



Guía de lectura: Unidad Temática 3

Autores:

Dr. MSc. MV. Carlos Pereyra

Esp. Méd. Vet. Damián Parola

Esp. Méd. Vet. Verónica Venegas.

Srta. Bosco Justina

Año 2022

Unidad temática III: Aparato de la locomoción. Miología y Neurología. Estudio Descriptivo y Comparado en las especies domésticas.

MÓDULO I: INTRODUCCIÓN A MIOLOGÍA. GENERALIDADES.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS MÚSCULOS

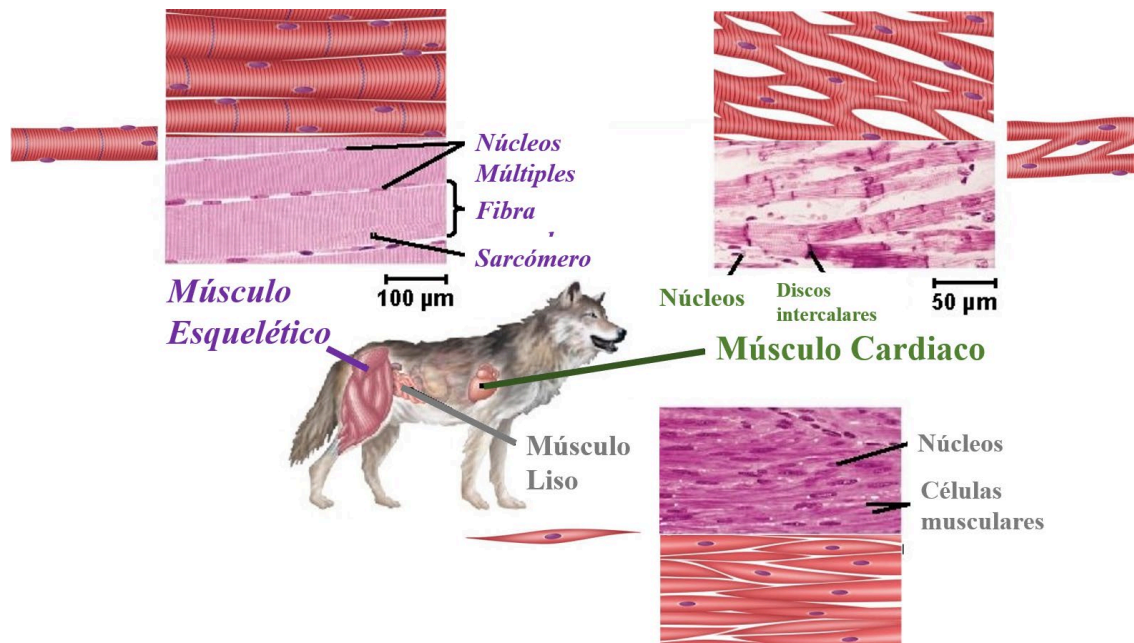
La miología (*Myologia*) es la rama de la anatomía sistemática que se encarga del estudio de los músculos y sus anexos. Los músculos (*Musculi*) son los órganos activos del movimiento ya que son contráctiles, capaces de acortarse temporalmente bajo la influencia de un estímulo neurológico y de esta forma pueden movilizar los elementos anatómicos sobre los que se encuentran insertos. Son elásticos y están dotados de tonicidad por lo que contribuyen a dar en el sujeto vivo su conformación externa (forma).

Se reconocen dos tipos principales de músculos, que difieren en su color, estructura y función: los músculos lisos y los músculos estriados.

Los **músculos lisos** se denominan viscerales o involuntarios, están formados por fibras cortas, cada una de las cuales es un miocito (célula muscular fusiforme, mononuclear y desprovista de estriación). Controlados por el sistema nervioso autónomo, estos músculos escapan a la influencia de la voluntad del individuo, su contracción es lenta y sostenida. Están situados en las paredes de las vísceras huecas, vasos sanguíneos y en varios órganos parenquimatosos. No pertenecen al sistema locomotor y serán estudiados con los órganos de los que forman parte.

Los **músculos estriados** se dividen en dos tipos, uno de ellos se distingue por particularidades estructurales y funcionales muy excepcionales y es el músculo cardíaco o miocardio, formado por miocitos cardíacos que constituyen casi todo el corazón y sus contracciones rítmicas están totalmente fuera del control de la voluntad. La otra variedad se califica como músculos voluntarios porque su contracción que es rápida se efectúa en dependencia completa de la voluntad. Las fibras que los constituyen son largas, multinucleadas, muy complejas y presentan una estriación característica (longitudinal y transversal) y a estas células se las denominan miocitos estriados. Muchos de estos músculos ven reforzada su eficacia por la presencia de anexos de tejido conjuntivo (tendones, aponeurosis, vainas tendinosas y membranas sinoviales).

Figura 1 tipos de células y tejidos musculares.



Estos últimos tienen la función principal de proporcionar locomoción actuando sobre el esqueleto, intervienen en la termogénesis y su metabolismo es constante. Modelan las regiones corporales proporcionando elementos esenciales para la descripción zootécnica del individuo. También delimitan por sus relaciones importantes referencias para las prácticas médicas y quirúrgicas. Finalmente, constituyen la carne, sustancia alimenticia de alto valor proteico (animales destinados al consumo) por lo que su composición, su biometría y su distribución en la canal son muy importantes para el desarrollo de la tecnología de los alimentos.

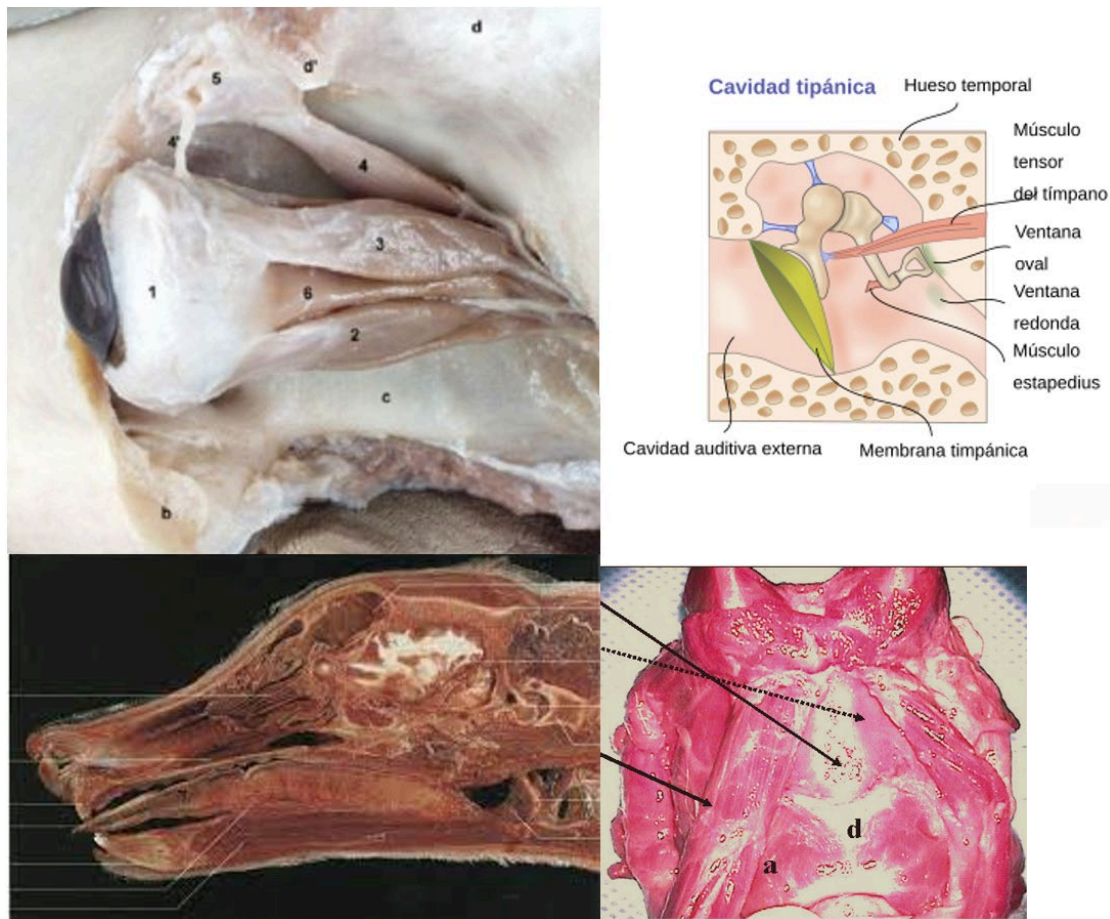
Figura 2 Diferentes desarrollos de masa muscular.



Referencias: Nótese las diferencias en el modelado de la forma del cuerpo entre las diferentes especies y entre individuos de la misma especie que determina sus caracteres zootécnicos y funcionales.

Ciertos músculos estriados voluntarios, al menos parcialmente, participan en la constitución de vísceras u órganos de los sentidos, como los músculos de la lengua, faringe, laringe, ano, del seno urogenital, ojo, oído y esófago. Al igual que los músculos lisos y el miocardio se describirán con sus respectivos órganos. Por lo tanto, sólo se estudiarán aquí los músculos que pertenecen propiamente al sistema musculoesquelético.

Figura 3 Músculos estriados en vísceras y órganos de los sentidos.



Referencias: Músculos extrínsecos del globo ocular, del oído medio, lengua y laringe.

