

EL APARATO LOCOMOTOR I: SISTEMA ESQUELÉTICO

1. INTRODUCCIÓN

La función de relación nos permite recoger información del ambiente externo e interno mediante unos receptores, analizar dicha información y elaborar las respuestas necesarias. El aparato locomotor, formado por el sistema muscular y el sistema esquelético, interviene en la **función de relación** al igual que los órganos de los sentidos, el sistema nervioso y el sistema endocrino (hormonal). Para ello, los órganos de los sentidos recogen información, el sistema nervioso analiza dicha información y elabora las respuestas necesarias que son llevadas a cabo por los efectores que son el aparato locomotor cuando la respuesta es un movimiento o son las glándulas (hormonales o no) cuando la respuesta es una secreción de sustancias (hormonas o sudor o enzimas digestivas o...). Cuando uno decide moverse, la corteza motora (parte de cerebro) envía una señal eléctrica a través de la espina dorsal y los nervios periféricos hasta los músculos, y hace que se contraigan. La corteza motora ubicada en la parte derecha del cerebro, controla los músculos de la parte izquierda del cuerpo, y viceversa (la corteza motora ubicada en la parte izquierda del cerebro, controla los músculos de la parte derecha del cuerpo). Al recibir señales del sistema nervioso, los músculos se contraen y ejercen fuerza en los tendones que tiran de los huesos o de otras estructuras como la piel o el globo ocular, originando el movimiento. En resumen, **el aparato locomotor, formado por el sistema muscular y el sistema esquelético, ejecuta las respuestas motoras elaboradas por el sistema nervioso, permite relacionarse con el entorno y el movimiento corporal**, incluida la locomoción que es la acción de traslación de un lugar a otro. El aparato locomotor actúa como un sistema de palancas en el que, para originar los movimientos y desplazamientos del cuerpo, el componente activo, los músculos, ejerce fuerzas sobre el pasivo, los huesos (piezas rígidas que actúan como palancas en la locomoción).

El aparato locomotor está formado por el sistema muscular y el sistema esquelético:

- El **sistema esquelético** comprende las partes duras y pasivas del aparato locomotor y está constituido por los **huesos**, los **cartílagos**, las **articulaciones** y los **ligamentos**.
- El **sistema muscular** comprende las partes activas o contráctiles del aparato locomotor, es decir, los **músculos** y los **tendones** que unen los músculos a los huesos.

Los **huesos** están formados por tejido óseo muy rígido debido a la presencia de depósitos minerales, principalmente fosfato cálcico. Los **ligamentos** son estructuras anatómicas elásticas en forma de banda, compuesto por fibras resistentes que unen hueso con hueso. Las **articulaciones** son las estructuras que unen los huesos, las articulaciones que permiten movimientos (articulaciones móviles y semimóviles) tienen ligamentos que unen los huesos entre sí y cartílago que recubre y protege las superficies de los huesos en contacto. Los **cartílagos** son estructuras esqueléticas formadas por tejido cartilaginoso más blando y elástico que el hueso y lo encontramos además de en las articulaciones

(almohadillando los extremos de los huesos suavizando los impactos y evitando el rozamiento entre los huesos), en las partes del hueso en crecimiento (metáfisis de los huesos largos y extremos en crecimiento de otros huesos) y en otras partes del cuerpo como nariz (parte anterior), orejas y anillos de la tráquea y bronquios. En los embriones el esqueleto es de cartílago. Los músculos que actúan sobre el esqueleto son

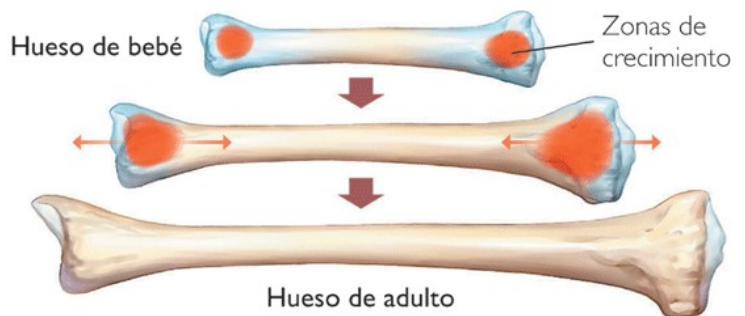


los músculos estriados esqueléticos y se unen al esqueleto por estructuras fibrosas no contráctiles, de color blanco y consistencia fuerte llamadas tendones que transmiten la fuerza muscular al hueso.

2. EL SISTEMA ESQUELÉTICO

DESARROLLO Y CRECIMIENTO DEL HUESO

El esqueleto humano cuenta con 206 huesos que constituyen entre el 14 y el 18% de la masa corporal. Nuestros huesos comienzan a desarrollarse antes de nuestro nacimiento. En las primeras semanas de gestación, el esqueleto del embrión está formado por cartílago flexible, pero hacia la novena semana comienza el proceso de osificación (transformación del cartílago en hueso). Durante la osificación, el cartílago es reemplazado por depósitos duros de fosfato de calcio y colágeno, los dos componentes principales de los huesos. Este proceso se completa en aproximadamente 20 años cuando todo el cartílago de los huesos se ha transformado en tejido óseo con lo que se detiene el crecimiento de los huesos. Los huesos de los niños y los adolescentes son más pequeños que los de los adultos y cuentan con "zonas de crecimiento" conformadas por columnas de células de cartílago que se multiplican, aumentan su longitud y, más tarde, se convierten en hueso mineralizado duro. Estos cartílagos de crecimiento son fáciles de detectar en una radiografía. Dado que las niñas maduran antes que los niños, sus cartílagos de crecimiento se transforman en hueso duro a una edad más temprana (las chicas dejan de crecer aproximadamente a los 16 años y los chicos aproximadamente a los 18). Hasta que el hueso se haya formado por completo no se recomienda hacer pesas (musculación) que puede dañar al cartílago en crecimiento.



TEJIDOS CONECTIVOS ASOCIADOS AL ESQUELETO

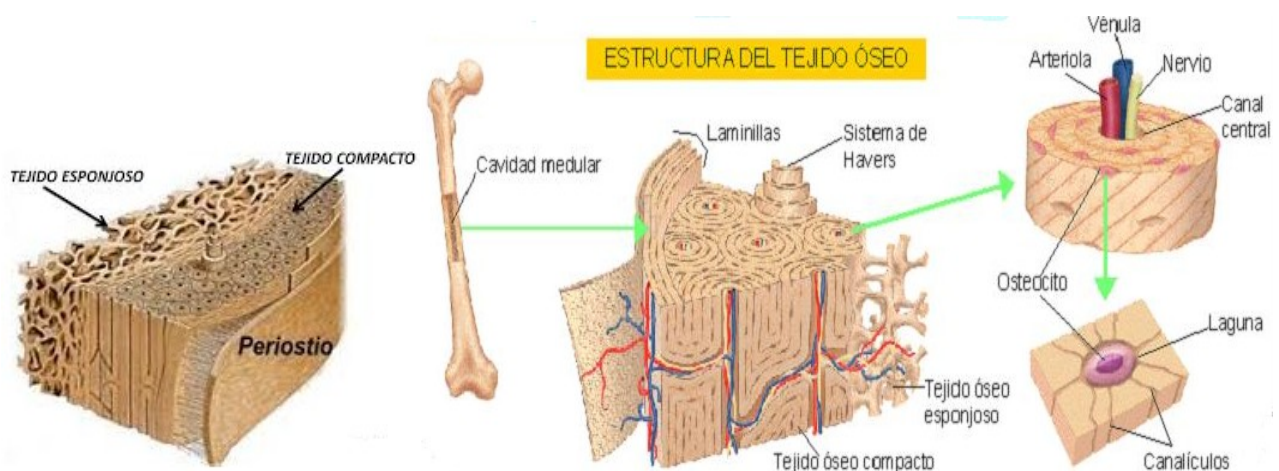
El sistema esquelético contiene hueso y cartílago y al hueso se le unen ligamentos y tendones, todas estas estructuras están formadas por tejido conectivo que se caracteriza por tener células separadas y entre estas células dispersas se encuentra abundante sustancia intercelular sintetizada por estas células del tejido conjuntivo formando la llamada matriz extracelular. Según el tipo y cantidad de sustancias que forman la matriz del tejido conectivo determinará el tipo de tejido conectivo y sus características como resistencia, flexibilidad o rigidez... De esta manera, la matriz del tejido óseo que forma los huesos contiene depósitos de sales minerales principalmente fosfato cálcico que le confiere dureza al hueso y también contiene fibras de colágeno que es una proteína que proporciona al hueso resistencia y algo de elasticidad (para compensar la rigidez de las sales precipitadas de fosfato cálcico). Las células del tejido óseo se llaman osteocitos. El tejido cartilaginoso contiene abundante colágeno por lo que el cartílago es más blando y elástico que el hueso, sus células se llaman condrocitos. El tejido conjuntivo denso posee una matriz extracelular con una gran cantidad de fibras de colágeno que se ordenan en forma paralela cuando forma los tendones y ligamentos, que son estructuras sometidas a tensiones mecánicas unidireccionales (la ordenación en forma paralela es en la dirección de la tensión para soportarla mejor). Las células del tejido conjuntivo denso se llaman fibrocitos. Todo esto se resume en la siguiente tabla:

