



GUÍA DE ESTUDIO

ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DEL CUERPO HUMANO



AUTORAS:

MARÍA JOSÉ ZÚÑIGA RODRÍGUEZ

SILVIA DANIELA JARAMILLO MORÁN

GUÍA DE ESTUDIO: ESTRUCTURA Y
FUNCIÓN DEL CUERPO HUMANO

EDITORIAL:

Instituto Superior Tecnológico
Riobamba – “Editorial ISTR”

INSTITUCIÓN:

Instituto Superior Tecnológico
Riobamba

CIUDAD, PAÍS:

Riobamba - Ecuador

DISEÑADO Y DIAGRAMADO POR:

Ing. Diego Villacrés

REVISADO POR: Comité Científico
Académico y Propiedad intelectual –
EDITORIAL ISTR

COPYRIGHT: © Todos los derechos
reservados

Serie N°3

ISBN: 978-9907-806-10-6

Queda rigurosamente prohibida, sin la
autorización escrita de los titulares del
«Copyright», bajo las sanciones
establecidas en la Ley de Propiedad
Intelectual, la reproducción parcial o
total de esta obra por cualquier medio
o procedimiento, comprendidos en la
reprografía y tratamiento informático.

AÑO 2026

CONTENIDO

PRÓLOGO	6
PRESENTACIÓN	7
INTRODUCCIÓN	8
UNIDAD 1: GENERALIDADES DEL CUERPO HUMANO	9
1.1. Conceptos generales de Anatomía y Fisiología	10
1.2. Planos, líneas y segmentos anatómicos	11
1.3. Cavidades Anatómicas	16
AUTOEVALUACIÓN	18
UNIDAD 2: ORGANIZACIÓN DEL CUERPO HUMANO	21
2.1. Nivel químico de organización	22
2.2. Nivel celular de organización	25
2.2.1. Estructura general de la célula humana	26
2.3. Nivel tisular de organización	30
2.3.1. Tejido epitelial	31

2.3.2. Tejido conectivo	33
2.3.3. Tejido muscular	34
2.3.4. Tejido nervioso	34
2.4. Sistema Tegumentario	35
2.4.1. Introducción al sistema tegumentario	35
2.4.2. Componentes del sistema tegumentario	36
2.4.3. Estructura de la piel	36
2.4.4. Funciones del sistema tegumentario	39
2.4.5. Anexos cutáneos	40
AUTOEVALUACIÓN	43
UNIDAD 3: PRINCIPIOS DEL SOPORTE Y MOVIMIENTO	46
3.1. Sistema óseo	47
3.1.1. Generalidades del sistema óseo	47
3.1.2. Funciones del sistema óseo	47
3.1.3. Organización general del esqueleto	48

3.1.4. Clasificación de los huesos por su forma.....	49
3.1.5. Estructura macroscópica general del hueso.....	50
3.1.6. Huesos del esqueleto axial.....	53
3.1.7. Huesos del esqueleto apendicular.....	66
3.2. Sistema articular.....	73
3.2.1. Generalidades del sistema articular.....	73
3.2.2. Clasificación de las articulaciones.....	73
3.3. Sistema muscular.....	78
3.3.1. Generalidades del sistema muscular.....	78
3.3.2. Funciones del sistema muscular.....	79
3.3.3. Clasificación del tejido muscular.....	79
3.3.4. Estructura del músculo esquelético.....	81
3.3.5. Formas de los músculos.....	82
3.3.6. Músculos de la cabeza y el cuello.....	84

3.3.7. Músculos del tronco.....	95
3.3.8. Músculos que actúan sobre el hombro y las extremidades superiores.....	104
3.3.9. Músculos que actúan en la cadera y las extremidades inferiores.....	119
AUTOEVALUACIÓN.....	131
UNIDAD 4. SISTEMAS Y APARATOS.....	133
4.1. Sistema digestivo.....	133
4.1.1. Generalidades del sistema digestivo.....	133
4.1.2. Funciones del sistema digestivo.....	134
4.1.3. Procesos digestivos fundamentales.....	135
4.1.4. Regulación del sistema digestivo.....	135
4.1.5. Tubo digestivo.....	137
4.1.6. Órganos accesorios del sistema digestivo.....	142
4.2. Sistema respiratorio.....	145
4.2.1. Generalidades del sistema respiratorio.....	145

4.2.2.Organización anatómica del sistema respiratorio	145	4.5.4.Sistema nervioso periférico (SNP)	177
4.2.3.Ventilación pulmonar y mecánica respiratoria	150	4.6.Sistema excretor (urinario)	185
4.3.Sistema cardiocirculatorio	153	4.6.1.Generalidades del sistema excretor	185
4.3.1.Generalidades del sistema cardiocirculatorio	153	4.6.2.Órganos del sistema excretor	186
4.3.2.El corazón	154	4.7.Sistema reproductor	190
4.3.3.Vasos sanguíneos	155	4.7.1.Generalidades del sistema reproductor	190
4.3.4.Circulación sanguínea	157	4.7.2.Sistema reproductor masculino	191
4.4.Sistema endócrino	158	4.7.3.Sistema reproductor femenino	193
4.4.1.Generalidades del sistema endócrino	158	4.8.Sistema linfático	195
4.4.2.Glándulas del sistema endócrino	159	4.8.1.Generalidades del sistema linfático	195
4.5.Sistema nervioso	165	4.8.2.Componentes del sistema linfático	195
4.5.1.Generalidades del sistema nervioso	165	AUTOEVALUACIÓN.....	200
4.5.2.Clasificación del sistema nervioso	166	BIBLIOGRAFÍA	202
4.5.3.Sistema nervioso central (SNC)	168		

PRÓLOGO

El conocimiento de la estructura y función del cuerpo humano constituye una base fundamental para la comprensión integral del organismo, al permitir la integración armónica entre la anatomía y la fisiología de los distintos sistemas. El estudio conjunto de estas disciplinas facilita la interpretación de los procesos normales y proporciona fundamentos sólidos para el análisis de las alteraciones que se presentan en los diferentes escenarios de la práctica clínica.

