

CARRERA DE NATUROPATÍA



PRIMER CICLO

Anatomofisiología

Autora:

Dra. María Gabriela Oña Velástegui

Edición:

Primera

Editorial:

Instituto Superior Tecnológico Dr. Misael Acosta Solís

Créditos:

- Lic. Masherlyn Gavin Quishpe. Mgs.
- Tnlgo. Jorge Barrera Ramos
- Dra. María Alba Acosta Acosta

Revisión de contenidos (pares):

- Dr. Jorge Ricardo Rodríguez Espinosa. MSc.
- Dr. C. Luis Alberto Martínez Ortiz

Diseño y diagramación:

- Mgtr. Gabriela Puentes
- Lic. Bryan Daniel Ortega

ISBN: 978-9942-7024-2-5

Riobamba - Ecuador

INTRODUCCIÓN A LA ANATOMOFISIOLOGÍA	05
ORIENTACIONES GENERALES PARA EL ESTUDIO	06
Objetivo	06
PLANIFICACIÓN DEL APRENDIZAJE	07
	08

08 UNIDAD 1

1. POSICIÓN ANATÓMICA	09
Introducción	09
Objetivo	09
1.1. Niveles de organización del cuerpo humano	10
1.2. Tejidos del cuerpo humano	13
1.3. Direcciones anatómicas, ejes, planos y regiones corporales	15
1.4. Cavidades del cuerpo	20
1.5. Abdomen, regiones y proyección de órganos	21
ACTIVIDADES RECOMENDADAS	24

25 UNIDAD 2

2. Sistema Musculoesquelético y Nervioso	26
Introducción	26
Objetivo	26
2.1. Sistema musculoesquelético	27
2.1.1 Funciones de los huesos	27
2.1.2 Estructura macroscópica del hueso	28
2.1.3 Estructura microscópica del hueso	29
2.1.4. Clasificación de los huesos según su forma	33
2.1.5. Esqueleto axial y esqueleto apendicular	35
2.1.6. Huesos del esqueleto por regiones	36
2.2. Artrología	51
2.2.1. Clasificación de las articulaciones: según su función y según su estructura	52
1.3. Sistema muscular	58
1.3.1. Características de los músculos	58
1.3.2. Fisiología de la contracción y relajación muscular	60
2.3.3. Músculos del cuerpo por regiones: origen, inserción y función	61
ACTIVIDADES RECOMENDADAS	79

80 UNIDAD 3

3. Sistema Tegumentario - Sistema Respiratorio - Sistema Digestivo	81
Introducción	81
Objetivo	81
3.1. Sistema tegumentario	82
3.1.1. La piel, estructura	82
3.1.2. Funciones de la piel	84
3.1.3. Anexos de la piel	85

3.2. Sistema Respiratorio	87
3.2.1. Vías respiratorias superiores	88
3.2.2. Vías respiratorias inferiores	90
3.2.3. Mecánica respiratoria	92
3.2.4. Intercambio de gases	95
3.2.5. Regulación de la respiración	96
3.3. Sistema digestivo	98
3.3.1. Procesos básicos	101
3.3.2. Capas del tracto gastrointestinal, particularidades en las diferentes estructuras	102
3.3.3. Glándulas anexas: Glándulas salivales, Hígado y Páncreas	104
3.3.4. Fisiología de la digestión	104
ACTIVIDADES RECOMENDADAS	106

107 UNIDAD 4

4. Sistema Linfático - Sistema Cardiovascular – Sistema Endocrino	108
Introducción	108
Objetivo	109
4.1. Sistema Linfático	110
4.1.1. Funciones del Sistema linfático	112
4.1.2. Formación y circulación de la linfa	113
4.1.3. Órganos y tejido linfático	114
4.1.4. Inmunidad propiamente dicha	114
4.1.6. Inmunidad innata e inmunidad adquirida	116
4.1.7. Alteraciones de la inmunidad	116
4.2. Sistema cardiovascular	117
4.2.1. La sangre: estructura y función	117
4.2.2. Corazón: estructura y funcionamiento	118
4.2.3. Vasos sanguíneos, clasificación, características estructurales y funcionales	119
4.2.4. Circulación pulmonar y circulación general	120
4.2.5. Principales vasos	121
4.3. Sistema Endocrino	122
4.3.1. Hormonas-Mecanismos de acción	124
4.3.2. Integración de funciones: sistema nervioso y endocrino	125
4.3.3. Glándulas endocrinas estructura, hormonas y funciones	126
ACTIVIDADES RECOMENDADAS	129
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA	130
BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA	130

INTRODUCCIÓN A LA ANATOMOFISIOLOGÍA

La **Anatomofisiología** es una asignatura esencial en la carrera de Naturopatía, ya que proporciona a los estudiantes los conocimientos básicos sobre la estructura y función del **cuerpo humano**, esta materia es fundamental para comprender el funcionamiento y la interrelación de los diferentes sistemas del organismo.

Esta disciplina abarca diversos temas, como la anatomía macroscópica, que estudia los órganos y sistemas a simple vista, la anatomía microscópica, que se enfoca en los tejidos y células a nivel microscópico, la fisiología celular, que analiza los procesos que ocurren en las células, la fisiología de los sistemas, que se dedica al funcionamiento de los diferentes sistemas del cuerpo, y la **fisiopatología**, que estudia las alteraciones y enfermedades que afectan al organismo.

La asignatura de Anatomofisiología se complementa con otras materias

de la carrera de Naturopatía, como la **Fitoterapia**, la **Nutrición** y la **Medicina Tradicional China**. Estos conocimientos en anatomía y fisiología son esenciales para comprender cómo las terapias naturales pueden influir en el cuerpo y promover la salud y el bienestar, en la Naturopatía, la Anatomofisiología se emplea para comprender cómo la mente, el cuerpo y el espíritu se relacionan entre sí y cómo estos aspectos influyen en la salud y el bienestar. Se analizan las interacciones entre los sistemas nervioso, endocrino e inmunológico, y cómo pueden tener un impacto en la salud de una persona.

Al finalizar la asignatura, los estudiantes están preparados para comprender los fundamentos **anatómicos y fisiológicos** del cuerpo humano, lo que les permitirá aplicar de manera segura y efectiva las terapias naturales en su práctica como naturópatas.

BIENVENIDOS/AS Y ÉXITOS EN SUS ESTUDIOS

ORIENTACIONES GENERALES PARA EL ESTUDIO

- **Organizar el tiempo:** establecer un horario de estudio regular y tener suficiente tiempo para revisar los contenidos y practicar.
- **Comprender los conceptos básicos:** familiarizarse con la terminología y los principios fundamentales de la anatomía y fisiología.
- **Utilizar recursos de estudio:** utilizar diferentes recursos de estudio, como libros de texto, apuntes de clase, videos, diagramas y recursos en línea, encontrar los recursos que resulten más útiles y efectivos para el aprendizaje.
- **Realizar resúmenes y esquemas:** elaborar resúmenes y esquemas que ayuden a organizar y visualizar la información.
- **Estudiar de manera activa:** en lugar de simplemente leer los contenidos, buscar formas de estudiar de manera activa.
- **Buscar ayuda si es necesario:** acudir al docente, compañeros de clase o utilizar recursos en línea para aclarar dudas.
- **Hacer repasos periódicos:** programar repasos periódicos para revisar los conceptos previamente aprendidos, esto ayudará a consolidar los conocimientos y evitar olvidos a largo plazo.

Objetivo

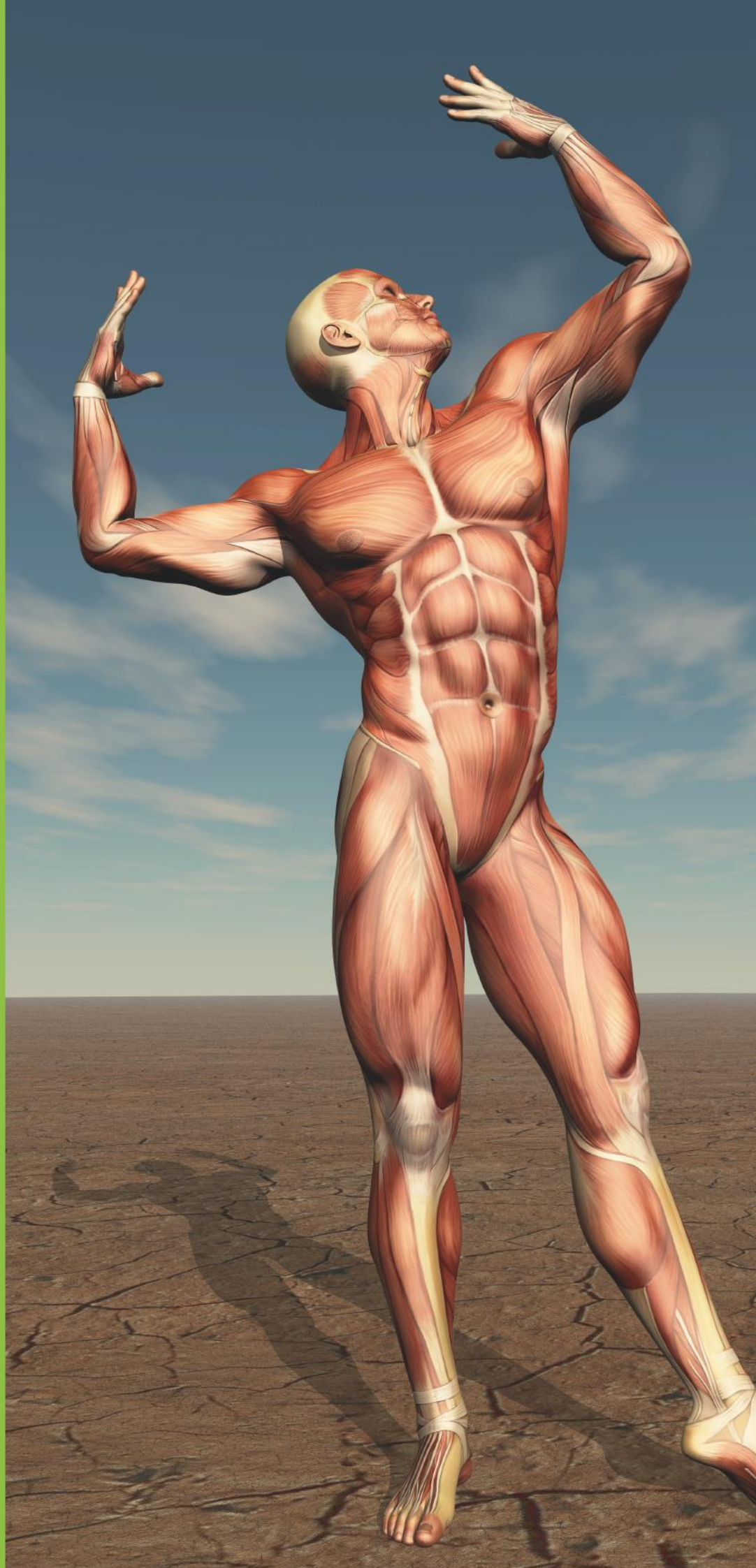
Evaluar las estructuras anatómicas del cuerpo humano y su funcionamiento para establecer un diagnóstico con ética y responsabilidad hacia el paciente.

PLANIFICACIÓN DEL APRENDIZAJE

CONTENIDOS	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE EN HORAS		
	DOCE	PRACT	AUTO
UNIDAD 1 Posición anatómica	12	12	12
UNIDAD 2 Sistema musculoesquelético y nervioso	12	12	12
UNIDAD 3 Sistema tegumentario - Sistema respiratorio - Sistema digestivo	12	12	12
UNIDAD 4 Sistema linfático - Sistema cardiovascular - Sistema endocrino	12	12	12
Total:	48	48	48

UNIDAD 1

POSICIÓN ANATÓMICA



1. Posición Anatómica

Introducción

En esta unidad se explora el concepto de la posición anatómica en el contexto de la carrera de Naturopatía, la posición anatómica es un elemento clave en el estudio y la comprensión de la **anatomía humana**, ya que proporciona una base común para describir la ubicación y las relaciones de las estructuras del cuerpo humano.

En la Naturopatía, es esencial tener un conocimiento preciso de la posición anatómica para realizar **evaluaciones y tratamientos efectivos**, al comprender la posición correcta del cuerpo humano en relación con los planos y ejes anatómicos, los naturópatas pueden identificar y abordar posibles

desequilibrios o disfunciones, comprender la ubicación y el funcionamiento de los órganos es esencial para comprender cómo se ven afectados por diversas condiciones y cómo podemos abordarlos desde una perspectiva natural.

Se aborda los fundamentos de la posición anatómica, incluyendo la ubicación y orientación de los principales planos y ejes anatómicos, también se explora la importancia de la posición anatómica en la evaluación de la postura y el movimiento, así como en la identificación de patrones de desequilibrio en el cuerpo.

Objetivo

Desarrollar un examen físico apropiado para la identificación de la posición anatómica normal de los órganos del cuerpo humano a través de una cercanía sin discriminación al paciente.

1.1. Niveles de organización del cuerpo humano

En el estudio de los seres vivos, es fundamental comprender las diferentes estructuras que los componen. Estas estructuras se organizan en diferentes niveles, que van desde los átomos hasta los organismos completos.

En el nivel más básico, se encuentran los átomos, que se combinan para formar moléculas. Estas moléculas, a su vez, se unen para formar macromoléculas y organelos que se encuentran dentro de las células. Las células, a su vez, se agrupan para formar tejidos, que son conjuntos de células especializadas que realizan funciones específicas.

Los tejidos se integran y organizan para formar órganos, que son estructuras complejas con funciones específicas en el cuerpo. Por ejemplo, el corazón es un órgano que tiene la función de bombear sangre. Varios órganos trabajan juntos en sistemas, que son conjuntos de órganos que realizan funciones relacionadas. Por ejemplo, el sistema digestivo está compuesto por órganos como el estómago, el intestino delgado y el intestino grueso, que trabajan juntos para procesar los alimentos y absorber los nutrientes.

Finalmente, todos estos sistemas se integran para formar un organismo completo, como un ser humano. Cada nivel de organización depende del nivel anterior y contribuye al funcionamiento y la supervivencia del organismo en su conjunto.

Los niveles de organización biológica se refieren a los diferentes grados de complejidad en los que se estructuran los seres vivos. Estos niveles se dividen en los siguientes:

- Atómico
- Molecular
- Subcelular
- Celular
- Tisular
- Orgánico
- Sistémico
- Organismo completo



Figura 1. Niveles de organización del ser humano. (1)

Nivel atómico

En el nivel atómico, todo lo que nos rodea, incluyendo nuestro planeta y el universo en general, está formado por átomos. Como mencionó el renombrado físico y divulgador científico Carl Sagan, somos "polvo de estrellas".

Los átomos son las unidades más pequeñas de materia que participan en reacciones químicas y mantienen las propiedades y características de un elemento específico. Comprendemos que los átomos están compuestos por partículas aún más pequeñas, como protones, neutrones, electrones y quarks. En el contexto biológico, ejemplos de átomos de importancia incluyen el carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno.

Nivel molecular

En el nivel molecular, las moléculas se forman cuando dos o más átomos se unen mediante enlaces químicos. Un ejemplo común es el agua, que constituye

aproximadamente el 70% de los seres vivos. Además del agua, existen otras moléculas pequeñas, como el oxígeno molecular y la glucosa.

En este nivel, también encontramos las macromoléculas, que son compuestos orgánicos de gran importancia en los seres vivos. Algunas de estas macromoléculas incluyen los carbohidratos, las proteínas, los lípidos y los ácidos nucleicos. Estas macromoléculas suelen ser polímeros, lo que significa que están formadas por unidades estructurales más pequeñas llamadas monómeros. Por ejemplo, la glucosa es un monómero que, cuando se unen varias moléculas de glucosa, forma el glucógeno, que es un polímero.

Nivel subcelular

En el nivel subcelular, las macromoléculas, como los carbohidratos, lípidos, ácidos nucleicos y proteínas, se combinan de diversas formas para formar organelos. Estos organelos son estructuras que se encuentran dentro de las células.

Algunos ejemplos de organelos celulares incluyen las mitocondrias, los ribosomas, los retículos endoplásmicos, el aparato de Golgi y los lisosomas, entre otros. Estos organelos desempeñan funciones específicas dentro de la célula y contribuyen al correcto funcionamiento y mantenimiento de la misma.

Nivel celular

En este nivel, nos encontramos con la célula, por lo que es fundamental tener en cuenta lo siguiente:

- La célula es la unidad fundamental tanto en la estructura como en la función de todos los seres vivos.
- Todas las células se originan a partir de otras células preexistentes.
- Todas las células contienen información genética que se hereda a las células hijas durante la división celular.

Existen diversos tipos de células en los organismos, como los eritrocitos (glóbulos rojos), las células musculares y las neuronas, por mencionar algunos ejemplos. Cada tipo de célula tiene características y funciones específicas que contribuyen al correcto funcionamiento de los organismos vivos.

Nivel tisular

En el nivel tisular, las células en el cuerpo humano rara vez funcionan de manera aislada, sino que generalmente trabajan en conjunto en grupos llamados tejidos. Un tejido está formado por un conjunto de células y el material extracelular que las rodea. Estos tejidos están especializados en llevar a cabo funciones específicas. (2)

En el organismo, existen cuatro tejidos básicos:

- Tejido epitelial
- Tejido conjuntivo
- Tejido muscular
- Tejido nervioso

Nivel orgánico

Los órganos están compuestos por diferentes tipos de tejidos y cumplen funciones específicas. Por lo general, tienen formas reconocibles. Algunos ejemplos de órganos son el cerebro, los pulmones y el corazón.

Nivel sistémico

Un sistema está formado por órganos que están interrelacionados y tienen una función común. Anteriormente, se usaba el término "aparato" para referirse a estos conjuntos de órganos, pero ahora se utiliza exclusivamente el término "sistema". Algunos ejemplos de sistemas en el cuerpo humano son el tegumentario, esquelético, nervioso, endocrino, cardiovascular, respiratorio, digestivo, urinario y reproductor.

Nivel de organismo completo

La combinación de los diferentes sistemas forma el organismo completo.(2)

1.2. Tejidos del cuerpo humano

Epitelial

El epitelio tiene la función de recubrir superficies y revestir órganos huecos. Además, puede formar glándulas y desempeñar roles de protección, secreción, absorción o excreción.

Existen diferentes tipos de epitelios, y en este caso se trata de un epitelio plano estratificado sin estrato córneo que se encuentra en el esófago y la vagina.

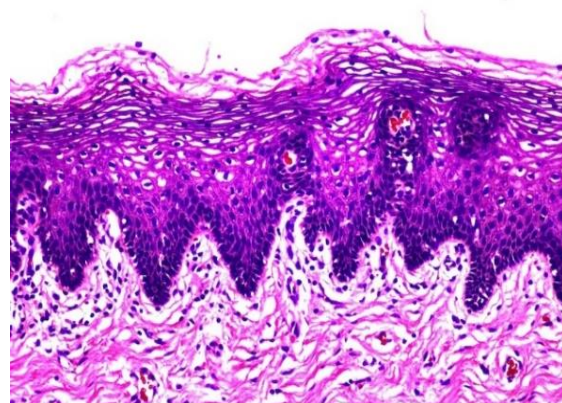


Figura 2. Tejido epitelial. (3)

Conjuntivo

El tejido conjuntivo cumple diversas funciones, como la defensa, protección, soporte, resistencia y unión de tejidos.

En este caso, se trata de un tendón donde se pueden apreciar núcleos alargados que corresponden a los fibroblastos, así como fibras de colágeno en la matriz extracelular.

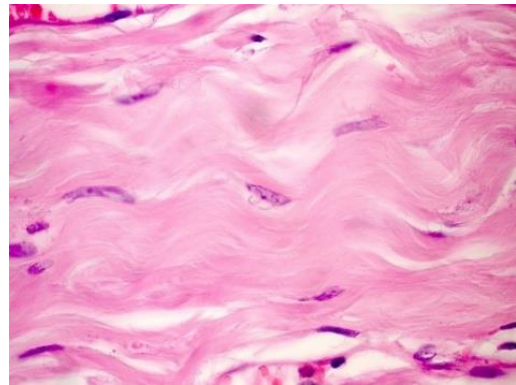


Figura 3. Tejido conjuntivo. (3)

Muscular

El tejido muscular consiste en células especializadas en la contracción, lo cual les permite llevar a cabo funciones como la contracción rítmica del corazón, el movimiento mediante palancas con los huesos y la contracción de las vísceras.

En este tejido, se pueden observar fibras musculares lisas, similares a las que se encuentran en las vísceras huecas.

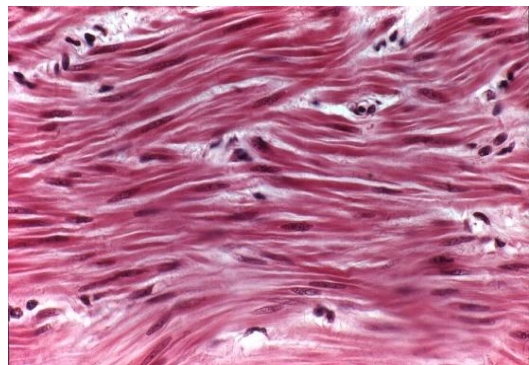


Figura 4. Tejido muscular. (3)

Nervioso

El tejido nervioso tiene la función especializada de percibir estímulos, generar impulsos eléctricos, conducirlos y proporcionar respuestas rápidas para mantener la homeostasis.

En la asta anterior de la médula espinal, en el centro y con una forma más o menos triangular, se pueden observar neuronas motoras. (3)

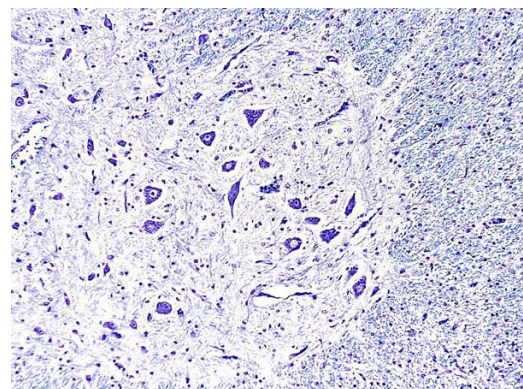


Figura 5. Tejido nervioso. (3)

1.3. Direcciones anatómicas, ejes, planos y regiones corporales

Para estudiar la anatomía, es necesario utilizar un vocabulario clínico que describa la posición, los movimientos, las relaciones y los planos de referencia. Por convención, las descripciones anatómicas del cuerpo humano se basan en un individuo de pie en la posición anatómica.

La posición anatómica se define como:

- Estar de pie y mirando hacia adelante.
- Los brazos colgando a los lados; las palmas de las manos hacia adelante.
- Las piernas juntas; los pies ligeramente separados y apuntando hacia adelante.(4)

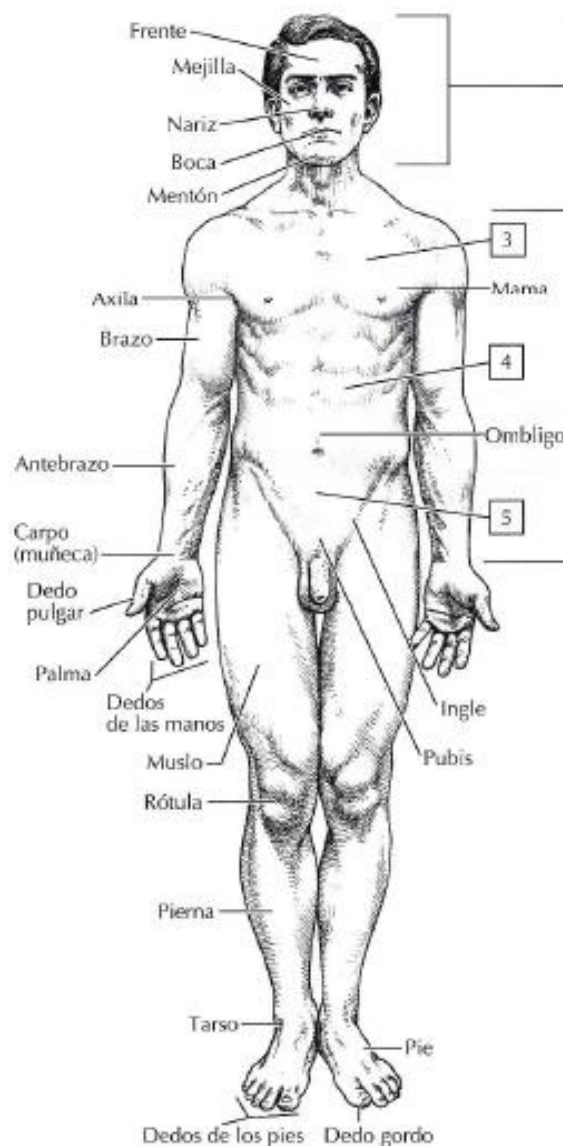


Figura 6. Posición anatómica. (4)

Para una mejor explicación de la anatomía, se describen las siguientes posiciones:

- **Decúbito dorsal o decúbito supino:** El cuerpo está acostado sobre la espalda, con la cara hacia arriba.
- **Decúbito ventral o decúbito prono:** El cuerpo está acostado sobre el vientre, con la espalda hacia arriba.
- **Decúbito lateral derecho o izquierdo:** El cuerpo se encuentra recostado de lado, ya sea derecho o izquierdo, con las extremidades extendidas. El brazo correspondiente al lado en el que el paciente está acostado se encuentra ubicado en la parte frontal del cuerpo.
- **Posición de Trendelenburg:** La persona está en decúbito dorsal, con la cabeza más baja que los pies.
- **Posición de Fowler:** La persona se encuentra acostada boca arriba, con la cabeza en una posición más elevada que los pies. En la posición de Fowler alta, la cabecera de la cama se encuentra elevada a 90 grados con respecto a los pies, mientras que en la posición semi-fowler, la elevación es de 30 grados.(4)

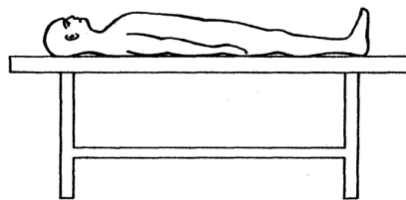


Figura 7. Decúbito dorsal.(4)

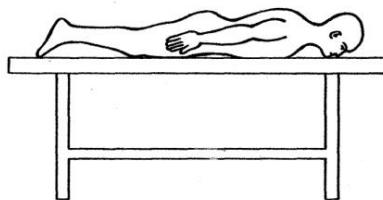


Figura 8. Decúbito ventral.(4)

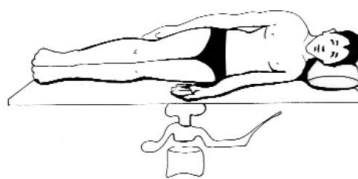


Figura 9. Decúbito lateral.(4)

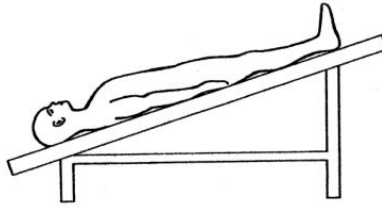


Figura 10. Posición de Trendelenburg.(4)

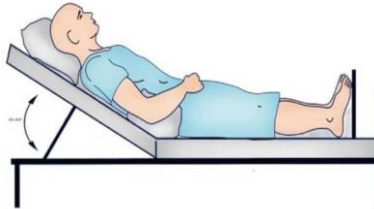


Figura 11. Posición de Fowler.(4)

Ejemplos de posiciones o decúbitos que la persona adopta debido a aspectos propios de la enfermedad:

- En la enfermedad de Parkinson, el paciente adopta una postura de pie rígida, ligeramente inclinado hacia adelante, con una ligera curvatura y temblores en las extremidades superiores.
- En el caso de una hemiplejía, el paciente con parálisis en un lado del cuerpo tiene el brazo en contacto con el costado, con el antebrazo y la mano en semiflexión y pronación, mientras que la pierna afectada permanece extendida.
- La postura antiálgica o antálgica es la posición que el paciente adopta para evitar el dolor.
- La posición genupectoral implica que el paciente se arrodilla y se inclina hacia adelante apoyándose en los codos o el pecho, similar a una plegaria mahometana. Aunque no es común en la práctica clínica, una variante de esta postura es la posición de Blechmann, en la que el paciente está sentado en la cama con las piernas flexionadas e inclina el tronco hacia adelante para apoyarse en una almohada sobre los muslos.(5)

Posiciones de espera y de traslado

Es de suma importancia tener conocimiento de estas posiciones, ya que es común que se coloque a la víctima boca arriba por error, tanto durante la espera como en el traslado. Sin embargo, la posición en decúbito supino se debe utilizar en raras ocasiones.

Posición Lateral de Seguridad (PLS) es la postura estándar para esperar y transportar a un accidentado inconsciente. Esta posición tiene varios beneficios:

- Evita que los vómitos sean aspirados hacia las vías respiratorias.
- Previene la obstrucción de las vías respiratorias por la lengua.
- Permite evaluar la respiración y el pulso.
- Esta postura es totalmente estable, ya que el lesionado no se "deslizará" debido a que está "anclado" con el codo y la rodilla.

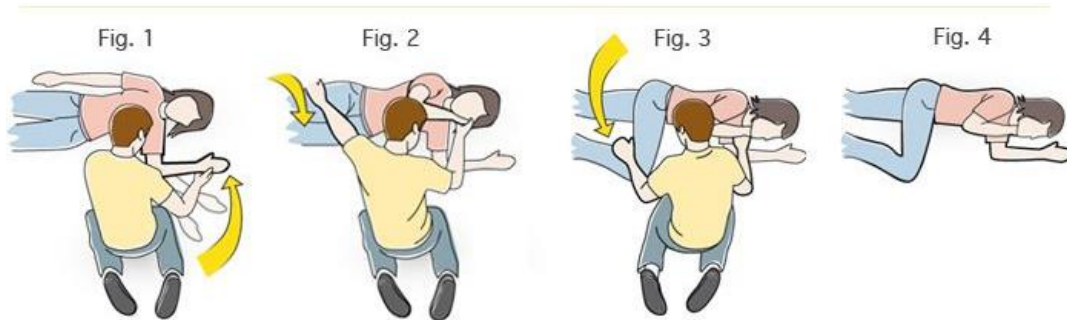


Figura 12. Posición lateral de seguridad.(5)

Posición Antishock y Trendelenburg es necesaria en pacientes en estado de shock o que han sufrido una gran pérdida de sangre, así como en casos de lipotimias. Consiste en colocar al paciente de manera que la cabeza quede más baja que las extremidades, lo cual permite un flujo sanguíneo hacia las partes vitales del cuerpo en detrimento de las extremidades, esto se logra:

- Elevando las piernas
- Elevando el plano de la camilla sobre la que descansa la víctima (Trendelenburg)

Posición de abdomen agudo se emplea al trasladar a pacientes con lesiones abdominales, ya sean traumáticas o patológicas, en esta posición, la víctima se coloca boca arriba con las piernas flexionadas; esta postura ayuda a reducir la presión dentro del abdomen del paciente.

Posición de insuficiencia respiratoria se utiliza para trasladar a pacientes con dificultad respiratoria, sin importar la causa. Se les coloca en posición semisentada, ya que esto mejora la capacidad respiratoria.

Existe una variante de esta postura que se utiliza en pacientes con heridas penetrantes en el tórax, en la cual se colocan semi-incorporados pero apoyados en el lado lesionado. Esto tiene como objetivo facilitar la ventilación del pulmón sano.(5)

Ejes planos y regiones corporales

Los elementos anatómicos se ubican en relación con los tres planos del espacio y sus ejes o puntos de referencia. Algunos términos comunes como vertical, horizontal, medio, derecho, izquierdo, longitudinal, transversal, superior, inferior, superficial y profundo no requieren definición. Sin embargo, existen otros términos más específicos del lenguaje anatómico.

Cuando un órgano o un plano están orientados de anterior a posterior, se habla de **plano sagital**. El **plano frontal** se refiere a un órgano u objeto situado en un plano paralelo a la frente, mientras que el **plano transversal** es equivalente al plano horizontal.

Un elemento anatómico presenta una **cara medial** que mira hacia el eje del cuerpo y una **cara lateral** que mira hacia el exterior. Las **caras anterior y posterior** se refieren a la primera mirando hacia adelante y la segunda hacia atrás, también conocidas como **cara ventral y cara dorsal**. El extremo de un elemento anatómico se denomina **craneal** si se orienta hacia el cráneo o **caudal** si se dirige hacia el extremo inferior del tronco.(6)

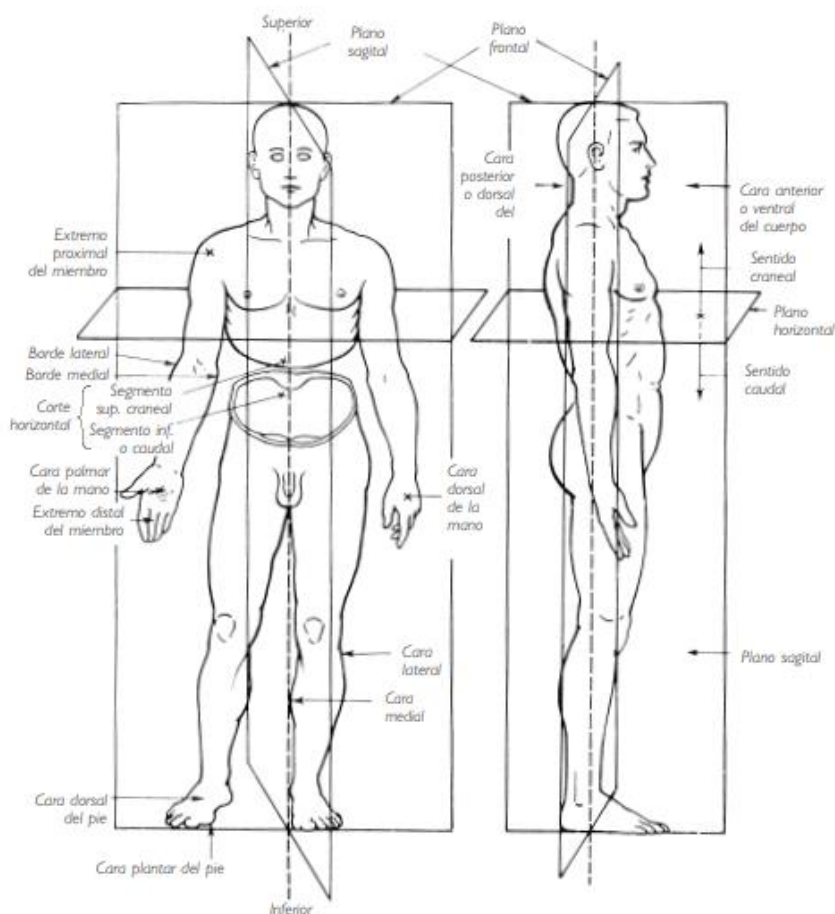


Figura 12. Ejes planos y regiones corporales.(6)

Cuando se trata de los miembros, el término **proximal** se refiere a la parte más cercana a la raíz, mientras que la parte **distal** es la más alejada. En el antebrazo, el lado que mira hacia el eje del cuerpo se llama **cubital**, mientras que el lado que se dirige lateralmente se llama **radial**.

