad del músculo oblicuo externo en la contención de la cavidad abdominal, siendo el músculo trasverso el que desempeña dicha función.

BIBLIOGRAFIA

Abdala V, Rui Diogo R. 2010. Comparative anatomy, homologies and evolution of the pectoral and forelimb musculature of tetrapods with special attention to extant limbed amphibians and reptiles. *J Anat* 217:536–573.

Adams L. 1949. *Comparative anatomy. An introduction to the vertebrates.* Londres: Chapman & Hall.

Albanese A. 1951. Eventración mediana xifoumbilical gigante. Método para su tratamiento. *Rev PMA* 65:376.

Albanese A. 1966. Las incisiones de descarga en el tratamiento de las grandes eventraciones supraumbilicales. *Rev PMA* 83:222

Albanese A. 1970. Cirugía de la gran eventración xifoumbilical. 20 años de experiencia con incisiones de descarga. *Boletín de la Sociedad Argentina de Cirugía.* Año XXVII.

Albanese A. 1980. Eventraciones gigantes verticales umbilicopubianas. *Boletines de la Sociedad Argentina de Cirugía.* 8(XXXVII).

Aranda García A, Pastor García L. 1997. Ética de experimentación con animales. *Revista Bioética y Ciencias de la Salud.* 3(4):1-11.

Arap J, García Sierra JC. 2011. Hernia incisional: definición, diferencia con la evisceración, clasificación, diagnóstico positivo y diferencial, profilaxis y tratamiento. *Revista Cubana de Cirugía.* 50(3):388-400.

Arch-Tirado E, Collado-Corona M, Morales-Martínez J. 2004. Comunicación y comportamiento auditivo obtenidos por medio de los potenciales evocados auditivos en mamíferos, aves, anfibios y reptiles. *Cir Ciruj* 72(4):309-315.

Aziz M, McKenszie J, Wilson J, Cowie R, Ayeni S, Dunn B. 2002. The human cadaver in the age of biomedical informatics. *Anat Rec* 269:20-32.

Barea Navarro R. 2006. Tema 5: Electromiografía. Instrumentación Biomédica. Departamento Electrónica. Universidad Alcalá.

<https://www.depeca.uah.es/depeca/repositorio/asignaturas/5/Tema1.PDF>

Barroetaveña J, Herszage L. 1970. Un antiguo método en la cirugía de las eventraciones. Rev PMA 57: 306-308.

Barroetaveña J, Herszage L. 1971. Cirugía de las eventraciones. Sociedad Argentina de Cirugía. Año XXVIII.

Basmajian J, de Luca C. 1985. Muscles alive - The functions revealed by electromyography. Baltimore: The Williams & Wilkins Company.

Bee de Speroni N, Cabrera M, Bulfon M, Carezzano F. 2016. Cátedra de Anatomía Comparada Guía de Trabajos Prácticos. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Escuela de Biología. Departamento de Diversidad Biológica y Ecología.

Bendavid R, Abrahamson J, Arregui M, Flament J, Phillips E. 2012. Abdominal wall hernias: principles and management. New York: Springer Science & Business Media.

Badoux D. 1970. Biostática y Biodinámica. Acta Anatómica.

Bossi V, Caradona GV. 1909. Trattato di anatomía veterinaria. Milan, Vallardi.

Bouchet A, Cuilleret J. 1979. Anatomía descriptiva, topográfica y funcional. Tomo de abdomen. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.

Brainerd E, Simons R. 2000. Morphology and function of lateral hypaxial musculature in salamanders. Amer Zool 40:77–86

Brown S, McGill S. 2010. A comparison of ultrasound and electromyography measures of force and activation to examine the mechanics of abdominal wall contraction. *Clinical Biomechanics* 25:115–123.

Bourgeon R, Pantin JP. 1956. Traitement des larges éventrations par plaque de nylon intrapéritonéale. *Press Med* 64:752.

Breslin EH, Garoutte B, Kohlman-Carrieri V, Celli B. 1990. Correlations between dyspnea, diaphragm and sternomastoid recruitment during inspiratory resistance breathing in normal subjects. *Chest* 98(2):298–302.

Campbell EJM. 1952. An electromyographic study of the role of the abdominal muscles in breathing. *J Physiol (Lond)* 117:222-233.

Carlson B. 2009. *Embriología humana y biología del desarrollo*. Cuarta edición. Barcelona: Elsevier.

Carman D, Blanton P, Biggs N. 1972. Electromyographic study of the anterolateral abdominal musculature utilizing indwelling electrodes. *Am Phys Med* 51:113-129.

Carrier D. 1990. Activity of the hypaxial muscles during walking in the lizard *Iguana iguana*. *J Exp Biol* 152:453-470.

Carrier D. 1991. Conflict in the hypaxial musculo-skeletal system: documenting an evolutionary constraint. *Amer Zool* 31:644-654.

Carrier D. 1996. Function of the intercostal muscles in trotting dogs: ventilation or locomotion? *J Exp Biol* 199:1455-1465.

Casiraghi J. 1980. *Anatomía Funcional y Quirúrgica*. Buenos Aires: Editorial Ursino.