La presente guía de estudio ha sido elaborada con el propósito de facilitar el aprendizaje significativo de los estudiantes del área de la salud, brindando un recurso didáctico claro, organizado y accesible. Su contenido busca fortalecer la comprensión de los conceptos anatómicos y fisiológicos fundamentales, promoviendo la correlación estructura – función como eje central del proceso de enseñanza–aprendizaje.

Esta guía se orienta no solo a la adquisición de conocimientos teóricos, sino también al desarrollo del razonamiento clínico, permitiendo que el estudiante relacione los contenidos con situaciones reales propias de la práctica profesional. Asimismo, se ha diseñado como un apoyo para el estudio autónomo y la consolidación de saberes, contribuyendo al desempeño académico y a la formación integral del futuro profesional de la salud.

En este contexto, la guía se presenta como una herramienta académica que acompaña el proceso formativo, fomentando el interés por el conocimiento científico del cuerpo humano y reforzando la importancia de la asignatura como pilar fundamental en las ciencias de la salud.

PRESENTACIÓN

La presente Guía de Estudio Estructura y Función del Cuerpo Humano ha sido creada con la intención de acompañar al estudiante a lo largo de su proceso de aprendizaje, convirtiéndose en un apoyo constante durante el estudio de esta asignatura fundamental para las ciencias de la salud.

Esta guía nace de la necesidad de contar con un recurso claro, práctico y organizado, que facilite la comprensión de los contenidos y ayude a relacionar la estructura del cuerpo humano con su funcionamiento. En sus páginas se integran explicaciones sencillas, resúmenes de los temas más importantes y actividades de refuerzo pensados para apoyar el estudio diario y la preparación para evaluaciones.

Más que un material teórico, esta guía busca ser una herramienta cercana que motive al estudiante a aprender de forma activa, a cuestionar, a repasar y a fortalecer sus conocimientos paso a paso. Su diseño permite avanzar de manera progresiva, respetando el ritmo de aprendizaje y fomentando la confianza en el proceso formativo.

Se invita al estudiante a utilizar esta guía como un aliado en su camino académico, a dedicarle tiempo con constancia y a aprovechar cada actividad como una oportunidad para afianzar lo aprendido. El objetivo es que este recurso contribuya no solo al rendimiento académico, sino también a la construcción de una base sólida de conocimientos que serán esenciales en su futura práctica profesional.

La guía de estudio pretende acompañar, orientar y apoyar al estudiante, recordándole que aprender sobre el cuerpo humano es un proceso continuo que se fortalece con dedicación, curiosidad y compromiso.

INTRODUCCIÓN

El estudio conjunto de la Anatomía y la Fisiología es fundamental para interpretar los procesos biológicos normales y reconocer las alteraciones que se manifiestan en situaciones patológicas, permitiendo comprender de manera integrada la estructura, organización y funcionamiento del cuerpo humano.

La presente Guía de Estudio ha sido diseñada como un recurso de apoyo para los estudiantes, con el objetivo de facilitar la comprensión de los contenidos básicos y favorecer un aprendizaje progresivo y significativo. A través de una organización clara y sistemática, se abordan los principales sistemas del cuerpo humano, destacando la relación directa entre la estructura anatómica y su función fisiológica.

Esta guía busca fortalecer el razonamiento crítico y la capacidad de análisis, permitiendo que el estudiante establezca conexiones entre los conceptos teóricos y su aplicación en el ámbito académico y profesional. Asimismo, promueve el estudio autónomo, la revisión constante de contenidos y la consolidación de conocimientos esenciales para la formación en el área de la salud.

En estudio conjunto de la Anatomía y la Fisiología es fundamental para interpretar los procesos biológicos normales y reconocer las alteraciones que se manifiestan en situaciones patológicas, permitiendo comprender de manera integrada la estructura, organización y funcionamiento del cuerpo humano.