Para realizar una descripción de un músculo se deben contemplar varios aspectos de este y de los órganos vecinos, por lo que a continuación enumeramos algunos de estos:

I – Número

El número de músculos es más variable que el de los huesos y es más difícil de estimar. Para una misma especie o un individuo, las cifras suelen diferir mucho según los autores, siendo evidente que el número obtenido será muy diferente según el número de haces metaméricos de ciertos músculos espinales, órganos y las subdivisiones de un mismo músculo. Comparando entre diferentes especies hay múltiples factores que determinan las diferencias. El principal factor reside en la variación de los elementos segmentarios como, por ejemplo, el número de músculos intercostales que estará

exactamente determinado por el número de las costillas. También va a influir las modificaciones adaptativas de la mano y el pie. Conllevan diferencias numéricas que serán aún más importantes para los músculos que para los huesos y de esta forma el número de músculos varía en el mismo sentido que el número de dedos y hay que tener en cuenta la presencia o ausencia de los músculos propios de los dedos I y V. Y por último el factor de variación más importante son los músculos que son simples en algunas especies, pero que se encuentran divididos o son múltiples en otras (extensores de los dedos) o que están presentes o ausentes según la especie.

Considerando lo anteriormente expuesto carece de interés pretender un rango numérica preciso de los músculos. Se puede decir en general para los músculos del aparato locomotor que el número aproximado de músculos es cercano a los cuatrocientos cincuenta, haciéndose diferencias del orden de varias decenas de una especie a otra por los factores que acabamos de indicar.

II – Tamaño y Peso

Existen enormes diferencias en cuanto a estas características debido a que son muy variables (tamaño y volumen) entre los músculos de un mismo individuo. Algunos de estos órganos tienen solo unos pocos centímetros o milímetros de largo (músculo articular humeral y músculos incisivos) en cambio otros son muy grandes y potentes (glúteo medio, bíceps femoral). El peso obviamente varía en la misma proporción que lo hace el volumen. Por ejemplo, en un mismo bovino con un peso vivo de 500 kg, el músculo parotidoauricular pesa unos 9 g y el extensor oblicuo del carpo unos 15 g, el músculo glúteo medio pesa 2,8 kg, el semimembranoso 3,8 kg y el gluteobíceps 5,5 kg. El tamaño y el peso de cada músculo son proporcionales a la alzada del individuo, generando grandes diferencias a este respecto, no sólo de una especie a otra, sino también según la edad y el estado de salud. Se sabe que el ejercicio contribuye al desarrollo del músculo y la pérdida de peso corporal (que no solo es la pérdida de grasa, ya que puede sufrir desgaste muscular) contribuye a una verdadera atrofia del músculo.

La masa muscular total varía bajo el efecto de las mismas influencias. Por lo tanto, se puede hacer un cálculo estimativo respecto del peso corporal, donde hay que considerar el estado de llenado o vacío del tracto digestivo. El peso relativo de la masa muscular ronda el 35% al 40% del peso vivo, estos porcentajes son válidos para la mayoría de los herbívoros. En el caso de los carnívoros, cuya masa gastrointestinal es menos desarrollada y cuya musculatura suele ser más atlética el porcentaje se puede elevar

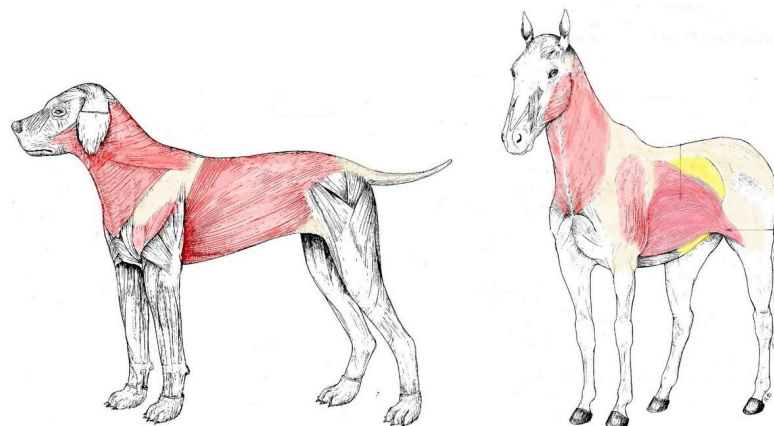
cercano al 60%. La edad es en todas las especies un factor importante ya que no es sincrónico el desarrollo de los diversos tejidos. En los animales jóvenes el esqueleto se desarrolla más rápido, los músculos crecen a continuación y la grasa se acumula más tarde. Como resultado, el peso relativo de la musculatura alcanza un máximo en el final de la pubertad.

III - Situación

La situación de los músculos puede considerarse relativa a la superficie del cuerpo o relativa al plano medio. En el primer caso, reconocemos *músculos superficiales* o cutáneos y *músculos profundos* o *esqueléticos*; en el segundo, los calificamos como pares e impares.

Los **músculos cutáneos** (*Musculi cutanei*), se extienden inmediatamente debajo de la piel, a la que se encargan de mover. Se adhieren por al menos una de sus extremidades a la dermis. Algunos están desprovistos de cualquier inserción esquelética y están integrados en la hipodermis en toda su superficie, constituyendo un verdadero panículo carnoso. Otros, más especializados, toman una inserción en el esqueleto y actúan sobre la piel por su otra extremidad, tal es el caso de la mayoría de los músculos de la cara.

Figura 4 Esquema de los músculos cutáneos del canino y equino.



Referencias: Tomado y modificado de Barone, R. (2010).

Los **músculos esqueléticos** (*Musculi skeleti*) forman grupos delimitados por fascias que los rodean y separan de los tejidos subcutáneos más superficiales. Están dispuestos en capas superpuestas e insertados por cada uno de sus extremos en el esqueleto y movilizan los distintos segmentos.

Los músculos en su mayoría son pares respecto del plano medio del cuerpo y los músculos impares están divididos en dos mitades similares por el plano medio y son muy pocos en número (diafragma, músculo orbicular de la boca).

Figura 5 Músculos esqueléticos del canino.



Referencias: Tomado de Laurie O' Keefe / science photo library, Rights Managed Z932/0463.

IV - Forma

Los músculos presentan innumerables variedades de forma y apariencia que dificultan su clasificación morfológica. Pero el criterio de las proporciones es el más adecuado para agruparlos en tres categorías principales: *músculos largos*, *músculos planos* y *músculos cortos*. En cada uno de ellos, la dirección de las fibras y la respectiva disposición de los distintos constituyentes del órgano conducen a la distinción de múltiples tipos secundarios.

1 - **Músculos largos**: estos músculos se localizan especialmente en las extremidades, donde se superponen más o menos paralelamente a los ejes óseos. El más largo puede atravesar varios espacios articulares; y los más cortos solo a una articulación. Este tipo de músculo también está bien representado en la cabeza y el cuello.

Un músculo fusiforme (*Musculus fusiformis*) representa el tipo más simple de este grupo. Está constituido por un vientre carnoso que en su parte media es más voluminoso y sus extremidades son estrechadas y disímiles. El extremo que suele tener menos movilidad es el origen del músculo y en las porciones perpendiculares de los miembros es el extremo proximal o cabeza. El otro extremo es más delgado de donde se emerge el

tendón (*Tendo*) de inserción o cola, sobre el cual se concentra su acción y la transmite a distancia.

Muchas formas derivan de este tipo simple de musculo, ya sea por modificación del vientre carnososo, variación de su dirección, por subdivisión de una de sus extremidades e incluso por la disposición particular de las fibras carnosas en relación con el tendón.

a) Respecto a la forma del vientre: carnososo: es característico y fácil de definir, cuando el origen es mucho más grande que la inserción y el vientre carnososo se estrecha regularmente en la dirección de esta última, el músculo se denomina cónico. Cuando las dos extremidades son relativamente iguales y el vientre no está muy hinchado, se dice que el músculo es cilíndrico. Los músculos largos y simples también pueden ser prismáticos, aplanados o incluso acintados.

