

ANATOMIA Y EMBRIOLOGIA DEL APARATO LOCOMOTOR

Generalidades del Aparato Locomotor

Introducción.

El Aparato Locomotor del cuerpo humano constituye el armazón sobre el que se apoyan las diferentes estructuras viscerales que corresponden al resto de órganos y sistemas del cuerpo. Asimismo, se encarga de facilitar una de las actividades de **relación** más importantes de los seres vivos: el movimiento; y facilita el mantenimiento de la **postura erecta** característica del ser humano. Por otra parte se constituye como un mecanismo de **defensa** y **protección** ante agresiones externas, tanto al ponerse en marcha en los movimientos automáticos de defensa y huida, como por la protección estática que ofrece a las estructuras anatómicas contenidas en el interior de sus cavidades,

Como características principales presenta:

- La **simetría** mantenida alrededor del eje medio del organismo tanto por los elementos pares como impares del Aparato Locomotor.
- Se organiza en dos elementos topográficos claramente diferenciados: **Extremidades** (Superiores e Inferiores) y **Cavidades** (Craneal, Torácica y Abdominopélvica). En estos elementos se hace más patente una vez más la simetría a la que hemos hecho referencia previamente, incluso en los elementos impares del organismo.
- Esta organización no es caprichosa y revela de nuevo una disposición relacionada con la función: en la parte central del cuerpo, el tronco y la cabeza, elementos que constituyen el soporte y protección de las vísceras (tanto más protegidas como más importantes son), y que mantienen la estática; y en las partes laterales, las extremidades, con mayor actividad relacionada con el movimiento.

Es evidente que esta relación funcional solo se puede entender en la situación estática que proporciona la posición anatómica clásica ya que si hacemos referencia al cuerpo en movimiento todos sus componentes actúan de forma armónica y cumplen de forma mixta todas estas funciones.

Los componentes del Aparato Locomotor son los siguientes:

- Huesos,
- Articulaciones
- Músculos.

Todos ellos, al igual que el resto del organismo, con sus correspondientes vasos sanguíneos y nervios.

Huesos: generalidades y clasificación.

Los huesos son los elementos estáticos y sólidos del organismo por excelencia y constituyen el **armazón fundamental** sobre el que se apoyan el resto de estructuras que forman parte del cuerpo humano. Dan **forma** y **consistencia** al cuerpo, tanto en la estática como en situación dinámica. Junto con articulaciones y músculos permiten el **movimiento armónico** y organizado del organismo actuando como medios fijos de las articulaciones y como palanca para la acción muscular. Los huesos no son elementos compactos sino que en su interior, se forman espacios que contienen tejidos capaces, en ocasiones, de realizar otras funciones como: la

hematopoyética (formación de células sanguíneas) que tiene lugar en la médula ósea, siendo esta función variable según el tipo de hueso y la edad del individuo; o la presencia de cavidades óseas en los huesos del cráneo (**senos paranasales**), que permiten disminuir el peso de la cabeza y crean cavidades aéreas que contribuyen a la aclimatación del aire respirado.

Partes del esqueleto.

- **Esqueleto axial**, compuesto por cráneo y columna vertebral y elementos asociados que constituyen el esqueleto primario.
- **Esqueleto apendicular**, de adquisición filogenéticamente posterior y que adquiere importancia progresiva con la elaboración de los hábitos locomotores de los vertebrados.

Constitución de los huesos.

Los huesos están formados por tejido compacto y tejido esponjoso. El tejido compacto forma la capa periférica de los huesos (**sustancia cortical**) y el tejido óseo denso situado generalmente (**sustancia compacta**). El tejido esponjoso se halla incluido en el interior del tejido compacto, formado por trabéculas o láminas óseas (**sustancia trabecular o esponjosa**) que están rellenas de **médula ósea**, estas trabéculas tienen una disposición y orientación característica en cada hueso de manera que ofrezcan la mayor resistencia a las presiones que deban soportar. Todos los huesos se hallan revestidos de una envoltura externa conocida como **periostio**, que proporciona la sujeción a los tendones y ligamentos y a los vasos sanguíneos de los huesos.^{1 2 3}

Tipos de huesos.

