



Articulaciones

Articulaciones y homeostasis

Las articulaciones del sistema esquelético contribuyen a la homeostasis al mantener juntos los huesos de manera que permitan movimiento y flexibilidad.





Los huesos son demasiado rígidos para curvarse sin sufrir daño. Afortunadamente, el tejido conectivo flexible forma articulaciones que mantienen los huesos juntos mientras permiten, en la mayoría de los casos, cierto grado de movimiento. Una **articulación** es un punto de contacto entre dos huesos, entre hueso y cartilago o entre huesos y dientes. Cuando decimos que un hueso se *articula* con otro hueso, nos referimos a que los huesos forman una articulación. Se puede apreciar la importancia de

las articulaciones si alguna vez se ha tenido un yeso en la rodilla, que hace que caminar sea dificultoso, o una férula en un dedo que limita la habilidad para manipular objetos pequeños. El estudio científico de las articulaciones se denomina **artrología** (artro-, de *arthron*, articulación, y -*lógos*, estudio). El estudio del movimiento del cuerpo humano se denomina **kinesiología** (kinesio-, de *kinesis*, movimiento).

CLASIFICACIÓN DE LAS ARTICULACIONES

▶ OBJETIVO

Describir la clasificación estructural y funcional de las articulaciones

Las articulaciones se clasifican por su estructura (de acuerdo con sus características anatómicas), y por su función (de acuerdo con el tipo de movimiento que permiten).

La clasificación estructural de las articulaciones se basa en dos criterios: 1) la presencia o ausencia de un espacio entre los huesos que se articulan entre sí, llamado cavidad sinovial, y 2) el tipo de tejido conectivo que mantiene los huesos juntos. Estructuralmente, las articulaciones se clasifican en uno de los siguientes tipos:

- **Articulaciones fibrosas:** no hay cavidad sinovial y los huesos se mantienen unidos por tejido conectivo fibroso que es rico en fibras colágenas.
- **Articulaciones cartilaginosas:** no hay cavidad sinovial y los huesos se mantienen unidos mediante cartilago.
- **Articulaciones sinoviales:** los huesos que forman la articulación tienen una cavidad sinovial y están unidos por una cápsula articular de tejido conectivo denso irregular y a menudo por ligamentos accesorios.

La clasificación funcional de articulaciones se relaciona con la calidad de movimiento que permiten. Funcionalmente, las articulaciones se clasifican en uno de los siguientes tipos:

- **Sinartrosis** (sin-, de *syn*, con): una articulación inmóvil.
- **Anfiartrosis** (anfi-, de *amphi*, de ambos lados): una articulación de movimiento limitado.
- **Diartrrosis** (de *diarthrosis*, articulación móvil): una articulación de gran movimiento. Todas las diartrosis son articulaciones sinoviales. Tienen una gran variedad de formas y permiten muchos tipos diferentes de movimiento.

Las secciones siguientes presentan las articulaciones del cuerpo de acuerdo con su clasificación estructural. A medida que examinamos la estructura de cada tipo de articulación, también delinearemos sus funciones.

▶ PREGUNTAS DE REVISIÓN

1. ¿Sobre qué bases se clasifican las articulaciones?

ARTICULACIONES FIBROSAS

▶ OBJETIVO

Describir la estructura y función de los tres tipos de articulaciones fibrosas.

Como se mencionó anteriormente, las articulaciones fibrosas carecen de cavidad sinovial, y los huesos que se articulan se mantienen estrechamente unidos mediante tejido conectivo fibroso. Las articulaciones fibrosas permiten muy poco o ningún movimiento. Los tres tipos de articulaciones fibrosas son las suturas, las sindesmosis y las gonfosis.

Suturas

La **sutura** es una articulación fibrosa compuesta por una delgada capa de tejido conectivo fibroso denso; las suturas se encuentran sólo entre huesos del cráneo: un ejemplo es la sutura coronal entre los huesos frontal y parietal (fig. 9-1a). Los bordes irregulares de las suturas que se interdigitan proveen fuerza adicional y disminuyen las probabilidades de fractura. Ya que una sutura es inmóvil, se clasifica funcionalmente como una sinartrosis.