Tejido	Nombre de las células	Composición de la matriz	Características del tejido	Estructuras que forma
Óseo	Osteocitos	Fibras de colágeno y sales minerales, principalmente fosfato cálcico	Gran dureza y resistencia pero no por ello totalmente rígido	Hueso
Cartilaginoso	Condrocitos	Abundante colágeno	Más blando y elástico que el hueso	Cartílago
Conjuntivo Denso	Fibrociitos	Fibras de colágeno que se ordenan en forma paralela	Resistentes a la tracción	Ligamentos y tendones

TEJIDO ÓSEO: TIPOS Y CÉLULAS

El tejido óseo contiene nervios (por eso duele mucho cuando te fracturas un hueso) y vasos sanguíneos, a diferencia del cartilaginoso que carece de nervios y vasos sanguíneos (el tejido conjuntivo cercano es el que nutre al cartílago, carece de sensibilidad y las lesiones del cartílago son lentas y difíciles de curar). El hueso está formado por un tejido vivo en continua renovación, para ello tenemos los **osteoclastos**, células gigantes, ramificadas y móviles que destruyen la matriz ósea, reabsorbiendo el tejido óseo. Curiosidad: comentar en clase un tipo de medicamento para la osteoporosis que impide la función de los osteoclastos (los análisis darán que aumenta la densidad ósea pero impide destrucción del hueso envejecido que es menos resistente lo que es un arma de doble filo). La matriz del tejido óseo con sales de calcio y colágeno es sintetizada por los **osteoblastos** que son las células que forman el hueso y se encuentran en las zonas de crecimiento del hueso: en la superficie de todos los huesos o periostio (crecimiento en grosor) y en la metáfisis de los huesos largos (crecimiento en longitud). Cuando estas células están rodeadas de matriz ósea se transforman en **osteocitos** que son las células maduras del hueso y se encargan del mantenimiento del mismo.

Aunque todos los tejidos óseos están formados por laminillas de matriz ósea agrupadas entre las que se sitúan los osteocitos, podemos distinguir dos tipos de tejido óseo: compacto y esponjoso.



En el **tejido óseo compacto** las laminillas óseas se disponen concéntricamente alrededor de un conducto (conducto de Havers o canal central) que lleva vasos sanguíneos y un nervio. Cada estructura de laminillas concéntricas y su conducto de Havers reciben el nombre de Sistema de Havers. El tejido óseo compacto está formado por un conjunto de Sistemas de Havers sin dejar

huecos entre ellos, de ahí el nombre de compacto. Cada osteocito se encuentra aislado en un hueco rodeado de matriz llamado laguna ósea a la que llegan unos finos canalículos por donde reciben nutrientes.

En el **tejido óseo esponjoso**, las laminillas óseas no se disponen concéntricamente, sino que forman pequeñas superposiciones aplanadas que se ramifican y dejan grandes huecos, de ahí el nombre de esponjoso. Las cavidades que deja el tejido óseo esponjoso se rellenan de un tejido blando llamado médula ósea. Hay dos tipos: la **médula ósea roja**, en la que se forman las células sanguíneas (plaquetas, glóbulos blancos y glóbulos rojos) y la **médula ósea amarilla**, en la que se acumula grasa. Con la edad, la médula ósea amarilla va reemplazando a la roja, de forma que en el adulto ésta se localiza sólo en los extremos de los huesos largos (epífisis), la pelvis, el esternón, el cráneo y las vértebras. Curiosidad: el esqueleto de las aves es más ligero, ya que sus huesos poseen gran cantidad de este tejido esponjoso.

FUNCIONES DE LOS HUESOS

Los huesos cumplen diversas funciones en nuestro cuerpo:

- Actúan de **sostén** de nuestro cuerpo, dándole forma y permitiendo que se mantenga erecto.
- **Protege** órganos vitales como por ejemplo la médula espinal protegida por las vértebras o el cerebro protegido por el cráneo.
- **Permite el movimiento** junto con los músculos esqueléticos que se anclan a ellos.
- **Almacenan calcio y fósforo** que puede liberarse a la sangre si el organismo lo necesita.
- **Se forman las células sanguíneas** (plaquetas, glóbulos blancos y glóbulos rojos) en la médula ósea roja del interior de algunos huesos.

TIPOS DE HUESOS

Por su morfología se distinguen cinco tipos de huesos que se corresponden con distintas funciones:

- **Huesos largos**: En ellos predomina una dimensión sobre las otras (la longitud sobre la anchura y el grosor). Hay huesos largos en las extremidades superiores e inferiores. Ejemplos el fémur la tibia, el cubito o el radio. La función de los huesos largos es de actuar como palancas en el movimiento. Tienen dos **epífisis** (extremos del hueso) y una **diáfisis** (tubo del hueso o caña, la diáfisis no tiene hueso en su interior.). La zona de unión de la diáfisis con las epífisis de los huesos largos se llama **metáfisis**. En la metáfisis, en etapa de crecimiento, se encuentran los cartílagos de crecimiento, que no existen en el adulto (la metáfisis es tejido óseo en adultos en lugar de cartilaginoso ya que ha dejado de crecer). La diáfisis tiene una gruesa capa de tejido óseo compacto que rodea la cavidad medular (zona hueca sin hueso), esta está tapizada por el **endostio**, rellena de médula ósea amarilla (tuétano). Las epífisis, más voluminosas que las diáfisis, poseen tejido óseo esponjoso rodeado de una fina capa de tejido óseo compacto, salvo en las superficies articulares que están recubiertas por



el cartílago articular. El **cartílago articular** recubre la zona de la epífisis donde el hueso se articula con otro hueso, ya que el cartílago reduce la fricción y absorbe choques y vibraciones.

El **periostio** es la membrana que rodea la superficie del hueso, es responsable del crecimiento en grosor del hueso y a ella se unen los ligamentos y los tendones. En un hueso también podemos encontrar agujeros (zonas donde entran o salen vasos sanguíneos para nutrir al hueso), apófisis (salientes en los que el hueso se articula o para las inserciones de tendones o ligamentos), cabezas (expansiones redondeadas con un cuello estrecho como la cabeza del fémur) y cóndilos (de forma redondeada) o depresiones (fosas o cavidades). Curiosidad: ¿Son las falanges huesos largos? Si, a pesar de su reducido tamaño cumplen la definición (la longitud predomina sobre la anchura y el grosor) y el hueco de la diáfisis (médula) también está relleno de médula ósea amarilla.

- **Huesos planos**: La longitud y la anchura predominan sobre el grosor (dos dimensiones mayores y una menor). Son delgados y con frecuencia curvos (costillas, esternón, omóplatos, huesos del cráneo...). Están formados por tejido óseo compacto en el exterior y esponjoso en el interior. Suelen ser protectores o como inserción de músculos.

- **Huesos cortos**: De forma cúbica, sin predominio de una dimensión sobre otra. Están formados por tejido óseo compacto en el exterior y esponjoso en el interior (la mayor parte es tejido óseo esponjoso). Con función general de transmitir la fuerza. Ejemplos: huesos de las muñecas (carpianos) y huesos del tobillo (tarsianos).



- **Huesos sesamoideos**: Con forma de semilla de sésamo. No están unidos a otros huesos, sino que se localizan en interior de tendones sometidos a considerable tensión como en la palma de las manos y planta de los pies. La rótula es un ejemplo de hueso sesamoideo.

- **Huesos irregulares**: No presentan ninguna de las formas anteriores (tienen forma irregular), como las vértebras y la mandíbula.

Algunos libros tienen una clasificación más sencilla con solo 3 tipos de huesos según su forma, ya que incluyen los huesos irregulares y los sesamoideos en huesos cortos (ver imagen central).

Ejercicio: ¿Dónde se localizan los 2 tipos de tejido óseo (compacto y esponjoso)?

LAS ARTICULACIONES

Articulación es toda estructura anatómica en la que dos o más huesos se ponen en contacto. Se pueden clasificar según el grado de movilidad de los huesos implicados (inmóviles o sinartrosis, semimóviles o anfiartrosis y móviles o diartrosis), según el tipo de tejido que conecta entre si los huesos (fibrosas, cartilaginosas o sinoviales; coinciden con inmóviles o sinartrosis, semimóviles o anfiartrosis y móviles o diartrosis, respectivamente) o según el movimiento que los huesos pueden realizar (en pivote, esférica, en silla de montar, en bisagra...).



Según el grado de movilidad podemos distinguir:

- **Articulaciones inmóviles o sinartrosis** o fibrosas: No permiten ningún movimiento. Los huesos se unen íntimamente por tejido fibroso (tejido conjuntivo denso), como las piezas de un puzzle, lo que permite una unión muy sólida. Ejemplo las articulaciones de los huesos del cráneo y de la cara. Los huesos del cráneo se unen por medio de articulaciones fijas llamadas suturas. En las personas mayores, éstas pueden llegar a osificarse totalmente. Las articulaciones fibrosas también mantienen los dientes fijos en la mandíbula.

