



**Mi Universidad**

**LIBRO**

*Anatomía y Fisiología I*

*Licenciatura en Enfermería.*

*Primer Cuatrimestre*

**Septiembre-Diciembre**

---

## Marco Estratégico de Referencia

---

### Antecedentes históricos

Nuestra Universidad tiene sus antecedentes de formación en el año de 1979 con el inicio de actividades de la normal de educadoras “Edgar Robledo Santiago”, que en su momento marcó un nuevo rumbo para la educación de Comitán y del estado de Chiapas. Nuestra escuela fue fundada por el Profesor Manuel Albores Salazar con la idea de traer educación a Comitán, ya que esto representaba una forma de apoyar a muchas familias de la región para que siguieran estudiando.

En el año 1984 inicia actividades el CBTiS Moctezuma Ilhuicamina, que fue el primer bachillerato tecnológico particular del estado de Chiapas, manteniendo con esto la visión en grande de traer educación a nuestro municipio, esta institución fue creada para que la gente que trabajaba por la mañana tuviera la opción de estudiar por las tardes.

La Maestra Martha Ruth Alcázar Mellanes es la madre de los tres integrantes de la familia Albores Alcázar que se fueron integrando poco a poco a la escuela formada por su padre, el Profesor Manuel Albores Salazar; Víctor Manuel Albores Alcázar en julio de 1996 como chofer de transporte escolar, Karla Fabiola Albores Alcázar se integró en la docencia en 1998, Martha Patricia Albores Alcázar en el departamento de cobranza en 1999.

En el año 2002, Víctor Manuel Albores Alcázar formó el Grupo Educativo Albores Alcázar S.C. para darle un nuevo rumbo y sentido empresarial al negocio familiar y en el año 2004 funda la Universidad Del Sureste.

La formación de nuestra Universidad se da principalmente porque en Comitán y en toda la región no existía una verdadera oferta Educativa, por lo que se veía urgente la creación de una institución de Educación superior, pero que estuviera a la altura de las exigencias de los

jóvenes que tenían intención de seguir estudiando o de los profesionistas para seguir preparándose a través de estudios de posgrado.

Nuestra Universidad inició sus actividades el 18 de agosto del 2004 en las instalaciones de la 4ª avenida oriente sur no. 24, con la licenciatura en Puericultura, contando con dos grupos de cuarenta alumnos cada uno. En el año 2005 nos trasladamos a nuestras propias instalaciones en la carretera Comitán – Tzimol km. 57 donde actualmente se encuentra el campus Comitán y el corporativo UDS, este último, es el encargado de estandarizar y controlar todos los procesos operativos y educativos de los diferentes campus, así como de crear los diferentes planes estratégicos de expansión de la marca.

## **Misión**

Satisfacer la necesidad de Educación que promueva el espíritu emprendedor, aplicando altos estándares de calidad académica, que propicien el desarrollo de nuestros alumnos, Profesores, colaboradores y la sociedad, a través de la incorporación de tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

## **Visión**

Ser la mejor oferta académica en cada región de influencia, y a través de nuestra plataforma virtual tener una cobertura global, con un crecimiento sostenible y las ofertas académicas innovadoras con pertinencia para la sociedad.

## Valores

- Disciplina
- Honestidad
- Equidad
- Libertad

## Escudo



El escudo del Grupo Educativo Albores Alcázar S.C. está constituido por tres líneas curvas que nacen de izquierda a derecha formando los escalones al éxito. En la parte superior está situado un cuadro motivo de la abstracción de la forma de un libro abierto.

## Eslogan

“Mi Universidad”

## ALBORES



Es nuestra mascota, un Jaguar. Su piel es negra y se distingue por ser líder, trabaja en equipo y obtiene lo que desea. El ímpetu, extremo valor y fortaleza son los rasgos que distinguen.

---

## Anatomía y Fisiología I

---

### **Objetivo de la materia:**

Identificar el funcionamiento del cuerpo humano, desde su nivel de organización más pequeño, hasta comprender la distribución espacial de todos los órganos que comprenden los aparatos y sistemas del cuerpo humano. Describir con términos técnicos la ubicación espacial de los componentes anatómicos.

# INDICE

## **UNIDAD I ORGANIZACIÓN DEL CUERPO HUMANO**

- 1.1 El Cuerpo humano**
- 1.2 Niveles de organización**
- 1.3 Sistema tegumentario**
- 1.4 Trastornos frecuentes de la piel**

## **UNIDAD 2. SOSTÉN Y MOVIMIENTO**

- 2.1 Tejido óseo**
- 2.2 Esqueleto axial y apendicular**
- 2.3 Articulaciones**
- 2.4 Tejido muscular**
- 2.5 Sistema muscular**

## **UNIDAD 3 CONTROL DEL ORGANISMO HUMANO**

- 3.1 Tejido nervioso**
- 3.2 Medula espinal y nervios**
- 3.3 Encéfalo y nervios craneales**
- 3.4 Sistema sensitivo motor e integrador**
- 3.5 Sistema nervioso autónomo**
- 3.6 Sentidos especiales**
- 3.7 Sistema endocrino**
- 3.8. Trastornos de la función endocrina**

## **UNIDAD 4 CONSERVACIÓN Y HOMEOSTASIS**

**4.1 Sistema cardiovascular.**

**4.2 Sistema Circulatorio**

**4.3 Sistema linfático.**

**4.4 Sistema respiratorio.**

**4.5 Aparato digestivo**

**4.6 Metabolismo**

**4.7 Sistema urinario.**

## Unidad I Organización del cuerpo humano

### I.1 El Cuerpo humano

La **Anatomía** es el estudio de la estructura de los cuerpos organizados. Se refiere comúnmente al cuerpo humano, pero la anatomía comparada correlaciona las estructuras de los diferentes animales y plantas. Este estudio de la forma y estructura de los seres organizados se denomina también **morfología**. La Anatomía se divide en macroscópica (sin ayuda de técnicas de aumento) y microscópica (con ayuda de técnicas de aumento), según el tamaño de las estructuras estudiadas; la última, que se refiere básicamente a los tejidos, se conoce como **histología**. Además, la anatomía del desarrollo o **embriología** se refiere a la descripción del embrión y del feto. Estos son actualmente los tres componentes de todo programa de morfología que se completa, para comprender al ser vivo.

El término Anatomía proviene de la palabra griega *temnein*, que significa cortar, por lo tanto, tradicionalmente el estudio de la anatomía esta ligado etimológicamente a la disección. También se realiza por el estudio de la forma y de los caracteres de la superficie del cuerpo vivo que representa la **anatomía bioscópica o de superficie** y por los métodos clásicos de examen físico del cuerpo humano. Además, este estudio del ser vivo se complementa con la **anatomía endoscópica**, que visualiza el interior de las vísceras con el uso de aparatos ópticos. La **anatomía radiológica**, que aprovecha el efecto fotográfico de los rayos X al penetrar la materia sólida y ser absorbidos de acuerdo con la densidad de aquella. El estudio radiológico se ha complementado con el uso de los medios de contraste con procedimientos especiales, tales como la tomografía o radiografía seriada por planos paralelos, la cinerradiografía y la televisión, que registran y graban una imagen radiográfica en movimiento.

La **escintigrafía** o **gammagrafía** delimita la forma y el tamaño de ciertos órganos por captación de radioisótopos selectivamente administrados. La **termografía**, cuya imagen reproduce el mapa de la radiación térmica y de su reparto en el cuerpo, se usa especialmente para la mama. La **ecografía** o **sonografía**, obtenida por reflexión de ultrasonidos, delimita estructuras aun profundas como las cavidades cardíacas, el espesor de sus paredes, el desplazamiento de las valvas, o vísceras abdominales y pélvicas; se usa de rutina en el monitoreo fetal y la exploración del corazón y sistema circulatorio.

El estudio de la anatomía, o más bien la morfología humana, no se limitan a la disección o mirar bajo el microscopio, sino que se debe tener la imagen de un organismo vivo, funcional y dinámico, para lograr una comprensión completa y satisfactoria tanto de su estructura como de su función. En este curso haremos un estudio sistemático o descriptivo que significa estudiar por sistemas de órganos, es decir, óseo, articular, muscular, etc.

En la Terminología Anatómica cada estructura se designa siguiendo las siguientes características:

- 1.- Cada estructura es designada por un solo término, descartando todo sinónimo.
- 2.- Cada término está en latín y, para la enseñanza, puede ser traducido al idioma vernáculo de cada país.
- 3.- Los términos son, ante todo, breves, simples, con un valor preferiblemente informativo y descriptivo.
- 4.- No se acepta ningún epónimo que indique el nombre de la persona que describió por primera vez una estructura específica, y que es frecuentemente discutido y tergiversado en los distintos países, por ejemplo la trompa de Eustaquio se denomina en nómina como tuba auditiva.

## **Posición Anatómica**

Debido a que el individuo es capaz de adoptar diversas posiciones con el cuerpo, se hizo necesario en anatomía buscar una posición única que permitiera toda descripción anatómica. Una vez definida hay la posibilidad de establecer la ubicación y localización de cada una de las partes, órganos y cavidades del cuerpo humano.

## **Planos anatómicos**

En base a la posición anatómica se trazan tres planos imaginarios. Generalmente se habla de secciones, cortes o planos, pero sólo cuando dividen al cuerpo completo.

### **Plano Coronal o Frontal**

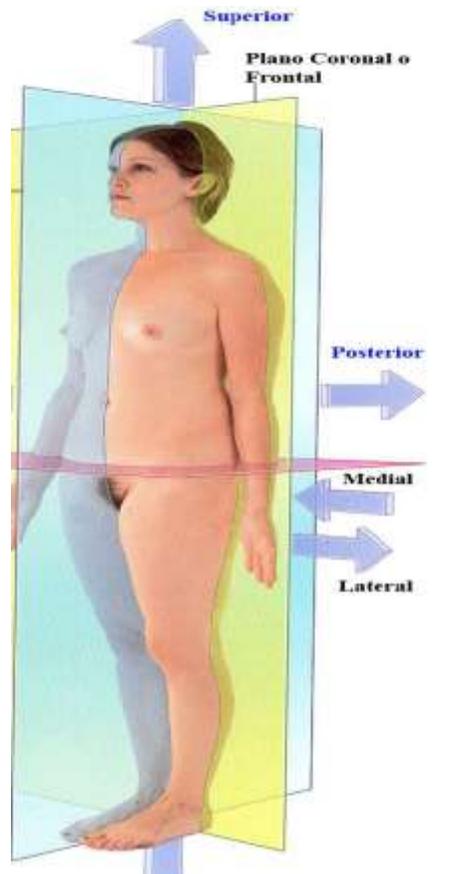
Es el plano que se traza a través de la línea longitudinal media que pasa por las orejas y divide al cuerpo en dos partes NO IGUALES, anterior y posterior. Se llama coronal debido a que pasa por la sutura coronal (Articulación del hueso frontal con los dos parietales).

### **Plano Mediano o Mediosagital**

Línea media perpendicular al plano coronal que divide al cuerpo humano en dos partes asimétricas derecha e izquierda.

### **Plano Horizontal o Axial**

Divide al cuerpo en una mitad superior e inferior.



## TERMINOLOGÍA ANATÓMICA

Son términos que se utilizan para la ubicación de las estructuras y órganos y están basados en la posición anatómica. Normalmente se habla de una línea media o mediana en donde intersectan los planos frontal y mediosagital.

**Superior, Cefálico o Craneal:** Lo que está hacia arriba, superior o más cerca de la cabeza. El húmero se ubica superior al radio.

**Inferior, Podal o Caudal:** Lo que está hacia abajo, inferior o más cerca de los pies. La tibia se ubica inferior al fémur.

**Anterior o Ventral:** Lo que está hacia adelante de la línea mediana, está mirando al frente. El corazón se ubica ventral a la columna vertebral.

**Posterior o Dorsal:** Lo que está hacia atrás de la línea mediana, está mirando hacia la espalda. El corazón se ubica dorsal al esternón.

**Medial:** Lo que se acerca o está más cerca de la línea mediana. La ulna se ubica medial al radio.

**Lateral:** Lo que se aleja o está más lejos de la línea mediana. El radio se ubica lateral a la ulna.

**Proximal:** Lo que se encuentra cerca o próximo del punto de articulación de los miembros (hombro y cadera). La rodilla es proximal en comparación al tobillo.

**Distal:** Lo que se encuentra lejos o distante del punto de articulación de los miembros (hombro y cadera). El tobillo es distal en comparación a la rodilla.

**Externo:** Lo que está por fuera o al exterior de un órgano o estructura. La sustancia compacta se ubica externa en los huesos.

**Interno:** Lo que está por dentro o al interior de un órgano o estructura. La sustancia esponjosa se ubica interna en los huesos.

**Ipsilateral:** Estructura u órgano que se ubica al mismo lado del cuerpo. Ojo derecho y riñón derecho son ipsilaterales.

**Contralateral:** Estructura u órgano que se ubica en el lado contrario del cuerpo. El hemisferio cerebral derecho controla la movilidad contralateral del cuerpo.

**Superficial:** Estructura u órgano que se ubica cerca de la superficie del cuerpo.

**Profundo:** Estructura u órgano que se ubica lejos de la superficie del cuerpo.

Luego del estudio de los términos anatómicos por separado existen **términos combinados** que describen posiciones intermedias o más exactas de lo que se quiere describir. Por ejemplo: **superolateral**, lo que describe que se acerca hacia superior o craneal y alejado del plano medio.

## 1.2 Niveles de organización.

Es difícil estudiar un organismo tan complejo como el ser humano; por eso, analizamos la materia viva desde lo más sencillo hasta lo más complejo.

Pueden distinguirse varios niveles de complejidad o de organización en nuestro cuerpo:

- Nivel atómico.
- Nivel molecular.
- Nivel celular
- Tejido
- Órgano
- Sistema y aparato.

Esas asociaciones forman estructuras cada vez más complejas, además interaccionan entre ellas hasta dar lugar a una gran estructura única que es nuestro cuerpo. Los **átomos** son las partículas más pequeñas de materia que conservan las propiedades químicas del elemento químico al que pertenecen. Los átomos que forman parte de la materia viva se denominan **BIOELEMENTOS**. Los más abundantes son los bioelementos primarios, que son Carbono, Hidrógeno, Oxígeno, Nitrógeno, Fósforo y Azufre. Éstos forman el 96% de la materia viva. Cuando los átomos se unen entre sí forman una estructura de mayor complejidad. Es un nivel superior, el molecular. Los bioelementos se unen para formar **moléculas**. Las moléculas que forman la materia viva y, por tanto son parte de nuestro cuerpo, son las **BIOMOLÉCULAS**.

Los grupos de biomoléculas más importantes son:

**Agua:** sirve como transportador de moléculas, soporte de las reacciones del organismo, disolvente de moléculas, termorregulador...

**Sales minerales:** pueden encontrarse en estado sólido formando estructuras duras, como los dientes, o en disolución, ayudando a mantener constante el medio interno, o siendo las responsables de la contracción de los músculos o del impulso nervioso.

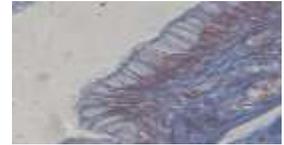
**Glúcidos:** sirven de combustible para el organismo, de reserva de energía y forman estructuras duras.

**Lípidos:** forman estructuras flexibles, sirven de reserva energética y como hormonas o vitaminas.

**Proteínas:** formadas por aminoácidos. Tienen función estructural, de transporte, hormonal, inmunológica, homeostática, enzimática...

**Ácidos nucleicos:** son el ADN y el ARN. Contienen la información genética, en la que se encuentran escritos todos nuestros caracteres.

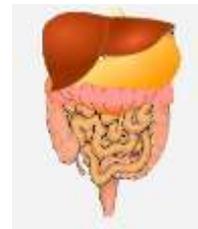
Cuando estas biomoléculas se combinan entre si forman una estructura única, capaz de reaccionar ante todo lo que le rodea. Esta estructura es la **célula**. Los humanos, como otros seres vivos, somos pluricelulares. Nuestras células



se organizan dando lugar a tejidos, órganos, sistemas y aparatos. Un **tejido** es la asociación de células que tienen la misma estructura y función. Un **órgano** está formado por un conjunto de tejidos distintos que, entre todos



realizan una determinada función. Cuando los órganos se asocian para realizar una función vital determinada forman **aparatos y sistemas**. Los **aparatos** se forman por la asociación de órganos con distintas estructuras, como el aparato digestivo o el reproductor. Los sistemas están formados por órganos que tienen la misma estructura, como es el sistema nervioso o el muscular. La asociación de tejidos, órganos, sistemas y aparatos tiene como función la supervivencia del individuo y de la especie.



Los **tejidos** están constituidos por células que presentan la misma estructura y cumplen una misma función.

Se pueden distinguir cuatro grupos de tejidos distintos:

- Tejidos epiteliales.
- Tejidos conectivos.
- Tejidos musculares.
- Tejido nervioso.

## Tejido epitelial

El tejido epitelial recubre la superficie de nuestro cuerpo. Las células están muy juntas y no dejan espacios entre ellas. Puede ser:

- De revestimiento. Las células que lo forman pueden ser cilíndricas, cúbicas o planas. Actúa como protector de la estructura que recubre.
- Glandular. Sus células están especializadas en producir sustancias que liberan al exterior.



## Tejidos conectivos

Los conectivos son un conjunto de tejidos que tienen función estructural y de protección:

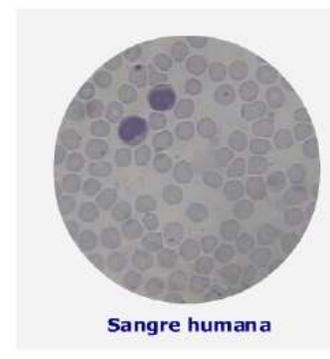
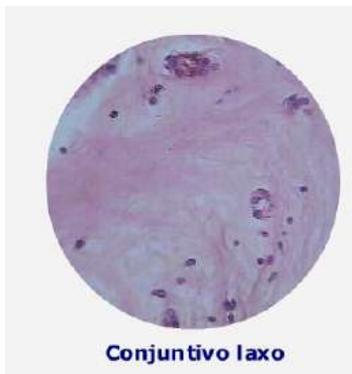
El **tejido conjuntivo** es un tejido resistente con función estructural. Está formado por células llamadas **fibrocitos** que se encargan de sintetizar fibras como el colágeno. Se encuentra uniendo otros tejidos u órganos.

El **tejido adiposo** está formado por células llenas de grasa llamadas **adipocitos**. Actúa como protector de órganos internos, como ocurre con el corazón o el riñón. También sirve como estructura de reserva de energía para el organismo.

El **tejido cartilaginoso** es un tejido de sostén. Forma estructuras duras pero elásticas. Se encuentra en el esqueleto en los embriones y dentro del adulto en las articulaciones, las orejas, la tráquea, la nariz y los discos intervertebrales.

El **tejido óseo** está formado por una matriz dura y células llamadas **osteocitos**. Es un tejido de sostén y forma el esqueleto de los adultos.

La **sangre** es considerada un tejido por las características y funciones múltiples que desarrolla, así mismo porque contiene en su composición elementos para que realice funciones específicas.



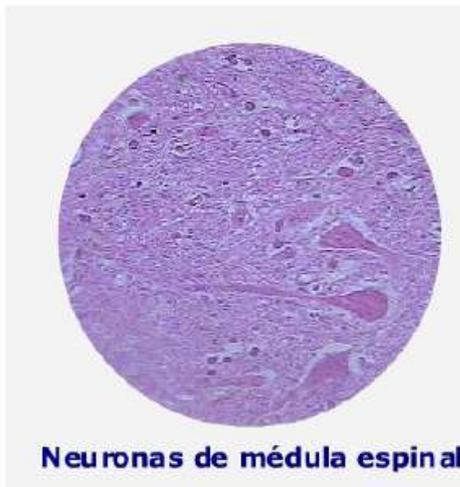
## Tejido muscular

El **tejido muscular** está formado por células alargadas llamadas **fibras musculares**. Forma los músculos y es el responsable del movimiento del movimiento de las partes del cuerpo.



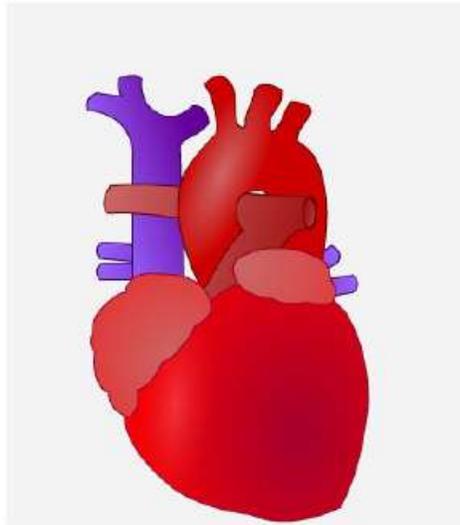
## Tejido nervioso

El **tejido nervioso** está formado por células especializadas llamadas **neuronas** y células de apoyo llamadas neuroglías. Este tejido forma el sistema nervioso.



## Órganos

Los órganos del cuerpo humano están formados por tejidos. Cada órgano realiza una función determinada. Son ejemplos de órganos, el estómago, el corazón, el pulmón, el riñón, etcétera. El corazón es un órgano formado por diferentes tejidos, pero con la misma función, bombear la sangre a todo el cuerpo. Los órganos se presentan agrupados formando un sistema o un aparato. Los sistemas y los aparatos realizan funciones concretas.

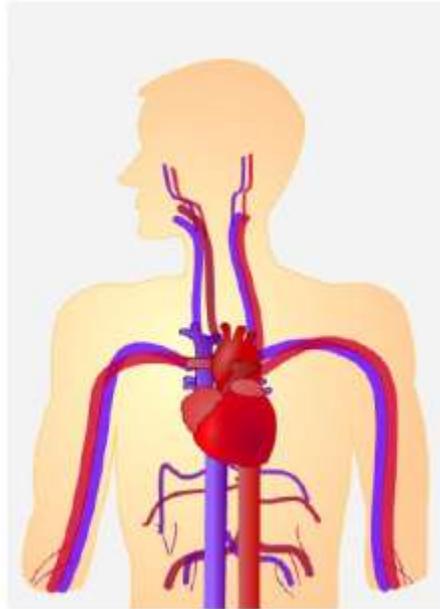


## Sistemas y aparatos

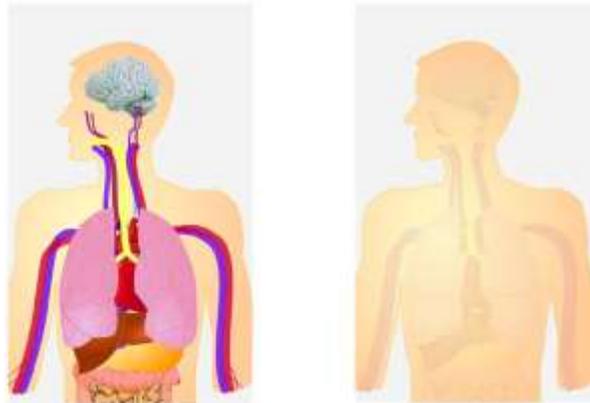
El sistema circulatorio está formado por el corazón, las arterias, las venas y los capilares, y su función consiste en llevar la sangre a todas las células, así como recogerla cargada de residuos.

Otros sistemas o aparatos son:

El sistema nervioso, que se encarga de controlar las funciones vitales, recoger información de los sentidos y elaborar respuestas. El aparato respiratorio, que adquiere el oxígeno necesario el funcionamiento de para las células y expulsa el dióxido de carbono sobrante. El aparato digestivo, que incorpora nueva materia orgánica, realizando la digestión y posterior absorción, así como la defecación de sustancias no absorbidas. Además del aparato excretor, endocrino, locomotor y reproductor.



Los sistemas y aparatos forman un conjunto que funciona simultáneamente. Este conjunto es el organismo humano.



### 1.3 Sistema tegumentario

El sistema tegumentario está formado por la piel y los anexos o faneras. La **piel** es el órgano de mayor extensión en el cuerpo y consiste en una envoltura resistente y flexible, cuyo epitelio de revestimiento se continúa con los de los sistemas respiratorio, digestivo y génito-urinario, a nivel de sus orificios externos.

Las principales funciones que desempeñan son:

- 1.- Protección. La piel evita la entrada de gérmenes patógenos, al ser semipermeable al agua y a drogas de uso externo.
- 2.- Regulación térmica. Ayuda a conservar la temperatura corporal.
- 3.- Excreción. La realiza mediante el sudor.
- 4.- Síntesis. En la piel se sintetiza la vitamina D y la melanina
- 5.- Discriminación sensorial. Debido a que la piel posee los receptores para el tacto, la presión, el calor, el frío y el dolor, mantiene una información al individuo sobre el medio ambiente que lo rodea.

Las **faneras**, como estructuras, contribuyen también a las funciones de la piel ya mencionadas. Entre otras estructuras tenemos: el pelo, las uñas y las glándulas sudoríparas y sebáceas.

### ***Estructura histológica de la piel***

La piel está constituida por dos capas que poseen diferentes estructura y origen: epidermis y dermis que están íntimamente relacionadas.

El espesor de la piel es variables, de 0,5-4 mm o mas y "descansa" sobre un tejido conectivo laxo que también varía desde el tipo laxo hasta el adiposo. Este tejido se denomina **hipodermis** y no forma parte de la piel.

La **epidermis** es la parte más superficial de la piel y está constituida por un tejido epitelial estratificado plano queratinizado, donde se pueden apreciar varias capas o estratos que, en dependencia de su mayor o menor desarrollo permiten clasificar la piel en gruesa y delgada.

La **piel gruesa** se haya en las palmas de las manos y las plan tas de los pies y se caracteriza por presentar una capa gruesa de queratina y por poseer una capa denominada **lúcida** que no existe en la piel delgada. La **piel delgada** también presenta queratina, pero en ella el grosor de la capa de queratina es mucho menor.

### **Piel gruesa**

La observación a simple vista de la piel permite apreciar la presencia de surcos y elevaciones que son debidas a la disposición de las papilas en la dermis subyacente. Estos pliegues son más visibles en las palmas de las manos y en los dedos, y constituyen las huellas digitales. Al M/O la epidermis de la piel gruesa presenta cinco **estratos o capas** que desde la profundidad a la superficie son: basal, espinoso, granuloso, lúcido y córneo.

**Estrato basal.** Llamado también germinativo, está formado por una capa de células cilíndricas que presenta frecuentemente figuras en mitosis. Las células basales en interfase poseen núcleo grande y ovalado, y relativamente escaso citoplasma. El eje mayor celular, así como el nuclear, se disponen perpendicularmente a la membrana basal donde descansan estas células. La membrana basal no se distingue en las preparaciones ordinarias teñidas con H/E, pero puede observarse en preparaciones teñidas con la técnica de PAS y al M/E.

Entre las células de la capa basal pueden observarse otros dos tipos de células: los **melanocitos**, células productoras de melanina y las células de Langerhans, que hoy se saben son macrófagos epidérmicos.

**Estrato espinoso.** Recibe este nombre porque sus células muestran delgadas prolongaciones citoplasmáticas que le dan el aspecto de espinas y que relacionan las prolongaciones de unas células con las de otras. Esta capa está formada por varias hileras de células poliédricas, que se aplanan a medida que se aproximan a la superficie. Al M/E se ha demostrado que estas espinas intercelulares se forman por la presencia de desmosomas entre las células vecinas.

**Estrato granuloso.** Es de grosor variable y posee células aplanadas y grandes: toma su nombre debido al gran contenido granular que presenta. Los gránulos son de **queratohialina**, intensamente basófilos, precursores de la queratina blanda. En esta capa es donde mueren las células epidérmicas.

**Estrato lúcido.** Esta capa no es fácil de apreciar y cuando aparece lo hace como una línea clara y brillante, por encima del estrato granuloso. Este estrato está formado por varias capas de células que muestran núcleos imprecisos. En su citoplasma existe **eleidina**, sustancia que proviene de la transformación de la **queratohialina**.

**Estrato córneo.** Está compuesto por una serie de células de apariencia amorfa, planas y acidófilas. Estas son células muertas, donde todo el citoplasma está lleno de queratina. Las células más superficiales se descaman con facilidad.

#### Piel delgada

La piel delgada cubre todo el cuerpo menos las palmas de las manos y las plantas de los pies, y contiene menos glándulas sudoríparas que la piel gruesa. La presencia de pelos y glándulas sebáceas, así como la ausencia del estrato lúcido, la distinguen fácilmente.

#### ***Estructura de la epidermis al M/E***

Al M/E la epidermis está separada de la dermis por una membrana limitante, **la membrana basal**, que mide 50-70mm de grosor y que se une a la dermis mediante fibrillas reticulares que muestran periodicidad axial.

Todas las células epidérmicas, incluso las del estrato córneo presentan **desmosomas**.

En el citoplasma celular próximo a los desmosomas se aprecian numerosos filamentos, los desmosomas desempeñan una importante función en la adhesión intercelular de la epidermis. Las células basales muestran, además, hemidesmosomas, especializaciones de la membrana plasmática que se relacionan con la membrana basal. La matriz citoplasmática de las células basales es relativamente densa a los electrones y contienen filamentos aislados o en haces, numerosos ribosomas libres y `polirribosomas, mitocondrias, aparato de Golgi, RER poco desarrollado. En la base de las células se observan a menudo vesículas pinocíticas.

