



Atlas de Histología Vegetal y Animal

Órganos animales

LOCOMOTOR

Manuel Megías, Pilar Molist, Manuel A. Pombal

Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud.

Facultad de Biología. Universidad de Vigo

(Versión: Mayo 2019)

Este documento es una edición en pdf del sitio
<http://mmegias.webs5.uvigo.es/inicio.html>.

Todo el contenido de este documento se distribuye bajo
la licencia Creative Commons del tipo BY-NC-SA
(Esta licencia permite modificar, ampliar, distribuir y usar
sin restricción siempre que no se use para fines comerciales,
que el resultado tenga la misma licencia y que se nombre
a los autores)

La edición de este documento se ha realizado con el software \LaTeX
(<http://www.latex-project.org/>), usando Texstudio
(www.texstudio.org/) como editor.

Contenidos

1	Introducción	1
2	Imagen; Articulación	6

1 Introducción

El esqueleto está formado por los huesos, que tienen como principal misión hacer de sostén y protección, además de permitir el movimiento y desplazamiento de los animales vertebrados. Los músculos estriados esqueléticos están normalmente asociados a los huesos, aunque también a cartílago y a veces se encuentran libres. Los músculos están conectados a los huesos mediante los tendones y producen el movimiento del cuerpo. Al conjunto de huesos, músculos y tendones que permiten el desplazamiento del cuerpo lo vamos a denominar sistema locomotor.

El esqueleto

El esqueleto es el conjunto de huesos que forman parte del organismo (Figura 1). Tienen tres funciones principales: soportar las estructuras corporales, proteger a ciertos órganos delicados, y hacer de estructuras rígidas que son movidas por los músculos para desplazar organismo completo o mover partes de él. Pero también es un reservorio de minerales de calcio, productor de células sanguíneas y reserva de energía en forma de adipocitos.

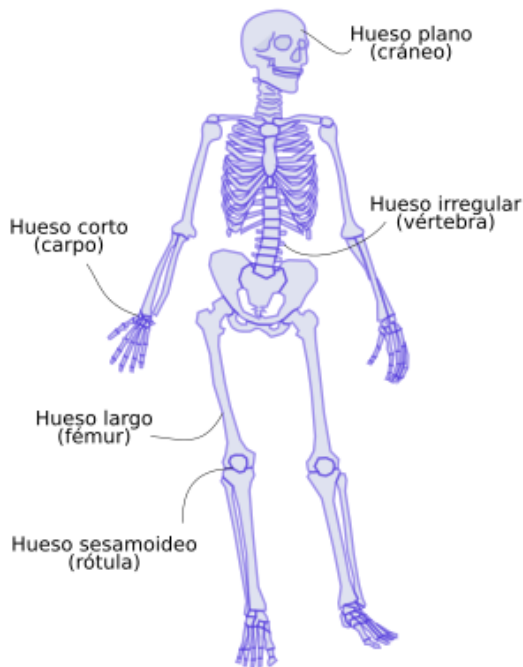


Figura 1: Principales tipos de huesos del esqueleto humano.

Soporte. El esqueleto funciona como un andamio donde las demás estructuras corporales se sujetan y distribuyen. Sin el esqueleto el cuerpo colapsaría como una masa blanda. Por ejemplo, el cerebro es un tejido muy blando y si no estuviera el cráneo prácticamente se derramaría. También son blandas las vísceras soportadas por la caja torácica y la columna vertebral. Los músculos, aunque más consistentes, también se mantienen en su posición gracias a los huesos. La forma y tamaño de nuestro cuerpo depende en gran parte de los huesos. Por ejemplo, la longitud y partes de las extremidades.

Protección. Hay órganos en nuestro cuerpo muy delicados, sobre todo el sistema nervioso central: cerebro y médula espinal, que necesitan protegerse frente a golpes, pero también los pulmones y el corazón. El sistema nervioso central está protegido por el cráneo y la columna vertebral, mientras las costillas y esternón protegen a los pulmones y al corazón.