UNIDAD 1

GENERALIDADES DEL CUERPO HUMANO

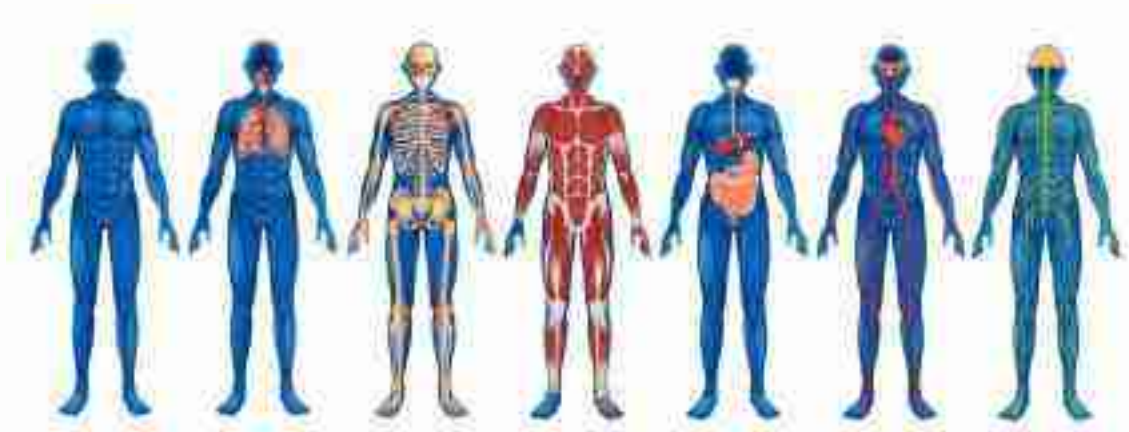
El cuerpo humano es una organización compleja en la que cada una de sus partes cumple una función específica y necesaria para la vida. Ningún órgano actúa de forma aislada, sino que todos los sistemas corporales trabajan de manera integrada para mantener el equilibrio interno del organismo y permitir su adaptación al medio externo (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

El estudio del cuerpo humano se fundamenta en el conocimiento de su estructura y funcionamiento. La comprensión de estos aspectos permite explicar los procesos normales del organismo y constituye la base para identificar alteraciones que pueden afectar la salud, razón por la cual su estudio es esencial en la formación de profesionales del área sanitaria (Marieb & Hoehn, 2019).

En esta unidad se abordan los conceptos generales que permiten iniciar el estudio del cuerpo humano, así como las referencias básicas que facilitan la descripción ordenada y precisa de sus estructuras, mediante el uso de un lenguaje anatómico universal (Moscoso, 2024; Tortora & Derrickson, 2021).

El cuerpo humano es una estructura organizada y compleja que funciona como una unidad. Cada órgano cumple una función específica, pero ninguno trabaja de manera aislada; todos los sistemas del cuerpo están relacionados y dependen entre sí para mantener la vida.

Cuando uno de estos sistemas se altera, el equilibrio general del organismo puede verse afectado.

Figura 1 *Sistemas del cuerpo humano*

Nota. Imagen adaptada de *Anatomía para estudiantes* (4.ª ed.), por Drake et al. (2020).

3.1. Conceptos generales de Anatomía y Fisiología

La anatomía es la ciencia que se encarga del estudio de la estructura del cuerpo humano. Su objetivo principal es describir la forma, el tamaño, la ubicación y la relación entre las diferentes partes del organismo, como órganos, tejidos y sistemas. Gracias a la anatomía es posible identificar cada componente corporal y comprender cómo se organiza el cuerpo humano como un todo (Tortora & Derrickson, 2021).

El estudio de la Anatomía puede abordarse desde distintos niveles de complejidad. La anatomía macroscópica se enfoca en las estructuras visibles a simple vista, como los huesos, músculos y órganos internos, mientras que la anatomía microscópica analiza tejidos y células que requieren el uso de instrumentos especiales para su observación. Ambos enfoques son complementarios y permiten una comprensión integral del organismo (Marieb & Hoehn, 2019).

La Fisiología es la ciencia que estudia el funcionamiento del cuerpo humano y los procesos que permiten mantener la vida. Analiza cómo trabajan las células, tejidos, órganos y sistemas para realizar funciones vitales como la respiración, la circulación sanguínea, la digestión, la excreción y la regulación nerviosa y hormonal (Saladin, 2018).

La Fisiología explica no solo qué funciones realiza el cuerpo, sino también cómo responde a los cambios del medio interno y externo. Estos mecanismos de regulación permiten mantener el equilibrio del organismo y asegurar su adecuado funcionamiento frente a diferentes condiciones (Tortora & Derrickson, 2021).

La anatomía y la fisiología están estrechamente relacionadas, ya que la estructura de cada órgano determina la función que puede desempeñar. Esta relación explica por qué las características físicas de los órganos están adaptadas a las actividades que realizan; por ejemplo, la forma del corazón permite que funcione como una bomba que impulsa la sangre, y la estructura de los pulmones facilita el intercambio de gases (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

El conocimiento integrado de la Anatomía y la Fisiología es fundamental para las ciencias de la salud, ya que permite comprender el funcionamiento normal del cuerpo humano y reconocer alteraciones que pueden indicar enfermedad. Por esta razón, su estudio constituye la base para la formación académica y profesional en el área sanitaria (Moscoso, 2024).

3.2. Planos, líneas y segmentos anatómicos

Para el estudio del cuerpo humano es indispensable utilizar referencias espaciales que permitan describir la ubicación de órganos y estructuras de forma clara y ordenada. Estas referencias reciben el nombre de planos anatómicos y corresponden a divisiones imaginarias del cuerpo que facilitan su análisis desde diferentes perspectivas. El uso de los planos anatómicos permite un lenguaje común en anatomía, evitando confusiones al describir la localización de las estructuras corporales (Tortora & Derrickson, 2021).