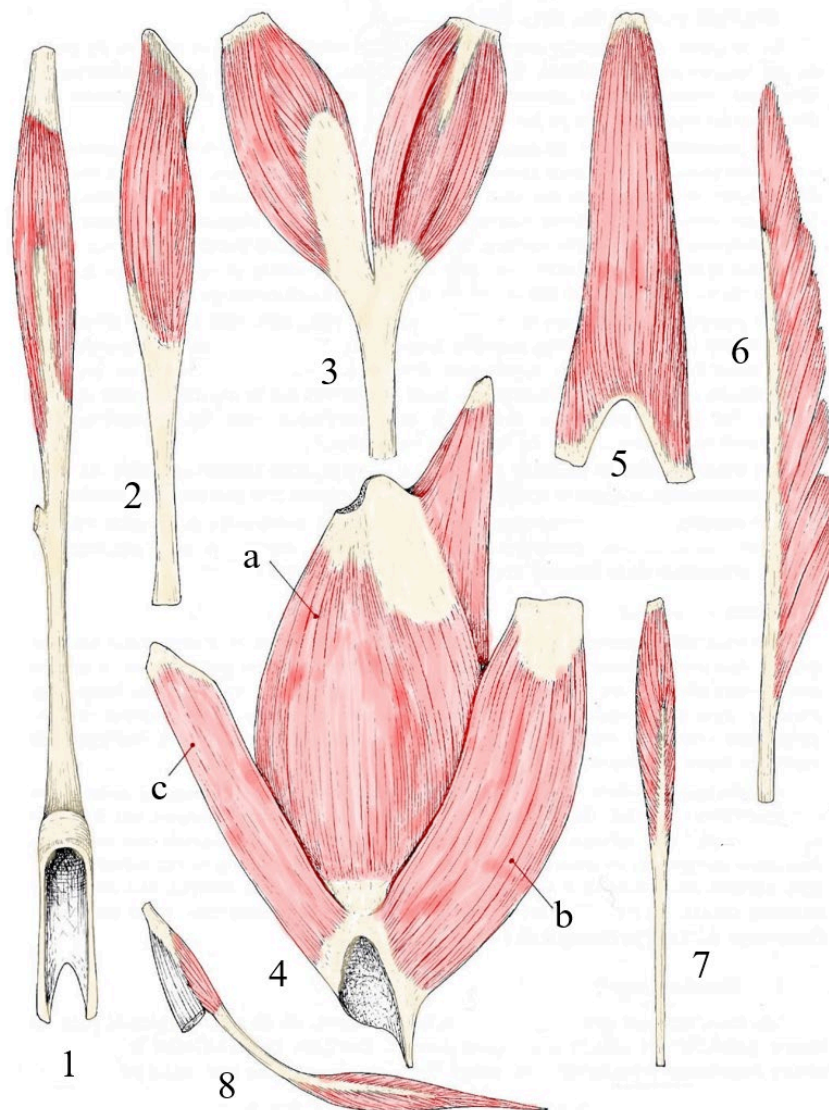
b) Respecto a la dirección relativa: es la que determina que un músculo sea longitudinal, transversal u oblicuo y sólo tiene un efecto indirecto sobre su forma. La dirección absoluta o eje propio del músculo, esta representado por la línea recta virtual que une las dos extremidades del órgano y no siempre coincide con la dirección de los haces musculares. Muchos músculos largos son rectos, pero también los hay curvilíneos, incluso los espiroides (músculo braquial).

c) respecto a la división de las extremidades: muchos músculos largos se escinden en mayor o menor medida y una de sus extremidades se subdivide luego en dos, tres o cuatro ramas. Si la división está en el origen, el músculo se llama bíceps (*M. biceps*), tríceps (*M. triceps*), cuádriceps (*M. cuádriceps*), etc. Cuando ocurre en la extremidad opuesta, el músculo se denomina bicaudado (*M. bicaudatus*), tricaudatus (*M. tricaudatus*), etc.

d) Según la disposición de los constituyentes del músculo: la forma en que los haces musculares están dispuestos en relación con los tendones le da a cada músculo su arquitectura y apariencia características. El tendón se origina dentro del propio músculo, los haces carnosos se adhieren a ambos lados como las barbas de una pluma a su cañón, esta disposición se denomina músculo penniforme o bipenniforme (*Musculus bipennatus*). En otros casos, el tendón se origina en un solo lado del músculo, insertándose los haces carnosos sólo en una de sus caras; es entonces un músculo semipennado (*Musculus unipennatus*). Un músculo multipenniforme (*Musculus multipennatus*) tiene una organización que es más compleja en el centro, pero a menudo difícil de discernir en la superficie. En efecto, estas diversas disposiciones, de las que

tendremos que volver a hablar en relación con la estructura de los músculos, a menudo sólo son visibles en secciones, especialmente cuando son complicadas. Algunos músculos pueden estar interrumpidos por un tendón insertado entre dos vientres carnosos sucesivos y se denomina digástrico (*M. digastricus*) y su tendón intermedio se denomina intergástrico. Puede presentarse una corta interrupción fibrosa transversal o intersección tendinosa (*intersectio tendinea*) que forma una línea nacarado, recta o irregular sobre la superficie del músculo.

Figura 6 Formas de los músculos largos del equino.



Referencias: 1- músculo fusiforme con tendón largo (m. flexor digital superficial), 2- músculo fusiforme (m. extensor carporadial), 3- músculo bíceps (m. gastrocnemio), 4- músculo tríceps braquial: vista desde craneal, a- cabeza larga, b- cabeza lateral y c- cabeza medial), 5 músculo bicaudado (m. supraespinoso), 6- músculo semipenado (m. psoas menor), 7- m. peniforme (m. extensor carpoulnar) y 8- músculo digástrico. Tomado y modificado de Barone, R. (2010).

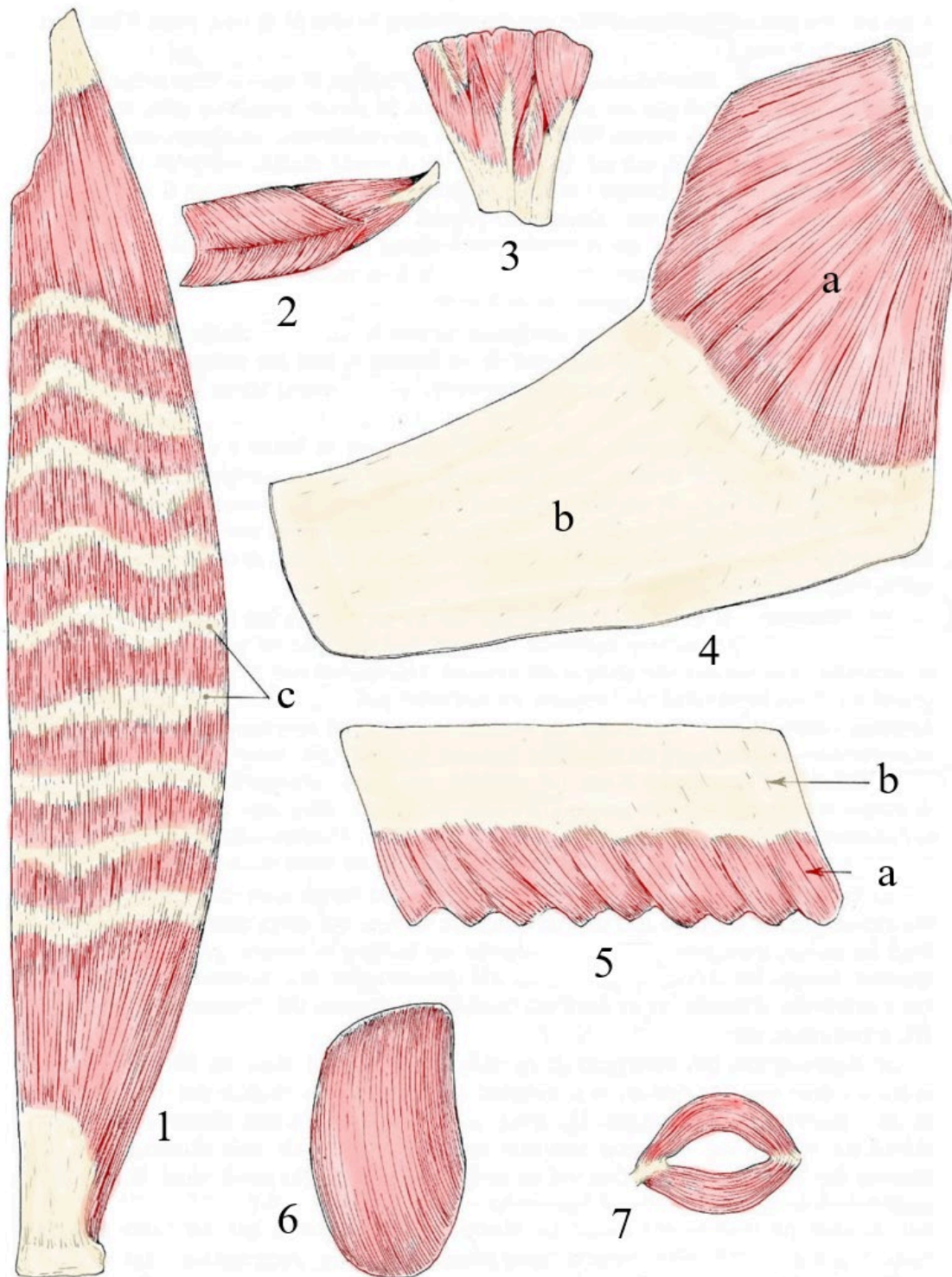
2 - **Músculos planos:** Los músculos planos (*Musculi piani*) o músculos anchos tienen un aspecto membranoso. Se encuentran ubicados bajo la piel, en las paredes de las grandes cavidades del tronco, algunos en la cabeza y otros en las regiones proximales de las extremidades. Su forma es tan variable como en el grupo anterior y encontramos triangulares, romboideos, cuadriláteros irregulares, etc. Hay algunos que se disocian en uno de sus bordes en digitaciones regulares o lengüetas que generalmente corresponde a una inserción en huesos metamerizados (vértebras, costillas) y se denominan músculos serratos (*Musculus serratus*).

La arquitectura del músculo se aprecia mejor en la superficie de estos músculos planos que en los músculos largos donde los haces carnosos son paralelos entre sí y los haces fibrosos que les siguen también son paralelos. En el caso de los músculos largos, los haces carnosos se irradian alrededor de un tendón corto o una superficie ósea a la que se unen directamente.

3 - **Músculos cortos:** Estos músculos, de escaso volumen, se ubican debajo de las grandes masas musculares, ya sea entre o contra huesos cortos como las vértebras, o en contacto con las grandes articulaciones, en la profundidad de las extremidades. Los hay de formas muy diferentes: triangulares, cuadriláteros, etc. Es raro que sus tres ejes sean casi iguales; a menudo vemos que uno de ellos domina, a veces dos. Luego, la forma cambia a uno de los dos tipos anteriores.