Las células espinosas contienen todos los componentes antes mencionados y otros denominados **gránulos laminados**, recubiertos por membrana. Estos gránulos son ovoides y miden de 0,1-0,5 $\mu$ m; están llenos de láminas paralelas de alrededor de 2nm de grosor, orientados a lo largo del eje corto del gránulo. Estos gránulos aparecen primero próximos al aparato de Golgi y luego se observan en todo el citoplasma.

Las células granulosas poseen organitos sintetizadores y numerosos haces de filamentos, así como gránulos laminados y de queratohialina. Los gránulos laminados aquí migran hacia la superficie celular y son descargados en el espacio intercelular.

Los gránulos de queratohialina son redondeados y de tamaño variable, no están limitados por membranas y constan de partículas amorfas de 2 nm atravesados por haces de filamentos.

Las células cornificadas muestran muy pocos organitos y están llenas de filamentos de 6-8 nm incluidos en una matriz amorfa. La membrana plasmática está modificada y mide de 15-20 nm de grosor. En general, la membrana plasmática de las células de la capa córnea es muy ondulada y se interdigita con las membranas plasmáticas de las células adyacentes. Los espacios intercelulares están llenos de un material denso a los electrones, derivado de los gránulos laminados.

### ***Recambio celular en la epidermis***

Funcionalmente el estrato basal es la capa germinativa donde mediante mitosis se preserva el número de células. Las células espinosas y las granulosas son células que se diferencian y las córneas son las células diferenciadas o los productos terminales de la epidermis; por tanto, podemos decir que la epidermis se renueva constantemente: la mitosis en la capa germinativa y la descamación superficial producen un estado de equilibrio que mantiene la integridad epidérmica.

La queratinización no es más que una forma de diferenciación epitelial compuesta por dos estadios: una fase sintetizadora y otra fase degenerativa. En la primera, los filamentos, los gránulos de queratohialina y los laminados se forman en grandes cantidades. Luego de la secreción de los gránulos laminados, el resto del contenido celular, formado principalmente por filamentos y gránulos de queratohialina, se consolida en un material fibroso-amorfo que se envuelve por una cubierta celular engrosada.

La capacidad estructural y la resistencia química de la capa protectora está asegurada por la presencia de grandes cantidades de proteína que contienen azufre, las cuales son insolubles debido a la existencia de enlaces **covalentes**. Son alfa proteínas como la miosina y la fibrina. Estos dos tipos de proteínas en asociación dan flexibilidad, elasticidad y estabilidad a la capa córnea. La membrana plasmática modificada es el componente más resistente de dicha capa. Así, la protección de la epidermis depende fundamentalmente de las células córneas, y esta capa a su vez actúa como una barrera para el movimiento del material a través de la piel. La pérdida de los líquidos corporales o la trayectoria del agua dentro de la piel hacia espacios intercelulares, se evita mediante los grandes depósitos de lípidos bipolares entre las células córneas que se originan a partir del contenido de los gránulos laminados.

### ***Dermis***

Es la capa de la piel sobre la cual "descansa" la epidermis; también se denomina **corion**. Es una capa de tejido conjuntivo constituida por dos regiones bien delimitadas: capa papilar y capa reticular.

La **dermis papilar**, de tejido conjuntivo laxo, se dispone formando proyecciones denominadas **papilas dérmicas** que determinan una ondulación en la epidermis. La dermis papilar es la superior o más superficial que está en contacto con la epidermis y se extiende hasta los espacios que quedan entre las proyecciones epidérmicas, denominadas **clavos epidérmicos interpapilares**. Separando esta capa de la epidermis se encuentra una membrana basal, PAS positiva al M/O.

En las papilas dérmicas podemos encontrar terminaciones nerviosas y una gran vascularización papilar importante para la nutrición de la epidermis, la cual contribuye a la coloración de la piel y a la regulación térmica. En esta capa las fibras colágenas son finas y se disponen paralelas a la superficie. Las fibras elásticas son finas. Además de los componentes fibrosos, la dermis posee una sustancia de cemento que contiene glicosaminoglucanos ácidos (ácido hialurónico y sulfato de condroitina), cuya metacromasia es pronunciada en la dermis papilar próxima a la membrana basal.

En la dermis papilar es frecuente encontrar células del tejido conjuntivo laxo, macrófagos, fibroblastos, mastocitos y otras.

La **dermis reticular** es la más gruesa y está situada debajo de la papilar, donde las fibras colágenas se entretrejen con otros haces fibrosos (elásticos y reticulares) formando una red; esta capa representa el verdadero lecho fibroso de la dermis. Las fibras colágenas muestran una dirección paralela a la superficie cutánea y forman líneas de tensión que son de gran importancia en la cirugía.

Además de los elementos estudiados en la dermis papilar, es necesario señalar que en ella existen numerosos vasos sanguíneos, linfáticos y fibras nerviosas.

Los vasos sanguíneos mayores proporcionan una red de conductos que se anastomosan y forman el plexo cutáneo, desde donde ascienden vasos hacia la dermis superior. Allí existe otra red anastomótica, el **plexo subpapilar**, que proporcionan vasos a cada papila dérmica; la porción venosa también muestra dos plexos. En ciertas áreas del cuerpo como en los dedos existen anastomosis directas arteriovenosas. Los linfáticos cutáneos drenan en los nódulos linfáticos regionales y se disponen también en plexos superficial y profundo. Las fibras nerviosas hacen de la piel un órgano extremadamente sensorial y algunas de sus terminaciones libres penetran en la epidermis.

### **Color de la piel**

Los factores que influyen en la coloración de la piel son los pigmentos caroteno y melanina, y la sangre de los capilares. El **caroteno** es un pigmento amarillento presente en el estrato córneo y en los adipocitos de la dermis. La **melanina**, como habíamos planteado, es el pigmento más importante de la piel. Su color varía desde el amarillo pardo hasta el negro y se encuentra principalmente en la capa basal de la epidermis; es sintetizada por células especializadas de la epidermis, denominadas **melanocitos**. La melanina es un polímero denso de alto peso molecular e insoluble, que se forma a partir de la tirosina.

La tirosina en presencia de una enzima aeróbica, la tirosinasa, se transforma en dihidroxifenilalanina (DOPA) y de ésta a dopaquinona; la conversión de estos aminoácidos constituye el paso inicial en la formación de la melanina. En los cortes histológicos ordinarios los melanocitos se presentan como células pequeñas entremezcladas con las células basales, y en dichos cortes se identifican mejor cuando se incuban en una solución de DOPA. Aparecen como una malla discontinua de células dendríticas, cuyas prolongaciones van a todas direcciones.

Al M/E los melanocitos no muestran desmosomas; poseen unos gránulos pequeños denominados **melanosomas**, en los cuales se sintetiza la melanina. Los melanosomas y su contenido migran a las prolongaciones dendríticas y allí secretan hacia el exterior de la célula. Los melanosomas, por su número, tamaño y patrón de distribución funcionan absorbiendo luz ultravioleta y producen la **pigmentación de la piel**. El grado de pigmentación varía en las diferentes regiones del cuerpo, por lo que existen zonas de pigmentación más intensa, tales como axilas, escroto, pene, labios mayores, pezón, areola y región perianal.

La exposición al sol intensifica la pigmentación melánica, por oscurecimiento de la melanina existente y por incremento en la síntesis de nueva melanina.

Existen también el déficit de melanina, **albinismo**, que es el resultado de la incapacidad de los melanocitos para sintetizar melanina.

En la dermis aparecen algunas células que contienen melanina, los **cromatóforos**; estos no producen el pigmento, sino que lo facilitan.

La cantidad de sangre que circula por la piel, su contenido de hemoglobina y su grado de oxigenación confieren a la piel un tinte que varía entre el rojizo, rosado o violáceo, principalmente en individuos de piel blanca.

## **Faneras**

Las faneras o anejos de la piel son los pelos, las uñas y las glándulas sudoríparas y sebáceas.

## **Pelos**

El pelo propiamente dicho, es decir, el tallo visible al exterior y la raíz situada en el espesor de la dermis, está formado por células epiteliales queratinizadas.

En el hombre existen dos variedades de pelo: vello y pelos gruesos; estos últimos pueden estar intensamente pigmentados. El pelo grueso está constituido por tres capas: médula, corteza y cutícula.

**Médula.** Está formada por dos o tres capas de células cúbicas separadas por espacios de aire o líquido; estas capas poseen queratina blanda. La médula está generalmente poco desarrollada en el hombre.

**Corteza.** Es gruesa y posee queratina dura. Sus células contienen gránulos finos de pigmento que le dan el color, el cual es modificado por el aire que se acumula entre los espacios intercelulares.

**Cutícula.** Está formada por células aplanadas escamosas de queratina dura que se cubren unas a otras como las tejas de un techo y muestran bordes libres dirigidos hacia el exterior. Esta capa forma la cubierta superficial del pelo.

Los vellos carecen de **médula**, la que puede faltar también en algunos pelos del cuero cabelludo, o estar presente sólo en parte del tallo.

La mayor parte del pelo lo constituye la **corteza**, y la mayoría del pigmento del pelo coloreado se encuentra en los espacios intercelulares y dentro de las células corticales. El aumento de espacios aéreos entre las células, junto a la pérdida del pigmento, genera el pelo canoso.

La raíz del pelo es la porción que se inserta en la piel, en el interior del folículo piloso.

La región inferior del folículo se ensancha y forma el **bulbo piloso**, el cual se invagina en su extremo inferior mediante una proyección cónica de la dermis denominada **papila pilosa**; esta contiene los vasos sanguíneos que aportan los nutrientes a las células en crecimiento del bulbo piloso.

### ***Folículo piloso***

El folículo piloso está constituido por un componente epitelial interno y un componente conjuntivo externo. La parte epitelial deriva de la epidermis y está compuesta por una vaina epitelial interna y otra externa. La porción conjuntiva se forma a partir de la dermis.

La vaina **epitelial interna** se corresponde con las capas superficiales de la epidermis, las que se han especializado y dan origen a tres capas. La más interna, cutícula, donde los bordes libres se engranan con los bordes libres de la cutícula del pelo. Las células son escamosas y se cubren "en teja", de abajo hacia arriba.

Por la parte externa de la cutícula se presenta una capa de células alargadas, denominadas **capa de Huxley**, células que contienen gránulos similares a los de queratohialina, aunque difieren químicamente de ellos; reciben el nombre de **gránulos de tricohialina** y se tiñen con la eosina.

La siguiente capa es la capa de Henle, formada por células aplanadas que contienen queratina. La **vaina epitelial externa** es una continuación del estrato de Malpighi. Las células de la capa externa son cilíndricas y en su superficie se continúan con las células espinosas del estrato espinoso de la epidermis.

La porción conjuntiva del folículo presenta tres capas: **membrana vítrea**, banda clara adyacente a las células cilíndricas de la vaina epitelial externa, es la lámina basal; **capa media**, tejido conjuntivo fino con fibras orientadas circularmente, y la **capa más externa**, poco desarrollada y con fibras elásticas y, colágenas, estas últimas dispuestas longitudinalmente. Una banda de fibras musculares lisas, el **músculo erector** del pelo, está fijado por un extremo a la capa papilar de la dermis y, por el otro, a la vaina de tejido conjuntivo del folículo piloso.

Cuando el músculo se contrae por diversos estímulos (frío, miedo, etc.), mueve el pelo y lo coloca en su posición más vertical, deprimiendo al mismo tiempo la piel en la región de su inserción y, elevando la piel de la región inmediata al pelo. La piel se pone "carne de gallina", como se denomina comúnmente.

### **Glándulas sebáceas**

Como ya se explicó, en el tercio superior del pelo la vaina radicular externa prolifera y se diferencia en células que constituyen una glándula sebácea. Las glándulas sebáceas no existen en las palmas de las manos ni en las plantas de los pies, y son numerosas en la cara y el cuero cabelludo. Se consideran típicas glándulas holocrinas.

Generalmente las glándulas sebáceas forman parte integral del folículo pilosebáceo y vacían su contenido en el canal folicular a través de un corto conducto. Las glándulas sebáceas que no están asociadas con el pelo vierten su secreción en la superficie.

Las glándulas sebáceas son andrógenodependientes y poseen células productoras de lípidos. Las células más externas del acino glandular, las basales, se apoyan sobre la lámina basal, similar a la epidérmica.

Las células germinativas de la glándula son pequeñas, aplanadas o cuboidales y densamente basófilas. A medida que se profundiza en el acino las células se cargan de lípidos, aumentan de tamaño, sus núcleos se distorsionan y desintegran; las células se rompen y forman el sebo, que es el producto lipídico de las glándulas.

Al microscopio electrónico se diferencian tres tipos celulares: **basales**, que contienen abundante RER, ribosomas libres, glucógeno, mitocondrias y filamentos; **parcialmente diferenciadas**, con abundante REL y lípidos cubiertos por membrana; y **más diferenciadas**, que muestran un núcleo de forma irregular y citoplasma ocupado por lípidos que comprimen restos o bridas citoplasmáticas.

### **Glándulas sudoríparas**

Están situadas en la hipodermis y se localizan en casi toda la piel, excepto en labios y tímpano. Son de dos tipos: apocrinas y ecrinas.

Las **apocrinas** están restringidas a las axilas, la región anogenital, la areola mamaria y el conducto auditivo externo (glándulas ceruminosas) y a los párpados (glándulas de Moll). Son estimuladas por las hormonas sexuales y aparecen en la pubertad.

Estas glándulas son grandes, ramificadas, tubulares y se abren en la porción superior del folículo piloso. Sus túbulos tienen un tipo único de células secretorias eosinófilas cuboidales o cilíndricas, con el núcleo redondeado y localizado hacia la base, y nucleolo prominente. Rodeando a las células secretorias existen células mioepiteliales. Las glándulas sudoríparas apocrinas producen un líquido viscoso que contiene cromógenos y proteínas. Responden a estímulos tales como el miedo y el dolor; su secreción es inodora, pero se vuelve odorífera cuando se combina con las bacterias cutáneas.

Las **ecrinas** abren directamente en la piel mediante un conducto tortuoso, y se distribuyen por toda la superficie corporal excepto en los labios, el glande, la superficie interna del prepucio y los labios menores. Son más densas en las palmas de las manos y las plantas de los pies, donde sus conductos se abren en las elevaciones como agujeritos.

En el túbulo glandular existen tres tipos de células: en la periferia del túbulo, una capa de **células mioepiteliales** que se encuentran sobre una lámina basal (las células mioepiteliales son células fusiformes dispuestas paralelamente al túbulo), **células secretorias**, que pueden ser claras y apoyarse sobre las mioepiteliales o sobre la lámina basal, y **oscuras de citoplasma basófilo**. Al M/E las células claras contienen abundantes mitocondrias, glucógeno y REL desarrollado; entre las células claras existen canalículos que se abren a la luz del túbulo; las células oscuras están llenas de vacuolas densas a los electrones que contienen mucina, y la superficie luminal posee gran cantidad de microvellosidades. Además, se aprecia que el conducto excretor posee doble fila de células y la luz está tapizada por un material acidófilo.

Las glándulas están inervadas por fibras nerviosas simpáticas postganglionares, y responden también a estímulos colinérgicos y a drogas adrenérgicas.

## Uñas

Las **uñas** son placas córneas rectangulares unidas al lecho ungueal, son semitransparentes y muestran el color de los tejidos subyacentes ricos en vasos sanguíneos. Cerca del pliegue proximal se observa una zona blanquecina semicircular denominada **lúnula**, la cual no es más que la matriz que contiene células epiteliales empaquetadas desde donde la uña crece. En la base de la matriz las células más profundas son cilíndricas y por encima de ellas hay varias capas de células poliédricas. Ambos tipos celulares poseen grandes núcleos y su citoplasma contiene tonofibrillas. A medida que las células se aproximan a la superficie se hacen mayores y se aplanan; contienen más tonofibrillas, pero no poseen queratohialina. Las células córneas son planas.

Al M/E la matriz se separa de la dermis por una membrana basal. Las células de la matriz son similares a las basales epidérmicas, son las células germinativas y, por tanto, son responsables del crecimiento continuo de las uñas. Las células poliédricas contienen masas proteicas fibrosas y amorfas insolubles denominadas **queratina de la uña**, con un alto contenido de azufre que explica la alta estabilidad y su resistencia química.

## 1.4 Trastornos frecuentes de la piel

### Definiciones de síntomas

**Alopecia** o pérdida de cabello. Esta patología puede ser el resultado de un proceso normal de envejecimiento o puede ser inducida por fármacos, enfermedades o por determinadas formas de dermatitis. Se produce cuando la reposición de las fibras del cabello no se ajusta a la pérdida normal de cabello.

**Edema.** Inflamación de la piel.

**Eritema.** Enrojecimiento de la piel.

**Equimosis.** Provocada por hemorragias en la piel. Se les conoce normalmente como moratones o hematomas.

**Petequia.** Son pequeñas hemorragias muy localizadas. Las petequias son una manifestación de las equimosis de menor tamaño.

**Prurito.** El prurito está asociado a la mayoría de formas de la dermatitis así como a otras muchas patologías. Se produce como resultado de una estimulación de la retícula de la piel por las enzimas liberadas en las reacciones alérgicas, así como por irritaciones provocadas por sustancias presentes en la sangre o por cuerpos extraños.

**Púrpura.** Agrupación de equimosis y de petequias en cualquier parte del cuerpo

### *Trastornos de las glándulas sebáceas*

**Comedones.** También llamados puntos negros o barrillos, son pequeñas masas de sebo endurecido y decolorado que se forman en los poros de la piel. Los comedones se dan frecuentemente en el rostro, el pecho, la espalda y los hombros.

**Miliaria.** Conocida también como sudamina, es la acumulación de materia sebácea bajo la piel. La miliaria está asociada con una piel seca y de fina textura. Por lo general se presenta en el rostro y, en ocasiones, en la espalda, los hombros y el pecho. Tiene el aspecto de granos de arena bajo la piel.

**Acné.** Se da cuando se obtura un folículo piloso impidiendo que la materia sebácea llegue hasta la superficie de la piel. Normalmente esta obturación está causada por células muertas que contienen queratina. Durante la adolescencia el acné normalmente obedece a un exceso de estimulación de las glándulas sebáceas relacionado con cambios hormonales. El acné vulgar es la variedad más común de acné. El acné se presenta acompañado de comedones rojos e hinchados, llenos de pus, así como de pústulas y granos. Normalmente el acné se manifiesta en el rostro, la espalda, el pecho y los hombros.

**Seborrea.** Obedece a una excesiva secreción de materia sebácea de las glándulas sebáceas. Con frecuencia es la causa que desencadena el acné.

**Rosácea.** Es un trastorno de la piel que cursa con inflamación crónica de pómulos y nariz, y que se caracteriza por la formación de pápulas y de pústulas, enrojecimiento y dilatación de los vasos sanguíneos.

**Quiste sebáceo** (quiste queratinoso) es una hinchazón de crecimiento lento de la piel que contiene material cutáneo muerto, así como desechos y otras partículas de la piel. Pueden ser diminutos y aparecer en cualquier parte del cuerpo, más frecuentemente en el cuero cabelludo, orejas, cara, espalda o escroto.

**Forúnculo.** Es un absceso subcutáneo con pus, provocado por bacterias que han accedido a través del folículo piloso. Los forúnculos, de no prestarles la debida atención, pueden resultar muy dolorosos. **Esteatosis.** Es una patología de la piel que se caracteriza por una piel seca y escamosa, con una ausencia total o parcial de sebo. Esta patología es propia de la edad senil y de algunos trastornos del organismo.

### ***Trastornos inflamatorios Dermatitis.***

Es el término que se emplea para describir cualquier inflamación de la piel. Las lesiones pueden presentar diferentes formas, como vesículas o pústulas.

**Psoriasis.** Es una dermatitis crónica y recurrente que se caracteriza por la aparición de escamas de color gris plata que cubren zonas rojas de la piel. La psoriasis normalmente se da en rodillas, codos y cuero cabelludo. La psoriasis no es ni contagiosa ni infecciosa, sino que obedece a una mayor tasa de crecimiento de la capa basal de la epidermis.

**Herpes simple.** Es una infección inflamatoria aguda de la piel, que forma vesículas brillantes e hinchadas inflamadas por su base. Aparece alrededor de la boca y de la nariz. Normalmente desaparece en 7-14 días.

**Dermatitis irritante de contacto.** Obedece a un daño físico y químico directo sobre la piel, por ejemplo, por jabón, agua, viento, detergentes, aceites, grasas o alquitrán. Algunas formas de dermatitis son el resultado de factores hereditarios o endógenos (que proceden del interior), como por ejemplo la dermatitis atópica (eccema infantil).

**Eccema o urticaria.** Es un trastorno inflamatorio. El eccema es una erupción escamosa de color rojo que se da con frecuencia en los pliegues de la piel. La urticaria se presenta en forma de lesiones con aspecto de verdugón, elevadas y de color rojo que normalmente se dan en el cuello y el rostro. Estas dermatitis crónicas o agudas frecuentemente van asociadas con lesiones eritematosas o papulovesiculares. Normalmente se desconoce la causa. El eccema es una reacción alérgica frecuente en niños aunque también puede darse en adultos. Con frecuencia la alergia es a los alimentos, al polvo o a los pólenes.

**Hematoma.** Es una lesión producida en la piel en aquel punto donde la piel no se ha roto, provocando una decoloración de color rojo azulado.

### ***Pigmentación anormal de la piel***

**Bronceado.** Es el oscurecimiento de la piel tras su exposición al sol.

**Pecas.** Son puntos marrones, redondos y planos que contienen melanina adicional. Las pecas normalmente se dan en aquellos individuos que tienen una predisposición genética tras su exposición a la luz solar o a otra fuente de luz ultravioleta.

**Manchas.** Son decoloraciones anormales y permanentes de la piel, normalmente en forma de mancha marrón, y de forma circular o irregular. El color es fruto de la presencia de sangre bajo la piel. Se dan con la edad, tras padecer determinadas enfermedades y tras la eliminación de pecas, lunares o manchas seniles.

### ***Estados patológicos de la piel***

**Gangrena.** Es la muerte de un tejido asociada con la pérdida del flujo sanguíneo.

**Hematoma.** Es la formación de sangre bajo la piel. Impétigo. Se trata de una enfermedad inflamatoria de la piel, de etiología bacteriana, que se caracteriza por la formación de ampollas, pústulas y costras sobre las lesiones.

**Pénfigo.** Se caracteriza por erupciones con formación de vesículas que afectan a la piel y a las membranas mucosas. Pemfigo es el término griego para ampolla.

**Esclerodermia.** Se trata de una enfermedad crónica de la piel provocada por la infiltración de tejido fibroso o esclerosis en la misma. La esclerodermia conduce a un endurecimiento, pigmentación y atrofia de la piel y de los órganos internos, como riñones, pulmones y esófago. El tratamiento consiste en fisioterapia y administración paliativa de fármacos (esteroides).

**Escabios o sarna.** Se trata de una enfermedad contagiosa de la piel provocada por la infiltración de tejido fibroso o esclerosis en la misma. La sarna es fácilmente transmisible por el contacto directo, por el contacto de prendas y ropa, y por vía sexual. El tratamiento con fármacos de uso tópico (sobre la piel) es eficaz en la eliminación del ácaro de la sarna.

**Tumor escamoso.** Se dice de un tumor maligno ulcerante que puede propagarse hacia otras partes del cuerpo. En la piel suele darse en zonas en las que previamente ha existido algún tipo de daño como, por ejemplo, daños por radiación, quemaduras o escaldaduras.

**Lupus sistémico.** Se trata de una enfermedad autoinmune. Esto quiere decir que las defensas del cuerpo contra la infección atacan su propio tejido, causando inflamación. Ciertas zonas de la piel o de las articulaciones comienzan a doler, se enrojecen y se inflaman. También puede afectar a otras partes del organismo, como los músculos, los riñones, el sistema nervioso, la sangre, los pulmones y el corazón.

**Tinea o tiña.** Es una infección provocada por un hongo. Esta enfermedad fúngica cutánea presenta muchas formas diferentes. Como ejemplos se puede citar la culebrilla o el pie de atleta.

**Exantema.** Es la erupción (exantema) de la piel debido a una infección vírica. Son ejemplos de enfermedades víricas exantematosas la rubeola, el sarampión y la varicela.

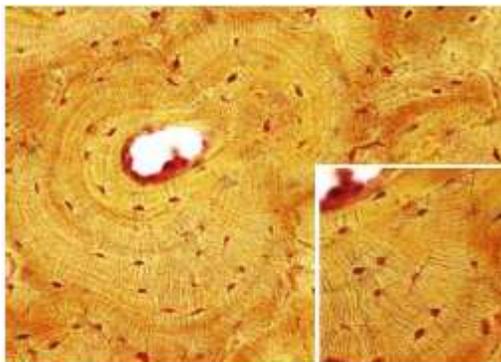
## Unidad 2. Sostén y movimiento

### 2.1 Tejido óseo

Los huesos están formados primordialmente por **tejido óseo**, aunque éste está acompañado por **tejido conectivo propiamente dicho** y por **tejido cartilaginoso**.

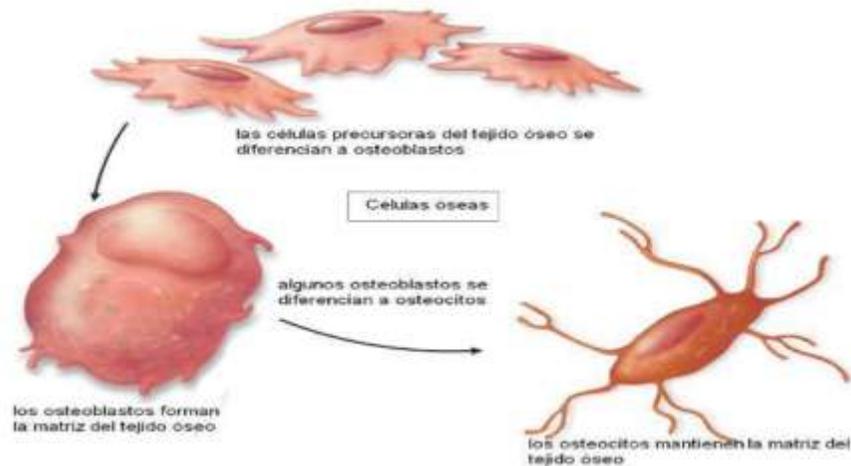
El tejido conectivo forma el **periostio** y el **endostio**, membranas que revisten las superficies externa e interna de los huesos, respectivamente.

El endostio está formado por tejido conectivo, con abundantes vasos sanguíneos, células osteogénicas y osteoblastos. En el adulto, contiene células inactivas que conservan la capacidad osteogénica en caso de lesión ósea para su reparación. El endostio, también tiene capacidad osteogénica.



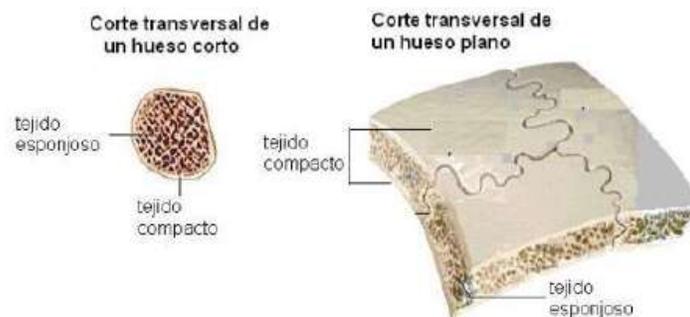
Las células formadoras del tejido óseo son los **osteoblastos**. Los osteoblastos segregan los componentes de la matriz extracelular (MEC); son células con un importante desarrollo del RER. La matriz extracelular recibe el nombre de **sustancia osteoide** y contiene proteoglicanos, glicoproteínas y abundantes fibras colágenas. Los osteoblastos depositan sobre las fibras colágenas las sales de hidroaxipatita (fosfato de calcio) que mineralizan el hueso, otorgándole rigidez. Gran parte del calcio y del fosfato del organismo se encuentran en el tejido óseo. Cuando las células quedan completamente rodeadas por la MEC, reciben el nombre de **osteocitos**. Éstas presentan un cuerpo central, donde se ubican el núcleo y la mayor parte del citoplasma, y prolongaciones delgadas que les dan un aspecto arañeiforme (forma de araña).

Las prolongaciones de los osteocitos se extienden por el interior de canalículos que quedan excavados en la sustancia intercelular y, a través de los mismos, distintos osteocitos pueden conectarse entre sí.



A medida que se produce el depósito de MEC alrededor de las células, durante la formación del hueso, quedan constituidas las **laminillas de tejido óseo**. Las laminillas óseas pueden relacionarse unas con otras de diferente manera, determinando así dos variedades de tejido óseo: **esponjoso y compacto**.

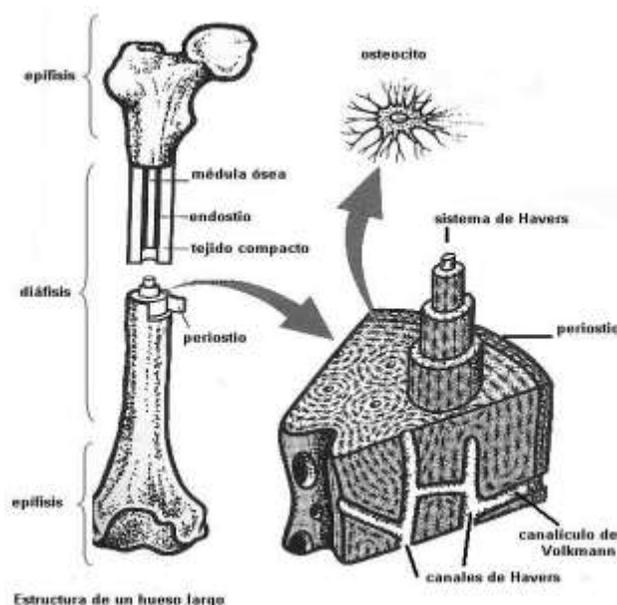
En el **tejido óseo esponjoso**, las laminillas se disponen formando trabéculas, que siguen distintas direcciones del espacio, en un entramado con huecos, semejante a una esponja. En los espacios del tejido esponjoso se aloja la médula ósea, un tejido blando cuya función, la hematopoyesis, consiste en la formación de células sanguíneas. En el **tejido óseo compacto**, cada laminilla de tejido se superpone con sus vecinas sin dejar espacios.