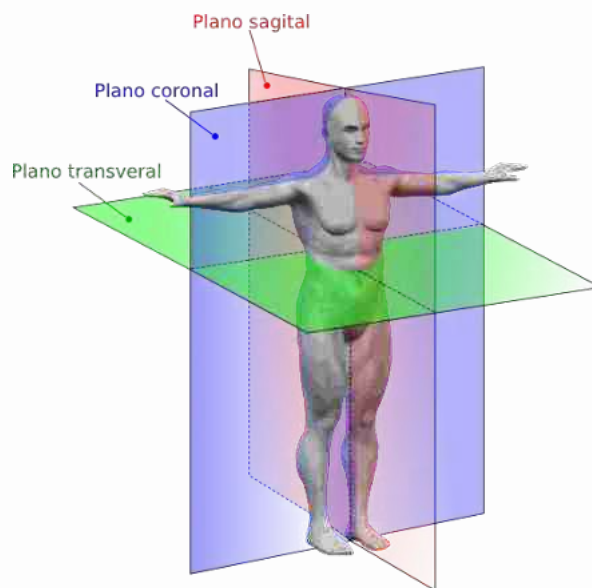
Los planos anatómicos principales son tres y se caracterizan por ser perpendiculares entre sí. El plano sagital divide el cuerpo humano en una porción derecha y otra izquierda; cuando este plano atraviesa exactamente la línea media del cuerpo, se denomina plano sagital medio. Este plano es

especialmente útil para estudiar la simetría corporal y comparar estructuras bilaterales (Marieb & Hoehn, 2019).

El plano frontal o coronal separa el cuerpo en una región anterior y otra posterior. Gracias a este plano es posible diferenciar las estructuras ubicadas hacia el frente del cuerpo de aquellas situadas en la parte posterior. Su uso es frecuente en la descripción anatómica y en la evaluación clínica, ya que permite identificar la profundidad de órganos y tejidos (Moscoso, 2024).

El plano transversal u horizontal divide el cuerpo humano en una parte superior y otra inferior. Este plano es fundamental en el análisis de cortes anatómicos y en la interpretación de estudios de imagen como la tomografía computarizada y la resonancia magnética, ya que permite observar el cuerpo a distintos niveles (Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 2 Planos Anatómicos



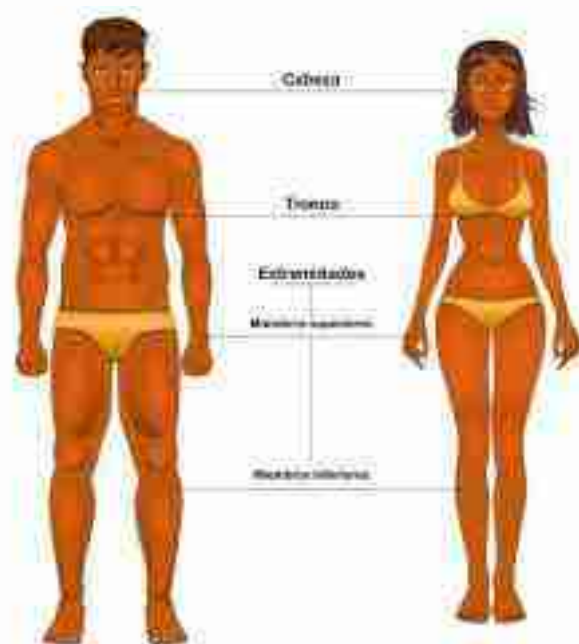
Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: La unidad entre forma y función* (6.ª ed.), por Saladin (2018).

Además de los planos anatómicos, el cuerpo humano se organiza en segmentos anatómicos, los cuales corresponden a sus grandes regiones estructurales. Estos segmentos incluyen la cabeza, el cuello, el tronco y las extremidades superiores e inferiores. La segmentación corporal permite una

descripción general del cuerpo humano y facilita la localización de estructuras durante el estudio anatómico y la exploración física (Marieb & Hoehn, 2019).

La división en segmentos anatómicos resulta especialmente útil en el ámbito clínico, ya que permite identificar con mayor precisión la región del cuerpo donde se localiza una lesión, dolor o alteración funcional. Asimismo, facilita la comunicación entre profesionales de la salud al describir hallazgos durante el examen físico (Moscoso, 2024)

Figura 3 Segmentos Anatómicos



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología humana* (9.ª ed.), por Marieb y Hoehn (2019).

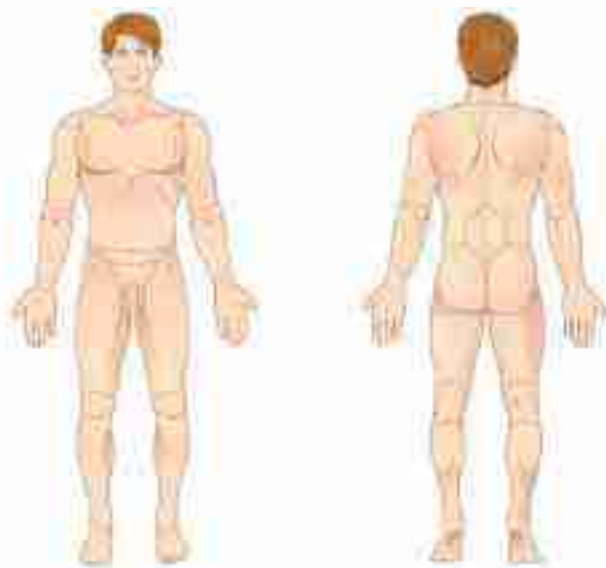
La posición anatómica es una postura de referencia universal utilizada en el estudio del cuerpo humano para describir la ubicación, relación y orientación de las estructuras corporales de manera clara y estandarizada. Su uso permite que todos los términos anatómicos tengan un significado único, evitando confusiones en la descripción del cuerpo humano, independientemente de la postura real que adopte la persona (Tortora & Derrickson, 2021).