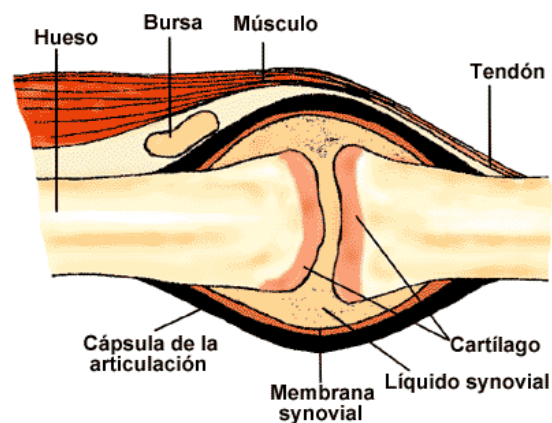
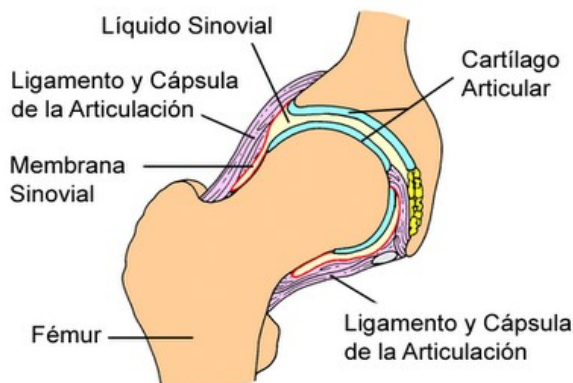
- **Articulaciones semimóviles o anfiartrosis** o cartilaginosas: Los huesos se unen por cartílagos que permiten un movimiento muy limitado. Se dan entre el esternón y las costillas, entre las vértebras o entre los huesos del pubis. En algunos casos hay ligamentos que afianzan la unión entre los huesos, como en las vértebras. Curiosidad: durante el parto la hormona relaxina provoca en el cartílago que une los huesos del pubis (sínfisis púbica) y en los ligamentos sacroilíacos una mayor flexibilidad para facilitar la salida del bebé.



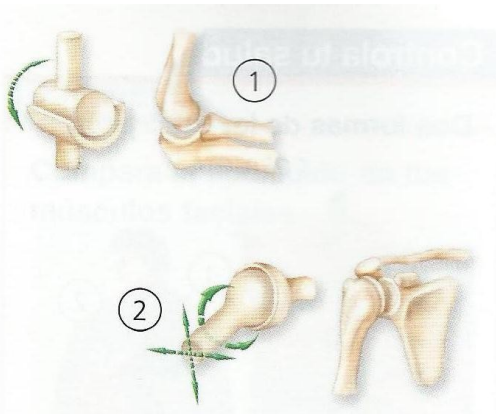
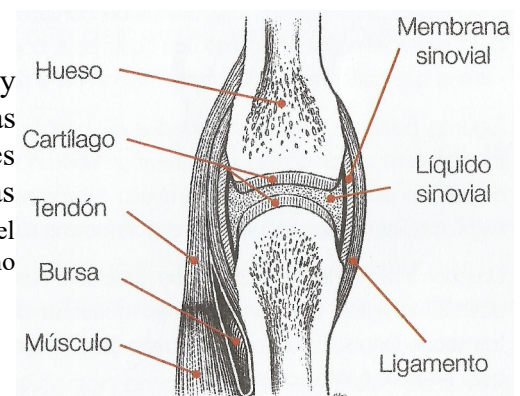
Articulaciones móviles o diartrosis o sinoviales: son las más complejas y permiten gran movilidad como, por ejemplo en la unión del fémur con la pelvis, en el codo y en la rodilla. Los

huesos que intervienen presentan en sus zonas de contacto **cartílagos articulares** (de color blanco pues no tienen aporte de sangre). En estas articulaciones hay una **cápsula articular** formada por dos membranas: una **membrana fibrosa** de tejido conjuntivo que puede presentar engrosamientos y dar lugar a **ligamentos** y una **membrana sinovial** que produce un líquido viscoso y lubricante denominado sinovia o **líquido sinovial** que llena toda la cavidad articular y además de lubricar la articulación (contiene ácido hialurónico que es muy resbaladizo), nutre el cartílago articular y amortigua los golpes. Cuanto más se mueve la articulación, más líquido sinovial se produce, con lo que más se nutre el cartílago. Por eso el sedentarismo reseca las articulaciones y más probable será que se deteriore el cartílago o que no pueda regenerarse como sucede en la artrosis. En las articulaciones móviles podemos encontrar tanto ligamentos dentro de la cápsula articular (intracapsulares) como fuera (extracapsulares). Los ligamentos son de color blanco pues no tienen aporte de sangre. La flexibilidad de los ligamentos varía de unas personas a otras. Los que los tienen muy flexibles son más propensos a lesiones porque su gran flexibilidad no limita algunos movimientos perjudiciales. En algunas articulaciones, como la de la rodilla, existen unas estructuras fibrocartilaginosas interpuestas entre los extremos óseos; son los **meniscos**. Su finalidad es la de adaptar la superficie de contacto que existe entre los huesos (aumenta la superficie de contacto entre los huesos), para repartir mejor la carga y absorber mejor los golpes (además dirigen el líquido sinovial hacia las zonas de mayor fricción).

Articulación de la Cadera



En las proximidades de muchas articulaciones hay pequeños sacos llenos de líquido sinovial llamados **bursas**. Las bursas se localizan entre los músculos o entre músculos, tendones y hueso. Ayudan a reducir la fricción en torno a las articulaciones. La bursitis prepatelar llamada “rodilla de la asistenta del hogar” es una bursa inflamada con exceso de líquido causada por estar mucho tiempo de rodillas.



Las articulaciones móviles o diartrosis se clasifican según el movimiento que los huesos pueden realizar destacamos los 2 tipos más importantes:

- Articulación en bisagra (1): permite movimientos de extensión y flexión pero no hacia los lados como las articulaciones del codo, rodilla y las de los dedos.
- Articulación esférica (2): permite el movimiento en todas direcciones, como la del hombro y la del fémur con la cadera.

EL ESQUELETO HUMANO

El conjunto de todos los huesos del cuerpo es el esqueleto. Lo podemos dividir en esqueleto axial y apendicular. El **esqueleto axial** o central (imagen derecha) forma el eje principal del cuerpo y está formado por los huesos de la cabeza, la caja torácica y la columna vertebral. El **esqueleto apendicular** o periférico (imagen izquierda) está formado por los huesos de las extremidades superiores e inferiores y las cinturas escapular y pélvica que los unen al esqueleto axial.

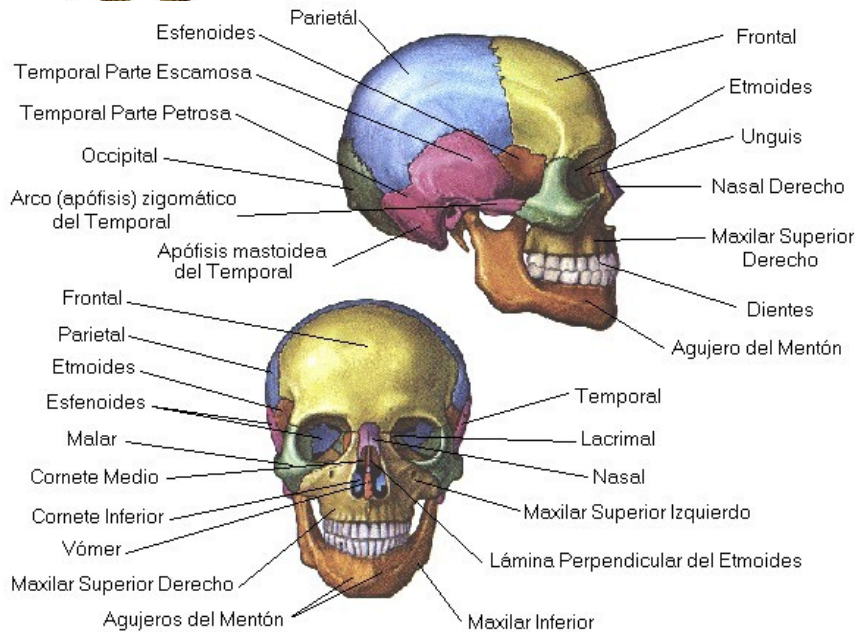


ESQUELETO AXIAL

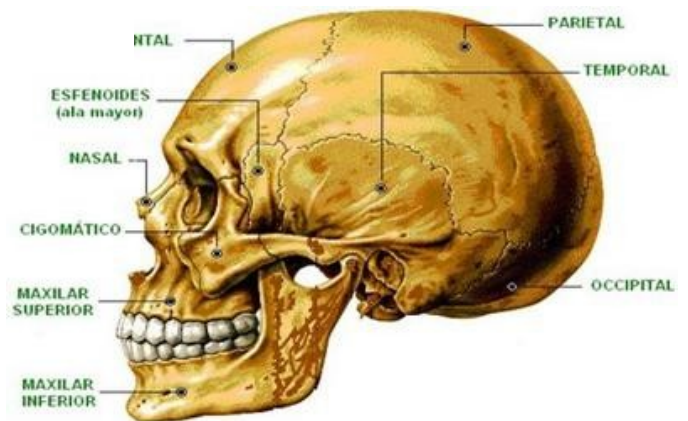
El esqueleto axial o central forma el eje principal del cuerpo y está formado por los huesos de la cabeza, la caja torácica y la columna vertebral.