La mano tiene una cara **palmar**, que es la palma de la mano, y una cara **dorsal**, que es el dorso de la mano. De manera similar, la pierna tiene una cara **tibial**, que mira hacia el eje del cuerpo, y una cara **perónea**, que se orienta lateralmente.

En cuanto a los distintos órganos, se utilizan otros términos descriptivos, tanto generales como específicos, la mayoría de los cuales no requieren una explicación adicional y se comprenden fácilmente, ya que algunos quedan definidos por la propia descripción anatómica.

El cuerpo humano está compuesto por órganos diseñados para realizar funciones específicas. Todos los órganos que comparten una estructura similar forman un sistema, mientras que todos los sistemas que contribuyen a una misma función forman un aparato.(6)

Regiones corporales

El cuerpo humano se divide en tres grandes regiones: cabeza; tronco; extremidades (superiores e inferiores).

A su vez éstas se subdividen en regiones más pequeñas.

- En la cabeza encontramos la cara y el cráneo.
- En el tronco, se encuentran el cuello, el tórax, el abdomen y la pelvis.
- En las extremidades superiores, se encuentran el hombro, el brazo, el codo, el antebrazo, la muñeca y la mano, en ese orden de proximidad con el tronco.
- En las extremidades inferiores, se encuentran la cadera, el muslo, la rodilla, la pierna, el tobillo y el pie. (4)

1.4. Cavidades del cuerpo

Las cavidades corporales son espacios cerrados dentro del cuerpo y se dividen en las cavidades dorsal y ventral.

La **cavidad dorsal** se subdivide en una parte craneal que alberga el cerebro y una parte vertebral que contiene la médula espinal.

La **cavidad ventral**, también conocida como celoma, se divide en una parte torácica ubicada encima del diafragma y una parte abdominopélvica situada debajo del diafragma.

La **cavidad torácica** se divide en dos cavidades pleurales, que contienen los pulmones, y en la cavidad pericárdica, que alberga el corazón. Entre las cavidades pleurales, hay una cavidad potencial llamada mediastino, que no se considera parte del celoma.

La cavidad **abdominopélvica** se divide arbitrariamente en una parte abdominal y una parte pélvica, aunque no hay una pared que las separe. Dentro de la cavidad **abdominal** se encuentran el estómago, el bazo, el hígado, el páncreas, el intestino delgado y la mayor parte del colon. Dentro de la cavidad **pélvica** se encuentran la vejiga, el colon sigmoideo, el recto, en las mujeres los ovarios, las trompas de Falopio y el útero, y en los hombres, la próstata, las vesículas seminales y parte del conducto deferente.(6)

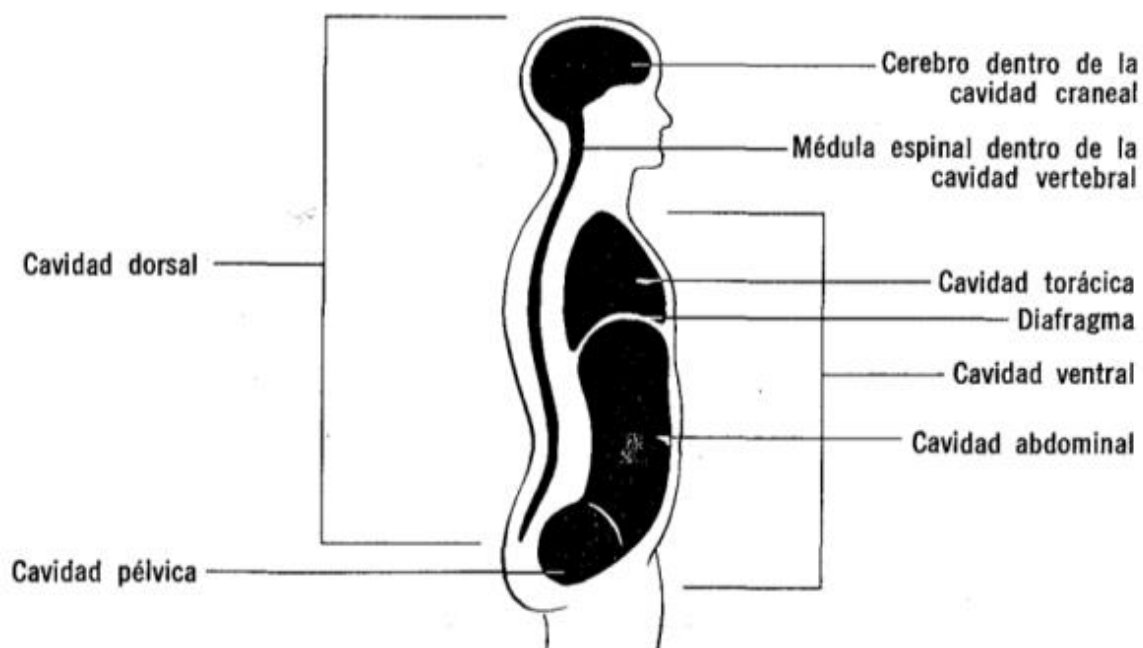


Figura 13. Cavidades del cuerpo humano.(5)

1.5. Abdomen, regiones y proyección de órganos

El abdomen se puede dividir en diferentes secciones de diversas formas. Una línea vertical en el centro, que atraviesa el ombligo, divide el abdomen en hemiabdomen derecho e izquierdo. Por otro lado, una línea horizontal que pasa por la cicatriz umbilical forma el hemiabdomen superior e inferior. Al considerar ambas líneas, se forman cuatro cuadrantes: superior derecho e izquierdo, e inferior derecho e izquierdo.



Figura 14. Cuadrantes abdominales.(7)

Regiones del abdomen

El abdomen también se puede dividir en nueve áreas utilizando dos líneas horizontales paralelas y dos líneas verticales paralelas, formando un entrecruzamiento.

- **Hipocondrio derecho:** Esta región del abdomen alberga el hígado, la vesícula biliar, el ángulo derecho del colon y el extremo superior del riñón derecho.
- **Flanco derecho:** En esta área se encuentran el colon ascendente, el extremo inferior del riñón derecho y el intestino delgado.
- **Fosa iliaca derecha:** En esta zona se sitúan el ciego y el apéndice cecal.
- **Epigastrio:** En esta región se encuentran el hígado, el esófago, el estómago y el páncreas.
- **Mesogastrio:** En esta área se localizan el estómago, el duodeno, el páncreas y el colon transversal, así como el intestino delgado.
- **Hipogastrio:** Esta región alberga la vejiga y el colon sigmoideo.
- **Hipocondrio izquierdo:** En esta zona se encuentran el estómago, el bazo, el páncreas, el ángulo izquierdo del colon y el extremo superior del riñón izquierdo.
- **Flanco izquierdo:** En esta área se sitúan el extremo inferior del riñón izquierdo, el colon descendente y el intestino delgado.
- **Fosa iliaca izquierda:** En esta zona se localiza el colon sigmoideo.(4)

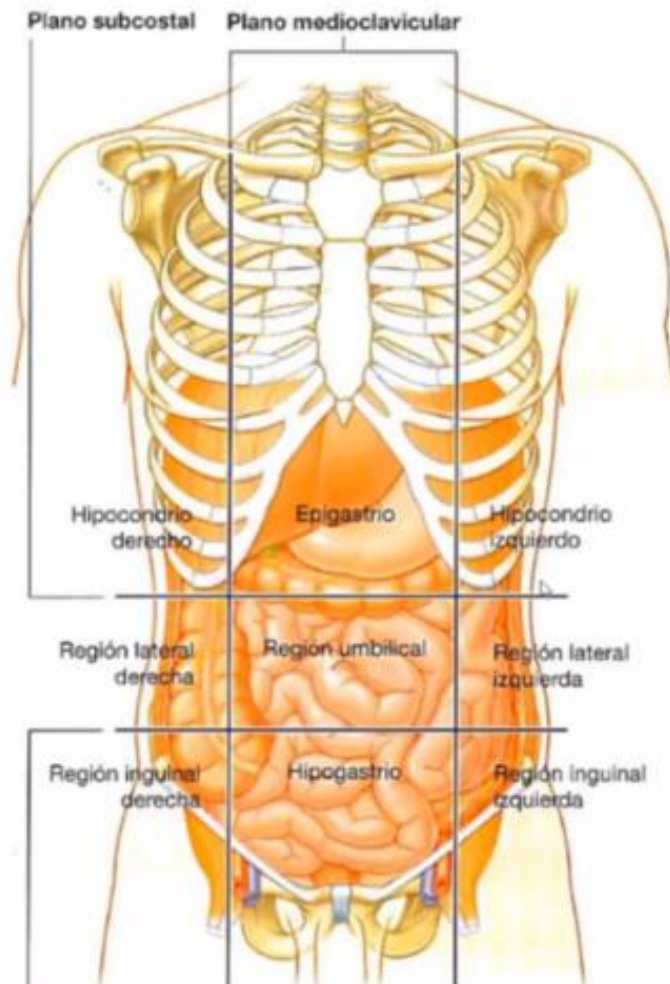


Figura 15. Regiones abdominales.(7)

ACTIVIDADES RECOMENDADAS

Realice un glosario de terminología anatómica

UNIDAD 2

SISTEMA MUSCULOESQUELÉTICO Y NERVIOSO



2. Sistema Musculoesquelético y Nervioso

Introducción

El funcionamiento del cuerpo humano depende de dos sistemas esenciales: el sistema musculoesquelético y el sistema nervioso.

El sistema musculoesquelético está compuesto por los músculos, huesos, articulaciones y tejidos conectivos, y su función principal es permitir el movimiento, brindar estabilidad y proteger los órganos internos.

Por otro lado, el sistema nervioso está constituido por el cerebro, la médula espinal, los nervios y los receptores sensoriales. Su responsabilidad es controlar y coordinar todas las funciones del

cuerpo, así como recibir y procesar estímulos del entorno.

Estos dos sistemas trabajan en conjunto para posibilitar el movimiento, mantener la postura, llevar a cabo acciones voluntarias e involuntarias, y responder a estímulos del entorno. Además, son fundamentales para el equilibrio, la coordinación y el correcto funcionamiento de todos los sistemas corporales.

Se explorará de manera general los componentes y funciones principales de estos sistemas, resaltando su importancia y su interrelación en el organismo humano.

Objetivo

Aplicar técnicas para identificar huesos, músculos, órganos, aparatos y sistemas en el cuerpo humano, respetando las variantes anatómicas individuales de los pacientes.

2.1. Sistema musculoesquelético

El sistema musculoesquelético es la unión del sistema muscular y el sistema esquelético, está compuesto por los músculos, los huesos, las articulaciones, los ligamentos, los tendones y otros tejidos conectivos. Este sistema es esencial para el movimiento del cuerpo humano, ya que los músculos se conectan a los huesos a través de los tendones y generan fuerza para mover las articulaciones.

El sistema musculoesquelético trabaja de manera conjunta para permitir la locomoción, la estabilidad y el soporte estructural del cuerpo. Los músculos se contraen y se relajan para producir el movimiento, mientras que los huesos brindan estabilidad y protección a los órganos internos. Las articulaciones actúan como puntos de unión entre los huesos, permitiendo el movimiento y la flexibilidad.

Además de su papel en el movimiento, el sistema musculoesquelético también cumple otras funciones importantes. Los huesos son responsables de la producción de células sanguíneas en la médula ósea y actúan como reservorios de minerales esenciales para el metabolismo celular. Los tejidos conectivos, como los ligamentos y los tendones, ayudan a unir los huesos y proporcionan estabilidad a las articulaciones.(8)

2.1.1 Funciones de los huesos

- **Soporte:** Los huesos son la estructura de soporte para los tejidos blandos y actúan como punto de apoyo para la mayoría de los músculos esqueléticos.
- **Protección:** Los huesos brindan protección a los órganos internos. Por ejemplo, el cráneo protege al encéfalo y la caja torácica protege al corazón y los pulmones.
- **Movimiento:** Los huesos trabajan en conjunto con los músculos para permitir el movimiento del cuerpo.
- **Equilibrio de minerales:** El tejido óseo almacena calcio y fósforo para fortalecer los huesos, y también libera estos minerales a la sangre para mantener un equilibrio en su concentración.
- **Producción de células sanguíneas:** La médula ósea roja, un tipo de tejido conectivo especializado, produce glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas a través de un proceso llamado hemopoyesis.
- **Almacenamiento de triglicéridos:** En los adultos, la médula ósea roja es reemplazada gradualmente por la médula ósea amarilla, que contiene células adiposas y almacena triglicéridos.(8)

2.1.2 Estructura macroscópica del hueso

El hueso es un tipo de tejido conectivo que se caracteriza por su dureza. Está compuesto por células óseas, membranas, una matriz mineralizada extracelular y médula ósea central. Hay dos tipos principales de hueso: compacto y esponjoso. Debido a la mineralización de la matriz ósea, los nutrientes y los residuos no pueden moverse a través de ella, por lo que el hueso ha desarrollado una estructura especial para permitir estas funciones. Esta estructura proporciona la dureza y resistencia necesarias para soportar fuerzas de compresión y flexión, lo que lo hace ideal para funciones como el soporte, la protección de los órganos vitales y el movimiento. Además, el hueso también juega un papel crucial en la producción de células sanguíneas en la médula ósea y es el principal depósito de calcio en el organismo.

Como órgano, el hueso está compuesto por varios componentes, como el tejido óseo, la sangre, la médula ósea, el cartílago y el tejido conectivo fibroso, el tejido adiposo y el tejido nervioso.(9)

Cóndilo	Extremo redondeado que forma la articulación del hueso
Epicóndilo	Región contigua al cóndilo que sobresale
Carilla articular	Zona plana de la articulación del hueso
Foramen	Orificio que atraviesa el hueso
Maléolo	Prominencia redondeada de la tibia y el peroné
Apófisis	Zona que sale del hueso
Trocánter	Prominencia roma en la epífisis del hueso, en especial del fémur
Tuberosidad	Región redondeada de un hueso

Tabla 1. Estructura macroscópica. (9)

Tipos de tejido óseo

Hueso compacto:

Se refiere a una capa externa lisa y sólida de tejido óseo, presente en todos los huesos del cuerpo, en los huesos largos, forma un cilindro y encierra una cavidad medular.

Función: Proporciona resistencia a las fuerzas de compresión.

Hueso esponjoso:

Se trata de un tejido óseo interno poco organizado, consiste en un entramado de pequeñas y finas piezas de tejido óseo llamadas trabéculas o espículas óseas.

- Transfiere la fuerza del hueso al hueso compacto externo.
- Se reforma constantemente para adaptarse a las necesidades del cuerpo, como el aumento de las trabéculas durante el ejercicio o la reducción de las trabéculas en condiciones de ingravidez prolongada en el espacio.

Se encuentra en el interior del hueso compacto, en los extremos de los huesos largos y en el centro de huesos cortos, planos e irregulares.

2.1.3 Estructura microscópica del hueso

Hueso compacto

Membranas Óseas

El tejido óseo está rodeado por dos membranas principales: el periostio en la superficie externa y el endostio en la superficie interna.

Periostio:

Es una capa externa que cubre el hueso, excepto en las articulaciones donde está presente el cartílago articular. El periostio está vascularizado e innervado y consta de dos capas:

1. **Capa fibrosa del periostio:** Es la capa externa compuesta principalmente de colágeno resistente.

Fibras de Sharpey: Son fibras de colágeno que continúan desde la capa fibrosa del periostio hasta los tendones musculares en la parte superior del hueso. Estas fibras se adentran en la matriz ósea para fijar el periostio y el músculo que se encuentra sobre el hueso.

- 2. Capa osteogénica del periostio:** Es la capa interna que contiene células responsables de la formación ósea, como osteoblastos, osteoclastos y células osteogénicas.

Esta capa es crucial para el crecimiento y la curación de los huesos después de una lesión, el periostio desempeña un papel importante en el suministro de nutrientes y en la formación y reparación ósea.

Endostio:

Es responsable de cubrir las superficies internas del hueso y la cavidad medular en los huesos largos. También recubre las trabéculas del hueso esponjoso y contiene las mismas células formadoras de hueso que se encuentran en la capa osteogénica del periostio.

Células óseas:

El hueso contiene un número limitado de células en comparación con la cantidad de matriz, y estas células desempeñan varias funciones, incluyendo la síntesis y descomposición del hueso. Hay cuatro tipos principales de células óseas:

- Las células osteogénicas son células madre que se originan a partir de fibroblastos embrionarios. Estas células tienen la capacidad de diferenciarse en osteoblastos y se encuentran en el endostio y el periostio osteogénico. Pueden ser estimuladas por el estrés, como el ejercicio o las fracturas.
- Los osteoblastos son responsables de sintetizar la matriz de colágeno, que es la parte orgánica del hueso, y depositar sales de calcio en la matriz para mineralizarla. Estas células no pueden dividirse, por lo que todos los nuevos osteoblastos deben provenir de las células osteogénicas. Se encuentran en el endostio y el periostio osteogénico.
- Los osteocitos se encuentran en espacios dentro de la matriz mineralizada del hueso, conocidos como lagunas. Aunque no desempeñan un papel importante en la síntesis o descomposición del hueso, su función principal es detectar la tensión y comunicar esta información a los osteoblastos de la superficie.
- Los osteoclastos son responsables de la resorción ósea, es decir, de disolver y reabsorber el hueso. Su objetivo es eliminar el hueso viejo, lesionado o innecesario, y liberar el calcio almacenado para mantener los niveles de calcio regulados en el organismo. Los osteoclastos se desarrollan a partir de la fusión de monocitos en la médula ósea, lo que resulta en células grandes y multinucleadas con pliegues profundos en la membrana plasmática para aumentar su superficie.

Matriz ósea

Los huesos están formados por una matriz que contiene dos tipos de componentes: orgánicos e inorgánicos.

- Los componentes orgánicos, que representan aproximadamente un tercio del peso de la matriz, están compuestos por fibras de colágeno, proteoglicanos y glicoproteínas. Las fibras de colágeno proporcionan fuerza y elasticidad, mientras que los proteoglicanos y las glicoproteínas ayudan a unir las fibras de colágeno y a transportar nutrientes y oxígeno a las células del hueso.
- Los componentes inorgánicos, que constituyen aproximadamente dos tercios del peso de la matriz, están compuestos por cristales de hidroxiapatita. Estos cristales son sales de fosfato de calcio y proporcionan rigidez y resistencia a los huesos. También se encuentran pequeñas cantidades de carbonato de calcio, así como otros iones como magnesio, sodio, potasio, fluoruro, sulfato e hidróxido.

La combinación de estos componentes orgánicos e inorgánicos proporciona a los huesos la resistencia y la solidez necesarias para soportar el peso del cuerpo y proteger los órganos internos. Además, permite que los huesos se regeneren en caso de daño.

En los huesos largos, la matriz y las células están organizadas en unidades funcionales llamadas osteones.⁽⁹⁾

- **Osteones:**
Un osteón, también denominado sistema de Havers, representa una estructura cilíndrica que se extiende a lo largo del hueso compacto, compuesta por células y una matriz. Consiste en un canal central longitudinal rodeado por anillos concéntricos de osteocitos y láminas óseas.
- **Canal Central del Osteón (Canal de Havers):**
Contiene vasos sanguíneos, vasos linfáticos y nervios, estando recubierto por el endostio. Este canal desempeña un papel crucial al proporcionar nutrientes y eliminar los desechos de los osteocitos adyacentes al canal central.
- **Canales Perforantes:**
Son canales que discurren de manera perpendicular a los canales centrales, conectándolos entre sí y estableciendo conexiones con los nervios y vasos externos. Estos canales desempeñan un papel fundamental al facilitar la irrigación e inervación.

- **Láminas:**
Representan anillos concéntricos de matriz calcificada. Los osteocitos ocupan espacios entre las láminas, conocidos como lagunas.
- **Colágeno:**
Las fibras de colágeno se entrelazan en la matriz en cada lámina, exhibiendo disposiciones helicoidales diversas en las láminas adyacentes, ya sea enroscamiento hacia la derecha o hacia la izquierda.
- **Láminas Circunferenciales:**
Son láminas que se ubican de manera paralela a la superficie ósea, rodeando toda la circunferencia del hueso. Aunque no forman parte de un osteón funcional, se encuentran en la capa osteogénica del periostio y revisten la cavidad medular interna.
- **Láminas Intersticiales:**
Corresponden a regiones irregulares de tejido óseo que se hallan entre los osteones.

Hueso esponjoso

En el hueso esponjoso, en lugar de formar anillos concéntricos dentro de los osteones, las láminas forman anillos concéntricos que crean las trabéculas.(9)

Similitudes entre el hueso esponjoso y el compacto:

- Las láminas forman anillos concéntricos.
- Los osteocitos residen en lagunas entre las láminas.
- Los osteocitos están conectados entre sí a través de canalículos.

Diferencias entre el hueso esponjoso y el compacto:

- Las trabéculas del hueso esponjoso se organizan siguiendo las líneas de fuerza, mientras que los osteones en el hueso compacto son paralelos entre sí.
- Estas trabéculas forman una estructura en forma de celosía, creando espacios dentro del hueso que están llenos de médula ósea.
- A diferencia de los osteones, no hay canales centrales en las trabéculas, ya que no es necesario para el suministro de sangre a los osteocitos, ya que se encuentran cerca de la médula circundante.

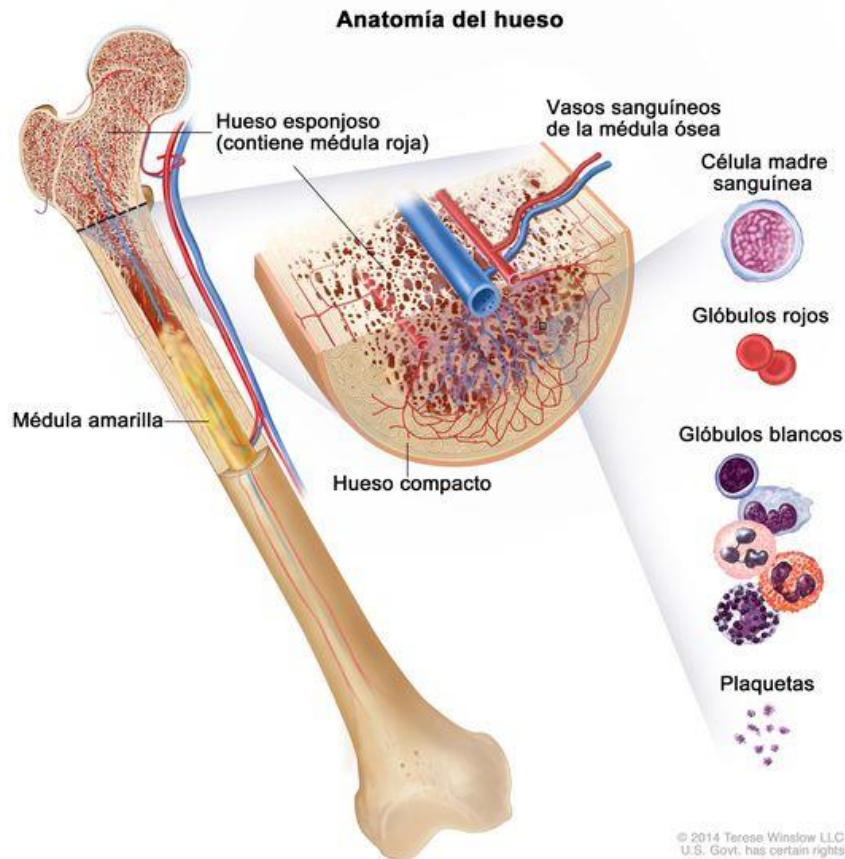


Figura 16. Anatomía del hueso. (9)

2.1.4. Clasificación de los huesos según su forma

- **Huesos largos:** se caracterizan por tener una longitud mayor que su anchura. Ejemplos de huesos largos en la extremidad superior incluyen el húmero, el radio, el cúbito, los metacarpianos y las falanges. En la extremidad inferior, se encuentran el fémur, la tibia, el peroné, los metatarsianos y las falanges.
- **Huesos cortos:** se caracterizan por tener una longitud aproximadamente igual a su anchura. Ejemplos de huesos cortos son los huesos del carpo (muñeca) y los huesos tarsianos (tobillo).
- **Huesos planos:** se caracterizan por su forma plana y delgada, y su función principal es la de encerrar y proteger los órganos blandos. Algunos ejemplos de huesos planos son la mayoría de los huesos del cráneo, las costillas, el esternón y la escápula.
- **Huesos irregulares:** son aquellos que no se ajustan a las categorías anteriores debido a su forma peculiar. Ejemplos de huesos irregulares incluyen las vértebras y algunos huesos del cráneo, como el esfenoides y los huesos faciales.(6)

Estructura de los huesos largos se divide en tres regiones anatómicas principales:

1. **Diáfisis:** Esta región forma el eje longitudinal del hueso largo. Está compuesta por una capa gruesa de hueso compacto que rodea una cavidad medular central. En esta cavidad se encuentra la médula ósea.
2. **Epífisis:** Son los extremos de los huesos largos, donde se encuentran las articulaciones. Las epífisis son más anchas que la diáfisis y tienen varias funciones. Fortalecen las articulaciones, aumentan la superficie de fijación de tendones y ligamentos, y están cubiertas por cartílago articular.
3. **Metáfisis:** Esta región se encuentra entre la epífisis y la diáfisis. En la infancia, la metáfisis contiene restos de la placa de crecimiento o línea epifisaria, que está compuesta de cartílago hialino y permitió el alargamiento del hueso durante el crecimiento.

Estructura de los huesos cortos, irregulares y planos

Los huesos cortos, irregulares y planos tienen una estructura diferente a los huesos largos. Estas son algunas características:

- **Capas externas:** Estos huesos tienen finas placas de hueso compacto en su capa externa, las cuales están recubiertas por periostio, una membrana que proporciona nutrientes y protección al hueso.
- **Capa interna:** En la capa interna, estos huesos tienen hueso esponjoso, que está cubierto por endostio, una capa que ayuda en la formación y remodelación ósea.
- **En los huesos planos,** el hueso esponjoso en el interior se conoce como diploe. El diploe proporciona resistencia y también ayuda en la protección de órganos blandos.
- **Marcas óseas:** Los huesos tienen diferentes marcas óseas donde se unen los tendones, los ligamentos y la fascia, así como las articulaciones, salientes y agujeros.
- **Marcas articulares:** Estas son superficies redondeadas en una zona articular llamadas cóndilos, y también puede haber eminencias superiores a los cóndilos conocidas como epicóndilos. Además, hay superficies planas llamadas caras articulares donde se articulan los huesos.
- **Proyecciones:** Los huesos pueden tener crestas, procesos, protuberancias, espinas, tubérculos y tuberosidades, que son características de prominencia en el hueso.
- **Agujeros:** Los huesos pueden tener canales que atraviesan el hueso, pasajes llamados forámenes, zonas huecas o deprimidas conocidas como fosas, y también depresiones o surcos alargados llamados ranuras o surcos. Además, pueden tener áreas cavernosas de forma irregular llamadas senos.(9)

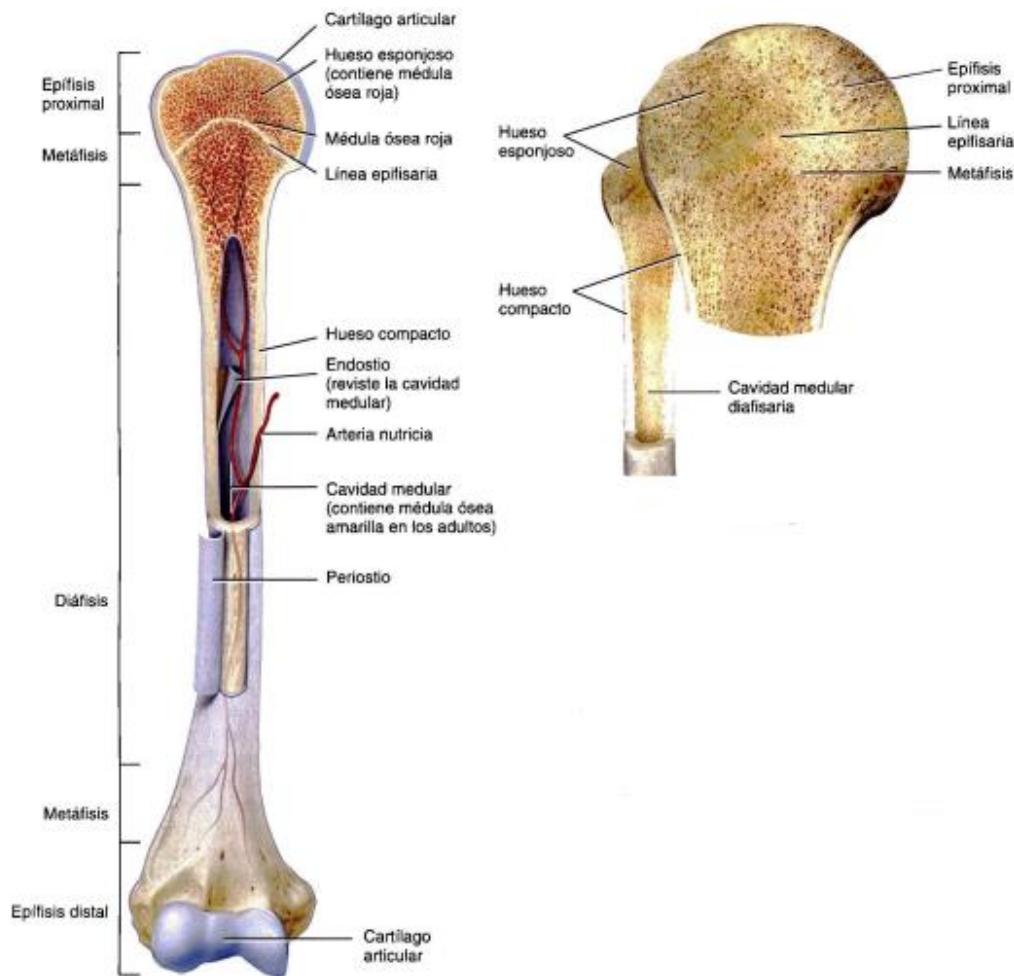


Figura 17. Estructura de los huesos largos. (9)

2.1.5. Esqueleto axial y esqueleto apendicular

El esqueleto se divide en dos partes principales: la parte axial y la parte apendicular. La parte axial incluye el cráneo, la cara, las vértebras, las costillas y el esternón. La parte apendicular está formada por las extremidades superiores e inferiores.

La cabeza está compuesta por el cráneo y la cara. El tronco del esqueleto axial incluye la columna vertebral, el esternón y las costillas. Dentro del tronco, se distingue el tórax y el abdomen:

- El tórax está formado por el esternón, las costillas y las vértebras torácicas. Constituye una estructura en forma de jaula ósea que protege y contiene la cavidad torácica, donde se encuentran el corazón, los pulmones y los grandes vasos sanguíneos.
- El abdomen, o cavidad abdominal, contiene órganos internos como el esófago, el estómago, el intestino, el hígado, el páncreas, el bazo, los

riñones, las glándulas suprarrenales y los uréteres. Esta región corresponde a las vértebras lumbares.

- Por debajo del tronco se encuentra la pelvis, que se forma por la unión de los huesos ilíacos o coxales, el sacro y el coxis. La pelvis contiene la cavidad pélvica, donde se encuentran los uréteres pélvicos, la vejiga, la uretra, el recto y los órganos genitales internos.(6)



Figura 18. Esqueleto axial – Esqueleto apendicular. (6)

2.1.6. Huesos del esqueleto por regiones

Esqueleto de la cabeza

El esqueleto de la cabeza se compone de dos partes: el cráneo y la cara. El cráneo es una estructura ósea que alberga el encéfalo y se divide en una porción superior llamada bóveda y una porción inferior plana llamada base.

La cara es un conjunto óseo suspendido en la mitad anterior de la base del cráneo y limita con el cráneo las cavidades donde se encuentran la mayoría de los órganos sensoriales.