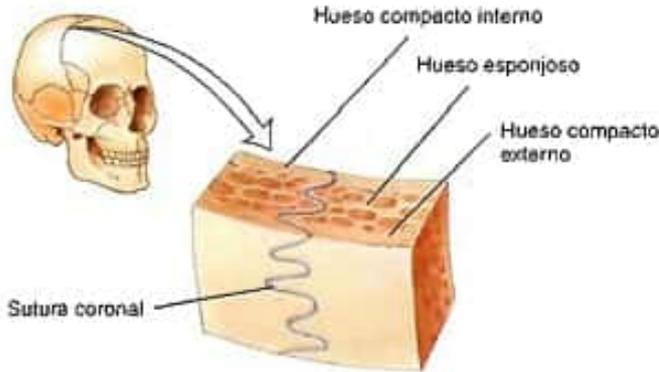
Algunas suturas presentes durante la infancia son reemplazadas por hueso en los adultos. Estas suturas son un ejemplo de **sinostosis** (sin-, de *syn*, junto con, y *ostion*, hueso) o articulación ósea, una articulación en la que hay completa fusión de dos huesos separados en un solo hueso. Por ejemplo, el hueso frontal crece y se divide en dos mitades que se mantienen unidas a través de una línea de sutura. Por lo general están completamente fusionados a los 6 años y la sutura se borra. Si la sutura persiste después de los 6 años, se la llama **sutura metópica** (de *metopon*, frente). La sinostosis también se clasifica funcionalmente como sinartrosis.

Sindesmosis

La **sindesmosis** (de *syndesmos*, ligamento) es una articulación fibrosa en la que hay una distancia mayor entre los huesos que se articulan y más tejido conectivo fibroso que en una sutura. El tejido conectivo fibroso está organizado como un haz (ligamento) o como una lámina (membrana interósea). Un ejemplo de una sindesmosis es la articulación tibioperonea distal, donde el ligamento tibioperoneo anterior conecta la tibia con el peroné. Otro ejemplo, es la membrana interósea entre los bordes paralelos de la tibia y el peroné (fig. 9-1b). Ya que ésta permite un leve movimiento, la sindesmosis se clasifica funcionalmente como anfiartrosis.

Fig. 9-1 Articulaciones fibrosas.

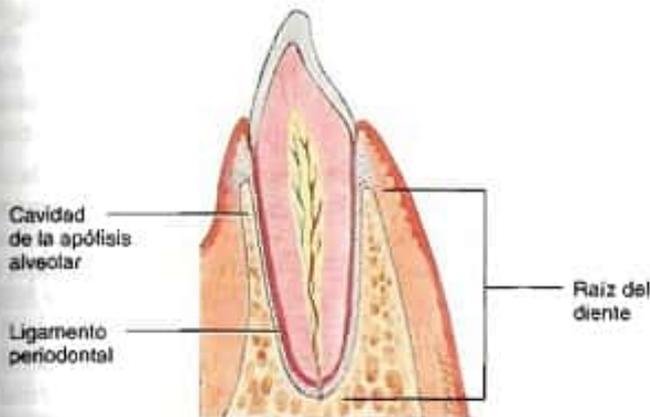
En una articulación fibrosa los huesos se mantienen juntos por tejido conectivo fibroso.



(a) Sutura entre los huesos del cráneo



(b) Sindesmosis entre tibia y peroné



(c) Gonfosis entre el diente y la cavidad de la apófisis alveolar

Gonfosis

La **gonfosis** (de *gómphos*, clavija o chareta) o articulación dentoalveolar es un tipo de articulación fibrosa en la cual una clavija en forma de cono encaja en una cavidad. Los únicos ejemplos de gonfosis en el cuerpo humano son las articulaciones de los dientes con las cavidades (alvéolos) de los procesos alveolares del maxilar superior y la mandíbula (fig. 9-1c). El tejido conectivo fibroso denso entre un diente y su cavidad es el ligamento periodontal (membrana). La gonfosis se clasifica funcionalmente como sinartrosis, una articulación inmóvil. La inflamación y degeneración de las encías, ligamentos periodontales y huesos se denomina *enfermedad periodontal*.