- **Huesos largos:** En los que predomina el eje longitudinal. Se hallan compuestos por dos extremos o **epífisis** y una parte central o **diáfisis**. Estos elementos se hallan unidos por una zona denominada **metáfisis** que constituye la zona de aumento en longitud de los huesos durante la fase de crecimiento. La diáfisis es hueca (**canal medular**) y generalmente se halla rellena de **médula ósea** que dependiendo de la edad del individuo es roja (hematopoyética) o amarilla (grasa). Son huesos característicos de las extremidades. Ejemplos: Fémur, Húmero, Metacarpianos.
- **Huesos cortos:** En los que no predomina ninguna de las dimensiones, constan de una cubierta superficial, denominada **corteza**, sostenida por un interior relleno de **hueso esponjoso**. Ejemplo: huesos del carpo.
- **Huesos planos:** Característicamente de forma aplanada con dos partes compactas (**tablas**) externa e interna y una parte central de hueso trabecular (**diploe**) rellena con médula ósea hematopoyética. Ejemplos: Huesos de la bóveda del cráneo, escápula, coxal.
- **Huesos irregulares:** De forma compleja y diversa, típicos de la base del cráneo y de la cara. Están formados por hueso esponjoso envueltos por una delgada capa externa de hueso compacto. Ejemplo: esfenoideos, maxilar
- **Huesos sesamoideos:** Aparecen sobre algunos tendones, en las zonas de rozamiento de éstos, para evitar el desgaste. Ejemplo: rótula, huesos sesamoideos del carpo.

¹ Osteomalacia: Ablandamiento gradual del hueso como resultado de la falta de calcificación del mismo por déficit de vitamina D.

² Osteopenia: Disminución de la masa ósea del individuo por síntesis inapropiada de osteoide. La osteoporosis es un trastorno asociado a la edad que se caracteriza por la disminución de la masa ósea y una mayor susceptibilidad a las fracturas. Se produce cuando el ritmo de reabsorción ósea es mayor que el de formación.

³ Osteopetrosis: Hueso anormalmente denso que oblitera la cavidad medular.

Vasos sanguíneos y nervios del hueso.

La irrigación de los huesos llega a través de diversos orificios denominados **agujeros nutricios**. Éstos se suelen localizar en los huesos largos a la altura de la diáfisis y de las epífisis. Los huesos planos reciben aporte sanguíneo a través de vasos periósticos y de grandes arterias nutricias que penetran directamente al hueso esponjoso. Los huesos cortos reciben numerosos vasos delgados que penetran a través de las superficies no articulares irrigando tanto el hueso compacto como el trabecular y la médula ósea.

Los nervios son muy numerosos en la superficie perióstica y se distribuyen acompañando a los vasos nutricios, son de tipo sensitivo.

Aspectos generales de los huesos.

Los huesos contienen con frecuencia elementos similares en su aspecto y función:

- **Caras articulares:** zona de unión con los huesos vecinos, generalmente planas y lisas y recubiertas de cartílago articular.
- **Fosas:** zonas excavadas en el hueso generalmente en relación con elementos articulares vecinos.
- **Surcos:** largas depresiones, generalmente son zonas de paso de estructuras alargadas a lo largo del hueso.
- **Incisura o escotadura:** Depresión marcada entre dos partes de un hueso.
- **Apófisis (Procesos):** salientes de tamaño considerable que suelen estar en relación con la inserción de estructuras musculares y/o ligamentosas. Si el saliente es largo y afilado se denomina **espina**, si es curvado **gancho** o **cuerno**, si son gruesos y redondeados **tubérculo** o **tuberosidad**, cuando son de forma alargada reciben el nombre de **eminencia**.
- **Crestas y Líneas:** Elevaciones alargadas casi siempre en relación con inserciones musculares.
- **Cóndilo:** Complejo articular de los huesos, suele ser de forma redondeada y muy frecuentemente se localiza en los extremos de los huesos largos.
- **Foramen:** agujero en el hueso.
- **Lámina:** placa delgada de hueso. Cuando son anchas se denominan **escamas**. Suelen aparecer en los huesos planos.

Articulaciones: generalidades, clasificación y órganos auxiliares.

Las articulaciones cumplen dos funciones primordiales: Unir los huesos entre sí y permitir la movilidad entre los extremos óseos unidos. No todas las articulaciones óseas son móviles, algunas únicamente cumplen la primera función permitiendo la organización de los elementos óseos y la configuración de la forma estática del organismo. En este caso se comportan también como zonas de crecimiento.⁴

Clasificación.