El cráneo está formado por ocho huesos, excluyendo huesos suturales que pueden variar. Estos ocho huesos son el frontal, el etmoides, el esfenoides, el occipital, los dos huesos temporales y los dos huesos parietales. Los primeros cuatro son huesos impares y medios, mientras que los últimos cuatro son pares y se encuentran simétricamente en las partes laterales del cráneo.(6)

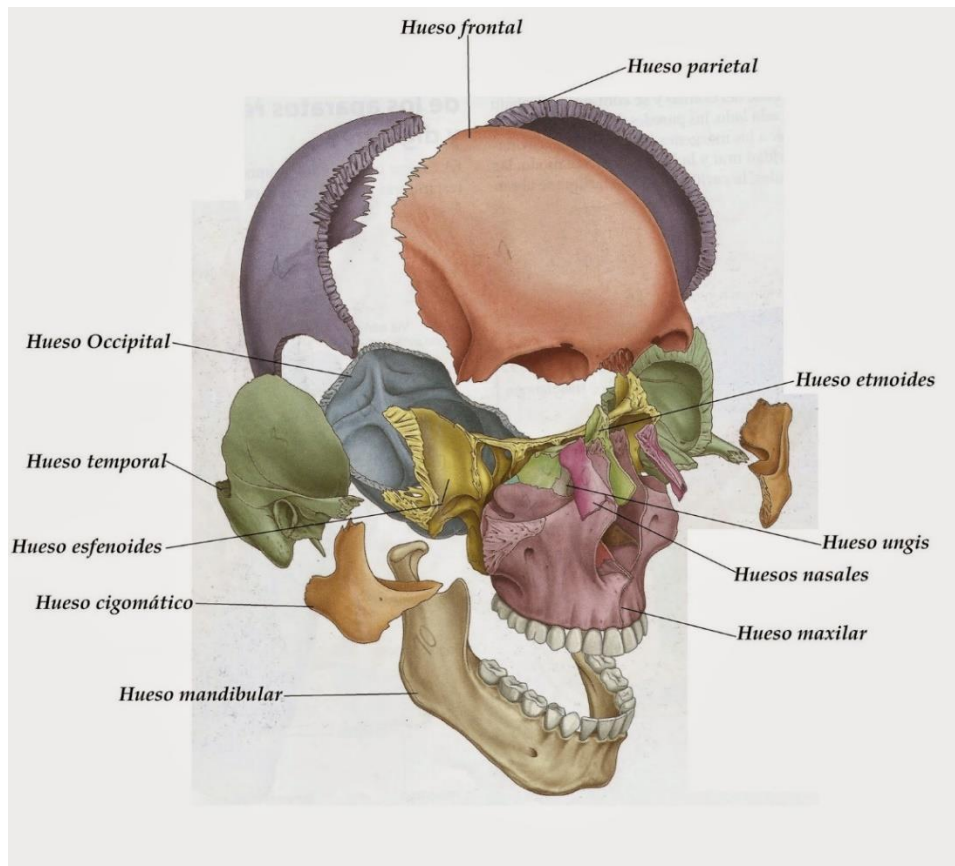


Figura 19. Cara lateral del cráneo. (6)

Esternón

Es un hueso alargado que se encuentra en la parte anterior y media del tórax, tiene forma aplanada de adelante hacia atrás y se dirige oblicuamente hacia abajo y hacia adelante. A simple vista, parece estar compuesto por tres piezas principales dispuestas de arriba hacia abajo:

- a) El manubrio, también conocido como mango o preesternón.
- b) El cuerpo, también llamado lámina o mesoesternón.
- c) La apófisis xifoides, que es la parte puntiaguda inferior.

El esternón tiene dos caras, una anterior y una posterior. También tiene dos bordes laterales y dos extremos, uno en la parte superior llamado base o extremo craneal, y otro en la parte inferior llamada apófisis xifoides o extremo caudal.(6)

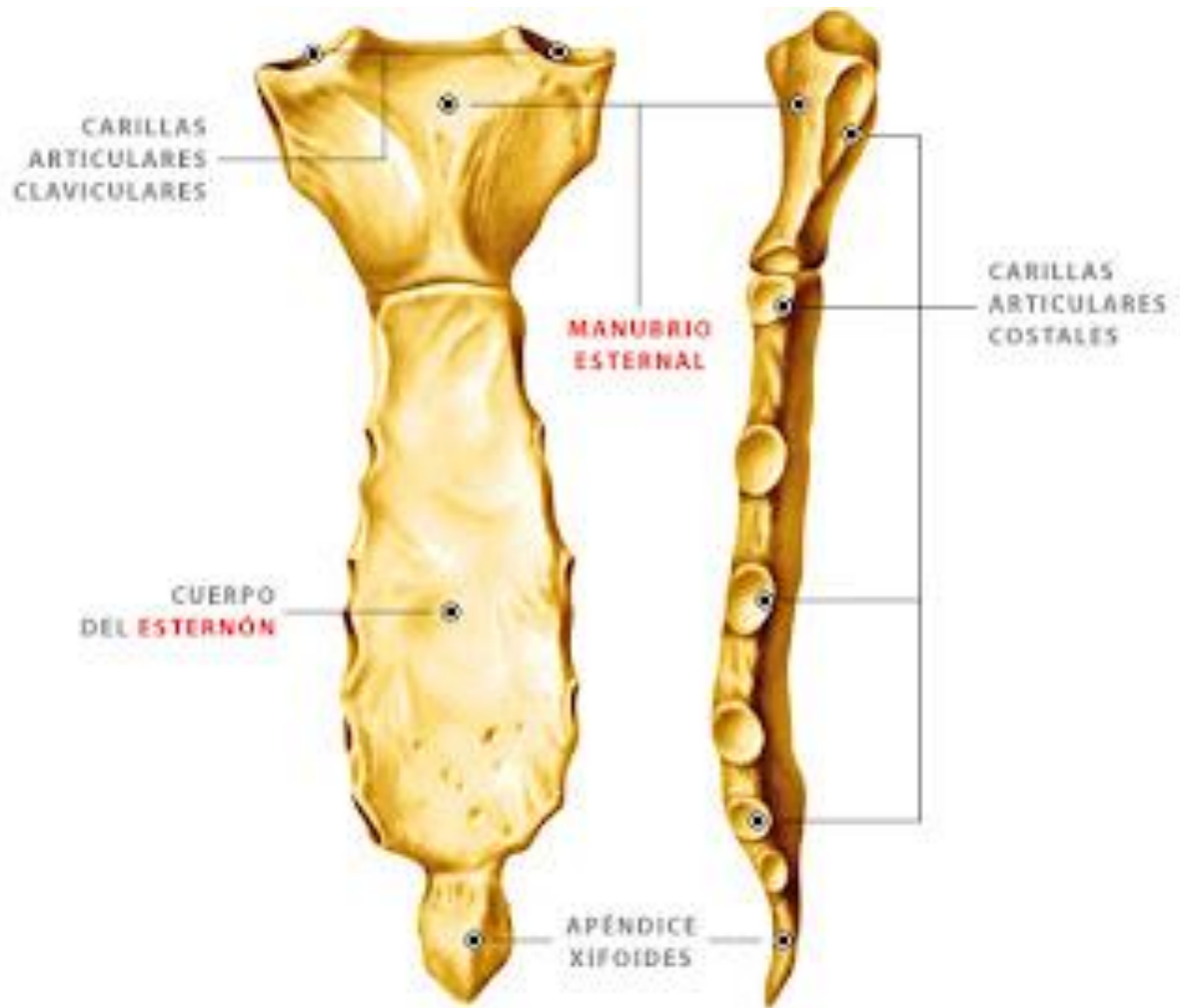


Figura 20. Esternón: cara anterior. (6)

Costillas

Las costillas son huesos largos y planos que tienen forma de arcos aplanados de lado a lado. Hay 12 costillas a cada lado del cuerpo y se numeran de arriba hacia abajo, empezando por la primera (I), segunda (II), tercera (III), y así sucesivamente.

Existen tres categorías de costillas:

- a) Costillas verdaderas, que están unidas al esternón mediante los cartílagos costales.
- b) Costillas falsas, que no se extienden hasta el esternón, sino que se unen al cartílago costal superior mediante el extremo anterior de su cartílago.

c) Costillas flotantes, que son la undécima y duodécima costillas y no se conectan ni al esternón ni al arco costal.

La longitud de las costillas aumenta desde la primera hasta la séptima y luego disminuye desde la séptima hasta la duodécima.(6)

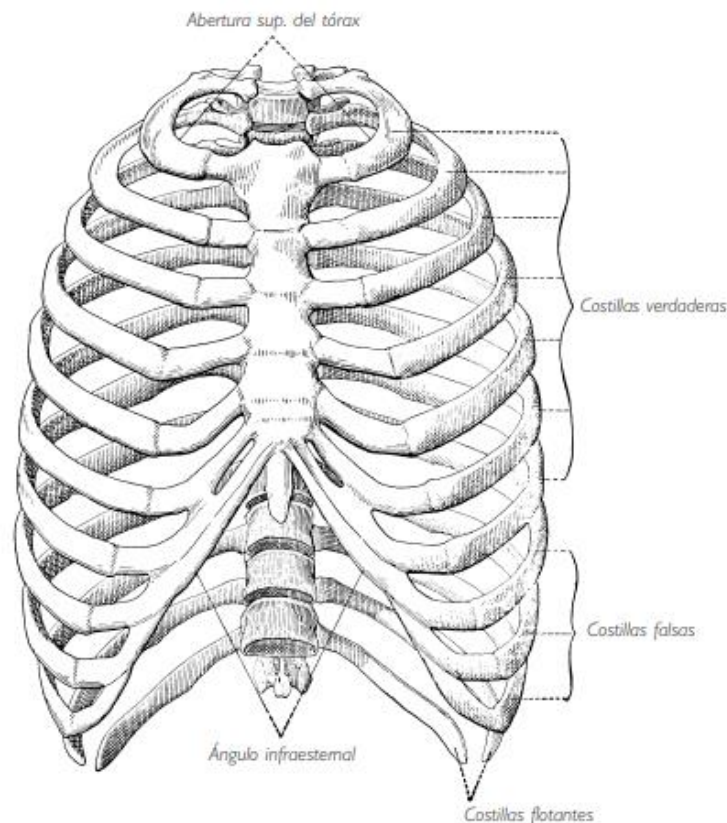


Figura 21. Caja torácica visión anterior.(6)

Columna Vertebral

La columna vertebral se extiende desde la base del cráneo hasta el hueso coxis, marcando su finalización. Está compuesta por cinco regiones distintas: cervical, torácica, lumbar, sacra y coccígea. En cada región, hay un número específico de vértebras: 7 en la región cervical, 12 en la región torácica, 5 en la región lumbar, 5 en la región sacra y entre 4 y 6 en la región coccígea.

Cada vértebra consta de varias partes. Hay una parte anterior abultada llamada cuerpo vertebral, un arco óseo con una curvatura hacia adelante llamado arco vertebral, que rodea el cuerpo vertebral y forma un orificio llamado agujero vertebral. El arco óseo está compuesto por los pedículos en la parte frontal y las láminas en la parte posterior. Además, hay una prominencia media y posterior llamada apófisis espinosa, dos proyecciones horizontales y transversales llamadas

apófisis transversas, y cuatro proyecciones verticales llamadas apófisis articulares, que se conectan con las vértebras adyacentes.

La **primera vértebra cervical**, también conocida como atlas, se diferencia de las demás vértebras cervicales en su forma y estructura. En lugar de tener una forma típica de vértebra, el atlas se extiende de manera más transversal. Está compuesto por dos masas laterales que están unidas por dos arcos óseos, uno en la parte frontal y otro en la parte posterior. Estos segmentos distintos forman el agujero vertebral, que es característico de todas las vértebras.

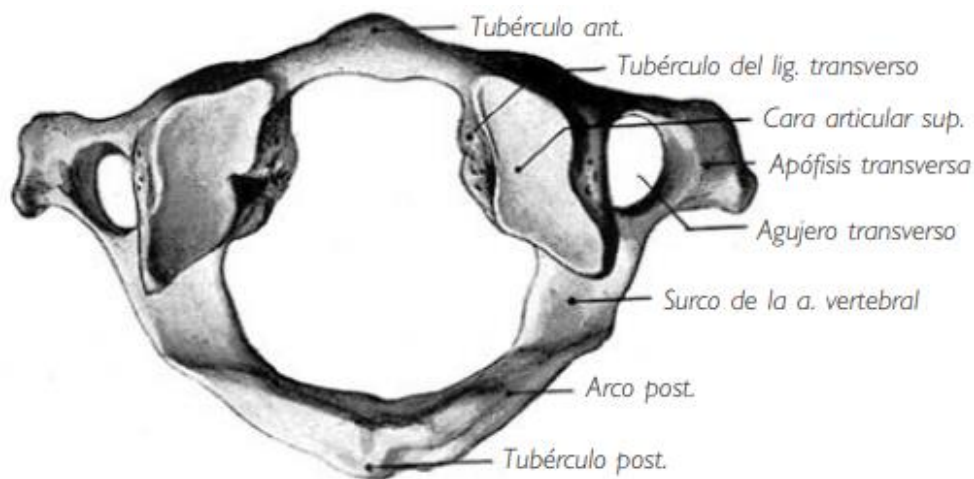


Figura 22. Primer vértebra cervical: Atlas.(6)

La segunda vértebra cervical, conocida como **axis**, tiene una característica distintiva. Por encima del cuerpo vertebral, se encuentra una prominencia vertical grande llamada diente del axis o apófisis odontoides.

Esta estructura está diseñada para articularse con el arco anterior del atlas, la primera vértebra cervical.

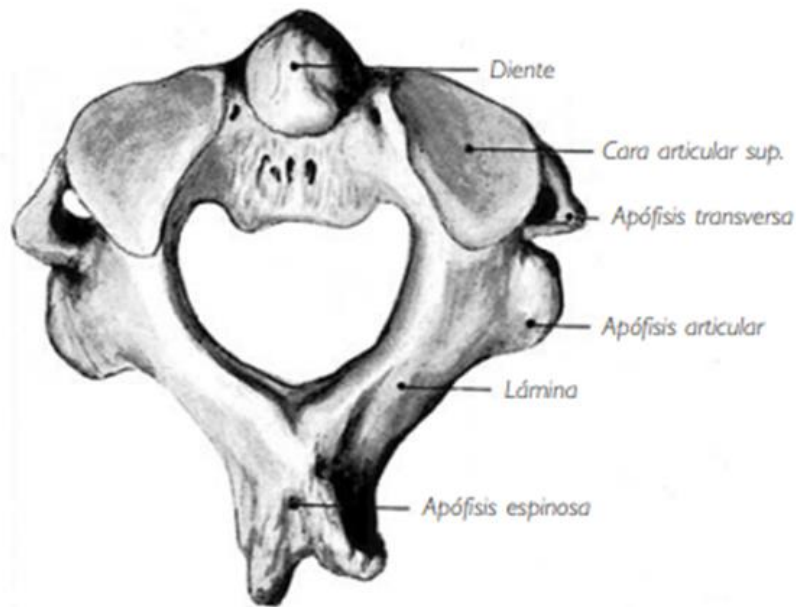


Figura 23. Axis cara superior.(6)

Las **vértebras dorsales o torácicas** son 12 en total y tienen caras articulares en sus cuerpos y apófisis transversas, lo que les permite articularse con las costillas y formar la estructura del tórax. Las apófisis espinosas de estas vértebras son largas y delgadas, y en las vértebras superiores e inferiores son horizontales, mientras que en las vértebras intermedias son oblicuas y se inclinan hacia abajo, como las tejas de un tejado.

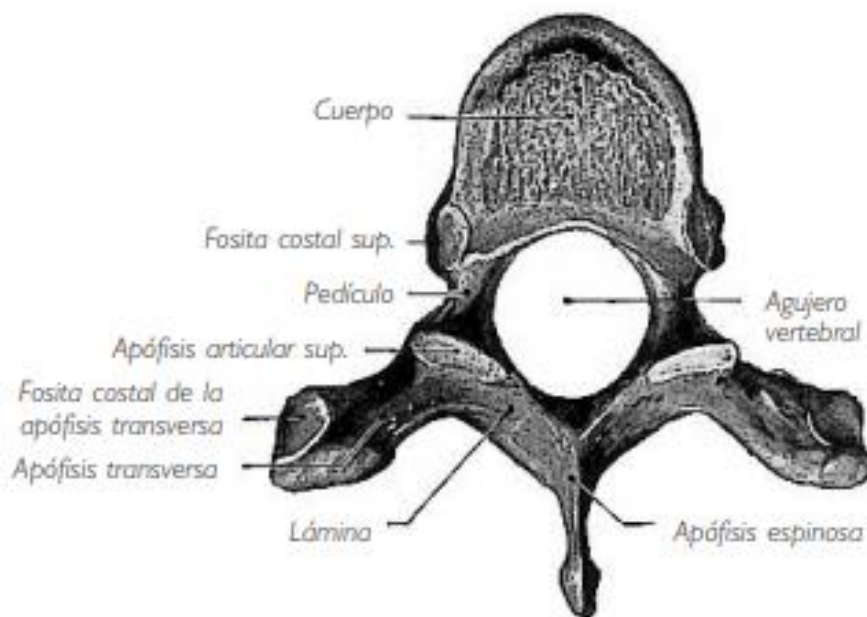


Figura 24. Vertebra torácica.(6)

Las **vértebras lumbares** son 5 y se encuentran en la parte posterior del abdomen, siendo el único esqueleto óseo en esta región. Estas vértebras tienen cuerpos grandes con forma de riñón. La quinta vértebra lumbar es la más grande de todas las vértebras móviles.

El **sacro**, también conocido como hueso sacro, es un hueso grande en forma de cuña que se forma a partir de la fusión de las cinco vértebras sacras después de los 20 años de edad. El sacro proporciona fuerza y estabilidad a la pelvis y soporta la columna vertebral. Está inclinado y se articula con la quinta vértebra lumbar, formando el ángulo lumbo-sacro, tiene dos superficies distintas: una pelviana y otra posterior. Además, presenta cuatro pares de agujeros para el paso de los nervios sacros.(6)(9)

El conducto vertebral en la región del sacro, también conocido como conducto sacro, contiene la cola de caballo y líquido cefalorraquídeo en el espacio subaracnoideo. En la parte posterior e inferior de este conducto, hay una pequeña zona triangular sin hueso que está cubierta por tejido fibroso, conocida como hiato sacro. Este hiato se puede utilizar para administrar soluciones anestésicas en el espacio epidural del conducto sacro, con el propósito de bloquear los nervios raquídeos inferiores, especialmente aquellos que inervan la región perineal, como se hace durante el parto.

Las **vértebras coxígeas**, también conocidas como hueso coxis, se forman a partir de la fusión de las cuatro vértebras coxígeas, las cuales son rudimentarias.

Extremidad superior

Los huesos que componen la extremidad superior son los siguientes:

- Clavícula y escápula, que forman la cintura escapular.
- Húmero, ubicado en el brazo.
- Radio y cúbito, localizados en el antebrazo.
- Huesos carpianos, que forman el carpo en la muñeca.
- Huesos metacarpianos en la mano.
- Falanges en los dedos.

Huesos de la cintura escapular

Clavícula: Es un hueso largo pero peculiar, ya que no tiene cavidad medular y se conecta con el esternón, el primer cartílago costal y el acromion de la escápula. Es superficial y se puede sentir a lo largo de toda su longitud, y probablemente es el hueso que se fractura con mayor frecuencia.

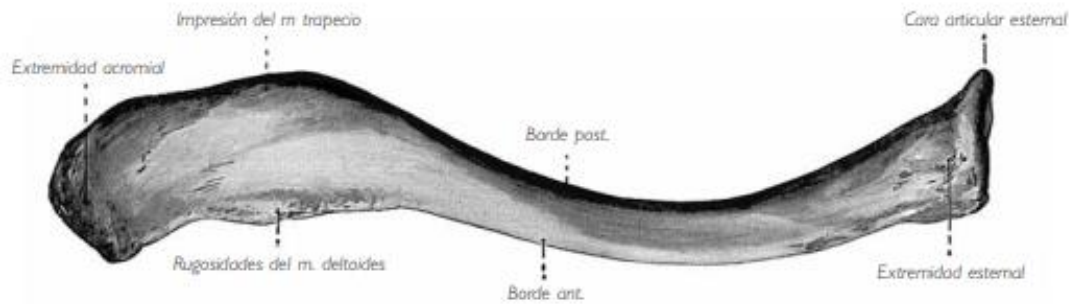


Figura 25. Clavícula.(6)

Escápula u Omóplato: Es un hueso plano, delgado y triangular que se encuentra en la parte superior de la espalda. Su cara posterior está dividida en dos partes por una protuberancia ósea llamada espina escapular, que termina en una proyección ósea aplanada conocida como acromion, que se articula con la clavícula. En el extremo lateral de su borde superior se encuentra la apófisis coracoides, otra protrusión ósea en forma de pico. El ángulo lateral (externo) de la escápula se abre para formar la cavidad glenoidea, que se articula con la cabeza del húmero.

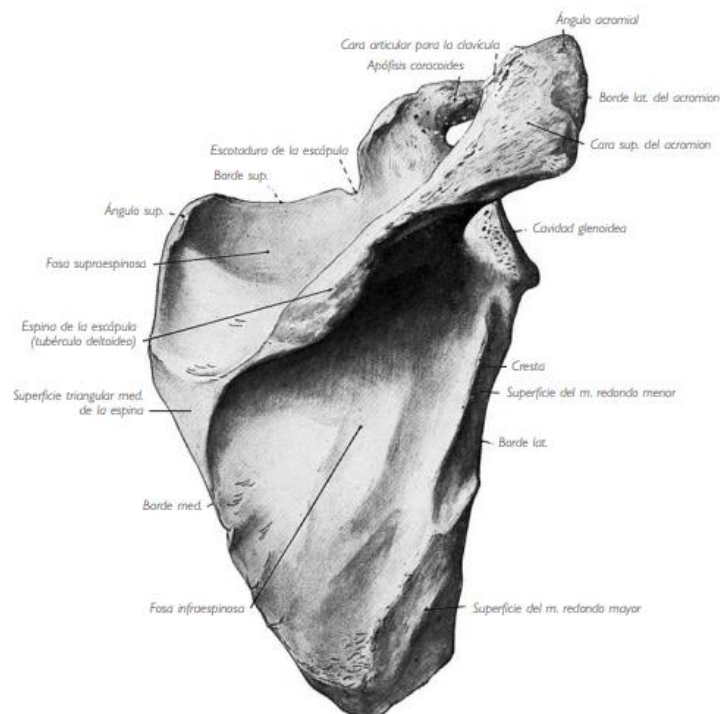


Figura 26. Escápula.(6)

Huesos de brazo

Húmero: Es un hueso largo de características típicas, compuesto por tres partes distintas: el extremo superior (epífisis superior), la zona cilíndrica intermedia (diáfisis) y el extremo inferior (epífisis inferior). El extremo superior del húmero presenta tres protuberancias óseas: la cabeza del húmero, el troquíter (o tubérculo mayor) y el troquín (o tubérculo menor).

La cabeza del húmero tiene forma hemisférica y se articula con la cavidad glenoidea de la escápula. La unión entre la epífisis superior y la diáfisis se conoce como cuello quirúrgico del húmero, ya que es una región propensa a fracturas.

El extremo inferior del húmero es más grueso y se articula con el radio y el cúbito. En esta región se encuentran dos protuberancias óseas fácilmente palpables: el epicóndilo lateral y el epicóndilo medial o epitroclea.

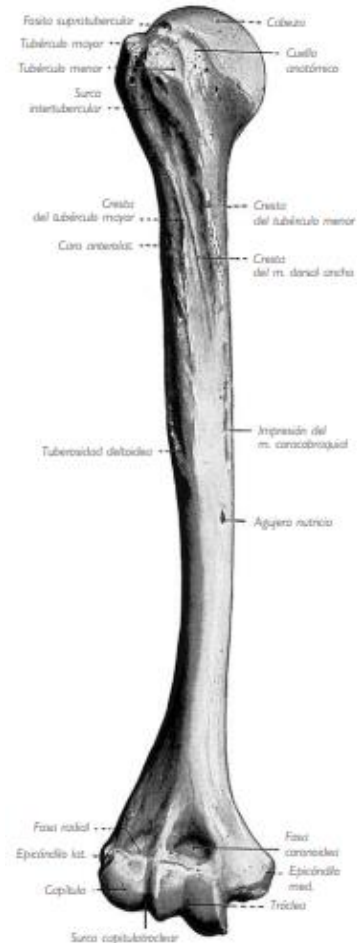


Figura 27. Húmero: cara anterior. (6)

Huesos del antebrazo

Cúbito: Es el hueso interno del antebrazo, siendo un hueso largo típico que se compone de un extremo superior (epífisis superior), una zona cilíndrica intermedia (diáfisis) y un extremo inferior (epífisis inferior). El extremo superior se articula con el húmero y la cabeza del radio, y en esta región se pueden distinguir dos protuberancias óseas: el olécranon y la apófisis coronoides. La zona cilíndrica intermedia se estrecha de arriba hacia abajo, y en su borde externo se inserta la membrana interósea, que se encuentra entre el cúbito y el radio. En el extremo inferior se encuentran dos protuberancias óseas: una externa o cabeza, redondeada y que se articula con la epífisis inferior del radio, y otra interna llamada apófisis estiloides medial, que es palpable.

Radio: Es el hueso externo del antebrazo y se caracteriza por ser un hueso largo típico que consta de un extremo superior, una zona cilíndrica intermedia y un extremo inferior. En el extremo superior se encuentra una prominencia ósea llamada cabeza del radio, que tiene forma de copa y se articula con el húmero y el cúbito.

La zona cilíndrica intermedia del radio presenta una ligera convexidad lateral, aumenta de grosor de arriba hacia abajo y en su borde interno se inserta la membrana interósea, que se encuentra entre el cúbito y el radio. El extremo inferior del radio es ancho y se articula con la cabeza del cúbito, el escafoides y el semilunar. Además, presenta una protuberancia ósea palpable llamada apófisis estiloides lateral.



Figura 28. Huesos del antebrazo.(6)

Huesos de la muñeca

Los huesos del carpo son los 8 pequeños huesos que forman la muñeca. Estos huesos se organizan en dos filas, una superior y otra inferior, y cada una contiene 4 huesos.

En la fila superior, de fuera hacia adentro, se encuentran el escafoides, el semilunar, el piramidal y el pisiforme.

En la fila inferior, de fuera hacia adentro, se encuentran el trapecio, el trapecoide, el hueso grande y el hueso ganchoso.(6)

Huesos de la mano

Los cinco huesos de la mano se llaman huesos metacarpianos y juntos forman el metacarpo. Estos huesos son similares a los huesos largos típicos, pero en tamaño reducido. Cada hueso metacarpiano tiene un extremo superior, una zona cilíndrica intermedia y un extremo inferior, y se encuentran entre los huesos del carpo y los dedos. Se numeran de manera ascendente, comenzando por el dedo pulgar, que corresponde al primer metacarpiano. Los extremos superiores de los metacarpianos se articulan con los huesos de la fila inferior del carpo.

Huesos de los dedos de la mano

Los huesos de los dedos de la mano son las falanges. En total, hay 14 falanges, que son huesos largos típicos, pero de tamaño reducido. Cada falange tiene un extremo superior, una zona cilíndrica intermedia y un extremo inferior. El dedo pulgar tiene 2 falanges, mientras que los demás dedos tienen 3 falanges. Las falanges superiores son más largas que las inferiores, y estas últimas terminan en los extremos ungueales, donde se encuentran las uñas.

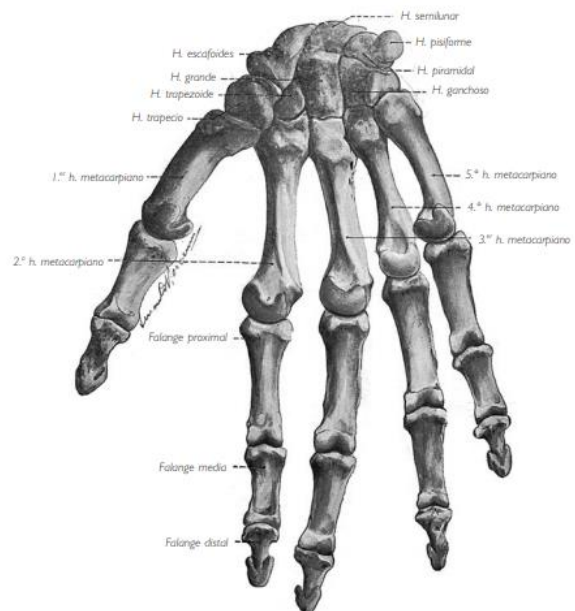


Figura 29. Huesos de la muñeca, mano y dedos vista palmar.(6)

Extremidades inferiores

Huesos de la cintura pélvica

La cintura pelviana, también conocida como pelvis ósea, se compone de dos huesos ilíacos o coxales, el sacro y el coxis.

Hueso ilíaco o coxal

Es un hueso ancho y de forma irregular que consta de tres partes: ilion en la parte superior, isquion en la parte inferior y pubis en la parte delantera. Durante la pubertad, estas tres partes del hueso ilíaco se fusionan entre sí.

El borde superior de cada ilion se llama cresta ilíaca, que se encuentra debajo de la piel y se puede palpar. Esta cresta ilíaca es uno de los puntos en los que se puede realizar una punción medular para obtener una muestra de médula ósea y analizar el tejido hematopoyético, donde se forman las células sanguíneas. Los puntos más altos de las crestas ilíacas están a la altura de la apófisis espinosa de la cuarta

vértebra lumbar, por lo que también se utilizan como referencia para realizar una punción lumbar y extraer y analizar una muestra de líquido cefalorraquídeo.

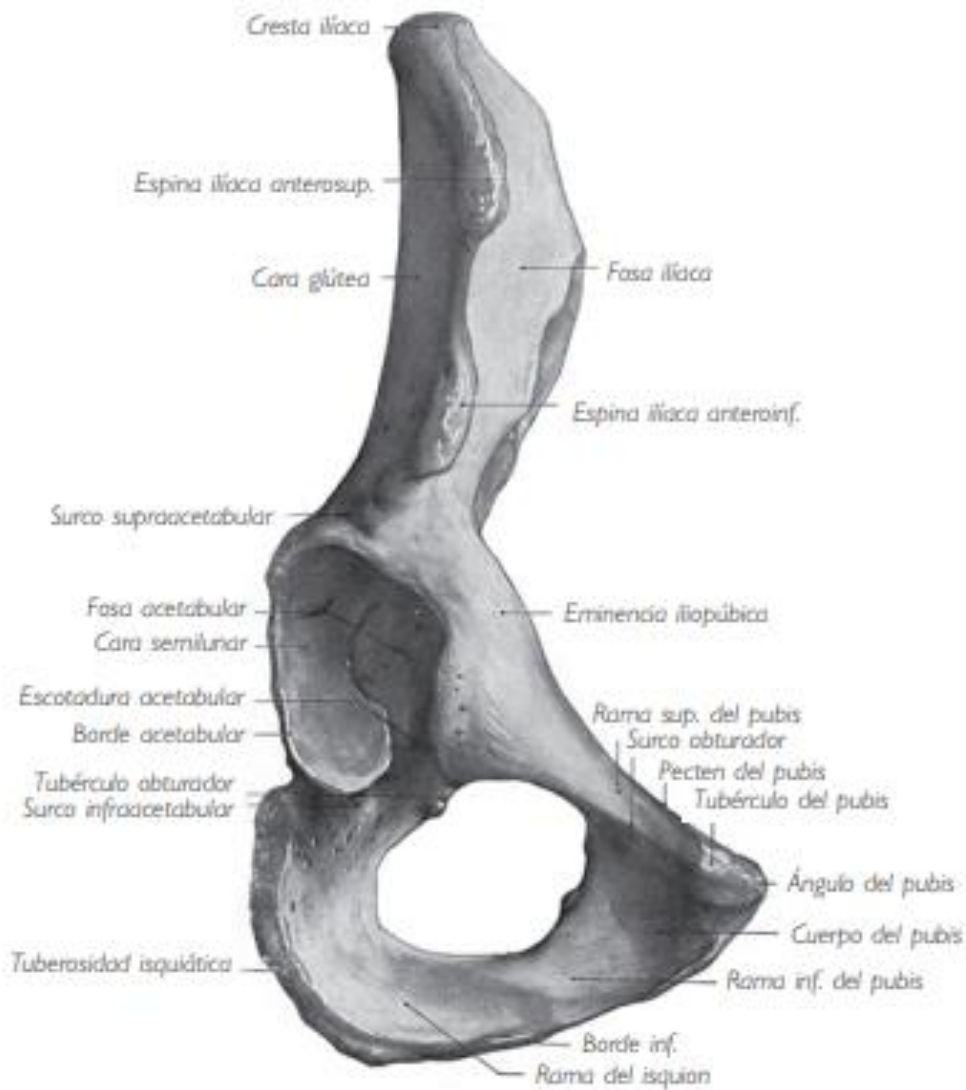


Figura 20. Hueso Coxal cara anterior.(6)

Pelvis mayor y pelvis menor

La pelvis, cuando una persona está de pie, se encuentra en una posición oblicua. Las espinas ilíacas antero-superiores y el borde superior de la sínfisis del pubis están alineados en el mismo plano vertical.

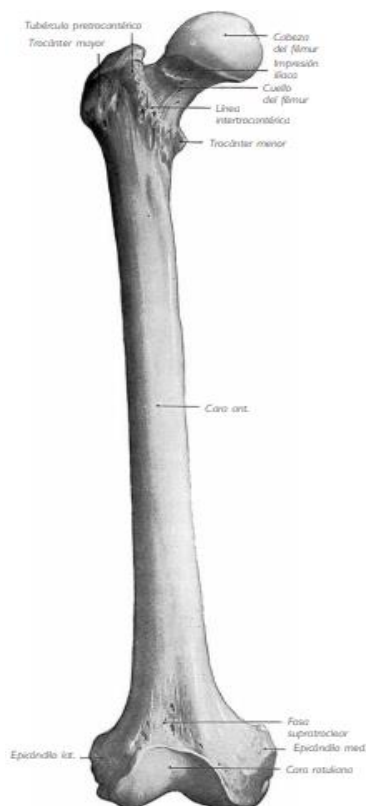
La pelvis se divide en dos partes, la pelvis mayor y la pelvis menor, mediante un plano imaginario limitado por las líneas íleo-pectíneas y el promontorio del sacro.

La pelvis mayor se encuentra por encima de la línea iliopectínea y constituye la parte inferior de la cavidad abdominal.

La pelvis menor se encuentra por debajo de la línea iliopectínea y forma el canal óseo del parto en las mujeres. En los hombres, la abertura pélvica tiene forma de corazón y el ángulo subpubiano es menor a 90° , mientras que en las mujeres, la abertura pélvica tiene forma ovalada y el ángulo subpubiano es mayor a 90° .(9)

Huesos del muslo

Fémur



El fémur es un hueso largo y típico que se compone de tres partes distintas: el extremo superior (epífisis superior), la zona cilíndrica intermedia (diáfisis) que tiene una inclinación, y el extremo inferior (epífisis inferior).

En el extremo superior se encuentran tres prominencias óseas: la cabeza del fémur, que se articula con el hueso ilíaco, el trocánter mayor y el trocánter menor. Entre la cabeza y los trocánteres se encuentra el cuello del fémur, que es estrecho y alargado y forma un ángulo de 125° con la diáfisis. Esta zona es donde ocurre la mayoría de las fracturas del fémur.