En la posición anatómica, el cuerpo humano se encuentra de pie y erguido, con la cabeza y la mirada dirigidas hacia el frente. Los miembros superiores se ubican a los lados del cuerpo, con las palmas de las manos orientadas hacia adelante, mientras que los miembros inferiores permanecen extendidos, con los pies paralelos y dirigidos hacia el frente. Esta postura constituye el punto de partida para la descripción anatómica (Marieb & Hoehn, 2019).

La posición anatómica es fundamental porque todos los términos direccionales se definen tomando como referencia esta postura. Por ejemplo, los conceptos de anterior, posterior, medial o lateral se interpretan siempre considerando el cuerpo en posición anatómica, incluso si el individuo se encuentra sentado, acostado o en movimiento (Saladin, 2018).

Además, la posición anatómica permite mantener uniformidad en la enseñanza y en la práctica clínica, ya que facilita la comunicación entre estudiantes y profesionales de la salud. Gracias a esta referencia común, es posible describir procedimientos, lesiones y relaciones anatómicas de manera precisa y comprensible (Moscoso, 2024)

Figura 4 Posición Anatómica



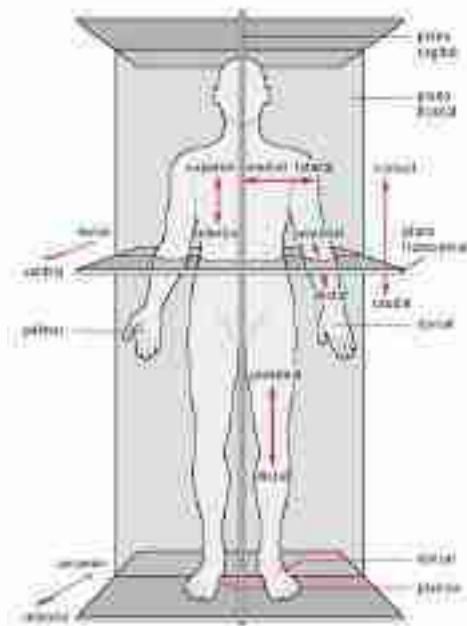
Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: La unidad entre forma y función* (6.ª ed.), por Saladin (2018).

La terminología anatómica direccional complementa el uso de planos, segmentos y posición anatómica, ya que permite describir con exactitud la posición y relación entre las distintas estructuras del cuerpo humano. Estos términos se utilizan siempre tomando como referencia la posición anatómica, lo que garantiza uniformidad y claridad en la descripción anatómica (Saladin, 2018)

Entre los términos direccionales más utilizados se encuentran anterior y posterior, que indican la ubicación hacia el frente o hacia la parte posterior del cuerpo; superior e inferior, que señalan la posición hacia la cabeza o hacia los pies; y medial y lateral, que describen la cercanía o lejanía de una estructura con respecto a la línea media del cuerpo (Marieb & Hoehn, 2019).

Otros términos direccionales de uso frecuente son proximal y distal, empleados principalmente en las extremidades para indicar la cercanía o lejanía respecto al punto de origen de una estructura. Asimismo, los términos superficial y profundo permiten describir la ubicación de una estructura en relación con la superficie corporal, siendo fundamentales para la descripción anatómica y clínica (Moscoso, 2024).

El dominio de la terminología anatómica direccional es esencial para el estudio de la anatomía y la fisiología, ya que constituye la base del lenguaje científico utilizado en las ciencias de la salud. Su correcta aplicación facilita la comprensión de textos académicos, la comunicación entre profesionales y la adecuada descripción de procedimientos y hallazgos clínicos (Moscoso, 2024; Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 5 Terminología Anatómica Direccional

Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología humana* (9.ª ed.), por Marieb y Hoehn (2019).

3.3. Cavidades Anatómicas

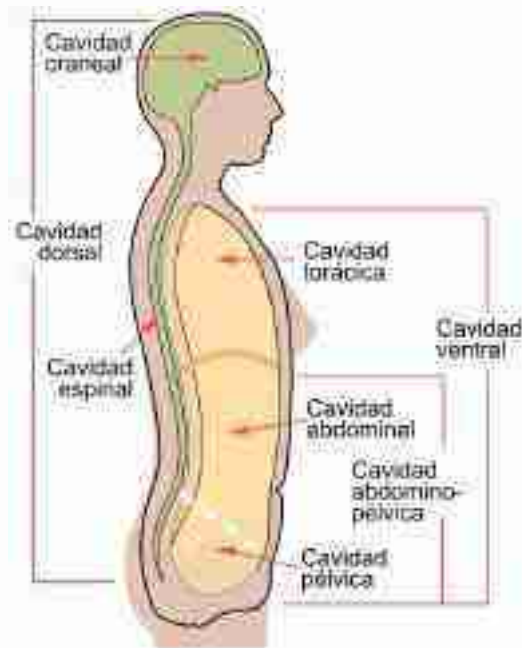
Las cavidades anatómicas son espacios internos del cuerpo humano que alojan y protegen los órganos, permitiendo su correcta organización y funcionamiento. Estas cavidades no solo brindan protección frente a traumatismos, sino que también facilitan el movimiento y la expansión de los órganos durante procesos fisiológicos como la respiración, la digestión y la circulación sanguínea (Marieb & Hoehn, 2019)

La presencia de cavidades anatómicas permite que los órganos se mantengan separados y organizados según su función, evitando interferencias entre sistemas corporales. Además, muchas cavidades contienen membranas serosas y líquidos que reducen la fricción entre los órganos, favoreciendo su funcionamiento adecuado (Saladin, 2018).