Movimiento. La acción coordinada de músculos y huesos en nuestras extremidades permite el desplazamiento del organismo, pero también otros movimientos como los de la cabeza, de los dedos, o los cambios de posición del cuerpo. Los huesos actúan como palancas y resortes, y están conectados mediante los tendones a los músculos, los cuales generan la fuerza del movimiento.

Reserva de calcio. Los huesos son una reserva de calcio para el organismo. Este calcio se encuentra depositado en su matriz extracelular en forma de cristales. La disolución de dichos cristales moviliza el calcio que pasa a la sangre y de ahí al resto del organismo.

Producción de células sanguíneas. En el interior de los huesos, en el denominado hueso esponjoso, hay unas cavidades o lagunas óseas donde se encuentran una gran cantidad de células hematopoyéticas. Éstas son células madre que producen continuamente por proliferación y diferenciación células sanguíneas. Al conjunto de células que hay en estas lagunas óseas se les llama médula ósea.

El número de huesos en humanos es de 206 (en bebés llegan a 300, pero algunos huesos pequeños se fusionan durante el crecimiento). Los huesos son es-

estructuras vivas con vasos sanguíneos, nervios y renovación constante por parte de las células que los componen: osteoblastos, osteoclastos y osteocitos. El interior de los huesos se encuentran las células que componen la llamada médula ósea. Un hueso típico tienen una capa externa dura de hueso compacto, mientras que en su interior tiene una estructura esponjosa formada por el denominado hueso trabecular.

Los huesos se clasifican de diversas maneras. Según su posición: axiales y apendiculares. El esqueleto axial se distribuye a lo largo de la línea media del cuerpo y se compone de 80 huesos agrupados en: cráneo, oídos, auditivos, costillas, esternón y columna vertebral. El esqueleto apendicular contiene 126 huesos agrupados en las extremidades superiores, extremidades inferiores, pelvis, hombros. Según su forma y organización los huesos se clasifican en largos, huesos cortos, huesos planos, huesos irregulares, sesamoides y suturales.

Músculos

Los músculos proporcionan la fuerza para el movimiento, o para mantener la posición del cuerpo. Hay aproximadamente unos 650 músculos en el cuerpo humano (Figura 2). Junto con los huesos, dan forma al cuerpo y representan la mitad de nuestro peso. La mayoría de los músculos que producen movimiento son estructuras formadas por células musculares esqueléticas estriadas, tejido conectivo, vasos sanguíneos y nervios, unidas generalmente por tendones a los huesos aunque otros lo hacen directamente. Algunos músculos producen movimientos internos sin estar unidos a huesos como es el caso de la lengua o algunos músculos de la cara que producen nuestras expresiones faciales. Asociado a las vísceras está el músculo liso, que produce movimientos del tubo digestivo y de los vasos sanguíneos. Del mismo modo, el corazón, formado por músculo estriado cardíaco, tiene movilidad propia. Aquí vamos a tratar de los músculos asociados a los huesos.

Las células que componen el músculo estriado esquelético son las células musculares estriadas esqueléticas, también llamadas fibras musculares o miocitos, junto con tejido conectivo y vasos sanguíneos. Las células musculares se asocian entre sí para formar los fascículos musculares, y éstos a su

vez se unen para formar el músculo esquelético, principal responsable de la movilidad de los organismos (Figura 3). Las células musculares están rodeadas por una lámina basal, que es matriz extracelular. Además, las células musculares están rodeadas por fibras reticulares y colágenas que forman el endomisio, cada fascículo muscular está rodeado por otra envuelta de conectivo denso denominada perimisio y todo el músculo por el epimisio, también tejido conectivo. Por estas envolturas de tejido conectivo penetran y se dispersan los vasos sanguíneos y ramificaciones nerviosas que controlan la contracción muscular.

Los músculos esqueléticos están unidos a los huesos mediante tendones o directamente. Los músculos producen movimiento voluntario mediante el acortamiento de la longitud de sus células. Los numerosos músculos del cuerpo se suelen nombrar según su posición. Los músculos axiales son aquellos relacionados con el tronco y la cola, y apendiculares los relacionados con las extremidades. Un grupo más pequeño son los branquioméricos que están relacionados con las mandíbulas y el aparato hioideo.