En el extremo inferior se encuentran dos prominencias óseas, el cóndilo medial y el cóndilo lateral. En la parte anterior de esta epífisis hay una superficie articular cóncava para la rótula.

Figura 21. Fémur cara anterior.(6)

Huesos de la pierna

Rótula:

La rótula es el hueso sesamoideo más grande, que se encuentra dentro del tendón rotuliano del músculo cuádriceps. Tiene forma triangular con el vértice dirigido hacia abajo. Su cara anterior es palpable y se encuentra justo debajo de la piel, mientras que su cara posterior presenta dos superficies articulares que se conectan con la parte frontal del extremo inferior del fémur.

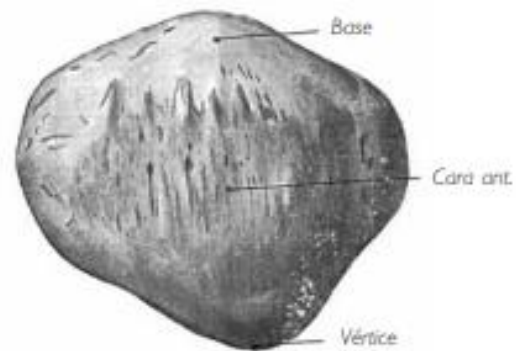


Figura 22. Rótula.(6)

Tibia:

La tibia es el hueso interno de la pierna y es un hueso largo típico que se compone de un extremo superior (epífisis superior), una zona cilíndrica intermedia (diáfisis) y un extremo inferior (epífisis inferior). El extremo superior es grande y presenta dos protuberancias óseas, la tuberosidad medial y la tuberosidad lateral. En la parte superior, se aplanan formando una meseta tibial que cuenta con dos cavidades para articularse con los cóndilos del fémur. El extremo inferior se extiende hacia abajo en la parte interna y forma el maléolo interno, que es la prominencia interna del tobillo. Las tuberosidades tibiales, el borde anterior y la cara interna de la diáfisis, así como el maléolo interno, son palpables bajo la piel.

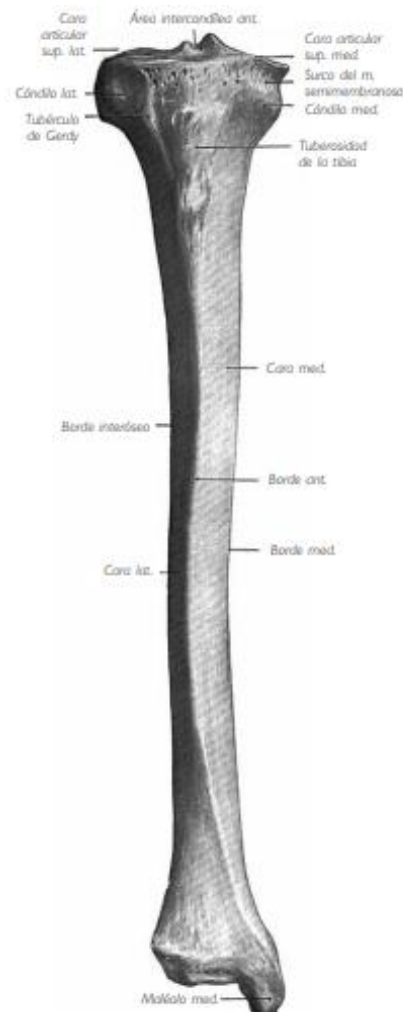


Figura 23. Tibia cara anterior.(6)

Peroné:

El peroné es el hueso externo de la pierna y es un hueso largo que se compone de un extremo superior (epífisis superior), una zona cilíndrica intermedia (diáfisis) y un extremo inferior (epífisis inferior). A diferencia de la tibia, el peroné no es responsable de soportar mucho peso y en él se insertan varios músculos.

El extremo superior del peroné es la cabeza y cuenta con una superficie articular que se conecta con la tuberosidad tibial lateral. Por otro lado, el extremo inferior es aplanado y forma el maléolo externo, que es la prominencia externa del tobillo. Tanto la cabeza como el maléolo externo son palpables bajo la piel.



Figura 24. Peroné.(6)

Huesos del pie

El pie es una estructura curvada que sostiene el peso del cuerpo y funciona como una palanca lo suficientemente resistente como para impulsar el cuerpo hacia adelante, al mismo tiempo que es lo suficientemente flexible como para amortiguar los impactos bruscos.

Los huesos del pie se componen del tarso y el metatarso, que forman la plataforma del pie, y las falanges, que se encuentran en los dedos del pie.

Tarso:

Los huesos del tarso incluyen el astrágalo, el calcáneo, el escafoides, el cuboides y las tres cuñas.

Metatarsianos y falanges:

Son huesos largos similares a los que se encuentran en la mano. Sin embargo, existen algunas diferencias:

- Se numeran a partir del borde interno del pie.
- Los metatarsianos son más largos y delgados que los metacarpianos.
- Las falanges son más cortas en el pie que en la mano.(9)

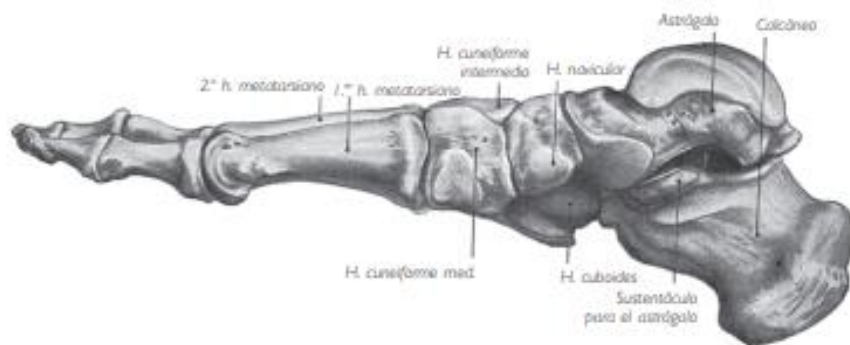


Figura 25. Esqueleto del pie.(6)

2.2. Artrología

El término "osteología" se compone del sustantivo "osteon", que significa "hueso", el vocablo "logos", que se traduce como "estudio" o "tratado", y el sufijo "-ia", que denota "cualidad".

La osteología es el campo de la anatomía que se dedica al estudio de los huesos. Según esta disciplina, los huesos se clasifican en irregulares, planos, cortos y largos. En un hueso, se pueden distinguir las epífisis (los extremos), la diáfisis (el cuerpo) y la metáfisis (la zona de unión entre la epífisis y la diáfisis).

Sin embargo, es importante destacar que la osteología también abarca y estudia otros tipos de huesos, como:

- **Huesos supernumerarios**, que son de tamaño reducido y es importante destacar que no se encuentran en todos los individuos.
- **Huesos neumáticos**, que se localizan en la cabeza y se encargan de conectar el oído medio con las vías respiratorias. Se caracterizan por tener cavidades o estructuras huecas por las cuales circula el aire que llega a través de la nariz.
- **Huesos sesamoideos**, que son pequeños y su función principal es proteger los tendones o ligamentos de un roce excesivo.
- **Huesos accesorios**, por otro lado, se encuentran en el cráneo, específicamente en la región occipital. Es importante mencionar que son una variante de los huesos supernumerarios.

En lo que respecta a las funciones de los huesos, desempeñan roles relacionados con el almacenamiento de calcio y fósforo, la locomoción, la producción de ciertos componentes sanguíneos, la protección de los órganos y la estructura del cuerpo.

Es importante destacar que el conjunto de huesos que se articulan y se conectan entre sí se conoce como esqueleto. El esqueleto, que es objeto de estudio en la osteología, proporciona rigidez al cuerpo de los seres humanos y de los animales vertebrados, y protege las partes blandas del cuerpo.(10)

2.2.1. Clasificación de las articulaciones: según su función y según su estructura

Las articulaciones son estructuras anatómicas que facilitan los movimientos mecánicos, proporcionan elasticidad y actúan como conexión entre huesos, huesos y cartílagos, o entre el tejido óseo y los dientes.

Las principales funciones de las articulaciones son mantener unidos los huesos del esqueleto y permitir el movimiento del cuerpo. Gracias a ellas, podemos caminar, sentarnos, correr, hablar, realizar actividades manuales y muchas otras más.

Por lo tanto, las articulaciones, junto con otros tejidos importantes, posibilitan el movimiento del cuello, las rodillas, los brazos y hombros, los dedos de las manos y los pies, y la cadera, entre otros. Sin embargo, es importante mencionar que los huesos que forman el cráneo, aunque tienen articulaciones, tienen un movimiento muy limitado.

Las superficies articulares pueden estar separadas por tejido conectivo o pueden tener una cápsula con líquido, lo que nos permite clasificarlas según su estructura, función y grado de movimiento:

A. Estructura:

Según el tipo de tejido conjuntivo que las une, podemos distinguir:

- **Articulaciones fibrosas:**

Las articulaciones fibrosas se caracterizan por tener una unión firme y resistente entre los huesos, debido a la presencia de tejido conectivo fibroso. Estas articulaciones presentan poca o ninguna movilidad y se clasifican en tres tipos principales:

1. **Sindesmosis:** En este tipo de articulación fibrosa, los huesos están unidos por ligamentos fibrosos que permiten un ligero movimiento. Un ejemplo de sindesmosis es la articulación tibiofibular, donde la tibia y el peroné están conectados por un ligamento fibroso.
2. **Suturas:** Las suturas son articulaciones fibrosas que se encuentran en los huesos del cráneo. Los bordes de los huesos están unidos por tejido conectivo fibroso llamado suturas, que permiten un movimiento mínimo o nulo. Las suturas son importantes para proteger y mantener la forma del cráneo.
3. **Gonfosis:** En este tipo de articulación fibrosa, el diente se inserta en una cavidad ósea y está unido por tejido conectivo fibroso. Un ejemplo de gonfosis es la articulación entre los dientes y los alvéolos dentales en la mandíbula y el maxilar superior.

Las articulaciones fibrosas proporcionan estabilidad y resistencia a los huesos, pero tienen una movilidad limitada. Están diseñadas para proteger y soportar estructuras como el cráneo y los dientes.

- **Articulaciones cartilaginosas**

Las articulaciones cartilaginosas se caracterizan por tener una unión entre los huesos a través de tejido cartilaginoso. Estas articulaciones se dividen en dos tipos principales:

Sincondrosis: En este tipo de articulación cartilaginosa, los huesos están unidos por cartílago hialino. La unión es rígida y no permite movimiento. Un ejemplo de sincondrosis es la articulación entre las costillas y el esternón.

Sínfisis: En las articulaciones sínfisis, los huesos están unidos por un disco de cartílago fibroso. Esta unión es semimóvil, lo que permite un ligero movimiento. Un ejemplo de sínfisis es la articulación púbica, donde los huesos de la pelvis están unidos por un disco de cartílago fibroso.

Las articulaciones cartilaginosas proporcionan estabilidad y amortiguación a los huesos. El tejido cartilaginoso actúa como un cojín para absorber los impactos y reducir la fricción entre los huesos. Estas articulaciones son

menos móviles que las articulaciones sinoviales, pero son importantes para permitir cierta flexibilidad y adaptabilidad en áreas como la columna vertebral y la pelvis.

- **Articulaciones sinoviales**

Las articulaciones sinoviales se caracterizan por su amplia movilidad y están presentes en la mayoría de las articulaciones del cuerpo humano. Estas articulaciones tienen las siguientes características:

1. **Cavidad articular:** Las articulaciones sinoviales tienen una cavidad articular que separa los extremos de los huesos. Esta cavidad está revestida por una membrana sinovial que produce líquido sinovial, el cual lubrica y nutre la articulación, facilitando el movimiento suave y sin fricción.
2. **Superficies articulares:** Los extremos de los huesos que forman la articulación sinovial tienen superficies articulares cubiertas de cartílago hialino. Este cartílago ayuda a reducir la fricción entre los huesos y proporciona una superficie lisa para el movimiento.
3. **Cápsula articular:** Las articulaciones sinoviales están rodeadas por una cápsula articular, que está compuesta por una capa externa fibrosa y una capa interna sinovial. La capa fibrosa proporciona resistencia y estabilidad a la articulación, mientras que la capa sinovial produce el líquido sinovial.
4. **Ligamentos:** Las articulaciones sinoviales pueden contar con ligamentos que refuerzan y estabilizan la articulación. Estos ligamentos son bandas de tejido conectivo fibroso que conectan los huesos entre sí y limitan el rango de movimiento de la articulación.
5. **Movilidad:** Las articulaciones sinoviales son las articulaciones más móviles del cuerpo humano, lo que les permite realizar una amplia gama de movimientos, como flexión, extensión, rotación, abducción, aducción y circunducción.

Las articulaciones sinoviales son esenciales para la movilidad y la funcionalidad del cuerpo humano. Su estructura y características permiten un movimiento suave, amortiguación de impactos y estabilidad, lo que las convierte en las articulaciones más versátiles y complejas del sistema musculoesquelético.(11)

B. Función:

Se refiere al grado de movimiento permitido y se clasifican en:

- **Articulaciones inmóviles (sinartrosis)**

Las articulaciones sinartrosis se caracterizan por ser articulaciones inmóviles o con movimientos muy limitados. Estas articulaciones son estructuralmente fuertes y están diseñadas principalmente para proporcionar estabilidad y soporte a los huesos. A continuación, se presentan algunas características de las articulaciones sinartrosis:

1. **Unión inmóvil:** Las articulaciones sinartrosis tienen una unión firme entre los huesos, lo que significa que hay una mínima o ninguna movilidad en estas articulaciones.
2. **Tejido fibroso:** Las articulaciones sinartrosis están unidas por tejido conectivo fibroso, como suturas, sindesmosis o gonfosis. Este tejido fibroso proporciona una unión fuerte y resistente entre los huesos.
3. **Poca o ninguna cavidad articular:** A diferencia de las articulaciones sinoviales, las articulaciones sinartrosis generalmente carecen de una cavidad articular bien definida. En su lugar, los huesos están unidos directamente o por tejido fibroso.
4. **Función de soporte y protección:** Las articulaciones sinartrosis se encuentran principalmente en áreas del cuerpo que requieren estabilidad y protección, como el cráneo, las costillas y las articulaciones entre los huesos del tobillo y el pie.
5. **Fusión ósea:** En algunas articulaciones sinartrosis, los huesos pueden fusionarse completamente, formando una unión ósea sólida. Esto ocurre, por ejemplo, en las suturas craneales, donde los huesos del cráneo se fusionan para formar una estructura rígida y protectora.

Las articulaciones sinartrosis desempeñan un papel importante en la protección y estabilidad de las estructuras del cuerpo. Aunque tienen una movilidad limitada, su resistencia y capacidad para mantener los huesos unidos son esenciales para la integridad estructural y funcional del cuerpo humano.(11)

- **Articulaciones con movimiento limitado (Anfiartrosis)**

Las articulaciones anfiartrosis son articulaciones semimóviles que permiten un rango limitado de movimiento. Estas articulaciones presentan características intermedias entre las articulaciones sinartrosis (inmóviles) y las articulaciones sinoviales (móviles). A continuación, se presentan algunas características de las articulaciones anfiartrosis:

1. **Movilidad limitada:** A diferencia de las articulaciones sinoviales, las articulaciones anfiartrosis permiten un movimiento limitado. Este movimiento puede ser de deslizamiento, rotación o combinación de ambos, dependiendo del tipo de articulación anfiartrosis.
2. **Unión por tejido fibrocartilaginoso:** Las articulaciones anfiartrosis están unidas por tejido fibrocartilaginoso, lo que proporciona resistencia y

flexibilidad. Este tipo de tejido conectivo se encuentra en los discos intervertebrales de la columna vertebral o en los discos púbicos de la pelvis.

3. **Láminas o placas de tejido fibroso:** En algunas articulaciones anfiartrosis, los huesos están unidos por láminas o placas de tejido fibroso. Estas láminas o placas, como los ligamentos interóseos en el antebrazo, actúan como uniones flexibles que permiten un movimiento limitado.
4. **Función de amortiguación y estabilidad:** Las articulaciones anfiartrosis están diseñadas para proporcionar amortiguación y estabilidad a las estructuras del cuerpo. Estas articulaciones se encuentran, por ejemplo, en la columna vertebral y en las articulaciones púbicas, donde permiten cierta flexibilidad y absorben los impactos.
5. **Importancia en la distribución de fuerzas:** Las articulaciones anfiartrosis ayudan a distribuir las fuerzas y los movimientos a lo largo de las estructuras del cuerpo. Esto es especialmente evidente en la columna vertebral, donde las articulaciones anfiartrosis permiten cierta movilidad y absorben las cargas durante el movimiento y la carga.

Las articulaciones anfiartrosis son cruciales para brindar estabilidad y flexibilidad en áreas específicas del cuerpo. Aunque su movilidad es limitada en comparación con las articulaciones sinoviales, estas articulaciones desempeñan un papel esencial en la funcionalidad y protección de las estructuras musculoesqueléticas.

- **Articulaciones con movimiento libre (Diartrosis)**

Las articulaciones diartrosis, también conocidas como articulaciones sinoviales, son articulaciones móviles que permiten un amplio rango de movimiento. Estas articulaciones son las más comunes en el cuerpo humano y presentan las siguientes características:

1. **Cavidad articular:** Las articulaciones diartrosis tienen una cavidad articular bien definida entre los extremos de los huesos. Esta cavidad está revestida por una membrana sinovial que produce líquido sinovial, el cual lubrica la articulación y reduce la fricción durante el movimiento.
2. **Superficies articulares:** Los extremos de los huesos que forman la articulación diartrosis tienen superficies articulares cubiertas de cartílago articular. Este cartílago hialino proporciona una superficie lisa y resistente al desgaste, permitiendo un movimiento suave y sin fricción entre los huesos.
3. **Cápsula articular:** Las articulaciones diartrosis están rodeadas por una cápsula articular compuesta por dos capas: una capa externa fibrosa y una capa interna sinovial. La capa fibrosa brinda soporte y estabilidad a la articulación, mientras que la capa sinovial produce el líquido sinovial.
4. **Ligamentos:** Las articulaciones diartrosis cuentan con ligamentos que refuerzan y estabilizan la articulación. Estos ligamentos son bandas de tejido

conectivo fibroso que conectan los huesos entre sí, limitando el rango de movimiento y proporcionando estabilidad.

5. **Amplia movilidad:** Las articulaciones diartrosis son altamente móviles y permiten una variedad de movimientos, como flexión, extensión, rotación, abducción, aducción y circunducción. La amplitud de movimiento depende de la forma de las superficies articulares y de la estructura de los músculos y ligamentos circundantes.

Las articulaciones diartrosis son fundamentales para la movilidad y funcionalidad del cuerpo humano. Su estructura y características les permiten realizar movimientos complejos y adaptarse a diferentes actividades físicas. Estas articulaciones son especialmente importantes en áreas como las rodillas, caderas, hombros y codos, donde se requiere una amplia gama de movimientos.(11)

C. Movimiento:

Se relaciona con los ángulos y rangos de movimiento que pueden realizar.(10)

Movimientos especiales

Estos movimientos ocurren en diferentes articulaciones. La **pronación** es cuando el antebrazo gira hacia adentro, exponiendo el dorso de la mano hacia adelante. Por otro lado, la **supinación** es cuando el antebrazo gira hacia afuera, volviendo a su posición anatómica.

En cuanto a los movimientos del pie, la **flexión plantar** ocurre cuando el ángulo en la planta del pie disminuye, como cuando se intenta agarrar un objeto con los dedos del pie. La **flexión dorsal**, por otro lado, ocurre cuando el ángulo en la parte superior del pie disminuye, como cuando intentamos levantar los dedos del pie.

La **inversión** es un movimiento propio del pie que ocurre cuando se gira la planta del pie hacia adentro, como cuando nos torcemos el tobillo. La **eversión** es lo contrario, cuando la planta del pie gira hacia afuera, exponiendo la planta del pie hacia el lateral del cuerpo.

Existen también movimientos de **elevación**, como cuando se elevan los hombros, y movimientos de **depresión**, que es el retorno a la posición anatómica, como cuando se bajan los hombros o se lleva una estructura del cuerpo hacia abajo.

El movimiento de **oposición** se da en los dedos de la mano, específicamente el dedo pulgar, cuando se opone a los otros dedos. Cuando el dedo pulgar vuelve a su posición anatómica, se llama **reposición**.

Otros movimientos incluyen la **protracción**, que es cuando una estructura del cuerpo se extiende hacia adelante, como cuando sacamos los dientes inferiores más allá del hueso maxilar. La **retropulsión** es el retorno de la mandíbula a su posición anatómica después de haberla protruido.(11)

1.3. Sistema muscular

El sistema muscular del organismo humano está formado por más de 650 músculos. La mayoría de estos músculos tienen la capacidad de producir movimientos en diversas áreas del cuerpo. Asimismo, el sistema muscular cumple un rol crucial en el mantenimiento del equilibrio al estabilizar la postura corporal, facilitar el movimiento, regular el tamaño de los órganos, transportar sustancias internamente y generar calor.

1.3.1. Características de los músculos

- **Contracción y relajación:** Los músculos tienen la capacidad de contraerse y relajarse, lo que les permite generar movimiento y realizar diversas funciones.
- **Movimiento:** La principal función del sistema muscular es generar movimientos en diferentes partes del cuerpo, ya sea mediante contracciones voluntarias o involuntarias.
- **Estabilidad y equilibrio:** Los músculos del sistema muscular contribuyen a mantener la estabilidad y el equilibrio del cuerpo al estabilizar la postura y contrarrestar fuerzas externas.
- **Protección:** Los músculos también actúan como una capa protectora alrededor de órganos vitales, ayudando a prevenir lesiones y daños.
- **Regulación del volumen de los órganos:** Al contraerse, los músculos pueden aumentar o disminuir el volumen de los órganos, permitiendo el adecuado funcionamiento de los mismos.
- **Transporte de sustancias:** Algunos músculos, como el corazón, tienen la capacidad de bombear la sangre y transportar nutrientes y oxígeno a través del cuerpo.
- **Generación de calor:** Los músculos son una fuente importante de producción de calor en el cuerpo, ayudando a mantener la temperatura corporal adecuada.

El sistema muscular del cuerpo humano se compone de tres tipos principales de músculos: músculos esqueléticos, músculos lisos y músculo cardíaco.

Músculos esqueléticos: Estos músculos están unidos a los huesos y son responsables del movimiento voluntario del cuerpo. Están formados por células musculares largas y cilíndricas llamadas fibras musculares. Estas fibras están organizadas en fascículos rodeados por tejido conectivo. Los

músculos esqueléticos se conectan a los huesos a través de tendones, permitiendo el movimiento de las articulaciones.

Músculos lisos: Estos músculos se encuentran en las paredes de los órganos internos, como el intestino, el estómago, los vasos sanguíneos y el útero. Son responsables del movimiento involuntario y lento de estos órganos. Los músculos lisos están formados por células musculares fusiformes y no tienen bandas transversales distintivas como los músculos esqueléticos.

Músculo cardíaco: Este tipo de músculo se encuentra exclusivamente en el corazón. Es un músculo involuntario y altamente especializado, que tiene la capacidad de contraerse rítmicamente para bombear sangre a través del sistema circulatorio. El músculo cardíaco está formado por células musculares ramificadas y estriadas, que se conectan entre sí a través de uniones llamadas discos intercalados.

Además de estos tipos de músculos, el sistema muscular también incluye otros componentes anatómicos importantes, como los tendones, que conectan los músculos a los huesos, y los ligamentos, que conectan los huesos entre sí en las articulaciones. También se encuentran los tejidos conectivos que envuelven y protegen los músculos, como la fascia muscular y el tejido adiposo.(9)

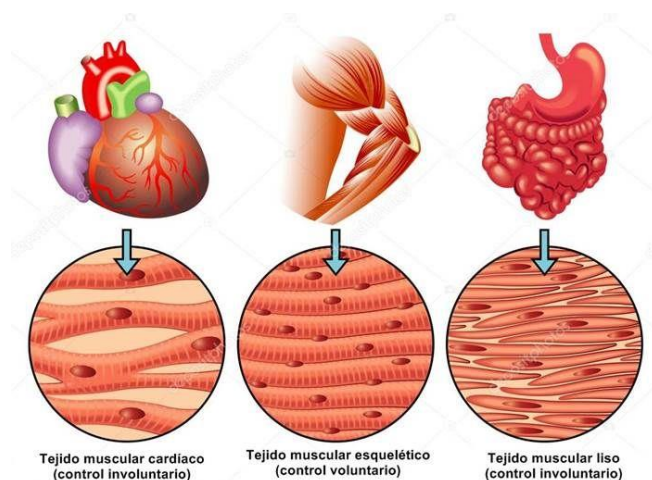


Figura 26. Tipos de tejido muscular.(9)

1.3.2. Fisiología de la contracción y relajación muscular

La placa motora, también conocida como unión neuromuscular, es el sitio de conexión entre un nervio motor del sistema periférico y el músculo que se contraerá para generar movimiento. El sistema muscular está compuesto por una variedad de músculos distribuidos por todo el cuerpo, los cuales están formados por fibras musculares y diversas proteínas como actina, miosina, tropomiosina y mioglobina. Además, se encuentran presentes estructuras como miofibrillas, sarcómeros y la mencionada placa motora.

El mecanismo general de la contracción y relajación muscular se puede dividir en cinco pasos:

1. Señalización:

- Una señal del sistema nervioso central (SNC) viaja a través de una neurona motora hasta la placa motora, que es la unión entre la neurona y la fibra muscular.
- La neurona motora libera acetilcolina (ACh), un neurotransmisor, en la placa motora.

2. Acoplamiento:

- La ACh se une a los receptores de ACh en la membrana de la fibra muscular.
- Esto provoca la apertura de los canales de calcio en la membrana de la fibra muscular.
- Los iones de calcio fluyen hacia la fibra muscular.

3. Contracción:

- Los iones de calcio se unen a la troponina, una proteína que se encuentra en las miofibrillas, las unidades contráctiles de las fibras musculares.
- Esto provoca un cambio en la conformación de la troponina, que expone un sitio de unión en la actina, otra proteína que se encuentra en las miofibrillas.
- Las cabezas de miosina, una tercera proteína que se encuentra en las miofibrillas, se unen a los sitios de unión de la actina.
- Las cabezas de miosina utilizan ATP para generar fuerza, lo que provoca el deslizamiento de los filamentos de actina sobre los filamentos de miosina.
- Este deslizamiento de los filamentos acorta la longitud de la fibra muscular, lo que produce la contracción muscular.

4. Relajación:

- Cuando la señal del SNC termina, la ACh se elimina de la placa motora.
- Esto provoca el cierre de los canales de calcio en la membrana de la fibra muscular.
- Los iones de calcio se bombean fuera de la fibra muscular.
- La troponina vuelve a su conformación original, lo que cubre el sitio de unión de la actina.
- Las cabezas de miosina se liberan de la actina.
- La fibra muscular se alarga, lo que produce la relajación muscular.

5. Reutilización:

- El ATP se hidroliza en ADP y fosfato inorgánico (Pi).
- El ADP y el Pi se utilizan para regenerar ATP..(9)

2.3.3. Músculos del cuerpo por regiones: origen, inserción y función

Músculos de la expresión facial

Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación
Occipitofrontal	Galea aponeurótica	Piel de la frente y cuero cabelludo	Eleva las cejas, arruga la frente	Nervio facial (VII)
Orbicular de los ojos	Reborde orbitario	Párpados	Cierra los ojos, guiña	Nervio facial (VII)
Prócer	Hueso nasal	Piel de la glabella (entre las cejas)	Frunce el ceño	Nervio facial (VII)
Corrugador superciliar	Ceja	Piel de la glabella	Frunce el ceño	Nervio facial (VII)
Depresor superciliar	Ceja	Piel de la ceja	Baja las cejas	Nervio facial (VII)
Elevador del párpado superior	Techo de la órbita	Párpado superior	Eleva el párpado superior	Nervio oculomotor (III)
Elevador del labio superior y del ala de la nariz	Hueso maxilar	Labio superior y ala de la nariz	Eleva el labio superior y la nariz	Nervio facial (VII)
Cigomático mayor	Hueso cigomático	Labio superior	Eleva y abduce el labio superior	Nervio facial (VII)
Cigomático menor	Hueso cigomático	Labio superior	Eleva el labio superior	Nervio facial (VII)
Risorio	Fascia parotídea	Labio superior y comisura labial	Sonríe	Nervio facial (VII)
Orbicular de la boca	Maxilar y mandíbula	Labios	Cierra los labios, aprieta los dientes	Nervio facial (VII)
Buccinador	Maxilar y mandíbula	Mejilla	Aprieta las mejillas, sopla	Nervio facial (VII)
Depresor del labio inferior	Mandíbula	Labio inferior	Baja el labio inferior	Nervio facial (VII)

Depresor del ángulo de la boca	Mandíbula	Piel del mentón	Baja la comisura labial	Nervio facial (VII)
Platisma	Piel del pecho y cuello	Piel de la mandíbula y cuello	Baja la mandíbula, tensa la piel del cuello	Nervio facial (VII)

Tabla 2. Músculos de la expresión facial.(6)

Músculos de la masticación

Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación
Masetero	Apófisis coronoides del maxilar	Mandíbula	Eleva la mandíbula	Nervio mandibular (V3)
Temporal	Fosa temporal	Mandíbula	Eleva y retrae la mandíbula	Nervio mandibular (V3)
Pterigoideo lateral	Fosa pterigoidea lateral	Cóndilo mandibular	Protruye, desvía y rota la mandíbula	Nervio mandibular (V3)
Pterigoideo medial	Fosa pterigoidea medial	Cóndilo mandibular	Eleva, protruye y rota la mandíbula	Nervio mandibular (V3)

Tabla 3. Músculos de la masticación.(6)

Músculos que mueven la cabeza

Músculos	Origen	Inserción	Acción	Inervación
Trapecio	Huesos occipitales y ligamento nuchal	Clavícula, acromion y escápula	Extiende, flexiona, rota e inclina la cabeza	Nervio accesorio (XI)
Esternocleidomastoideo	Esternón y clavícula	Apófisis mastoides del hueso temporal	Rota, flexiona e inclina la cabeza	Nervio accesorio (XI) y plexo cervical (C1-C3)
Esplenio de la cabeza	Ligamento nuchal y apófisis espinosas de	Apófisis mastoides del hueso temporal	Rota, flexiona e inclina la cabeza	Nervios cervicales (C3-C6)

	las vértebras torácicas superiores			
Recto mayor de la cabeza	Apófisis odontoides del axis	Hueso occipital	Flexiona la cabeza	Nervio suboccipital (C1)
Recto menor de la cabeza	Atlas	Hueso occipital	Flexiona la cabeza	Nervio suboccipital (C1)
Oblicuo superior de la cabeza	Atlas	Hueso occipital	Rota e inclina la cabeza	Nervio suboccipital (C1)
Oblicuo inferior de la cabeza	Axis	Hueso occipital	Rota e inclina la cabeza	Nervio suboccipital (C1)
Longísimo de la cabeza	Apófisis espinosas de las vértebras torácicas superiores	Hueso occipital	Extiende y rota la cabeza	Nervios cervicales (C3-C8)
Iliocostal de la cabeza	Cresta ilíaca y ligamento supraespinoso	Hueso parietal	Extiende y rota la cabeza	Nervios cervicales (C4-C6)

Tabla 4. Músculos que mueven la cabeza.(6)

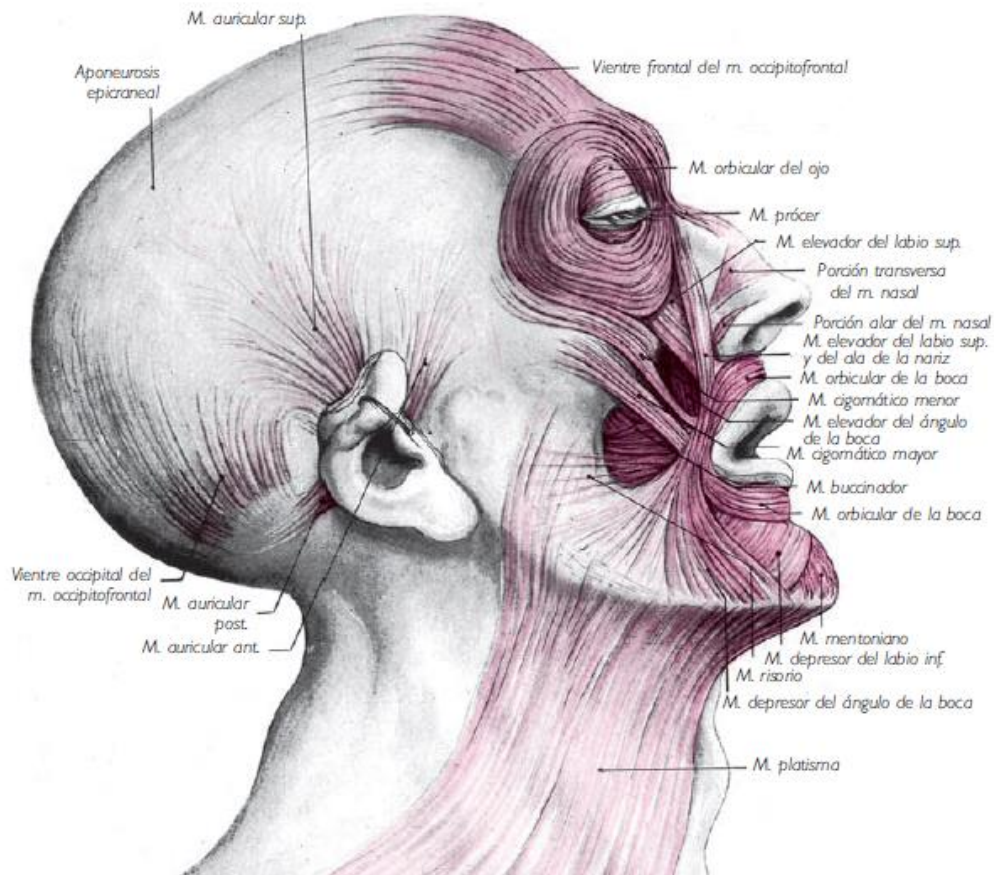


Figura 27. Músculos cutáneos de la cara y cuello.(6)