Cerezo M, Ponisio V. 1989. Valor de la anatomía aplicada a la cirugía de las paredes abdominales en la resolución de grandes defectos músculo-aponeuróticos. Congreso de la Asociación Rioplatense de Anatomía.

Champetier J Laborde Y, Letoublan Ch, Durand A. 1978. Traitment de éventrations abdominals post-opératoires: bases biomécaniques élémentaries. J Chir 115(11)585-598.

Chevrel JP, Dilin C, Morquette H. 1986. Treatment of median abdominal hernia by muscular autograft and pre-musculoaponeurotic prosthesis. A propos of 50 cases. Chirurgie 112:616–622.

Christmann F. 1981. Técnica Quirúrgica. Buenos Aires: El Ateneo.

Coghlan S, Crowe L, McCarthyPersson U, Minogue C, Caulfield B. 2008. Electrical muscle stimulation for deep stabilizing muscles in abdominal wall. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc 2756–2759.

Cosgrove D. 1992. Ultrasound: general principles. En: Grainger RG, Allison DJ, (eds). Diagnostic radiology. Edinburgh: Churchill Livingstone.

Costa D, Vitti M, de Oliveira Tosello D, Costa R. 1994. Participation of the sternocleidomastoid muscle on deep inspiration in man. An electromyographic study. Electromyogr Clin Neurophysiol 34(5):315–320.

Crafts R. 1989. Anatomía humana funcional. México: Limusa.

Cram J, Kasman G. 1998. Introduction to surface Electromyography. Gaithersburg: Aspen Publishers Inc.

Cresswell A, Grundstrom H, Thorstensson A. 1992. Observations on intra-abdominal pressure and patterns of abdominal intra-muscular activity in man. Act Physiol Scand 144:409-418.

Curtis D. 1995. Functional anatomy of the trunk musculature in the slow loris (*Nycticebus coucang*). *American Journal of Physical Anthropology* 97:367-379.

Dauber W, Feneis H. 2005. *Nomenclatura anatómica Ilustrada*. Barcelona: Editorial Masson.

Deban S, Carrier D. 2002. Hypaxial muscle activity during running and breathing in dogs. *The Journal of Experimental Biology* 205:1953–1967.

Deeken C, Abdo M, Frisella M, Matthews B. 2011. Physicomechanical evaluation of polypropylene, polyester, and polytetrafluoroethylene meshes for inguinal hernia repair. *J Am Coll Surg* 212:68–79.

De Iuliis G, Pulerá D. 2011. *The dissection of vertebrates (Second Edition)*. Oxford: Elsevier.

Demiryürek D, Bayramoglu A, Ustacelebi S. 2002. Infective agents in fixed human cadavers: a brief review and suggested guidelines. *Anat Rec* 269:194-197.

Demis B, Jungers WL, Nieschalk U. 1990. Size- and speed-related aspects of quadrupedal walking in slender and slow lorises. En: Jouffroy F, Stack M, Niemitz C. (eds.): *Gravity, posture and locomotion in primates*. Firenze: Editrice.

De Troyer A. 1997. Role of joint receptors in modulation of inspiratory intercostal activity by rib motion in dogs. *The Journal of Physiology* 503:445–453.

Diogo R, Abdala V, Aziz M, Lonergan N, Wood B. 2009. From fish to modern humans – comparative anatomy, homologies and evolution of the pectoral and forelimb musculature. *J Anat* 214:694–716.

Diogo R, Wood B. 2011. Soft-tissue anatomy of the primates: phylogenetic analyses based on the muscles of the head, neck, pectoral region and upper limb, with notes on the evolution of these muscles. *J Anat* 219:273–359.

Diogo R, Matthews LJ, Wood B. 2012. A major reason to study muscle anatomy: myology as a tool for evolutionary, developmental, and systematic biology. *Biol Syst Open Access* 1:102.

Don Chacon J. 1976. Anatomía de los músculos anterolaterales del abdomen. *Rev PMA* 63:155-157.

Duellman W., Trueb L. 1987. *Biology of amphibians*. Baltimore and London: JHU Press.

Dyer GS, Thorndike ME. 2000. Quidne Mortui Vivos Docent? The evolving purpose of human dissection in medical education. *Acad Med* 75:969-979.

Elizondo-Omaña RE, Hernández León I, Guzmán López S 2003. Multimedia resources for teaching human anatomy. *Exp Biol* 281:288.

Ellemerger W, Baum H, Dittrich H. 1905. *Anatomies descriptives et typographique de Chein*. París: Libraire J. B. Balliere et Fils.

Ellis H. 2006. *Clinical anatomy. A revision and applied anatomy for clinical students*. Massachusetts: Blackwell Publishing Ltd.

Fedarative Committee on Anatomical Terminology. 1998: *Terminología Anatómica*. Germany: Edit. Thieme.

Ferguson S, Dunlop G. 2002. Grasp recognition from myoelectric signals. *Proc Australasian Conference on Robotics and Automation* 1-5.

Fife M, Bailey C, Lee D, Carrier D. 2001. Function of the oblique hypaxial muscles in trotting dogs. *The Journal of Experimental Biology* 204:2371–2381.

Finkelstein P, Mathers L. 1990. Post-traumatic stress among medical students in the anatomy dissection laboratory. *Clin Anat* 3:219-226.