TENDONES

Los tendones conectan los músculos a los huesos y hacen de intermediarios entre ambos elementos del aparato locomotor. También son importantes para estabilizar las articulaciones, como en las rodillas o la espalda. Los tendones están formados principalmente por conectivo denso regular, es decir, las fibras de la matriz extracelular, que son fundamentalmente gruesas fibras de colágeno, están orientadas paralelas entre sí y a la dirección del movimiento, lo que confiere una gran resistencia al estiramiento.

El tendón está rodeado por unas vainas de tejido conectivo laxo internas llamadas peritenio o peritendón interno, que son tejido conjuntivo laxo, y que rodean a grupos de fibras de colágeno. El peritenio está en contacto directo con las fibras de conectivo denso regular y se introduce en el tendón mediante tabiques que llevan vasos sanguíneos y nervios. Hay otra capa externa denominada paratenio o peritendón externo, que está en contacto con la denominada vaina tendinosa (vagina tendinis), y se continúa con el perimisio del músculo. Esta vaina facilita el movimiento del tendón y la fricción con otros tejidos. Está for-

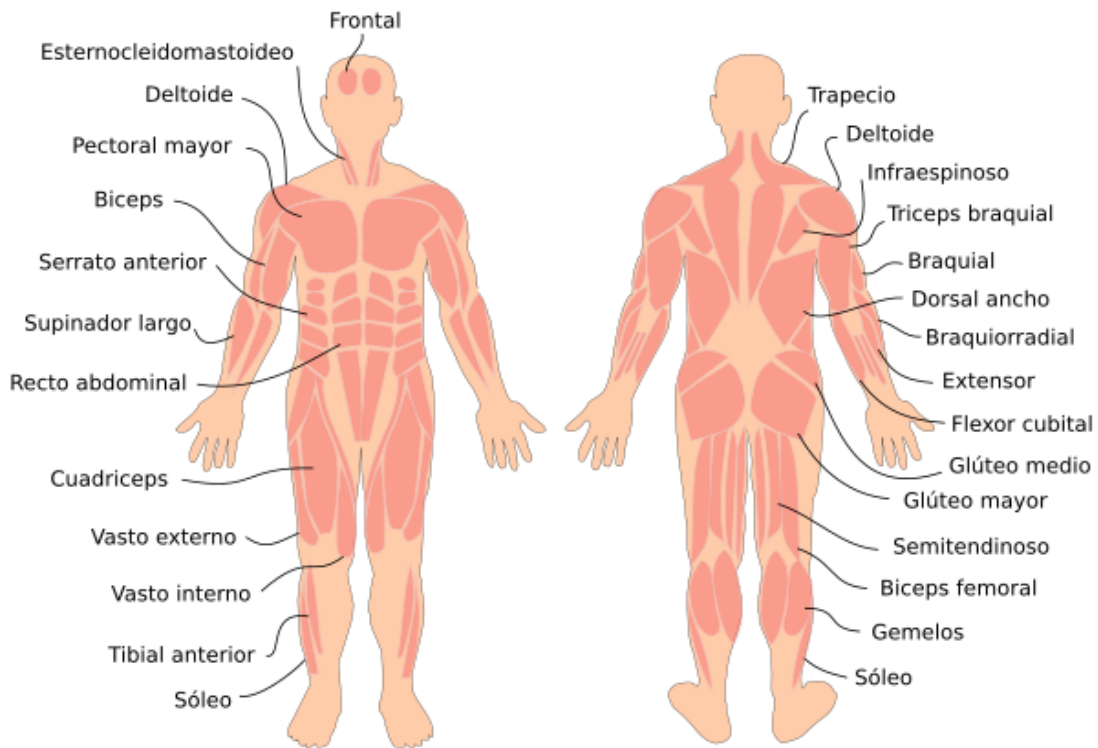


Figura 2: Algunos de los músculos del cuerpo humano.