► PREGUNTAS DE REVISIÓN

- ¿Qué articulaciones fibrosas son sinartrosis? ¿Cuáles son anfiartrosis?

ARTICULACIONES CARTILAGINOSAS

► OBJETIVO

Describir la estructura y función de los dos tipos de articulaciones cartilagosas.

Al igual que las articulaciones fibrosas, las **articulaciones cartilagosas** no presentan una cavidad sinovial y permiten poco o ningún movimiento. Aquí, los huesos que se articulan están estrechamente conectados, ya sea por cartilago hialino o por fibrocartilago (véase cuadro 4-4g, h). Los dos tipos de articulaciones cartilagosas son las sincondrosis y la sínfisis.

Sincondrosis

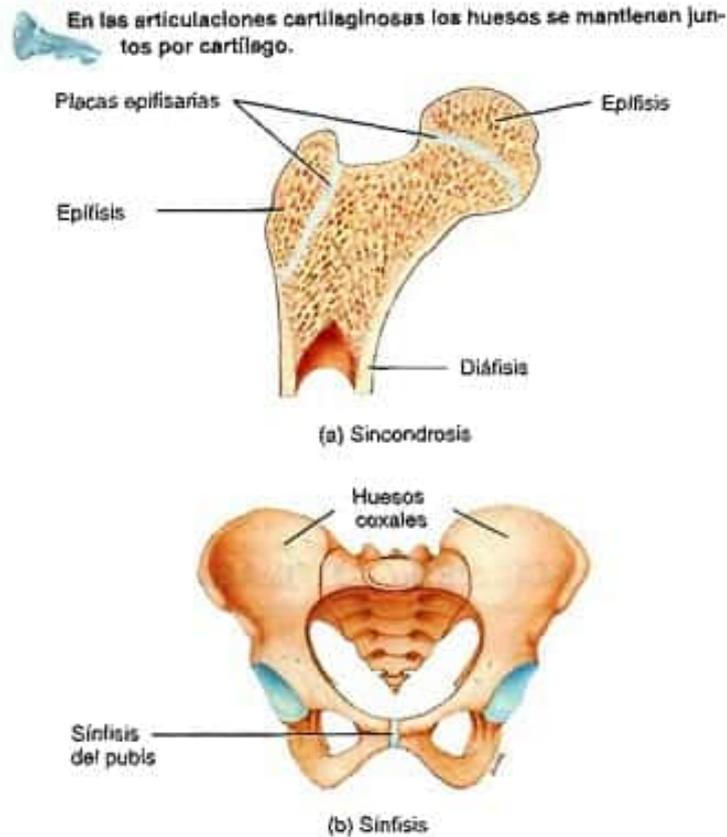
La **sincondrosis** (*sin* + *condro-*, de *khondros*, cartilago) es una articulación cartilaginosa en la que el material de conexión es el cartilago hialino. Un ejemplo de sincondrosis es la placa epifisaria que conecta la epífisis con la diáfisis de un hueso en crecimiento (fig. 9-2a). En la figura 6-7a, se muestra una microfotografía de la placa epifisaria. Desde el punto de vista funcional, una sincondrosis es una sinartrosis. Cuando el crecimiento en longitud del hueso se detiene, el hueso reemplaza al cartilago hialino, y la sincondrosis se convierte en sinostosis, una articulación ósea. Otro ejemplo de una sincondrosis es la articulación entre la primera costilla y el manubrio del esternón, que también se osifica en la vida adulta y se convierte en una sinostosis inmóvil. (véase fig. 7-22b).

Sínfisis

La **sínfisis** (de *sy'mphysis*, unión) es una articulación cartilaginosa en la cual los extremos de los huesos articulares están recubiertos por cartilago hialino, pero un disco ancho y plano de fibrocartilago conecta los huesos. Todas las sínfisis están en la línea media del cuerpo. La sínfisis del pubis entre las superficies anteriores de los huesos coxales es un ejemplo de sínfisis (fig. 9-2b). Este tipo de articulaciones también se encuentran entre la unión del manubrio con el cuerpo del esternón (véa-

Desde el punto de vista de la función; ¿por qué las suturas se clasifican como sinartrosis y las sindesmosis como anfiartrosis?