- **Articulaciones fibrosas o Sinartrosis.** Sin o con escaso movimiento. Uniones fibrosas. Carecen de cavidad articular.

⁴ Artrosis: Enfermedad articular degenerativa no inflamatoria que se caracteriza por degeneración del cartílago articular y sobrecrecimiento óseo de los márgenes.

Artritis: Enfermedad inflamatoria de las articulaciones. En ocasiones es de origen autoinmune como en la artritis reumatoide. Los anglosajones utilizan muy frecuentemente el término *arthritis* para referirse tanto a la patología degenerativa como a la inflamatoria de las articulaciones.

- **Articulaciones cartilaginosas** o **Anfiartrosis**. Ligeramente móviles. Uniones cartilaginosas. Carecen de cavidad articular o es muy rudimentaria.
- **Articulaciones sinoviales** o **Diartrosis**. Libremente móviles. Uniones sinoviales. Presentan cavidad articular

Esta clasificación morfológica, que atiende a los tipos de unión entre los huesos y supuestamente a sus movimientos, no es excesivamente correcta desde el punto de vista funcional, ya que existen articulaciones supuestamente sin movimiento que permiten un movimiento limitado aunque en ocasiones de gran importancia y articulaciones ligeramente móviles que incluyen articulaciones sin movimiento con lo que se pueden producir confusiones.

Otra característica utilizada para distinguirlas ha sido la presencia o no de **cápsula articular** que rodea a la articulación, aunque en la actualidad parece una distinción obsoleta y se admite que todas las articulaciones se hallan rodeadas en mayor o menor grado de cápsula articular.

Otro sistema de clasificación es atendiendo exclusivamente a la presencia o ausencia de **membrana sinovial** revistiendo el interior de la cápsula articular. Utilizaremos este sistema por su sencillez. Se distinguen:

- **Articulaciones no sinoviales.**
- **Articulaciones sinoviales.**

Articulaciones no sinoviales.

Se corresponden con articulaciones en las que no existe membrana sinovial y los extremos óseos se hallan conectados por medio de tejido cartilaginoso o fibroso, lo cual comporta casi siempre ausencia o escaso movimiento. En general los movimientos en estas articulaciones se realizan por separación escasa de sus cabos óseos al estar sometidos a presión o estiramiento. Se distinguen los siguientes tipos:

- **Sinfibrosis:** cuando los extremos óseos se hallan unidos por tejido fibroso. Generalmente este tipo de articulación persiste durante mucho tiempo asegurando el crecimiento y todas ellas pertenecen a los huesos del cráneo. Atendiendo a la forma de estas articulaciones se suelen denominar **suturas**. Según su forma se distinguen: Suturas **planas o armónicas**, **dentadas**, **escamosas** o **en bisel**, **aserradas**, **dentadas** y **esquindelesis**.
- **Sincondrosis:** son articulaciones en las que las uniones entre los huesos se realizan mediante cartílago interpuesto, como en el caso de las uniones condrocostales.
- **Sinostosis:** constituyen el estadio evolutivo final de algunas articulaciones de los grupos anteriores, en las que el medio de unión se osifica en diferentes periodos de la edad adulta, perdiendo su capacidad de movimiento cuando ésta existe. Ejemplo: sinostosis esfeno-occipital.
- **Sindesmosis:** Las articulaciones están en íntima aposición unidas por un ligamento interóseo que hace posible un pequeño grado de movimiento entre huesos contiguos. Ejemplo: sindesmosis tibio-peronea.
- **Sínfisis:** Son articulaciones fibrocartilaginosas en la que es posible una amplitud de movimientos limitada por la presencia de un fibrocartílago. Las sínfisis son permanentes y suelen estar en relación con el movimiento. Ejemplo: sínfisis púbica.
- **Gonfosis:** Inserción de los dientes en el maxilar o la mandíbula. El origen del nombre es la raíz griega "gonfos" (clavo). Los huesos encajan uno en otro y están unidos por tejido conectivo fibroso.

Articulaciones sinoviales.

Las articulaciones sinoviales se caracterizan por la presencia de tres elementos: **cavidad articular** delimitada por una **cápsula articular**, cuyo interior se halla revestido por una **membrana sinovial**. En estas articulaciones los huesos están prácticamente en contacto directo, presentando sus superficies de contacto diversos elementos que disminuyen la fricción y evitan el desgaste.