Las dos variedades de tejido óseo se encuentran formando parte de los huesos cortos, planos y largos, distribuidas de la siguiente forma:

Tipo de Hueso		Ubicación del Tejido Óseo Compacto	Ubicación del Tejido Óseo Esponjoso
Corto		Se dispone en la periferia del hueso, en laminillas paralelas a la superficie de cada una de las caras.	Ocupa el interior del hueso.
Plano		Forma dos tablas, una en cada cara del hueso.	Ocupa el espacio central, comprendido entre las dos tablas de hueso compacto. Se lo denomina diploe.
Largo	Epífisis(Extremo)	La epífisis es similar a un hueso corto. El tejido compacto se dispone en la superficie de la epífisis.	Ocupa el interior de la epífisis.
	Diáfisis (cuerpo)	Reviste la superficie externa de la diáfisis y delimita el canal medular, ubicado en el centro. Entre ambas capas se ubican los sistemas de Havers.	Entre los sistemas de Havers.

La **diáfisis** o cuerpo de los huesos largos presenta un revestimiento de tejido óseo compacto, formado por laminillas concéntricas dispuestas a modo de un manguito. Internamente, otro manguito de tejido óseo compacto forma el límite del canal medular excavado en la parte central del hueso. El canal medular contiene médula ósea. El espesor de la diáfisis, comprendido entre ambos manguitos de tejido compacto, está ocupado por los **sistemas de Havers u osteones**. Cada sistema de Havers es un cilindro formado por varias laminillas óseas concéntricas, que contiene un vaso sanguíneo en su parte central. **Canalículos** transversales conectan los sistemas de Havers entre sí a distintas alturas, permitiendo la comunicación entre los vasos sanguíneos que nutren al hueso.



## Osificación

La **osificación** es el proceso de formación de los huesos, que comienza en la vida intrauterina. Hay dos tipos de osificación: intramembranosa y endocondral.

En la **osificación intramembranosa**, los huesos se forman cuando las células fetales precursoras de los tejidos conectivos (mesénquima) se transforman en tejido óseo. Dicha transformación se inicia en ciertos puntos del hueso llamados centros de osificación, y a partir de ellos el proceso se extiende al resto del hueso. La osificación intramembranosa ocurre, por ejemplo, en los huesos del cráneo. Otros, como los huesos largos, se modelan primero en cartílago. Éste es posteriormente reabsorbido y reemplazado por tejido óseo. Esta forma de osificación se denomina **endocondral**. Ya osificados, los huesos largos conservan un sector de cartílago en la zona de unión de la diáfisis con las epífisis: el **cartílago de crecimiento**. Éste no se reemplaza por tejido óseo hasta los 20 ó 25 años; entretanto, la división celular del cartílago de crecimiento permite el crecimiento en longitud del hueso.

El tejido óseo es metabólicamente muy activo. Los huesos crecen durante la infancia y la adolescencia y realizan una continua actividad de remodelación a lo largo de la vida. La remodelación está influida por la actividad física desarrollada. El crecimiento y la remodelación de los huesos resultan de la acción combinada de los **osteoclastos** y los **osteoblastos**.

Los **osteoclastos** son células de gran tamaño, multinucleadas, formadas por la fusión de monocitos provenientes de la médula ósea y con un elevado contenido de enzimas lisosómicas.

Cuando un hueso va a ser remodelado, los osteoclastos aparecen sobre la superficie del mismo. Interactúan con la MEC a través de una superficie secretora plegada (ribete en cepillo) liberando ácidos y enzimas que provocan la degradación de sus componentes. Este proceso se denomina **resorción ósea**. El crecimiento de los huesos requiere resorción de algunas partes a cargo de los osteoclastos, y **formación de nueva matriz**, a cargo de los osteoblastos.



Después de la adolescencia, la **remodelación** del hueso continúa. En pequeñas placas dentro del hueso se van alternando procesos de resorción y formación de tejido. Sin embargo, ya no hay aumento de la masa ósea, porque ambos procesos se compensan. A partir de los 35-40 años, la resorción se hace predominante, causando una pérdida gradual de masa ósea. Después de una **fractura**, el hueso se autorrepara repitiendo el proceso embrionario original. Para ello, requiere un modelo de cartílago en la zona de fractura. Las células cartilaginosas se diferencian a partir del periostio. El cartílago es reemplazado luego por el trabajo conjunto de osteoclastos y osteoblastos.

## Funciones

1. Soporte y protección del cuerpo.
2. Reservorio para los iones calcio y fosfato, interviene en la regulación del calcio del organismo: Tanto el calcio como el fosfato pueden ser movilizados de la matriz ósea a la sangre según las necesidades del organismo, y así mantener las concentraciones adecuadas.
3. Contiene las células madre formadoras de las células sanguíneas.

## 2.2 Esqueleto axial y apendicular

El esqueleto humano se divide en axial y apendicular. El **esqueleto axial** comprende el cráneo, la columna vertebral, el esternón y las costillas. El **esqueleto apendicular**, cuyos huesos forman los apéndices, extremidades y sus uniones al esqueleto axial, incluye a los cinturones pectoral y pélvico, y a los huesos de los brazos, piernas, manos y pies. El esqueleto está formado por 206 huesos.

### Huesos sistema esquelético apendicular (126)

#### CINGULO ESCAPULAR (4):

- 2 clavículas (largo)
- 2 escápulas (ancho)

#### MIEMBRO SUPERIOR (30):

- 2 Húmero (largo)
- 2 Radio (largo)
- 2 Ulna (largo)
- Carpo Fila Proximal (breves, excepto pisiforme que es sesamoideo):
- Escafoides, semilunar, piramidal, pisiforme
- Carpo Fila Distal (breves): trapecio, trapezoide, hueso capitato (grande) y hamato (ganchoso)
- 5 metacarpianos (largos)
- 14 falanges (largos)

CINGULO PELVICO (2): coxales o ilíaco (ancho)

MIEMBRO INFERIOR (30):

- 2Fémur (largo)
- 2Patela (rótula), hueso sesamoideo.
- 2Tibia (largo)
- 2Fíbula (largo)
- Tarso Fila Posterior (breves): calcáneo, talo (astrágalo)
- Tarso Fila Anterior (breves): navicular (escafoides), cuboides, tres cuneiformes (medial, intermedio y lateral)
- 5 metatarsianos (largos)
- 14 falanges (largos)

**Huesos sistema esquelético axil (80)**

CABEZA OSEA (22):

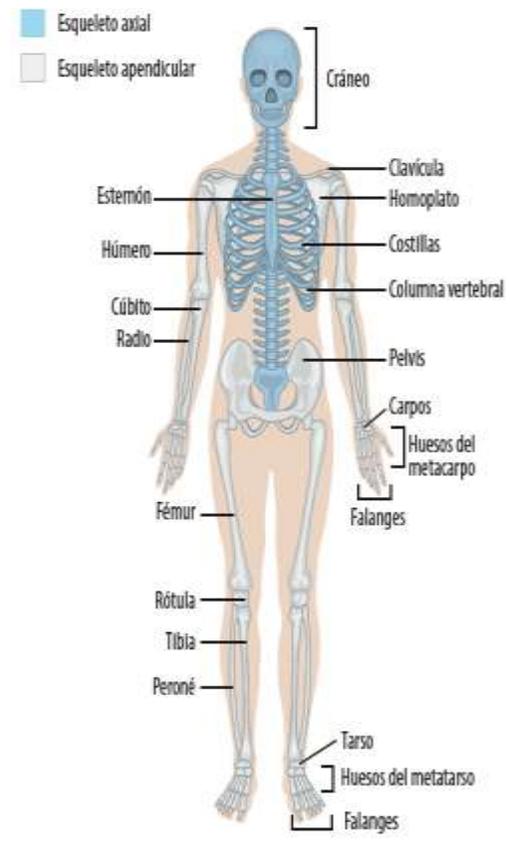
- CRANEO (8) (planos): temporal (2), parietal (2), occipital (1), frontal (1), esfenoides (1), etmoides (1).
- CARA (14) (irregulares): lacrimal (2), nasal (2), maxila (2), vómer (1), mandíbula (1), conchas nasales (2), palatino (2), cigomático (2).

COLUMNA VERTEBRAL:

- Vértebras Libres (irregulares): cervicales (7), torácicas (12) y lumbares (5)
- Vértebras Fusionadas (anchos): sacro (1) y cóccix (1).

TORAX: 24 costillas y 1 esternón.

HUESO HIOIDES Y HUESOS DEL OIDO (6) (maléolo, incus y estapedio).



## 2.3 Articulaciones

Las articulaciones están formadas por un conjunto de formaciones anatómicas que unen (aproximan) a dos o más huesos; y gracias a ellas, los diferentes segmentos que forman el esqueleto humano, pueden moverse y desplazarse, unos en relación a otros.

Para el estudio de las articulaciones (artrología o sindesmología), las clasificaremos según el mayor o menor grado de movilidad que ellas presenten:

- Articulaciones semimóviles o ANFIARTROSIS
- Articulaciones móviles o DIARTROSIS
- Articulaciones inmóviles o SINARTROSIS

Pero este tipo de clasificación ha traído problemas en su interpretación, es por eso que se ha preferido clasificarlas de acuerdo a la sustancia interpuesta entre las superficies articulares.

- Articulaciones Fibrosas
- Articulaciones Cartilaginosas
- Articulaciones Sinoviales

Actualmente, han existido discusiones respecto a la clasificación de las articulaciones. Algunos anatomistas prefieren la clasificación antigua y otros la moderna. En realidad ambas clasificaciones presentan ventajas y desventajas. Es por este motivo que en este documento se da a conocer ambas clasificaciones, las cuales debes dominar porque son utilizadas por distinta bibliografías.

## **I.- Clasificación según el tipo de movilidad**

### **I.- Sinartrosis**

Estas articulaciones inmóviles, las encontramos en los huesos del cráneo de un adulto, y los de la cara.

Los huesos desarrollados por osificación endocondral se hallan reunidos por cartílagos (sincondrosis). Los que proceden directamente de un esbozo membranoso están unidos por tejido fibroso (sinfibrosis). En el recién nacido los huesos del cráneo están separados entre sí por membranas de tejido conjuntivo denominado fontanela (mollera en el lenguaje común), que se van osificando (sinostosis) y dan origen a las suturas.

Según la configuración de las superficies articulares, las sinfibrosis se dividen en cuatro categorías:

- SUTURAS DENTADAS: presentan engranamientos o dentelladuras
- SUTURAS ESCAMOSAS: las superficies en contacto están talladas a bisel.
- SUTURAS ARMONICAS: en ellas se ponen en contacto superficies planas y rugosas
- ESQUINDILEISIS: una superficie en forma de cresta se articula con una ranura, como sucede en la articulación del vómer con el cuerpo del esfenoides.

## 2.- Anfiartrosis

En estas articulaciones los movimientos son limitados, de poca amplitud y presentan las siguientes características:

- carecen de cavidad sinovial
- las superficies articulares, que están recubiertas por un cartílago articular, poseen formaciones fibrosas o fibrocartilagíneas que se interponen entre ambos huesos.
- presentan ligamentos periféricos que rodean la articulación.

La articulación entre dos cuerpos vertebrales y la sínfisis púbica son ejemplos de anfiartrosis. Cuando en el espesor de la formación interósea existe una hendidura, la articulación pertenece al tipo de las diartroanfiartrosis, como por ejemplo la articulación sacroilíaca.

## 3.- Diartrosis

Son articulaciones muy móviles, de gran complejidad anatómica y funcional. Tienen en común las formaciones anatómicas de base que las constituyen:

- las superficies óseas están revestidas de cartílago
- los huesos están unidos por una cápsula articular y ligamentos
- la cápsula presenta un revestimiento sinovial en su cara interna

Según la forma de las superficies articulares, las diartrosis se clasifican en:

**ENARTROSIS:** las superficies articulares son esféricas o casi esféricas. Una de ellas convexa, se aloja en una superficie cóncava. (Hombro, cadera)

**CONDILEAS:** las superficies articulares están representadas por dos segmentos elipsoidales dispuestos en sentido inverso (articulación radiocarpiana: cóndilo carpiano convexo, extremo inferior del radio cóncavo). Se distinguen en ellas dos subgéneros:

- BICONDILEAS SIMPLES:** dos superficies convexas deslizan una sobre la otra (articulación temporomaxilar de menisco interpuesto)
- BICONDILEAS DOBLES:** dos cóndilos de una epífisis entran en contacto con superficies más o menos cóncavas o planocóncavas (articulación de la rodilla)

**ENCAJE RECÍPROCO O CONDILEAS INVERTIDAS O CONFIGURADA EN SILLA DE MONTAR:** cada una de las superficies articulares es cóncava en un sentido y convexa en el otro. La concavidad de una corresponde a la convexidad de la otra (articulaciones trapeciometacarpiana, calcaneocuboideas)

**TROCLEAR O TROCLEARTROSIS:** una de las superficies tiene forma de polea, en cuya "garganta" se aloja la saliente de la superficie articular opuesta (articulación humerocubital)

**TROCOIDES:** las superficies articulares son segmentos de cilindro, uno convexo y otro cóncavo (articulación radiocubital superior)

**ARTRODIAS:** presenta superficies articulares más o menos planas que se deslizan una sobre otra (apófisis articulares vertebrales, llamados hoy procesos articulares vertebrales).

**SINSARCOSIS:** se da esta denominación a espacios celulosos de deslizamiento y no a articulaciones verdaderas (espacios interserratorácico, interserratoescapular, espacios previsceral y retrovisceral del cuello).

## ***II.- Clasificación según sustancia interpuesta entre las superficies articulares.***

### ***I.- articulaciones fibrosas***

Como ya se ha dicho, los huesos de estas articulaciones se unen por tejido fibroso. El grado de movilidad que ocurre en la articulación fibrosa (sinartrosis) depende de la longitud de las fibras que unen los huesos.

**SUTURAS.** Aunque los huesos se encuentran separados, se mantienen unidos por varias túnicas de tejido conjuntivo robusto. La unión de las superficies de articulación es muy grande y existe muy poco movimiento entre los huesos. Las suturas sólo ocurren en el cráneo; por eso se habla a veces de articulaciones "de tipo craneal". Los bordes de los huesos pueden superponerse (sutura escamosa) o interdigitarse entre sí (sutura de dientes de sierra). Los huesos de la bóveda del cráneo del recién nacido no se hallan totalmente en contacto. Existen zonas en donde las suturas crean una zona amplia de tejido fibroso ("manchas Blandas") que se denominan fontanelas.

La fontanela anterior es la más prominente de todas. La fusión de los huesos por las líneas de sutura (sinostosis) se inicia en la cara interna de la bóveda del cráneo al iniciarse la tercera década de la vida y continúa su progresión después, En las personas muy ancianas se borran prácticamente todos los signos de suturas craneales.

Sindesmosis (del griego syndesmos, ligamento). Los huesos que forman este tipo de articulación fibrosa se unen por una lámina de tejido fibroso. El tejido puede ser un ligamento o membrana fibrosa; p.ej., la membrana interósea comunica el borde interóseo de la ulna. El movimiento que permite la sindesmosis puede ser mínimo o considerable. El grado, de movimiento depende de la distancia entre los huesos y de la flexibilidad del tejido fibroso de conexión. La membrana interósea entre los huesos del antebrazo es suficientemente amplia y flexible para que ocurra un movimiento considerable, como se observa durante la pronación y supinación del antebrazo y de la mano.

**Gonfosis** (del griego gomphos, cerrojo + osis, estado). Se trata de una articulación especial entre el diente y la cavidad alveolar, al que el tejido fibroso del ligamento periodontal fija sólidamente al diente. El movimiento de esta articulación (es decir el movimiento dental) representa un estado patológico.

## **2.- ARTICULACIONES CARTILAGINOSAS**

Existen dos tipos de articulaciones cartilagosas; los huesos pueden estar unidos por cartílago hialino o por fibrocartílago. .

**Articulaciones cartilagosas primarias** (sincondrosis, articulaciones con cartílago hialino). Los huesos son unidos por cartílago hialino, que permite cierto movimiento de flexión en los primeros años de vida. Este tipo de articulación suele ser transitoria, por ejemplo, durante el desarrollo del hueso largo. La placa de cartílago epifisiario separa los extremos (epífisis) del cuerpo (diáfisis) de los huesos. Las articulaciones cartilagosas primarias permiten que el hueso crezca longitudinalmente.

Una vez que ocurre el desarrollo completo del hueso, el cartílago se transforma en hueso y las epífisis se unen a la diáfisis, quedando una línea epifisiaria que se consolida con la edad. Algunas sincondrosis permanecen, como por ejemplo, la que ocurre entre el cartílago costal de la primera costilla y el esternón.

**Articulaciones cartilagosas secundarias** (sífnisis, articulaciones fibrocartilaginosas). Las caras de los huesos de la articulación, están cubiertas por cartílago hialino y los huesos son unidos a través de un tejido fibroso robusto, fibrocartílago o ambos. Se trata de articulaciones potentes y con una movilidad discreta. Las articulaciones entre los cuerpos vertebrales de la columna que se unen por discos intervertebrales de fibrocartílago, son articulaciones cartilagosas secundarias. Estas articulaciones están destinadas a fortalecer los huesos y absorber los choques.

El conjunto de las articulaciones ofrece una gran flexibilidad a la columna. Por ejemplo la articulación cartilaginosa secundaria es la sínfisis del pubis, entre los cuerpos de los dos pubis. La articulación manubrioesternal entre el manubrio y el cuerpo del esternón es también una articulación cartilaginosa secundaria. En el recién nacido, existe una articulación cartilaginosa secundaria entre la mitad derecha e izquierda de la mandíbula, conocida como sínfisis mandibular (sífnisis del mentón). Esta articulación desaparece cuando se osifican las dos porciones de la mandíbula (maxilar inferior), que se unen formando un solo hueso en la primera infancia. El lugar original de la articulación se puede ver en el adulto.

### **3.- ARTICULACIONES SINOVIALES**

Las articulaciones sinoviales son las más frecuentes e importantes desde el punto de vista funcional. Estas articulaciones permiten un movimiento libre entre los huesos y son típicas de casi todas las articulaciones de los miembros (por ejemplo articulaciones del hombro y de la cadera). Se denominan articulaciones sinoviales porque contienen una sustancia lubricante llamada líquido sinovial y están tapizadas por una membrana o cápsula sinovial.

## *LAS TRES CARACTERISTICAS FUNDAMENTALES DE LA ARTICULACIÓN SINOVIAL*

Las articulaciones sinoviales posee: (1) Cavidad Articular, (2) Cartílago Articular (3) Cápsula Articular (cápsula fibrosa tapizada por la membrana sinovial). En general están reforzadas por ligamentos accesorios independientes o insertados en la cápsula articular (engrosamientos intrínsecos). La fricción entre los huesos se reduce al máximo en las articulaciones sinoviales, ya que las caras articulares están cubiertas por una túnica delicada de cartílago articular, lubricado por líquido sinovial viscoso.

### **A.- EL CARTILAGO ARTICULAR**

Este cartílago suele ser de tipo hialino, aunque su matriz contiene muchas fibras de colágeno. Este cartílago no posee nervios ni vasos sanguíneos y se nutre del líquido sinovial que cubre su superficie libre. Algunos postulan que el cartílago se nutre de los vasos que irrigan la sustancia esponjosa de los huesos. Los nutrientes que llegan al líquido sinovial proceden de los capilares de la membrana sinovial.

Cada superficie articular está revestida por un cartílago articular, que se adhiere íntimamente al hueso. Su superficie libre es pulida y de coloración blanquecina. Maleable, extensible, y comprensible, se deforma bajo la influencia de presiones, para retornar a su espesor original cuando éstas cesan. La extensión del revestimiento cartilaginoso es directamente proporcional a los movimientos de la articulación, siendo más extenso en las articulaciones muy móviles.

Su espesor varía entre 0,2 y 2mm. Es más espeso en los puntos de presión y de deslizamiento de la articulación. Así es más espeso en el vértice de las cabezas humeral y femoral y más delgado hacia el fondo o centro de la cavidad glenoidea y del cótilo. En los miembros inferiores es más o menos elástico a la presión, comportándose como un elemento de amortiguación frente a los choques. Su desaparición acarrea el desgaste rápido del hueso por presión y frotamiento recíproco.

## **RODETES MARGINALES**

Los rodetes marginales, al igual que los meniscos y discos, son dispositivos de aspecto fibrocartilaginoso formados por tejido fibroso denso.

Los rodetes marginales, generalmente se disponen, en forma de anillo alrededor de ciertas cavidades articulares a las que aumentan su superficie articular. Vistos en un corte son triangulares: su base descansa sobre el contorno de la superficie articular y se confunde, por dentro, con el cartílago de incrustación y, por fuera, por el periostio; su cara interna mira a la cavidad articular, y la externa confina con los medios de unión periféricos: rodete articular del hombro y de la cadera. En un traumatismo la inserción ósea puede desgarrarse

## **MENISCOS**

Interpuestos entre superficies articulares, mejoran su concordancia. Al corte, dos de sus caras miran a cada superficie articular y su base periférico se adhiere a la cápsula. Pueden presentar inserción ósea en sus extremidades, como ocurre en la rodilla.

## **DISCOS**

Su presencia divide a la articulación en dos pisos. Pueden presentar una perforación en su centro. Por su cara periférico se fijan a la cápsula articular. Sus otras caras se moldean siempre a las superficies articulares, a menudo irregulares.

## **LA CAPSULA ARTICULAR**

La cápsula articular envuelve la articulación y está formada por dos elementos: una cápsula fibrosa y una membrana sinovial (cápsula). Cuando se aplica el término de cápsula articular, suele indicarse la porción fibrosa de la misma. La membrana sinovial es una membrana de tejido conjuntiva vascular que tapiza toda la cavidad articular, aunque no cubre el cartílago articular. La membrana sinovial produce líquido sinovial que lubrica la articulación y se regenera después de sufrir una lesión. Las cápsulas articulares suelen estar reforzadas por ligamentos accesorios que forman parte de la cápsula fibrosa (ligamentos intrínsecos) o son independientes (ligamentos extrínsecos).

Estos ligamentos limitan el movimiento de la articulación y evitan, de esta manera, los desplazamientos indeseables y las lesiones. La cápsula articular y sus ligamentos accesorios son muy importantes para el mantenimiento de las relaciones normales entre los huesos de la articulación. Los traumatismos graves de las articulaciones producen una distensión o desgarro ligamentario, que es frecuente en deportes de contacto físico a nivel de la rodilla, como sucede en el fútbol. Estos traumatismos provocan dolor en las caras medial, lateral, o ambas de la rodilla.

En la articulación del codo y del cuello del pie, los ligamentos son bien diferenciados y espesos en sus partes laterales, mientras que la cápsula es delgada por los amplios movimientos de flexión y extensión.

Algunos ligamentos se encuentran a distancia de la articulación: corresponden a músculos o a tendones periarticulares. Pueden presentarse privados de su función y reducidos a cintillas, pero su función mecánica no debe desdeñarse.

Los ligamentos poseen formas variables: cintilla, cinta, cordón diferenciado, espesamiento adherente a la cápsula, etc. De resistencia considerable, le confieren a la articulación gran firmeza, como en el caso de la rodilla, que es capaz de resistir una fuerza de 415 kg sin desgarrarse.

Sólidos y flexibles, los ligamentos presentan una elasticidad variable:

- Ligamentos fibrosos: prácticamente inextensibles, su tensión limita el movimiento.
- Ligamentos elásticos: son algo más extensibles, como por ejemplo los ligamentos amarillos de las vértebras verdaderas.

Con la edad, los ligamentos pierden su elasticidad y flexibilidad volviéndose más rígidos y con mayor tendencia a acortarse.

### **TIPOS DE ARTICULACION SINOVIAL**

Existen seis tipos de articulación sinovial, que se clasifican según las formas de las caras articulares, el tipo de movimiento articular, o ambos.

### ***Articulaciones planas.***

Estas articulaciones son muy abundantes y casi siempre de tamaño pequeño. Permiten movimientos de traslación o deslizamiento, como ocurre en la articulación entre el acromion de la escápula y la clavícula. Las caras oponentes de los huesos son planas o prácticamente planas. La mayoría de las articulaciones planas se mueven en un solo eje y por eso también se denominan articulaciones monoaxiales, El movimiento de las articulaciones planas está limitado por una cápsula articular muy robusta. Las lesiones de estas articulaciones son frecuentes. (p.ej. hombro separado).

### ***Articulaciones en bisagra***

Estas articulaciones (gínglimo), también se mueven en un solo eje (articulaciones monoaxiales), permitiendo movimientos en ángulo recto de los huesos de la articulación (p.ej. el codo). Las articulaciones en bisagra sólo permiten la flexión y extensión de los huesos. La cápsula articular de estas articulaciones es fina y laxa, en la zona de movimiento, pero los huesos están unidos por ligamentos colaterales robustos.

### ***Articulaciones condileas.***

Se trata de articulaciones biaxiales que permiten el movimiento en dos direcciones. Estas articulaciones tienen dos ejes, perpendiculares entre si y permiten los movimientos de flexión y extensión, separación y aproximación y circunducción.

### ***ARTICULACIONES EN SILLA DE MONTAR***

Estas articulaciones biaxiales se denominan así porque las caras oponentes de los huesos tienen forma de silla de montar, es decir, son cóncavas y convexas en el lugar de la articulación. La articulación carpometacarpiana del pulgar (primer dedo) constituye un ejemplo representativo de la articulación en silla de montar.

### **ARTICULACIONES ESFEROIDEAS O ENARTROSIS**

Estas articulaciones son multiaxiales y se mueven en varios ejes. Se trata de articulaciones muy móviles de donde la cara esferoidea de un hueso se mueve dentro de la cavidad del otro (p.ej. articulaciones del hombro y de la cadera). En las enartrosis se producen movimientos de flexión y extensión, separación y aproximación, rotación medial y lateral y circunducción.

### **ARTICULACIONES DE PIVOTE**

Estas articulaciones son uniaxiales y permiten la rotación. En ellas, una prolongación redondeada del hueso rota dentro de un manguito o anillo. En el caso de la articulación atlantoaxoidea, el diente (apófisis o proceso odontoides) del axis (vértebra C2) rota dentro del collar que forma el arco anterior del atlas (vértebra C1) con el ligamento transverso.

### **INERVACION DE LAS ARTICULACIONES**

Las articulaciones poseen una rica inervación. Las terminaciones nerviosas se encuentran en la cápsula articular, tanto en la cápsula fibrosa como en la membrana sinovial. Los nervios articulares que se distribuyen en la articulación son ramos de los que inervan la piel situada por encima de los músculos que mueven la articulación. La ley de Hillton establece que los nervios que inervan una articulación también se dirigen a los músculos que mueven esa articulación y a la piel que cubre la inserción de estos músculos. El tipo fundamental de sensación que transmiten las articulaciones es la propiocepción, que ofrece información sobre el movimiento y la posición de las distintas porciones del cuerpo.

Los impulsos se transmiten desde las terminaciones nerviosas de la cápsula hasta la médula espinal y el cerebro, los cuales participan en los reflejos encargados del control de los músculos que mueven las articulaciones. Las fibras dolorosas son abundantes en la cápsula fibrosa y en los ligamentos asociados. Estas terminaciones sensitivas responden a la torsión y estiramiento, como ocurre cuando se distiende la articulación con líquido (p.ej. rodillas hinchadas) por sinovitis o inflamación de la membrana sinovial.

### ***La irrigación arterial y el drenaje venoso de las articulaciones***

Existen numerosas arterias articulares que irrigan las articulaciones y emergen de los vasos que rodean la articulación (p.ej. arterias epifisiarias). Estas arterias suelen comunicarse o anastomosarse formando redes como p.ej. las anastomosis que rodean al codo. El intercambio entre estas arterias y la cavidad articular ocurre mediante difusión. Las venas que acompañan a las arterias y, al igual que éstas, están presentes en la cara articular, sobre todo en la membrana sinovial.

**MOVIMIENTOS DE LAS ARTICULACIONES** se refiere al estudio de los desplazamientos de las superficies articulares entre sí. Estos movimientos se designan:

- **FLEXION:** es el movimiento que acerca dos huesos largos entre sí.
- **EXTENSION:** es el movimiento que se practica en sentido inverso al precedente (flexión).
- **ABDUCCION O SEPARACIÓN:** es el movimiento que separa, por ejemplo, los miembros superior o inferior por relación al tronco o al eje medio del cuerpo.
- **ADUCCION O APROXIMACION:** es el movimiento inverso al precedente
- **ELEVACION:** es el movimiento que aleja un segmento o un miembro entero del plano horizontal del suelo.
- **DESCENSO:** es el movimiento inverso al precedente
- **ROTACION LATERAL:** es el movimiento que orienta hacia afuera la cara anterior del hueso.
- **ROTACION MEDIAL:** es el movimiento inverso
- **PRONACION Y SUPINACION:** rotación medial y lateral respectivamente de los huesos del antebrazo.
- **INVERSION Y EVERSION:** semicircunducción del pie hacia adentro o hacia afuera.
- **CIRCUNDUCCION:** movimiento circular de una articulación.
- **RETRACCION O RETROVERSION:** desplazamiento posterior de una articulación en sentido angular.