Fig. 9-2 Articulaciones cartilaginosas.



¿Cuál es la diferencia estructural entre una sincondrosis y una sínfisis?

se **fig. 7-22** en la p. 223) y en las articulaciones intervertebrales de los cuerpos de las vértebras (véase **fig. 7-20a**). Una porción del disco intervertebral está compuesto de fibrocartilago. La sínfisis es una anfiartrosis, una articulación de poco movimiento.

PREGUNTAS DE REVISIÓN

3. ¿Cuáles articulaciones cartilaginosas son sinartrosis? ¿Cuáles son anfiartrosis?

ARTICULACIONES SINOVIALES

OBJETIVOS

- Describir la estructura de las articulaciones sinoviales.
- Describir la estructura y la función de las bolsas y vainas tendinosas.

Estructura de las articulaciones sinoviales

Las **articulaciones sinoviales** poseen ciertas características que las distinguen de las otras articulaciones. La característica diferencial de una articulación sinovial es la presencia de un espacio llamado **cavidad sinovial** entre los huesos que se articulan (**fig. 9-3**). De-

Fig. 9-3 Estructura de una articulación sinovial típica. Nótese las dos capas de la cápsula articular: la capa fibrosa y la capa o membrana sinovial. El líquido sinovial llena la cavidad de la articulación entre la membrana sinovial y el cartilago articular.



¿Cuál es la clasificación funcional de las articulaciones sinoviales?

vido a que la cavidad sinovial le permite a la articulación ser muy móvil, todas las articulaciones sinoviales se clasifican como diartrosis. Los huesos en las articulaciones sinoviales están cubiertos por una capa de cartilago hialino llamado **cartilago articular**. El cartilago cubre la superficie articular de los huesos formando una superficie lisa y resbalosa pero no los mantiene juntos. El cartilago articular reduce la fricción entre los huesos en la articulación durante el movimiento y ayuda a absorber los golpes.

Cápsula articular

Una **cápsula articular** en forma de manga rodea la articulación sinovial, encierra la cavidad sinovial y une los huesos que forman la articulación. La cápsula articular está compuesta por dos capas, una capa fibrosa y una membrana sinovial interna (**fig. 9-3**). La **capa fibrosa** generalmente consiste en un tejido conectivo irregular denso (en su mayoría fibras colágenas) que se fijan en el periostio de los huesos de la articulación. La flexibilidad de la capa fibrosa permite una cantidad considerable de movimientos en la articulación, mientras que su gran fuerza de tensión (resistencia al estiramiento) ayuda a evitar que los huesos se luxen. Las fibras de algunas capas fibrosas se disponen en fascículos paralelos de tejido conectivo denso regular que están muy bien adaptadas para resistir el estiramiento. La resistencia de estos haces de fibras, llamados **ligamentos** (*de ligamentum*, venda o vendaje), es uno de los principales factores mecánicos

que mantiene juntos los huesos en una articulación sinovial. La capa interna de la cápsula articular, la **membrana sinovial**, está compuesta de tejido conectivo areolar con fibras elásticas. En muchas articulaciones sinoviales la membrana sinovial presenta una acumulación de tejido adiposo, llamada **cuerpo adiposo articular**. Un ejemplo es el cuerpo adiposo infrarrotuliano en la rodilla (véase **fig. 9-15c**).

Los "contorsionistas" no tienen un número mayor de articulaciones sino que presentan mayor flexibilidad en sus cápsulas y ligamentos articulares. El aumento en la amplitud de movimiento les permite tocarse las muñecas con los pulgares o poner sus tobillos o codos detrás de la nuca. Infortunadamente, tales articulaciones son menos estables y se dislocan con facilidad.