Músculos del tórax

Músculo	Función	Inervación
Diafragma	Principal músculo de la respiración. Se contrae y se aplana, lo que aumenta el volumen de la cavidad torácica y los pulmones.	Nervio frénico (C3-C5)
Intercostales externos	Ayudan a levantar las costillas durante la inspiración.	Nervios intercostales (T1-T12)
Escalenos	Ayudan a elevar las primeras dos costillas durante la inspiración.	Nervios cervicales (C3-C8)
Serrato anterior	Ayuda a elevar las costillas superiores durante la inspiración.	Nervio torácico largo (C5-C7)

Rectos del abdomen	Ayudan a comprimir la cavidad abdominal y empujar el diafragma hacia arriba durante la espiración.	Nervios intercostales (T7-T12) y nervio subcostal (T12)
Intercostales internos	Ayudan a bajar las costillas durante la espiración.	Nervios intercostales (T1-T12)
Músculos oblicuos del abdomen	Ayudan a comprimir la cavidad abdominal durante la espiración.	Nervios intercostales (T7-T12) y nervio iliohipogástrico (L1)
Transverso del abdomen	Ayuda a comprimir la cavidad abdominal durante la espiración.	Nervio subcostal (T12) y nervios ilioinguinal (L1) y genitofemoral (L1-L2)

Tabla 5. Músculos del tórax. (6)

Músculos de la pared abdominal

Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación
Recto anterior del abdomen	Pubis	Cresta ilíaca y apéndice xifoides	Flexiona el tronco y rota la pelvis	Nervios intercostales (T7-T12) y nervio subcostal (T12)
Oblicuo externo del abdomen	Costillas inferiores y cresta ilíaca	Línea alba y pubis	Flexiona, rota y lateraliza el tronco	Nervios intercostales (T7-T12) y nervio iliohipogástrico (L1)
Oblicuo interno del abdomen	Cresta ilíaca y ligamento inguinal	Línea alba y cresta ilíaca	Flexiona, rota y lateraliza el tronco	Nervios intercostales (T7-T12) y nervio ilioinguinal (L1)
Transverso del abdomen	Apófisis transversas de las vértebras lumbares, cresta ilíaca y ligamento inguinal	Línea alba	Comprime el abdomen y aumenta la presión intraabdominal	Nervios subcostal (T12) y nervios ilioinguinal (L1) y genitofemoral (L1-L2)
Piramidal	Pubis	Línea alba	Tensa la línea alba	Nervio subcostal (T12)

Tabla 6. Músculos de la pared abdominal.(6)

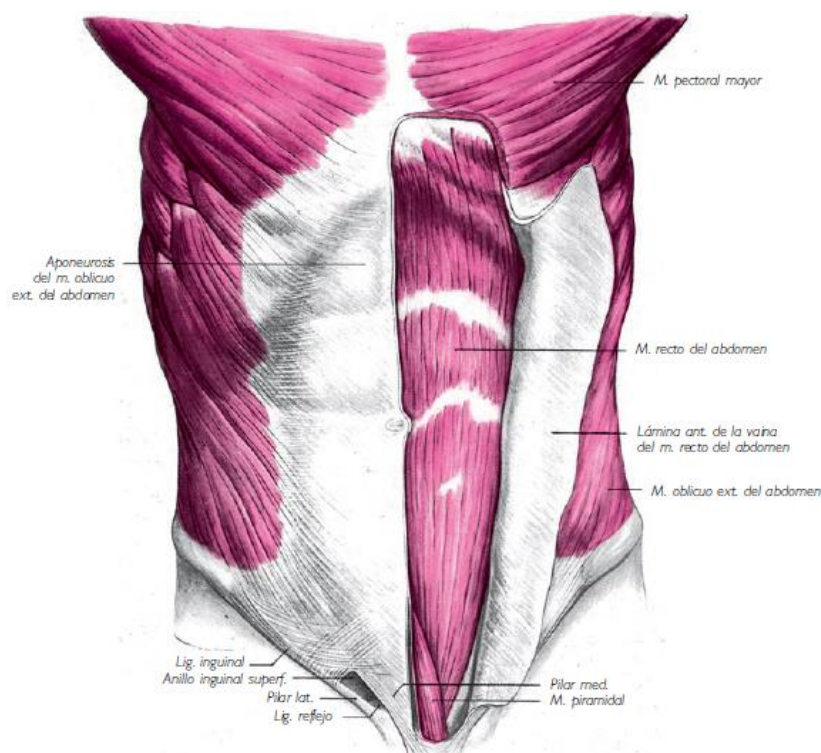


Figura 28. Músculos de la pared abdominal.(6)

Músculos de la cintura escapular

Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación
Trapezio	Huesos occipitales y ligamento nuchal	Clavícula, acromion y escápula	Extiende, flexiona, rota e inclina la cabeza	Nervio accesorio (XI)
Elevador de la escápula	Apófisis transversas de las vértebras cervicales superiores	Borde superior de la escápula	Eleva la escápula	Nervios cervicales (C3-C4)
Romboides	Apófisis espinosas de las vértebras torácicas superiores	Borde medial de la escápula	Retrae la escápula	Nervio dorsal del escapula (C4-C5)
Angular de la escápula	Apófisis espinosas de las vértebras torácicas superiores	Angulo medial de la escápula	Retrae y rota la escápula	Nervio dorsal del escapula (C4-C5)
Supraespinoso	Fosa supraespinosa de la escápula	Tuberosidad mayor del húmero	Abduce el húmero	Nervio supraescapular (C5-C6)

Infraespinoso	Fosa infraespinosa de la escápula	Tuberosidad mayor del húmero	Rota externamente el húmero	Nervio supraescapular (C5-C6)
Redondo menor	Fosa infraespinosa de la escápula	Tuberosidad mayor del húmero	Rota externamente el húmero	Nervio subescapular (C5-C6)
Redondo mayor	Angulo inferior de la escápula	Tuberosidad mayor del húmero	Rota internamente el húmero	Nervio subescapular (C5-C6)
Subescapular	Fosa subescapular de la escápula	Tuberosidad menor del húmero	Rota internamente el húmero	Nervio subescapular (C5-C6)
Pectoral mayor	Esternón y clavícula	Húmero	Flexiona, aduce y rota internamente el húmero	Nervios pectorales (C5-T1)
Dorsal ancho	Apófisis espinosas de las vértebras torácicas y lumbares, cresta ilíaca	Húmero	Extiende, aduce y rota internamente el húmero	Nervio toracodorsal (C6-C8)

Tabla 7. Músculos de la cintura escapular.(6)

Músculos que mueven el brazo y antebrazo

Músculos del brazo

Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación
Bíceps braquial	Cabeza larga: tuberosidad supraglenoidea; Cabeza corta: apófisis coracoides	Radio	Flexiona el codo y supina el antebrazo	Nervio musculocutáneo (C5-C6)
Tríceps braquial	Cabeza larga: tubérculo infraglenoideo; Cabeza lateral: borde lateral del húmero; Cabeza medial: borde posterior del húmero	Olécranon del cúbito	Extiende el codo	Nervio radial (C5-C8)

Braquial	Húmero	Cúbito	Flexiona el codo	Nervio musculocutáneo (C5-C6)
Coracobraquial	Apófisis coracoides	Húmero	Flexiona y aduce el húmero	Nervio musculocutáneo (C5-C6)

Músculos del antebrazo compartimento anterior

Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación
Pronador redondo	Cúbito y radio	Radio	Prona el antebrazo	Nervio mediano (C6-T1)
Flexor radial del carpo	Epicóndilo medial del húmero	Base del segundo metacarpiano	Flexiona y radia la muñeca	Nervio mediano (C6-T1)
Flexor ulnar del carpo	Epicóndilo medial del húmero	Pisiforme y base del quinto metacarpiano	Flexiona y ulniza la muñeca	Nervio cubital (C8-T1)
Palmar largo	Epicóndilo medial del húmero	Aponeurosis palmar	Flexiona la muñeca y tensa la aponeurosis palmar	Nervio mediano (C6-T1)
Flexor superficial de los dedos	Epicóndilo medial del húmero y radio	Falanges distales de los dedos 2-5	Flexiona las falanges proximales e interfalángicas proximales de los dedos 2-5	Nervio mediano (C6-T1)

Músculos del antebrazo compartimento posterior

Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación
Supinador	Epicóndilo lateral del húmero	Radio	Supina el antebrazo	Nervio radial (C5-C8)
Abductor largo del pulgar	Cúbito y radio	Base del primer metacarpiano	Abduce y extiende el pulgar	Nervio radial (C5-C8)
Extensor corto del pulgar	Radio	Base de la falange proximal del pulgar	Extiende la falange proximal del pulgar	Nervio radial (C5-C8)
Extensor largo del pulgar	Cúbito y radio	Falange distal del pulgar	Extiende la falange distal del pulgar	Nervio radial (C5-C8)

Extensor del índice	Cúbito y radio	Falange distal del dedo índice	Extiende la falange distal del dedo índice	Nervio radial (C5-C8)
Extensor común de los dedos	Epicóndilo lateral del húmero	Falanges distales de los dedos 2-5	Extiende las falanges distales de los dedos 2-5	Nervio radial (C5-C8)
Ancóneo	Epicóndilo lateral del húmero	Olécranon del cúbito	Extiende el codo	Nervio radial (C5-C8)

Tabla 8. Músculos que mueven el brazo y el antebrazo.(6)

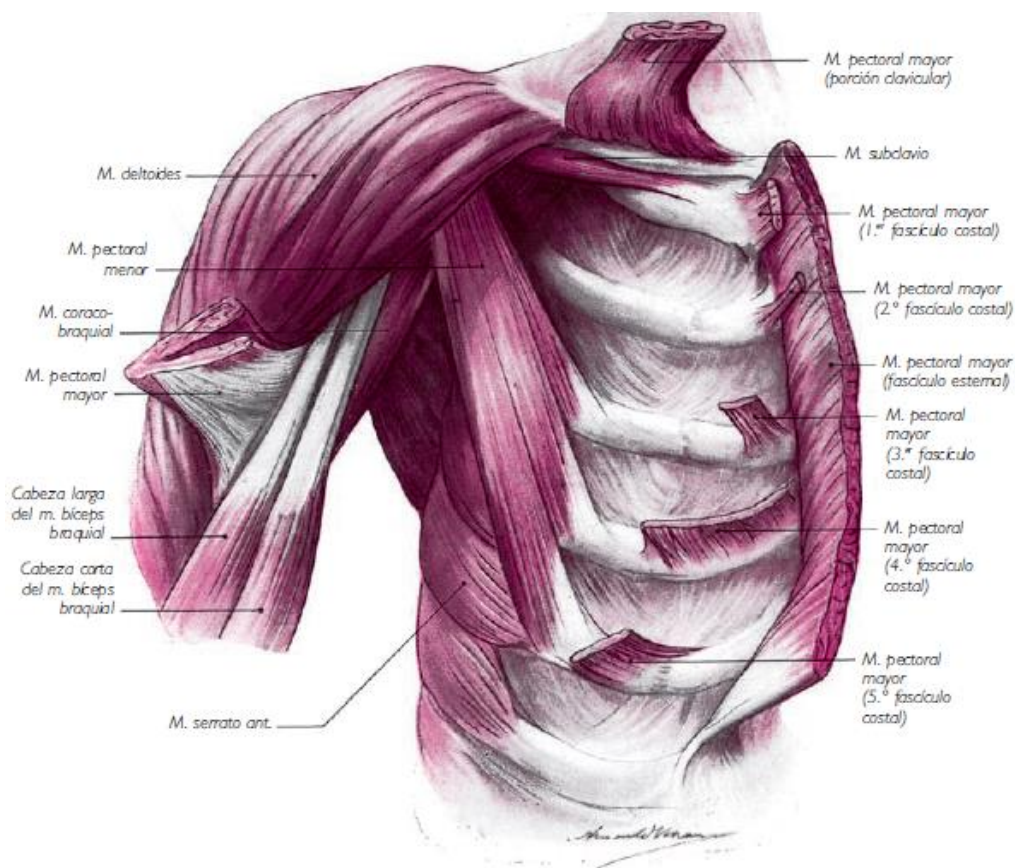


Figura 29. Músculos del brazo.(6)

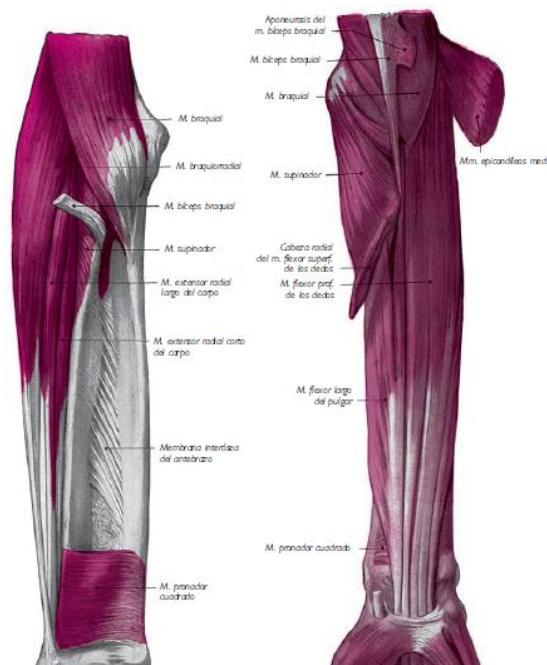


Figura 30. Músculos del antebrazo.(6)

Músculos que mueven la muñeca, mano y dedos

Músculos de la muñeca

Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación
Flexores radiales del carpo (largo y corto)	Epicóndilo medial del húmero	Base del segundo metacarpiano	Flexionan la muñeca y la desvían radialmente	Nervio mediano (C6-T1)
Flexor cubital del carpo	Epicóndilo medial del húmero	Pisiforme y base del quinto metacarpiano	Flexiona la muñeca y la desvía cubitalmente	Nervio cubital (C8-T1)
Extensor radial del carpo	Epicóndilo lateral del húmero	Base del segundo metacarpiano	Extiende la muñeca y la desvía radialmente	Nervio radial (C5-C8)
Extensor cubital del carpo	Epicóndilo lateral del húmero	Base del quinto metacarpiano	Extiende la muñeca y la desvía cubitalmente	Nervio cubital (C8-T1)
Cubital anterior	Epicóndilo medial del húmero	Huesos pisiforme y ganchoso	Flexiona la muñeca y la desvía cubitalmente	Nervio cubital (C8-T1)

Músculos de la mano:

Eminencia tenar

Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación
Abductor corto del pulgar	Retináculo flexor	Base de la falange proximal del pulgar	Abduce el pulgar	Nervio mediano (C6-T1)
Oponente del pulgar	Retináculo flexor	Primer metacarpi ano	Opone el pulgar	Nervio mediano (C6-T1)
Flexor corto del pulgar	Retináculo flexor	Base de la falange proximal del pulgar	Flexiona la falange proximal del pulgar	Nervio mediano (C6-T1)
Aductor del pulgar	Cabeza oblicua: retináculo flexor; Cabeza transversa: primer metacarpiano	Falange proximal del pulgar	Aduce el pulgar	Nervio mediano (C6-T1)

Eminencia hipotenar

Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación
Abductor del meñique	Retináculo flexor	Base del quinto metacarpiano	Abduce el meñique	Nervio cubital (C8-T1)
Flexor corto del meñique	Retináculo flexor	Base de la falange proximal del meñique	Flexiona la falange proximal del meñique	Nervio cubital (C8-T1)
Oponente del meñique	Retináculo flexor	Quinto metacarpiano	Opone el meñique	Nervio cubital (C8-T1)

Músculos de los dedos

Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación
Flexores superficiales de los dedos (2-5)	Epicóndilo medial del húmero y radio	Falanges proximales de los dedos 2-5	Flexionan las falanges proximales de los dedos 2-5	Nervio mediano (C6-T1)
Flexores profundos de los dedos (2-5)	Cúbito y radio	Falanges distales de los dedos 2-5	Flexionan las falanges distales de los dedos 2-5	Nervio cubital (C8-T1)

Lumbricales (1-4)	Tendones del flexor profundo de los dedos	Aponeurosis extensora y base de las falanges proximales de los dedos 2-5	Flexionan las falanges proximales y extienden las distales de los dedos 2-5	Nervio mediano (C6-T1)
Interóseos dorsales (1-4)	Metacarpianos	Aponeurosis extensora	Abducción y aducción de los dedos	Nervio cubital (C8-T1)
Interóseos palmares (3-4)	Metacarpianos	Base de las falanges proximales de los dedos 2-		

Tabla 9. Músculos que mueven la muñeca, mano y dedos.(6)

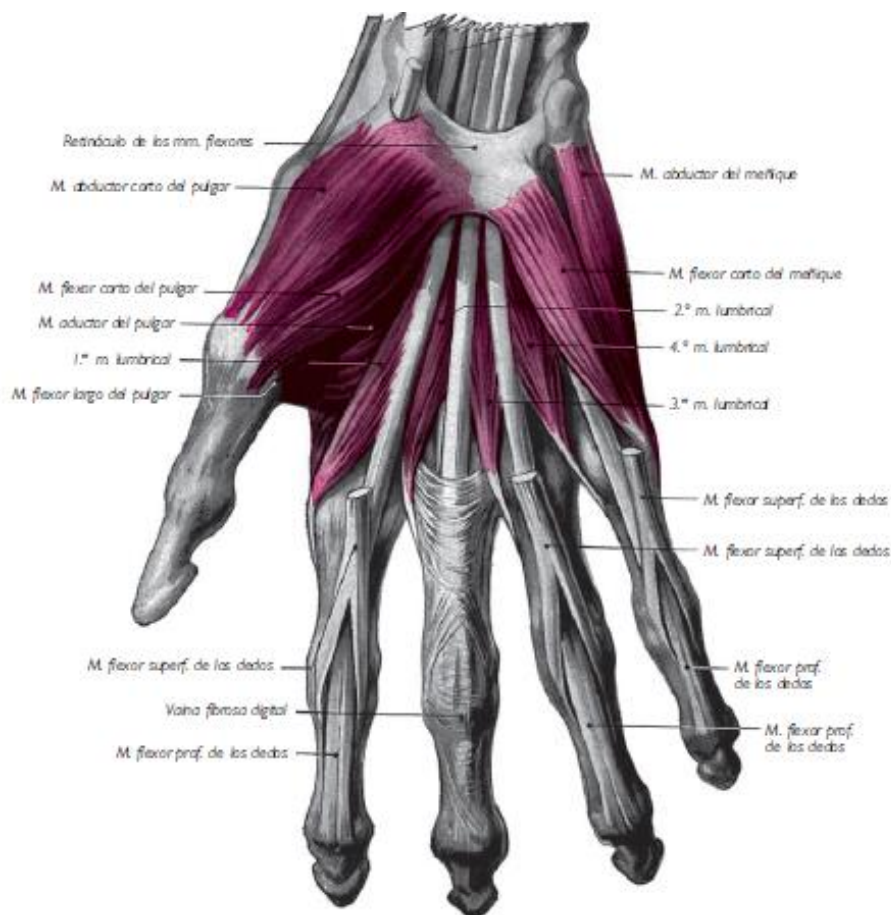


Figura 31. Músculos de la mano.(6)

Músculos que mueven el muslo

Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación
Iliopsoas	Fosa ilíaca y cuerpos vertebrales lumbares	Trocánter menor del fémur	Flexiona, rota externamente y aduce el muslo	Nervio femoral (L2-L4)
Psoas mayor	Cuerpos vertebrales lumbares	Trocánter menor del fémur	Flexiona y rota externamente el muslo	Nervio femoral (L2-L4)
Psoas menor	Cuerpos vertebrales lumbares	Eminencia ileopectínea	Flexiona la columna lumbar	Nervio femoral (L2-L4)
Sartorio	Espina ilíaca anterior superior	Tuberosidad tibial	Flexiona, abduce y rota externamente el muslo	Nervio femoral (L2-L4)
Recto femoral	Espina ilíaca anterior inferior y borde acetabular	Rótula	Extiende la pierna y flexiona el muslo	Nervio femoral (L2-L4)
Cuádriceps femoral: Vasto lateral, vasto medial, vasto intermedio, recto femoral	Fémur	Rótula	Extiende la pierna	Nervio femoral (L2-L4)
Aductor largo	Pubis y rama pública del isquion	Línea áspera del fémur	Aduce y rota externamente el muslo	Nervio obturador (L2-L4)
Aductor corto	Pubis y rama pública del isquion	Línea áspera del fémur	Aduce y rota externamente el muslo	Nervio obturador (L2-L4)
Aductor mayor	Rama isquiática del pubis e isquion	Línea áspera del fémur	Aduce y rota externamente el muslo	Nervio obturador (L2-L4)
Gráciles	Pubis y rama pública del isquion	Tibia	Aduce y rota internamente el muslo	Nervio obturador (L2-L4)
Pectíneo	Cresta pectínea del pubis	Línea áspera del fémur	Aduce, flexiona y rota externamente el muslo	Nervio femoral (L2-L4)

Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación
Bíceps femoral	Tuberosidad isquiática	Cabeza del peroné y cóndilo lateral del fémur	Extiende la pierna y flexiona el muslo	Nervio ciático (L4-S3)
Semitendinoso	Tuberosidad isquiática	Tibia	Extiende la pierna y flexiona el muslo	Nervio ciático (L4-S3)
Semimembranoso	Tuberosidad isquiática	Cóndilo medial del fémur	Extiende la pierna y flexiona el muslo	Nervio ciático (L4-S3)

Tabla 10. Músculos que mueven el muslo.(6)

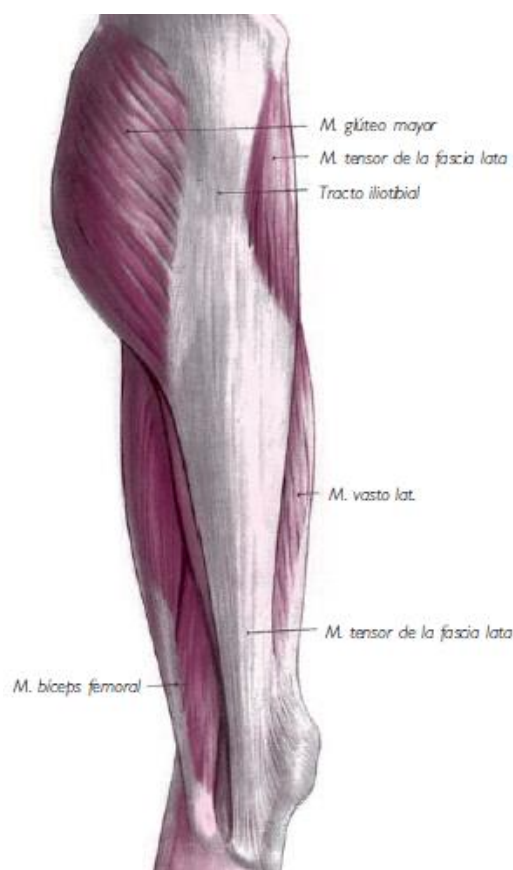


Figura 32. Músculos del muslo.(6)

Músculos que mueven la pierna

Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación
Tibial anterior	Tibia y fíbula	Base del primer metatarsiano	Flexiona dorsalmente el pie e invierte el tobillo	Nervio peroneo profundo (L4-S1)
Extensor largo del dedo gordo	Tibia	Falange distal del dedo gordo	Extiende las falanges del dedo gordo	Nervio peroneo profundo (L4-S1)
Extensor largo de los dedos	Fíbula	Falanges distales de los dedos 2-5	Extiende las falanges de los dedos 2-5	Nervio peroneo profundo (L4-S1)
Tercer fibular	Fíbula	Base del quinto metatarsiano	Eversión del pie	Nervio peroneo superficial (L4-S1)
Peroneo largo (Fibular largo)	Fíbula	Base del primer metatarsiano y cuneiforme medial	Eversión del pie y flexión plantar	Nervio peroneo superficial (L4-S1)
Peroneo corto (Fibular corto)	Fíbula	Base del quinto metatarsiano	Eversión del pie	Nervio peroneo superficial (L4-S1)
Gastrocnemio	Cóndilos femorales	Tendón de Aquiles y calcáneo	Flexión plantar del pie	Nervio tibial (L4-S3)
Sóleo	Cabeza del peroné y tibia	Tendón de Aquiles y calcáneo	Flexión plantar del pie	Nervio tibial (L4-S3)
Poplíteo	Cóndilo lateral del fémur	Tibia	Flexiona la pierna y rota internamente la tibia	Nervio tibial (L4-S3)
Tibial posterior	Tibia y fíbula	Escafoides, cuñas y base del segundo metatarsiano	Flexión plantar del pie, inversión del tobillo y abducción del pie	Nervio tibial (L4-S3)

Flexor largo de los dedos	Tibia	Falanges distales de los dedos 2-5	Flexiona las falanges de los dedos 2-5	Nervio tibial (L4-S3)
Flexor largo del dedo gordo	Tibia	Falange distal del dedo gordo	Flexiona las falanges del dedo gordo	Nervio tibial (L4-S3)

Tabla 11. Músculos que mueven la pierna.(6)

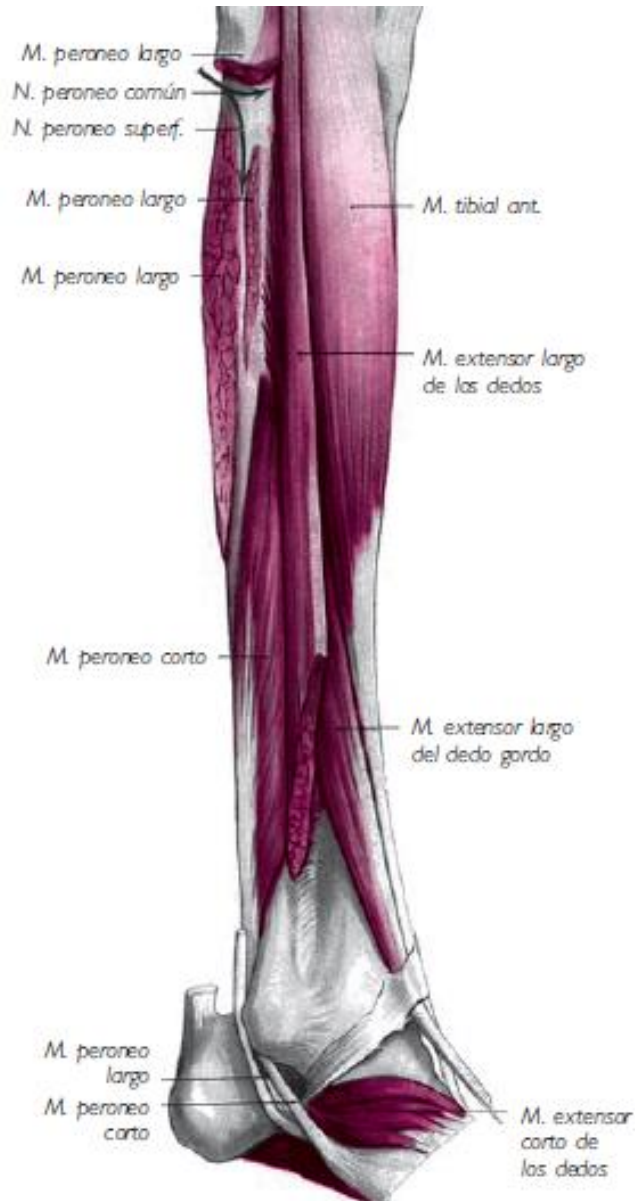


Figura 33. Músculos de la pierna.(6)

Músculos que mueven el pie

Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación
Abductor del dedo gordo	Calcáneo	Falange proximal del dedo gordo	Abduce el dedo gordo	Nervio plantar lateral (L4-S2)
Flexor corto de los dedos	Calcáneo	Falanges proximales de los dedos 2-5	Flexiona las falanges proximales de los dedos 2-5	Nervio plantar medial (L4-S2)
Abductor del quinto dedo	Calcáneo	Falange proximal del dedo meñique	Abduce el dedo meñique	Nervio plantar lateral (L4-S2)
Cuadrado plantar	Tendón del flexor largo del dedo gordo	Base de los dedos 2-5	Flexiona las falanges proximales de los dedos 2-5	Nervio plantar lateral (L4-S2)
Lumbricales (4)	Tendones del flexor largo de los dedos	Aponeurosis extensora y base de las falanges proximales de los dedos 2-5	Flexionan las falanges proximales y extienden las distales de los dedos 2-5	Nervio plantar lateral (L4-S2)
Flexor corto del dedo gordo	Cuboides y ligamentos plantares	Falange distal del dedo gordo	Flexiona las falanges del dedo gordo	Nervio plantar medial (L4-S2)
Aductor del dedo gordo	Base del tercer metatarsiano	Falange proximal del dedo gordo	Aduce el dedo gordo	Nervio plantar medial (L4-S2)
Flexor corto del quinto dedo	Cuboides	Falange proximal del dedo meñique	Flexiona la falange proximal del dedo meñique	Nervio plantar lateral (L4-S2)
Oponente del quinto dedo	Calcáneo	Base del quinto metatarsiano	Opone el dedo meñique	Nervio plantar lateral (L4-S2)

Interóseos plantares (3)	Base de los metatarsianos	Aponeurosis extensora	Abducción y aducción de los dedos 2-4	Nervio plantar lateral (L4-S2)
Interóseos dorsales (4)	Metacarpianos	Aponeurosis extensora	Abducción y aducción de los dedos 2-5	Nervio peroneo profundo (L4-S1)

Tabla 12. Músculos que mueven el pie.(6)

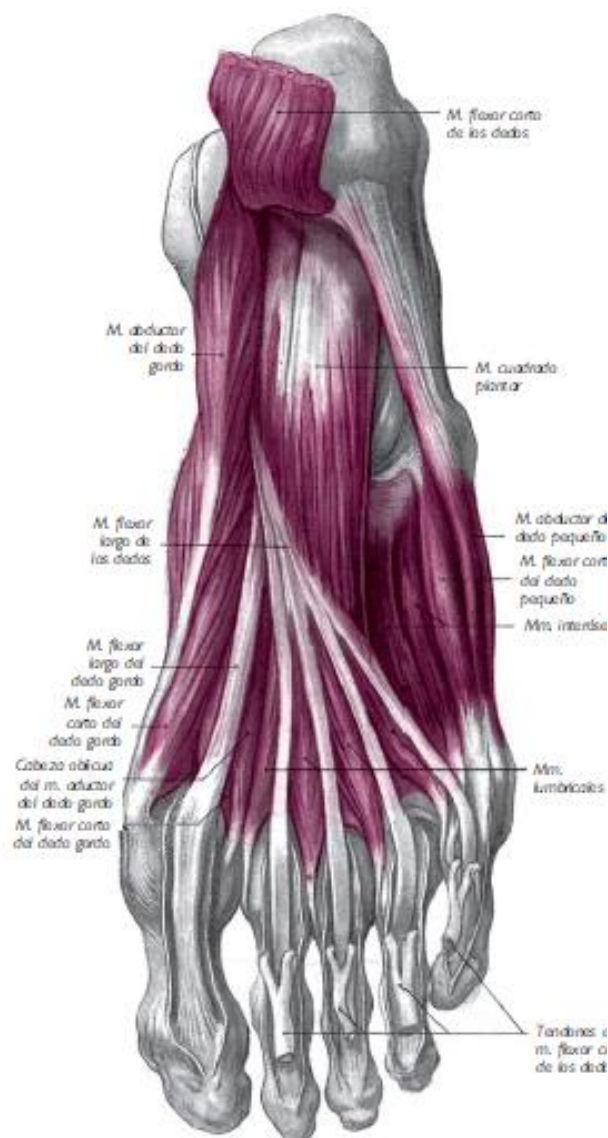


Figura 34. Músculos del pie.(6)

ACTIVIDADES RECOMENDADAS

Realice un organizador de la Fisiología de la contracción y relajación muscular.

UNIDAD 3

SISTEMA TEGUMENTARIO - SISTEMA RESPIRATORIO
- SISTEMA DIGESTIVO



3. Sistema Tegumentario - Sistema Respiratorio - Sistema Digestivo

Introducción

El Sistema Tegumentario, que incluye la piel, el cabello, las uñas y las glándulas sudoríparas, constituye el sistema más extenso y visible de nuestro cuerpo. A través de su estructura y funciones, nos protege de agentes externos, regula la temperatura corporal y nos permite experimentar el tacto y otras sensaciones.

El Sistema Respiratorio, por su parte, se encarga de la respiración, un proceso vital que nos suministra el oxígeno necesario para el funcionamiento celular y elimina el dióxido de carbono, un subproducto de desecho. Se analizará los órganos responsables

de la respiración, como los pulmones, la tráquea y los bronquios, y comprenderemos cómo se lleva a cabo el intercambio gaseoso en nuestro organismo.

Y finalmente en el Sistema Digestivo, un sistema complejo que nos permite obtener los nutrientes indispensables para el adecuado funcionamiento del cuerpo. Conoceremos la anatomía y función de los órganos digestivos, como el estómago, el intestino delgado y el intestino grueso, además de la importancia de las enzimas y otros procesos relacionados con la digestión y absorción de los alimentos.

Objetivo

Establecer un plan de examinación de los principales sistemas corporales para analizar el funcionamiento adecuado de los órganos, con ética y empatía.

3.1. Sistema tegumentario

El sistema tegumentario es el sistema más grande y visible del cuerpo humano, y está compuesto por la piel, el cabello, las uñas y las glándulas sudoríparas.

3.1.1. La piel, estructura

La piel, que constituye aproximadamente del 8 al 20% de la masa corporal, es un órgano con un área total de 1,6 a 1,8 m² en los adultos. Está compuesta por tres capas principales: la epidermis, la dermis y la hipodermis.

La **epidermis** es la capa más externa de la piel y actúa como una barrera protectora contra agentes externos, como bacterias y sustancias químicas. La **dermis** se encuentra debajo de la epidermis y contiene vasos sanguíneos, nervios y estructuras como folículos pilosos y glándulas sudoríparas. La **hipodermis** es la capa más profunda y está compuesta principalmente por tejido adiposo, que ayuda a aislar y proteger el cuerpo.

Epidermis

La epidermis, que es la capa más externa de la piel, está compuesta por cinco subcapas que van desde la profundidad hasta la superficie.