- **PROTRACCION O ANTEVERSION:** es el movimiento inverso.
- **PROTRUSION Y RETRUSION:** Desplazamiento posterior y anterior de la mandíbula sobre la cavidad glenoidea y cóndilo de los temporales.
- **OPOSICION Y REPOSICION:** movimiento que presenta el pulgar de oponerse o tomar posición normal en relación a los otros dedos.

## 2.4 Tejido muscular.

El tejido muscular es uno de los cuatro tejidos básicos, y embriológicamente deriva del mesoderma. El tejido muscular está formado por células altamente especializadas llamadas fibras musculares, que se contraen frente a un estímulo apropiado. La contracción muscular se entiende como el acortamiento reversible y sincronizado de sus células y que es el resultado de la interacción en su citoplasma, de los miofilamentos de actina y de miosina que forman el citoesqueleto contráctil y que se organizan en la orientación adecuada para que se genere el movimiento deseado. Las fibras musculares se organizan usualmente en paquetes celulares, unidos por un sistema de amarre (tejido conectivo), que permite al conjunto de células, funcionar como unidad contráctil. La irrigación e inervación del tejido, ocurre por la ramificación de vasos y nervios que ingresan por el conectivo que rodea al músculo y llegan hasta las fibras musculares.

### Funciones

1. Locomoción.
2. Latido cardiaco.
3. Peristaltismo y segmentación en tubo digestivo.
4. Resistencia a presión sanguínea en vasos.

## Clasificación del tejido muscular

Las células musculares presentan formas y estructuras diferenciadas que son propias en cada variedad muscular y responden a una funcionalidad específica:

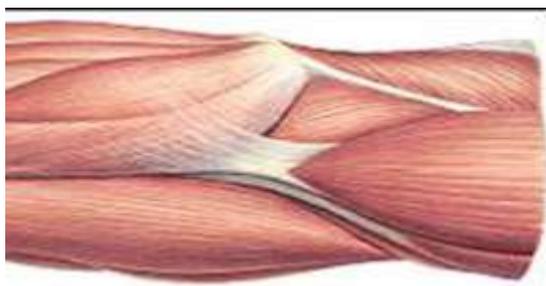
1. **Músculo estriado.** Las fibras musculares presentan un citoplasma estriado transversalmente cuando es observado al microscopio de luz, en orientación longitudinal. Estas estrías corresponden a la ordenada organización de los miofilamentos de actina y miosina en el sarcoplasma, que forman unidades contráctiles llamadas sarcómeros, que de forma consecutiva, se distribuyen formando parte de estructuras alargadas llamadas miofibrillas.
2. **Musculo Liso.** Las células o fibras musculares lisas, son delgadas, alargadas y fusiformes, de extremos aguzados y centro ensanchado. Pueden medir entre 20 y 500 micras de longitud. Poseen solo, un núcleo de ubicación central y alrededor de él, se concentran los organelos. De apariencia lisa, su citoplasma presenta filamentos intermedios de desmina, filamentos gruesos de miosina y abundantes filamentos delgados de actina. Cada célula muscular lisa, está rodeada por una lámina basal y una red de fibras colágenas reticulares, que forman el endomisio. Los miocitos lisos, se pueden disponer en grupos formando haces rodeados de tejido conectivo fibroso, que contiene vasos sanguíneos. Estos haces, forman capas alrededor de la pared de órganos tubulares como: tubo digestivo, vías respiratorias, urinarias, donde se encuentra la mayor cantidad de musculatura lisa (viseras).
3. **Músculo Cardíaco.** Las células musculares cardíacas son alargadas, ramificadas, y pueden alcanzar hasta 100 micras de largo. Presentan un núcleo de ubicación central y en su citoplasma, se encuentran gotas de lípido, partículas de glicógeno y pigmentos de lipofuscina. Las estrías en su citoplasma, se deben al bandeo característico y repetitivo de la organización del citoesqueleto contráctil de actina y miosina, que forman los sarcómeros y miofibrillas, de manera semejante a lo descrito para el músculo esquelético. Es característica de esta variante del tejido muscular, que sus

células se organicen formando unidades alargadas llamadas fibras musculares cardiacas. Cada fibra muscular cardiaca, está formada por un conjunto de células musculares unidas a lo largo, mediante un sistema de unión especializado llamado disco intercalar. Cada fibra muscular, está rodeada por una lámina basal y una red de fibras reticulares que forman en conjunto, el endomisio. Su característica principal de esta musculatura es la auto excitación (generador de sus propios impulsos eléctricos).

## 2.6 Sistema muscular.

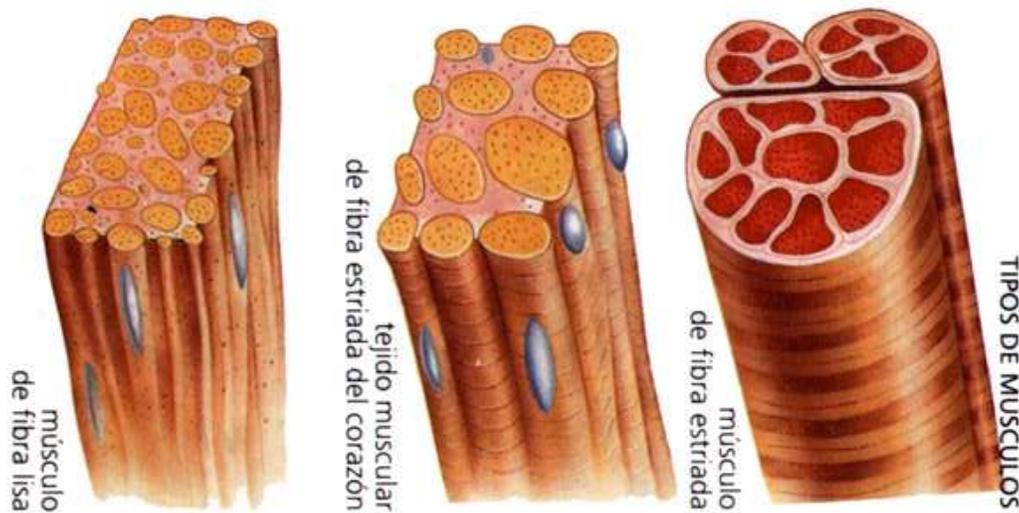
El sistema muscular es el conjunto de más de 600 músculos que existen en el cuerpo humano, la función de la mayoría de los músculos es producir movimientos de las partes del cuerpo. El sistema muscular crea un equilibrio al estabilizar la posición del cuerpo, producir movimiento, regular el volumen de los órganos, movilizar sustancias dentro del cuerpo y producir calor.

Anatomía muscular. El musculo es un órgano contráctil que determina la forma y el contorno de nuestro cuerpo. Cuenta con células capaces de elongarse a lo largo de su eje de contracción.



Existen tres tipos de tejido muscular, que a su vez conforma tres tipos de musculo y estos son:

1. Tejido muscular esquelético. Puede describirse como musculo voluntario o estriado. Se denomina voluntario debido a que se contrae de forma voluntaria. Un músculo consta de un gran número de fibras musculares. Pequeños haces de fibras están envueltos por el perimysio, y la totalidad del musculo por el epimysio.
  
2. Tejido muscular liso. Este describe como visceral o involuntario. No está bajo el control de la voluntad. Se encuentra en las paredes de los vasos sanguíneos y linfáticos, el tubo digestivo, las vías respiratorias, la vejiga, las vías biliares y el útero.
  
3. Tejido muscular cardiaco. Este tipo de tejido muscular se encuentra exclusivamente en la pared del corazón. No está bajo el control voluntario sino por automatismo. Entre las capas de las fibras musculares cardiacas, las células contráctiles del corazón, se ubican láminas de tejido conectivo que contienen vasos sanguíneos, nervio y el sistema de conducción del corazón.



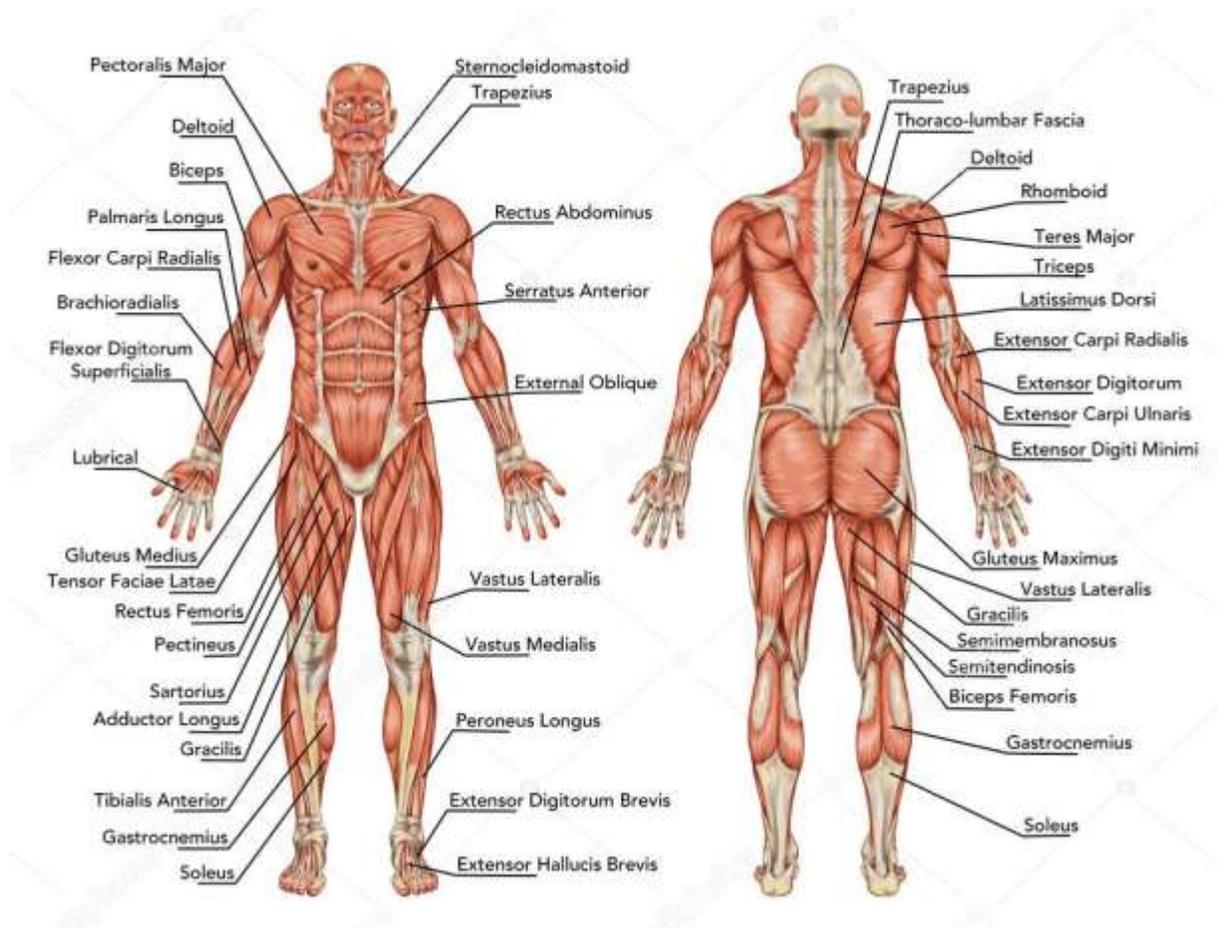
Existen otros componentes en el sistema muscular como lo son:

- El tejido conectivo rodea y protege al tejido muscular.
- Una fascia es una capa o lamina de tejido conectivo que sostiene y rodea a los músculos y otros órganos del cuerpo. La fascia superficial, que separa al musculo de la piel, se compone de tejido conectivo areolar y tejido adiposo. Provee una vía para el ingreso y egreso de nervios, vasos sanguíneos y vasos linfáticos al musculo. La fascia profunda es un tejido conectivo denso e irregular que reviste las paredes del tronco y de los miembros, y mantiene juntos a los músculos con funciones similares. Desde la fascia profunda se extienden tres capas de tejido conectivo para proteger y fortalecer el musculo esquelético.
- El epimisio, envuelve al musculo en su totalidad. El perimisio rodea grupos de entre 10 y 100 o incluso más fibras musculares, separándolas en haces llamados fascículos. Tanto el epimisio como el perimisio son tejidos conectivos densos e irregulares. En el interior de cada fascículo y separando las fibras musculares una de otra, se encuentra el endomisio una fina lamina de tejido conectivo areolar

### **Los músculos esqueléticos más importantes.**

**Vista frontal general:** músculos faciales, esternocleidomastoideo, trapecio, deltoides, pectoral mayor, bíceps branquial, serrato anterior, línea alba, recto anterior del abdomen, extensores de las muñecas y los dedos, retináculo, flexores de la muñeca y dedos, oblicuo mayor del abdomen, aductores del muslo tensor de la fascia lata, sartorio, vasto externo, vasto interno, recto anterior del muslo, tendón rotuliano, rótula, gastrocnemio, tibial anterior, sóleo, extensor largo de los dedos, peroneo lateral largo, peroneo lateral corto, retináculo superior de los extensores.

**Vista posterior general:** esternocleidomastoideo, esplenio de la cabeza, trapecio, deltoides infraespinoso, redondo mayor, redondo menor, tríceps branquial, dorsal ancho, oblicuo mayor del abdomen, extensores de la muñeca y dedos, glúteo mayor, grupos de la corva posteriores del muslo ( semitendinoso, bíceps femoral, semimebranso), aductor mayor del muslo, recto interno, ligamento iliotibial, gastrocnemio, tendón calcáneo (tendón de Aquiles), peroneo lateral largo, peroneo lateral corto y sóleo.



## Unidad 3 Control del Organismo humano

### 3.1 Tejido nervioso

El tejido nervioso, al igual que los demás tejidos básicos, está compuesto por células, sustancia intercelular y líquido tisular. Los elementos celulares que lo integran son: **neuronas y neuroglías**. Las neuronas se distinguen por su aspecto morfológico, presentan un soma o cuerpo y prolongaciones citoplasmáticas que se denominan axón y dendrita.

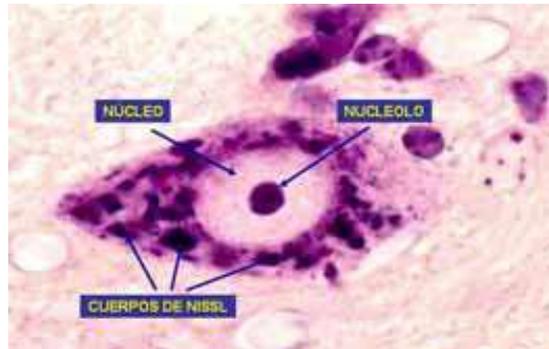
La función de las neuronas está basada en el desarrollo de dos propiedades fundamentales del protoplasma, excitabilidad y conductividad.

Las neuronas son las encargadas de recibir los estímulos del medio, transformarlos en excitaciones nerviosas y transmitirlos a los centros nerviosos, en los que se organizan para dar una respuesta. Por su parte, las neuroglías cumplen funciones nutritivas, aislantes, de sostén y defensa.

Las prolongaciones largas del cuerpo de la neurona (axón) constituyen la parte fundamental de las fibras nerviosas, las que se entremezclan en la mayor parte de los órganos del sistema nervioso, con dendritas y con prolongaciones de las neuroglías. Este conjunto de fibras entrecruzadas constituyen el neurópilo. El tejido nervioso es el componente fundamental de una serie de órganos, cuyo conjunto se denomina sistema nervioso. El sistema nervioso está compuesto por el sistema nervioso central (SNC), que incluye el encéfalo y la médula espinal, y el sistema nervioso periférico (SNP) formado por los nervios craneales, los nervios raquídeos, los ganglios nerviosos y las terminaciones nerviosas.

**Neuronas:** Están constituidas por un cuerpo celular o soma y las prolongaciones, algunas de más de un metro de largo. Entre dichas prolongaciones se distinguen el: axón (transmisor del impulso nervioso), que es uno solo para cada neurona; y las dendritas (receptoras del impulso nervioso), generalmente múltiples.

El tamaño del cuerpo o soma de las neuronas varía desde muy pequeño, de 4 a 6  $\mu\text{m}$ , en las llamadas células granulosas o granos del cerebelo, hasta de 150  $\mu\text{m}$  en las células piramidales gigantes de Betz del área motora de la corteza cerebral.



La forma de las neuronas también es variada, debido principalmente al número y la disposición de sus prolongaciones. Las neuronas pueden ser estrelladas, fusiformes, piramidales, esféricas, etc.

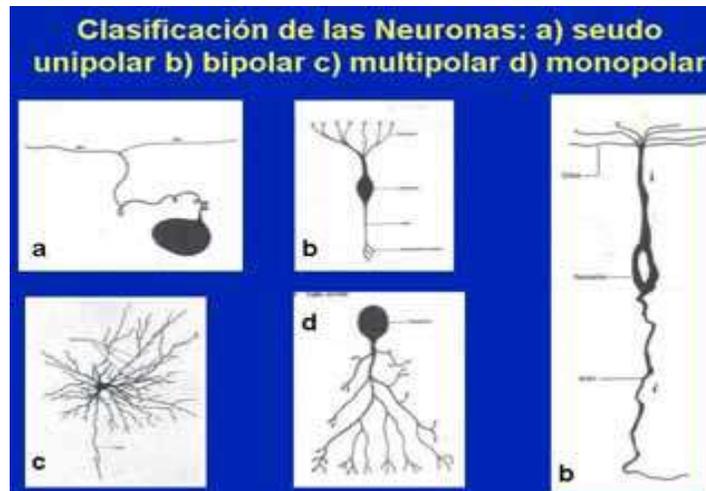
### ***Distribución.***

En el SNC los cuerpos neuronales se agrupan en la corteza cerebral, corteza cerebelosa y en los núcleos grises. Estas zonas en estado fresco presentan un color grisáceo dado la abundancia de cuerpos neuronales y poca presencia de fibras nerviosas mielínicas, a estas zonas se le denomina sustancia gris. En la sustancia gris, además de los somas neuronales y sus prolongaciones, se encuentran gran número de células de neuroglia y capilares sanguíneos. Las zonas del SNC donde predominan las fibras nerviosas mielínicas (axones revestidos de mielina) se les denomina sustancia blanca, ya que por el alto contenido en lípidos de la mielina estas zonas presentan color blanco. En el SNP los cuerpos neuronales se agrupan en los ganglios nerviosos del Sistema Nervioso Autónomo.

### **Clasificación morfológica de las neuronas**

De acuerdo al número de prolongaciones dendríticas las neuronas se clasifican en:

- Unipolares
- Seudounipolares
- Bipolares
- Multipolares



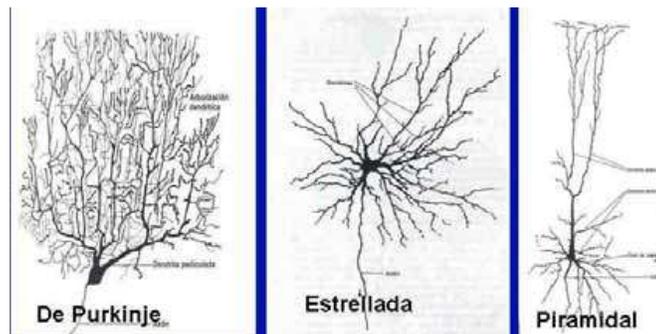
**Unipolares:** Son las que poseen una sola prolongación que parte del cuerpo neuronal.

Las neuronas unipolares son muy raras en el humano, pueden verse durante el desarrollo embrionario (neuroblastos unipolares) y en la retina las células amacrinas.

**Pseudounipolares:** Las que se encuentran en los ganglios sensitivos de la raíz dorsal de los nervios espinales y en los ganglios sensitivos de varios nervios craneales. Estas células derivan de neuroblastos bipolares y durante su desarrollo, las prolongaciones se fusionan en su parte proximal por lo que la neurona queda con una sólo prolongación que se bifurca a cierta distancia del cuerpo neuronal. Los procesos resultantes, por su estructura y su capacidad para conducir los impulsos nerviosos, son axones por lo que las neuronas pseudounipolares no poseen dendritas.

Las neuronas **bipolares** poseen una dendrita y un axón que se localizan en polos opuestos de la célula. La dendrita puede estar o no ramificada y el axón puede ser corto o largo. Este tipo de neuronas se puede encontrar en la retina y en los ganglios vestibulares y cocleares del oído interno. Por la forma de huso del soma celular estas células son fusiformes.

Las neuronas **multipolares** son las más abundantes del sistema nervioso; en ellas el soma celular presenta más de una prolongación dendrítica. Presentan un solo axón. El soma de estas neuronas puede ser estrellado, piramidal, piriforme, etc.



El histólogo italiano Camilo Golgi, clasificó las neuronas según la longitud del axón en:

- Axón largo, o Golgi tipo I; Las neuronas Golgi tipo I poseen axones largos que salen de la región donde se encuentra el soma celular y terminan lejos de su origen, en otra parte del sistema nervioso o en otro tejido, tal como la piel o los músculos.
- Axón corto, o Golgi tipo II. Las neuronas tipo II poseen axones cortos que se ramifican localmente en la región donde se sitúa el soma neuronal.

### **Características morfofuncionales de las neuronas:**

*Cuerpo o soma neuronal.*

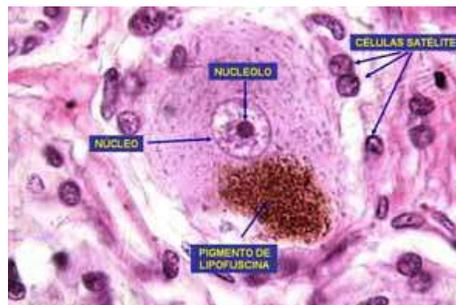
El cuerpo de la neurona constituye el centro trófico o nutricio de la célula y proporciona una gran área de superficie de membrana para recibir los impulsos nerviosos.

Los dos componentes del soma neuronal son el núcleo y el pericarion. El pericarion es el citoplasma neuronal que rodea al núcleo (peri, alrededor; cario, núcleo).

La neurona por lo general tiene una estructura típica de célula productora de proteínas. Esto se hace más evidente en las grandes células multipolares.

### **Núcleo.**

El núcleo de las neuronas es generalmente voluminoso (6-10  $\mu\text{m}$ ), esférico y de cromatina laxa. Poseen uno o dos nucléolos prominentes que se destacan en la matriz nuclear. La envoltura nuclear de las neuronas presenta numerosos poros nucleares y adosada a su cara interna se encuentra la cromatina periférica.



### **Pericarion.**

El pericarion está delimitado por la membrana celular y rodeando al núcleo. Del pericarion parten los procesos celulares: dendritas y axones. En el mismo es donde se realizan las funciones metabólicas y biosintéticas esenciales. Los procesos glucolíticos, incluidos el ciclo de Krebs mitocondrial, son muy activos; las células consumen más de 100 g. de glucosa en 24 h.

La membrana celular es de gran importancia, pues de su actividad dependen el origen y la propagación de los impulsos nerviosos. En la composición química de las membranas plasmáticas de las neuronas se incluye la presencia de glucoproteínas en la porción externa de la membrana. Con la presencia de ácido siálico, cuya carga negativa podría relacionarse con la fijación del  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Na}^+$ , y de enzimas para permitir la entrada activa de potasio y la salida de sodio.

Neuroplasma, es la parte amorfa de citoplasma, en él se observan; neurofibrillas, sustancia cromófila o cuerpos de Nissl, mitocondrias, aparato de Golgi e inclusiones.

Las neurofibrillas se hacen evidentes con las técnicas de impregnación con sales de plata y en las coloraciones vitales con azul de metileno, y se presentan en forma de malla en todo el pericarion y se extiende a las prolongaciones. Al M/E las neurofibrillas se observan formadas por haces de microtúbulos y microfilamentos que forman el citoesqueleto neuronal y participan en el transporte de sustancias y organitos celulares hacia las prolongaciones y de ellas al cuerpo celular. Los cuerpos de Nissl son gránulos basófilos abundantes en los cuerpos neuronales. Los cuerpos de Nissl se encuentran diseminados en el neuroplasma del pericarion y dendritas de mayor diámetro, pero están ausentes en el cono axónico y el axón. Al M/E se corresponden con la intensa presencia de ribosomas adosados a membranas de retículo endoplasmático rugoso; también los ribosomas pueden encontrarse libres y formando polirribosomas. Todo ello indica la intensa actividad de síntesis proteica en las neuronas.

Como corresponde a células metabólicamente muy activas, las neuronas contienen muchas mitocondrias, localizadas en el pericarion. También se encuentran mitocondrias en las dendritas y en el axón.

El aparato de Golgi está muy desarrollado en las células nerviosas, y al M/O utilizando técnicas de plata se observa como una malla reticular alrededor de núcleo. Al M/E se visualiza como varios grupos de sacos de paredes aplanadas (dictiosomas). Se observan además los otros componentes del Golgi como son; vesículas pequeñas, y gránulos secretorios, muy desarrollados en las neuronas neurosecretoras de los núcleos hipotalámicos.

El pericarion neuronal también posee lisosomas, que aparecen como cuerpos densos asociados al aparato de Golgi. Como producto final de la digestión lisosomal en la neurona se forman cuerpos residuales (gránulos de lipofucsina), cuyo número aumenta con la edad del individuo. En algunas enfermedades metabólicas el aumento de los cuerpos residuales es de tal magnitud que afecta el funcionamiento de las neuronas.

**Existen en las neuronas varios tipos de inclusiones:**

**Lipofucsina**, de color amarillento, que se incrementa con la edad y representan residuos insolubles de la actividad lisosomal (cuerpos residuales). Al M/E se visualiza como un cuerpo heterogéneo, rodeado por una membrana donde alternan partículas densas y lípidos formando goticas o membranas enrolladas sobre si mismas (figura de mielina).

**Melanina**, se aprecia fundamentalmente en la sustancia negra del cerebro medio, en el locus niger y en otras regiones. Su significación biológica no está bien esclarecida.

Glucógeno, puede encontrarse en las células nerviosas embrionarias. No es frecuente su localización en neuronas adultas.

Gránulos que contienen hierro, se encuentra en la sustancia negra, y en el globus pallidus.

Lípidos, se pueden observar en neuronas adultas algunas gotas pequeñas de lípido como expresión de reserva metabólica o de alteración del funcionamiento celular.

**Prolongaciones.**

Las prolongaciones del cuerpo neuronal son las dendritas y el axón. Las **dendritas** son generalmente múltiples, cortas y ramificadas. En su origen son más anchas que el axón y se van adelgazando a medida que se ramifican alejándose del cuerpo neuronal. Contienen la mayoría de los organitos típicos del pericarion (cuerpos de Nissl, mitocondrias y neurofibrillas). Al M/E se observan RER, ribosomas libres y componentes del complejo de Golgi, solo en la porción proximal, es decir, cerca del pericarion. Las dendritas se ramifican dando lugar a ramas de menor diámetro; a medida que esto ocurre, el RER y los otros organitos son menos frecuentes. Los microtúbulos y microfilamentos llegan hasta los procesos más finos. Un carácter sumamente importante en las dendritas es la presencia, en su superficie, de múltiples contactos sinápticos. En estos puntos de contacto sináptico las dendritas muestran pequeñas proyecciones denominadas espinas dendríticas.

En la mayoría de las neuronas las dendritas son cortas, ramificándose cerca del cuerpo celular. Su número, longitud y terminación varían en extremo y no dependen del tamaño del pericarion. Las dendritas, a través de sus sinapsis reciben impulsos nerviosos de otras neuronas.

El **axón** o cilindroeje, es una prolongación única, de diámetro variable y de hasta 100cm de longitud. El axón conduce al impulso desde el soma hacia otras neuronas, músculos o glándulas. El axón puede recibir también estímulos de otras neuronas, con lo que se modifica su función. Difiere considerablemente de las dendritas; mientras hay usualmente varias dendritas, existe sólo un axón en cada neurona. Esta prolongación se origina en una región de forma cónica en el cuerpo celular que no posee cuerpos de Nissl y que se denomina cono axónico. El axón es generalmente más delgado, su diámetro se mantiene constante hasta la arborización terminal y es más largo que las dendritas de las mismas neuronas.

A lo largo de su curso el axón puede emitir ramas colaterales; no obstante, su arborización principal ocurre en su terminación y está compuesta por ramas primarias, secundarias y yemas, las cuales son variables en número, forma y distribución. A menudo estas ramas forman mallas que rodean a neuronas relacionadas, o se pliegan alrededor de las dendritas de otras neuronas. Al extremo ramificado del axón se le denomina telodendrón y a la terminación abultada del extremo de cada ramificación se le denomina botón terminal o botón sináptico. Existen otras terminaciones del axón como son las placas motoras musculares, terminaciones en cesta, terminaciones de receptores especiales o generales, terminaciones anuloespirales del huso neuromuscular, etc., que varían considerablemente la forma de la terminación axónica, por lo que se dice que la misma es bastante variable desde el punto de vista morfológico.