- **Huesos de la cabeza:** Son los que forman el cráneo que protege el encéfalo y los huesos de la cara que protegen los órganos de los sentidos. En el cráneo destacamos el hueso **frontal** en la parte anterior del cráneo (frente), los **parietales**

uno a cada lado ocupando la parte superior y lateral del cráneo, los **temporales** uno a cada lado ocupando la parte lateral, media e inferior del cráneo y conforman los conductos auditivos y el **occipital** en la parte posterior del cráneo y presenta un orificio (foramen magnun) para la conexión del encéfalo con la médula espinal. Otros huesos del cráneo son el etmoides (central, en el fondo de las fosas nasales, con numerosas cavidades) y el esfenoides (en la base del cráneo).

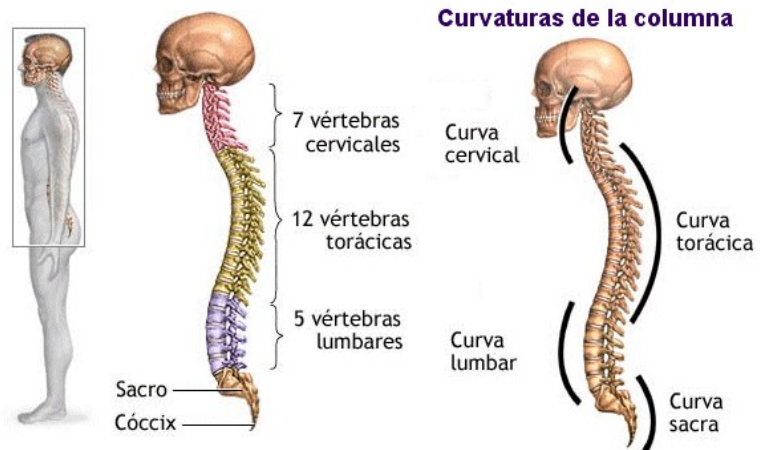
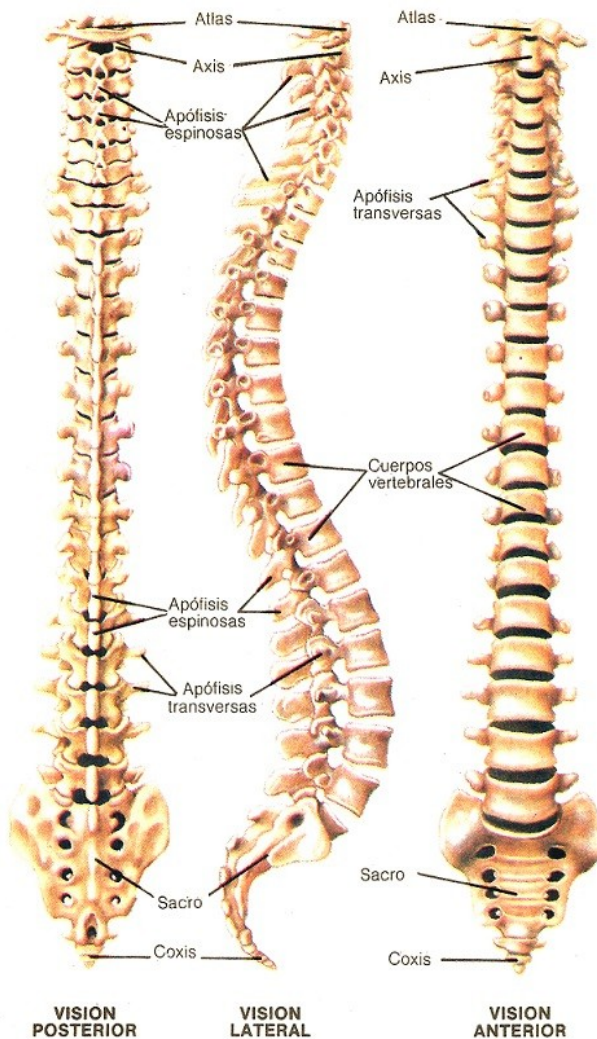


En los huesos de la cara destacamos los dos huesos **nasales** que constituyen la parte superior de la nariz (el resto de la nariz es de cartilago), los dos **malares** o **cigomáticos** (pómulos) y el **maxilar superior** o **maxila** y el **maxilar inferior** o **mandíbula**, ambos maxilares contienen alveolos dentarios donde se alojan los dientes. Otros huesos de la cara son dos lacrimales (son los huesos más pequeños del cráneo, situados en la zona medial de cada órbita), los



cornetes en las fosas nasales, dos palatinos (forman la parte superior del paladar), un vómer (parte inferior del tabique nasal) y un hioides (en cuello, entre mandíbula y laringe).

- **Columna vertebral:** La columna vertebral protege la médula espinal, permite la salida de los nervios espinales, conecta con las cinturas escapular y pélvica, proporciona apoyo a las costillas para formar la caja torácica y da apoyo y movilidad a la cabeza entre otras funciones. Está formada por huesos en forma de anillo llamados vértebras, en principio son 33-34 vértebras superpuestas (7 cervicales, 12 dorsales o torácicas, 5 lumbares, 5 que forman el sacro y 4-5 que forman el coxis), pero al soldarse las más inferiores sólo tenemos 26 huesos en el adulto (7 vértebras cervicales, 12 vértebras dorsales o torácicas, 5 vértebras lumbares, un sacro y un coxis). La columna vertebral debe ser vertical en reposo en su visión anteroposterior. En visión lateral tiene 4 curvaturas que

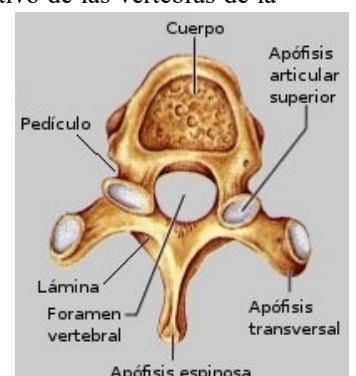


Hay cuatro curvaturas naturales en la columna vertebral: cervical, torácica, lumbar y sacra. Las curvaturas junto con los discos intervertebrales, ayudan a absorber y distribuir el esfuerzo que se presenta por las actividades diarias como caminar o por actividades más intensas tales como correr y saltar.

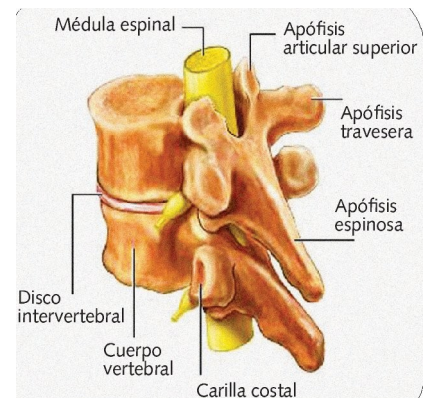
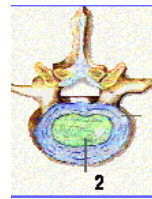
permiten mantener la estabilidad y equilibrio: curvaturas cervical y lumbar dirigidas hacia delante y curvaturas torácica y sacra dirigidas hacia atrás. Las **7 vértebras cervicales** permiten el giro de la cabeza y la soportan, son muy móviles, las **12 vértebras dorsales o torácicas** son de movimientos limitados, son progresivamente más voluminosas articulan las costillas e indirectamente la cintura escapular. Las 7 primeras vertebrae dorsales articulan cada una un par de costillas verdaderas, las 3 siguientes vertebrae dorsales articulan cada una un par de costillas falsas y las dos últimas vertebrae dorsales articulan cada una un par de costillas flotantes. Le siguen las 5

vértebras lumbares son de mayor tamaño que las demás, de hecho, sostienen la mayor parte del peso del cuerpo y soportan los esfuerzos debidos a la postura erguida (a pesar de ello tienen mayor movilidad que las dorsales). Sigue el **sacro** formado por cinco vértebras soldadas entre si y en él se articulan los huesos de la pelvis. La columna vertebral termina en el **coxis o cóccix** formado por cuatro o cinco vértebras fundidas entre si y muy reducidas pues es el resto evolutivo de las vértebras de la cola de mamíferos, sirve de soporte de numerosos ligamentos y músculos.