Componentes de las articulaciones sinoviales

- **Superficies articulares óseas.**
- **Cartílago hialino:** recubrimiento cartilaginoso de las carillas articulares que evita fricción y desgaste.
- **Cápsula articular:** Elemento fibroso que engloba toda la articulación.
- **Membrana sinovial:** Tapiza la cavidad articular extendiéndose por todos los elementos articulares excepto las zonas de fricción.
- **Líquido sinovial.** Permite el deslizamiento armónico de la articulación, es el medio de nutrición de estructuras intraarticulares. Lubricante articular.
- **Ligamentos articulares⁵.** Mantienen la estabilidad articular y limitan determinados movimientos. Se distinguen:
 1. **Ligamentos intrínsecos** los que se hallan en relación directa con la articulación y forman parte de ella. A su vez pueden ser **intraarticulares**, cuando están en el interior de la cavidad articular y **extraarticulares**, cuando se hallan por fuera de la cavidad articular.
 2. **Ligamentos extrínsecos** aquellos que refuerzan la articulación a distancia.
- **Fibrocartílagos articulares.** Elementos de tipo cartilaginoso recubiertos de cartílago hialino que permiten la congruencia de extremos óseos que no lo son (discos o meniscos) o que aumentan la superficie de contacto de los extremos óseos (labrum o rodetes).

Movimientos de las articulaciones sinoviales

Traslación: movimiento que tiene lugar en una articulación por deslizamiento de una superficie sobre otra sin ningún movimiento rotatorio o angular apreciable.

Movimiento angular: Implica disminución o aumento del ángulo entre los huesos adyacentes. Se llaman:

- **Flexo-Extensión:** a través de un eje transversal.
- **Abducción-Aducción** (movimiento de lateralidad) a través de un eje anteroposterior.

Circunducción: el movimiento circunscribe un espacio cónico cuya base se describe por el extremo distal del hueso y su vértice está en la cavidad articular. Se mezclan componentes de flexión-extensión y abducción-adducción.

⁵ Esguince: rotura total o parcial de uno o varios ligamentos. Su consecuencia suele ser la pérdida de la estabilidad de la articulación. La rotura total de los elementos de sujeción de una articulación suele producir la pérdida del contacto de las superficies articulares produciéndose una **luxación**.

Rotación: movimiento a través de un eje longitudinal. La rotación hacia el eje del cuerpo recibe el nombre de **rotación interna o medial** y cuando se produce en dirección contraria **rotación externa o lateral**.

Clasificación de las articulaciones sinoviales atendiendo al movimiento

Se suele utilizar como elemento diferenciador de las articulaciones los diferentes ejes de movimiento de cada una de ellas y dentro de estas se distinguen diferentes tipos atendiendo a la forma de las carillas articulares.

Articulaciones sin eje de movimiento.

- **Plana o Artrodia**, son articulaciones con carillas articulares planas o casi planas con escaso movimiento únicamente conseguido por deslizamiento de las carillas articulares. **Ejemplo articulaciones entre los huesos del carpo.**

Articulaciones con un eje de movimiento.

- **Tróclea o Gínglmo.** Articulaciones en bisagra con forma de polea, su movimiento se realiza a través de un eje transversal y produce movimientos de flexión y extensión. **Ejemplo: articulaciones interfalángicas.**
- **Trochus o trocoide.** Articulaciones en pivote, compuestas por segmentos cilíndricos uno cóncavo y otro convexo. El eje a través del cual realizan sus movimientos es longitudinal y produce movimientos de rotación. **Ejemplo: Articulación radio-cubital proximal.**

Articulaciones con dos ejes de movimiento.

- **Encaje recíproco o en silla de montar o sellar:** con superficies convexas en un sentido y cóncavas en el perpendicular al mismo. Presenta dos ejes de movimiento, el transversal y el sagital, produciendo movimientos de flexión-extensión y de lateralidad. **Ejemplo articulación trapecio-metacarpiana.**
- **Condíleas o Elípticas:** con superficies elípticas una de ellas oval y convexa que encaja en una concavidad. Realizan movimientos de lateralidad y flexo-extensión a través de los ejes sagital y transversal. **Ejemplo: Articulación metacarpofalángica.**

Articulaciones con tres ejes de movimiento.

- **Enartrosis o esferoidea:** de superficies esféricas que permiten tres grados de libertad, flexo- extensión, lateralidad y rotación. **Ejemplo: Articulación del hombro.**

Músculos: generalidades, clasificación, órganos auxiliares.