En el cono axónico no se observan cuerpos de Nissl, detalle que sirve para diferenciar el axón de los demás procesos dendríticos de la neurona. Al M/E, en el axón se pueden observar mitocondrias, vesículas de superficie lisa, microfilamentos y microtúbulos. En las neuronas secretoras se pueden encontrar gránulos secretorios.

Las mitocondrias, microfilamentos y microtúbulos se disponen longitudinalmente, es decir siguiendo el eje mayor del axón. Una característica del axón es que, al igual que el cono axónico, no presenta gránulos de Nissl ni RER, lo que unido a la presencia de vesículas conteniendo secreción, permite establecer la diferenciación entre una dendrita y el axón al M/E. El axón transmite normalmente excitaciones nerviosas que se originan en el cono axónico.

Estas excitaciones son transmitidas a través de las sinapsis a otras neuronas o a células efectoras, tales como las fibras musculares o las células glandulares. El contacto celular entre axones y dendritas, o axones y cuerpos celulares se denomina sinapsis.

### **Neuroglías.**

Son células cuya función es el sostén metabólico, mecánico y la protección de las neuronas. Las neuroglías se caracterizan por ser mucho más numerosas, puede haber hasta 10 veces más células de neuroglia que neuronas en el sistema nervioso, y, generalmente, de menor tamaño que las neuronas. En los cortes histológicos de rutina sólo se visualizan sus núcleos, ubicados entre los cuerpos neuronales y entre los haces de fibras. Las Neuroglías se presentan tanto en el Sistema Nervioso Central como en el Sistema Nervioso Periférico-

### **Neuroglia central.**

En el Sistema Nervioso Central las glías se clasifican en Macroglías, Microglías y Células Ependimarias. La **macroglía** incluye los astrocitos y la oligodendroglía.

### **Astrocitos**

Los astrocitos son las más grandes de las células de neuroglia, y existen en dos tipos diferentes: astrocitos protoplásmicos en la sustancia gris del SNC, y astrocitos fibrosos que se encuentran principalmente en la sustancia blanca del sistema nervioso central. Los astrocitos son células estrelladas en las que su cuerpo celular da lugar a prolongaciones de longitud y grosor variables que se ramifican entre las neuronas.

Los astrocitos protoplasmáticos poseen núcleos ovales y vesiculares. Sus prolongaciones son más cortas, gruesas y ramificadas que en los astrocitos fibrosos. Algunas de sus prolongaciones terminan en expansiones laminares alrededor de la membrana basal de los capilares sanguíneos formando los llamados pies vasculares, otras sobre el cuerpo o las dendritas de las neuronas y aún otras forman parte de la membrana piagial que recubre al SNC.

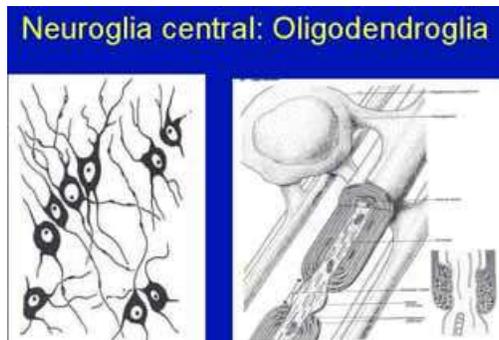
Los astrocitos fibrosos poseen en su citoplasma sólo unos cuantos organitos, ribosomas libres y glucógeno. Las prolongaciones de esas células, de 20 a 40, son finas, largas, rectas y, sobre todo, no ramificadas, dándole a la célula su aspecto típico de araña en las impregnaciones argénticas. Al igual que los protoplasmáticos, sus prolongaciones se aplican a los capilares sanguíneos, conformando pies vasculares. Los astrocitos funcionan como depredadores de iones y residuos del metabolismo neuronal, como iones  $K^+$ , glutamato y ácido gamma-aminobutírico, que se acumulan en el microambiente de las neuronas. También contribuyen al metabolismo energético dentro de la corteza cerebral al descargar glucosa, a partir de su glucógeno almacenado.

Los pies vasculares intervienen en el metabolismo de la neurona, de forma tal que los productos tóxicos, medicamentosos o nutritivos, que se encuentran en la sangre, antes de llegar a la neurona son metabolizados por los astrocitos que forman parte de la barrera hematoencefálica. En las zonas lesionadas los astrocitos se acumulan para formar tejido de cicatrización.

### **Oligodendroglia.**

Se parecen a los astrocitos, pero son más pequeños y contienen menos prolongaciones con ramificaciones escasas y núcleo pequeño, esférico y de cromatina más densa. Son las células de neuroglia que toman las tinciones más oscuras, están localizadas en las sustancias tanto gris como blanca del sistema nervioso central. Su citoplasma denso contiene un RER abundante, muchos ribosomas libres y mitocondrias, y un complejo de Golgi definido.

Contienen también microtúbulos, sobre todo en la zona perinuclear y en las prolongaciones celulares. Se disponen entre haces de axones (interfasciculares) y alrededor de las neuronas. Los oligodendrocitos son los encargados de elaborar y conservar la mielina sobre los axones del SNC. Al producir mielina, los oligodendrocitos funcionan de manera semejante a las células de Schwann del SNP. Un sólo oligodendrocito puede envolver a varios axones, en tanto que la célula de Schwann envuelve sólo a un axón.

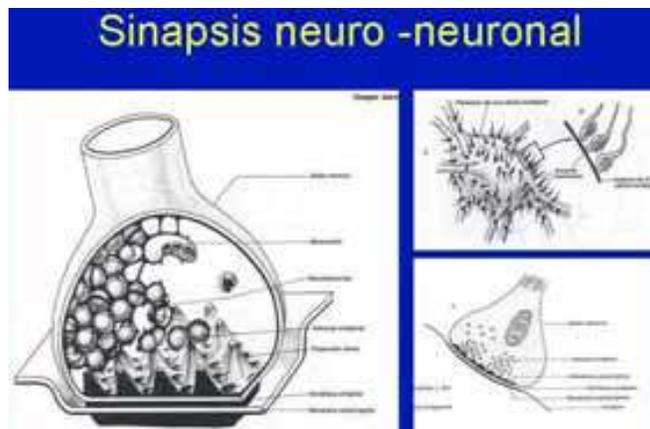


### **Sinapsis.**

La sinapsis se define como el contacto de los extremos finales (botones terminales) de los axones neuronales con una porción de membrana de otra célula. Pueden existir tres tipos de contacto:

1. Sinapsis neuroneuronal, cuando el contacto se establece entre dos neuronas.
2. Sinapsis neuromuscular, cuando el contacto se establece entre el botón sináptico y la superficie de una célula muscular.
3. Sinapsis neuroepitelial, cuando el contacto se establece entre la neurona y una célula epitelial.

También algunos autores consideran las terminaciones nerviosas sensoriales como tipo especializado de sinapsis, aun cuando la fibra nerviosa contacta con células o estructuras derivadas de las mismas que no reúnen características de células nerviosas, musculares o epiteliales típicas.



Una sinapsis neuroneuronal puede definirse como el contacto entre un botón terminal o sináptico y una porción de membrana de otras células nerviosas donde, mediante una serie de especializaciones morfológicas, ocurre la liberación de un agente químico neurotransmisor del axón que influye con la conductancia de la célula receptora.

Las sinapsis neuroneuronales se clasifican de acuerdo con la zona celular con la que el botón sináptico establece el contacto:

- Sinapsis axosomática, cuando el bulbo axónico establece sinapsis con el cuerpo de otra neurona.
- Sinapsis axodendrítica, cuando el botón terminal establece contacto con las dendritas de otra neurona. Generalmente con las espinas dendríticas.
- Sinapsis axoaxónicas, cuando el botón terminal axónico contacta con otro axón.

Una sinapsis asociación mediante regiones especializadas de sus membranas plasmáticas, separados ambos solamente por una estrecha hendidura extracelular de 20-30 nm, la hendidura sináptica.

- El lado presináptico presenta un acúmulo de material electrodensito en forma de placa adosado a la cara interna de la membrana celular, este material aparece delimitando espacios cilíndricos, hexagonales, de citoplasma claro, a manera de túneles que permiten el paso de las vesículas sinápticas hacia la membrana celular (rejilla presináptica). Filamentos de actina se asocian a esta placa densa y se ramifican por todo el botón sináptico. Las vesículas sinápticas de centro claro, o denso, que miden de 40-60 nm de diámetro, contienen al neurotransmisor. En este lado de la sinapsis podemos encontrar también mitocondrias, REL y vesículas de cubierta. Las vesículas del REL y las de cubierta tienen relación con el recambio de neurosecreción y de las membranas celulares a partir de la pérdida del equilibrio que se presenta con la liberación del contenido de las vesículas sinápticas en la hendidura sináptica. Durante el proceso de secreción nos solo se libera la neurosecreción en la hendidura sináptica, sino que además la membrana de la vesícula queda incorporada a la membrana celular, esto último produce un exceso de membrana en la superficie celular que es removido por la formación de vesículas de cubierta. Durante este proceso se plantea que también se recupera el neurotransmisor.
- La hendidura sináptica es el espacio intercelular que existe entre las estructuras pre y postsinápticas. Es un espacio de 20 a 30 nm (0.2 nm en las sinapsis eléctricas) que presenta material electrodensito en forma de filamentos que parecen unir a la membrana presináptica con la postsináptica y que parecen corresponder con glucoproteínas transmembrana.
- En el lado postsináptico no se pueden encontrar vesículas sinápticas y si RER, microtúbulos y microfilamentos. En las sinapsis denominadas asimétricas, se encuentra un engrosamiento mayor que la rejilla presináptica o engrosamiento presináptico. Pero el éste puede faltar en algunos tipos de sinapsis, denominadas asimétricas por este motivo.

### 3.2 Medula espinal y nervios

Las divisiones que se hacen del SN sólo tienen fines descriptivos y didácticos. Anatómicamente se subdivide en Sistema Nervioso Central (SNC) y Sistema Nervioso Periférico (SNP). El SNC está integrado por una porción contenida en el Cráneo, Encéfalo, y otra alojada en el canal vertebral, Médula Espinal. A su vez, el Encéfalo comprende al Cerebro, Tronco Encefálico (TE) y Cerebelo. Por otra parte, el SNP está integrado por los nervios (y sus ganglios asociados) que ponen en comunicación al SNC con el medio externo: nervios craneales (si se originan desde el Encéfalo), nervios espinales (o raquídeos, que se originan de la ME) y sus ganglios asociados.

El SNS abarca todas las estructuras del SNC y SNP encargadas de conducir información aferente (“sensaciones” conscientes e inconscientes) e información del control motor (eferencias) del músculo esquelético. En cambio, el SNA lo componen las estructuras encargadas del manejo de aferencias desde las vísceras (generalmente inconscientes; repleción de la vejiga) y del control motor del músculo liso y cardíaco (también inconsciente) mediante la división simpática y parasimpática. De este modo, el SN cuenta con vías integradas por neuronas que permiten la recepción y conducción (de forma ascendente) de la información hacia un centro superior que la evalúa y, a partir de ello, elabora una respuesta motora adecuada conducida (de forma descendente) por otra vía hacia el órgano efector correspondiente (músculos, glándulas, etc.).

Cuando se observa un corte de tejido nervioso se pueden distinguir dos “sustancias” que la componen: la Sustancia Gris (SG) y la Sustancia Blanca (SB). La SG corresponde a una agrupación de somas, dendritas, terminales axónicos y sinapsis neuronales rodeados de células de la glía. En cambio, la SB está formada por axones mielínicos y amielínicos, y oligodendrocitos; no contiene cuerpos neuronales.

La Médula Espinal es la parte del SNC que se aloja en el canal vertebral, desde el foramen magno hasta el borde superior del cuerpo de L2. Tiene forma cilíndrica y su aspecto externo es blanquecino debido a que superficialmente está compuesta de fibras nerviosas mielinizadas. Su longitud varía en los diferentes individuos, pero en general se observa un promedio 45 cm; de acuerdo a su ubicación, se le distinguen 5 porciones: Cervical, Torácica, Lumbar, Sacra y Coccígea. Cada una de estas porciones está integrada por segmentos medulares superpuestos como una pila de monedas: la Porción Cervical comprende 8 segmentos medulares (mielómeros); la Torácica, 12; Lumbar, 5; Sacra, 5; y la porción Coccígea sólo 1 mielómero.

Cada segmento medular corresponde a la altura de ME que origina un par de nervios espinales (no posee demarcación evidente en superficie). El ancho de la ME varía según la cantidad de fibras que lleven sus tractos. A nivel cervical, precisamente donde se originan las raíces que constituyen el plexo braquial, la ME se encuentra notablemente aplanada en sentido anteroposterior formando un ensanchamiento: la intumescencia cervical (entre las vértebras C3-T2). Asimismo, a nivel lumbar, en donde se origina el plexo lumbosacro, la ME presenta la intumescencia lumbosacra (entre T10-L2).

El extremo inferior de la ME termina en forma de cono (cono medular) de cuyo vértice se desprende una prolongación conjuntiva filiforme, el Filum Terminal. Este desciende en medio de la cauda equina hasta unirse a la cara posterior de la primera o segunda vértebra coccígea, fijando el extremo inferior de la ME.

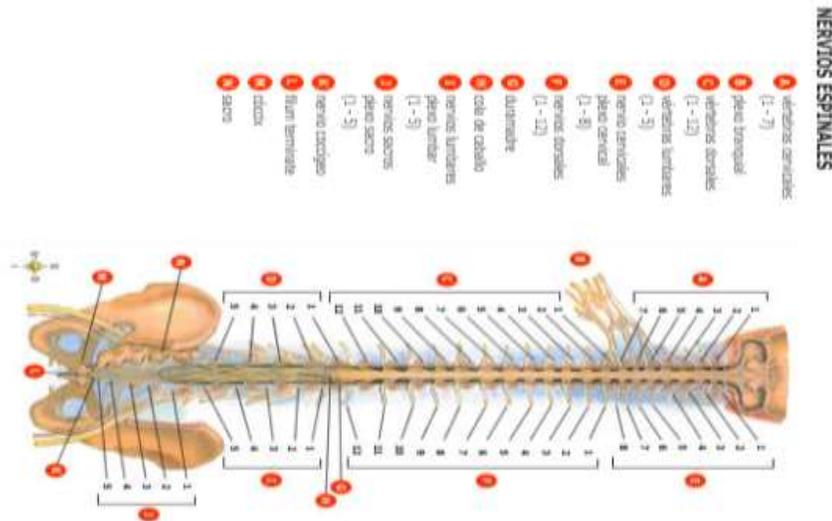
Dado que la duramadre forma un fondo de saco a la altura de S2, se distinguen en el filum terminal, 2 porciones: porción pial, recubierta sólo por piamadre y dispuesta entre el cono medular y S2; y porción dural, recubierta además por duramadre (caudal al fin del saco dural), entre la segunda vértebra sacra y la primera o segunda coccígea.

Entre el cono medular y el fondo del saco dural (a nivel del borde inferior de S2), el espacio subaracnoideo sólo contiene la cauda equina flotando en el Líquido Cerebro Espinal (LCE). Por tal razón, esta es la zona con menos riesgo para efectuar una punción lumbar (colectar muestra de LCE). Al conjunto del filum terminal y las raíces dorsales y ventrales correspondientes a los segmentos medulares lumbares, sacro y coccígeo que corren verticalmente bajo el cono medular (en busca de su agujero intervertebral para abandonar el canal vertebral), se les denomina cauda equina por su notable parecido a una **"cola de caballo"**.

Al desprender las meninges que cubren la ME, se observa en ella un tenue surco que recorre la línea mediana posterior (surco mediano posterior) y una fisura profunda que va por la línea mediana anterior (fisura mediana anterior). Ambos elementos dividen a la ME en dos mitades relativamente simétricas.

Los 31 pares de nervios espinales se unen a la ME a través de sus raíces posteriores (sensitivas) y anteriores (motoras); cada raíz consta de un grupo de raicillas que emergen de la altura del segmento medular respectivo.

- Ramo anterior para la inervación de las paredes anterior y lateral del cuerpo, incluidos el cuello y los miembros superiores e inferiores.
- Ramo posterior para la inervación del dorso y la nuca.
- Ramo meníngeo para la inervación de las meninges espinales.
- Ramo comunicante (sólo expresado en forma típica de C8 a L3) para la transmisión de fibras nerviosas eferentes viscerales (simpáticas) y también la mayoría de las fibras aferentes viscerales.



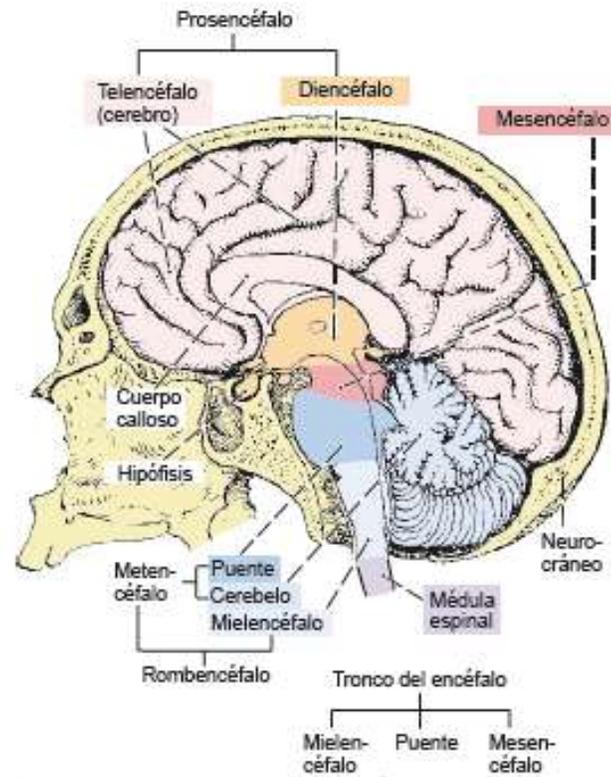
### 3.3 Encéfalo y nervios craneales

#### 3.4

El encéfalo pesa 1.000-1.500 g (varones: 1.340-1.550 g; mujeres: 1.100-1.370 g). En relación con el peso corporal, el peso relativo del encéfalo es semejante en varones y mujeres. El encéfalo se divide en tres segmentos principales diferentes que resultan de la ontogenia:

- **Prosencéfalo** (cerebro anterior; compuesto por telencéfalo y diencéfalo).
- **Mesencéfalo** (cerebro medio).
- **Rombencéfalo** (cerebro posterior), compuesto por metencéfalo y mielencéfalo (médula oblongada). El metencéfalo se subdivide en puente protuberancia] y cerebelo.
- El **telencéfalo** o cerebro se compone de dos mitades, los hemisferios cerebrales, los cuales están unidos por sustancia blanca, sobre todo del cuerpo caloso.

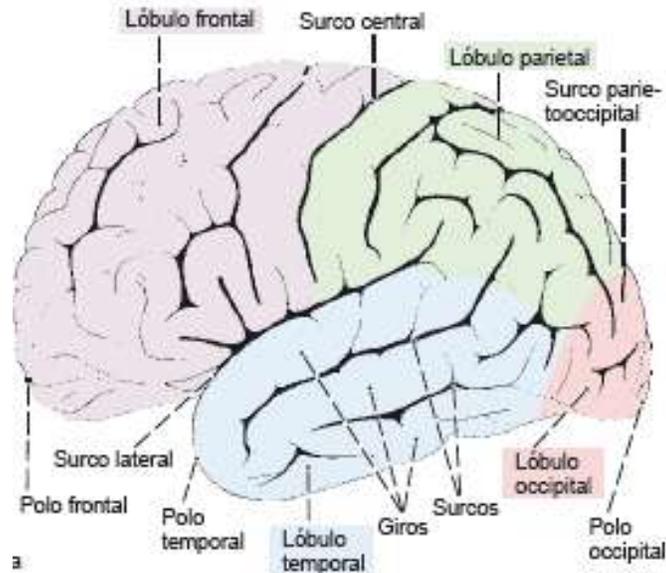
Bajo la denominación tronco del encéfalo 1) el mielencéfalo, 2) el puente y 3) el mesencéfalo.



## Telencéfalo

El telencéfalo (cerebro) constituye más del 80% de la masa encefálica. Para aumentar la extensión, su superficie exhibe circunvoluciones (giros cerebrales) y depresiones (surcos cerebrales). La superficie es de alrededor de 0,25 m<sup>2</sup>. El telencéfalo puede dividirse en 6 lóbulos cerebrales:

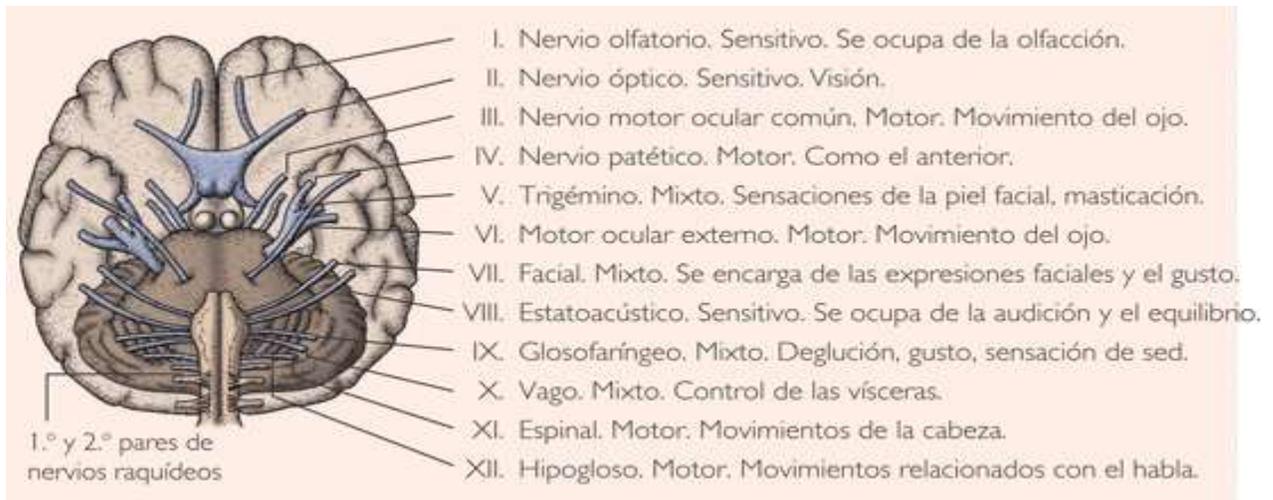
- \_ Lóbulo frontal con el polo frontal.
- \_ Lóbulo parietal.
- \_ Lóbulo occipital con el polo occipital.
- \_ Lóbulo temporal con el polo temporal.
- \_ Lóbulo insular (ínsula, ínsula o isla de REIL)
- \_ Lóbulo límbico: el lóbulo límbico está formado por los sectores mediales de los lóbulos frontal, parietal y temporal y es un componente del sistema límbico.



## Pares Craneales

Los **pares craneales** son doce pares de nervios que conectan directamente el cerebro y el tronco del encéfalo con diferentes partes del cuerpo como músculos, órganos y sentidos, transmitiendo información fundamental para realizar todo tipo de funciones vitales en el organismo humano.

Conocidos también como nervios craneales, se distribuyen a través de orificios en la base del cráneo en la cabeza, tórax, abdomen y cuello. La parte en la que salen o entran del cerebro se conoce como origen aparente, pero todos ellos tienen un «origen real», distinto en función de la función que cumplan.



Lo que diferencia a los doce pares craneales del resto de nervios que salen del cerebro es que no se unen a ellos a través de la médula espinal. Por el contrario, se conectan directamente con los órganos y músculos en cuyo funcionamiento están implicados, que se encuentran principalmente en la cabeza. Existen muchas clasificaciones para ellos, pero las más utilizadas son las que los dividen según su función. En este sentido, se suele hablar de tres tipos: sensitivos, motores o mixtos. También se pueden clasificar en función de si son aferentes (llevan información al cerebro) o eferentes (la transmiten desde éste hasta los órganos).

Cada uno de los pares craneales puede ser nombrado con un número, o con un nombre científico.

### ***I- Nervio Olfativo (I)***

El nervio olfativo, como su propio nombre indica, tiene su origen real en los órganos encargados del sentido del olfato. Su misión es transmitir la información recabada por los mismos al cerebro, donde es interpretada para generar una respuesta adecuada.

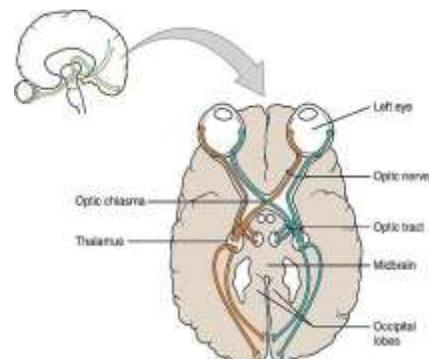
El origen real del nervio olfativo se localiza en una parte de la mucosa olfatoria conocida como mancha amarilla; concretamente, en las células bipolares de la misma, de donde salen los componentes del nervio olfatorio.



Esta área se encuentra en la parte superior de las fosas nasales. Por el contrario, su origen aparente es la parte interior del bulbo olfatorio. Esta zona del cuerpo se encuentra sobre una parte conocida como etmoides, encima de la lámina cribosa.

## 2- Nervio Óptico (II)

Este nervio aferente tiene su origen real en los ojos. Su objetivo es transmitir toda la información visual procedente de éstos hasta el cerebro, concretamente hacia las zonas encargadas del procesamiento visual. El nervio óptico surge de las células ganglionares presentes en la retina del ojo. Los axones de estas células (responsables de captar la luz) forman el origen de este par craneal al reunirse y dirigirse hacia el cerebro. Por otro lado, su origen aparente se encuentra en el quiasma óptico, concretamente en el ángulo anterior. El nervio óptico mide unos 4 centímetros de longitud, en su recorrido desde el ojo hasta las áreas visuales del cerebro. Tradicionalmente se lo divide en cuatro partes: el segmento intraocular, el intraorbitario, el intracanalicular, y el intracraneal.



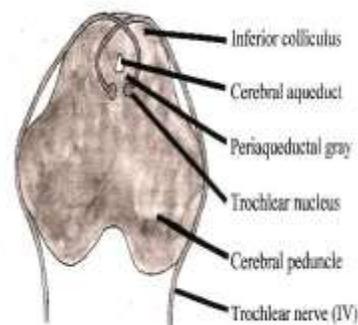
## 3- Nervio Oculomotor o Motor Ocular Común (III)

El tercer par craneal es el primero de los eferentes, es decir, el primero de los que transmiten información desde el cerebro hasta el cuerpo. En este caso, se encarga de controlar los movimientos de los músculos de los ojos, como los párpados, el esfínter pupilar, o algunos de los que sirven para cambiar su posición. El nervio oculomotor es un poco distinto a los dos anteriores, en el sentido de que sus fibras surgen de dos núcleos diferentes. Así, parte de ellas se originan en el núcleo somatomotor (localizado en los pedúnculos cerebrales), y el resto salen del núcleo parasimpático motor (también conocido como núcleo de Edinger – Westphal).

Por otro lado, su origen aparente está situado en la depresión del motor ocular común, que se encuentra en la cara interna de los pedúnculos cerebrales.

#### 4- Nervio Troclear o Patético (IV)

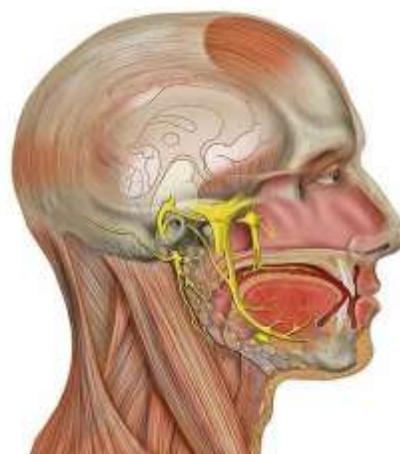
Relacionado también con el control del movimiento de los ojos, este par craneal se encarga de manejar los músculos que los rotan hacia abajo o hacia la nariz. Por ejemplo, el músculo oblicuo superior del ojo. Su origen real también está en el pedúnculo cerebral, justo debajo de uno de los del nervio motor ocular común. Las fibras se cruzan con las que provienen del lado contrario justo antes de emerger a la superficie.



El origen aparente del nervio troclear, por otro lado, se localiza en la parte posterior de los pedúnculos cerebrales, en un área conocida como válvula de Vieussens. El nervio patético rodea por los laterales a los pedúnculos cerebrales y se dirige hacia la zona conocida como seno cavernoso. Cuando atraviesa su pared externa, se coloca entre el nervio oftálmico y el motor ocular común. Tras pasar por el exterior del anillo de Zinn, acaba en el músculo oblicuo mayor de los ojos, al que controla.

#### 5- Nervio Trigémino (V)

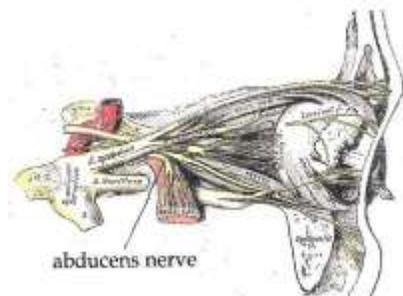
El quinto nervio tiene una función doble. Por una parte, transmite la información de los órganos sensoriales situados en la cara al cerebro para su posterior interpretación y elaboración de una respuesta. Por otro lado, el nervio trigémino también se encarga de controlar los dos principales músculos relacionados con la masticación: el temporal y el masetero. Este nervio, debido a que tiene una función mixta, también tiene dos orígenes reales. Por una parte está el sensitivo, cuyas fibras surgen en el ganglio de Gasser. Por otra, tiene un origen motor, que viene del núcleo principal o masticador (en la protuberancia anular), y el núcleo accesorio (que se encuentra en el mesencéfalo, en los pedúnculos cerebrales).