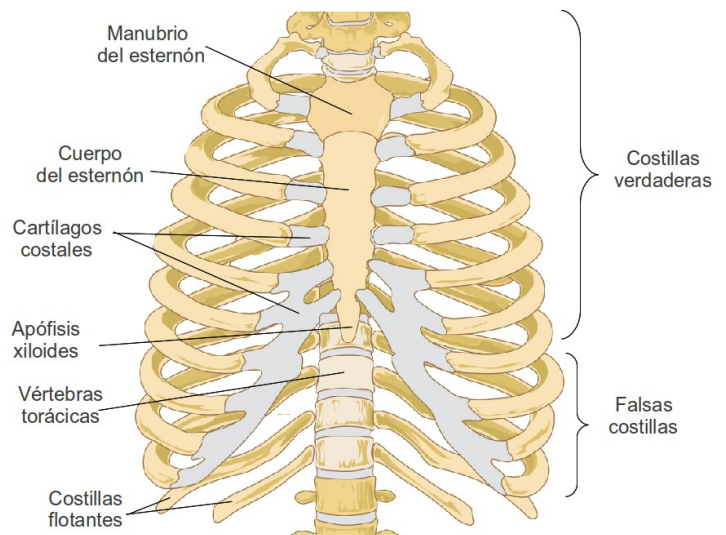
Partes de una vértebra: las vértebras tienen en su parte más ventral (anterior) un cuerpo vertebral que contacta con los discos intervertebrales y soporta la presión (las vértebras situadas más abajo soportan mayor presión por lo que tendrá el cuerpo vertebral de mayor tamaño), un orificio vertebral (foramen) donde se aloja la médula espinal, una apófisis espinosa en su parte



más dorsal (posterior) y apófisis transversales (proyecciones laterales), ambos salientes que actúan de soporte de ligamentos y tendones, también tienen otros salientes son las apófisis articulares superiores e inferiores que encajan con las vértebras vecinas y entre las vértebras cervicales, dorsales y lumbares tenemos los cartílagos articulares llamados discos intervertebrales o espinales, formados por: (1) un anillo fibroso externo (resistente) y (2) un núcleo pulposo interno (gelatinoso). Los discos intervertebrales además de aportar flexibilidad a la columna vertebral (gracias a ellos la columna vertebral se puede encorvar y girar) son amortiguadores (resistentes a la compresión y más elásticos que los huesos, absorben los golpes).



- **Caja torácica:** Formada por 12 pares de costillas y una pieza impar central, el esternón, formando una especie de jaula que protege grandes vasos y órganos como los pulmones y el corazón y permite realizar los movimientos ventilatorios (la caja torácica se expande en la inspiración). Las costillas son 24 huesos planos curvos, 12 a cada lado. Las costillas articulan con las 12 vértebras dorsales o torácicas de la columna vertebral y están unidas al esternón por cartílagos flexibles. Los primeros 7 pares se llaman **costillas verdaderas** o esternales que se unen al esternón mediante cartílagos costales, las siguientes son 3 pares de **falsas costillas** o asternales unidas al esternón indirectamente y las últimas son 2 pares de **costillas flotantes** sin unión al esternón. El **esternón** es un hueso plano compuesto de varias piezas soldadas. El esternón articula en su parte superior con las clavículas y en sus bordes laterales con las costillas mediante cartílagos flexibles.

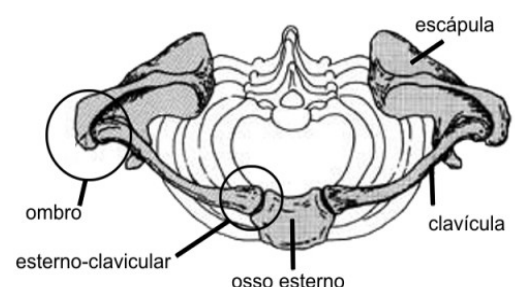


ESQUELETO APENDICULAR

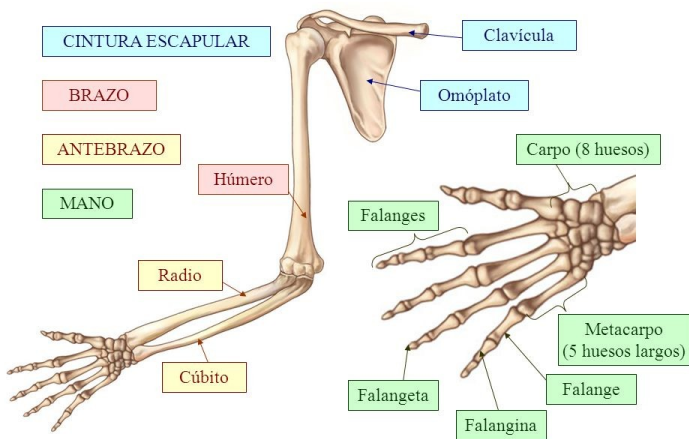
El esqueleto apendicular o periférico está formado por los huesos de las extremidades superiores e inferiores y las cinturas escapular y pélvica que los unen al esqueleto axial.

- **Cintura escapular o torácica** u hombro: Une los huesos de la extremidad superior con el esqueleto axial, es decir, articula las extremidades superiores con el tronco, proporcionando movilidad a los brazos. Está formada por dos clavículas y dos omóplatos o escápulas que forman la

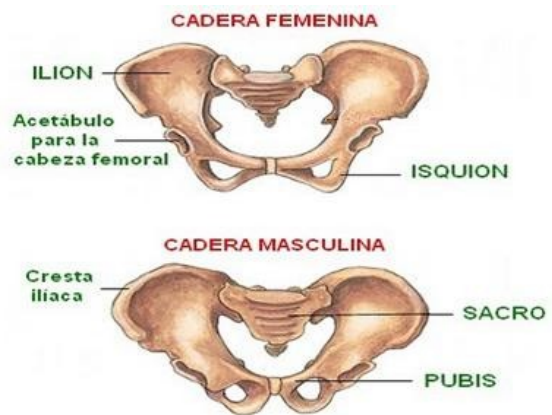
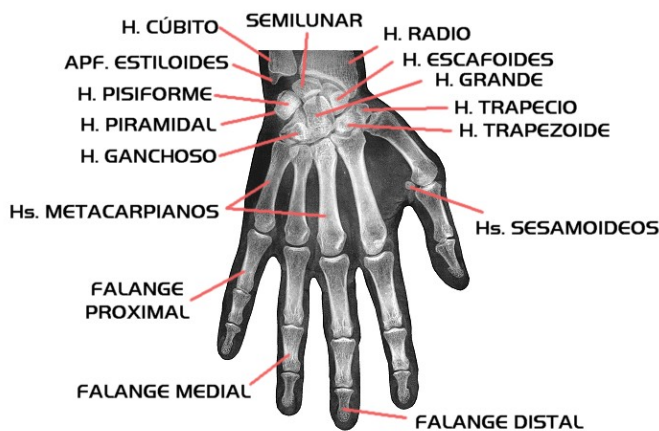
estructura de los hombros. Cada **clavícula** es un hueso plano en forma de "s" (visto desde arriba se aprecia mejor, ver imagen derecha) que articula con el esternón y el omóplato. Cada **omóplato o escápula** es un hueso plano, triangular, grande que articula con clavícula y húmero, unido con ligamentos móviles a costillas y en ella se insertan numerosos músculos. El hombro tiene ligamentos muy laxos para permitirle un amplio rango de movimientos, y está soportado sobre todo por músculos. Por eso, los niños pequeños, al no tener músculos muy desarrollados, se pueden dislocar los hombros con



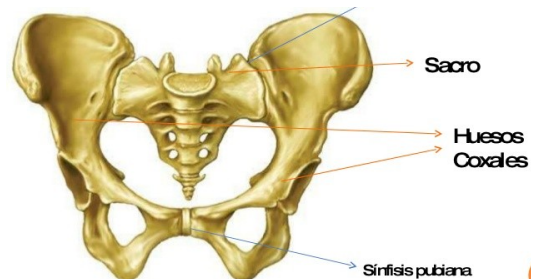
Huesos de las extremidades superiores



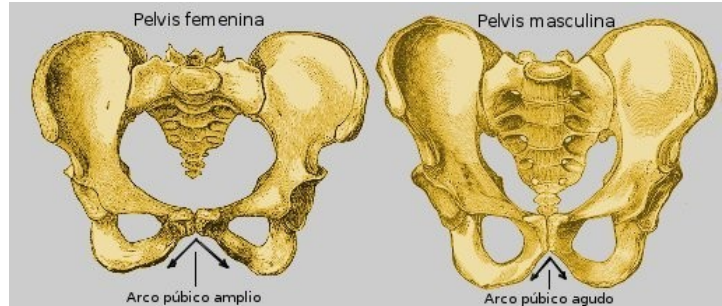
codo (el cúbito es más ancho en la zona del codo y más estrecho en la muñeca), mientras que el **radio** está en la parte más lateral del antebrazo (la del pulgar) y es paralelo al cúbito. Ambos articulan con el húmero en el codo y con los carpianos en la muñeca y tienen capacidad de movimientos laterales que permiten el giro de la mano. Los **carpianos** son 8 huesos cortos que forman la muñeca dispuestos en dos filas, articulan con cúbito y radio y con los metacarpianos (además de con los carpianos adyacentes). Permiten el movimiento del primer metacarpiano en un plano distinto al resto para oponer el dedo pulgar. Los **metacarpianos** forman la palma de la mano, hay un metacarpiano por cada dedo (los metacarpianos se enumeran del 1 al 5 empezando por el lado del pulgar). Y por último, las **falanges** son los huesos que forman los dedos y hay 3 en cada dedo, excepto el pulgar que tiene 2.