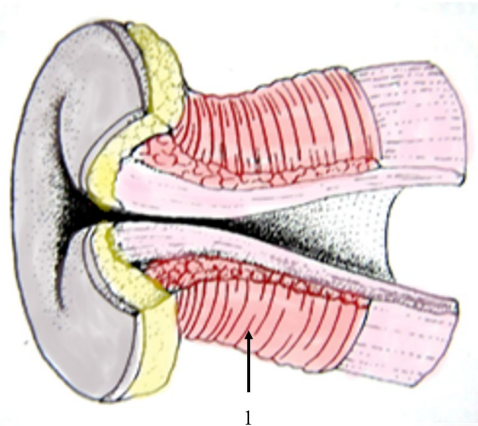
Podemos incluir en esta clasificación de músculos cortos un tipo particular, con una disposición anular o músculo orbicular (*M. orbicularis*) está formado por fibras carnosas casi paralelas, extendidas bajo la piel en una especie de diafragma alrededor de un orificio natural, que se encarga de cerrar mediante su contracción. El término esfínter (*M. sphincter*) suele considerarse sinónimo del anterior, pero se reserva para los músculos (estriados o lisos) también anulares dispuestos en la pared de un conducto (canal anal, píloro) o alrededor de una región (músculo del esfínter del cuello).

Figura 7 Formas de los músculos largos, cortos y planos del equino.



Referencias: 1- músculo largo con intersecciones tendinosas (c) (m. recto del abdomen), 2- músculo peniforme (m. bucinador), 3- músculo multipeniforme (m. obturador interno), 4- músculo plano (m. oblicuo interno del abdomen: a- porción carnosa, b- aponeurosis), 5 músculo serrato (m. serrato dorsal craneal: a- porción carnosa, b- aponeurosis), 6- músculo corto y simple (m. oblicuo caudal de la cabeza) y 7- m. orbicular (m. orbicular del ojo). Tomado y modificado de Barone, R. (2010).

Figura 8 Esfínter



Referencias: 1- Esfínter anal.

V - Inserciones

Generalmente libres en su parte media, los músculos están fijados por sus extremidades (músculos largos) o por su periferia (músculos planos) sobre superficies que constituyen sus puntos de unión al esqueleto o inserción. El soporte de la inserción, es decir el órgano que la recibe, es en la gran mayoría de los casos un hueso (músculos esqueléticos). Otros músculos, sin embargo, tienen una sola unión al esqueleto y, por otro lado, a varias formaciones, como la piel, el cartílago (oído externo, laringe), fascias, ligamentos y membranas mucosas.

La movilidad de las inserciones musculares merece especial atención, porque básicamente define la función del músculo. La inserción u origen fijo es la inserción sobre la que parece descansar el músculo para entrar en acción, es decir la que suele ser menos móvil. La inserción o terminación móvil es la que se desplaza más habitualmente y de forma más amplia durante la contracción muscular. La inserción fija a menudo se confunde con la de los músculos vecinos, mientras que la inserción móvil es generalmente independiente.

En cuanto a los modos de inserción se pueden reconocer dos. En el primero, que es el más raro, los haces musculares se unen directamente a los huesos (en realidad a través de fibras tendinosas muy cortas) y se denomina inserción carnosa. La segunda involucra tendones o láminas fibrosas calificadas como aponeurosis. Estas formaciones intermedias reciben en uno de sus extremos la inserción de fibras musculares, mientras que el otro se fijará firmemente sobre los huesos. Concentran así la acción de los músculos en un espacio reducido, la hacen más precisa y eficaz y sirven también para

transmitirla a distancia. En la mano y en el pie, por ejemplo, los tendones que actúan sobre las falanges terminan lejos de los vientres carnosos correspondientes, situados en el antebrazo o la pierna.

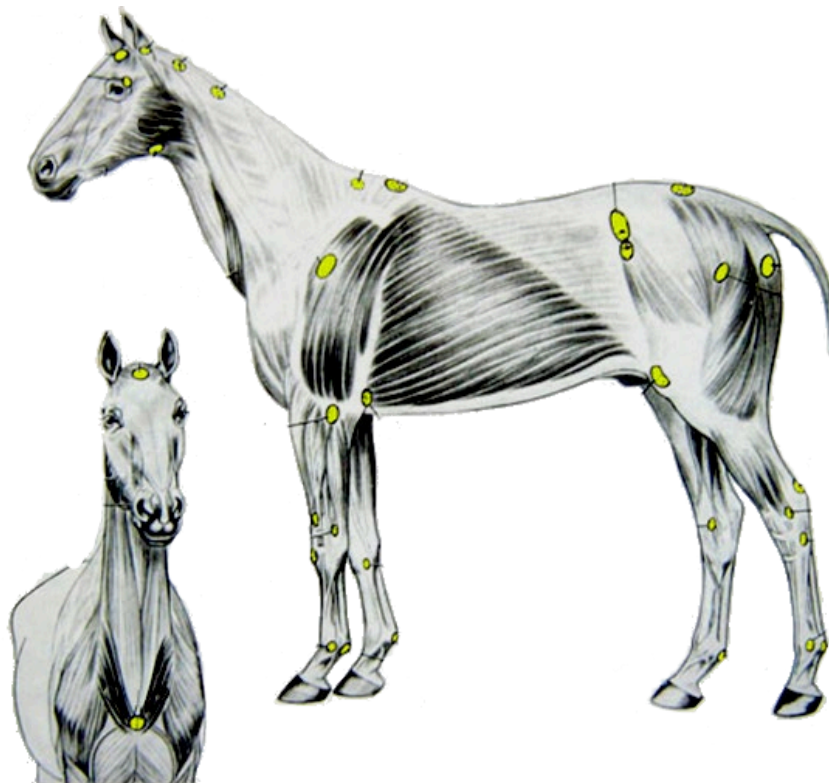
VI - Anexos del músculo estriado

Este nombre hace referencia a diversas formaciones de tejido conjuntivo que complementan, mantienen y ayudan a los músculos estriados en sus funciones. Se excluyen de esta definición a los tendones y las aponeurosis, que son parte constituyente de los músculos. Estos anexos musculares son: *las bolsas sinoviales, las vainas fibrosas, las vainas sinoviales y fascias.*

1 - Bolsas sinoviales

Las bolsas sinoviales (*Bursae synoviales*) son cavidades de diferentes tamaños, destinadas a favorecer el deslizamiento de un órgano móvil sobre los planos subyacentes. No solo están adheridos a los músculos, ya que también tendremos que describirlos con la piel. Las bolsas subcutáneas (*Bursae synoviales subcutaneae*) se desarrollan debajo de la dermis en las regiones donde la piel está estresada por el movimiento frecuente o la presión sobre una eminencia ósea.

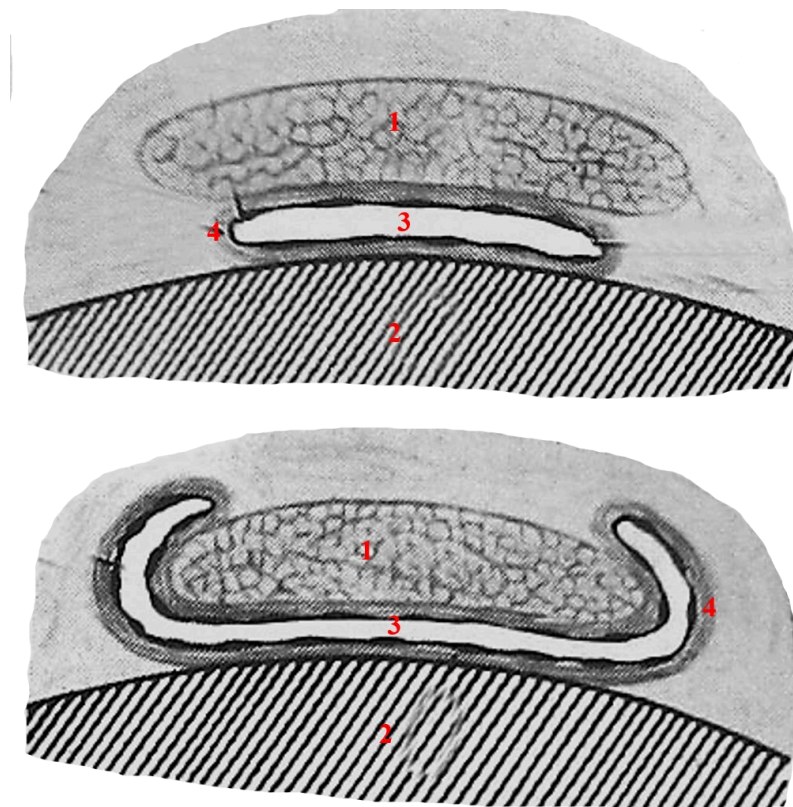
Figura 9 Esquema de la distribución de las bolsas sinoviales subcutáneas del equino.



Los que aquí nos ocupan pueden extenderse bajo un cuerpo carnososo musculoso, bajo una aponeurosis o bajo un tendón. Según el caso, hablamos de una bolsa submuscular (*Bursa synovialis submuscularis*), una bolsa subaponeurótica (*Bursa synovialis subfascialis*) o una bolsa subtendinosa (*Bursa synovialis subtendinea*). También debemos recordar que ciertos ligamentos articulares están provistos de una bolsa subligamentosa (*Bursa synovialis subligamentosa*), generalmente situada cerca de una de sus inserciones.