Los músculos representan la parte activa del Aparato Locomotor, son los elementos que otorgan al organismo capacidad para reaccionar a las modificaciones ambientales. Aseguran la estática manteniendo la postura (tono muscular) y el movimiento del organismo. También contribuyen a generar el calor corporal. El tejido muscular que se relaciona con al Aparato

Locomotor es el músculo estriado esquelético. Constituye aproximadamente el 40% de la masa corporal.⁶

Los músculos estriados esqueléticos constituyen la agrupación de fibras musculares rodeadas de una vaina muscular que los separan de los elementos vecinos y que comparten el aparato tendinoso, vascular y nervioso y se especializan en un determinado movimiento.

Se disponen en el Aparato Locomotor unidos íntimamente a huesos que están en continuidad por alguna articulación, su acción se transforma a nivel articular en una variación de la posición de ésta respecto al reposo.

Partes del músculo esquelético.

- **Tendones:** componente de longitud no variable que permite el anclaje del músculo al hueso, muy resistentes y flexibles, de color blanco nacarado. Son bandas fibrosas que se localizan en las uniones del músculo al hueso constituyendo los orígenes e inserción del mismo. Los tendones reciben irrigación de una unión entre el tendón y su vaina tendinosa que se denomina **mesotendón**.
- **Ventre muscular:** es la parte de tejido muscular de color rojizo. Comprendida entre los puntos de anclaje del músculo y que ejecuta la acción de la contracción muscular, se halla compuesto por grupos de fibras musculares.
- **Vaina muscular:** son láminas de fibra colágena que envuelven al músculo y lo aíslan de las estructuras vecinas, facilitan la contracción muscular y el deslizamiento del músculo entre otros tejidos. Las láminas fibrosas que recubren los grupos musculares y los aíslan de la piel, habitualmente reciben el nombre de **Fascias**. También reciben esta denominación las hojas de tejido de revestimiento (fascia superficial) que separan la dermis del estrato muscular. En algunos tratados antiguos se utilizaba como término sinónimo el de **Aponeurosis**. Actualmente, para diferenciarlos claramente, se reserva esta última denominación para las expansiones fibrosas anchas de los tendones que se unen a los músculos y sirven de origen o inserción a los músculos. Por ejemplo: **expansión aponeurótica del bíceps braquial, aponeurosis de inserción del oblicuo externo del abdomen** o la **Aponeurosis palmar**.

Organos auxiliares.

Todos aquellos dispositivos que facilitan la contracción muscular armónica.

- **Fascias.** Término genérico para todos los agregados de tejido conectivo divisibles, pueden formar vainas y hojas.
- **Vainas tendinosas y bolsas sinoviales.** Aparecen en los lugares en que las estructuras se mueven en apretada disposición. Las bolsas sinoviales son sacos de membrana sinovial interpuestos en el tejido laxo entre el músculo y el hueso. Las vainas tendinosas aparecen en las zonas donde los tendones pasan bajo bandas ligamentosas o **retináculos**, por encima de canales óseos (**túneles osteofibrosos**), están formadas por una capa fibrosa externa (**vaina fibrosa**) y una capa sinovial interna (**vaina sinovial**).

Clasificación de los músculos esqueléticos.

Forma:

- **Fusiformes**

⁶ Miopatías: las enfermedades de los músculos se denominan miopatías. Pueden obedecer a múltiples causas. La mayor parte de ellas se caracterizan por alteraciones de la contracción muscular ocasionándose dificultades en la ejecución y control de movimiento y en el mantenimiento de la posición.

- **Anchos**
- **Cortos.**
- **Triangulares**
- **Semipenniformes**
- **Penniformes**
- **Bipenniformes**
- **Multipenniformes**
- **Orbiculares (circulares)**

Ventre muscular.

- Un vientre muscular.
- **Digástricos** (dos vientres musculares separados por un tendón intermedio)
- **Poligástricos** (más de dos vientres musculares separados por tendones intermedios)

Origen muscular.

- **Bíceps** (dos orígenes musculares).
- **Tríceps** (tres orígenes musculares).
- **Cuádriceps.** (cuatro orígenes musculares).

Inserción muscular.

- **Bicaudales** (dos inserciones musculares).
- **Policaudales** (tres o más inserciones musculares).