Fitzgibbons RJ, Richards AT, Quinn TH. 2007. Open repair of abdominal wall hernia. En: Ashley SW, ed. *ACS surgery principles and practice*. Philadelphia: American College of Surgeons.

Floyd WF, Silver PH. 1950. Electromyographic study of patterns of activity of the anterior abdominal wall muscles in man. *J Anat* 84:132-45.

Franklin Jr ME, González Jr JJ, Glass JL, Manjarrez A. 2004. Laparoscopic ventral and incisional hernia repair: An 11-year experience. *Hernia* 8:23–27.

Frost D. 2006. The amphibian tree of life. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 297(1):371.

Frost D. 2014. *Rhinella*. Amphibian species of the world, an online reference. Version 6.0. New York: American Museum of Natural History.

Gans A. 1970. Respiration in early tetrapods. The frog is a red herring. *Evolution* 24(4):723-734.

García Barrios C, Mejías Rodríguez I, Castillo del Río M. 1999. Origen e historia de la disección anatómica. Revisión bibliográfica. Instituto Superior de Ciencias Médicas. Camagüey, Cuba.

<http://scielo.sld.cu/pdf/amc/v3n2/amc160299.pdf>

Gardner E, Gray D, O`Railly R. 2011. *Anatomía estructural por regiones del cuerpo humano*. España: Mc Graw-Hill.

Geneser, F. 2015. *Histología*. 4º. Madrid: Panamericana.

Gilbert S. 1976. Pictorial anatomy of the frog. Seattle: University of Washington. Press.

Goldman J, Lehr T, Millar A, Silver T. 1987. An electromyographic study of the abdominal muscles during postural and respiratory manoeuvres. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry* 50:866-869.

Gomez Dumm C. 2003. Embriología humana. Buenos Aires: Editorial El Ateneo

González Alfaro J, González González B, Barrial González R. 004. Laboratorio de Microbiología: Instrumentación y principios básicos. La Habana: Editorial Ciencias Médicas.

Grasse P. 1976. Zoología vertebrados. Anatomía comparada. Barcelona: Editorial Masson et Cie.

Grant J. 2007. Atlas de Anatomía. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.

Graupe D, Cline WK. 1975. Functional separation of EMG signals via ARMA identification methods for prosthesis control purposes. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*. 5(2):252-259.

Gray H. 2000. Anatomy of the human body. New York: Bartleby

Gray H. 2010. Anatomía. Madrid: Editorial Elsevier.

Gregory SR, Cole TR. 2002. The changing role of dissection in medical education. *JAMA* 287:1180-1181.

Griggs RC, Jozefowicz RF, Aminoff MJ. 2007. Approach to the patient with neurologic disease. En: Goldman L, Ausiello D, eds. Cecil Medicine. Philadelphia: Saunders Elsevier.

Guerrini A. 2003. Experimenting with humans and animals: from Galen to animal rights. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

Hart L, Wood M, Hart B. 2008. Why dissection? Oxford: Greenwood Press.

Heniford BT, Park A, Ramshaw BJ, Voeller G. 2000. Laparoscopic ventral and incisional hernia repair in 407 patients. *J Am Coll Surg* 190:645–650.

Hijano J. 1984. Aplicación de una nueva concepción anatómica en la cirugía de las paredes del abdomen. *Boletín de la Sociedad de Cirugía de La Plata*. 44(1-2):33-37.

Hijano J. 1984. Correlación anatómica cérvico-abdominal. Trabajo de Adscripción a la Docencia, presentado en la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional de La Plata.

Hijano J, Cavo Frigerio R. 2007. Hernioplastia de Lichtenstein. Nuestra experiencia. Jornadas de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional de La Plata.

Hijano J, Cavo Frigerio R. 2008. Bases anatómicas de la región inguino abdominal para la realización de la técnica de Lichtenstein. 79° Congreso Argentino de Cirugía.

Hijano J, Cerezo M, Falco F. 1981. Anatomía Quirúrgica de las Paredes Abdominales. X Jornadas de Cirugía de la Provincia de Buenos Aires, San Nicolás, Argentina.

Hodges PW, Richardson CA. 1997. Feedforward contraction of transversus abdominis is not influenced by the direction of arm movement. *Experimental Brain Research*. 114:362–370.

Hodges PW, Pengel L, Herbert R, Gandevia S. 2003. Measurement of muscle contraction with ultrasound imaging. *Muscle Nerve* 27:682–692.

Hollinshead W. 1983. Anatomía Humana. México: Editorial Harla.

Huan Li K. 2015. Resultados de una técnica laparoscópica modificada en la reparación de las hernias inguinales en niños. Tesis y disertaciones académicas. España: Universidad de Salamanca.

https://gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/128445/1/DC_HuangLiKL_Resultadost%C3%A9cnicalararoscopia.pdf

Kardong K. 2014. Vertebrates: comparative anatomy, function, evolution. Singapur: McGraw Hill.

Kera T, Maruyama H. 2005. The effect of posture on respiratory activity of the abdominal muscles. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci* 24(4): 259–265.