Estas cavidades provienen de una adaptación del tejido conjuntivo a las presiones y tirones que resultan de los movimientos. Pueden ser simples, atravesadas por pestañas o incluso tabicadas, contienen un líquido seroso, normalmente poco abundante, y su pared, poco diferenciada del conectivo circundante, procede simplemente de una densificación de este último. La transformación endotelial de su cubierta celular le confiere a las más especializadas, en particular a las bolsas subtendinosas, un aspecto liso, regular y brillante.

Figura 10 Esquema de una bolsa sinovial.



Referencias: 1- tendón, 2- hueso, 3- cavidad y membrana epitelial, 4- lámina fibrosa.

2 - Vainas tendinosas o fibrosas

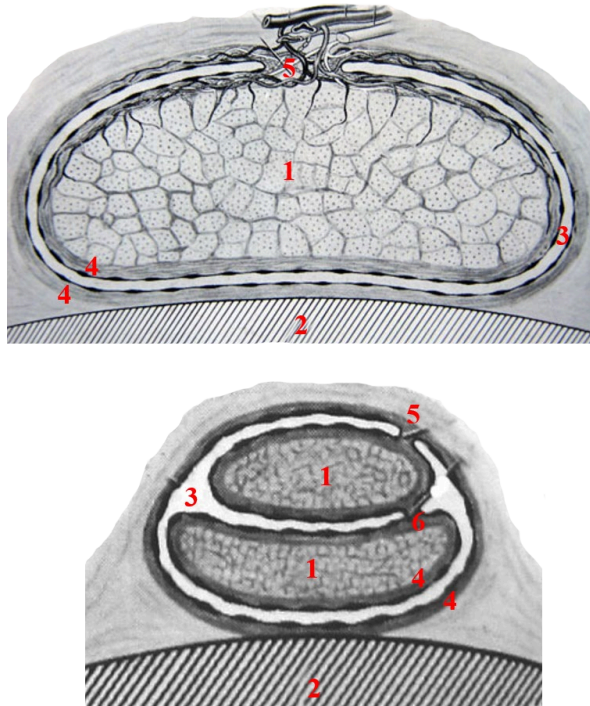
Una vaina tendinosa (*Vagina fibrosa tendinis*) es una especie de túnel atravesado por uno o más tendones que se deslizan en su interior y se apoyan allí para un cambio de dirección. Tales vainas se desarrollan especialmente en contacto con las grandes articulaciones de las extremidades, donde su función es la de sostener los tendones sin entorpecer sus movimientos, cualquiera que sea el movimiento realizado; permiten así la transmisión óptima de las acciones musculares de un eje óseo a otro. Algunas de ellas son alargados pero muy estrechas; otras tienen dimensiones muy grandes e incluso pueden ser utilizadas por vasos y nervios importantes, que acompañan a los tendones en su recorrido.

Estas vainas tienen generalmente una constitución mixta. Una de sus paredes está formada por un plano osteoligamentoso o fibrocartilaginoso formando una canaleta en la que el tendón se imprime más o menos profundamente. La otra pared está formada por una gruesa capa fibrosa (Ligamentum vaginale) que recubre el tendón y se adhiere firmemente a los bordes del surco osteoligamentoso.

3 - Vainas sinoviales

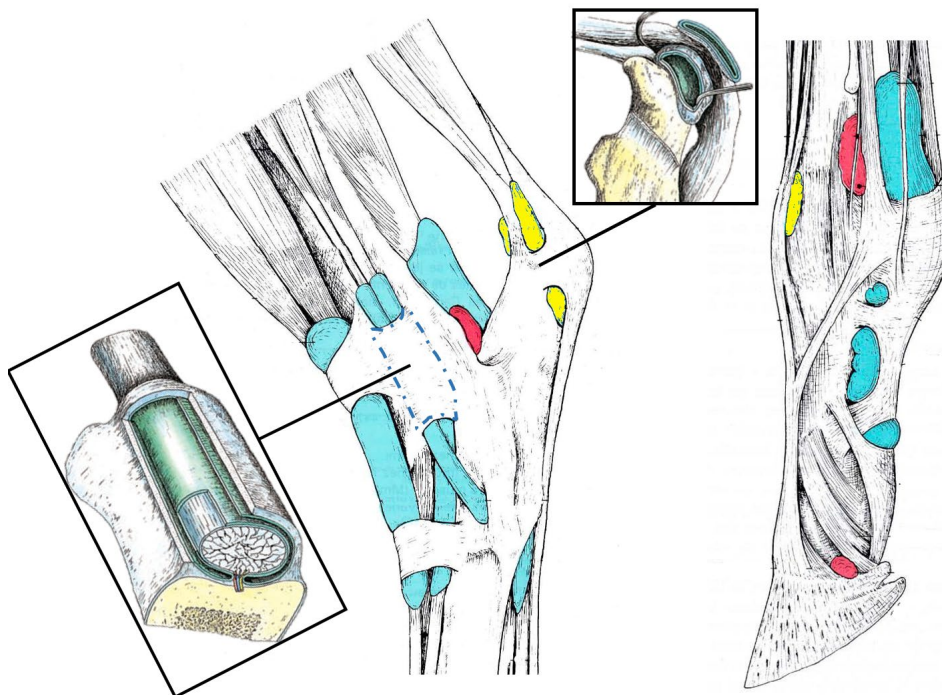
Una membrana sinovial (*Vagina synovialis tendinis*) generalmente acompaña al (los) tendón(es) dentro de cada vaina fibrosa para facilitar su deslizamiento por el surco. Siempre es una formación mucho más grande y complicada que una bolsa subtendinosa; En principio, rodea por completo el o los tendones dentro de una vaina fibrosa. Además, la pared está mejor diferenciada y su estructura se parece mucho a la de la cápsula articular. Es una delgada membrana conjuntiva cuyos haces de colágeno están dispuestos paralelos a los de los tendones y cuya cara libre, la cavidad, tiene un revestimiento endotelial. La cavidad se llena de un líquido seroso, una sinovia análoga a la de las articulaciones. La vaina está delimitada por dos capas; uno parietal, fuertemente adherido a la vaina fibrosa que recubre, y el otro tendinoso, fuertemente adherido al tendón. El primero de ellos es más grueso y mejor individualizado que el segundo, que es delicado y prácticamente inseparable del tejido tendinoso. Las dos hojas son continuas entre sí en cada extremo de la vaina tendinosa, donde delimitan así un reborde anular más o menos regular alrededor del tendón. Las dos láminas quedan unidas a lo largo del tendón por un pliegue, un verdadero meso comparable a los de la serosa esplácnica: el mesotendon (*Mesotendineum*), a través del cual discurren los vasos y nervios, órganos tróficos del tendón. Las membranas sinoviales vaginales se unen muy a menudo en ciertos puntos a las membranas sinoviales articulares.

Figura 11 Esquema de una vaina sinovial.



Referencias: 1- tendón, 2- hueso, 3- cavidad y membrana epitelial, 4- lámina fibrosa, 5- mesotendon, 6- mesotendon secundario.

Figura 12 Esquema de anexos musculares.



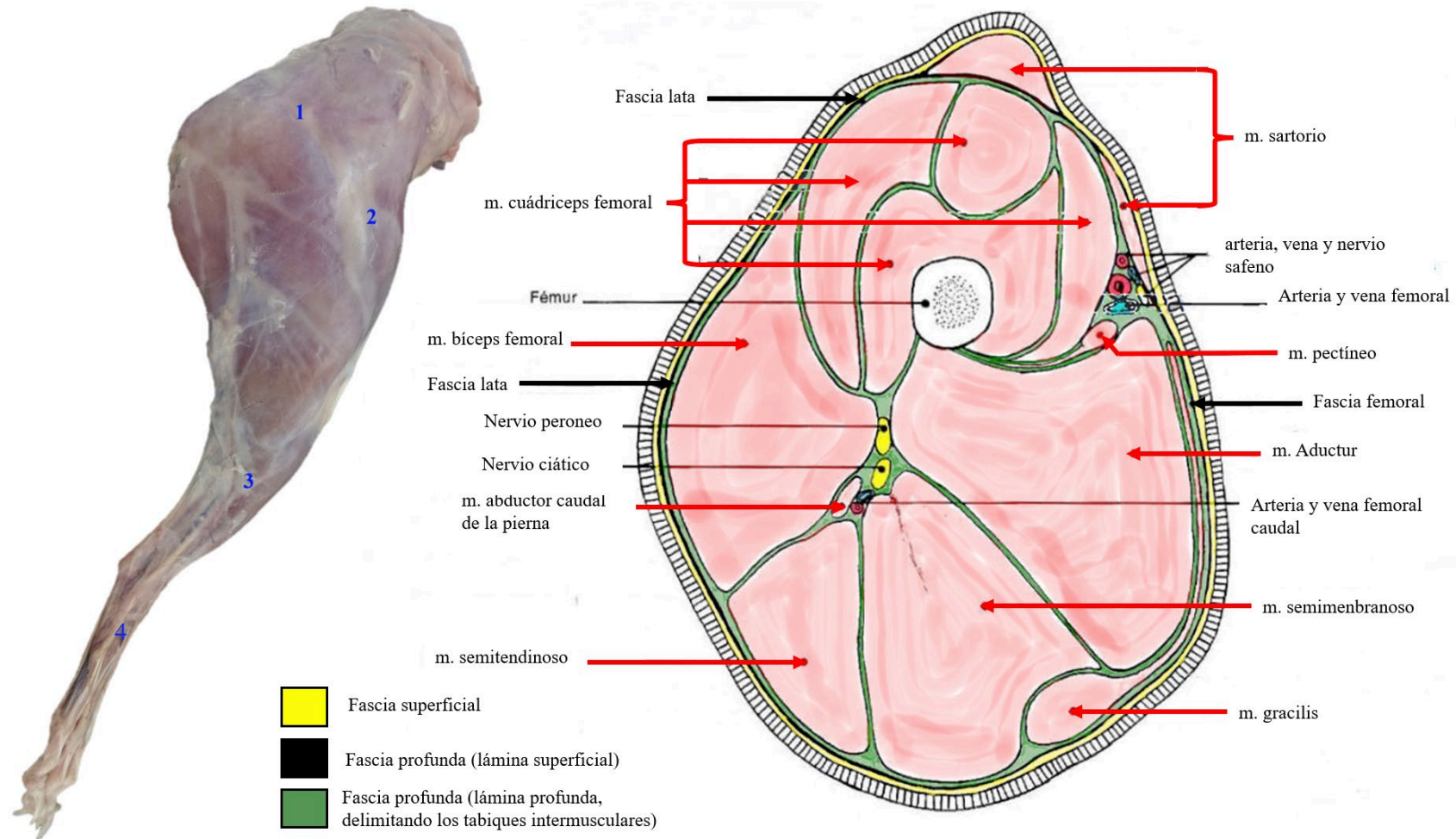
Referencias: Vainas sinoviales (coloradas celeste), Bolsas sinoviales (coloreadas amarillo), vaina tendinosa (marcada con línea de puntos) y fondos de saco (colorado rojo).