El origen aparente del par cinco, por otro lado, surge de la protuberancia anular por su cara anteroinferior. Lo hace mediante dos raíces: una externa y gruesa encargada de la función sensitiva, y una interna y delgada que tiene que ver con la motora.

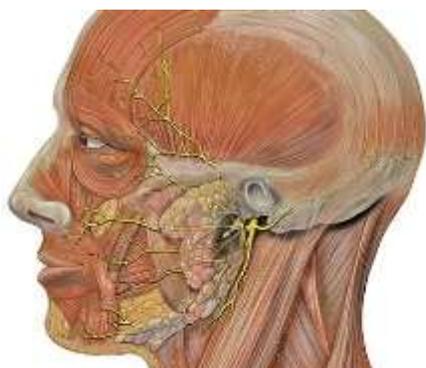
### **6- Nervio Abductor o Motor Ocular Externo (VI)**

El nervio abductor (también conocido como Abducens) es el último relacionado con el control de los músculos usados para mover los ojos. En este caso, se conecta con el músculo recto lateral, encargado de rotar los globos oculares en la dirección opuesta a la nariz. El nervio abductor tiene su origen real en el núcleo protuberancial,



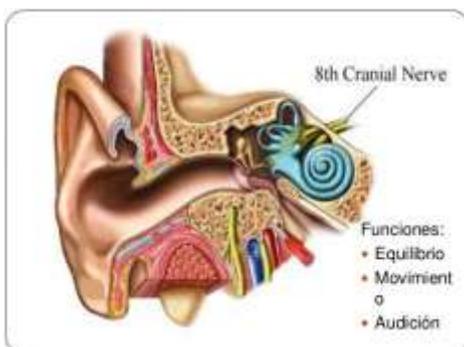
que está situado debajo del cuarto ventrículo, y que genera la llamada eminencia teres. Este núcleo está rodeado por la raíz motora del nervio facial. Este par no tiene ninguna rama colateral, sino que todas sus fibras terminan en el músculo recto externo del ojo.

### **7- Nervio Facial (VII)**



Otro de los nervios con una función mixta, se encarga de controlar los músculos implicados en la creación de diferentes expresiones faciales, y hace funcionar además las glándulas salivales y lagrimales. Por otra parte, también está implicado en el sentido del gusto, ya que recopila la información de los dos tercios anteriores de la lengua. El origen real se encuentra en dos núcleos distintos: el sensitivo – sensorial (originado en el ganglio geniculado), y el vegetativo (ubicado en dos núcleos situados detrás del motor, en la llamada protuberancia). A su vez, este último se divide en el lacrimomuconasal, y el salival superior. Este es uno de los pares más complejos, siendo dividido generalmente en tres segmentos: laberíntico, timpánico y mastoideo. En su final, normalmente se distingue entre la rama temporofacial y la cervicofacial.

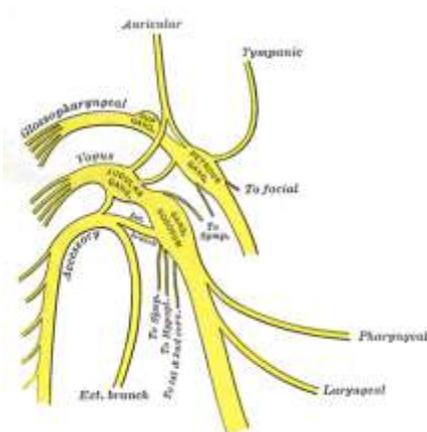
## 8- Nervio Estatoacústico o Vestibuloclear



Está implicado en la recogida de información de los órganos sensoriales presentes dentro del sistema auditivo: el oído y la kinestesia. Este segundo sentido forma parte del grupo de los internos, y nos permite percibir información sobre factores como la gravedad, el movimiento o el equilibrio de nuestro cuerpo. El origen real del par ocho está en el ganglio de Scarpa.

Sus dendritas se conectan con órganos como el utrículo y el sáculo, mientras que los axones se dirigen al tronco encefálico, encontrando su final en el complejo nuclear vestibular. El origen aparente está en el surco bulbotruverncial, situado fuera del nervio facial además del intermediario de Wrisberg. A partir del conducto auditivo interno, el nervio viaja hasta el lateral del surco bulbotruverncial, donde se relaciona con el nervio facial tras pasar a través del ángulo pontocerebeloso.

## 9- Nervio Glossofaríngeo (IX)



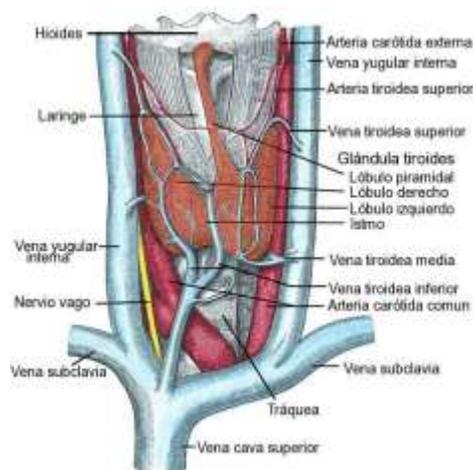
El noveno par craneal recoge la información de la parte de la lengua que no está conectada con el nervio facial. Además, también controla el funcionamiento de las glándulas parótidas, que se encargan de producir saliva. Por otra parte, también activa y contrae dos músculos relacionados con la ingesta de alimentos, el músculo estiloso y el músculo estilofaríngeo. El origen real del noveno par se puede dividir en tres partes: motor,

sensitivo sensorial, y vegetativo.

- El origen motor está en el núcleo ambiguo, que se sitúa en el bulbo raquídeo.
- El origen sensitivo – sensorial puede localizarse en el ganglio de Ehrenritter y en el de Andersch.
- Por último, el origen vegetativo está en el piso del cuarto ventrículo.

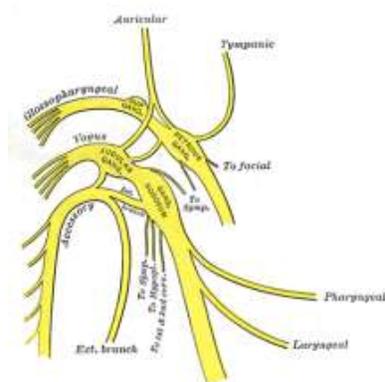
El origen aparente, por otra parte, está situado en el surco colateral posterior del bulbo raquídeo. El nervio sale del cráneo por el agujero rasgado posterior, justo detrás de los nervios neumogástrico y espinal. Está separado de ellos por el ligamento yugular.

### 10- Nervio Vago o Neumogástrico (X)



Se encarga de contraer todos los músculos relacionados con los movimientos de la faringe, que tienen que ver con funciones como la deglución, la fonación, la respiración y la audición. También controla la mayoría de movimientos de la laringe, excepto aquellos que están regulados por el par VIII.

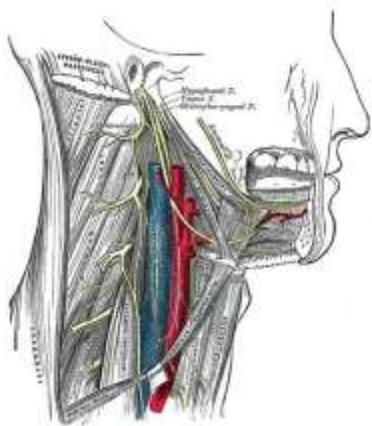
### 11- Nervio espinal (XI)



Se encarga de controlar los músculos relacionados con los movimientos de la cabeza y los hombros. Los más importantes de ellos son el trapecio, y el esternocleidomastoideo. El par once tiene su origen real en dos núcleos: el bulbar y el medular. Por otro lado, su origen aparente se encuentra en el surco colateral del bulbo raquídeo, y por el surco colateral posterior de la médula.,

cada una terminando en lugares distintos situados en el cuello.

## 12- Nervio Hipogloso (XII)



El último de los pares craneales se encarga de activar los músculos relacionados con casi todos los movimientos de la lengua, especialmente con aquellos que tienen que ver con la articulación de sonidos y palabras, y con la deglución. El último par craneal tiene su origen real en el núcleo somatomotor situado en el bulbo raquídeo. El aparente, por otro lado, está en diez u once pisos situados en el surco preolivar, también del bulbo.

### 3.4 Sistema sensitivo motor e integrador

Una **sensación** es el conocimiento consciente o subconsciente de los cambios del medio externo o interno. Los impulsos sensitivos que llegan a la médula espinal pueden actuar como aferencias para reflejos espinales. Los que alcanzan la región inferior del tronco encefálico inducen reflejos más complejos. Cuando los impulsos sensitivos llegan a la corteza cerebral, se tiene un registro consciente de ellos, y se pueden localizar e identificar con precisión sensaciones específicas, como tacto, dolor, audición o sabor.

La **percepción** es el conocimiento consciente y la interpretación de las sensaciones y es una función de la corteza cerebral. Cierta información sensitiva no se percibe porque nunca alcanza la corteza cerebral. Por ejemplo, los receptores sensitivos que controlan la presión de la sangre de manera constante en los vasos sanguíneos no envían los impulsos nerviosos, que transmiten la información de la presión arterial, hacia la corteza cerebral, sino al centro cardiovascular en el bulbo raquídeo.

Las **neuronas de primer orden** son neuronas sensitivas que conducen impulsos desde el SNP hacia el SNC. Las terminaciones nerviosas son dendritas desnudas, y carecen de cualquier especialización estructural

**Receptores sensitivos:** pueden considerarse varias características estructurales y funcionales de los receptores sensitivos para agruparlos en diferentes clases. Éstas son:

Estructura microscópica: microscópicamente, los receptores sensitivos pueden ser:

- Terminaciones nerviosas libres de neuronas sensitivas de primer orden.
- Terminaciones nerviosas encapsuladas de neuronas sensitivas de primer orden
- Células especializadas que hacen sinapsis con neuronas sensitivas de primer orden.

Los receptores de dolor, temperatura, cosquilleo, etc... son terminaciones nerviosas libres. Los receptores de otras sensaciones somáticas y viscerales como presión, vibración etc... son terminaciones nerviosas encapsuladas (por una cápsula de tejido conectivo) Los receptores sensitivos de algunos sentidos especiales son células especializadas que hacen sinapsis con neuronas sensoriales, como las células ciliadas del oído interno, o las células gustativas.

Los **receptores sensitivos** generan dos clases diferentes de potenciales graduados en respuesta a un estímulo potenciales generadores y potenciales receptores. Cuando son estimuladas, las dendritas de las terminaciones nerviosas libres, las terminaciones nerviosas encapsuladas y la parte receptiva de los receptores olfativos producen un potencial generador. Cuando este potencial es lo suficientemente intenso para alcanzar el umbral, desencadena uno o más impulsos nerviosos. En cambio, los receptores sensitivos que son células especializadas producen potenciales graduados denominados potenciales receptores.

Estos desencadenan la liberación de neurotransmisores.

Localización de los receptores y origen de los estímulos que los activan:

- Los **exteroceptores** se localizan en la superficie externa del cuerpo; son sensibles a estímulos que se originan fuera del organismo y aportan información sobre el medio externo
- Los **interoceptores o viscerosceptores** se localizan en vasos sanguíneos, músculos y sistema nervioso, y controlan las condiciones del medio interno

- Los **propioceptores** se localizan en músculos, tendones, articulaciones y oído interno; aportan información sobre la posición del cuerpo, la longitud y tensión de los músculos, etcétera.

Tipo de estímulo detectado:

- Los **mecanorreceptores** son sensibles a estímulos mecánicos, como deformación, estiramiento o incurvación de las células.
- Los **termorreceptores** detectan cambios de temperatura
- Los **nociceptores** responden a estímulos dolorosos
- Los **fotorreceptores** detectan la luz que ingresa a la retina
- Los **quimiorreceptores** detectan sustancias químicas en la boca, nariz y líquidos orgánicos
- Los **osmorreceptores** detectan la presión osmótica de líquidos orgánicos

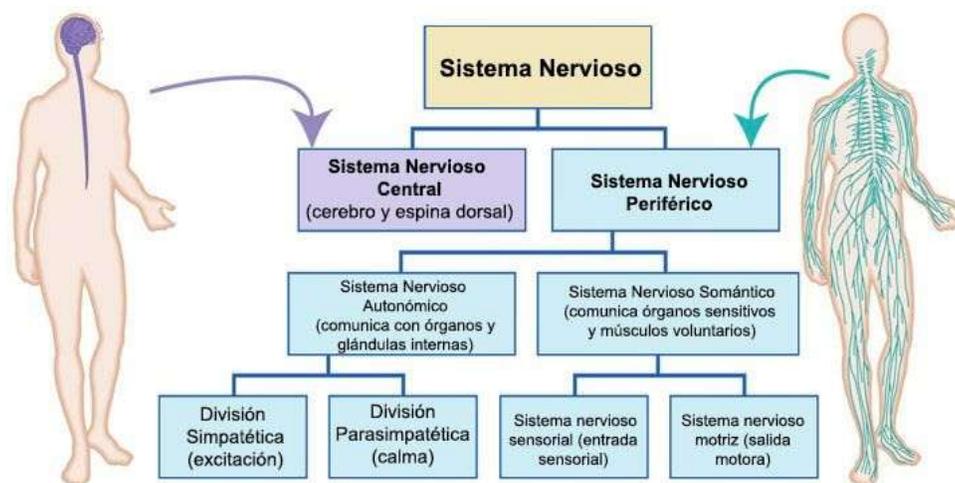
### 3.5 Sistema nervioso autónomo

El sistema nervioso autónomo (SNA) o vegetativo es la parte del sistema nervioso central y periférico que se encarga de la regulación de las funciones involuntarias del organismo, del mantenimiento de la homeostasis interna y de las respuestas de adaptación ante las variaciones del medio externo e interno.

Así pues, ayuda a controlar, entre otras funciones, la presión arterial, la motilidad y secreciones digestivas, la emisión urinaria, la sudoración y la temperatura corporal. Algunas de estas funciones están controladas totalmente por el sistema nervioso autónomo, mientras que otras lo están parcialmente. Es un sistema tónicamente activo que mantiene a los tejidos y órganos efectores en un estado de función intermedia. Una de sus principales características es la rapidez y la intensidad con la que puede cambiar las funciones viscerales. Así por ejemplo, en cuestión de 3-5 segundos puede duplicar la frecuencia cardíaca y en 10-15 segundos la presión arterial. No existe un centro bien definido puramente central del sistema nervioso autónomo.

La integración de las actividades del sistema nervioso autónomo ocurre a todos los niveles del eje cerebroespinal y la actividad eferente puede ser iniciada a partir de centros localizados en la médula espinal, tronco encefálico e hipotálamo. La corteza cerebral es el nivel más alto de integración somática y del sistema nervioso autónomo. El sistema nervioso autónomo habitualmente regula las funciones de los órganos mediante reflejos viscerales inconscientes y que en ocasiones se producen como respuesta a cambios en actividades somáticas motoras y sensoriales. Aunque la mayoría de las funciones reguladas por el sistema nervioso autónomo se encuentran fuera del control consciente, las emociones y los estímulos somatosensoriales lo pueden influenciar profundamente.

En el sistema nervioso central, las regiones reguladoras sensoriales y autonómicas responden a menudo al mismo tipo de estímulo somático o visceral, de forma que un mismo estímulo es capaz de desencadenar respuestas autonómicas, antinociceptivas y de comportamiento. El principal centro organizativo del sistema nervioso autónomo es el hipotálamo, controlando todas las funciones vitales e integrando los sistemas autónomo y neuroendocrino. El sistema nervioso simpático (SNS) está controlado por el núcleo posterolateral (un estímulo de esta zona genera una descarga masiva del sistema nervioso simpático). Las funciones del sistema nervioso parasimpático (SNP) están controladas por núcleos del hipotálamo medial y anterior.



### **Sistema nervioso simpático**

Los nervios simpáticos tienen origen en la médula espinal entre los segmentos T-1 y L-2 y desde aquí se dirigen a la cadena simpática paravertebral y finalmente a los tejidos y órganos periféricos. El cuerpo celular de las fibras preganglionares se localizan en el cuerno intermedio-lateral de la médula espinal, que abandonan a través de la raíz anterior junto con las fibras motoras; las fibras simpáticas preganglionares abandonan el nervio espinal inmediatamente después de que éste salga por el agujero de conjunción y constituyen las ramas comunicantes blancas, mielinizadas, que se dirigen hacia la cadena simpática paravertebral.

### **Sistema nervioso parasimpático**

Las fibras nerviosas parasimpáticas tienen origen en el tronco encefálico, en los núcleos de los pares craneales III (oculomotor), VII (facial), IX (glossofaríngeo) y X (vago) y en la médula sacra: segundo y tercero nervios sacros, y a veces también del primero y cuarto. El nervio vago tiene la distribución más amplia de todo el SNP, siendo responsable de más del 75% de la actividad parasimpática; inerva al corazón, pulmones, esófago, estómago, intestino delgado, mitad proximal del colon, hígado, vesícula biliar, páncreas y parte alta de los uréteres. En la pared de estos órganos se localiza la neurona postganglionar.

## **FUNCIONES DEL SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO**

### **Tono simpático y parasimpático**

Tanto el sistema nervioso simpático como el sistema nervioso parasimpático mantienen una actividad constante que se conoce como tono simpático y tono parasimpático. Ello permite que en un momento dado, la actividad de cada uno de estos dos sistemas pueda aumentar o disminuir. El tono simpático mantiene en condiciones normales a casi todos los vasos sanguíneos constreñidos hasta aproximadamente la mitad de su diámetro máximo. Si aumenta la actividad simpática se producirá una constricción adicional, y en cambio si hay una disminución de la actividad simpática se producirá una vasodilatación. Si no existiera tono simpático sólo podría producirse vasoconstricción.

El tono simpático y parasimpático depende de la actividad de los centros superiores del tronco cerebral; una parte del tono simpático resulta de la secreción basal de NA y A por la médula suprarrenal.

Funciones del sistema nervioso autónomo		
Estructura	Efecto simpático	Efecto parasimpático
Iris del ojo	Dilata la pupila	Contrae la pupila
Músculo ciliar del ojo	Relaja	Contrae
Glándulas salivales	Reduce la secreción	Aumenta la secreción
Glándula lagrimal	Reduce la secreción	Aumenta la secreción
Corazón	Aumenta la frecuencia y fuerza de la contracción	Disminuye la frecuencia y fuerza de la contracción
Bronquios	Dilata	Contrae
Aparato digestivo	Disminuye la motilidad	Aumenta la motilidad
Glándulas sudoríparas	Aumenta la secreción	
Músculos erectores del pelo	Contrae	

### 3.6 Sentidos especiales.

Los sentidos especiales son el oído, la vista y los sentidos químicos, gusto y olfato. Bajo esta denominación se incluyen aquellos órganos de los sentidos que presentan una agrupación de sus receptores en una zona concreta del cuerpo. Además, la mayor parte de ellos se caracterizan por ser receptores secundarios; es decir con una célula especializada que, una vez estimulada, transmite la señal mediante una sinapsis a la fibra nerviosa aferente.

#### Visión

La visión constituye uno de los sentidos más importantes. En el ser humano es con diferencia el sentido más desarrollado y una gran parte de la corteza cerebral está dedicada al análisis de esta información sensorial. La luz es energía electromagnética en forma de ondas, que han de llegar al receptor situado en la profundidad del ojo, en la capa sensible o retiniana. El estímulo, antes de llegar a los receptores, ha de atravesar una serie de elementos que forman parte de la estructura del ojo o globo ocular, y en este camino el estímulo es desviado para lograr alcanzar con la máxima eficiencia los receptores lumínicos o fotorreceptores. La visión constituye uno de los sentidos más importantes.

En el ser humano es con diferencia el sentido más desarrollado y una gran parte de la corteza cerebral está dedicada al análisis de esta información sensorial. La luz es energía electromagnética en forma de ondas, que han de llegar al receptor situado en la profundidad del ojo, en la capa sensible o retiniana. El estímulo, antes de llegar a los receptores, ha de atravesar una serie de elementos que forman parte de la estructura del ojo o globo ocular, y en este camino el estímulo es desviado para lograr alcanzar con la máxima eficiencia los receptores lumínicos o fotorreceptores.

### **Audición y equilibrio**

El órgano de la audición y del equilibrio se encuentra situados en el oído interno. Cada uno de ellos está diseñado para recibir una información diferente. Las ondas sonoras que constituyen el estímulo auditivo se producen por incrementos y decrementos de ondas de presión mecánicas transmitidas en un medio material elástico como el aire o el agua. Están compuestas por un conjunto de ondas sinusoidales (o tonos puros) que se caracterizan por su longitud de onda, amplitud, frecuencia y velocidad. La longitud de onda es la distancia entre dos puntos de igual presión, la amplitud corresponde a la desviación máxima de la presión sonora en reposo, normalmente se utiliza el término nivel de presión del sonido o intensidad sonora, que es una medida de la energía que transporta la onda se mide en una escala relativa logarítmica en belios (B) o decibelios (dB).

La frecuencia sonora corresponde al número de ondas o ciclos en la unidad de tiempo y se mide en ciclos por segundo (cps) o hertzios (Hz), siendo el oído humano sensible a un rango de frecuencias de entre 20 y 20.000 Hz. Aunque la sensibilidad varía para cada frecuencia, en el hombre la mayor sensibilidad se da en el rango de frecuencias de la voz humana (entre 1.000 y 4.000 Hz) para las que el umbral de intensidad es 0 dB. El habla normal tiene una intensidad de unos 60 dB. La sensibilidad del oído también se afecta por el enmascaramiento del sonido pues, en presencia de un ruido de fondo (que enmascara), el número de receptores disponibles se reduce.

## Sentidos químicos

Los sentidos químicos, el gusto y el olfato, se encuentran entre las respuestas más elementales del ser vivo a su entorno. Los receptores del gusto y del olfato son quimiorreceptores, se activan ante estímulos de naturaleza química. Los receptores del gusto son receptores secundarios, mientras que los del olfato son las neuronas aferentes primarias modificadas. La diferencia entre ambos respecto al estímulo radica en que los quimiorreceptores gustativos detectan moléculas que están en solución, y los olfativos, moléculas que además de ser solubles han de ser también volátiles.

## Sensibilidad gustativa

En la mucosa lingual se encuentran pequeñas proyecciones denominadas papilas gustativas, en ellas se alojan los botones gustativos (10.000). Los botones se localizan en las papilas de la lengua, en la mucosa del paladar blando incluyendo la úvula, en la epiglotis, la faringe y el primer tercio del esófago. Los botones están formados por células de sostén y células sensoriales (50/botón), estas células derivan de células epiteliales y se renuevan cada 10 días.

Las células receptoras envían prolongaciones en forma de microvellosidades por su extremo apical y a través de una pequeña apertura, el poro gustativo, quedan expuestas a los estímulos químicos. En la cara basal o polo opuesto las células receptoras hacen sinapsis con fibras aferentes. Existen clásicamente cuatro sabores primarios: dulce, salado, ácido y amargo, y también se ha incorporado un quinto conocido con el nombre de umami, correspondiente al glutamato y aspartato sódico utilizados ampliamente en la comida oriental.

El sabor dulce corresponde a moléculas de naturaleza glucídica y a otras como algunos aminoácidos, alanina, glicina, o incluso ciertas proteínas. El sabor ácido se debe a la concentración de  $H^+$ , pero con el mismo pH no todos los ácidos proporcionan la misma sensación. El sabor salado está causado normalmente por cationes como el  $Na^+$  o el  $Li^+$ , pero la presencia de diferentes aniones ( $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ) modifica la cualidad del sabor.

El sabor amargo está causado por compuestos orgánicos muy diferentes, quinina, cafeína, nicotina, morfina, etc. Normalmente el sabor dulce es considerado agradable porque suele corresponder a sustancias nutritivas, los otros sabores son considerados agradables siempre que sea en baja concentración. La complejidad del sabor de los alimentos es debida a la mezcla de las diferentes modalidades gustativas y añadidamente a la información olfatoria. El reconocimiento de un sabor determinado depende de la actividad de una población de células gustativas.

Los potenciales de acción desencadenados por un estímulo gustativo se transmiten a los nervios gustativos a través de sinapsis. A la hora de determinar si un sabor es agradable o desagradable no sólo interviene el tipo de estímulo sino que la concentración del estímulo también participa en la sensación. Su función es la protección, con el objeto de no introducir en el organismo sustancias lesivas. La mayor parte de las sustancias tóxicas presentan un sabor amargo que da lugar a su rechazo con lo que son suficientes concentraciones muy bajas para detectar dicho sabor (4 mg/litro); en cambio, otras sustancias menos peligrosas requieren concentraciones mucho más altas para hacer una identificación del sabor (ej.: salado presenta un umbral de 1.000 mg/litro).

Las fibras aferentes gustativas inervan de forma muy ramificada los botones gustativos. Estas fibras penetran en el encéfalo a través de los pares craneales VII, IX y X (facial, glossofaríngeo y vago). A nivel del bulbo establecen la primera sinapsis en una parte del núcleo del tracto solitario denominada núcleo gustativo, las fibras secundarias realizan la segunda sinapsis en núcleo ventral posteromedial del tálamo, y las terciarias alcanzan la corteza sensorial gustativa, localizada en la posición inferior del lóbulo parietal, al lado de la información somatosensorial de la lengua.

## Sensibilidad olfatoria

El sentido del olfato no está muy desarrollado en el ser humano. Se trata de un sentido que es relevante en otros animales, pero que en la evolución de la especie humana ha quedado relegado a favor de otras modalidades sensoriales. El epitelio olfatorio es una pequeña zona de 2,5 cm<sup>2</sup>, en el techo de las fosas nasales, bajo la lámina cribosa del etmoides. El aire al penetrar en la cavidad nasal, debido a lo tortuoso de sus paredes, desarrolla una serie de turbulencias permitiendo a las sustancias contactar con el epitelio o mucosa olfatoria. En dicho epitelio hay células de sostén y células sensoriales o células olfatorias (10 millones) que se recambian cada 30 días. Estas células son neuronas bipolares, con una prolongación dendrítica ciliada (de 5 a 20 cilios) que acaba en la superficie del epitelio nasal recubierta por una capa de moco.

Los estímulos olorosos son difíciles de clasificar, existen unos 10.000 estímulos diferentes que son agrupados de forma muy subjetiva en múltiples clasificaciones. Dentro de ellas una de las más comunes les clasifica en siete olores primarios: alcanforado, almizclado, floral, mentolado, etéreo, acre y pútrido. Cualquier estímulo ha de ser una molécula volátil, que alcanza el epitelio olfatorio a través de la vía aérea; debe a continuación disolverse en la capa mucosa para estimular la célula olfatoria.

Los receptores olfatorios son muy sensibles, es decir tienen umbrales de estimulación muy bajos, unas pocas moléculas de una sustancia química son suficientes para detectar la sensación de un olor. El umbral de excitabilidad o límite absoluto define la concentración mínima de una sustancia necesaria para reconocer que huele a algo. Por ejemplo, para el metilmercaptano (presente en el ajo), la concentración se encuentra en el rango picomolar. El umbral de identificación es superior, y depende de la humedad del aire, de la temperatura y del tipo de sustancia, específicamente de su solubilidad. Estos receptores se adaptan rápidamente (1 minuto), este hecho explicaría que olores que al principio son muy evidentes, no se detectan al cabo de un tiempo. Esta adaptación no se produce en el propio receptor sino a nivel del sistema nervioso central.

### 3.7 Sistema endocrino

El sistema endocrino se encarga de las secreciones internas del cuerpo, las cuales son unas sustancias químicas denominadas hormonas, producidas en determinadas glándulas endocrinas. Los órganos endocrinos también se denominan glándulas sin conducto o glándulas endocrinas, debido a que sus secreciones se liberan directamente en el torrente sanguíneo, mientras que las glándulas exocrinas liberan sus secreciones sobre la superficie interna o externa de los tejidos cutáneos, la mucosa del estómago o el revestimiento de los conductos pancreáticos. Las hormonas secretadas por las glándulas endocrinas regulan el crecimiento, el desarrollo y las funciones de muchos tejidos, y coordinan los procesos metabólicos del organismo. La endocrinología es la ciencia que estudia las glándulas endocrinas, las sustancias hormonales que producen estas glándulas, sus efectos fisiológicos, así como las enfermedades y trastornos debidos a alteraciones de su función.

#### Glándulas endocrinas:

- Hipotálamo e hipófisis
- Glándulas tiroideas
- Suprarrenales (corteza y médula)
- Páncreas
- Testículos y ovarios
- Estómago

La misión del Sistema endocrino en la intervención en la regulación del crecimiento corporal, interviniendo también en la maduración del organismo, en la reproducción, en el comportamiento y en el mantenimiento de la homeostasis química. El sistema Endocrino es un sistema regulador, al igual que el Sistema Nervioso, pero es más lento que él.

La regulación de la secreción de hormonas se realiza de tres maneras;

- Mecanismo de retroalimentación: en el cual una hormona es capaz de regular su propia secreción (Feed Back), esto es muy típico del eje hipotálamohipófisis.
- Control nervioso: estímulos, visuales, auditivos, gustativos, olfatorios, táctiles, dolor y emoción, también produce secreción hormonal

- Control cronotrópico dictado por ritmos:
  - Ciclos sueño/despertar
  - Ritmos estacionales
  - Ritmos menstruales, etc.