Kleissen RFM, Buurke JH, Harlaar J, Zilvold G. 1998. Electromyography in the biomechanical analysis of human movement and its clinical application. *Gait Posture*.

Kiesel KB, Underwood FB, Mattacola CG, Nitz AJ, Malone TR. 2007. A comparison of select trunk muscle thickness change between subjects with low back pain classified in the treatment-based classification system and asymptomatic controls. *J Orthop Sports Phys Ther*. 37(10):596–607.

Kram JR, Kasman GS, Holtz J. 1998. Introduction to surface electromyography. Gaithersburg: Aspen Publishers Inc.

Laín Entralgo P. 1977. Historia de la medicina. Barcelona: Salvat.

Latarjet M, Ruiz Liard A. 2004. Anatomía Humana. Buenos Aires: Editorial Panamericana.

Le Blanc KA, Booth WV, Whitaker JM, Bellanger DE. 2000. Laparoscopic incisional and ventral herniorrhaphy in 100 patients. *Am J Surg*. 180:193–197

Lee AY, Kim EH, Cho YW, Kwon SO, Son SM, Ahn SH. 2013. Effects of abdominal hollowing during stair climbing on the activations of local trunk stabilizing muscles: a cross-sectional study. *Ann Rehabil Med* 37(6):804-813. <https://doi.org/10.5535/arm.2013.37.6.804> *Procedures Australasian Conference Robotics and Automation 2002*; pp. 78–83.

Lesbre F. 1923. *Précis d'Anatomia comparée des animaux domestiques*. Paris: Baillière.

Liem K, Walker W, Grande L. 2001. *Functional anatomy of the vertebrates*. Belmont: Thomson/Brooks Cole.

Lockhart R, Hamilton G, Fyfe F. 1965. *Anatomía humana*. México: Editorial Interamericana.

Losardo R. 2009. Asociación Panamericana de Anatomía: reseña histórica y normativas relevantes. *International Journal of Morphology*, 27(4):1345–1352.

Loth E. 1915. *Anatomia opisowa wedlug wykladów*. Polonia: Editorial Gebethner i Wolff.

Loukas M, Benninger B, Tubbs S. 2013. *Gray. Guía fotográfica de disección del cuerpo humano*. Elsevier: Barcelona.

Madeo S, Pistan G, Madeo J. 2012. Eventraciones Medianas. Reparos anatómicos en el tratamiento con prótesis. *Rev Arg Anat Onl* 3(3):72 –80.

Marks SC Jr. 2000. The role of three-dimensional information in health care and medical education: the implications for anatomy and dissection. *Clin Anat* 13:448-452.

Massó N, Rey F, Romero D, Gual G, Costa L, Germán A. 2010. Aplicaciones de la electromiografía de superficie en el deporte. *Apunts Med Esport.* 45(165):127-136

Misuri G, Colagrande S, Gorini M, Iandelli I, Mancini M, Duranti R, Scano G. 1997. In vivo ultrasound assessment of respiratory function of abdominal muscles in normal subjects. *Eur Respir J.* 10: 2861–2867

Miura Y, Fukushima H, Morihara T, Suzuki T. 2012. The mechanism by which the ipsilateral external oblique muscle stabilizes the trunk during shoulder flexion. *Journal of Kansai Physical Therapy* 12:29-34.

Monfort-Pañego M, Vera-García F, Sánchez-Zuriaga D, Sarti-Martínez M. Electromyographic studies in abdominal exercises: a literatura synthesis. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics.* 32(3):232-244.

Montero Simón; J.A. 2010. La Anatomía como Ciencia. Universidad de Cantabria. España en <http://ocw.unican.es/ciencias-de-la-salud/anatomia-y-embriologia-humana-i/materiales-de-clase-1/Introduccion%20a%20la%20Anatomia%201.pdf>

Moore K, Agur A. 2005. *Fundamentos de Anatomía con Orientación Clínica.* Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.

Moravec J, Lehr E, Cusi J, Córdova J, Gvoždík V. 2014. A new species of the *Rhinella margaritifera* species group (*Anura Bufonidae*) from the montane forest of the Selva Central, Peru. *ZooKeys* 371: 5-36.

Moreno-Egea A, Torralba JA, Morales G, Aguayo JL. 2006. Conceptual reformulation of the double mesh repair technique: A simple solution for highly complex abdominal wall defects. *Cir Esp* 80:101–104.

Mudge M, Hughes LE. 1985. Incisional hernia: a 10 year prospective study of incidence and attitudes. *Br J Surg* 72:70-71

Napier J, Napier P. 1987. The natural history of the primates. Cambridge: The M.I.T. Press.

Netter F. 2011. Atlas de Anatomía Humana. Barcelona: Editorial Elsevier-Masson.

Niedfeld G. 1970. Inervación del músculo oblicuo externo del abdomen. Su proyección quirúrgica. Trabajo de adscripción, Facultad de Ciencias Médicas, UNLP.

Niedfeld G et al. 1971. Una concepción anatómica de la vaina de los rectos. Rev. Sociedad Cirugía de La Plata. Bol N° 8.

Niedfeld G. et al. 1979. Anatomía comparada de la vaina del músculo recto del abdomen. Su porción caudal. XVI Congreso de la Sociedad Rioplatense de Anatomía.