4 - Fascias

El nombre de fascia se da a las membranas o láminas fibrosas que envuelven grupos de músculos o ciertos músculos aislados y tienen la función de reforzar sus contracciones u oponerse a su desplazamiento durante los movimientos. Existen importantes fascias en el tronco (fascia cervical, fascia toracolumbar y fascia ilíaca) pero es en las extremidades donde estas formaciones presentan las disposiciones más características y complejas constituyendo vastas mangas que se continúan de un segmento a otro del miembro y simplemente cambia su nombre.

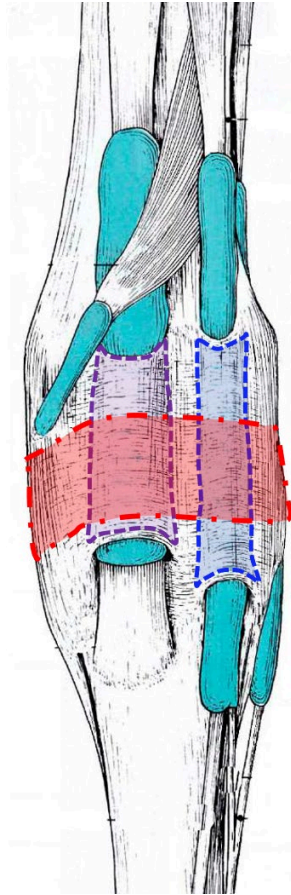
La lámina superficial de esta manga está separada de la piel por tejido conjuntivo densificado que constituye la “fascia superficial”, bajo la cual discurren los vasos y nervios superficiales. La lámina profunda se relaciona directamente con los músculos, a veces dándoles inserción y entra en contacto con los huesos a los que se inserta de manera sólida. Delega extensiones o tabiques intermusculares (*Septa intermuscularia*) que delimitan distintos compartimentos o celdas musculares para los grupos de músculos e incluso proporcionando vainas especiales para algunos de estos. Estas duplicaciones del manguito o tabiques intermusculares albergan los vasos y nervios más importantes, cuando un vaso o un nervio atraviesa una fascia, ésta presenta un orificio circunscrito por una densificación del tejido conjuntivo. El conocimiento de estas disposiciones es de particular interés para el cirujano. La parte proximal de este aparato de contención recibe la inserción parcial o total de ciertos músculos, que se consideran sus tensores y la parte distal, continua de segmento a segmento, suele cambiar de textura en las zonas articulares, a nivel de las cuales se engrosa. Estos refuerzos se integran en las vainas tendinosas o se aíslan en forma de *bandas transversales o retináculos* para el mantenimiento de los tendones dentro de un surco o canal. La estructura de las fascias es comparable en todos sus aspectos a la de las aponeurosis. La N.A.V. establece una distinción entre una aponeurosis que es una capa fibrosa perteneciente específicamente a un músculo del cual constituye un tendón muy ensanchado y delgado, en cambio una fascia es una formación fibrosa con funciones de contención.

Figura 13 Fascias del miembro pélvico.



Referencias: 1- Fascia glútea, 2- Fascia lata, 3- Fascia de la pierna, 4- Fascia del pie.

Figura 14 Región dorsal del carpo esquematización de retináculo y vainas tendinosas.



Referencias: Sombreado con rojo el retináculo dorsal que sujeta las vainas tendinosas de los tendones de los músculos extensor carporadial (violeta) y extensor digital común (azul).

VII - Relaciones

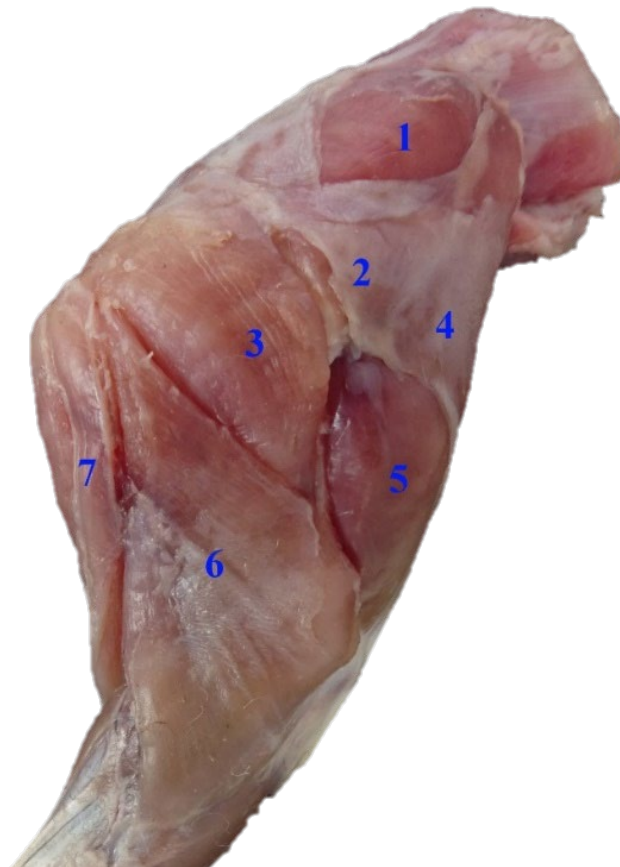
El conocimiento de las relaciones entre las masas musculares es importante para la anatomía topográfica y aplicada, particularmente las prácticas quirúrgicas. Estas relaciones se pueden establecer con: la piel, los huesos, las articulaciones, las fascias, otros músculos, vasos sanguíneos, nervios y sólo en la esplacnología vemos que ciertos músculos estriados entran en contacto con las mucosas.

Los músculos cutáneos tienen una relación directa con la piel, a la que se encargan de mover. Los otros músculos están separados del tegumento por fascias. Los huesos están especialmente relacionados con los músculos más profundos que a veces se moldean tan fuertemente sobre ellos que determinan impresiones significativas. Las articulaciones casi siempre están cubiertas o rodeadas por músculos y tendones. Algunos de estos pueden incluso penetrar en la cápsula articular y ser envueltos

directamente por la membrana sinovial y algunos músculos tienen inserciones directas en la cápsula articular que se encargan de levantar.

Las relaciones intermusculares se establecen directamente solo cuando estos órganos no están completamente aislados por vainas o fascias. Cuando varios músculos están situados en la misma celda, pueden estar estrechamente unidos, incluso más o menos fusionados en su origen o inserción, pero la mayoría de las veces, están rodeados por tejido conjuntivo especial e infiltrado con grasa, que dispone entre ellos intersticios atravesados por vasos y nervios de esta forma los vasos arteriales, venosos, linfáticos y nervios discurren entre los músculos y presentan con ellos relaciones importantes a conocer. Los intersticios intermusculares constituyen así vías de acceso quirúrgico.

Figura 15 Músculos del Miembro pelviano del Conejo. Regiones de la grupa y muslo. Vista lateral, disección superficial, visualización de las relaciones de los vientres musculares.



Referencias: 1- músculo glúteo medio, 2- músculo glúteo superficial, 3- músculo glúteo femoral, 4- músculo tensor de la fascia lata, 5- músculo cuádriceps femoral (vasto lateral), 6- músculo bíceps femoral, 7- músculo semitendinoso. Notese: si tomamos el músculo glúteo femoral (3), sus relaciones son: cranealmente con el músculo glúteo superficial (2) y músculo cuádriceps femoral (5); caudodistalmente con el músculo bíceps femoral (6).