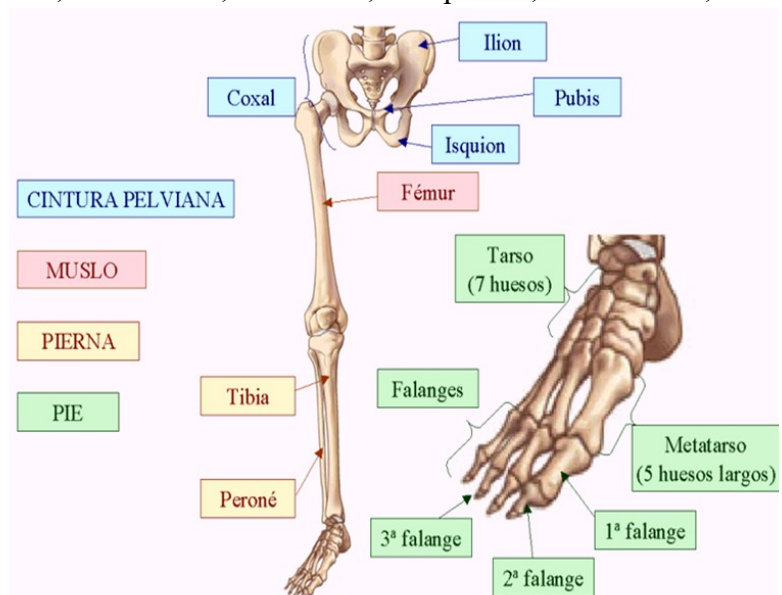
- **Cintura pélvica o pelviana** o pelvis: Une los huesos de la extremidad inferior con el esqueleto axial, es decir, articula las extremidades inferiores con la columna vertebral proporcionándoles movilidad. Está formada por dos huesos coxales, cada **hueso coxal o coxa** está formado por 3 huesos independientes al principio de la vida: el ilion, el isquion y el pubis, que más tarde se sueldan y forman un solo hueso. Las dos coxas articulan en la **sínfisis púbica** (cartílago). La zona articular más importante del hueso coxal es el **acetábulo** que es la cavidad articular para la cabeza del fémur. El acetábulo se encuentra en la cara externa del hueso coxal, en la unión de sus tres piezas primitivas (ilion, isquion y pubis). El **ilion** es el mayor, está soldado al sacro y forma la cadera, el **isquion** está en la



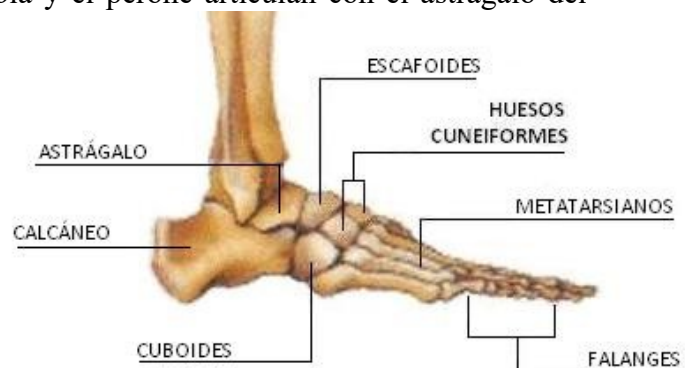
parte inferior y posterior y sirve de apoyo al sentarse y el **pubis** está en la parte anterior y cierra la cavidad pélvica por delante al unirse ambos pubis con la sínfisis púbica. La pelvis femenina tiende a ser más ancha, ligera y redondeada que la masculina, el cartílago pubiano (sínfisis púbica) es más flexible que en el hombre y permite que la cadera se expanda para que el bebé pase por el canal del parto, pero la forma más sencilla de distinguir rápidamente si es una pelvis masculina o femenina es observar el arco subpúbico: el femenino es abierto y redondeado (en los hombres conforma un ángulo agudo). Otras diferencias: La pelvis masculina está adaptada para el apoyo de una estructura física más pesada y sus músculos son más fuertes. La pelvis de la mujer se adapta para tener hijos en lugar de priorizar la fuerza física. La pelvis de la mujer se inclina hacia adelante, es más amplia y de forma oval. La pelvis masculina se inclina mucho menos hacia adelante, es más estrecha y en forma de corazón. Los huesos de la pelvis masculina son más gruesos y pesados, mientras que los huesos de la pelvis femenina son más ligeros y delgados. Los bordes son más evidentes en la pelvis masculina, mientras que la femenina es más suave.



- **Extremidades inferiores:** Realizan los movimientos de locomoción principales: marcha y carrera. Formadas cada una por un fémur, una rótula, una tibia, un peroné, 7 tarsianos, 5 metatarsianos y 14 falanges.



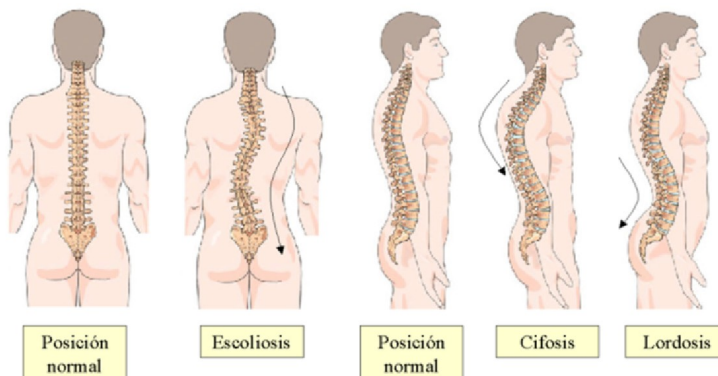
El **fémur** es el hueso del muslo, es el más largo, fuerte y voluminoso del cuerpo humano y se articula con la coxa en el acetábulo y con la tibia en la rodilla, por delante de esta articulación (la rodilla) se encuentra la **rótula**, un pequeño hueso en la cara anterior de la rodilla. La tibia y el peroné se encuentran en el interior de la pierna, la **tibia** es más grande y se localiza en la parte más interna (más cerca de la línea media), mientras que el **peroné** o fíbula está en la parte más externa, es paralelo a la tibia y forma la protuberancia externa del tobillo. La tibia articula con el fémur y en uno de los cóndilos con el peroné. En su extremo inferior la tibia y el peroné articulan con el astrágalo del tarso. Los **tarsianos** son 7 huesos que forman la parte posterior del pie, destacar el **calcáneo** que es el hueso que forma el talón del pie y el **astrágalo** que articula con la tibia y el peroné. Los **metatarsianos** forman la zona media del pie, hay un metatarsiano por cada dedo (se enumeran del 1 al 5 empezando por el



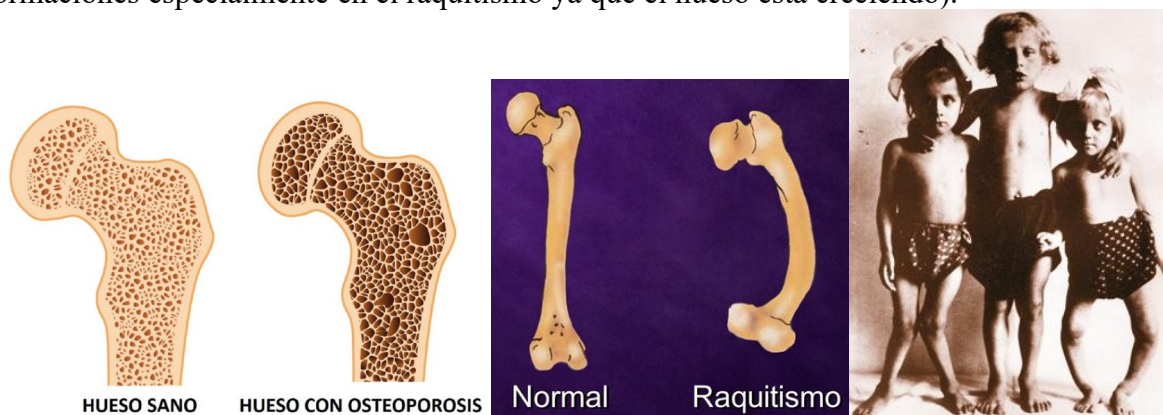
lado del dedo gordo) y las falanges son los huesos que forman los dedos y hay 3 en cada dedo, excepto el primer dedo (el dedo gordo del pie) que tiene 2.

ENFERMEDADES U TRASTORNOS DE LOS HUESOS

•**Deformaciones de la columna vertebral**: entre las enfermedades óseas de mayor incidencia en la población juvenil destacan las deformaciones de la columna vertebral (escoliosis, cifosis y lordosis) que consisten en curvaturas anómalas de la columna vertebral que pueden estar producidas por malos hábitos posturales. La **escoliosis** (también llamada enfermedad del estudiante) es la curvatura lateral de la columna vertebral (hacia la izquierda o hacia la derecha o en “s”), la **cifosis** es cuando se presenta una curvatura dorsal o torácica exagerada, apareciendo una espalda redondeada o joroba. La **lordosis** es cuando se presenta una curvatura lumbar exagerada.