Niedfeld G. et al 1979. Estudio Anátomo Funcional del Músculo Transverso del Abdomen. Rev. de la Sociedad Rioplatense de Anatomía.

Omura A, Ejima K, Honda K, Anzai W, Taguchi Y, Koyabu D, Endo H. 2015. Locomotion pattern and trunk musculoskeletal architecture among Urodela. Acta Zoologica (Stockholm) 96:225–235.

Opitz J. 2004. Goethe's bone and the beginnings of morphology. Am J Med Genet A. 1:1-8.

O'Reilly J, Summers A, Ritter, D. 2000. The evolution of the functional role of trunk muscles during locomotion in adult amphibians. Amer Zool 40:123–135.

Orts Llorca F. 1970. Anatomía humana. Barcelona: Editorial Científico-Médica.

Ortiz Millán G. 2016. Víctimas de la educación. La ética y el uso de animales en la educación superior. *Revista de la Educación Superior XLV(1)*:147-170.

Paitre F, Lacaze H, Dupret S. 1936. *Prácticas anatómico-quirúrgicas ilustradas*. Barcelona: Editorial Salvat.

Patel J, Leger L. 1972. *Tratado de técnica quirúrgica*. Barcelona: Editorial Toray-Masson.

Pauly G, Hillis D, Cannatella D. 2004. The history of a Nearctic colonization: molecular phylogenetics and biogeography of the Nearctic toads (*Bufo*). *Evolution* 58:2517-2535.

Pernkoff H. 1995. *Anatomía topográfica humana*. Madrid: Editorial Marban.

Pillen S. 2010. Skeletal muscle ultrasound. *European Journal Translational Myology* 1(4):145-155.

Pisano A, Barbieri F. 1985. *Anatomía comparada de los vertebrados*. Buenos Aires: Eudeba,

Platzer W. 2008. *Atlas de Anatomía con correlación Clínica*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.

Poirier P, Charpy A, Cuneo B. 1905. *Anatomía Humana*. Paris: Battaille.

Ponisio V, Cerezo M, Hijano J. 1981. Nuestra experiencia en la cirugía de las grandes eventraciones. Estudio Clínico, quirúrgico experimental. X Jornadas de Cirugía de la Provincia de Buenos Aires.

Pró E. 2014. *Anatomía clínica*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.

Rankin G, Stokes M, Newham D. 2006. Abdominal muscle size and symmetry in normal subjects. *Muscle Nerve* 34:320–326.

Ratnovsky A, Elad D, Halpern P. 2008. Mechanics of respiratory muscles. *Respiratory Physiology & Neurobiology* 163:82–89.

Reilly S, White T. 2009. Breathing with your belly: Abdominal exhalation, locomotory integration and size constraints on locomotion in small mammals. *Zoology* 112:161–168

Ross M, Pawlina W. 2016. *Histología. Texto y atlas. Correlación con biología molecular y celular*. Barcelona: Wolters Kluwer

Rouviere H, Delmas A. 2005. *Anatomía humana, descriptiva, topográfica y funcional*. Barcelona: Editorial Elsevier-Masson.

Ruiz Liard A, Crestanello FA. 1968. Consideraciones sobre la porción superior de la vaina de los músculos rectos del abdomen. *Publicaciones de la Sociedad Rioplatense de Anatomía*. Tomo 2.

Sabiston D. 2013. *Tratado de cirugía*. Madrid: Elsevier-Saunders.

Sadler T, Langman J. 2012 *Embriología médica*. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins.

Sanders DL, Kingsnorth AN. 2002. The modern management of incisional hernias. *BMJ* 344:2843.

Schilling N. 2011. Evolution of the axial system in craniates: morphology and function of the perivertebral musculature. *Frontiers in Zoology* 8:4.

Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker K. 2010. *Prometheus: Texto y atlas de anatomía*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.

Sisson S, Brossman J. 2012. *Anatomía de los animales domésticos*. Barcelona: Editorial Masson.

Sobotta R. 2012. Atlas de Anatomía Humana. Madrid: Editorial Elsevier.

Souza GM, Baker LL, Powers CM. 2001. Electromyographic activity of selected trunk muscles during spine stabilization exercises. Arch Phys Med Rehabil 82:1551-1557.

Spalteholz W. 1975. Atlas de anatomía humana. Barcelona: Editorial Labor.

Stålbom M. 2008. Musculoskeletal system simulations to analyse muscle forces and movement pattern. Master Thesis from Royal Institute of Technology Department of Mechanics SE-100 44. Estocolmo, Suecia.

Stephen A. 2014. Comprehensive analysis of abdominal tendon length: muscle length ratios in human and rat specimens. Electronic Thesis and Dissertation Repository. Paper 2263.

Sugaya T, Abe Y, Sakamoto M. 2014. Ultrasound evaluation of muscle thickness changes in the External Oblique, Internal Oblique, and Transversus abdominis muscles considering the influence of posture and muscle contraction J Phys Ther Sci 26:1399–1402.

Taghipour M, Rajabzadeh F, Arab A. 2015. The relationship between the side-lying endurance test and ultrasound thickness measurement for abdominal muscles. Jentashapir J Health Re 6(2): e29206.