VIII - Estructura

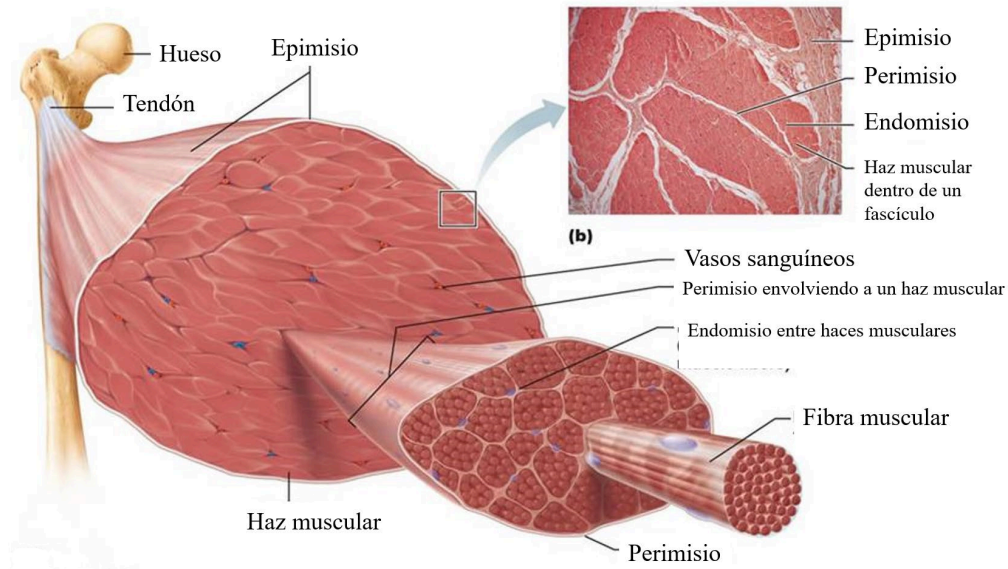
De los diversos constituyentes de un músculo estriado, el principal es el tejido muscular estriado que es un conjunto de fibras contráctiles estriadas unidas entre sí y así como a los órganos vecinos, por un marco conjuntivo. Para el estudio de estas fibras y de las formaciones conjuntivas de los músculos, se verá la organización general de éstas, de su vascularización, su inervación y su composición química.

La fibra muscular estriada es el tejido propio de los músculos estriados es dissociable en haces simples, formadas por fibras especiales, llamadas fibras musculares estriadas. Cada uno de estos es una célula especializada enorme, muy larga y compleja, el miocito estriado (*Myocytus striatus skeletalis*). Cada fibra es cilíndrica o irregularmente prismática, modelada sobre sus vecinas. Por lo general, termina en cada extremo en un muñón redondeado o cónico. Su longitud es muy destacable: de unos milímetros en los músculos más pequeños o puede superar los diez centímetros en los músculos grandes e incluso, excepcionalmente, rondar los treinta centímetros en las especies grandes. Su calibre también es muy variable: puede oscilar entre 10 y 100 μm ; a menudo está entre 40 y 60 μm .

La estructura de la fibra muscular estriada es de naturaleza sincitial, provista de numerosos núcleos. Posee una membrana citoplasmática envolvente o sarcolema y un citoplasma o sarcoplasma que alberga organelas (aparato de Golgi, mitocondrias, retículo endoplásmico), las fibrillas del músculo estriado y los núcleos. Las fibrillas musculares estriadas o miofibrillas son los elementos contráctiles característicos, tan largos como la propia fibra que la recorren de un extremo al otro. Poseen una doble estría, longitudinal y transversal. Los núcleos de la fibra muscular estriada son muy numerosos que según su tamaño varían desde unos cientos hasta varios miles.

Las formaciones conjuntivas reciben y transmiten la acción de las fibras contráctiles son más importantes y diferenciados cuanto más grande o complejo es el músculo. Podemos reconocer dos perfectamente continuas que realizan cambio progresivo de la estructura muscular. Uno es el tejido conectivo que rodea el o los haces musculares, que a menudo se lo describe como un constituyente del tejido muscular y se denomina perimisio. La otra formación es mucho más densa, su función es transmitir a distancia la acción del vientre carnosos, que se denominan tendones, aponeurosis y pueden incluirse las intersecciones tendinosas.

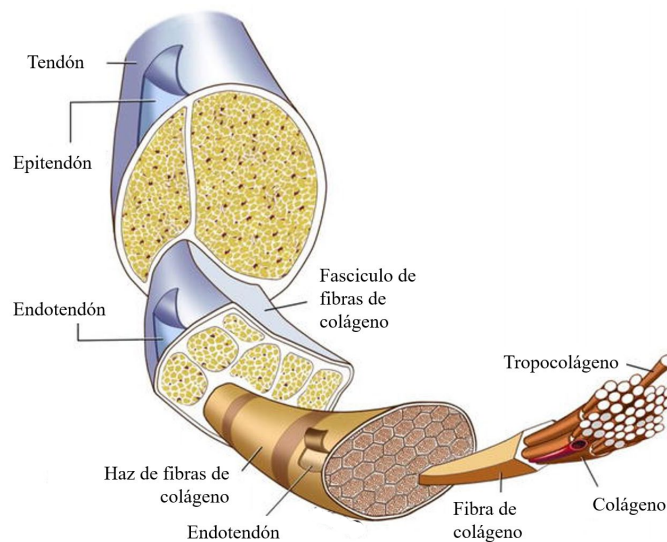
Figura 16 Esquema de la estructura del músculo.



Un tendón (*Tendo*) es un cordón fibroso, resistente, de color blanco nacarado, cilíndrico o aplanado, que procede del extremo de un vientre carnoso muscular y transmite su acción a distancia. Está formado por un conjunto de haces tendinosos longitudinales regulares y paralelos unidos a una envoltura periférica o epitendón con el que constituyen el peritendón.

Cada haz primario está constituido esencialmente por grandes grupos de fibras tendinosas constituidas por numerosas fibrillas de colágeno revestidas en una envoltura común y entre estas fibras hay cadenas de fibroblastos.

Figura 17 Esquema de la estructura del tendón.



Los tendones se originan en el interior de los propios vientres carnosos o incluso en su superficie, donde pueden extenderse en verdaderas aponeurosis de cobertura. En el interior de los músculos, generalmente comienzan con láminas que se refuerzan gradualmente hacia el final del músculo. La conexión de las fibras musculares estriadas con las fibras tendinosas, o unión miotendinosa, se realiza mediante la implantación de extensiones digitiformes de las microfibrillas del sarcolema dando continuidad de los sistemas fibrilares encargados de transmitir la tracción.

Los tendones pueden sufrir cambios significativos en su textura y apariencia. En los puntos donde están expuestos a fuertes presiones, como a nivel de ciertos ángulos articulares, se ensanchan haciéndose mucho más duros que incluso pueden adoptar la textura hialina o fibrocartilaginosa. Cuando la osificación invade tales nódulos, se desarrollan los huesos sesamoideos. En cuanto a la terminación de los tendones sobre los huesos, puede presentar diversas disposiciones. En general, la parte periférica del tendón se conecta al periostio, mientras que las partes más profundas penetran en el tejido óseo e irradian allí.

Una aponeurosis es una lámina fibrosa modelada según la necesidades mecánicas ejercidas por una superficie plana o curva. Se encuentran los mismos constituyentes que en los tendones, pero los haces de fibras están orientados en delgadas capas superpuestas, en cada una de las cuales tienen una dirección dominante, perpendicular u oblicua con respecto a la que presentan en las capas adyacentes. Las aponeurosis son tendones extremadamente ensanchados y adelgazados, utilizados para la inserción de músculos planos y que generalmente se extienden sobre la superficie de los vientres carnosos y los que comunican. Se dice que son aponeurosis de revestimiento y a menudo constituyen el origen extendido de un tendón.

Una intersección tendinosa (*intersectio tendinea*) es una hoja fibrosa más o menos gruesa, a veces subdividida, que se extiende en el interior de un vientre carnosos interrumpiéndolo parcial o totalmente y recibiendo en cada uno de sus lados la unión de haces musculares. Algunas de estas láminas se continúan con los tendones o con las aponeurosis. Incluso pueden extenderse de una extremidad a la otra de un vientre carnosos y unir sus extremidades. Entonces se oponen al alargamiento excesivo del músculo o incluso transmiten pasivamente las acciones mecánicas de un eje óseo a otro.

IX – Irrigación e Inervación

El tejido muscular está muy ricamente vascularizado, pero las formaciones fibrosas lo están muy poco. La inervación es especialmente abundante en los cuerpos carnosos, que reciben especialmente las terminaciones motoras además de las fibras sensitivas y simpáticas presentes en el conjunto del músculo y sus dependencias.

Cada músculo tiene su propia inervación, proveniente de un nervio definido. Las terminaciones motoras son específicas de las fibras musculares, en contacto con las cuales forman las placas motoras. A la sensibilidad general de los músculos y tendones, proporcionada por diversos tipos de terminaciones que no son propias de estos órganos, se suma la especial sensibilidad musculo-tendinosa, proporcionada por organelos particulares, que son los husos musculares y los órganos neurotendinosos.

Las placas terminales motoras constituyen un tipo particular de sinapsis, el aparato de unión neuromuscular, a través del cual cada fibra muscular recibe la terminación de una fibra nerviosa motora que depende de una neurona motora.