- Estrato basal, también conocido como capa basal o estrato germinativo. Esta capa es la más profunda y contiene células madre que se dividen y generan nuevas células de la epidermis.
- Estrato espinoso, también conocido como capa espinocítica. En esta capa, las células se aplanan y se unen entre sí a través de estructuras llamadas desmosomas, lo que le da a la piel su resistencia y flexibilidad.
- Estrato granuloso es la tercera subcapa de la epidermis. Aquí, las células comienzan a producir queratina, una proteína que proporciona resistencia y protección a la piel.
- Estrato lúcido es la cuarta subcapa, y se encuentra solo en áreas de la piel que no tienen folículos pilosos, como las palmas de las manos y las plantas de los pies. Esta capa está compuesta por células planas y transparentes.
- Estrato córneo, que es la capa más externa y visible de la epidermis. En esta capa, las células están completamente queratinizadas, lo que significa que están llenas de queratina y se han vuelto planas y sin núcleo. Estas células se desprenden constantemente y son reemplazadas por nuevas células que se generan en el estrato basal.(9)(12)

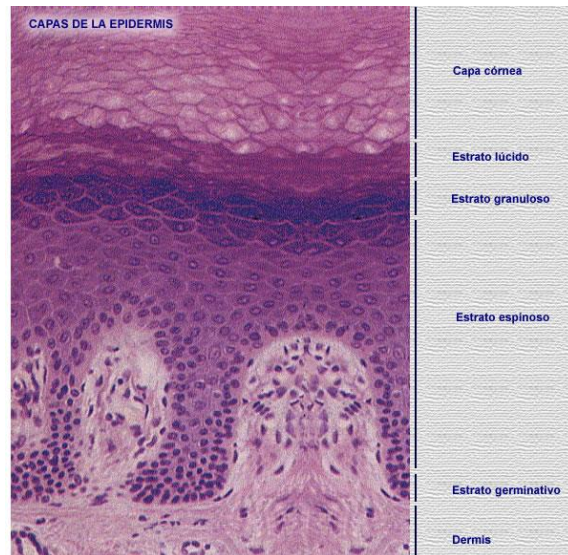


Figura 35. Capas de la epidermis.(12)

Dermis

Justo debajo de la epidermis se encuentra la dermis, otra parte importante de la piel. Esta región tiene una disposición irregular y está compuesta principalmente por tejido conectivo. Se encuentra debajo de la membrana basal del estrato basal de la epidermis.

En adultos, aproximadamente el 85% de las fibras de colágeno presentes en la dermis son de colágeno tipo I, que proporciona resistencia a la piel, mientras que el resto son de colágeno tipo III. Además del colágeno, la dermis también contiene fibras elásticas que le dan flexibilidad y le permiten volver a su estado natural después de algún movimiento. El colágeno tipo IV se encuentra principalmente en la unión entre la dermis y la epidermis, donde rodea a las células de Schwann y al endotelio vascular. Las fibras de colágeno tipo V, VI y VII tienen una contribución menor en la estructura de la dermis.

Tanto el colágeno como la malla elástica se mantienen unidos a través de una mezcla de glicoproteínas, agua y glicosaminoglicanos. La integridad de esta red fibrosa puede variar según la edad y las diferentes regiones del cuerpo. Aunque el tejido conectivo de la dermis es lo suficientemente firme como para mantener la piel unida, aún permite que los apéndices epidérmicos, los vasos sanguíneos, los nervios y las estructuras linfáticas atraviesen su estructura.(12)

Hipodermis

En cuanto a la hipodermis, se encuentra justo debajo de la dermis y está compuesta por una capa de tejido conectivo laxo. Esta capa contiene tejido adiposo que reduce la fricción entre la dermis y la capa muscular que se encuentra debajo, el tejido adiposo cumple una función importante en la termorregulación y en la capacidad de dispersar la fuerza generada por un

golpe directo. La cantidad y distribución del tejido adiposo en esta capa varía geográficamente, ya que las personas que viven en climas más fríos tienden a tener más grasa que las personas que viven en climas más cálidos. Sin embargo, la cantidad de grasa subcutánea en un individuo es un indicador de las reservas de lípidos de una persona y está relacionada con el consumo de lípidos en la dieta. Además, en esta capa se originan los músculos erectores del pelo, que conectan la porción profunda del folículo piloso con la dermis superficial. (12)

3.1.2. Funciones de la piel

Protección:

- **Física:** Protege contra las radiaciones ultravioletas.
- **Química:** Protege contra agresiones químicas externas debido a la impermeabilidad de la epidermis.
- **Mecánica:** Proporciona resistencia y elasticidad para proteger contra presión directa, compresión, fricción, estiramientos, contusiones, etc.
- **Biológica:** Protege contra la colonización o invasión de agentes patógenos externos gracias a la descamación continua de la piel y a la película hidrolipídica ácida formada por sebo, lípidos, células córneas y agua transepidérmica.

Comunicación:

- **Interna:** Recoge información externa a través de receptores sensoriales y transmite información de tacto, presión, vibración, temperatura, dolor o picor.
- **Externa:** A través del sistema nervioso autónomo, produce cambios vasculares o liberación de feromonas.

Homeostática:

- **Temperatura:** Controla y mantiene la temperatura frente a agresiones internas o externas.
- **Hidroelectrolítica:** Mantiene el equilibrio hidroelectrolítico mediante la formación y secreción de sudor con diferentes concentraciones de electrolitos.

Endocrina:

- Síntesis de Vitamina D3 y metabolismo periférico de hormonas sexuales.

Inmunológica:

- Actúa como primera línea de defensa contra agresiones externas, ya que las células epidérmicas activadas producen citoquinas pro inflamatorias.

Absorción y excreción:

- Excreta pequeñas cantidades de sales, CO₂, amoníaco y urea. Absorbe sustancias liposolubles, vitaminas A, D, E y K, ciertos fármacos y gases CO₂ y O₂.

Biomecánicas:

- **Extensibilidad:** Capacidad de la piel para estirarse ante un estímulo o fuerza.
- **Elasticidad:** Propiedad de la piel de recuperar su forma inicial una vez que cesa la fuerza que la altera.
- **Tensión:** La piel se mantiene bajo cierta tensión que varía según la edad y la región del cuerpo.
- **Resistencia:** Capacidad de la piel para resistir la acción de una fuerza, influenciada por su elasticidad y extensibilidad.(9)

3.1.3. Anexos de la piel

Pelo

El pelo es una estructura que se encuentra en la piel y está formada por queratina, se compone de dos partes: el tallo, que tiene tres capas (médula, corteza y cutícula), y la raíz, donde se encuentran las células que originan el pelo y los melanocitos que le dan color.

Cada folículo piloso está rodeado de terminaciones nerviosas que generan impulsos cuando el tallo se mueve.

La función principal del pelo es la defensa, durante el desarrollo embrionario, se forma el germen piloso primario que se profundiza en la dermis para crear el folículo piloso, que incluye la glándula sebácea y el músculo erector del pelo. En el quinto mes de desarrollo fetal, el cuerpo está cubierto de un pelo fino llamado lanugo, que luego se convierte en pelo terminal más largo, grueso y pigmentado después del nacimiento. La unidad pilosebácea está compuesta por el folículo piloso, la glándula sebácea y el músculo erector del pelo.

Cada pelo está compuesto por fibras de queratina y tiene dos partes distintas: el tallo piloso, que se proyecta sobre la superficie de la piel, y la raíz del pelo, que va desde la base hasta la desembocadura de la glándula sebácea.

El ciclo de crecimiento del pelo consta de tres fases: la **fase anágena**, en la que las células del folículo se dividen y aumentan de tamaño; la **fase catágena**, en la que el crecimiento se detiene y el bulbo se separa de la papila; y la **fase telógena**, en la que el pelo viejo cae y es reemplazado por el crecimiento de un nuevo pelo.(9)

Uñas

Las uñas comienzan a formarse alrededor de las 8-10 semanas de gestación, cuando se desarrollan en la dermis el surco ungular y el receso ungular. Sobre este último, se forma la placa ungular, que contiene una acumulación de queratina. Las uñas desempeñan dos funciones principales: proteger la parte distal de los dedos y permitir la manipulación de objetos pequeños.

Las uñas están compuestas por diferentes partes:

- **Matriz ungual:** es el tejido epitelial subyacente formado por células que se dividen continuamente.
- **Lámina ungual:** en la parte final de la uña, se produce un cambio de color debido a la acumulación de células epiteliales que ocultan el tejido vascularizado.
- **Lecho ungual:** está unido a la lámina ungual y su función principal es proporcionar unión y anclaje en el extremo libre de la uña a través del hiponiquio, y en los bordes laterales a través del eponiquio.(9)

Glándulas cutáneas

Podemos identificar tres tipos diferentes de estructuras:

- **Glándulas sudoríparas ecrinas:** se encuentran en la profundidad de la dermis y están presentes en todo el cuerpo. Tienen forma tubular enrollada sin ramificaciones. Su función principal es la secreción de agua y electrolitos para regular la temperatura corporal a través de la sudoración. La sudoración comienza generalmente en la frente y el cuero cabelludo, y termina en las plantas de los pies y las palmas de las manos. Este proceso de secreción es estimulado por fibras nerviosas simpáticas colinérgicas. El sudor que se evapora antes de ser percibido se llama perspiración insensible, mientras que el sudor que notamos es la perspiración sensible. El sudor se forma mediante una bomba de Na/K dependiente de ATP y un transportador de Na-K/2Cl en la membrana. La composición del sudor incluye agua, NaCl, urea, ácido úrico, amoníaco y creatinina.
- **Glándulas sudoríparas apocrinas:** son glándulas tubulares enrolladas similares a las ecrinas, pero desembocan en el folículo piloso. Se encuentran en las axilas, ingles, areolas y zona perianal. La secreción de

estas glándulas tiene la misma composición que el sudor ecrino, pero también contiene lípidos y proteínas que actúan como agentes antibacterianos o sustancias odoríferas que causan el olor corporal. Estas glándulas están más desarrolladas en las mujeres y se activan durante la pubertad y el ciclo menstrual, reguladas por hormonas sexuales.

- **Glándulas sebáceas holocrinas:** son glándulas acinares ramificadas cuya porción secretora se encuentra en la dermis. Se distribuyen por todo el cuerpo, excepto en las palmas de las manos y las plantas de los pies. Su secreción se llama sebo y está compuesta por triglicéridos, ésteres céreos y escualeno. Estas glándulas se encargan de mantener la suavidad de la piel, prevenir la deshidratación y actuar como agentes antifúngicos y antibacterianos a través de sus secreciones.(11)

3.2. Sistema Respiratorio

El sistema respiratorio está compuesto por varias estructuras, como la nariz, la faringe, la laringe, la tráquea, los bronquios y los pulmones. Estas partes pueden clasificarse según su estructura o función, desde el punto de vista de la estructura, el sistema respiratorio se divide en dos partes:

- **Sistema respiratorio superior**, que incluye la nariz, la cavidad nasal, la faringe y las estructuras relacionadas
- **Sistema respiratorio inferior**, que incluye la laringe, la tráquea, los bronquios y los pulmones.

En términos de función, el sistema respiratorio también se puede dividir en dos partes: la **zona de conducción**, que consta de cavidades y tubos interconectados dentro y fuera de los pulmones (nariz, cavidad nasal, faringe, laringe, tráquea, bronquios, bronquiolos y bronquiolos terminales), que filtran, calientan y humidifican el aire y lo conducen hacia los pulmones, y la **zona respiratoria**, que comprende los tubos y tejidos dentro de los pulmones responsables del intercambio de gases (bronquiolos respiratorios, conductos alveolares, sacos alveolares y alvéolos), donde se produce el intercambio de gases entre el aire y la sangre. (9)

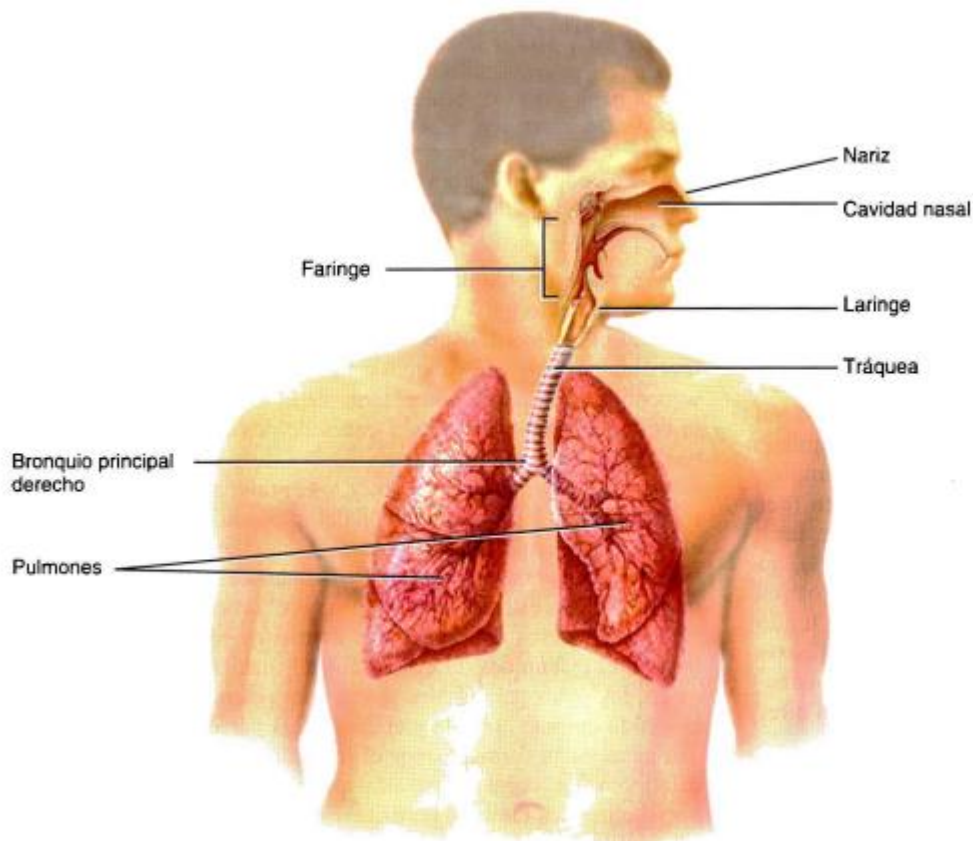


Figura 36. Sistema respiratorio.(9)

3.2.1. Vías respiratorias superiores

Nariz

La nariz es un órgano especializado ubicado en la entrada del sistema respiratorio, que se puede dividir en una parte externa e interna llamada cavidad nasal, la parte externa de la nariz es la que se ve en la cara y está formada por una estructura ósea y cartilaginosa cubierta por músculos, piel y una mucosa. El armazón óseo incluye los huesos frontales, nasales y maxilar.

La estructura cartilaginosa está compuesta por el cartílago nasal septal, que forma la parte frontal del tabique nasal, los cartílagos nasales laterales, ubicados debajo de los huesos nasales, y los cartílagos alares, que forman parte de las paredes de las fosas nasales debido a que el soporte cartilaginoso está hecho de cartílago hialino, la parte externa de la nariz es bastante flexible.

En la parte inferior de la nariz se encuentran dos aberturas llamadas narinas u orificios nasales.

Las estructuras internas de la parte externa de la nariz cumplen tres funciones:

- Calentar
- Humidificar

- Filtrar el aire inhalado

Cavidad nasal

La cavidad nasal, que es la porción interna de la nariz, es un amplio espacio ubicado en la región anterior del cráneo. Se encuentra en una posición inferior con respecto al hueso nasal y en una posición superior en relación con la cavidad bucal. La cavidad nasal está revestida por músculos y mucosa. En su parte anterior, se continúa con la parte externa de la nariz, y en su parte posterior, se comunica con la faringe a través de dos aberturas llamadas narinas internas o coanas. Además, los conductos de los senos paranasales, que drenan moco, y los conductos naso lagrimales, que transportan las lágrimas, también desembocan en la cavidad nasal. Los senos paranasales son cavidades presentes en algunos huesos del cráneo y la cara, recubiertas por mucosa y que se conectan con la cavidad nasal. Los huesos que contienen senos paranasales son el frontal, el esfenoides, el etmoides y el maxilar. Además de producir moco, los senos paranasales actúan como cámaras de resonancia para el sonido durante el habla y el canto.

Faringe

La faringe, también conocida como garganta, es un conducto en forma de embudo con una longitud de aproximadamente 13 cm. Se extiende desde las narinas internas hasta el cartílago cricoides, que es el más bajo de la laringe. La faringe se encuentra detrás de las cavidades nasal y oral, por encima de la laringe y delante de la columna vertebral cervical. Está compuesta por músculos esqueléticos y está revestida por una mucosa. Los músculos esqueléticos relajados ayudan a mantener la permeabilidad de la faringe, mientras que su contracción ayuda en el proceso de deglución. La faringe cumple varias funciones, actúa como una vía para el paso del aire y los alimentos, sirve como una caja de resonancia para los sonidos del habla y alberga las amígdalas, que desempeñan un papel en las reacciones inmunológicas contra agentes extraños.

La faringe se puede dividir en tres regiones anatómicas: la nasofaringe, la bucofaríngea y la laringofaringe. Los músculos de la faringe están dispuestos en dos capas, una capa externa circular y una capa interna longitudinal.

La porción superior de la faringe, llamada nasofaringe, se encuentra detrás de la cavidad nasal y se extiende hasta el paladar blando, la porción intermedia de la faringe, la bucofaringe, se encuentra por detrás de la cavidad bucal y se extiende desde el paladar blando, en la parte inferior, hasta el nivel del hueso hioides, la laringofaringe, que es la parte inferior de la faringe, comienza en el hueso hioides. En su extremo inferior, se conecta con el esófago, que forma parte del sistema digestivo, y se comunica con la laringe en su región anterior.

Al igual que la bucofaringe, la laringofaringe sirve como un pasaje compartido para las vías respiratorias y el sistema digestivo. Está revestida por un tipo de tejido epitelial llamado epitelio pavimentoso estratificado no queratinizado.(9)

3.2.2. Vías respiratorias inferiores

Laringe

La laringe es un conducto corto que conecta la laringofaringe con la tráquea. Se encuentra en el centro del cuello, delante del esófago y entre las vértebras cervicales cuarta y sexta (C4-C6). La pared de la laringe está formada por nueve piezas de cartílago, tres impares (cartílago tiroides, epiglotis y cartílago cricoides) y tres pares (cartílagos aritenoides, cuneiformes y corniculados).

El **cartílago tiroides**, también conocido como nuez de Adán, consiste en dos láminas fusionadas de cartílago hialino que forman la pared anterior de la laringe y le dan forma triangular, este cartílago está presente tanto en hombres como en mujeres, pero tiende a ser más grande en los hombres debido a las hormonas sexuales masculinas durante la pubertad, la membrana que une el cartílago tiroides con el hueso hioides se llama membrana tirohioidea.

La **epiglotis** es un fragmento grande de cartílago elástico en forma de hoja, cubierto por epitelio. El tallo de la epiglotis se conecta con el borde anterior del cartílago tiroides y el hueso hioides. La parte superior de la epiglotis, llamada hoja, puede moverse hacia arriba y hacia abajo como una puerta trampa. Durante la deglución, la faringe y la laringe se elevan. La elevación de la faringe permite la entrada de alimentos o líquidos, mientras que la elevación de la laringe hace que la epiglotis descienda y cubra la glotis como una tapa. La **glotis** está formada por pliegues de mucosa llamados pliegues vocales o cuerdas vocales verdaderas, y el espacio entre ellos se llama rima glótica. El cierre de la laringe durante la deglución dirige los líquidos y alimentos hacia el esófago, evitando que entren en la laringe y las vías respiratorias. Si pequeñas partículas de polvo, humo, comida o líquidos ingresan a la laringe, se activa un reflejo de tos que generalmente expulsa el material.

Tráquea

La tráquea es un conducto tubular que transporta el aire y tiene una longitud aproximada de 12 cm (5 pulgadas) y un diámetro de 2,5 cm (1 pulgada). Se encuentra en la parte delantera del esófago y se extiende desde la laringe hasta la parte superior de la quinta vértebra torácica (T5), donde se divide en los bronquios principales derecho e izquierdo. La tráquea está formada por entre 16 y 20 anillos de cartílago hialino incompletos, dispuestos en forma de la letra C.

Estos anillos están apilados y se mantienen unidos por tejido conectivo denso. Pueden ser palpables a través de la piel, debajo de la laringe, la parte abierta de cada anillo cartilaginoso se orienta hacia atrás, en dirección al esófago.

Bronquios

En la parte superior de la quinta vértebra torácica, la tráquea se divide en un bronquio principal derecho, que se dirige hacia el pulmón derecho, y un bronquio principal izquierdo, que va hacia el pulmón izquierdo. El bronquio principal derecho es más vertical, más corto y más ancho que el izquierdo, lo que hace que sea más probable que un objeto aspirado se aloje en él. Al igual que la tráquea, los bronquios principales tienen anillos cartilaginosos incompletos y están revestidos por un epitelio cilíndrico pseudoestratificado ciliado.

En el punto donde la tráquea se divide en los bronquios principales derecho e izquierdo, hay una cresta interna llamada carina, que es una proyección posterior e inferior del último cartílago traqueal. La mucosa de la carina es muy sensible y puede desencadenar el reflejo de la tos. El ensanchamiento o distorsión de la carina puede indicar la presencia de un carcinoma en los ganglios linfáticos que rodean la bifurcación de la tráquea.

Una vez dentro de los pulmones, los bronquios principales se dividen en bronquios más pequeños llamados bronquios lobares, uno para cada lóbulo pulmonar (el pulmón derecho tiene tres lóbulos y el izquierdo tiene dos). Los bronquios lobares continúan ramificándose en bronquios aún más pequeños llamados bronquios segmentarios, que a su vez se dividen en bronquiolos. Los bronquiolos se ramifican varias veces y los más pequeños se dividen en bronquiolos terminales, que son conductos aún más pequeños.(9)

Pulmones

Los pulmones son los órganos responsables de la respiración, donde la sangre venosa se convierte en sangre arterial. Hay dos pulmones, uno derecho y otro izquierdo, separados por el mediastino, una región delimitada por los pulmones, las pleuras, el esternón y la columna vertebral.

Los pulmones tienen una capacidad variable, que depende principalmente de la capacidad del tórax y del estado de inspiración o espiración. En promedio, el peso de los dos pulmones en un adulto es de 1.300 g, siendo el pulmón derecho más voluminoso que el izquierdo. En las mujeres, los pulmones son más ligeros, con aproximadamente 550 g para el derecho y 450 g para el izquierdo.

La capacidad de los pulmones se mide por la cantidad de aire que pueden contener. Después de una inspiración forzada, la capacidad es de

aproximadamente 5.000 cm³, mientras que después de una inspiración normal es de alrededor de 3.500 cm³. Esta capacidad incluye el aire de la respiración, el aire de reserva respiratoria que se puede expulsar después de una espiración normal y el aire residual que queda en los pulmones después de una espiración forzada. El volumen de aire de la respiración es de 500 cm³, mientras que el aire de reserva respiratoria y el aire residual tienen cantidades aproximadamente iguales, alrededor de 1.500 cm³.

En cuanto a la estructura de los pulmones, el pulmón derecho está dividido en tres lóbulos por dos fisuras interlobulares: una fisura oblicua y una fisura horizontal. Por otro lado, el pulmón izquierdo tiene dos lóbulos, superior e inferior, divididos por una fisura interlobular que cruza su cara costal de arriba abajo y de atrás adelante.

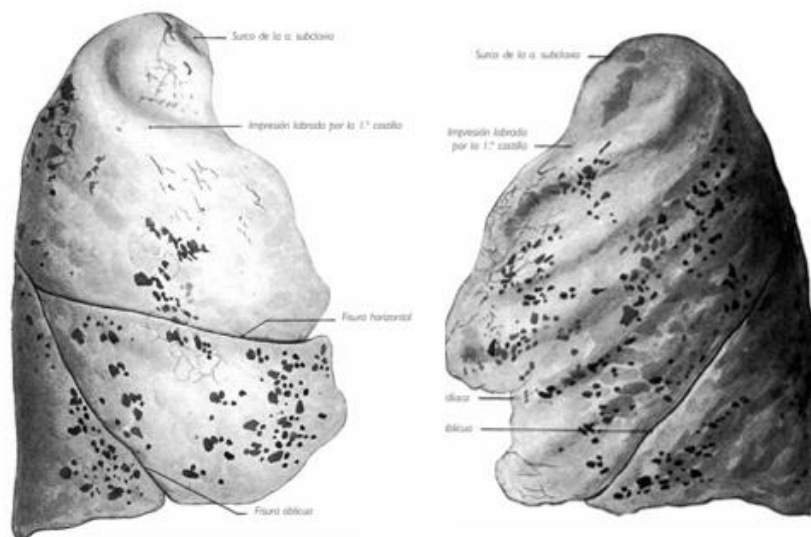


Figura 37. Pulmón derecho e izquierdo cara anterior. (6)

3.2.3. Mecánica respiratoria

Los pulmones se encuentran dentro de la cavidad torácica, que está delimitada por las costillas, la columna vertebral torácica en la parte posterior y el esternón en la parte frontal. La parte superior de la cavidad está cerrada por músculos y tejido conectivo, mientras que la parte inferior está separada por el diafragma. En la línea media, se encuentran el corazón, los grandes vasos y el esófago, que mantienen separados los dos pulmones mediante membranas.

El proceso de respiración pulmonar se lleva a cabo de manera secuencial y cíclica, con la entrada de aire o inspiración y la salida de aire o espiración. En cada ciclo respiratorio normal o basal, se pueden distinguir dos fases debido a la expansión y retracción de la caja torácica mediante la contracción muscular. El movimiento de la pared torácica arrastra los pulmones, lo que resulta en un

cambio en el volumen pulmonar al aumentar o disminuir el volumen de la cavidad torácica.

En un ciclo respiratorio basal, que ocurre en reposo o durante la respiración normal, hay dos fases:

- a) **Inspiración:** Es una fase activa en la que se inhala aire desde el ambiente externo hacia el interior de los pulmones.
- b) **Espiración:** Es una fase pasiva, sin actividad muscular, en la que el aire sale de los pulmones hacia el ambiente externo.

La frecuencia respiratoria normal es de 12 a 16 ciclos por minuto. Si tomamos un valor promedio de 15 ciclos por minuto, cada ciclo tendría una duración de aproximadamente 4 segundos. Sin embargo, este tiempo no se distribuye de manera equitativa entre las dos fases, ya que la espiración en un ciclo de reposo dura más tiempo que la inspiración.

La musculatura respiratoria es responsable de modificar las dimensiones de la caja torácica. En la respiración basal o en reposo, participan los siguientes músculos:

- a) **Inspiración:** El principal músculo es el diafragma, cuya contracción representa aproximadamente el 75-80% del movimiento inspiratorio. Al contraerse, el diafragma provoca una disminución del suelo de la caja torácica, lo que aumenta su longitud y volumen. Los músculos intercostales externos, ubicados entre las costillas en diagonal, elevan la parrilla costal al contraerse, lo que incrementa el volumen de la caja torácica en sentido anteroposterior y transversal. Aunque se les atribuía un papel importante en la inspiración basal, se ha observado que su función es más de soporte de la pared costal y participación en respiraciones forzadas.
- b) **Espiración:** En condiciones de reposo, la espiración es un proceso pasivo que se lleva a cabo únicamente mediante la relajación de la musculatura inspiratoria y la recuperación elástica de los pulmones que previamente se habían distendido durante la inspiración. Solo en recién nacidos, los músculos abdominales participan en la espiración basal.

En la respiración forzada, intervienen otros grupos de músculos conocidos como músculos accesorios de la respiración:

a) **Músculos accesorios de la inspiración:**

- Escalenos.
- Esternocleidomastoideo.
- Músculos extensores de la columna vertebral.

- Músculos pectorales.
- Músculos serratos mayores.

b) Músculos accesorios de la espiración:

- Músculos de la pared abdominal.
- Músculos intercostales internos.

Movimientos respiratorios

Los movimientos respiratorios son diferentes al sistema circulatorio, ya que en la respiración la entrada y salida de aire se logra mediante una bomba ubicada fuera del sistema. El aire se desplaza por gradiente de presión. Si la presión externa es mayor que la interna en los pulmones, se produce la inhalación; si la presión externa es menor que la interna, se produce la exhalación. En condiciones normales, la presión externa o ambiental se mantiene constante alrededor de 760 mm Hg, que se considera como el nivel de referencia o presión cero. Esto significa que, para que ocurra el flujo de aire, se debe modificar la presión interna, disminuyéndola o aumentándola para lograr el movimiento del aire en ambas direcciones. Si consideramos el nivel de referencia como cero, la creación de una presión negativa resultará en la entrada de aire mediante un mecanismo de succión. Por otro lado, la creación de una presión positiva provocará la salida del aire durante la exhalación.

Existen cuatro presiones en el sistema respiratorio que deben tenerse en cuenta al analizar los movimientos respiratorios:

1. **Presión bucal o atmosférica:** Es la presión del aire en la atmósfera.
2. **Presión alveolar o intrapulmonar:** Es la presión del aire contenido en los alvéolos.
3. **Presión pleural o intrapleural:** Es la presión medida entre las dos capas de la pleura. Debido a las propiedades elásticas del pulmón y el tórax, que se estiran en direcciones opuestas, se genera una presión intrapleural negativa.
4. **Presión transpulmonar:** Es una de las presiones transmuralas que se pueden medir en el sistema respiratorio. Se refiere a la diferencia entre la presión alveolar y la presión pleural.

Estas presiones se modifican a lo largo del ciclo respiratorio.(13)

3.2.4. Intercambio de gases

El pulmón desempeña la función principal de intercambio gaseoso, asegurando un suministro adecuado de oxígeno a los tejidos y eliminando correctamente el dióxido de carbono producido por el metabolismo del cuerpo. Para que este intercambio gaseoso sea efectivo, se requiere una

compleja interacción de varios mecanismos, incluyendo la ventilación alveolar, la perfusión pulmonar y la difusión alvéolo-capilar. El deterioro de uno o más de estos mecanismos puede causar alteraciones en el intercambio gaseoso, lo que resulta en una disminución de la oxigenación o un aumento del dióxido de carbono en la sangre arterial. Hay factores tanto dentro como fuera del pulmón que influyen en la aparición de hipoxemia e hipercapnia, pero el desequilibrio entre la ventilación y la perfusión es el más relevante y también el más complejo. La comprensión adecuada de los mecanismos que afectan el intercambio de gases es fundamental para que el médico pueda diferenciar las diversas causas de la alteración de la oxigenación y, en última instancia, optimizar el manejo terapéutico en diferentes situaciones clínicas.

La ventilación y el intercambio de gases en los pulmones están regulados por fuerzas físicas, por lo tanto, es necesario revisar algunos conceptos generales antes de interpretar las alteraciones clínicas en el intercambio gaseoso.

La atmósfera se extiende hasta una altura de 42 kilómetros desde la superficie de la Tierra hasta la estratosfera y está compuesta por una mezcla de moléculas de gases conocida como aire ambiente. A nivel del mar, esta altura ejerce una presión sobre la Tierra de 760 mmHg, lo que se conoce como presión atmosférica o barométrica (PB).

El principal objetivo del pulmón es permitir el paso de oxígeno desde el aire atmosférico hacia la sangre y la salida de dióxido de carbono. Este intercambio de gases ocurre en aproximadamente 300 millones de sacos alveolares, agrupados en 50,000 acinos. Cada acino está conectado a un bronquiolo terminal (después de 16 generaciones desde la tráquea). El acino, con un volumen de aproximadamente 0.1 ml, es la unidad funcional del intercambio gaseoso y contiene entre 8,000 y 9,000 alvéolos.(14)

1. **Ventilación:** Es el proceso de inhalación y exhalación de aire. Durante la inhalación, el diafragma y los músculos intercostales se contraen, expandiendo la cavidad torácica y permitiendo que el aire entre en los pulmones. Durante la exhalación, estos músculos se relajan y el aire es expulsado de los pulmones.
2. **Difusión alvéolo-capilar:** Es el proceso mediante el cual los gases se mueven a través de las membranas delgadas de los alvéolos pulmonares y los capilares sanguíneos. El oxígeno se difunde desde los alvéolos hacia los capilares, donde se une a la hemoglobina en los glóbulos rojos. Al mismo tiempo, el dióxido de carbono se difunde desde los capilares hacia los alvéolos para ser exhalado.
3. **Perfusión pulmonar:** Es el flujo sanguíneo a través de los capilares pulmonares. La perfusión adecuada es crucial para asegurar un

intercambio de gases eficiente. El flujo sanguíneo se ajusta según las necesidades del cuerpo y se redistribuye en respuesta a factores como el ejercicio o la altitud.

3.2.5. Regulación de la respiración

La regulación de las funciones homeostáticas y conductuales del sistema respiratorio es controlada por el sistema nervioso central (SNC), donde se origina el ritmo respiratorio básico. Se ha observado que este ritmo se mantiene incluso después de la eliminación del cerebro por encima del tronco encefálico, pero cesa cuando se secciona el tronco del encéfalo en la unión del bulbo raquídeo con la médula espinal.

Estos estudios han demostrado que el proceso automático normal de la respiración se origina en impulsos que provienen del tronco encefálico. Sin embargo, la experiencia ha demostrado que la respiración automática puede ser superada por órdenes voluntarias del córtex cerebral. Aunque todavía no se ha logrado una localización precisa de los centros respiratorios en el bulbo y la protuberancia, ya que no son núcleos separados, sino grupos de neuronas poco individualizadas.

Por lo tanto, la creencia inicial de que las funciones respiratorias estaban localizadas en estructuras específicas (los centros respiratorios) ha cambiado. En la actualidad, se utiliza el término "generador central del ritmo" o "generador central del patrón respiratorio" (CPG), que está formado por redes neuronales organizadas como un oscilador acoplador. Estas redes son capaces de generar un patrón de descargas que se mantiene activo de forma espontánea durante toda la vida y subyace en el ciclo periódico de inspiración y espiración.(15)

La regulación de la respiración es un proceso vital que asegura un suministro adecuado de oxígeno a los tejidos y una eliminación eficiente del dióxido de carbono. Este proceso está controlado por el sistema respiratorio, que incluye áreas específicas en el cerebro, nervios y músculos respiratorios.