•**Osteoporosis**: consiste en una pérdida progresiva de masa ósea en los huesos, que se vuelven frágiles y se rompen con más facilidad. Se puede observar que con la osteoporosis, la zona compacta del hueso es más delgada y hay grandes poros en la zona esponjosa, de ahí el nombre de osteoporosis. Afecta a las personas mayores, especialmente a las más sedentarias. El ejercicio físico refuerza los huesos por eso es la mejor recomendación para evitar la osteoporosis (una vez se tiene la enfermedad el ejercicio debe ser suave como andar o natación para evitar fracturas). Los pacientes encamados y los astronautas tienen pérdida de masa ósea porque no hay tensión mecánica sobre el hueso (la tensión mecánica son las resultantes de la actividad de los músculos y la gravedad sobre el hueso). La ingesta de suplementos de calcio o de alimentos ricos en calcio no sirve para nada si no se realiza ejercicio (el ejercicio es lo que estimula que se forme nuevo hueso). Al contrario de lo que suelen aconsejar muchos médicos, de aumentar la ingesta de lácteos por su alto contenido en calcio, se ha visto que los lácteos no solo no ayudan contra la osteoporosis, sino que incluso agravan la enfermedad. La osteomalacia se confunde con la osteoporosis. En la osteoporosis existe una disminución de la masa ósea, pero la composición del hueso es equilibrada entre matriz ósea y fósforo cálcico que la mineraliza. En la **osteomalacia** la cantidad de matriz ósea (masa ósea) del hueso es normal, pero su mineralización es deficiente. Suele deberse a falta de vitamina D (recuerda que tomando el sol se forma vitamina D en la piel). En niños este problema se llama **raquitismo**. La falta de mineralización del hueso, en la osteomalacia y el raquitismo, hace los huesos frágiles y propensos a deformarse (aparecen deformaciones especialmente en el raquitismo ya que el hueso está creciendo).



•**Fractura ósea y fisura**: la fisura es una grieta en el hueso y la fractura es una rotura del hueso. Las fracturas son debidas a traumatismos (golpes, caídas, accidentes...). Son más probables

si se padece osteoporosis. Para facilitar su reparación es necesario inmovilizar el hueso, normalmente con una escayola.

ENFERMEDADES U TRASTORNOS DE LAS ARTICULACIONES

•**Artritis**: es la inflamación de una o más articulaciones. Existen más de 100 tipos diferentes de artritis. La artritis causa dolor, hinchazón, rigidez y movimiento limitado en la articulación. Puede ser consecuencia de una enfermedad autoinmunitaria (el sistema inmunitario del cuerpo ataca por error al tejido sano), o de una fractura ósea, o por el desgaste y deterioro general de las articulaciones, o por infección o por acumulación de cristales de ácido úrico. En el último caso se llama **gota**, donde el exceso de ácido úrico relacionado con una dieta muy proteica (exceso de alimentos de origen animal) se acumula en el cartílago articular (especialmente en la de la base del dedo gordo del pie) produciendo dolor e inflamación.

En el primer caso (enfermedad autoinmune) se llama **artritis reumatoide** caracterizada por una inflamación persistente de las articulaciones, que típicamente afecta a las pequeñas articulaciones de manos y pies, produciendo su destrucción progresiva y generando distintos grados de deformidad e incapacidad funcional. La mayoría de las veces, la artritis reumatoide afecta las articulaciones en ambos lados del cuerpo por igual. La rigidez matutina que suele durar más de una hora y el hecho de que afecte las articulaciones en ambos lados del cuerpo por igual, son característica que ayudan a distinguir a la artritis reumatoide de la artrosis u otros tipos de artritis. La artritis reumatoide se suele relacionar con intolerancias alimentarias (principalmente al gluten o lácteos) que inflaman la pared intestinal produciendo permeabilidad intestinal, en la que proteínas (del gluten o lácteos) no digeridas totalmente, atraviesan la pared intestinal y pasan a la sangre. Se producen anticuerpos contra estos fragmentos proteicos que, si son similares a fragmentos proteicos presentes en la articulación, entonces también atacarán a la articulación produciendo la enfermedad autoinmune (nuestro sistema inmune produce anticuerpos que atacan a partes de nuestro propio cuerpo). En este caso la enfermedad se detiene si se lleva una alimentación sin gluten (proteína presente en cereales por lo que es casi imposible llevar una dieta sin gluten) o lácteos, según el caso. También se ha relacionado la artritis reumatoide con intolerancia a la carne roja o con sobrecarga tóxica por estreñimiento.



•**Artrosis**: enfermedad crónica degenerativa que produce la destrucción de los cartílagos de las articulaciones (puede que se oiga un sonido crujiente al mover la articulación que indica que el cartilago está desgastado y el hueso se mueve contra el otro hueso con el que articula sin ninguna protección). Cuando este cartilago articular se lesiona, se produce dolor, rigidez e incapacidad funcional. El deterioro del cartilago articular provoca que los huesos se vayan desgastando por rozamiento y aparezca el dolor. A medida que el cartilago va desapareciendo, el hueso reacciona y crece por los lados (osteofitos) produciendo la deformación de la articulación. El dolor se desencadena cuando se mueve o se realiza un esfuerzo con la articulación. Este dolor suele cesar con el reposo. A diferencia de la artrosis, en la artritis se produce dolor

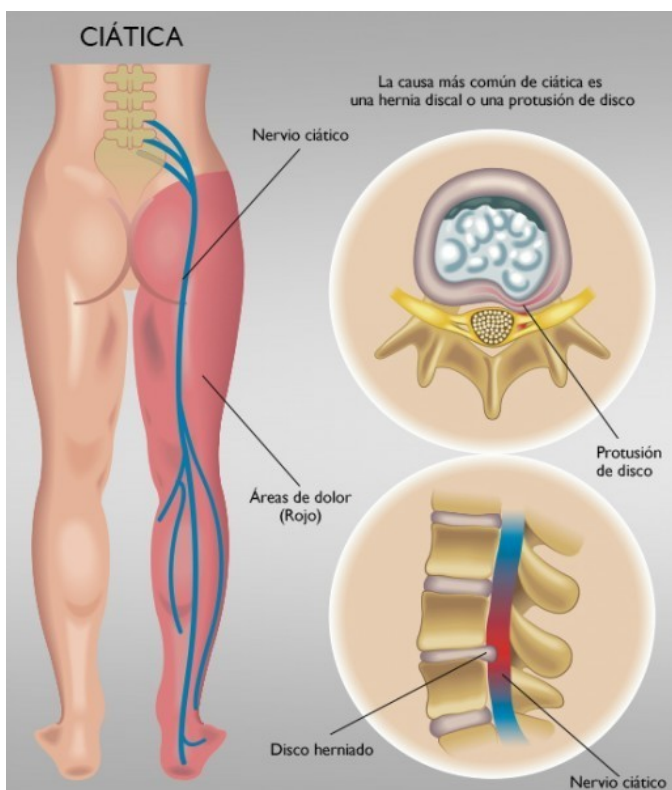
continuo, incluso en reposo y la artritis progresa en pocos años, mientras la artrosis evoluciona de manera lenta. Con el tiempo, el agravamiento de la artrosis impedirá que se puedan realizar con normalidad algunos movimientos tan cotidianos como cerrar la mano, subir escaleras o caminar. Normalmente la artrosis se localiza en la columna cervical y lumbar, algunas articulaciones del hombro y de los dedos de las manos, la cadera, la rodilla y la articulación del comienzo del dedo gordo del pie. Una de las causas más importantes de la artrosis son las sobrecargas en determinadas articulaciones durante muchos años, ya sea por el tipo de trabajo (con movimientos muy repetitivos), por sobrepeso u obesidad, por malas posturas en el trabajo, por mala alineación de las articulaciones o por tener las piernas zambas o escoliosis. La artrosis de rodilla es más frecuente en obesos. Se recomienda ejercicio pero sin presión ni riesgo de lesión en la articulación.

•**Dislocación o luxación:** es la separación traumática de huesos en una articulación con desgarro de ligamentos, tendones y de la cápsula articular. Los síntomas son dolor agudo, inflamación y deformación de la articulación.



•**Esguince:** es una lesión en la que un ligamento se rompe o se distiende por torsiones, golpes o caídas (causas que superen el umbral de elasticidad del ligamento). También puede afectar a tendones y músculos. Suele ocurrir en el tobillo y la muñeca. Los síntomas más comunes son hinchazón, hematoma, dolor y movimiento limitado de la articulación.