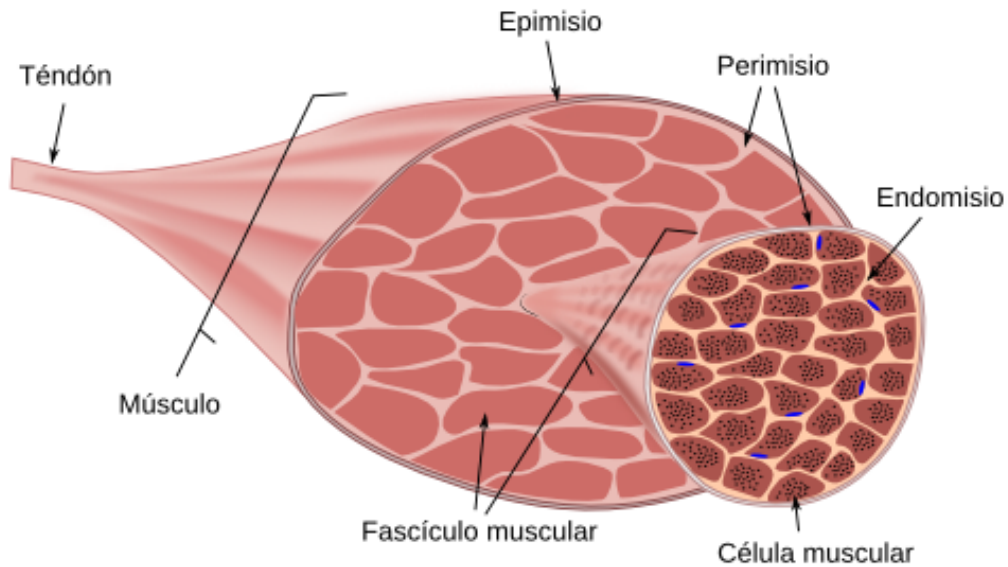


Figura 3: Organización del músculo esquelético.

mada por una parte interna (hipotenon) que contiene capilares y nervios y está revestida por una capa de epitelio simple plano a modo de mesotelio. La parte

más externa (epitenon o capa sinovial) es una capa muy fibrosa. Entre ambas hay un espacio que contiene un líquido similar al sinovial.

La zona de unión del tendón al músculo, denominada unión miotendinosa, es una estructura compleja. En los extremos de la fibra muscular esquelética el sarcolema (membrana plasmática de la célula muscular) forma invaginaciones más o menos profundas en las que se insertan las fibras colágenas del tendón. En la zona de unión al músculo, el tejido conectivo del tendón se introduce en la matriz del propio hueso mediante una transición de cartílago fibroso que se mineraliza en las proximidades del hueso. Las fibras colágenas se introducen en el interior del hueso a través del periostio formando las fibras de Sharpey. Macroscópicamente en esta inserción la superficie del hueso aparece rugosa y con pequeños orificios.

Los ligamentos, también tejido conjuntivo denso, unen los huesos entre sí en el seno de una articulación. Son estructuras fibrosas que anclan sus dos extremos huesos próximos, manteniendo la integridad de las articulaciones. La excepción son los ligamentos amarillos, formados casi exclusivamente por fibras elásticas. Estos ligamentos se encuentran conectando la parte posterior de los arcos vertebrales.

Articulaciones

Las articulaciones son los lugares donde se asocian los huesos para producir el movimiento, pero también están formadas por cartílago, ligamentos y cámaras con líquido lubricante. Hay distintos tipos de articulaciones dependiendo de la capacidad de movimiento.

Las articulaciones se nombran mediante los huesos o porciones de huesos que forman parte de la articulación. Por ejemplo, unión cúbito-radial, mandíbulo-temporal, femorotibial etc. Estructuralmente se clasifican de acuerdo al tejido mayoritario que une los huesos en la articulación: fibroso, cartilaginoso y sinovial. De acuerdo a su función las hay no móviles (synarthrosis), ligeramente móviles (amphiarthrosis) y que se mueven libremente (diarthrosis). En los libros de anatomía suele usarse la clasificación estructural, sin embargo en los libros de histología la clasificación funcional es más usada incluyendo todas las articulaciones no móviles o de movilidad reducida dentro de las synarthrosis. Esta última es la que usaremos nosotros.