El centro respiratorio, ubicado en el tronco encefálico, es responsable de regular la frecuencia y la profundidad de la respiración. Está compuesto por dos áreas principales: el centro respiratorio dorsal y el centro respiratorio ventral. El centro respiratorio dorsal principalmente controla la inspiración, mientras que el centro respiratorio ventral regula tanto la inspiración como la espiración.

La regulación de la respiración se basa en la detección de los niveles de oxígeno, dióxido de carbono y pH en la sangre y en los tejidos. Los quimiorreceptores, que se encuentran en el cuerpo carotídeo y en el bulbo

carotídeo, son sensibles a los cambios en estos niveles y envían señales al centro respiratorio para ajustar la frecuencia y la profundidad de la respiración.

Además de los quimiorreceptores, existen otros factores que pueden influir en la regulación de la respiración, como la actividad física, el estrés, la temperatura corporal y las enfermedades respiratorias. Por ejemplo, durante el ejercicio, la demanda de oxígeno aumenta y el cuerpo responde aumentando la frecuencia y la profundidad de la respiración para satisfacer esa demanda.

La regulación de la respiración es un proceso complejo que involucra la interacción de diferentes áreas del cerebro, nervios y músculos respiratorios. Se basa en la detección de los niveles de oxígeno, dióxido de carbono y pH en la sangre y en los tejidos, y se ajusta según las necesidades del cuerpo. Es esencial para mantener un equilibrio adecuado de gases en el organismo y garantizar un funcionamiento óptimo de los tejidos y órganos.

3.3. Sistema digestivo

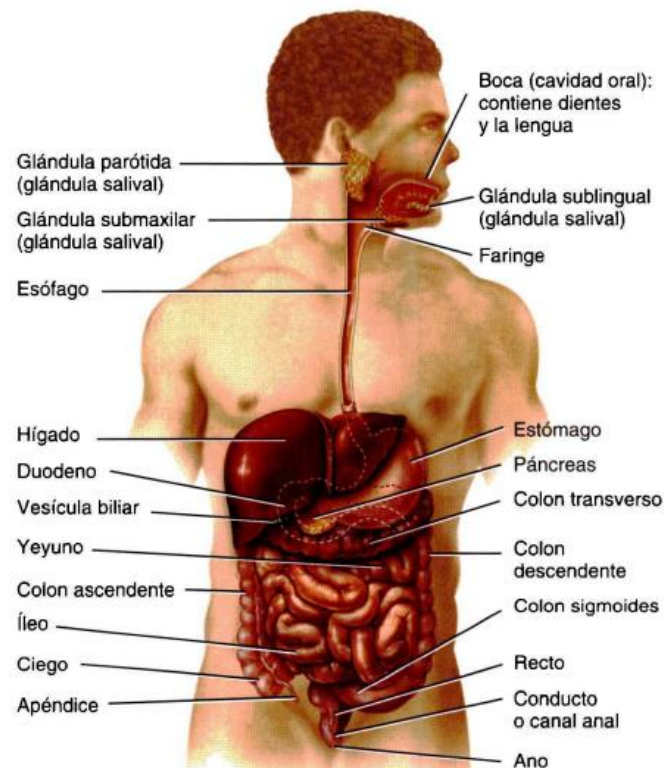


Figura 38. Anatomía del sistema digestivo.(9)

El sistema digestivo se compone de órganos cuya función principal es la digestión y absorción de nutrientes. Para lograr esto, se llevan a cabo una serie de procesos a lo largo de las diferentes partes que lo conforman. Es importante distinguir entre el tubo digestivo en sí y las glándulas anexas.

Tubo digestivo está compuesto por la boca, faringe, esófago, estómago, intestino delgado e intestino grueso o colon. Cada una de estas partes desempeña diferentes funciones para permitir la digestión y absorción de los alimentos ingeridos.

Boca es la cavidad ubicada en la parte central e inferior de la cara por donde ingresan los alimentos. Aquí se encuentran la lengua y los dientes. Las glándulas salivales vierten su contenido en la boca, donde se lleva a cabo la masticación y salivación de los alimentos. La saliva contiene enzimas digestivas, como la amilasa salival, que inician la digestión de los alimentos formando el bolo alimenticio. Luego de estos procesos, el bolo alimenticio es deglutido, es decir, pasa de la boca y faringe al esófago.

Esófago: El esófago es un conducto muscular de 18 a 26 centímetros de longitud que recoge el bolo alimenticio una vez que se ha completado la fase bucofaríngea de la deglución. Mediante contracciones de la pared del esófago, el bolo alimenticio continúa su camino hacia el estómago. Por lo tanto, el esófago solo participa en el movimiento ordenado del alimento a lo largo del sistema digestivo.

Estómago: El estómago es una dilatación en forma de J del tubo digestivo que se conecta al esófago a través del cardias y al duodeno a través del píloro. Tanto el cardias como el píloro funcionan como válvulas que regulan el paso del alimento. El estómago principalmente actúa como un reservorio para almacenar grandes cantidades de comida recién ingerida, lo que permite ingestiones intermitentes.

El paso del contenido gástrico al duodeno, que tiene una capacidad volumétrica mucho menor, se produce de manera 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, que son 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, el contenido del estómago se vacía hacia el duodeno. Una vez mezclado con los jugos gástricos, el bolo alimenticio pasa a llamarse quimo.

Intestino delgado: El intestino delgado es un conducto de 6 a 8 metros de longitud que se compone de tres partes: el duodeno, que se encuentra separado del estómago por el píloro y recibe la bilis del hígado y el jugo pancreático del páncreas, seguido del yeyuno y el íleon en la parte final.

El íleon se conecta con el intestino grueso o colon a través de la válvula ileocecal. En el intestino delgado, continúa la digestión de los alimentos hasta

que se convierten en componentes elementales adecuados para la absorción. Aquí, desempeñan un papel fundamental la bilis, el jugo pancreático (que contiene enzimas como la amilasa, lipasa y tripsina) y el propio jugo intestinal secretado por las células intestinales.

Una vez mezclado con estas secreciones, el quimo se convierte en quilo. Las paredes del intestino delgado también tienen la capacidad de contraerse, lo que permite la mezcla de su contenido y su movimiento hacia adelante. Una vez que los alimentos se han descompuesto en sus componentes elementales, se absorben.

En el intestino delgado se absorben los nutrientes, así como la sal y el agua. La absorción es un proceso muy eficiente, ya que menos del 5% de las grasas, carbohidratos y proteínas ingeridas se excretan en las heces de los adultos que siguen una dieta normal.

La digestión de las grasas de la dieta se produce mediante la acción de las lipasas, lo que resulta en la formación de triglicéridos y fosfolípidos. Estos compuestos se absorben en el yeyuno con la ayuda de las sales biliares presentes en la bilis. Los carbohidratos, como almidones y azúcares, son digeridos por las amilasas salivales y pancreáticas, así como por las disacaridasas, para formar monosacáridos que se absorben en el yeyuno e íleon. Por último, las proteínas se descomponen mediante las pepsinas y proteasas (como la tripsina) en péptidos y aminoácidos, que también se absorben en el yeyuno e íleon.

El colon es una estructura tubular que mide aproximadamente 1,5 metros en los adultos. Está unido al intestino delgado a través de la válvula ileocecal y termina en el ano. El colon presenta una forma peculiar debido a las bandas longitudinales y contracciones circulares que forman protuberancias llamadas haustras.

El colon se divide en varias porciones: el ciego, que es la primera porción y es más ancha que el resto, y donde se encuentra el apéndice; el colon ascendente, que se extiende desde el ciego hasta el ángulo hepático; en este punto, el colon cambia de dirección y se llama colon transversal. En el área del bazo, el colon vuelve a cambiar de dirección y se denomina colon descendente. A nivel de la pelvis, se llama colon sigmoideo debido a su forma de "S". Esta porción del colon es más móvil y tortuosa, y corresponde a la sección más estrecha del colon. Por último, llegamos al recto, que termina en el conducto anal, donde se produce la expulsión de las heces al exterior.

La función principal del colon es almacenar los desechos durante períodos prolongados y mezclar su contenido para facilitar la absorción de agua, sal y

ácidos grasos de cadena corta. En promedio, llegan al colon entre 1200 y 1500 ml de flujo ileal cada día, y entre 200 y 400 ml se excretan como materia fecal.

Los movimientos de contracción del colon, conocidos como motilidad colónica, presentan patrones distintos dependiendo de las funciones fisiológicas. Estos movimientos regulan la capacidad de absorción de líquidos. Por ejemplo, el colon puede aumentar la absorción de líquidos hasta 5 veces cuando es necesario, pero la disminuye si hay un aumento en la motilidad colónica o si se acorta el tiempo de tránsito colónico.

En el colon, se encuentra de forma habitual una flora bacteriana intestinal compuesta por billones de bacterias de cientos de especies diferentes. Algunas de las bacterias más comunes incluyen bacteroides, porphyromonas, bifidobacterias, lactobacilos, escherichia coli y otros coliformes, enterococos y clostridios. Estas bacterias intestinales desempeñan un papel crucial en la fisiología del colon, participando en la digestión de nutrientes y en el desarrollo normal del sistema inmunológico gastrointestinal.(16)

3.3.1. Procesos básicos

El sistema gastrointestinal alberga los alimentos desde que se ingieren hasta que se digieren y se absorben o eliminan. Las contracciones musculares de la pared del tracto gastrointestinal descomponen físicamente los alimentos al procesarlos y propulsarlos a lo largo del tubo, desde el esófago hasta el ano. Las enzimas secretadas por los órganos digestivos accesorios y las células que recubren el estómago y los intestinos participan en la descomposición química de los alimentos.

1. **Ingestión:** Este proceso implica tomar alimentos sólidos y líquidos a través de la boca (comer).
2. **Secreción:** Las células del tracto gastrointestinal y los órganos digestivos accesorios secretan alrededor de 7 litros de agua, ácido, buffers y enzimas hacia el interior del tubo digestivo.
3. **Mezcla y propulsión:** A través de las contracciones y relajaciones del músculo liso en las paredes del tracto gastrointestinal, los alimentos y las secreciones se mezclan y son propulsados hacia el ano. La capacidad de mezclar y transportar las sustancias a lo largo del tracto se llama motilidad.
4. **Digestión:** Mediante procesos mecánicos y químicos, los alimentos ingeridos se convierten en moléculas más pequeñas. La digestión mecánica ocurre cuando los dientes cortan y trituran los alimentos antes de la deglución, y luego el músculo liso del estómago e intestino delgado los mezcla. Esto permite que las moléculas se disuelvan y se mezclen completamente con las enzimas digestivas. En la digestión

química, grandes moléculas de carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos se descomponen en moléculas más pequeñas mediante hidrólisis. Las enzimas digestivas producidas por las glándulas salivales, la lengua, el estómago, el páncreas y el intestino delgado catalizan estas reacciones. Algunas sustancias, como vitaminas, iones, colesterol y agua, pueden ser absorbidas sin necesidad de digestión química.

5. **Absorción:** El ingreso de los líquidos secretados, los iones y los productos de la digestión en las células epiteliales que revisten la luz del tracto gastrointestinal se conoce como absorción. Estas sustancias absorbidas pasan a la circulación sanguínea o linfática y se distribuyen a las células de todo el cuerpo.

3.3.2. Capas del tracto gastrointestinal, particularidades en las diferentes estructuras

La pared del tracto gastrointestinal, desde el esófago inferior hasta el conducto anal, tiene una estructura básica consistente en cuatro capas de tejido.

Estas capas, de la más profunda a la más superficial, son la mucosa, la submucosa, la capa muscular y la serosa.

Mucosa

La mucosa, que es el revestimiento interno del tracto gastrointestinal, está compuesta por tres capas principales. La primera capa es un epitelio que está en contacto directo con el contenido luminal. La segunda capa es una capa de tejido conectivo llamada lámina propia. Y la tercera capa es una fina capa de músculo liso llamada muscularis mucosae.

- En cuanto al tipo de **epitelio** presente en diferentes partes del tracto gastrointestinal, la boca, faringe, esófago y conducto anal están revestidos principalmente por epitelio pavimentoso estratificado no queratinizado, que tiene funciones protectoras. Por otro lado, el estómago y el intestino están revestidos por un epitelio cilíndrico simple, que tiene funciones de secreción y absorción. Las células del epitelio simple están estrechamente unidas entre sí gracias a uniones estrechas, lo que limita las filtraciones intercelulares. Las células exocrinas presentes entre las células epiteliales secretan mucus y líquidos hacia la luz del tubo, mientras que las células endocrinas, conocidas como células enteroendocrinas, secretan hormonas.
- La **lámina propia** es un tejido conectivo areolar que se encuentra en la mucosa y contiene muchos capilares sanguíneos y vasos linfáticos.

Estos vasos permiten que los nutrientes absorbidos en el tracto gastrointestinal lleguen a otros tejidos del cuerpo.

- En la mucosa del estómago y del intestino delgado, hay una capa delgada de **fibras musculares** lisas llamada muscularis mucosae. Esta capa forma numerosos pliegues pequeños que aumentan la superficie de digestión y absorción. Los movimientos de esta capa garantizan que todas las células responsables de la absorción estén completamente expuestas a los contenidos del tracto gastrointestinal.

Submucosa

La submucosa es una capa de tejido conectivo areolar que conecta la mucosa con la capa muscular. Esta capa contiene una abundante cantidad de capilares sanguíneos y linfáticos que reciben las moléculas de alimento absorbidas. Además, en la submucosa se encuentra una red neuronal extensa llamada plexo submucoso. También se encuentran glándulas y tejido linfático en la submucosa.

Muscular

La capa muscular de la boca, faringe y esófago superior y medio está compuesta por músculo esquelético, que permite la deglución voluntaria. Este tipo de músculo también forma el esfínter anal externo, que permite el control voluntario de la defecación. En el resto del tubo gastrointestinal, la capa muscular está formada principalmente por músculo liso que se dispone en dos capas: una capa interna de fibras circulares y una capa externa de fibras longitudinales. La contracción involuntaria del músculo liso ayuda a descomponer los alimentos, mezclarlos con las secreciones digestivas y propulsarlos a lo largo del tubo. Entre estas capas musculares se encuentra un segundo plexo neuronal llamado plexo mientérico.

Serosa

Las partes del tracto gastrointestinal que están suspendidas en la cavidad abdominal están cubiertas por una capa superficial llamada serosa. La serosa es una membrana compuesta por tejido conectivo areolar y epitelio pavimentoso simple (mesotelio). También se conoce como peritoneo visceral, ya que forma parte de una porción del peritoneo. Sin embargo, el esófago no tiene serosa; en su lugar, está cubierto por una capa simple de tejido conectivo areolar llamada adventicia.(9)

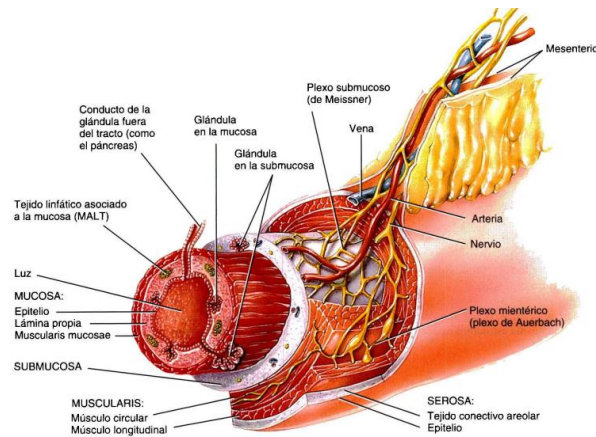


Figura 39. Capas del tracto gastrointestinal.(9)

3.3.3. Glándulas anexas: Glándulas salivales, Hígado y Páncreas

1. Glándulas salivales: Son las glándulas que producen la saliva, como las glándulas parótidas, submandibulares y sublinguales. La saliva contiene enzimas como la amilasa salival, que comienza el proceso de descomposición de los carbohidratos.

2. Glándulas gástricas: Localizadas en el estómago, estas glándulas secretan ácido clorhídrico y enzimas como la pepsina, que ayudan a descomponer las proteínas.

3. Glándulas pancreáticas: El páncreas es una glándula importante que produce enzimas digestivas, como la tripsina, la amilasa pancreática y la lipasa pancreática, que ayudan a descomponer los carbohidratos, proteínas y grasas, respectivamente.

4. Hígado: Aunque no es una glándula digestiva en sí misma, el hígado produce la bilis, que es almacenada y liberada por la vesícula biliar. La bilis ayuda a descomponer las grasas en el intestino delgado.

5. Glándulas intestinales: El intestino delgado tiene glándulas llamadas criptas de Lieberkühn, que secretan enzimas digestivas y mucosidad para facilitar la digestión y la absorción de nutrientes.(6,16)

3.3.4. Fisiología de la digestión

La fisiología de la digestión es el proceso mediante el cual los alimentos se descomponen y se absorben los nutrientes en el cuerpo

- 1. Masticación:** El proceso de masticación comienza en la boca, donde los alimentos se descomponen mecánicamente mediante el uso de los dientes y la acción de la lengua. La saliva también se secreta para

humedecer y lubricar los alimentos, y contiene enzimas como la amilasa salival, que comienza a descomponer los carbohidratos.

2. **Deglución:** Una vez que los alimentos se han masticado adecuadamente, se forma un bolo alimenticio que se traga y se mueve hacia la faringe y el esófago. La deglución puede ser voluntaria (fase voluntaria) y luego se vuelve involuntaria (fase involuntaria) a medida que el bolo alimenticio se mueve hacia el estómago.
3. **Digestión gástrica:** En el estómago, el bolo alimenticio se mezcla con el ácido clorhídrico y las enzimas digestivas, como la pepsina, que descomponen las proteínas en péptidos más pequeños. El estómago también secreta moco para proteger su revestimiento del ácido gástrico.
4. **Digestión intestinal:** El bolo alimenticio pasa del estómago al intestino delgado, donde ocurre la mayor parte de la digestión y absorción de nutrientes. Aquí, las enzimas pancreáticas descomponen los carbohidratos en azúcares más simples, las proteínas en aminoácidos y las grasas en ácidos grasos y glicerol. Además, la bilis producida por el hígado y almacenada en la vesícula biliar se libera para ayudar a descomponer las grasas y facilitar su absorción.
5. **Absorción:** Los nutrientes digeridos, como los aminoácidos, los azúcares y los ácidos grasos, se absorben a través de las células del revestimiento del intestino delgado y pasan al torrente sanguíneo para ser transportados a las células del cuerpo y utilizados como energía o para otros procesos metabólicos.
6. **Digestión final y absorción:** En el intestino grueso, el agua y los electrolitos se absorben, y los residuos no digeridos (como la fibra) se convierten en heces para su eliminación.

La fisiología de la digestión implica una serie de procesos mecánicos y químicos que descomponen los alimentos en nutrientes más pequeños y los absorben en el cuerpo para su utilización.

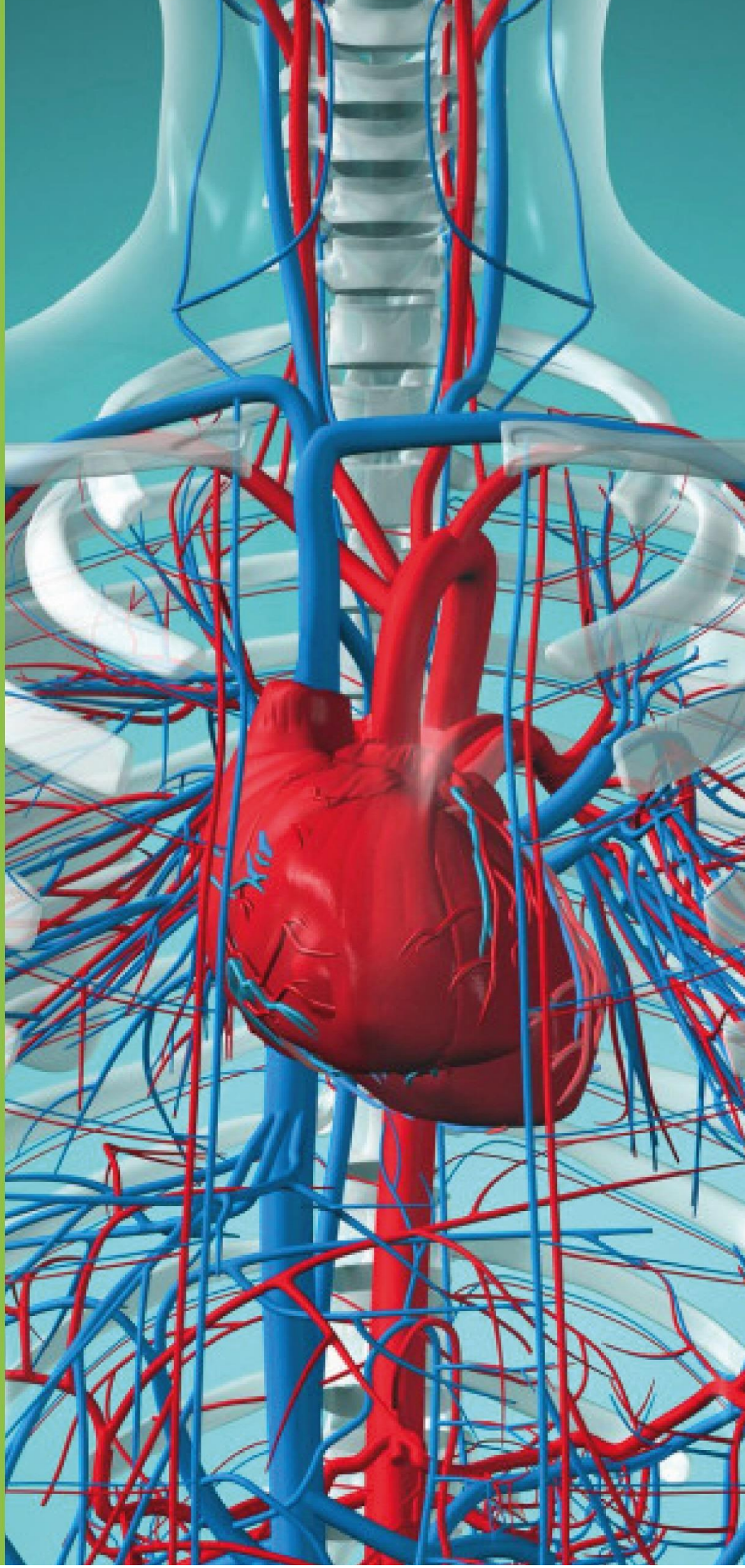
- **Digestión mecánica:** La digestión mecánica es el proceso físico de descomponer los alimentos en trozos más pequeños mediante la acción de la masticación y la contracción muscular.
- **Digestión química:** La digestión química es el proceso mediante el cual las enzimas y los ácidos descomponen los alimentos en moléculas más pequeñas para su absorción.(6,17)

ACTIVIDADES RECOMENDADAS

Realice un esquema gráfico del intercambio gaseoso que ocurre a nivel pulmonar y del proceso digestivo.

UNIDAD 4

SISTEMA LINFÁTICO - SISTEMA CARDIOVASCULAR
- SISTEMA ENDOCRINO



4. Sistema Linfático - Sistema Cardiovascular – Sistema Endocrino

Introducción

El cuerpo humano es una red compleja de sistemas y órganos interconectados que trabajan juntos para mantener el funcionamiento adecuado. Tres de estos sistemas esenciales son el sistema linfático, el sistema cardiovascular y el sistema endocrino.

El sistema linfático tiene un papel fundamental en la protección del cuerpo contra infecciones y enfermedades. Está compuesto por una red de vasos linfáticos, ganglios linfáticos, bazo, amígdalas y médula ósea. Además de su función inmunológica, el sistema linfático también desempeña un papel importante en la absorción y transporte de grasas, así como en la eliminación de desechos y toxinas del cuerpo.

El sistema cardiovascular, por su parte, está formado por el corazón, los vasos sanguíneos y la sangre. Su principal función es transportar oxígeno, nutrientes y hormonas por todo el cuerpo, al tiempo que elimina los productos de desecho y el dióxido de carbono. El corazón actúa como una bomba que impulsa la sangre a través de los vasos sanguíneos, y la sangre suministra los elementos esenciales necesarios para el funcionamiento de los órganos y tejidos.

Finalmente, el sistema endocrino está compuesto por varias glándulas endocrinas, como la pituitaria, la tiroides, las suprarrenales y el páncreas. Estas glándulas producen y liberan hormonas, que son mensajeros químicos que regulan el crecimiento, el metabolismo, la reproducción, el estado de ánimo y muchas otras funciones en el cuerpo. El sistema endocrino trabaja en conjunto con otros sistemas para mantener un equilibrio interno adecuado, conocido como homeostasis.

El sistema linfático, el sistema cardiovascular y el sistema endocrino son esenciales para el funcionamiento y la salud del cuerpo humano. Cada uno de estos sistemas desempeña un papel crucial en la protección del cuerpo, el transporte de nutrientes y la regulación de las funciones corporales, lo que garantiza el bienestar general y el equilibrio interno.

Objetivo

Establecer un plan de examinación de los principales sistemas corporales para analizar funcionamiento adecuado de los órganos, con ética y empatía.

4.1. Sistema Linfático

El sistema linfático está compuesto de vasos y órganos especializados cuya función es permitir el retorno de la linfa desde los tejidos hacia el torrente sanguíneo.

El sistema linfático es considerado parte de los sistemas circulatorio e inmune. Las funciones del sistema linfático complementan a las del torrente sanguíneo, ya que regula el balance de fluidos en el cuerpo y filtra los patógenos para evitar que ingresen a la sangre, comienza con las redes capilares que recolectan el exceso de líquidos desde los tejidos, la linfa viaja desde los tejidos a través de los vasos linfáticos más grandes hasta llegar a su punto de destino: el torrente sanguíneo. En el camino, atraviesa órganos linfoides ocupados por células inmunitarias que controlan si hay algún patógeno en la linfa entrante.

Linfa

La linfa es un líquido transparente y de color amarillo claro que se encuentra en la mayoría de los tejidos del cuerpo. Se forma a través de la filtración del plasma, que llega a los tejidos a través de los poros de las paredes capilares para suministrarles nutrientes. Después de nutrir a las células, la mayor parte del líquido se reabsorbe en los vasos sanguíneos, mientras que alrededor del 10% del líquido permanece en los tejidos como líquido intersticial. Cuando el líquido intersticial es recogido por los capilares linfáticos, se convierte en linfa.

Al igual que el plasma sanguíneo, la linfa está compuesta principalmente por agua. También contiene proteínas, lípidos, glucosa, iones y células, aunque su composición puede variar según el lugar de producción. Por ejemplo, la linfa producida en el sistema gastrointestinal es rica en grasas. En condiciones normales, el cuerpo de una persona sana produce alrededor de 2 litros de linfa al día, aunque esta cantidad puede variar en casos de enfermedad.

Capilares linfáticos

Los capilares linfáticos son los vasos más pequeños del sistema linfático. Su función principal es recoger el líquido intersticial de los tejidos y formar redes llamadas plexos linfáticos. Estos plexos se unen para formar vasos linfáticos más grandes que transportan la linfa desde los tejidos hasta el torrente sanguíneo.

Hay capilares linfáticos especiales conocidos como vasos linfáticos intestinales o lacteales, que se encuentran en el intestino delgado y se encargan de absorber nutrientes.

Vasos linfáticos

Los vasos linfáticos, también conocidos como linfáticos, se dividen en dos grupos principales: los vasos linfáticos superficiales y los vasos linfáticos profundos. Los vasos linfáticos superficiales se encuentran en la capa subcutánea de la piel y recogen la linfa de las estructuras superficiales del cuerpo. Suelen seguir el drenaje del sistema venoso y finalmente se unen a los vasos linfáticos profundos. Los vasos linfáticos profundos transportan la linfa desde los órganos internos y, a diferencia de los superficiales, se encuentran junto a las arterias. Las arterias ejercen presión sobre las paredes de los vasos linfáticos profundos, ayudando al flujo de la linfa.

A lo largo de su trayecto, los vasos linfáticos superficiales y profundos pasan a través de los ganglios linfáticos, que actúan como filtros para asegurarse de que la linfa no contenga patógenos potenciales. Los vasos linfáticos que llevan la linfa hacia los ganglios se llaman vasos aferentes, mientras que los que la alejan de los ganglios se llaman vasos eferentes.

Los vasos eferentes se unen para formar los troncos linfáticos, que reciben nombres según la región del cuerpo de la cual drenan la linfa. Hay cuatro troncos pares: lumbar, broncomediastínico, subclavio y yugular; y un tronco impar, el tronco linfático intestinal, que drena la linfa de la mayoría de los órganos del tracto gastrointestinal. Este tronco se abre en la cisterna del quilo (cisterna de Pecquet), una dilatación cerca del nivel de la segunda vértebra lumbar, que marca el comienzo del conducto torácico.

Los troncos linfáticos se unen para formar los dos conductos linfáticos principales: el conducto linfático derecho y el conducto torácico. El conducto linfático derecho recibe linfa de la extremidad superior derecha y del lado derecho de la cabeza, cuello y tórax. El conducto torácico es un vaso más grande que recibe linfa del resto del cuerpo.

Los conductos linfáticos drenan la linfa hacia las venas subclavias derecha e izquierda, que a su vez se unen a la vena cava superior.

Ganglios linfáticos

Los ganglios linfáticos, también conocidos como nódulos linfáticos o linfonodos, son órganos secundarios del sistema linfático que se encuentran distribuidos por todo el cuerpo, agrupados según las regiones corporales en las que se localizan (por ejemplo, ganglios linfáticos axilares, pélvicos, mediastínicos). Un adulto promedio tiene alrededor de 450 ganglios linfáticos, la mayoría de los cuales se encuentran en el abdomen.

En el interior de los ganglios linfáticos se encuentran linfocitos y otras células del sistema inmunitario, como macrófagos, células plasmáticas y células

dendríticas. Estas células permiten que los ganglios linfáticos actúen como sitios de filtración para la linfa antes de que llegue al sistema venoso. Si se detecta alguna partícula extraña en la linfa, como un microorganismo, se desencadena una respuesta inmunitaria para evitar que esa partícula dañina se propague por todo el cuerpo.

Linfocitos

Los linfocitos son células inmunitarias clave en el organismo. Se originan a partir de células madre en los órganos linfáticos primarios y desempeñan un papel fundamental en la inmunidad adquirida. Después de madurar, los linfocitos se distribuyen principalmente en los órganos linfáticos secundarios.

Según su histología y funciones, los linfocitos se dividen en tres grupos principales: linfocitos B, linfocitos T y linfocitos NK (asesinos naturales o natural killers). Su función principal es generar una respuesta inmunitaria específica contra sustancias extrañas (antígenos). Los linfocitos B destruyen los antígenos de manera indirecta al producir anticuerpos específicos que se unen a los antígenos y los marcan para su eliminación.(9)

4.1.1. Funciones del Sistema linfático

1. El sistema linfático desempeña un papel fundamental en el equilibrio de los fluidos corporales al eliminar el exceso de líquido intersticial de los tejidos y devolverlo al torrente sanguíneo. Esto previene la acumulación de líquidos y la formación de edemas.
2. La linfa, que fluye a través de los vasos linfáticos, transporta moléculas grandes como grasas, proteínas y nutrientes que no pueden ser absorbidos directamente por los capilares sanguíneos. Este transporte es especialmente importante en la absorción de grasas en el intestino delgado durante la digestión.
3. Los ganglios linfáticos y otros órganos linfáticos secundarios albergan células del sistema inmunológico que vigilan la linfa en busca de patógenos, como bacterias, virus y células cancerosas. Cuando se detectan partículas extrañas, se activa una respuesta inmunológica para destruirlas y prevenir la propagación de la infección.
4. Los órganos linfáticos primarios, como el timo y la médula ósea, son responsables de la producción y maduración de células del sistema inmunológico, como los linfocitos T y B. Estas células desempeñan un papel crucial en la respuesta inmunológica adaptativa, brindando protección específica contra antígenos extraños.
5. Además de transportar nutrientes, la linfa también recoge y elimina toxinas, desechos celulares y productos de desecho del metabolismo. Esto contribuye a mantener la limpieza y la salud de los tejidos.(9)

4.1.2. Formación y circulación de la linfa

La mayoría de los componentes del plasma, como nutrientes, gases y hormonas, se filtran fácilmente a través de las paredes de los capilares para formar el líquido intersticial. Sin embargo, la cantidad de líquido que sale de los capilares es mayor que la cantidad que regresa a través de la reabsorción. Los vasos linfáticos drenan el exceso de líquido filtrado, que es alrededor de tres litros al día, y lo convierten en linfa. Debido a que la mayoría de las proteínas plasmáticas son demasiado grandes para salir de los vasos sanguíneos, el líquido intersticial contiene solo una pequeña cantidad de ellas. Las proteínas que pueden abandonar el plasma no pueden regresar a la sangre por difusión debido al gradiente de concentración. Sin embargo, las proteínas pueden moverse rápidamente a través de los capilares linfáticos, que son más permeables, y formar parte de la linfa. Por lo tanto, una función importante de los vasos linfáticos es devolver las proteínas y el plasma perdidos a la circulación sanguínea. Al igual que las venas, los vasos linfáticos tienen válvulas que aseguran el flujo unidireccional de la linfa. La linfa ingresa a la sangre venosa a través del conducto linfático derecho y el conducto torácico, en la unión de las venas yugular interna y subclavia. De esta manera, la circulación del líquido va desde los capilares sanguíneos hasta los espacios intersticiales, los capilares linfáticos, los vasos linfáticos, los conductos linfáticos y finalmente se une a las venas yugular interna y subclavia. Ambos forman un sistema circulatorio eficiente. Las mismas "bombas" que ayudan a que la sangre venosa regrese al corazón también mantienen el flujo linfático.

1. La contracción de los músculos esqueléticos ejerce un "efecto de ordeño" que comprime los vasos linfáticos, al igual que las venas, y promueve el flujo de la linfa hacia la unión de las venas yugular interna y subclavia.
2. El flujo linfático también se mantiene gracias a los cambios de presión que ocurren durante la inspiración. Durante la inspiración, la linfa fluye desde la región abdominal, donde la presión es mayor, hacia la región torácica, donde la presión es menor. Durante la espiración, las válvulas en los vasos linfáticos evitan el reflujo de la linfa. Además, cuando un vaso linfático se distiende, el músculo liso de sus paredes se contrae, lo que ayuda a dirigir la linfa desde un segmento del vaso hacia el siguiente.(9)

4.1.3. Órganos y tejido linfático

1. **Ganglios linfáticos:** Son pequeñas estructuras en forma de frijol que se encuentran a lo largo de los vasos linfáticos. Los ganglios linfáticos

contienen células inmunológicas, como los linfocitos, que ayudan a filtrar y eliminar patógenos y células cancerosas de la linfa.