Desde el punto de vista anatómico, las cavidades del cuerpo humano se clasifican en dos grandes grupos: la cavidad dorsal y la cavidad ventral.

Esta clasificación facilita el estudio del cuerpo humano y permite comprender mejor la disposición y relación de los órganos internos (Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 6 Clasificación general de las cavidades anatómicas



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología humana* (9.ª ed.), por Marieb y Hoehn (2019).

AUTOEVALUACIÓN

1. La anatomía es la ciencia que se encarga principalmente de estudiar:
 - a) Las funciones químicas de las células
 - b) El funcionamiento de los órganos y sistemas
 - c) La estructura, forma y relación de las partes del cuerpo humano
 - d) Las enfermedades del organismo

2. La fisiología se define como la ciencia que estudia:
 - a) La localización de los órganos internos
 - b) El desarrollo embrionario del cuerpo humano
 - c) El funcionamiento del cuerpo humano y sus procesos vitales
 - d) La clasificación de los tejidos

3. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones describe mejor la relación entre anatomía y fisiología?
 - a) Son disciplinas independientes sin relación entre sí
 - b) La anatomía depende de la fisiología
 - c) La fisiología determina la estructura corporal
 - d) La estructura de un órgano condiciona su función

4. El plano sagital medio divide el cuerpo humano en:
 - a) Parte anterior y posterior
 - b) Parte superior e inferior
 - c) Dos mitades iguales: derecha e izquierda
 - d) Dos partes desiguales

5. El plano frontal o coronal separa el cuerpo en:
 - a) Derecho e izquierdo
 - b) Superior e inferior
 - c) Anterior y posterior
 - d) Interno y externo

6. El plano transversal u horizontal divide el cuerpo en:
- a) Anterior y posterior
 - b) Derecho e izquierdo
 - c) Proximal y distal
 - d) Superior e inferior
7. ¿Cuál de los siguientes corresponde a un segmento anatómico del cuerpo humano?
- a) Cavidad torácica
 - b) Sistema nervioso
 - c) Tronco
 - d) Aparato digestivo
8. El uso de planos anatómicos es importante porque permite:
- a) Clasificar los tejidos del cuerpo
 - b) Describir la ubicación de estructuras de forma precisa
 - c) Estudiar únicamente los órganos internos
 - d) Analizar funciones fisiológicas
9. La anatomía macroscópica se caracteriza por estudiar:
- a) Células y organelos
 - b) Tejidos observables solo con microscopio
 - c) Estructuras visibles a simple vista
 - d) Procesos bioquímicos
10. El equilibrio interno del organismo que se mantiene gracias a la interacción de los sistemas corporales se denomina:
- a) Metabolismo
 - b) Homeostasis
 - c) Organización anatómica
 - d) Adaptación externa

Respuestas correctas:

1) C

2) C

3) D

4) C

5) C

6) D

7) C

8) B

9) C

10) B

UNIDAD 2

ORGANIZACIÓN DEL CUERPO HUMANO

El cuerpo humano presenta una organización jerárquica que permite comprender cómo estructuras pequeñas y simples se integran progresivamente para formar sistemas complejos capaces de mantener la vida. Esta organización facilita el estudio del organismo, ya que permite analizar sus componentes desde lo más básico hasta lo más complejo, estableciendo una relación directa entre estructura y función (Díaz et al., 2024).

La organización del cuerpo humano se describe a través de diferentes niveles de organización, que incluyen el nivel químico, celular, tisular, orgánico y sistémico. Cada nivel se construye a partir del anterior y cumple funciones específicas que, en conjunto, garantizan el funcionamiento integral del organismo (Moscoso, 2024).

Comprender estos niveles de organización es fundamental para el estudio de la morfofisiología, ya que permite explicar cómo las alteraciones en un nivel pueden afectar a los demás. De esta manera, se facilita la comprensión de los procesos fisiológicos normales y de los cambios estructurales y funcionales que se presentan en diversas patologías (Tortora & Derrickson, 2021).