### 3.8. Trastornos de la función endocrina

Las alteraciones en la producción endocrina se pueden clasificar como de hiperfunción (exceso de actividad) o hipofunción (actividad insuficiente). La hiperfunción de una glándula puede estar causada por un tumor productor de hormonas que es benigno o, con menos frecuencia, maligno. La hipofunción puede deberse a defectos congénitos, cáncer, lesiones inflamatorias, degeneración, trastornos de la hipófisis que afectan a los órganos diana, traumatismos, o, en el caso de enfermedad tiroidea, déficit de yodo. La hipofunción puede ser también resultado de la extirpación quirúrgica de una glándula o de la destrucción por radioterapia.

El sistema cardiovascular es el encargado de distribuir la sangre en todo el organismo. De ella y a través del líquido tisular que se forma en los capilares es que las células obtienen los nutrientes, el oxígeno y otras sustancias necesarias para el metabolismo celular. En su trayectoria, la sangre recoge a su vez los productos de desecho del metabolismo y estos son eliminados por los órganos de excreción. Por tanto podemos decir que la principal función del sistema cardiovascular estriba en mantener la cantidad y calidad del líquido tisular.

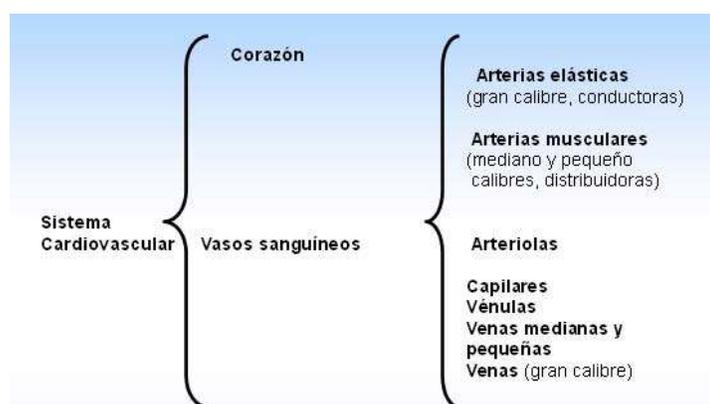
El corazón y los vasos sanguíneos muestran un plan estructural general representado por tres capas o tónicas concéntricas: una capa interna, una media y otra externa. Los requerimientos biofísicos y metabólicos en las diferentes partes del sistema difieren, por lo que en cada una de las partes del mismo, existen características relacionadas con la función que realizan, lo que modifican el plan estructural general. Estas diferencias se irán destacando en la medida que vayamos estudiando las estructuras que integran el sistema cardiovascular.

Así observaremos que algunos de sus componentes tisulares se reducen o desaparecen, otros se acentúan y algunos de ellos son exclusivos de determinadas partes del sistema; sin embargo, debemos señalar que la estructura básica de organización concéntrica en tres capas prevalece en todas sus partes. La descripción de la organización y de los componentes que integran las capas o túnicas del sistema, lo haremos partiendo de la capa más interna (íntima) que está contigua a la luz del vaso y en contacto con la sangre.

## Unidad 4 Conservación y homeostasis

### 4.1 Sistema cardiovascular.

El estudio del sistema cardiovascular es de gran importancia, no sólo porque realiza en el organismo una función vital, sino también porque las enfermedades cardiovasculares constituyen en el adulto la primera causa de muerte, de ahí la necesidad de profundizar en el estudio de las estructuras que lo integran. El sistema cardiovascular (SCV) está constituido por órganos tubulares: el corazón y los vasos sanguíneos (arterias, capilares y venas), estos últimos son de variada constitución histológica y de diferentes calibres y funciones. Es por ello que podemos establecer su clasificación aunque el estudiante debe tener en cuenta que en el sistema cardiovascular existen formas transicionales entre los vasos sanguíneos, por lo cual no debemos establecer estrictamente estos criterios de clasificación.



El sistema cardiovascular es el encargado de distribuir la sangre en todo el organismo. De ella y a través del líquido tisular que se forma en los capilares es que las células obtienen los nutrientes, el oxígeno y otras sustancias necesarias para el metabolismo celular. En su trayectoria, la sangre recoge a su vez los productos de desecho del metabolismo y estos son eliminados por los órganos de excreción. Por tanto podemos decir que la principal función del sistema cardiovascular estriba en mantener la cantidad y calidad del líquido tisular.

## Plan estructural general

El corazón y los vasos sanguíneos muestran un plan estructural general representado por tres capas o tunicas concéntricas: una capa interna, una media y otra externa. Los requerimientos biofísicos y metabólicos en las diferentes partes del sistema difieren, por lo que en cada una de las partes del mismo, existen características relacionadas con la función que realizan, lo que modifican el plan estructural general

## Elementos constituyentes

**El Corazón** es básicamente un segmento del sistema cardiovascular altamente especializado en propulsar la sangre, compuesto por cuatro cavidades: las aurículas o atrios y los ventrículos, separados por un tabique intermedio y dos orificios con válvulas, cuyas paredes están constituidas por el músculo cardíaco, capaz de realizar contracciones rítmicas espontáneas que proyectan la sangre hacia los vasos sanguíneos. Sus paredes, según expresamos anteriormente, se encuentran constituidas por tres tunicas: una interna o endocardio, una media o miocardio y una externa o epicardio.

**Endocardio:** El endocardio reviste las cavidades, las válvulas y las cuerdas tendinosas de inserción de los músculos papilares cardíacos.

**Válvulas cardíacas;** están constituidas por un repliegue del endocardio y un núcleo de tejido conjuntivo denso que se continúa con el tejido conjuntivo de los anillos fibrosos. Las válvulas podemos encontrarlas en los orificios auriculoventriculares (tricúspide y mitral) y en los orificios de salida de las arterias aorta y pulmonar (válvulas semilunares). Las válvulas están formadas por tres hojuelas en las semilunares y tricúspide y por dos en la mitral.

**Miocardio.** El miocardio o capa media del corazón contiene principalmente tres tipos de estructuras: el miocardio propiamente dicho, el sistema conductor de impulsos y el esqueleto cardíaco. El miocardio es la capa más gruesa del corazón, su espesor es mayor en los ventrículos que en las aurículas, sobre todo en el ventrículo izquierdo. Su constitución corresponde a la que hemos estudiado al considerar el tejido muscular estriado cardíaco y

forman parte el tejido conjuntivo, grasa y numerosos capilares para satisfacer sus requerimientos energéticos. El miocardio, está organizado en capas y haces de fibras de un patrón complejo.

### **Sistema de conducción de impulsos**

Está constituido por fibras musculares cardíacas modificadas, ya que se especializan no en la contractilidad, sino en la más rápida conducción de impulsos. En los mamíferos, el miocardio posee este sistema para iniciar y conducir rítmicamente los impulsos electroquímicos que generan la contracción coordinada y la relajación de las cuatro cámaras cardíacas (ventrículos y aurículas).

Este sistema conductor está representado por **el nodo senoauricular, el nodo aurículoventricular y el haz de His**. El nodo senoauricular está representado por una masa pequeña en la aurícula derecha, cerca del orificio de la vena cava superior. Desde este marcapaso, los impulsos se inician y diseminan a través del músculo cardíaco a una velocidad de 1 m/s; de esta forma la onda de despolarización es conducida al nodo aurículoventricular, localizado en la pared interna de la aurícula derecha. Su baja conducción produce un retraso de 0.08-0.12 s. durante los cuales se completa la contracción auricular. Los impulsos pasan rápidamente (4-5 m/s) al haz aurículoventricular (haz de His), localizado en el tabique interventricular que da una rama a cada ventrículo.

Las fibras musculares modificadas que constituyen este sistema son de tres tipos: nodales, de Purkinje y de transición, de acuerdo a su localización y características histológicas, ya sea en los nodos senoauricular o aurículoventricular, el haz de His, especialmente en sus ramificaciones en cada ventrículo, en que penetran hasta el miocardio donde terminan, en las fibras musculares cardíacas típicas o corrientes mediante las fibras de transición.

### **Vasos sanguíneos**

El corazón recibe sangre de las arterias coronarias y el drenaje está a cargo de las venas cardíacas que desembocan en el seno coronario o en las aurículas.

### **Linfáticos cardíacos**

Son abundantes, se disponen en el subendocardio y están en asociación con fibras musculares cardíacas.

### **Nervios cardíacos**

La inervación proviene del IX par craneal, neumogástrico y del simpático. Las fibras del primero tienen acción inhibitoria y, las del segundo, excitatorio. Estas fibras entran en relación con el sistema conductor de impulsos y con los vasos coronarios; entre ellas, hay fibras sensitivas y motoras. En relación con el sistema conductor de impulsos hay ganglios nerviosos autónomos.

### **Arterias**

Como vimos en la clasificación, hay tres tipos principales de arterias, aunque todas conducen sangre, cada tipo de arteria ejecuta funciones específicas e importantes para la cual se adapta su estructura histológica. Por ello se dividen en: 1) Arterias de gran calibre o elásticas; 2) Arterias de mediano o pequeño calibre, musculares o de distribución y 3) Arteriolas Aunque debemos señalar que salvo algunos casos típicos podemos encontrar elementos transicionales en la estructura histológica de las arterias. La íntima consta de un revestimiento endotelial, un subendotelio y de la membrana elástica interna; esta última, constituida por una condensación de fibras elásticas. La media presenta músculo liso dispuesto es espiral, fibras elásticas y colágenas en proporción variable, y la adventicia está constituida por tejido conjuntivo principalmente. Transportan sangre oxigenada.

## Capilares sanguíneos

Los capilares (capix, cabello) son tubos endoteliales muy finos, de paredes delgadas que se anastomosan y cuya función es la de realizar el intercambio metabólico entre la sangre y los tejidos. Estos pueden disponerse en diferentes formas, según los órganos en los que se encuentren, por lo cual aparecen formando redes, haces y glomérulos. El diámetro de los capilares sanguíneos varía de 6-8  $\mu\text{m}$  y la cantidad de ellos en un órgano está relacionada con la función de dicho órgano. En el miocardio la densidad de capilares por  $\text{mm}^2$  es de 2 000, mientras en el tejido conjuntivo cutáneo es de 50. En el hombre, el área total superficial se ha estimado en  $100 \text{ m}^2$  : 60 para los capilares sistémicos y 40 para los pulmonares.

## Venas

Las propiedades estructurales de la pared de las venas dependen también de las condiciones hemodinámicas. La baja presión en ellas y la velocidad disminuida con que circula la sangre, determinan el débil desarrollo de los elementos musculares en las venas. De la misma forma, el desarrollo muscular es desigual y depende de que la sangre circule bajo la acción de la gravedad o en contra de ella. Todo esto determina diferencias estructurales. Las venas se clasifican en dependencia del calibre del vaso, en: venilla o vénulas, venas de pequeño, mediano y gran calibre.

## Vénulas

Poseen un diámetro de 30 a 50  $\mu\text{m}$  que progresivamente se incrementa hasta alcanzar, en los mayores unos, 300  $\mu\text{m}$ . Se caracterizan por presentar un endotelio continuo y ocasionalmente fenestrado que se apoya en una membrana basal continua y poseer pericitos que se hacen más numerosos en la medida que aumenta de diámetro. No poseen túnica media. La adventicia es delgada y contiene fibroblastos, macrófagos, plasmocitos y mastocitos. Desempeñan una función importante en el intercambio de lípidos con los tejidos circundantes, sobre todo en la inflamación, ya que son muy lábiles a la histamina, serotonina y bradiquina, las cuales inducen la abertura y el debilitamiento de las uniones de sus endotelios (de tipo ocludens) facilitando la salida de los leucocitos y el plasma en los sitios de inflamación.

Las vénulas de mayor diámetro (más de  $50\mu\text{m}$ ) poseen una capa media compuesta por una o dos capas de células musculares lisas aplanadas. Los endoteliositos descansan sobre una membrana basal, de sustancia amorfa y una malla delicada de colágeno y fibras elásticas (riñón y bazo). Su adventicia es relativamente gruesa y contiene elementos del tejido conjuntivo, tales como fibroblastos y fibras nerviosas amielínicas. A estas vénulas se les suele denominar vénulas musculares.

## 4.2 Sistema Circulatorio

El sistema circulatorio presenta diversas estructuras encargadas de transportar sangre o linfa desde y hacia distintos tejidos en diferentes partes del cuerpo.

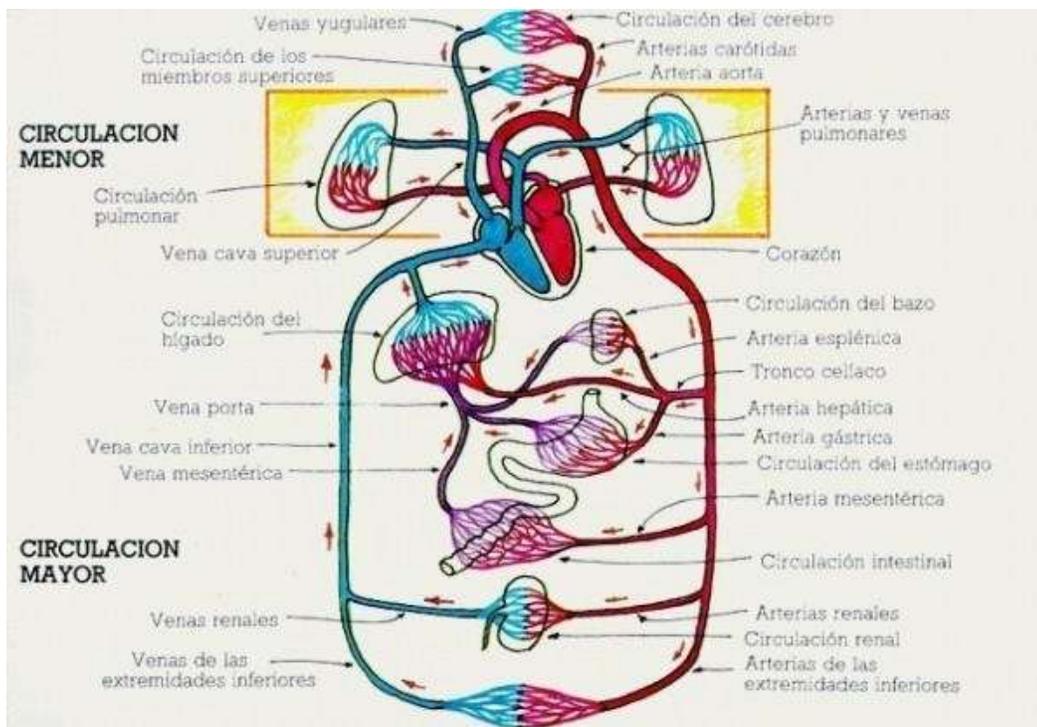
Estos se pueden clasificar en dos grandes grupos:

1. **Dominio macrovascular:** Conformado por el corazón y los grandes vasos sanguíneos, dentro de los cuales podemos incluir tanto a las arterias elásticas como a las arterias musculares. Además de arterias, vamos a encontrar venas de gran calibre, de mediano calibre y de pequeño calibre.
2. **Dominio microvascular:** Incluye a vasos de menos de 500 micrones, que para observarlos con claridad, se requiere ocupar instrumental de microscopía, pues al ser tan pequeños, el ojo humano no alcanza a distinguirlos con nitidez. En este grupo encontramos a: las arteriolas, las metarteriolas, los capilares sanguíneos, las vénulas postcapilares y los capilares linfáticos.

Se distingue el sistema circulatorio sanguíneo que transporta los gases respiratorios, nutrientes, mensajeros químicos como las hormonas, y el sistema linfático que colecta el líquido extracelular de los tejidos, lo hace pasar por los linfonodos y luego los entrega al sistema circulatorio sanguíneo. Se define como arteria, a todo vaso que contiene sangre y que la transporta en dirección centrífuga, tomando como centro el corazón.

Por oposición, se define a una vena, como todo vaso que transporta sangre en dirección centrípeta, es decir, hacia el corazón. Es importante tener claro este concepto, pues se asume que las arterias se definen por llevar sangre oxigenada y las venas sangre desoxigenada. Sin embargo, esto es incorrecto, ya que hay algunas excepciones. El ejemplo más clarificador es el de la arteria y vena pulmonar, en las que la arteria lleva sangre pobre en oxígeno y rica en CO<sub>2</sub> a los pulmones, y la vena lleva sangre rica en oxígeno y pobre en CO<sub>2</sub>, luego de realizada la hematosis (intercambio de gases) en los alvéolos pulmonares.

La sangre se distribuye en nuestro organismo mediante dos circuitos vasculares; entendiendo estos como un sistema de vasos que transportará la sangre por una serie de lugares dentro del cuerpo y que luego traerá de vuelta la sangre al sitio de inicio. El sitio de inicio y confluencia para estos dos sistemas es el corazón.



**Circulación mayor.** Comienza en el ventrículo izquierdo del corazón, sigue por la arteria aorta y, a través de su ramificación y la capilarización de sus ramas, distribuye la sangre entregando la irrigación nutricia a todos los tejidos corporales. Desde estos capilares surgen colectores venosos que confluyen en venas de mayor calibre, las que en las dos venas cavas superior e inferior, desembocan en el atrio derecho del corazón. Como señalamos, esta circulación es de tipo nutricia, pues entrega oxígeno y nutrientes a las células, y asimismo recoge los desechos producidos por estas.

**Circulación menor.** También conocida como circulación pulmonar, comienza en el ventrículo derecho y a través de la arteria pulmonar (tronco pulmonar) y sus ramas, se capilariza a nivel de los alvéolos pulmonares, permitiendo que ocurra el intercambio gaseoso o hematosis. Desde esta red capilar pulmonar, surgen venas que confluyen para formar, en cada pulmón, dos venas pulmonares, las que desembocan en el atrio izquierdo. Esta circulación es de tipo funcional para los pulmones. En estos circuitos vasculares, observamos una secuencia de flujo arterias-capilares-venas. Sin embargo, existen dos excepciones a esta regla, donde la secuencia es arterias-capilares-venas-capilares-venas; es decir, dos redes capilares en serie conectadas por una vena. Esto se conoce como un sistema venosoporta. Otra excepción a esta regla flujo arterias-capilares-venas lo constituye la red admirable que ocurre a nivel renal, donde tenemos dos redes capilares conectadas por una arteria, sistema que solo existe en el riñón. Respecto a la forma de relación que establecen las arteriolas que irrigan el lecho capilar, se distinguen dos tipos: la circulación anastomótica y la circulación terminal.

**En la circulación anastomótica,** los vasos arteriales finos que irrigan el lecho capilar establecen conexiones o anastomosis, formando una red que asegura el flujo sanguíneo; si se obstruye una de las arteriolas, las conexiones existentes mantienen la perfusión capilar. Un ejemplo de este tipo de circulación lo constituye la irrigación intestinal, donde existe una rica red vascular.

**En la circulación terminal**, los vasos arteriales finos que irrigan el lecho capilar no establecen anastomosis o estas son insuficientes, de modo tal que si se obstruye una de estas arteriolas, el flujo sanguíneo se ve seriamente afectado. Un ejemplo de este tipo de circulación lo constituye la irrigación del corazón, donde las arterias coronarias se distribuyen por sectores específicos del corazón.

## **Corazón**

El corazón es un órgano compuesto por cuatro cámaras, dos atrios y dos ventrículos, que tiene como principal función bombear y distribuir la sangre hacia la circulación mayor y menor. El lado derecho recibe sangre pobre en oxígeno proveniente de las venas cavas (2), y bombea sangre por la arteria pulmonar hacia los pulmones para que allí se oxigene. El lado izquierdo recibe sangre de las venas pulmonares rica en oxígeno, y la bombea por la arteria aorta para que se pueda realizar el intercambio gaseoso en todos los tejidos del cuerpo. Este órgano se ubica en el tórax, específicamente en la porción media del mediastino inferior, está compuesto de tres capas de tejidos, las cuales le otorgan al corazón características propias de él mismo.

Las arterias coronarias (2), son arterias de tipo elástica que irrigan al corazón.

**La arteria coronaria izquierda**, transcurre por el lado izquierdo del surco atrioventricular y a poco andar, da su rama interventricular (IV) anterior (o descendente anterior), que discurre por el surco interventricular anterior; después de dar esta rama la arteria continúa como rama circunfleja, por la zona izquierda y posterior del surco coronario hasta agotarse en relación con la pared posterior del ventrículo izquierdo.

**La coronaria izquierda**, irriga los 2/3 anteriores del septum interventricular y la zona vecina a este surco de la pared anterior del ventrículo derecho, el atrio y el ventrículo izquierdo y las ramas derecha e izquierda haz de His.

Por su parte, **la coronaria derecha**, transita por la zona derecha del surco atrioventricular, da la rama marginal derecha y contornea el borde derecho del corazón y aborda la zona posterior del surco coronario, agotándose en relación con la cruz cardíaca (punto de encuentro del surco coronario con el surco interventricular posterior), punto donde emite la arteria interventricular posterior (o descendente posterior).

**La coronaria derecha**, irriga el 1/3 posterior del septum interventricular y la zona vecina a este surco de la pared posterior del ventrículo izquierdo, el atrio y el ventrículo derecho, los nodos sinusal y atrioventricular y el tronco del haz atrioventricular (de His). La sangre venosa del corazón es recogida por las venas cardíacas, a saber: la vena cardíaca mayor, que transita por la surco IV anterior y luego por el lado izquierdo del surco coronario; la vena cardíaca media, que ocupa el surco IV posterior y la vena cardíaca menor, que transcurre por el lado derecho del surco coronario. Estas tres venas confluyen en el seno coronario, colector venoso de 4 cm. de longitud, dispuesto en la zona posterior del surco coronario, a la izquierda de la cruz cardíaca, y que desemboca en la zona inferior del atrio derecho, por delante del orificio de la vena cava inferior. En su punto de desembocadura, el seno presenta una válvula insuficiente, la válvula del seno coronario (Tebesio).

### **Cámaras del corazón**

**Ventrículos:** Los ventrículos son las cámaras de salida de la sangre, estas cámaras tienen una pared muscular mucho más desarrollada que los atrios.

**El ventrículo izquierdo**, en comparación con el ventrículo derecho, tiene paredes más gruesas debido a que impulsa la sangre a través de la aorta a la circulación sistémica, sirviendo a la irrigación de todo el cuerpo. Las paredes de los ventrículos presentan una textura irregular, con proyecciones musculares llamadas trabéculas carnosas. Además, en cada ventrículo se observan conos musculares que se proyectan hacia la cavidad, los músculos papilares, elementos donde se anclan las cuerdas tendinosas de las valvas atrioventriculares. Corresponde a la cámara de eyección de sangre hacia la circulación sistémica a través de la aorta, dando la irrigación nutricia a todos los tejidos del organismo.

Es por ello que cuenta con una pared que es dos a tres veces más gruesa que la del ventrículo derecho. Aquí se observan numerosas trabéculas carnosas y dos gruesos músculos papilares, anterior y posterior, en relación con las respectivas paredes de esta cavidad, donde se fijan las cuerdas tendíneas de la valva mitral.

### **Ventrículo derecho**

Corresponde a la cámara de eyección de sangre (venosa) hacia la circulación pulmonar donde ocurrirá la hematosis. En él se reconoce un sector posterior, la cámara de entrada, vecina la valva tricúspide y, una cámara de salida, en la zona anterior, que forma el cono arterioso desde donde surge el tronco (arteria) pulmonar. Ambas regiones están separadas por la cresta supraventricular (espolón de Wolff).

En el interior del ventrículo derecho se observan los músculos papilares anterior, posterior y septal, en relación con las respectivas paredes de esta cavidad, donde se fijan las cuerdas tendíneas de la valva tricúspide. En el punto de inicio del tronco pulmonar se dispone la valva (sigmoidea) pulmonar, elemento que impide el reflujo de sangre hacia el ventrículo.

### **Valvas cardíacas y esqueleto fibroso del corazón**

Las valvas atrio-ventriculares corresponden a un sistema pliegues fibrosos que permite que la sangre fluya en un solo sentido. Estos pliegues se encuentran unidos por sus bordes fijos al anillo fibroso y por sus bordes libres a las trabéculas a través de las cuerdas tendíneas.

En el corazón se observan cuatro valvas, la valva atrioventricular izquierda (o mitral, o bicúspide) que separa atrio y ventrículo izquierdo. La valva atrioventricular derecha, que separa el atrio y ventrículo derecho (presenta tres cúspides).

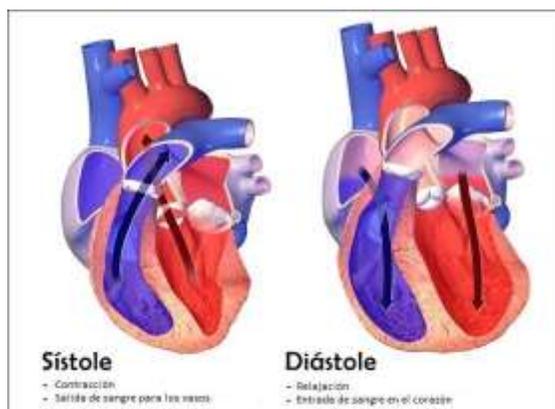
**Las valvas semilunares** están formadas por pliegues fibrosos, cóncavo-convexos, con forma de media luna, de allí su nombre, y se ubican a la salida de cada ventrículo.

**La valva aórtica**, separa el ventrículo izquierdo de la aorta ascendente (tiene tres válvulas, con forma de nido de paloma vistas desde el lumen arterial); entre la pared arterial y la valva se forma un espacio (el nido) llamada seno aórtico (de Valsalva); las arterias coronarias se originan en los senos aórticos derecho e izquierdo respectivamente.

Por su parte, **la valva pulmonar**, separa el ventrículo derecho de la arteria pulmonar y presenta también tres valvulas. Las valvas atrioventriculares se cierran por la presión que ejerce sobre ellas la sangre durante él sístole ventricular.

En cambio, las valvas aórtica y pulmonar se cierran por el flujo retrógrado de sangre causado por la caída de la presión durante el llenado ventricular (diástole ventricular).

Durante él sístole ventricular, la sangre pasa por la aorta y no alcanza fluir por las arterias coronarias; sin embargo, durante el diástole ventricular, cuando se produce el cierre de la valva aórtica, los senos aórticos se cargan de sangre y esta fluye por las arterias coronarias.



### 4.3 Sistema linfático.

**Estructura y función:** Es un sistema de vasos paralelo a la circulación sanguínea, que se origina en espacios tisulares del cuerpo en los llamados capilares linfáticos. Su función es la de actuar como sistema accesorio para que el flujo de líquidos de espacios tisulares vuelva a ser reabsorbido y pase a la circulación sanguínea; también es el encargado de eliminar las toxinas y la conservación de concentraciones proteínicas básicas en el líquido intersticial.

A este sistema se le denomina sistema linfático. El sistema linfático representa una vía accesoria por la cual los líquidos de los espacios intersticiales pueden retornar a la sangre.

**Capilares linfáticos:** Los capilares linfáticos tienen forma de dedos de guante y están en contacto con las células. Sus paredes son permeables para permitir el paso de las macromoléculas que no serían reabsorbidas por el capilar venoso; a través de ellos, la linfa entra en el sistema linfático y no poseen válvulas. Por término medio, alrededor de una décima parte del líquido entra en los capilares linfáticos, en lugar de volver a la sangre a través de los capilares venosos.

**Los vasos linfáticos** forman una suerte de hilos de una red cuyos nudos son los ganglios linfáticos. Por su interior circula la linfa, producto de la actividad del sistema linfático. La circulación de la linfa, que es muy lenta si la comparamos con la sanguínea, es unidireccional y acíclica, es decir, recoge los detritus celulares (son residuos, generalmente sólidos, que provienen de la descomposición de fuentes orgánicas y minerales) y las grandes moléculas 'seltas' del espacio intercelular por todo el organismo y las vierte en la circulación venosa a través del llamado 'conducto torácico' en el lado izquierdo del cuerpo y en el conducto linfático derecho en la parte superior del cuerpo. Conforme la linfa entra en un ganglio linfático es escrutada por los glóbulos blancos que destruyen los microorganismos extraños (si los hubiera) y contribuyen a la formación de anticuerpos (si estuvieran presentes los antígenos correspondientes).

**Ganglios linfáticos:** Los ganglios linfáticos son más numerosos en las partes menos periféricas del organismo. Su presencia se pone de manifiesto fácilmente en partes accesibles al examen físico directo en zonas como axilas, ingle, cuello, cara, huecos supraclaviculares y huecos popliteos (en la cara posterior de la rodilla). Los vasos y ganglios linfáticos se disponen muchas veces rodeando a los grandes troncos arteriales y venosos (arteria aorta, vena cava, vasos ilíacos, subclavios, axilares, etc).

**Tejidos y órganos linfoides:** Los tejidos linfoides del sistema linfático son el bazo, el timo, los ganglios linfáticos y médula ósea. El bazo tiene la función de filtrar la sangre y limpiarla de formas celulares alteradas y, junto con el timo y la médula ósea, cumplen la función de madurar a los linfocitos, que son un tipo de leucocito. Cuando la presión sanguínea aumenta dentro de los vasos capilares, el plasma sanguíneo tiende a difundirse a través de las paredes de los capilares, debido a la gran presión que se ejerce sobre estas paredes. Durante este proceso se pierde gran cantidad de nutrientes y biomoléculas que son transportados por medio de la sangre, creando con esto una descompensación en la homeostasis; es en este instante en donde toma una importancia radical el sistema linfático, ya que se encarga de recolectar todo el plasma perdido durante la presión sanguínea y hacer que retorne a los vasos sanguíneos manteniendo, de esta forma, la homeostasis corporal.