2. **Amígdalas:** Son tejidos linfáticos ubicados en la parte posterior de la garganta. Ayudan a proteger el cuerpo contra las infecciones al atrapar y destruir los patógenos que ingresan por la boca y la nariz.
3. **Bazo:** Es el órgano linfático más grande del cuerpo y se encuentra en el lado izquierdo del abdomen. El bazo filtra la sangre para eliminar los glóbulos rojos dañados, las bacterias y otros patógenos, y también ayuda en la producción de células sanguíneas y en la respuesta inmunológica.
4. **Timo:** Es un órgano linfático situado en la parte superior del pecho, detrás del esternón. El timo desempeña un papel importante en el desarrollo y maduración de los linfocitos T, que son células del sistema inmunológico responsables de la respuesta inmunológica adaptativa.
5. **Médula ósea:** Es el tejido esponjoso que se encuentra dentro de los huesos. La médula ósea es el sitio de producción de las células sanguíneas, incluidos los linfocitos B, que también son importantes en la respuesta inmunológica.
6. **Tejido linfoide asociado a las mucosas (MALT):** Este tejido linfático se encuentra en las membranas mucosas del cuerpo, como los pulmones, los intestinos y las vías respiratorias. Ayuda a proteger las superficies mucosas contra infecciones y funciona como una primera línea de defensa del sistema inmunológico.(9)

4.1.4. Inmunidad propiamente dicha

La inmunidad propiamente dicha se refiere a la capacidad del sistema inmunológico para reconocer y proteger al organismo contra sustancias extrañas, como bacterias, virus, hongos y células cancerosas. Hay dos tipos principales de inmunidad:

1. **Inmunidad innata:** Es la primera línea de defensa del cuerpo contra los agentes patógenos. Esta inmunidad es de naturaleza no específica y está presente desde el nacimiento. Incluye barreras físicas, como la piel y las mucosas, así como células especializadas, como los macrófagos y los neutrófilos, que pueden fagocitar y destruir a los patógenos. También se producen respuestas inflamatorias para limitar la propagación de la infección.
2. **Inmunidad adaptativa:** Es una respuesta inmunológica específica y adquirida a medida que el cuerpo se expone a diferentes patógenos. La inmunidad adaptativa se basa en la capacidad del sistema inmunológico para reconocer y recordar antígenos específicos (sustancias extrañas).

Esta respuesta implica la activación de células especializadas, como los linfocitos T y B. Los linfocitos T ayudan a coordinar y regular la respuesta inmunológica, mientras que los linfocitos B producen anticuerpos que se unen y neutralizan a los antígenos. Esta respuesta inmunológica adaptativa también puede generar memoria inmunológica, lo que permite una respuesta más rápida y efectiva en caso de una exposición posterior al mismo antígeno.

4.1.5. Inmunidad celular e inmunidad humoral

La inmunidad celular y humoral son dos componentes esenciales del sistema inmunológico que trabajan en conjunto para proteger al organismo contra infecciones y enfermedades. Estas formas de inmunidad se distinguen principalmente por los tipos de células y mecanismos que emplean en su respuesta.

1. **Inmunidad celular:** La inmunidad celular se basa en la acción de las células del sistema inmunológico, especialmente los linfocitos T. Estos linfocitos T tienen la capacidad de reconocer y eliminar directamente a las células infectadas por patógenos, como virus y bacterias intracelulares. Además, los linfocitos T pueden regular la respuesta inmunológica, activando a otras células del sistema inmunológico y produciendo citocinas, que son moléculas de señalización que contribuyen a combatir la infección.
2. **Inmunidad humoral:** La inmunidad humoral se basa en la acción de los anticuerpos, que son proteínas producidas por los linfocitos B. Estos anticuerpos circulan en la sangre y otros líquidos corporales, como la linfa y la saliva. Los anticuerpos se unen a antígenos específicos (sustancias extrañas), neutralizándolos y evitando que infecten las células. Asimismo, los anticuerpos pueden activar otros mecanismos de defensa, como el sistema del complemento, que ayuda a destruir a los patógenos.

4.1.6. Inmunidad innata e inmunidad adquirida

1. **Inmunidad innata:** La inmunidad innata es la primera línea de defensa del cuerpo contra los patógenos. Es una respuesta rápida y no específica, presente desde el nacimiento. La inmunidad innata incluye barreras físicas, como la piel y las mucosas, que actúan como una primera barrera para prevenir la entrada de patógenos. También involucra células especializadas, como los macrófagos y los neutrófilos, que pueden fagocitar y destruir a los patógenos. Además, se producen respuestas inflamatorias para limitar la propagación de la infección.

- 2. Inmunidad adquirida:** La inmunidad adquirida se desarrolla a lo largo de la vida de un individuo y se basa en la exposición a antígenos específicos. Esta forma de inmunidad es altamente específica y tiene memoria inmunológica. La inmunidad adquirida se divide en dos tipos: inmunidad humoral e inmunidad celular. La inmunidad humoral implica la producción de anticuerpos por parte de los linfocitos B, que se unen a los antígenos y los neutralizan. Por otro lado, la inmunidad celular involucra la acción de los linfocitos T, que pueden reconocer y destruir a las células infectadas directamente.(9)

4.1.7.Alteraciones de la inmunidad

- 1. Inmunodeficiencias primarias:** Son enfermedades genéticas que afectan la capacidad del sistema inmunológico para combatir infecciones. Estas condiciones pueden afectar a diferentes componentes del sistema inmunológico, como los linfocitos B, linfocitos T o células asesinas naturales, y pueden manifestarse desde la infancia.
- 2. Inmunodeficiencias secundarias:** Son trastornos adquiridos que debilitan el sistema inmunológico. Pueden ser causadas por enfermedades crónicas, como el VIH/SIDA, tratamientos médicos, como la quimioterapia, o el uso prolongado de medicamentos inmunosupresores.
- 3. Trastornos autoinmunes:** Son enfermedades en las que el sistema inmunológico ataca erróneamente a los tejidos y células sanas del propio organismo. Ejemplos de trastornos autoinmunes incluyen la artritis reumatoide, el lupus eritematoso sistémico y la enfermedad de Crohn.
- 4. Alergias:** Son respuestas exageradas del sistema inmunológico a sustancias inofensivas, como el polen, el polvo o ciertos alimentos. Las alergias pueden manifestarse como rinitis alérgica, asma, urticaria o anafilaxia.
- 5. Inflamación crónica:** La inflamación crónica puede ocurrir cuando el sistema inmunológico se encuentra en un estado de activación constante, lo que puede dañar los tejidos y contribuir al desarrollo de enfermedades crónicas, como la enfermedad cardiovascular, la diabetes tipo 2 o la enfermedad de Alzheimer.(18)

4.2. Sistema cardiovascular

El sistema cardiovascular desempeña un papel fundamental en el funcionamiento del cuerpo, asegurando que los tejidos reciban el oxígeno y

los nutrientes necesarios, al mismo tiempo que se encarga de eliminar los desechos metabólicos. Además, también contribuye a regular la temperatura corporal y participa en la respuesta inmunológica.

4.2.1. La sangre: estructura y función

La sangre se compone de los siguientes elementos formes:

- Plaquetas
- Leucocitos o glóbulos blancos
- Hematíes, eritrocitos o glóbulos rojos
- Plasma

La sangre es un tejido conectivo líquido que circula a través de las arterias para llegar a los tejidos del cuerpo y regresa al corazón a través de las venas, las funciones de la sangre incluyen:

- Transporte de gases disueltos, nutrientes, productos de desecho del metabolismo y hormonas hacia y desde los tejidos.
- Prevención de la pérdida de líquidos a través del mecanismo de coagulación
- Actividades de defensa inmunitaria
- Regulación del pH y equilibrio electrolítico
- Termorregulación mediante la contracción y dilatación de los vasos sanguíneos

El sistema cardiovascular consta de los siguientes componentes:

- Corazón: bombea la sangre a través de la circulación
- Circulación pulmonar: una circulación de bucle cerrado entre el corazón y los pulmones para el intercambio gaseoso
- Circulación sistémica: una circulación en bucle cerrado entre el corazón y todos los tejidos del cuerpo

Los vasos del sistema circulatorio son los siguientes:

- Arterias: cualquier vaso que transporta sangre desde el corazón
- Venas: cualquier vaso que devuelve la sangre al corazón(6)

4.2.2. Corazón: estructura y funcionamiento

El corazón se encuentra en la cavidad torácica, específicamente en el mediastino medio, que es la región entre las dos regiones pleuropulmonares. Su forma se asemeja a la de una pirámide triangular, y la dirección del corazón, es decir, su eje mayor, varía según la forma del tórax.

Cuando el tórax es estrecho, el eje mayor se acerca a la línea vertical y el corazón se alarga de arriba hacia abajo. En cambio, cuando el tórax es ancho, el eje mayor se aproxima a la horizontal y el corazón se alarga transversalmente.

En el caso de un tórax con dimensiones medias, el corazón y su eje mayor se encuentran cercanos a la horizontal y se orientan oblicuamente hacia adelante, hacia la izquierda y ligeramente hacia abajo.

El corazón tiene una consistencia firme y un color rojizo. Su peso aumenta gradualmente con la edad y tiende a ser ligeramente mayor en los hombres que en las mujeres. En la edad adulta, en promedio, el corazón pesa alrededor de 270 g en los hombres y 260 g en las mujeres.

El corazón se divide en cavidades derechas e izquierdas. Las cavidades derechas, que incluyen el atrio y el ventrículo derecho, están separadas de las cavidades izquierdas, que incluyen el atrio y el ventrículo izquierdo, por los septos interatrial e interventricular. Esto da la impresión de que el corazón está formado por dos mitades independientes, una derecha y otra izquierda.

Los ventrículos son dos cavidades con forma de pirámide o cono, ubicadas anteriormente a los atrios y a ambos lados del septo interventricular. El vértice de los ventrículos coincide con el vértice del corazón, mientras que la base de cada uno de ellos, orientada hacia la parte posterior, está completamente ocupada por dos orificios circulares. Uno de estos orificios, el atrioventricular, conecta el atrio con el ventrículo correspondiente, mientras que el otro, más pequeño, llamado orificio arterial, conecta el ventrículo derecho con el tronco pulmonar y el ventrículo izquierdo con la aorta.

En cuanto a las aurículas (o atrios), se encuentran ubicadas posteriormente a los ventrículos, a cada lado del septo interatrial. Son más pequeñas que los ventrículos y sus paredes son mucho más delgadas. En su mayor parte, las paredes de las aurículas son lisas y no presentan músculos papilares. Las trabéculas carnosas de segundo y tercer orden solo se observan en áreas muy limitadas de su superficie.

La estructura del corazón consiste en varias capas.

- La capa más interna es el endocardio, una membrana que recubre la superficie interna del corazón y limita las cavidades del órgano.
- Luego está el miocardio, una capa muscular gruesa que forma la mayor parte del corazón y es responsable de su contracción.
- Finalmente, el corazón está rodeado por el pericardio, una envoltura fibrosa que lo protege y lo mantiene en su lugar.(6)

4.2.3. Vasos sanguíneos, clasificación, características estructurales y funcionales

El corazón impulsa la sangre a través de los vasos sanguíneos, los cuales se pueden clasificar en arterias, venas y capilares. Las arterias son los vasos que se originan en el corazón y llevan sangre rica en oxígeno desde el corazón y los pulmones hacia el resto del cuerpo. Por otro lado, las venas son los vasos que retornan la sangre al corazón y transportan sangre rica en dióxido de carbono. Sin embargo, existe una excepción en las venas y arterias pulmonares, ya que en este caso las venas llevan sangre oxigenada y las arterias llevan sangre rica en dióxido de carbono. Por lo tanto, las arterias se encargan de llevar los nutrientes y el oxígeno, mientras que las venas transportan los residuos del metabolismo y el dióxido de carbono.

Es importante destacar que las estructuras de las arterias y las venas se basan en un principio similar, aunque presentan diferencias en los detalles.

- La túnica íntima es la capa interna de los vasos sanguíneos y está formada por células epiteliales que son similares al tejido de la piel. Esta capa es flexible y lisa para permitir el flujo de la sangre y está conectada a la capa media mediante tejido conectivo.
- La túnica media es la capa intermedia y más gruesa de la pared de los vasos sanguíneos. Está compuesta por músculo liso y fibras elásticas. En las arterias, esta capa es mucho más gruesa que en las venas debido a su función de llevar la sangre que es bombeada por el corazón hacia el exterior. La estructura de las paredes de los vasos sanguíneos es importante para regular el flujo sanguíneo. La túnica media desempeña un papel crucial en el mantenimiento de la presión sanguínea y la continuidad de la circulación sanguínea.
- La túnica externa, también conocida como adventicia, es la capa que se encuentra en la superficie del vaso. Está compuesta por fibras de colágeno, fibras elásticas, fibroblastos y pequeños vasos llamados "vasa vasorum".(19)

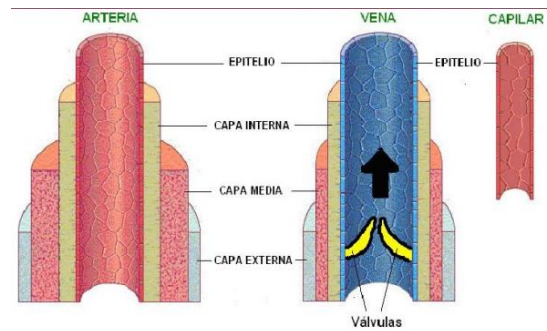


Figura 40. Estructura interna de los vasos sanguíneos. (19)

4.2.4. Circulación pulmonar y circulación general

La **circulación pulmonar** es el proceso mediante el cual la sangre se mueve desde el corazón hacia los pulmones para ser oxigenada y luego regresa al corazón. La sangre desoxigenada del cuerpo sale de la circulación sistémica y entra en la aurícula derecha a través de las venas cavas superior e inferior. Luego, la sangre es bombeada a través de la válvula tricúspide hacia el ventrículo derecho. Desde allí, se bombea a través de la válvula pulmonar y entra en la arteria pulmonar. La arteria pulmonar se divide en las arterias pulmonares derecha e izquierda y se dirige a los pulmones.

En los pulmones, la sangre pasa a través de los capilares en los alvéolos, donde se produce el intercambio de gases. En este proceso, el dióxido de carbono es eliminado y se agrega oxígeno a la sangre. El intercambio de gases ocurre debido a las diferencias de presión parcial de los gases entre los alvéolos y los capilares. Después de ser oxigenada, la sangre sale de los pulmones a través de las venas pulmonares y regresa a la aurícula izquierda, completando así el circuito pulmonar. Una vez finalizada la circulación pulmonar, comienza el circuito sistémico.

La **circulación sistémica** se refiere al movimiento de la sangre desde el corazón hacia todo el cuerpo, suministrando oxígeno y nutrientes a los tejidos y llevando la sangre desoxigenada de regreso al corazón. La sangre oxigenada entra en la aurícula izquierda a través de las venas pulmonares. Luego, se bombea a través de la válvula mitral hacia el ventrículo izquierdo. Desde allí, se bombea a través de la válvula aórtica y entra en la aorta, la arteria más grande del cuerpo. La aorta se arquea y se divide en arterias principales que se ramifican hacia la parte superior del cuerpo antes de pasar por el diafragma. Luego, se ramifican en arterias más pequeñas, arteriolas y finalmente capilares.

El intercambio de gases y nutrientes con los tejidos ocurre en los capilares que se encuentran en los tejidos. Los desechos metabólicos y el dióxido de carbono se eliminan de las células hacia la sangre, mientras que el oxígeno y la glucosa en la sangre se difunden hacia las células. Esta circulación sistémica es esencial para mantener el metabolismo de cada órgano y tejido del cuerpo, excepto los pulmones, que tienen su propia circulación pulmonar.

La sangre desoxigenada continúa su recorrido a través de los capilares hacia vénulas, luego venas y finalmente las venas cavas, que drenan hacia la aurícula derecha del corazón. Desde allí, la sangre viajará a través de la circulación pulmonar para ser oxigenada antes de regresar nuevamente a la circulación sistémica, completando el ciclo de circulación en todo el cuerpo.

La circulación sistémica tiene una presión arterial más alta en comparación con la circulación pulmonar, debido a la necesidad de forzar mayores volúmenes de sangre a través del cuerpo. El componente arterial de la circulación sistémica tiene presiones sanguíneas más altas, mientras que el componente venoso tiene una presión arterial menor debido a su distancia del corazón, pero cuenta con válvulas semilunares para compensar esta diferencia.(9)

4.2.5. Principales vasos

1. **Aorta:** Es la arteria más grande y principal del cuerpo. Se origina en el ventrículo izquierdo del corazón y se ramifica en arterias más pequeñas para llevar sangre oxigenada a todos los órganos y tejidos del cuerpo.
2. **Arterias:** Son vasos sanguíneos que transportan sangre oxigenada desde el corazón hacia los tejidos del cuerpo. Las arterias se dividen en arterias más pequeñas llamadas arteriolas.
3. **Arteriolas:** Son vasos sanguíneos más pequeños que se ramifican a partir de las arterias y llevan la sangre hacia los capilares.
4. **Capilares:** Son los vasos sanguíneos más pequeños y delgados del cuerpo. Los capilares permiten el intercambio de gases, nutrientes y desechos entre la sangre y los tejidos.
5. **Vénulas:** Son vasos sanguíneos que recogen la sangre desoxigenada y los productos de desecho de los tejidos y los transportan hacia las venas.
6. **Venas:** Son vasos sanguíneos que llevan la sangre desoxigenada desde los tejidos de regreso al corazón. Las venas están equipadas con válvulas que ayudan a prevenir el reflujo de la sangre.
7. **Venas cavas:** Son las venas principales del cuerpo. La vena cava superior recoge la sangre de la parte superior del cuerpo, mientras que la vena cava inferior recoge.(19)

4.3. Sistema Endocrino

El sistema endocrino es un sistema de glándulas y órganos que producen y liberan hormonas en el cuerpo. Estas hormonas actúan como mensajeros químicos y regulan muchas funciones importantes en el organismo, incluyendo el crecimiento, el metabolismo, la reproducción, el equilibrio de agua y sal, el equilibrio de azúcar en la sangre, la respuesta al estrés y muchas otras.

Las glándulas endocrinas principales incluyen la glándula pituitaria, la glándula tiroides, las glándulas suprarrenales, el páncreas, los ovarios y los testículos. Estas glándulas secretan hormonas en el torrente sanguíneo, donde son transportadas a los órganos y tejidos objetivo.

El sistema endocrino trabaja en estrecha coordinación con el sistema nervioso para regular y mantener el equilibrio en el cuerpo. Las hormonas actúan en receptores específicos en las células objetivo, donde desencadenan respuestas biológicas específicas.

Los desequilibrios en el sistema endocrino pueden resultar en trastornos hormonales, como el hipotiroidismo, el hipertiroidismo, la diabetes y muchas otras condiciones. El tratamiento de estos trastornos a menudo implica el uso de medicamentos que regulan los niveles hormonales o la extirpación quirúrgica de las glándulas afectadas.(20)

El sistema endocrino desempeña varias funciones importantes, que incluyen:

- Regular el equilibrio de sodio y agua, controlar la presión arterial y el volumen sanguíneo.
- Mantener el equilibrio de calcio y fósforo en el cuerpo para garantizar la integridad de las membranas celulares y la señalización intracelular.
- Controlar el equilibrio de energía y regular la movilización, utilización y almacenamiento de energía para satisfacer las demandas metabólicas celulares.
- Coordinar respuestas ante situaciones de estrés fisiológico.
- Regular la reproducción, desarrollo, crecimiento y envejecimiento.

Existen 3 componentes básicos del sistema endocrino:

Glándulas endocrinas: Las glándulas endocrinas clásicas no tienen conductos y secretan hormonas directamente al espacio intersticial, desde donde llegan a la circulación sanguínea. A diferencia de los sistemas cardiovascular, renal y digestivo, las glándulas endocrinas no están conectadas anatómicamente y se encuentran dispersas por todo el cuerpo. La comunicación entre los

diferentes órganos se realiza a través de la liberación de hormonas o neurotransmisores.

Hormonas: Las hormonas son compuestos químicos liberados en cantidades muy pequeñas por las células, y ejercen su acción biológica en células efectoras. Las hormonas pueden ser liberadas por glándulas endocrinas (como la insulina y el cortisol), el cerebro (como la hormona liberadora de corticotropina, la oxitocina y la hormona antidiurética), y otros órganos como el corazón (péptido auricular natriurético), el hígado (factor de crecimiento similar a la insulina) y el tejido adiposo (leptina).

Órgano efector: Es el órgano que contiene células que expresan receptores específicos para la hormona y que responden a la estimulación hormonal con una respuesta biológica observable.(20)

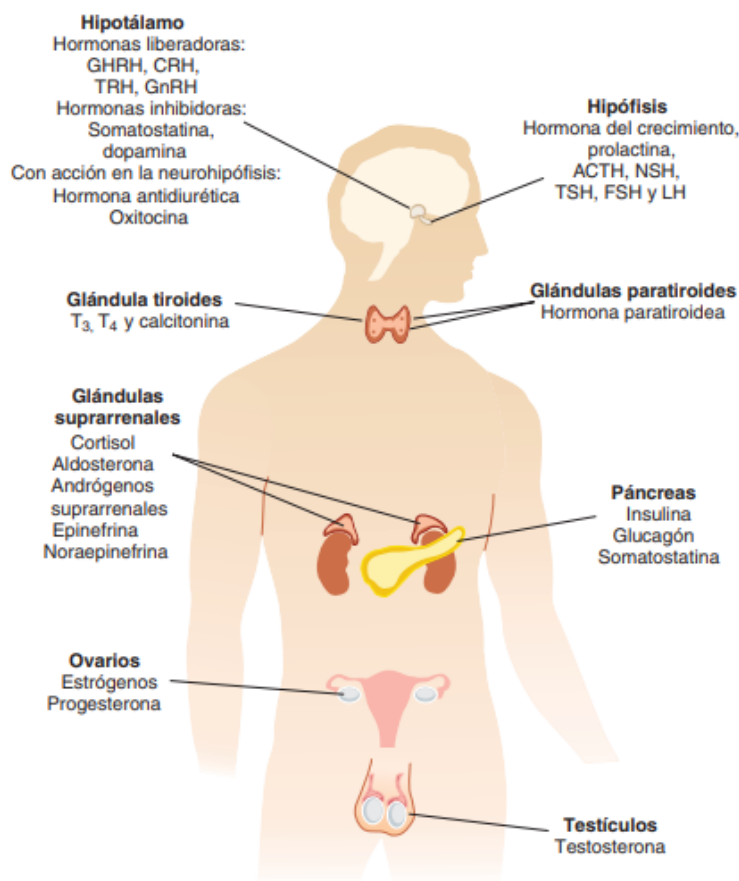


Figura 41. Glándulas del sistema endocrino.(20)

4.3.1. Hormonas-Mecanismos de acción

La respuesta de una célula a una hormona depende tanto de la hormona en sí como de la célula diana. Aunque diferentes células diana pueden responder de manera diferente a la misma hormona. Por ejemplo, la insulina estimula la

síntesis de glucógeno en las células hepáticas y la síntesis de triglicéridos en los adipocitos.

La respuesta a una hormona no siempre implica la síntesis de una nueva molécula, como en el caso de la insulina. Los efectos hormonales también pueden incluir cambios en la permeabilidad de la membrana plasmática, estimulación del transporte de sustancias dentro y fuera de la célula, alteración de la velocidad de reacciones metabólicas específicas, o la contracción de músculos lisos o cardíacos.

Esta diversidad de efectos es posible porque una sola hormona puede desencadenar diferentes respuestas en las células. Sin embargo, antes de que una hormona pueda tener algún efecto, debe unirse a sus receptores en la célula diana. Los receptores de hormonas liposolubles se encuentran dentro de las células diana, mientras que los receptores de hormonas hidrosolubles forman parte de la membrana plasmática de las células diana.(9)

Hormonas proteínicas o peptídicas

La mayoría de las hormonas son proteínas o péptidos. En su mayoría, se producen como preprohormonas y luego experimentan un proceso de modificación postraducciona. Estas hormonas se almacenan en gránulos secretorios antes de ser liberadas mediante exocitosis. Algunos ejemplos de hormonas peptídicas incluyen la insulina, el glucagón y la hormona adrenocorticotrópica (ACTH). Algunas hormonas de esta categoría, como la hormona somatotrópica, la hormona luteinizante (LH) y la hormona foliculoestimulante (FSH), junto con la hormona estimulante de la tiroides (TSH) y la gonadotropina coriónica humana (hCG), contienen radicales de carbohidratos, por lo que se denominan glucoproteínas.

Hormonas esteroides

Las hormonas esteroides se originan a partir del colesterol y se producen en la corteza suprarrenal, las gónadas y la placenta. Estas hormonas son solubles en lípidos, lo que significa que requieren la unión a proteínas para circular en el plasma sanguíneo. Además, pueden atravesar la membrana plasmática y unirse a receptores nucleares o citosólicos. Un ejemplo de hormona esteroide es la vitamina D y sus metabolitos.

Hormonas derivadas

Las hormonas derivadas de aminoácidos se producen a partir del aminoácido tirosina. Estas hormonas incluyen las catecolaminas como la noradrenalina, la adrenalina y la dopamina, así como las hormonas tiroideas, que se forman a partir de la combinación de dos residuos de yodo del aminoácido tirosina.(9)

4.3.2. Integración de funciones: sistema nervioso y endocrino

El sistema nervioso se encarga de transmitir señales eléctricas rápidas a través de las neuronas para coordinar las respuestas rápidas del cuerpo. Estas señales pueden ser conscientes, como mover un músculo, o inconscientes, como regular la presión arterial.

Por otro lado, el sistema endocrino utiliza hormonas químicas para transmitir señales más lentas, pero de mayor duración. Las hormonas son secretadas por las glándulas endocrinas y viajan a través del torrente sanguíneo para llegar a los órganos y tejidos objetivo, donde regulan diversas funciones, como el metabolismo, el crecimiento, la reproducción y el equilibrio de líquidos.

Ambos sistemas trabajan en conjunto para mantener el equilibrio y la homeostasis del cuerpo. El sistema nervioso puede influir en el sistema endocrino a través de la liberación de neurotransmisores que estimulan o inhiben la secreción de hormonas. Por otro lado, las hormonas también pueden influir en el sistema nervioso al afectar la excitabilidad y la función de las neuronas.(9)

4.3.3. Glándulas endocrinas estructura, hormonas y funciones

Las glándulas endocrinas secretan hormonas hacia el líquido intersticial circundante en lugar de utilizar conductos. Estas hormonas se difunden desde el líquido intersticial hacia los capilares y son transportadas por la sangre hacia las células diana en todo el cuerpo. Debido a que las hormonas se requieren en cantidades muy pequeñas, los niveles circulantes son bajos. Las glándulas endocrinas son altamente vascularizadas, ya que dependen del sistema cardiovascular para distribuir sus productos. Además de las glándulas endocrinas clásicas, como la hipófisis, la tiroides, la paratiroides, las suprarrenales y la pineal, hay otros órganos y tejidos que contienen células que secretan hormonas. Estos incluyen el hipotálamo, el timo, el páncreas, los ovarios, los testículos, los riñones, el estómago, el hígado, el intestino delgado, la piel, el corazón, el tejido adiposo y la placenta.

1. **Hipófisis (o glándula pituitaria):** Esta glándula se encuentra en la base del cerebro y es conocida como la "glándula maestra" debido a su papel en la regulación de otras glándulas endocrinas. Produce hormonas como la hormona del crecimiento, la hormona estimulante de la tiroides y la hormona estimulante de las glándulas suprarrenales, entre otras.

2. **Tiroides:** Ubicada en el cuello, la tiroides produce hormonas tiroideas como la tiroxina (T4) y la triyodotironina (T3). Estas hormonas son fundamentales para regular el metabolismo, el crecimiento y el desarrollo del cuerpo.
3. **Paratiroides:** Son glándulas pequeñas ubicadas en el cuello, cerca de la tiroides. La paratiroides produce la hormona paratiroidea (PTH), que regula los niveles de calcio y fósforo en el cuerpo, crucial para la salud ósea y la función nerviosa y muscular.
4. **Glándulas suprarrenales:** Estas glándulas se encuentran encima de los riñones y producen hormonas como el cortisol, que regula el estrés y el metabolismo, y la adrenalina y la noradrenalina, que están involucradas en la respuesta de lucha o huida.
5. **Páncreas:** Además de su función en la digestión, el páncreas también tiene células especializadas llamadas células beta que producen insulina, una hormona clave en la regulación del azúcar en la sangre.(9)

Insulina	Producida por el páncreas, la insulina regula los niveles de glucosa en la sangre al permitir que las células absorban y utilicen la glucosa como fuente de energía.
Glucagón	También producido por el páncreas, el glucagón tiene la acción opuesta a la insulina, aumentando los niveles de glucosa en la sangre al estimular la liberación de glucosa almacenada en el hígado.
Hormonas tiroideas (T3 y T4)	Producidas por la glándula tiroides, estas hormonas regulan el metabolismo, la temperatura corporal, el crecimiento y el desarrollo.

Hormona de crecimiento GH	Producida por la glándula pituitaria, la GH estimula el crecimiento y desarrollo de los tejidos y órganos, así como la producción de proteínas y la utilización de grasas como fuente de energía.
Cortisol	Secretado por las glándulas suprarrenales, el cortisol ayuda a regular el metabolismo, el estrés y la respuesta inflamatoria. También juega un papel en la regulación de los niveles de azúcar en la sangre.
Hormonas sexuales: estrógenos y progesterona en mujeres, testosterona en hombres	Estas hormonas son responsables del desarrollo sexual, la función reproductiva y la regulación del ciclo menstrual en las mujeres.
Hormona Antidiurética ADH	Producida por el hipotálamo y liberada por la glándula pituitaria, la ADH regula la cantidad de agua reabsorbida por los riñones, controlando así el equilibrio hídrico en el cuerpo.
Adrenalina	Secretada por las glándulas suprarrenales, la adrenalina prepara al cuerpo para situaciones de estrés o emergencia al aumentar la frecuencia cardíaca, la presión arterial y la liberación de glucosa en la sangre.

Tabla 13. Principales hormonas del organismo. (9)

ACTIVIDADES RECOMENDADAS

Realice un flujograma con el orden de la circulación mayor y menor.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

6. Henri Rouviere AD. Anatomia Rouviere [Internet]. Angewandte Chemie International Edition, 6(11), 951–952. 2005. 344–347 p. Available from: https://www.academia.edu/31851761/Anatomia_ROUVIERE_TOMO1_PDF%0Ahttps://www.studocu.com/latam/document/universidad-de-la-republica/anatomia/otros/anatomia-humana-rouviere-tomo2/2267805/view
9. Gerard J. Tortora, Derrickson B. De, Principios Y, Anatomía Fisiología. 13a EDICIÓN. EDITORIAL MÉDICA PANAMERICANA SAD c. v., editor. BUENOS AIRES - BOGOTÁ - CARACAS - MADRID - MÉXICO - PORTO ALEGRE; 2013.

BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

1. Material ESO. Adaptación unidad 1. Organización del cuerpo humano.
2. Heimlich M. La organización general del cuerpo humano Objetivos. EducaLAB. 2010;1–60.
3. Villalva AEG, Nava SA, Cano MLU, Peláez MIG. Niveles de Organización Biológica.
4. Hansen JT. Netter Cuaderno de Anatomía para Colorear. Elsevier. 2015. p. 390.
5. Marta QFB, González Berman Y. Unidad Ii Tema 2.2 Planimetría Y Cavidades Terminología Básica. 2009;1–11.
6. Henri Rouviere AD. Anatomia Rouviere. Angewandte Chemie International Edition, 6(11), 951–952. 2005. 344–347 p.
7. Cuadrantes abdominales. 2022.
8. Crystallography XD. SISTEMA ESQUELÉTICO. 2016;1–23.
9. Gerard J. Tortora, Derrickson B. De, Principios Y, Anatomía Fisiología. 13a EDICIÓN. EDITORIAL MÉDICA PANAMERICANA SAD c. v., editor. BUENOS AIRES - BOGOTÁ - CARACAS - MADRID - MÉXICO - PORTO ALEGRE; 2013.
10. Porto Pérez. Osteología - Qué es, definición y concepto. 2019.
11. Gary A. Thibodeau P, Kevin T. Patton P. ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA. Sexta edic. Elsevier, editor. Madrid; 2007.
12. Marcell Laguna. Histología de la piel. 2023.

13. Tema 2. Mecánica respiratoria. 2017.
14. Arismendi E, Barberà JA. Valoración del Intercambio Gaseoso. Nuemomadrid.org. 2017;(2):1-13.
15. García L, Rodríguez O, Rodríguez B. Regulación de la respiración: organización morfofuncional de su sistema de control Regulation of breathing: morphological and functional organization of its control system. Medisan. 2011;15(4):558.
16. DE TORO FJ, FUENTES IM. Anatomía del sistema digestivo. Capítulo 1. 2022;11-24.
17. Cascales Angosto M, Doadrio Villarejo AL. Fisiología del aparato digestivo. Analesranf. 2014;12-27.
18. López Plaza B, Bermejo López LM. Nutrition and immune system disorders. Nutr Hosp. 2017;34:68-71.
19. corazón E. Universidad Abierta y a Distancia de México | DCSBA Anatomía y fisiología I Anatomía y fisiología del sistema cardiovascular Anatomía y fisiología del sistema cardiovascular.
20. Metabólica F. Principios generales de fisiología endocrina.



MISAEAL ACOSTA
CARRERA DE NATUROPATÍA

Dirección: Loja 31 - 15 y Buenos Aires

Teléfono fijo: 032 961 680

Teléfono móvil: +593 98 818 3081

RIOBAMBA - ECUADOR