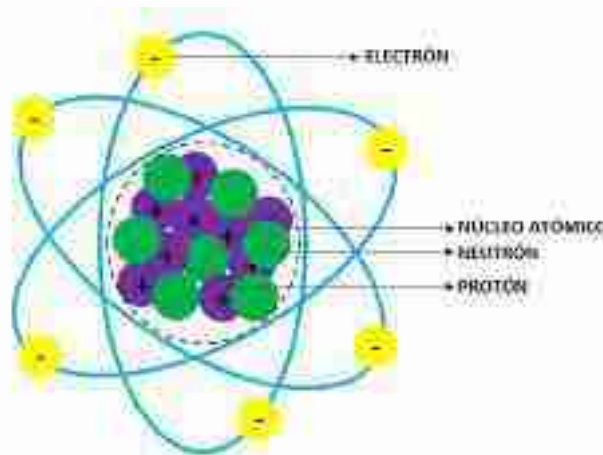
En esta unidad se abordarán los principales niveles de organización del cuerpo humano, iniciando con el nivel químico y celular, para posteriormente analizar el nivel tisular y el sistema tegumentario, sentando así las bases para el estudio de los sistemas y aparatos del organismo (Díaz et al., 2024; Marieb & Hoehn, 2019).

3.4. Nivel químico de organización

El nivel químico de organización corresponde al nivel más simple de la estructura del cuerpo humano y constituye la base sobre la cual se desarrollan todos los demás niveles de organización. En este nivel se analizan los componentes químicos que forman las células y permiten que se lleven a cabo los procesos vitales necesarios para la vida (Díaz et al., 2024).

El cuerpo humano está formado por materia, la cual se compone de átomos. Los átomos son las unidades más pequeñas de los elementos químicos y están constituidos por partículas subatómicas como protones, neutrones y electrones. La combinación de estos átomos da origen a sustancias indispensables para la estructura y el funcionamiento del organismo (Moscoso, 2024).

Figura 7 Figura básica del átomo



Nota. Imagen adaptada de *Principios de anatomía y fisiología* (15.ª ed.), por Tortora y Derrickson (2021).

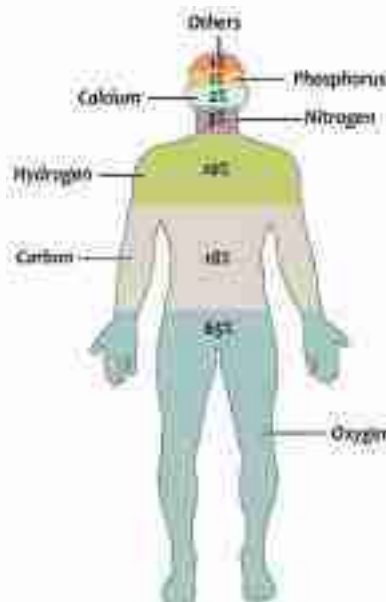
En el organismo humano existen elementos químicos esenciales que cumplen funciones estructurales y funcionales. Entre los más importantes se encuentran el carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre, conocidos como CHONPS. Estos elementos constituyen la base de las

moléculas orgánicas y permiten la formación de estructuras complejas indispensables para la vida celular (Díaz et al., 2024; Marieb & Hoehn, 2019).

El carbono es especialmente relevante debido a su capacidad para formar enlaces estables con otros átomos, lo que permite la creación de largas cadenas y estructuras tridimensionales. Esta característica explica la gran diversidad de moléculas orgánicas presentes en el cuerpo humano y su importancia en los procesos biológicos (Saladin, 2018).

Figura 8

Elementos químicos esenciales del cuerpo humano (CHONPS)



Nota. Imagen adaptada de *Principios de anatomía y fisiología* (15.ª ed.), por Tortora y Derrickson (2021).

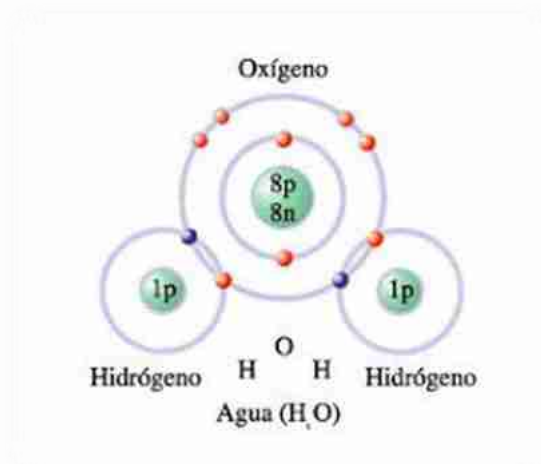
Los átomos pueden unirse entre sí mediante enlaces químicos, dando lugar a la formación de moléculas. Estos enlaces pueden ser fuertes o débiles y determinan la estabilidad y función de las moléculas dentro de la célula. La formación de moléculas permite la organización de la materia en niveles cada vez más complejos (Tortora & Derrickson, 2021).

Las moléculas presentes en el cuerpo humano pueden ser simples, como el agua, o complejas, como las proteínas y los ácidos nucleicos. La interacción entre estas moléculas es fundamental para que se produzcan reacciones químicas que sostienen la vida (Moscoso, 2024).

El agua es la molécula más abundante en el cuerpo humano y constituye aproximadamente dos tercios del peso corporal. Cumple funciones esenciales como actuar como solvente, facilitar las reacciones químicas, transportar nutrientes y desechos, regular la temperatura corporal y lubricar tejidos y articulaciones. Su presencia es indispensable para el mantenimiento de la homeostasis (Díaz et al., 2024; Tortora & Derrickson, 2021).

Además, el agua participa directamente en numerosas reacciones metabólicas y permite que las sustancias se disuelvan y se distribuyan adecuadamente en el organismo. La alteración del equilibrio hídrico puede afectar gravemente el funcionamiento celular (Marieb & Hoehn, 2019).