Sinartrosis

Ya que la finalidad de las synarthrosis no es el movimiento, los tejidos que forman parte de ella son el conjuntivo o cartilaginoso y su función es mantener unidas partes del esqueleto, o servir de apoyo para el crecimiento de las partes involucradas.

Si el tejido que se encuentra entre los huesos es conjuntivo se habla de sindesmosis. En estas articulaciones los huesos se mantienen unidos mediante ligamentos (tejido conjuntivo denso). Se pueden incluir dentro de este grupo las suturas del cráneo que impiden la movilidad de los huesos. En los recién nacidos una membrana llamada fontanela está presente en algunas suturas permitiendo mayor flexibilidad durante el crecimiento del cráneo. Con la edad la fontanela se cierra y las suturas del cráneo involucionan ya que el tejido conjuntivo se osifica, en este caso, pasa a llamarse synostosis. Otros ejemplos son las sindesmosis de algunos huesos largos como por ejemplo la radiohumeral que permite una ligera movilidad entre el radio y el húmero, o la sindesmosis que une los dientes con los alveolos dentarios (mandíbula) mediante el ligamento periodontal que también permite cierta movilidad durante la masticación.

Si el tejido entre los huesos es cartilago hablamos de sincondrosis. En estas articulaciones el tejido que forma la unión es cartílago hialino. La movilidad es ligera o no se permite. Este tipo de unión puede ser temporal como en las placas epifisarias entre la epífisis y diáfisis permitiendo el crecimiento de los huesos largos. Estas placas se osifican después de la pubertad y pasan a llamarse, synostosis. Otro ejemplo son las uniones de las costillas con el esternón. Estas uniones comienzan siendo sincondrosis y las costillas se unen al esternón mediante tejido cartilaginoso permitiendo un movimiento ligero, pero con el desarrollo solo permanece como sincondrosis la unión esternocostal de la primera costilla, el resto de las uniones aunque se realizan mediante tejido cartilaginoso se consideran uniones sinoviales para permitir el movimiento durante la respiración.

En las articulaciones tipo sínfisis el cartilago que une los huesos es fibrocartilago. El ejemplo más característico es el de los discos intervertebrales que une las vertebrales. La sínfisis del pubis es otro ejemplo, donde los huesos pubianos están unidos. Movilidad

ligera debido a la flexibilidad del propio fibrocartilago.

Diartrosis

Las diartrosis son las articulaciones verdaderas o también llamadas sinoviales. La relación entre los elementos esqueléticos es discontinua por lo que su función es permitir el movimiento. Las superficies de la mayoría de las articulaciones están formadas por un cartilago similar al hialino llamado cartilago articular. Entre ambas superficies no hay rozamiento por la presencia entre ellas del líquido sinovial que llena la cavidad articular. En algunas uniones sinoviales se encuentran, entre los cartilagos articulares, estructu-

ras de fibrocartilago que pueden formar discos articulares completos, meniscos y rodetes articulares. Ejemplos de disco articular son la articulation temporo-mandibular o esternoclavicular, el disco de cartilago fibroso separa la cavidad articular en dos cavidades independientes. En otras ocasiones el fibrocartilago no forma una estructura completa son los llamados meniscos típicos de las articulaciones de la rodilla y codo. Se cree que la función de discos y meniscos es de amortiguación. Los rodetes sin embargo se encuentran en las articulaciones del hombro y cadera y su función se cree que es aumentar la superficie articular y protegerla contra fracturas.