Tahan N, Khademi-Kalantari K, Mohseni-Bandpei M, Mikaili S, Baghban A, Jaberzadeh S. 2016. Measurement of superficial and deep abdominal muscle thickness: an ultrasonography study. Journal of Physiological Anthropology 35:1-5.

Tank, P. 2011. Grant. Manual de disección. Madrid: Wolters Kluwer Health:

Testut L. 1884. Les anomalies musculaires chez l'homme. Paris: Editorial Masson.

Testut L, Jacob O, Billet H. 1921. Atlas de dissection por regiones. Barcelona: Editorial Salvat.

Testut L, Latarjet A. 1979. Anatomía humana. Barcelona: Editorial Salvat.

Torregrosa Gallud A, Zaragoza Fernández C. 2001. Herniorrafia sin tensión. La técnica inguinal de Lichtenstein. En: Carbonell Tatay F. (ed). Hernia inguinocrural. Madrid: Ethicon.

Toss H, Herrlinger R. 1962. Anatomía humana. Buenos Aires: Editorial El Ateneo.

Urquhart D, Barker P, Hodges P, Story I, Briggs C. 2005. Regional morphology of the transversus abdominis and obliquus internus and externus abdominis muscles. Clin Biomech 20:233–241.

van der Schans C, de Jong W, de Vries G, Postma G, Koëter G, van der Mark T. 1997. Respiratory muscle activity and pulmonary function during acutely induced airways obstruction. Physiotherapy Research International 2(3):167–194

Wolti H, Eudel F. 1941. Un procédé de cure radical des éventrations postopératoires par aitoétement des muscles gras droits après incisión du feuillet antérieur de leurs gaines. Mém Acad Chir 28:791–798.

Wu C. 2007. El pez eléctrico y el descubrimiento de la electricidad animal. Elementos: Ciencia y cultura. 14(065):49-62.

APENDICE

DECLARACIÓN DE HELSINKI

Adoptada por la 18ª Asamblea Médica Mundial Helsinki, Finlandia, Junio 1964 y enmendada por la:

29ª Asamblea Médica Mundial Tokio, Japón, Octubre 1975

35ª Asamblea Médica Mundial Venecia, Italia, Octubre 1983

41ª Asamblea Médica Mundial Hong Kong, Septiembre 1989

48ª Asamblea General Somerset West, Sudáfrica, Octubre 1996

y la 52ª Asamblea General Edimburgo, Escocia, Octubre 2000

Nota de Clarificación del Párrafo 29, agregada por la Asamblea General de la AMM, Washington 2002

Nota de Clarificación del Párrafo 30, agregada por la Asamblea General de la AMM, Tokio 2004

A. INTRODUCCION

1. La Asociación Médica Mundial ha promulgado la Declaración de Helsinki como una propuesta de principios éticos que sirvan para orientar a los médicos y a otras personas que realizan investigación médica en seres humanos. La investigación médica en seres humanos incluye la investigación del material humano o de información identificables.
2. El deber del médico es promover y velar por la salud de las personas. Los conocimientos y la conciencia del médico han de subordinarse al cumplimiento de ese deber.
3. La Declaración de Ginebra de la Asociación Médica Mundial vincula al médico con la fórmula "velar solícitamente y ante todo por la salud de mi paciente", y el Código Internacional de Ética Médica afirma que: "El médico debe actuar solamente en el interés del paciente al proporcionar atención médica que pueda tener el efecto de debilitar la condición mental y física del paciente".
4. El progreso de la medicina se basa en la investigación, la cual, en último término, tiene que recurrir muchas veces a la experimentación en seres humanos.
5. En investigación médica en seres humanos, la preocupación por el bienestar de los seres humanos debe tener siempre primacía sobre los intereses de la ciencia y de la sociedad.
6. El propósito principal de la investigación médica en seres humanos es mejorar los procedimientos preventivos, diagnósticos y terapéuticos, y también comprender la etiología y patogenia de las enfermedades. Incluso, los mejores métodos preventivos, diagnósticos y terapéuticos disponibles deben ponerse a prueba continuamente a través de la investigación para que sean eficaces, efectivos, accesibles y de calidad.

7. En la práctica de la medicina y de la investigación médica del presente, la mayoría de los procedimientos preventivos, diagnósticos y terapéuticos implican algunos riesgos y costos.
8. La investigación médica está sujeta a normas éticas que sirven para promover el respeto a todos los seres humanos y para proteger su salud y sus derechos individuales. Algunas poblaciones sometidas a la investigación son vulnerables y necesitan protección especial. Se deben reconocer las necesidades particulares de los que tienen desventajas económicas y médicas. También se debe prestar atención especial a los que no pueden otorgar o rechazar el consentimiento por sí mismos, a los que pueden otorgar el consentimiento bajo presión, a los que no se beneficiarán personalmente con la investigación y a los que tienen la investigación combinada con la atención médica.
9. Los investigadores deben conocer los requisitos éticos, legales y jurídicos para la investigación en seres humanos en sus propios países, al igual que los requisitos internacionales vigentes. No se debe permitir que un requisito ético, legal o jurídico disminuya o elimine cualquiera medida de protección para los seres humanos establecida en esta Declaración.