Líquido sinovial

La membrana sinovial secreta **líquido sinovial** (sin + *ón*, huevo), un líquido viscoso, cristalino o amarillo pálido que tiene una consistencia y apariencia similar a la clara de huevo cruda. El líquido sinovial está compuesto por ácido hialurónico secretado por células de tipo fibroblásticas en la membrana sinovial y por líquido intersticial filtrado del plasma. Forma una fina capa sobre las superficies dentro de la cápsula articular. Su función es la de disminuir la fricción lubricando la articulación, absorbiendo los golpes, cediéndoles oxígeno y nutrientes y retirando el dióxido de carbono y desechos metabólicos de los condrocitos en el cartilago articular. (Recordemos que el cartilago es un tejido avascular, por lo que no tiene sangre para realizar esta función.) El líquido sinovial también contiene células fagocíticas que remueven los microbios y los restos que resultan del desgaste normal de la articulación. Cuando se inmoviliza una articulación sinovial durante un tiempo, el líquido se vuelve muy viscoso (como un gel), y a medida que el movimiento se incrementa, el líquido se torna menos viscoso. Uno de los beneficios de entrar en calor antes de hacer ejercicio es que se estimula la producción y secreción de líquido sinovial; mayor cantidad de líquido significa menor estrés en la articulación durante el ejercicio.

Todos estamos familiarizados con el sonido que se produce en algunas articulaciones al moverse, o el sonido cuando algunas personas hacen crujir sus nudillos. Según una teoría, cuando la cavidad sinovial se expande, la presión del líquido sinovial disminuye, creando un vacío parcial. La succión atrae dióxido de carbono y oxígeno de los vasos sanguíneos hacia la membrana sinovial, formando burbujas en el líquido. Cuando las burbujas son forzadas a estallar, como cuando se hiperflexionan los dedos, se escucha este sonido de crujido o ruptura.

Ligamentos accesorios y discos (meniscos) articulares

Muchas articulaciones sinoviales contienen **ligamentos accesorios** llamados ligamentos extracapsulares y ligamentos intracapsulares. Los **ligamentos extracapsulares** están por fuera de la cápsula articular. Ejemplos de éstos son los ligamentos colaterales de la tibia y el peroné en la articulación de la rodilla (véase **fig. 9-15d**). Los **ligamentos intracapsulares** se encuentran en la cápsula articular pero quedan excluidos de la cavidad sinovial por pliegues de la membrana sinovial. Por ejemplo, los ligamentos cruzados anterior y posterior de la articulación de la rodilla (véase **fig. 9-5d**).

Dentro de algunas articulaciones sinoviales, como la de la rodilla, hay almohadillas de fibrocartilago entre las superficies articulares de los

huesos que se fijan a la cápsula articular. Estas almohadillas se denominan **discos** o **meniscos articulares**. En la **figura 9-15d** en la página 287 se muestran los meniscos lateral y medial de la articulación de la rodilla. Los meniscos subdividen la cavidad sinovial en dos espacios, permitiendo que se produzcan movimientos separados en cada espacio. Como veremos más adelante, también se producen movimientos separados en los respectivos compartimientos de la articulación temporomandibular (véase p. 278). Al modificar la forma de las superficies articulares de los huesos de la articulación, los discos articulares permiten que dos huesos de formas distintas encajen en forma más estrecha. Los meniscos también ayudan a mantener la estabilidad de la articulación y dirigen el flujo de líquido sinovial hacia las áreas de mayor fricción.



Rotura de meniscos y artroscopia

La rotura de los meniscos en la rodilla, comúnmente llamada **rotura meniscal**, es bastante común entre los atletas. Este cartilago lesionado comienza a desgastarse y puede precipitar una artrosis a menos que se le extirpe quirúrgicamente (menisectomía). Es necesaria la reparación quirúrgica del cartilago desgarrado debido a la naturaleza avascular del cartilago que puede ser asistida por **artroscopia** (artros + *skopéin*, observación), el examen visual del interior de la articulación, generalmente la rodilla, con un **artroscopio**, un instrumento del grosor de un lápiz con iluminación propia. La artroscopia se utiliza para determinar la naturaleza y extensión del daño producto de un tratamiento de rodilla y para monitorizar la progresión de la enfermedad y los efectos del tratamiento. Además, la introducción de instrumentos quirúrgicos a través del artroscopio o de otras incisiones permiten al cirujano extirpar el cartilago roto y reparar el daño en los ligamentos cruzados de la rodilla, remodelar el cartilago pobremente formado, obtener muestras de tejido para analizar y realizar cirugías en otras articulaciones como el hombro, codo, tobillo y muñeca. ■