ESGUINCES DE TOBILLO



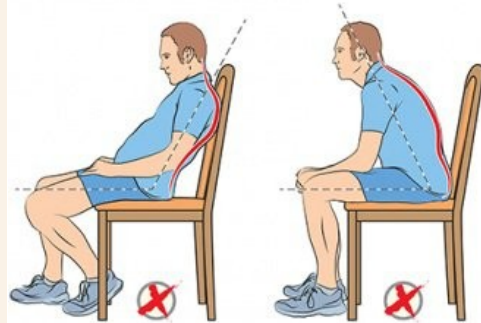
•**Hernia discal:** la hernia de disco es un desplazamiento de uno de los discos intervertebrales que produce compresión de la médula o de las raíces nerviosas. Pueden ser muy dolorosas y suelen producirse en la región lumbar. Al desplazarse el disco hacia un lado produce dolor solo en un lado, el lado del nervio comprimido. Un ejemplo muy frecuente es una hernia lumbar que comprime el nervio ciático (nervio que se dirige hacia toda la extremidad inferior) produciendo además del dolor de espalda, un dolor que se dirige a la extremidad inferior llamado **ciática**.

•**Reuma:** generalmente, los pacientes emplean la palabra “reumatismo” o, más coloquialmente, “reuma”, para referirse a cualquier dolor originado en el aparato locomotor. Se engloban, por tanto, en este término enfermedades como artritis, artrosis, dolores de espalda, tendinitis, dolor de cuello, fibromialgia...

HABITOS POSTURALES

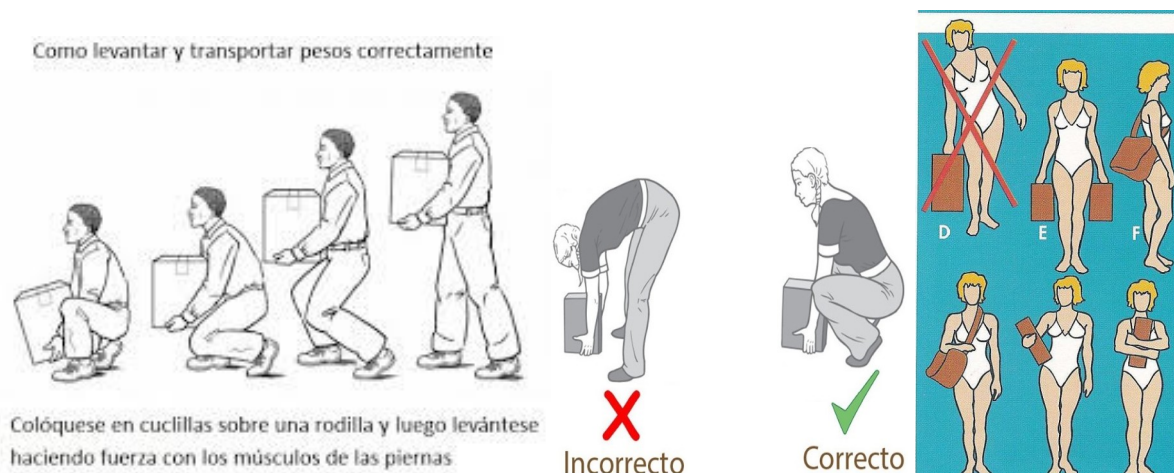
Con el tiempo, las malas posturas facilitan la aparición de deformaciones en la columna y lesiones en las articulaciones. Para prevenirlo debemos seguir unos hábitos posturales adecuados:

•**Forma de sentarse:** las 2 nalgas han de apoyarse por igual, la espalda recta y apoyada sobre el respaldo. Sólo en el momento de escribir se ha de inclinar ligeramente hacia delante. Si se apoya más una nalgua que



la otra se favorece la escoliosis. Si las nalgas se apoyan en la parte delantera del asiento se favorece la cifosis. Si se separa en exceso el asiento de la mesa se favorece la lordosis. Evitar cruzar las piernas. Los pies deben estar apoyados. Los antebrazos y brazos a 90° o un poco más, al igual que piernas y muslos.

•**Forma de levantar y llevar objetos:** la fuerza para levantarlos deben ejercerla los músculos de las piernas y no los de la espalda, que son mucho más débiles. Por eso se deben flexionar las piernas y coger el objeto con las 2 manos y lo más pegado al cuerpo posible. Cuando transportemos objetos, hay que distribuir el peso por igual en los dos lados para evitar que la columna se incline más hacia un lado que el otro. Ejemplo llevar bolsas en ambas manos (figuras D y E), la mochila siempre debe colgarse de los dos tirantes, y no de uno solo. Evitar llevar pesos excesivos como las mochilas escolares muy cargadas.



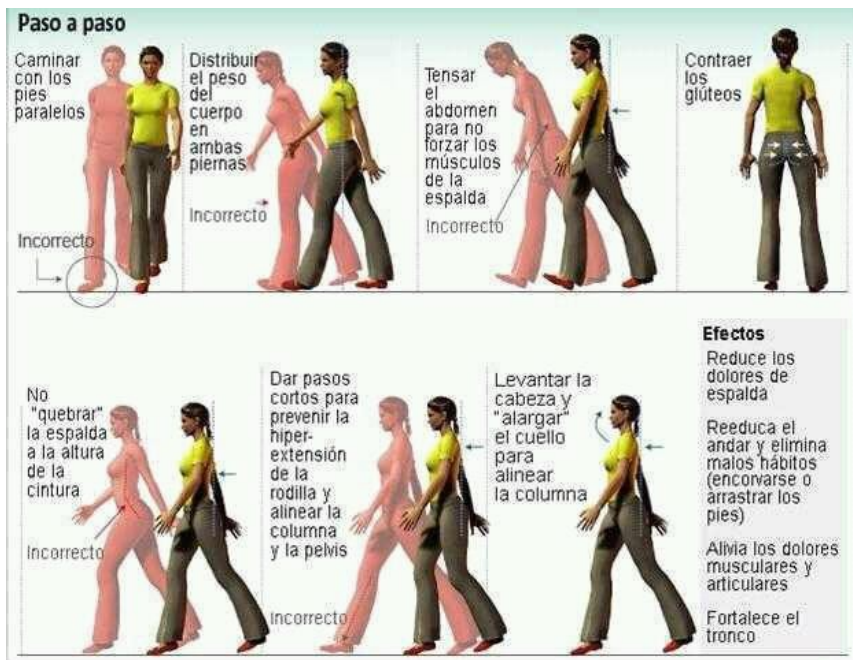
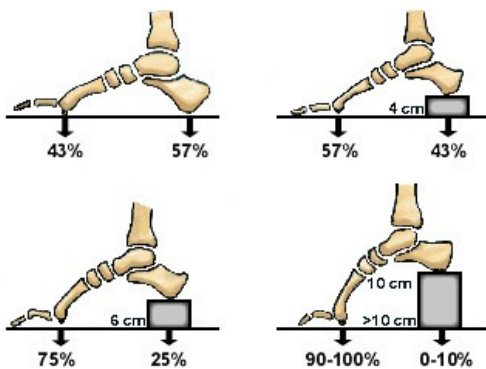
•Forma de caminar:

para caminar se ha de mantener el cuerpo vertical sin curvar la espalda y con la cabeza erguida. Las personas obesas tienden a inclinar hacia atrás la espalda para compensar el peso del vientre, esto favorece la lordosis.

•Usar calzado adecuado:

hay que usar el calzado adecuado para cada actividad, especialmente para la actividad deportiva. Ejemplos para correr en terreno duro (carretera) o durante largo tiempo (resistencia) requiere suelas con más amortiguación, para velocidad calzado con poca suela (ligeras), para senderismo en la montaña calzado que sujete bien el tobillo (calzado alto) y amortigüen por ser actividad de larga duración (típica bota de montaña con suela ancha).

El calzado no debe ser ni muy estrecho (facilita deformaciones y callosidades) ni muy ancho (no sujeta bien). Para caminar, las mujeres deben tener en cuenta la altura del talón, ya que demasiada altura durante largo tiempo o usado muy a menudo puede provocar dolores lumbares y malformaciones en los pies como los juanetes. La peor combinación es un zapato con talón muy alto y con la punta del zapato muy estrecha, ya que casi todo el peso lo tiene que soportar la zona de la punta y con la estrechez de la punta combinada con la presión de la mayor parte del peso, los dedos y áreas cercanas a los dedos sufren deformaciones.



•Forma de dormir:

si dormimos de lado es necesario usar una almohada que permita que el cuello no esté lateralmente flexionado, también se recomienda una almohada entre las piernas. Si dormimos mirando al techo se puede prescindir de almohada o usar una almohada pequeña, nunca una grande pues las cervicales estarían flexionadas, también se recomienda en esta postura una almohada bajo las rodillas. Dormir boca abajo no es recomendable (nos obliga a mantener el cuello girado para poder respirar durante toda la noche y aumenta la curvatura lumbar). A medio-largo plazo, dormir boca abajo puede derivar en afecciones y dolores musculares en el cuello y en la espalda y nos hace más vulnerables a padecer problemas cervicales, tendinitis, lumbalgias y problemáticas en músculos y ligamentos. Por otro lado, el hecho de dormir en esta postura ejerce presión de nuestro peso contra la caja torácica, lo que puede dificultarnos la respiración y, por lo tanto, deberemos realizar un sobreesfuerzo para conseguir respirar correctamente. Evitar colchones blandos que se hunden curvando la columna.