B. PRINCIPIOS BASICOS PARA TODA INVESTIGACION MEDICA

10. En la investigación médica, es deber del médico proteger la vida, la salud, la intimidad y la dignidad del ser humano.
11. La investigación médica en seres humanos debe conformarse con los principios científicos generalmente aceptados, y debe apoyarse en un profundo conocimiento de la bibliografía científica, en otras fuentes de información pertinentes, así como en experimentos de laboratorio correctamente realizados y en animales, cuando sea oportuno.
12. Al investigar, hay que prestar atención adecuada a los factores que puedan perjudicar el medio ambiente. Se debe cuidar también del bienestar de los animales utilizados en los experimentos.
13. El proyecto y el método de todo procedimiento experimental en seres humanos debe formularse claramente en un protocolo experimental. Este debe enviarse, para consideración, comentario, consejo, y cuando sea oportuno, aprobación, a un comité de evaluación ética especialmente designado, que debe ser independiente del investigador, del patrocinador o de cualquier otro tipo de influencia indebida. Se sobreentiende que ese comité independiente debe actuar en conformidad con las leyes y reglamentos vigentes en el país donde se realiza la investigación experimental. El comité tiene el derecho de controlar los ensayos en curso. El investigador tiene la obligación de proporcionar información del control al comité, en especial sobre todo incidente adverso grave. El investigador también debe presentar al comité, para que la revise, la información sobre financiamiento,

patrocinadores, afiliaciones institucionales, otros posibles conflictos de interés e incentivos para las personas del estudio.

14. El protocolo de la investigación debe hacer referencia siempre a las consideraciones éticas que fueran del caso, y debe indicar que se han observado los principios enunciados en esta Declaración.
15. La investigación médica en seres humanos debe ser llevada a cabo sólo por personas científicamente calificadas y bajo la supervisión de un médico clínicamente competente. La responsabilidad de los seres humanos debe recaer siempre en una persona con capacitación médica, y nunca en los participantes en la investigación, aunque hayan otorgado su consentimiento.
16. Todo proyecto de investigación médica en seres humanos debe ser precedido de una cuidadosa comparación de los riesgos calculados con los beneficios previsibles para el individuo o para otros. Esto no impide la participación de voluntarios sanos en la investigación médica. El diseño de todos los estudios debe estar disponible para el público.
17. Los médicos deben abstenerse de participar en proyectos de investigación en seres humanos a menos de que estén seguros de que los riesgos inherentes han sido adecuadamente evaluados y de que es posible hacerles frente de manera satisfactoria. Deben suspender el experimento en marcha si observan que los riesgos que implican son más importantes que los beneficios esperados o si existen pruebas concluyentes de resultados positivos o beneficiosos.
18. La investigación médica en seres humanos sólo debe realizarse cuando la importancia de su objetivo es mayor que el riesgo inherente y los costos para el individuo. Esto es especialmente importante cuando los seres humanos son voluntarios sanos.
19. La investigación médica sólo se justifica si existen posibilidades razonables de que la población, sobre la que la investigación se realiza, podrá beneficiarse de sus resultados.
20. Para tomar parte en un proyecto de investigación, los individuos deben ser participantes voluntarios e informados.
21. Siempre debe respetarse el derecho de los participantes en la investigación a proteger su integridad. Deben tomarse toda clase de precauciones para resguardar la intimidad de los individuos, la confidencialidad de la información del paciente y para reducir al mínimo las consecuencias de la investigación sobre su integridad física y mental y su personalidad.
22. En toda investigación en seres humanos, cada individuo potencial debe recibir información adecuada acerca de los objetivos, métodos, fuentes de financiamiento, posibles conflictos de intereses, afiliaciones institucionales del investigador, beneficios calculados, riesgos previsibles

e incomodidades derivadas del experimento. La persona debe ser informada del derecho de participar o no en la investigación y de retirar su consentimiento en cualquier momento, sin exponerse a represalias. Después de asegurarse de que el individuo ha comprendido la información, el médico debe obtener entonces, preferiblemente por escrito, el consentimiento informado y voluntario de la persona. Si el consentimiento no se puede obtener por escrito, el proceso para lograrlo debe ser documentado y atestiguado formalmente.