Inervación e irrigación

Los nervios que inervan una articulación son los mismos que inervan los músculos esqueléticos que movilizan dicha articulación. Las articulaciones sinoviales contienen muchas terminaciones nerviosas que se distribuyen por la cápsula articular y los ligamentos accesorios. Algunas de las terminaciones nerviosas transportan información de dolor hacia la médula espinal y el cerebro para su procesamiento. Otras terminaciones nerviosas responden al grado de movimiento y estiramiento de la articulación. La médula espinal y el cerebro responden enviando impulsos a través de los diferentes nervios a los músculos para ajustar los movimientos del cuerpo.

Si bien muchos de los componentes de las articulaciones sinoviales son avasculares, las arterias en la vecindad envían muchas ramas que penetran en los ligamentos y la cápsula articular para enviar oxígeno y nutrientes. Las venas retiran el dióxido de carbono y los desechos. En general, las ramas arteriales de diferentes arterias se anastomosan alrededor de la articulación antes de penetrar la cápsula articular. Los condrocitos del cartilago articular de una articulación sinovial reciben oxígeno y nutrientes del líquido sinovial derivado de la sangre; todos los demás tejidos articulares son irrigados directamente por las arterias. El dióxido de carbono y los desechos

pasan desde los condrocitos del cartílago articular al líquido sinovial y luego a las venas; el dióxido de carbono y los desechos de las demás estructuras articulares pasan directamente a las venas.



Esguinces y desgarros

Un esguince es una torsión o torcedura violenta de la articulación que estira o rasga estos ligamentos sin luxar los huesos. Esto sucede cuando los ligamentos son estirados más allá de su resistencia normal. El esguince también daña los vasos sanguíneos, músculos, tendones o nervios adyacentes. Algunos esguinces pueden ser tan dolorosos que impiden el movimiento de la articulación. Hay una considerable tumefacción, que se produce por las sustancias químicas liberadas por las células dañadas y hemorragia por ruptura de los vasos sanguíneos. La articulación del tobillo es la que más frecuentemente se esguinza; la columna lumbar es otro sitio frecuente de esguince. Un **desgarro** es el estiramiento o rotura parcial de un músculo. Se produce en general cuando un músculo se contrae en forma repentina y con mucha fuerza, como los músculos de la pierna de los velocistas cuando pican desde la largada. ■

Bolsas sinoviales y vainas tendinosas

Los diversos movimientos del cuerpo generan fricción entre las partes móviles. Unas estructuras en forma de saco llamadas **bolsas** (*bursae*) están estratégicamente situadas para aliviar la fricción entre algunas articulaciones, como las del hombro y la rodilla (véanse **fig. 9-12** y **9-15c**). Las bolsas no son estrictamente parte de las articulaciones sinoviales, pero se asemejan a las cápsulas articulares porque sus paredes están constituidas por tejido conectivo revestido por una membrana sinovial. Poseen una pequeña cantidad de líquido que es similar al líquido sinovial. Las bolsas sinoviales pueden estar localizadas entre la piel y el hueso, los tendones y los huesos, los músculos y los huesos o los ligamentos y los huesos. Los sacos de las bolsas llenos de líquido acolchonan el movimiento de estas partes corporales entre sí.

Las estructuras llamadas **vainas tendinosas** también reducen la fricción de las articulaciones. Las **vainas tendinosas** son como bolsas en forma de tubo que envuelven algunos tendones sometidos a una fricción considerable. Esto sucede cuando los tendones pasan a través de las cavidades sinoviales, como el tendón de la cabeza larga del músculo bíceps braquial en la articulación del hombro (véase **fig. 9-12c**). Las vainas sinoviales también se encuentran en la muñeca y en el tobillo, en donde muchos tendones confluyen juntos en un espacio confinado (véase **fig. 11-23** en p. 401) y en los dedos de la mano y del pie, donde hay gran cantidad de movimientos (véase **fig. 11-18** en p. 381).