2 Imagen; Articulación

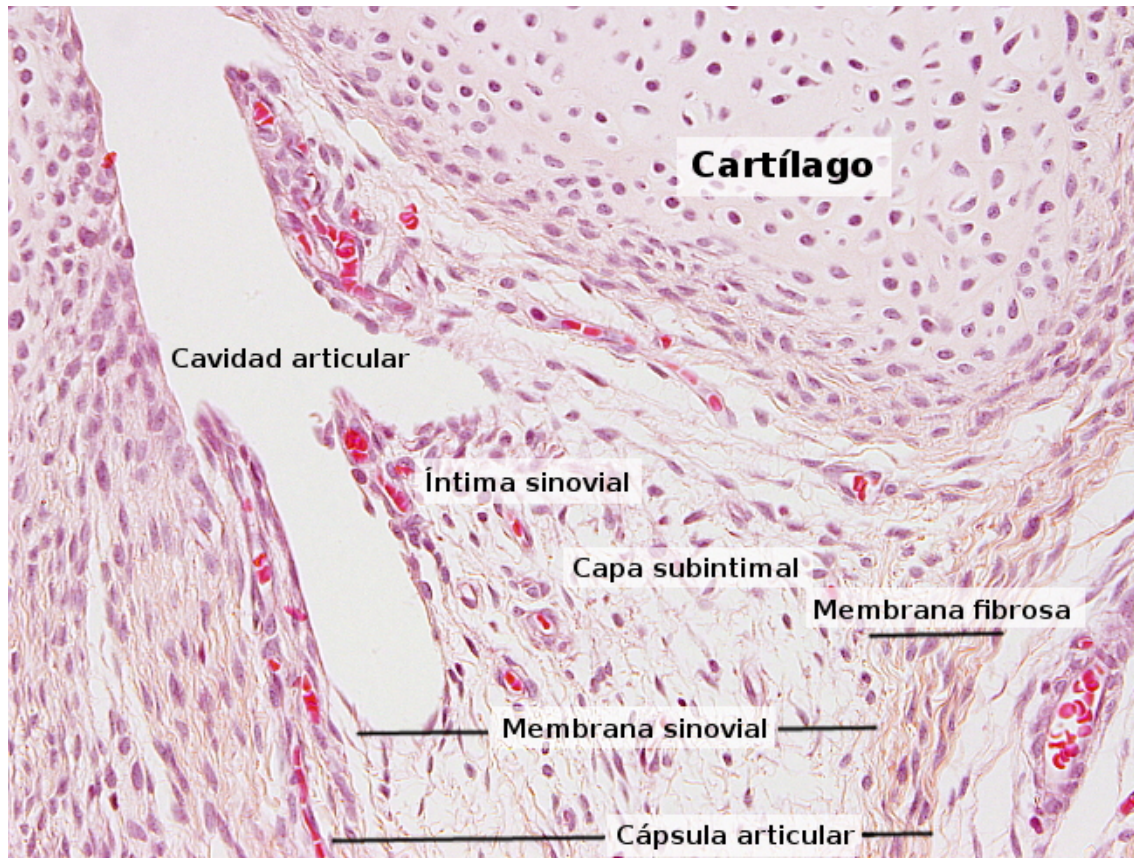


Figura 4: Órgano: mano, articulación metacarpiana. Especie: humano (*Homo sapiens*; mamíferos). Técnica: hematoxilina-eosina en cortes de parafina.

Histológicamente la articulación está revestida por una cápsula articular formada externamente por una membrana fibrosa e internamente por la membrana sinovial. La membrana fibrosa está formada por tejido conjuntivo denso que rodea toda la articulación y es continua con el periostio de los huesos que intervienen en la misma. Los haces de fibras colágenas hacen que esta membrana sea flexible y muy resistente a la tracción. La membrana sinovial se fija al cartílago articular. Esta membrana forma pliegues y vellosidades y está formada por la íntima sinovial y la capa subintimal. La íntima sinovial contiene varias capas de células sinoviales que no forman epitelio y se denomina sinoviocitos. Entre ellos hay células de tipo macrofágico con capacidad fagocítica y células de tipo

fibroblástico con capacidad sintética (tanto de fibras como del líquido sinovial). La capa subintimal contiene vasos sanguíneos y linfáticos, células adiposas, fibras nerviosas vegetativas y corpúsculos sensoriales.

La cavidad articular está llena del líquido sinovial que es tanto sintetizado y secretado por los sinoviocitos como es un ultrafiltrado del plasma que contiene proteoglicanos del tipo de agregados de hialuronano que le confiere alta viscosidad y, una glicoproteína, la lubricina de efecto lubricante. Además contiene agua, glucosa y diversas proteínas. Otra función importante del líquido sinovial es nutrir al cartílago articular ya que éste carece de pericondrio.