23. Al obtener el consentimiento informado para el proyecto de investigación, el médico debe poner especial cuidado cuando el individuo está vinculado con él por una relación de dependencia o si consiente bajo presión. En un caso así, el consentimiento informado debe ser obtenido por un médico bien informado que no participe en la investigación y que nada tenga que ver con aquella relación.
24. Cuando la persona sea legalmente incapaz, o inhábil física o mentalmente de otorgar consentimiento, o menor de edad, el investigador debe obtener el consentimiento informado del representante legal y de acuerdo con la ley vigente. Estos grupos no deben ser incluidos en la investigación a menos que ésta sea necesaria para promover la salud de la población representada y esta investigación no pueda realizarse en personas legalmente capaces.
25. Si una persona considerada incompetente por la ley, como es el caso de un menor de edad, es capaz de dar su asentimiento a participar o no en la investigación, el investigador debe obtenerlo, además del consentimiento del representante legal.
26. La investigación en individuos de los que no se puede obtener consentimiento, incluso por representante o con anterioridad, se debe realizar sólo si la condición física/mental que impide obtener el consentimiento informado es una característica necesaria de la población investigada. Las razones específicas por las que se utilizan participantes en la investigación que no pueden otorgar su consentimiento informado deben ser estipuladas en el protocolo experimental que se presenta para consideración y aprobación del comité de evaluación. El protocolo debe establecer que el consentimiento para mantenerse en la investigación debe obtenerse a la brevedad posible del individuo o de un representante legal.
27. Tanto los autores como los editores tienen obligaciones éticas. Al publicar los resultados de su investigación, el investigador está obligado a mantener la exactitud de los datos y resultados. Se deben publicar tanto los resultados negativos como los positivos o de lo contrario deben estar a la disposición del público. En la publicación se debe citar la fuente de financiamiento, afiliaciones institucionales y cualquier posible conflicto de intereses. Los informes sobre investigaciones que no se ciñan a los principios descritos en esta Declaración no deben ser aceptados para su publicación.

C. PRINCIPIOS APLICABLES CUANDO LA INVESTIGACION MEDICA SE COMBINA CON LA ATENCION MEDICA

28. El médico puede combinar la investigación médica con la atención médica, sólo en la medida en que tal investigación acredite un justificado valor potencial preventivo, diagnóstico o terapéutico. Cuando la investigación médica se combina con la atención médica, las normas adicionales se aplican para proteger a los pacientes que participan en la investigación.
29. Los posibles beneficios, riesgos, costos y eficacia de todo procedimiento nuevo deben ser evaluados mediante su comparación con los mejores métodos preventivos, diagnósticos y terapéuticos existentes. Ello no excluye que pueda usarse un placebo, o ningún tratamiento, en estudios para los que no hay procedimientos preventivos, diagnósticos o terapéuticos probados. A fin de aclarar más la posición de la AMM sobre el uso de ensayos controlados con placebo, la AMM publicó en octubre de 2001 una nota de clarificación del párrafo 29.
30. Al final de la investigación, todos los pacientes que participan en el estudio deben tener la certeza de que contarán con los mejores métodos preventivos, diagnósticos y terapéuticos probados y existentes, identificados por el estudio.
31. El médico debe informar cabalmente al paciente los aspectos de la atención que tienen relación con la investigación. La negativa del paciente a participar en una investigación nunca debe perturbar la relación médico-paciente.
32. Cuando en la atención de un enfermo los métodos preventivos, diagnósticos o terapéuticos probados han resultado ineficaces o no existen, el médico, con el consentimiento informado del paciente, puede permitirse usar procedimientos preventivos, diagnósticos y terapéuticos nuevos o no comprobados, si, a su juicio, ello da alguna esperanza de salvar la vida, restituir la salud o aliviar el sufrimiento. Siempre que sea posible, tales medidas deben ser investigadas a fin de evaluar su seguridad y eficacia. En todos los casos, esa información nueva debe ser registrada y, cuando sea oportuno, publicada. Se deben seguir todas las otras normas pertinentes de esta Declaración.

Nota de Clarificación del Párrafo 29 de la Declaración de Helsinki

La AMM reafirma que se debe tener muchísimo cuidado al utilizar ensayos con placebo y, en general, esta metodología sólo se debe emplear si no se cuenta con una terapia probada y existente. Sin embargo, los ensayos con placebo son aceptables éticamente en ciertos casos, incluso si se dispone de una terapia probada y si se cumplen las siguientes condiciones:

- Cuando por razones metodológicas, científicas y apremiantes, su uso es necesario para determinar la eficacia y la seguridad de un método preventivo, diagnóstico o terapéutico

- Cuando se prueba un método preventivo, diagnóstico o terapéutico para una enfermedad de menos importancia que no implique un riesgo adicional, efectos adversos graves o daño irreversible para los pacientes que reciben el placebo.

Se deben seguir todas las otras disposiciones de la Declaración de Helsinki, en especial la necesidad de una revisión científica y ética apropiada.

Nota de Clarificación del Párrafo 30 de la Declaración de Helsinki

Por la presente, la AMM reafirma su posición de que es necesario durante el proceso de planificación del estudio identificar el acceso después del ensayo de los participantes en el estudio a procedimientos preventivos, diagnósticos y terapéuticos que han resultado beneficiosos en el estudio o el acceso a otra atención apropiada. Los arreglos para el acceso después del ensayo u otra atención deben ser descritos en el protocolo del estudio, de manera que el comité de revisión ética pueda considerar dichos arreglos durante su revisión.

La Declaración de Helsinki (Doc. 17.C) es un documento oficial de la Asociación Médica Mundial, organismo representante mundial de los médicos. Fue adoptada por primera vez en 1964 (Helsinki, Finlandia) y revisada en 1975 (Tokio, Japón), 1983 (Venecia, Italia), 1989 (Hong Kong), 1996 (Somerset West, Sudáfrica) y 2000 (Edimburgo, Escocia). Nota de Clarificación del párrafo 29, agregada por la Asamblea General de la AMM, Washington 2002. Nota de Clarificación del párrafo 30, agregada por la Asamblea General de la AMM, Tokio 2004.