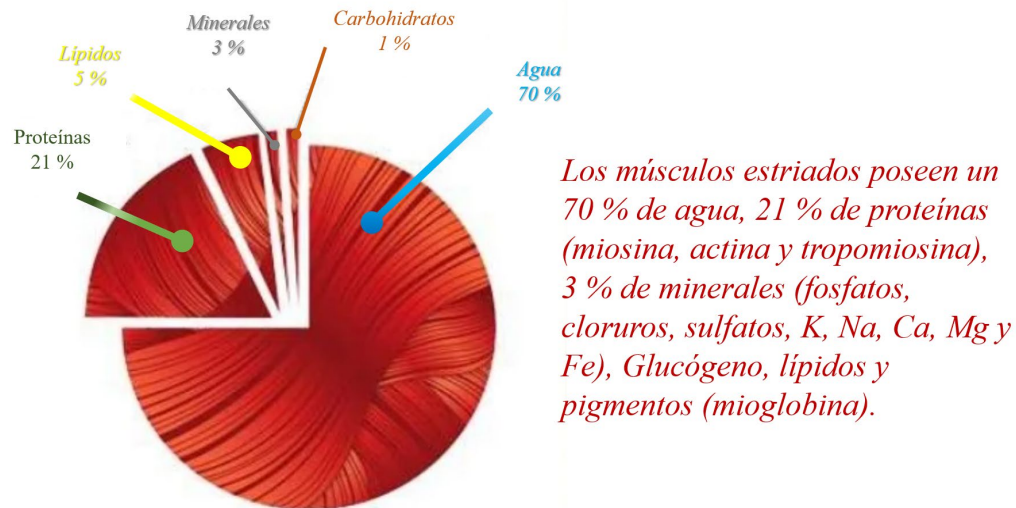
Los husos musculares son receptores de adaptación lenta que informan constantemente cambios en la longitud del músculo al sistema nervioso. Proporcionan información sobre la velocidad (fase dinámica) y la intensidad (fase estática) de estas variaciones. Dado que sus extremidades están unidas al tejido muscular circundante, se estiran cuando el músculo se alarga.

X – Composición bioquímica.

La composición de los músculos es muy compleja, varía con la edad, con la especie, de un músculo a otro e incluso según el estado funcional. El Ph es alcalino pero el tejido muscular se vuelve ácido durante las contracciones repetidas y en la fatiga, por la producción de ácido láctico. El color del musculo es determinado por los niveles de mioglobina. El tejido muscular propiamente dicho está constituido aproximadamente de 3/4 por agua y sólo en 1/4 por materia seca representada por en gran parte por sustancias proteicas (miosina, actina y tropomiosina) y en mucha menor cantidad por sustancias no nitrogenadas (glucógeno y lípidos) y minerales. El glucógeno está presente en proporciones extremadamente variables, en particular según la actividad del músculo, para el cual suministra la energía. Las fibras musculares contienen lípidos y fosfolípidos. Los minerales están representados por fosfatos, cloruros y sulfatos. El

potasio es el más abundante y el sodio es el siguiente en importancia, seguido por el calcio, magnesio y trazas de varios oligoelementos, incluido el hierro.

Figura 18 Composición bioquímica del músculo estriado.



El rigor mortis es un fenómeno que sucede en el tejido muscular después de la muerte de un individuo siendo de suma importancia en la práctica forense para determinar aproximadamente el momento del óbito. Este tiempo que varía de algunos minutos a horas y los músculos pierden su flexibilidad y se vuelven duros e inextensibles. La rigidez cadavérica (Rigor mortis) fija el cadáver en una actitud casi imposible de modificar y es el resultado de un bloqueo de las miofibrillas por acoplamiento de miosina y actina luego del cese del suministro de ATP, comparable a una contracción muscular lenta e irreversible, se acompaña de la formación de ácido láctico a expensas del glucógeno y de la acidificación del tejido muscular. Comienza a nivel de los músculos masticatorios, luego se extiende a todo el tronco y finalmente a las extremidades. Su aparición es más rápida cuando el sujeto estaba con un trabajo muscular excesivo y cuando la temperatura es alta. La rigidez cesa gradualmente en unos pocos días. Luego, el músculo sufre autólisis, que se acompaña de un borrado de las estrías de las fibras musculares que precede a la putrefacción.

XI – Funciones del músculo.

Las acciones de los músculos se pueden deducir a priori de la forma, dirección y ubicación de estos órganos. Los músculos rectilíneos determinan el acercamiento

directo de los ejes sobre los que se insertan. Los músculos curvilíneos tienden a volverse rectilíneos y pueden así mover los órganos o regiones de estos y contribuyen a limitar una cavidad, su contracción reduce la capacidad de ésta (por ejemplo, músculos de la pared abdominal y soporte de las vísceras). Los músculos orbiculares y esfínterios constriñen las aberturas o conductos que rodean.

Suelen aplicarse calificativos a los músculos que definen su función más característica y estos términos se han aplicado a sus nombres. Un músculo flexor está situado en el ángulo de una articulación, lo que hace que se flexione. Un extensor tiene el papel opuesto. Otro, ubicado lateralmente y alejando del plano medio un eje óseo solo puede ser un abductor; en el caso contrario, es un aductor. Un caso especial está representado, en el antebrazo de la especie donde los dos huesos de este segmento son móviles uno sobre el otro hay un músculo pronador que es antagonista a un músculo supinador. Algunos músculos insertos en el borde de un orificio natural que es probable que abran o agranden son músculos dilatadores y el que tiene la función inversa es un orbicular. También puede ser un músculo tensor, depresor, elevador, retractor, etc. El nombre de músculo articular se reserva para un músculo situado en contacto inmediato con una articulación sinovial y unido al menos en parte a la cápsula articular que la puede estirar o levantar.

Se dice que los músculos que contribuyen a la ejecución del mismo movimiento son agonistas y los que determinan movimientos opuestos son antagonistas. Por otra parte, las actitudes y movimientos aparentemente más sencillos requieren siempre de una sinergia funcional o acción simultánea de un mayor o menor número de músculos; es excepcional que un músculo se contraiga de forma aislada. Además, la acción del mismo músculo o grupo de músculos puede invertirse bajo ciertas condiciones. Así podemos ver a todos los agonistas y antagonistas sumando sus acciones para lograr un movimiento que requiere la máxima potencia. Por ejemplo, los músculos craneales del muslo (cuádriceps femoral) son los extensores de la pierna. Pero si sus antagonistas (músculos femorales caudales) son en principio flexores de la pierna, en condiciones particulares pueden contribuir a la extensión de este segmento: en efecto, cuando el miembro está en apoyo fijado por su extremo distal, la tracción ejercida en dirección caudal sobre el extremo proximal de la tibia ayuda a abrir el ángulo femorotibial y en consecuencia se extiende la pierna sobre el muslo, entonces los músculos flexores suman su acción a la de los extensores y se convierten incluso en los más poderosos agentes de propulsión del cuerpo.

Las acciones de un mismo músculo pueden variar según las circunstancias o de una especie a otra, según el desarrollo relativo de los órganos vecinos y en particular de los ejes óseos. Por ejemplo, el músculo extensor carpoulnar es de hecho extensor en humanos y monos, pero su acción es flexora en ungulados.

XI – Nomenclatura.

Los problemas de nomenclatura específicos de la miología derivan de la Nomenclatura Anatómica (N.A.), elaborada para la especie humana, que no ha tenido en cuenta la anatomía comparada. Como resultado de esto la comisión que estableció la Nomenclatura Anatómica Veterinaria (N.A.V.) no tuvo más remedio que seguir la Nomenclatura Anatómica lo más cerca posible o agregar y sumar una gran confusión. Se adoptó la primera solución; a pesar de sus graves inconvenientes, con la introducción gradual de las reformas apropiadas. Pero lamentablemente es probable que durante mucho tiempo sigamos llamando semimembranoso, bíceps, extensor, etc. músculos que de ninguna manera pueden merecer tales designaciones en los Mamíferos domésticos.

XII - División para su estudio

Podemos agrupar los músculos para su estudio agrupándolos desde el punto de vista topográfico, según la región que ocupan. Consideramos así a los músculos del brazo, craneales del antebrazo o ventrales del cuello, etc.

Nosotros vamos a agrupar a los músculos en sistemas neuromusculares. Es decir, estudiaremos el conjunto de músculos que son inervados por el mismo nervio. Esto desde el punto de vista clínico es muy interesante porque podremos relacionar la función de un conjunto de músculos con un nervio determinado y cuando encontremos esa función alterada podremos inferir cual puede ser el nervio afectado, cabe realizar una aclaración que algunos músculos no siempre en su totalidad están inervados por un solo nervio.



BIBLIOGRAFÍA

- Barone, R. (2010). *Anatomie Comparee des mamíferes domestiques. Tome second Arthologie et Myologie* (Quinta ed). Editions Vigot Frères.
- Budras, K.-D., McCarthy, P. H., Horowitz, A., & Berg, R. (2007). *Anatomy of the Dog* (Fifth, rev). Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG.
- Dyce, K., Sack, W., & Wensing, C. (2010). *Textbook of Veterinary Anatomy* (4 th ed.). Saunders ELSEVIER.
- Getty, R. (2005). *Anatomía de los Animales Domésticos - SISSON Y GROSSMAN*, Tomos 1 y 2. (C. Ellenport Rosenbaum, N. G. Ghoshal, & D. Hillmann (eds.); Quinta ed.). Masson.
- International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature (I.C.V.G.A.N.). (2017). *Nomina Anatomica Veterinaria* (Sixth Edit). Editorial Committee Hanover (Germany), Ghent (Belgium), Columbia, MO (U.S.A.), Rio de Janeiro (Brazil). With permission of the World Association of Veterinary Anatomists (W.A.V.A.).