#### **4.4 Sistema respiratorio.**

El sistema respiratorio cumple una función vital para el ser humano: la oxigenación de la sangre. La interrelación entre su estructura y función son las que permiten que este objetivo se cumpla. Además tiene otras funciones importantes no relacionadas con el intercambio gaseoso. La vía aérea se clasifica en alta y baja (o superior e inferior), considerando como hito anatómico el cartílago cricoides. Desde un punto de vista funcional, se puede considerar como alta la vía aérea extratorácica y baja la intratorácica. También se podría considerar que la vía aérea se compone de compartimentos funcionales: una zona de conducción proximal, una zona de transición y una zona respiratoria y finalmente la región alveolar.

##### **Vía aérea superior**

Existen diversas características anatómicas de la vía aérea alta, particularmente de la nariz, que permiten que cumpla su función protectora. El eje de la vía nasal se orienta en 90° respecto a la tráquea por lo que permite atrapar partículas. Los cornetes, estructuras altamente vascularizadas y con un gran área de exposición, concentran el aire en una corriente pequeña, logrando calentar, humidificar y filtrar el aire que ingresa por la nariz. El aporte de la vía aérea superior a la resistencia total de la vía aérea es fundamental.

En promedio, el 50% de la resistencia de la vía aérea está en la nariz, siendo en recién nacidos hasta 80%. Es por esto que cualquier compromiso de las dimensiones de la vía aérea nasal (secreciones, cuerpo extraño) en lactantes que son principalmente respiradores nasales significará la aparición de uso de musculatura accesoria y retracción costal. La faringe es una zona colapsable, formada por los músculos constrictores de la faringe y la base de la lengua. Para evitar que la vía aérea alta colapse durante la inspiración, el tono muscular indemne es fundamental. Durante el sueño el tono muscular y la acción de los músculos dilatadores disminuyen considerablemente, favoreciendo la disminución del diámetro de la vía aérea superior, y en algunas situaciones llevando al colapso, produciéndose a veces, apneas obstructivas.

La laringe constituye una zona compleja de la vía aérea superior encargada de coordinar la respiración, con la deglución en forma segura y efectiva y además encargarse de la fonación. Esto se logra con un adecuado funcionamiento de las cuerdas vocales que deben abrirse al respirar, para que el aire fluya a la vía aérea; cerrarse al deglutir, para que no se aspire el alimento hacia la vía aérea; cerrarse y vibrar, para fonar y finalmente para permitir el mecanismo de tos, cerrarse para aumentar la presión intratorácica y luego abrirse abruptamente para espirar a alto flujo.

### **Vía respiratoria baja.**

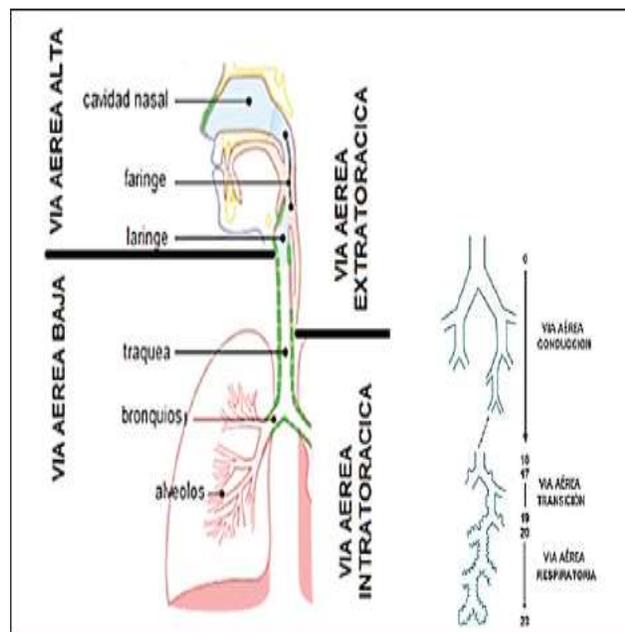
El árbol traqueo bronquial comienza con la tráquea, un tubo fibromuscular con anillos de cartílago en forma de “C” incompletos hacia la zona posterior. Estos segmentos presentan distinta resistencia al flujo del aire, distribuyendo de manera heterogénea los gases y partículas inhaladas. Si bien el diámetro de la vía aérea va disminuyendo hacia distal, el área total de la vía aérea aumenta para optimizar el intercambio gaseoso. En el adulto, el 80% de la resistencia de la vía aérea está en las zonas de conducción mayores de 2 mm de diámetro. Sin embargo, en los niños hasta los 5 años, la vía aérea pequeña distal contribuye con hasta un 50% de la resistencia total de la vía aérea, por lo que son particularmente susceptibles a enfermedades que afectan esta zona.

El cartílago presente en los anillos de la tráquea y en los bronquios superiores otorga la rigidez estructural a la vía aérea y evita su colapso, principalmente en espiración. La contracción del músculo liso aumenta su rigidez y permeabilidad. Finalmente, el soporte elástico del pulmón contribuye a mantener la estabilidad de la vía aérea. Las células caliciformes producen la mucina (glicoproteínas ácidas) que constituye el mucus de la vía aérea, principalmente en tráquea y bronquios.

### Zona de intercambio gaseoso

Los alvéolos son el sitio de intercambio gaseoso. Tienen forma hexagonal, y se caracterizan por compartir paredes planas y no esféricas. De esta manera, la disminución del tamaño de un alvéolo se estabiliza por el alvéolo

adyacente, lo que se denomina el modelo de interdependencia alveolar. Dado que en la zona respiratoria ya no hay cartílago, es el tejido elástico de los septos alveolares lo que evita el colapso de la vía aérea distal. Se estima que el pulmón tiene entre 300 y 480 millones alvéolos, envueltos por + 280 billones de capilares pulmonares, es decir, entre 500 y 1000 capilares por alvéolo. El surfactante es el encargado de disminuir



la tensión superficial en la interfase alveolar aire-líquido y evitar el colapso de los bronquiolos terminales y la zona alveolar.

**Pulmones:** Los pulmones tienen forma cónica, sus vértices llegan a los huecos supraclaviculares y contactan con el plexo braquial y tronco arterial. La forma de los pulmones tiene 3 caras: convexa costal, cóncava diafragmática (domo) y mediastínica. El pulmón derecho e izquierdo están envueltos en una cavidad pleural propia y separada por el mediastino.

El pulmón está cubierto por pleura visceral, que también se introduce en las fisuras y demarca los lóbulos. La fisura oblicua separa el lóbulo superior del inferior en ambos lados. La cisura horizontal separa el lóbulo superior y el lóbulo medio del pulmón derecho (6). Los pulmones son blandos, ligeros y esponjosos, tienen elasticidad para retraerse hasta en un tercio de su volumen. El soporte fibroso pulmonar, formado por elastina y colágeno, permite la distensibilidad y estabilidad de ambos pulmones. La porción de cada pulmón determinada por su bronquio correspondiente se denomina segmento broncopulmonar.

## 4.5 Aparato digestivo

El aparato digestivo es un conjunto de órganos que tienen como misión fundamental la digestión y absorción de nutrientes. Para lograrlo, es necesario que se sucedan una serie de fenómenos a lo largo de las diferentes partes que lo constituyen. Debemos distinguir entre el tubo digestivo en sí mismo y las llamadas glándulas anejas.

El **tubo digestivo** está formado por la boca, la faringe, el esófago, el estómago, el intestino delgado y el intestino grueso o colon. En cada una de estas partes del tubo digestivo tienen lugar los diversos eventos que permitirán la digestión y la absorción de los alimentos ingeridos.

**Boca.** Cavidad que se abre en la parte central e inferior de la cara y por la que se ingieren los alimentos. En la boca encontramos la lengua y los dientes. Es aquí donde vierten su contenido las glándulas salivales y tienen lugar la masticación y salivación de los alimentos. Con la salivación y los fermentos digestivos que contiene la saliva (amilasa salival) se inicia la digestión de los alimentos, formándose el bolo alimenticio. Después de estos procesos se produce la deglución del bolo alimenticio, que es el proceso mediante el cual éste pasa de la boca y faringe al esófago.

**Faringe.** Se comunica con la boca por la parte anterior, y por la parte posterior con la laringe, de la que está separada por la epiglotis, y con el esófago, al que derrama el bolo alimenticio. La deglución implica una gran coordinación neuromuscular a nivel de la faringe. Los defectos en estos mecanismos pueden producir el paso de alimentos a las vías respiratorias o en la nariz, en vez de pasar al esófago.

**Esófago.** Conducto muscular de 18 a 26 centímetros de longitud que recoge el bolo alimenticio una vez terminada la fase bucofaríngea de la deglución. Mediante una serie de movimientos contráctiles de la pared del esófago, el bolo alimenticio sigue su curso hacia el estómago. Por lo tanto, el esófago sólo participa en la progresión ordenada del alimento.

**Estómago.** El estómago es una dilatación en forma de J del tubo digestivo, que se comunica con el esófago a través del cardias, y con el duodeno a través del píloro. Ambos, cardias y píloro, funcionan como una válvula que regula el paso del alimento. El estómago funciona, principalmente, como un reservorio para almacenar grandes cantidades de comida recién ingerida, permitiendo así ingestiones intermitentes. El paso del contenido gástrico al duodeno, que tiene una capacidad volumétrica muy inferior, se produce de forma controlada por el efecto del píloro.

En el estómago se encuentran diferentes tipos de células que participan en la secreción del jugo gástrico. El jugo gástrico contiene ácido clorhídrico y pepsina, responsables de la digestión gástrica del bolo alimenticio. Además, el estómago facilita la trituración de los alimentos y su mezcla con el jugo gástrico, debido a los movimientos de contracción de sus paredes. Posteriormente, se produce el vaciamiento hacia el duodeno. Una vez mezclado con los jugos gástricos, el bolo alimenticio pasa a llamarse quimo.

**Intestino delgado.** Conducto de 6 a 8 metros de largo, formado por tres tramos: Duodeno, separado del estómago por el píloro, y que recibe la bilis procedente del hígado y el jugo pancreático del páncreas, seguido del yeyuno, y por la parte final llamada íleon. El íleon se comunica con el intestino grueso o colon mediante la válvula ileocecal.

En el intestino delgado continúa la digestión de los alimentos hasta su conversión en componentes elementales aptos para la absorción; y aquí juega un papel fundamental la bilis, el jugo pancreático (que contiene amilasa, lipasa y tripsina) y el propio jugo intestinal secretado por las células intestinales. Una vez mezclado con estas secreciones, el quimo pasa a llamarse quilo. Las paredes del intestino delgado tienen también capacidad contráctil, permitiendo la mezcla de su contenido y su propulsión adelante. Una vez los alimentos se han escindido en sus componentes elementales, serán absorbidos. En el intestino delgado se absorben los nutrientes y también sal y agua.

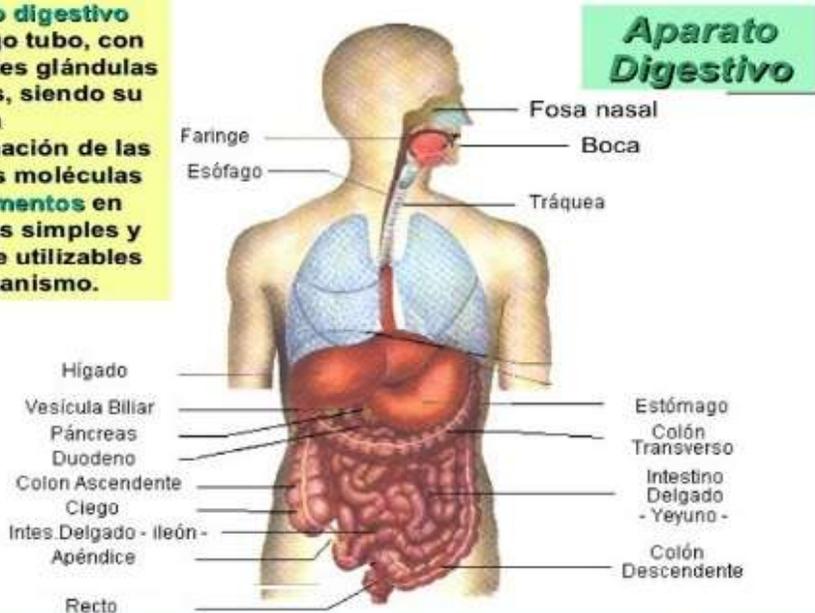
La absorción es un proceso muy eficiente: menos del 5% de las grasas, hidratos de carbono y proteínas ingeridas se excreta en las heces de los adultos que siguen una dieta normal. La digestión de las grasas (lípidos) de la dieta se produce por efecto de las lipasas, originándose entonces los triglicéridos y fosfolípidos, que se absorben en el yeyuno. Para que se produzca este proceso, es necesaria la contribución de las sales biliares contenidas en la bilis. Los hidratos de carbono (almidones, azúcares, etc.) son digeridos mediante las amilasas salival y pancreática, las disacaridasas, formándose monosacáridos que son absorbidos en yeyuno / íleon. Finalmente, la digestión de las proteínas mediante pepsinas y proteasas (tripsina) da lugar a los péptidos y aminoácidos, absorbidos también en yeyuno / íleon.

**Colon.** Estructura tubular que mide aproximadamente 1,5 m en el adulto. Se encuentra unido al intestino delgado por la válvula ileocecal y concluye en el ano. El colon presenta una forma peculiar debido a la existencia de unas bandas longitudinales y contracciones circulares que dan lugar a unos bultos llamadas haustras. En el colon distinguimos varias porciones: la primera porción, el ciego, más ancho que el resto, encontramos el apéndice; el colon ascendente, que se extiende desde el ciego hasta el ángulo o flexura hepática; a este nivel el colon gira y cambia de dirección, llamándose colon transverso. A nivel del bazo encontramos el ángulo esplénico donde el colon vuelve a cambiar de dirección y pasa a llamarse colon descendente. A nivel de la pelvis pasa a llamarse colon sigmoide o sigma, en forma de S, con una mayor movilidad y tortuosidad, y que corresponde a la porción más estrecha del colon.

Finalmente, llegamos al recto, que termina en el conducto anal, donde tiene lugar la expulsión de las heces en el exterior. Cada día llegan al colon entre 1200 y 1500 ml de flujo ileal, y entre 200 y 400 ml son excretados al exterior en forma de materia fecal. La función del colon es almacenar excrementos durante periodos prolongados de tiempo, y mezclar los contenidos para facilitar la absorción de agua, sal y ácidos grasos de cadena corta. Estos últimos se producen durante la fermentación de los restos de nutrientes no absorbidos en el intestino delgado, mediante las bacterias de la flora bacteriana colónica, y son indispensables para la integridad y buena salud de las células del colon.

Los movimientos contráctiles del colon, o motilidad del colon, presentan patrones diferentes para cada una de las funciones fisiológicas, y regulan la capacidad de absorción de líquidos. Por ejemplo, el colon tiene la capacidad de aumentar la absorción de líquidos hasta 5 veces cuando es necesario, pero la disminuye si hay un aumento de la motilidad colónica y si se da un acortamiento del tiempo de tránsito colónico. La flora bacteriana intestinal, que se encuentra de forma normal en el colon, está formada por billones de bacterias de cientos de especies diferentes. Los más comunes son Bacteroides, Porphyromonas, bifidobacterias, lactobacilos, Escherichia coli y otros coliformes, enterococos y clostridios. Las bacterias intestinales juegan un papel muy importante en la fisiología del colon, interviniendo en la digestión de los nutrientes y en el normal desarrollo del sistema inmune gastrointestinal.

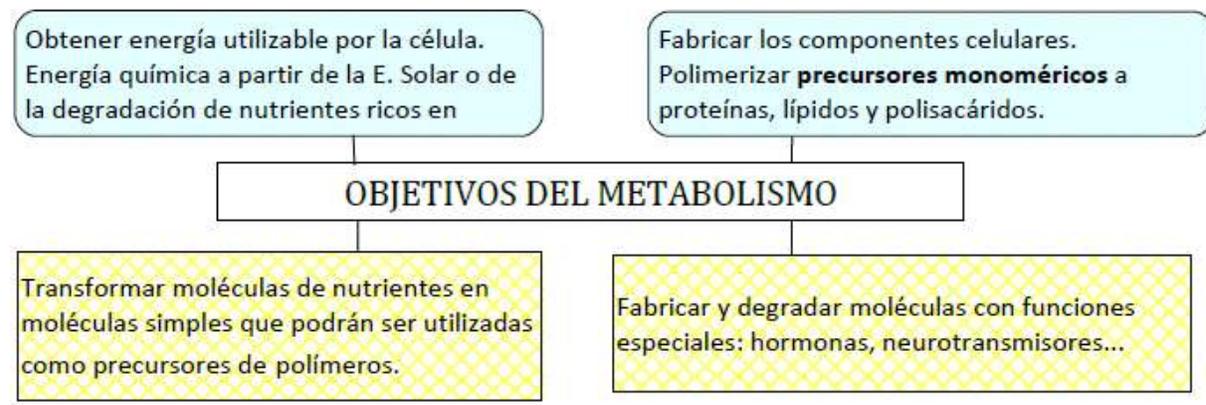
El **aparato digestivo** es un largo tubo, con importantes glándulas asociadas, siendo su función la transformación de las complejas moléculas de los **alimentos** en sustancias simples y fácilmente utilizables por el organismo.



Desde la **boca** hasta el ano, el tubo digestivo mide unos once metros de longitud.

## 4.6 Metabolismo.

Las células intercambian continuamente materia y energía con su entorno. La materia y la energía intercambiadas son transformadas en su interior, con el objeto de crear y mantener las estructuras celulares, proporcionando la energía necesaria para sus actividades vitales. El conjunto de intercambios y transformaciones que tienen lugar en el interior de la célula, debidos a procesos químicos catalizados por enzimas, constituyen el metabolismo.



Como se puede comprobar, según el esquema, entre los objetivos básicos del metabolismo figuran la destrucción o degradación de moléculas y la construcción o síntesis de ellas. Por eso se distinguen dos fases en el metabolismo:

**El catabolismo o fase destructiva:** en ella las moléculas complejas (azúcares, ácidos grasos, o proteínas), que proceden del medio externo o de reservas internas, son degradadas a moléculas sencillas (ácido láctico, amoníaco, bióxido de carbono, agua...). Esta degradación va acompañada de una liberación de energía, que se almacena en forma de ATP.

**El anabolismo,** o fase constructiva: en ella se fabrican moléculas complejas a partir de moléculas más sencillas. Esta síntesis requiere energía, que será aportada por el ATP. Las moléculas sintetizadas pasan a formar parte de los componentes celulares o son almacenadas para su posterior utilización como fuente de energía. La división del metabolismo en anabolismo y catabolismo tiene una finalidad didáctica y no debe inducir a pensar que estos procesos se dan por separado en el espacio o en el tiempo. Las células se encuentran siempre en un proceso constante de autodestrucción y autorregeneración.

El metabolismo hay que considerarlo como una unidad, aunque su complejidad nos obligue a estudiarlo fragmentándolo en las denominadas **rutas metabólicas**. Una ruta metabólica es una secuencia de reacciones químicas que relacionan entre sí dos compuestos o metabolitos importantes, (en la ruta de la glucólisis, la secuencia de reacciones relaciona a la glucosa con el ácido pirúvico). Las rutas metabólicas no son independientes entre sí, sino que poseen encrucijadas comunes. Un mismo metabolito, común a dos vías, podrá seguir una u otra, en función de las condiciones celulares.

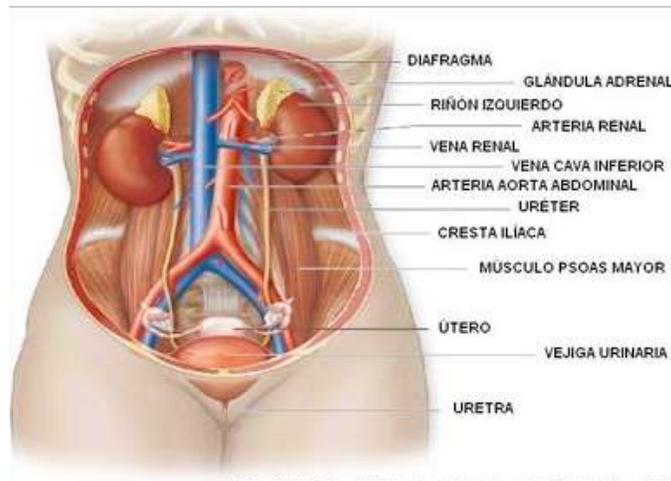
### **Intercambio de materia y energía (ATP y poder reductor).**

En el metabolismo hay procesos que liberan energía y otros que la consumen. La liberación y el consumo de energía no tienen por qué ocurrir al mismo tiempo ni en el mismo lugar de la célula. Debe existir por tanto, un mecanismo que almacene y transporte esta energía desde los lugares donde se produce hasta donde se consume.

Este mecanismo está basado en la formación y posterior ruptura de enlaces químicos que acumulan y liberan gran cantidad de energía (enlaces ricos en energía). El enlace que se utiliza más frecuentemente para almacenar y transportar energía es el que une los grupos fosfato segundo y tercero del ATP. La utilización de la energía libre almacenada en el ATP se produce con la hidrólisis de este compuesto, y es un proceso espontáneo, lo que permite acoplar esta reacción (exergónica) a procesos que no son posibles sin un aporte energético (endergónicos).

#### **4.7 Sistema urinario.**

Es un sistema especial encargado de conservar la constante alcalinidad y la composición química de la sangre. Los órganos que efectúan estas funciones son los riñones; los productos de desecho que eliminan constituyen la orina y esta es conducida hacia la vejiga urinaria por un par de conductos llamados uréteres. La orina se acumula gradualmente en la vejiga, la vejiga se vacía por sí misma a través de un conducto llamado uretra que descarga al exterior. Los riñones son dos derecho e izquierdo, están situados a los lados de la columna vertebral, a la altura de las dos últimas vértebras dorsales y las dos primeras lumbares. Los riñones son alargados en sentido vertical, tiene la forma de frijón, tiene una longitud de 12cm una anchura de 7 a 8 cm. y un espesor de 4 cm; su peso es de 140 gr en los hombres y de 120 gr en la mujer. Su color es café rojizo o rojo oscuro, tiene una consistencia firme, normalmente los riñones son 2 pero puede suceder que solo exista uno: también puede ocurrir que estén unidos por su polo superior formando un cuerpo renal en herradura o sus dos polos constituyendo el riñón anular.



Cada **riñón** contiene miles de Nefronas (imagen3), que son terminaciones sanguíneas encargadas de filtrar la sangre y producir orina. Realizan varias funciones, todas ellas vitales para el organismo: Filtran la sangre y separan de ella las impurezas y sustancias tóxicas, así como los nutrientes que ya limpios ponen de nuevo en circulación. Controlan la sal existente en el organismo. Controlan el volumen y composición de la sangre. Se conectan con el cuerpo por las arterias renales que son por las que llega la sangre a los riñones y con las venas renales que la incorporan al torrente sanguíneo cuando ya está limpia.

Los riñones filtran toda la sangre del cuerpo muchas veces al día y limpian el agua, la glucosa, las sales y minerales que contiene. Una vez limpias, las regresa a la circulación sanguínea y al mismo tiempo forma la orina con agua y las sustancias que fueron recogidas de la sangre. El peritoneo que cubre a la cara anterior de los riñones desempeña una escasa función de fijación. El principal medio de sustentación de los riñones lo constituye la fascia renal y una capsula adiposa peri renal.

La fascia renal es una envoltura fibrosa peri renal es una capa de tejido conjuntivo que refuerza al peritoneo. La fascia renal tiene un origen entre el riñón y la glándula suprarrenal a una expansión fibrosa denominada lamina intersuprarrenorrenal. Las hojas perrenal y retrorrenal de la fascia renal tiene forma de una envoltura completa del riñón y de la glándula suprarrenal y delimitan a una celda totalmente cerrada. La capsula adiposa del riñón no tiene contacto directo con la fascia renal y la glándula suprarrenal, el espesor de esta va depender de la edad del sujeto y su posible obesidad.

Los **uréteres** son dos conductos de unos 25 a 30 cm. de largo, que salen de cada riñón y sirven para transportar la orina desde los riñones hasta la vejiga. En el hombre son un poco más largos que en las mujeres. Comienza en la pelvis renal y sigue una trayectoria descendente, portan la orina desde la pelvis renal, hasta la vejiga urinaria. Tiene una longitud aproximada de 30cm. Están situados en la cara posterior del abdomen, apoyados en el músculo psoas. Descienden a la cavidad pélvica y atraviesan el espesor de la pared de la vejiga urinaria. El recorrido infraparietal sirve de válvula con mecanismos de contracción y relajación. Estos dos conductos o uréteres van a desembocar en el trigono vesical situado en la cara posterior de la vejiga urinaria.

En torno a este trigono vesical se localiza el músculo detrusor y que regula el vaciado vesical. La vejiga urinaria tiene una capacidad aproximada de 400 cc. Se localiza por detrás de la sínfisis púbica y por delante del recto en el hombre, en la mujer el útero está por delante y por detrás de la vejiga el recto. Va a presentar dos tipos de esfínteres: Uno interno, formado por el engrosamiento de la musculatura circular, a nivel del cuello vesical y es involuntario. Otro externo que va a ser de musculatura estriada, formada por el músculo transverso profundo del periné.

La **uretra** es, básicamente, el conducto excretor de la orina que se extiende desde el cuello de la vejiga hasta el meato urinario externo. En ambos sexos realiza la misma función, sin embargo, presenta algunas diferencias de las que es interesante destacar. En las mujeres, la uretra mide cerca de 3.5 cm de longitud y se abre al exterior del cuerpo justo encima de la vagina. En los hombres, la uretra mide cerca de 12 cm de largo, pasa por la glándula prostática y luego a través del pene al exterior del cuerpo. En el hombre, la uretra es un conducto común al aparato urinario y al aparato reproductor. Por tanto, su función es llevar al exterior tanto la orina como el líquido seminal. En los hombres, la uretra parte de la zona inferior de la vejiga, pasa por la próstata y forma parte del pene. En la mujer, sin embargo, es mucho más corta pues su recorrido es menor. Está adherida firmemente a la pared de la vagina, no pasa por la próstata -las mujeres carecen de este órgano- y no tiene, como en el hombre, una función reproductora. No hay que confundir el uréter con la uretra. No son lo mismo.

La **vejiga** urinaria es un órgano hueco músculo-membranoso (imagen7) que forma parte del tracto urinario y que recibe la orina de los uréteres y la expulsa a través de la uretra al exterior del cuerpo durante la micción. La vejiga urinaria está presente en todos los mamíferos. Procede de la parte inferior del pedículo del alantoides, obliterándose progresivamente la parte superior de este pedículo para formar el uraco.

La vejiga urinaria está situada en la excavación de la pelvis. Por delante está fijada al pubis, por detrás limita con el recto, con la parte superior de la próstata y las vesículas seminales en el hombre, y con la vagina en la mujer. Por arriba está recubierta por el peritoneo parietal que lo separa de la cavidad abdominal, y por abajo limita con la próstata en el hombre y con la musculatura perineal en la mujer. La vejiga urinaria cuando está llena tiene una forma esférica, y cuando está vacía se asemeja a un tetraedro con: Vértice anterosuperior en el que se fija el uraco. Vértice anteroinferior que corresponde al orificio uretral. Vértices superoexternos en los que desembocan los uréteres.

La capacidad fisiológica de la vejiga urinaria o hasta que aparece el deseo de orinar oscila entre los 300 y 350 centímetros cúbicos. Y puede aumentar de 2 a 3 litros en caso de retención aguda de orina. Esta capacidad se reduce en casos de cistitis hasta los 50 centímetros cúbicos.

## Bibliografía básica y complementaria:

- Tortora G. Grabowski S. Principios de Anatomía y Fisiología. 12ª Ed. Mexico: Editorial Oxford University Press Harlam. 2015
- Stevens. Histología Humana. 9ª edición Harcourt. Editorial Mosby. Mexico 2018.
- Moore KL, Dalley AF. Anatomía con orientación Clínica 7ª edición. MExico: Editoril Pnamericana 2015
- Guyton AC, Hall JE. El sistema nervioso autónomo; la médula suprarrenal. En: Tratado de Fisiología Médica. Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España; 2016. p. 835-847.
- Martín JS, Caussade DS. Evaluación funcional de la vía aérea. 2012;7(2):61–6.
- Manuera. Introducción a la traumatología y ortopedia. Madrid, MaCGraw Hill interamericana. España 2012
- Benninghoff & Drenckhahn. Compendio de Anatomía ©2010. Editorial Médica Panamericana
- Thibodeau G. y col. Anatomía del sistema muscular. Cap 10. En Anatomía y Fisiología Estructura y función del cuerpo humano. 2ª Ed. Ed Harcourt brace, Madrid España 1995. p.p 275
- Martín JS, Caussade DS. Evaluación funcional de la vía aérea. 2012;7(2):61–6.
- Rouviere A. delmas, 11º edición, editorial Masson, pp551---593
- Tortora G. y col. Sistema muscular. Cap 11. En Principios de Anatomía y fisiología. 13ª Ed. Ed Harcourt brace, Madrid España 1999