Figura 9 Molécula de agua



Nota. Imagen adaptada de *Principios de anatomía y fisiología* (15.ª ed.), por Tortora y Derrickson (2021).

Dentro del nivel químico se distinguen compuestos inorgánicos y compuestos orgánicos. Los compuestos inorgánicos incluyen el agua, las sales, los ácidos y las bases, los cuales participan en funciones como la regulación

del equilibrio ácido-base, la transmisión de impulsos nerviosos y la contracción muscular (Moscoso, 2024).

Los compuestos orgánicos contienen carbono y forman las principales biomoléculas del cuerpo humano: carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. Estas biomoléculas cumplen funciones específicas que permiten el crecimiento, mantenimiento y reparación del organismo (Díaz et al., 2024; Marieb & Hoehn, 2019).

Los carbohidratos son la principal fuente de energía inmediata para las células; los lípidos actúan como reserva energética, forman parte de las membranas celulares y participan en la síntesis de hormonas; las proteínas desempeñan funciones estructurales, de transporte, defensa y regulación; y los ácidos nucleicos almacenan y transmiten la información genética necesaria para la síntesis de proteínas (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

Las reacciones químicas que ocurren de forma continua en el organismo constituyen el metabolismo. Este incluye procesos de anabolismo, que permiten la síntesis de moléculas complejas, y catabolismo, que implica la degradación de sustancias para liberar energía. El equilibrio entre ambos procesos es esencial para la supervivencia y el adecuado funcionamiento del organismo (Moscoso, 2024; Tortora & Derrickson, 2021).

3.5. Nivel celular de organización

El nivel celular de organización corresponde al nivel en el cual los componentes químicos se integran y organizan para formar células, consideradas la unidad estructural y funcional básica del cuerpo humano. Todas las estructuras del organismo, desde los tejidos hasta los sistemas, se originan a partir de la actividad celular, lo que convierte a la célula en un elemento fundamental para el estudio de la Morfofisiología humana (Díaz et al., 2024).

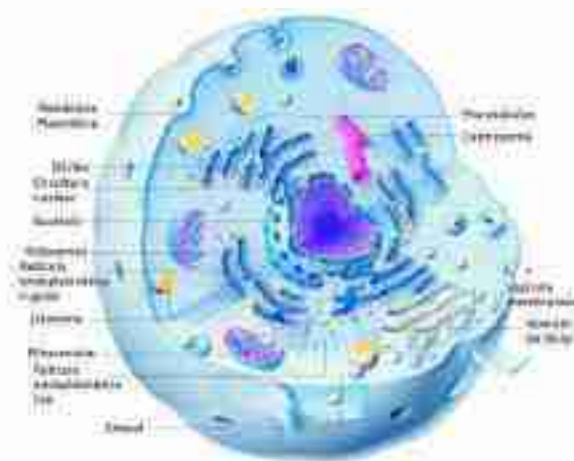
Las células son las unidades más pequeñas capaces de realizar funciones vitales como el metabolismo, la respuesta a estímulos, la comunicación y la reproducción. En el cuerpo humano existen billones de células que, aunque presentan diferencias en forma y función, comparten una organización básica que permite su supervivencia y funcionamiento coordinado (Tortora & Derrickson, 2021).

1.1.1. Estructura general de la célula humana

Todas las células humanas están delimitadas por una membrana plasmática, la cual actúa como una barrera selectiva que regula el intercambio de sustancias entre el interior celular y el medio externo. Esta membrana permite el ingreso de nutrientes y la eliminación de desechos, manteniendo condiciones internas adecuadas para el funcionamiento celular (Marieb & Hoehn, 2019).

El interior de la célula está ocupado por el citoplasma, una sustancia semifluida compuesta principalmente por agua, proteínas y sales. En el citoplasma se localizan los orgánulos celulares y se desarrollan la mayoría de reacciones metabólicas necesarias para la vida celular (Moscoso, 2024).

Figura 10 Estructura general de la célula humana



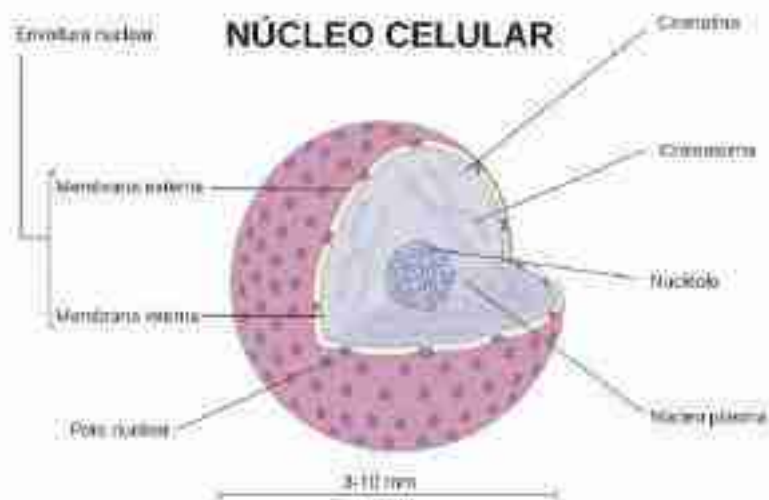
Nota. Imagen adaptada de *Principios de anatomía y fisiología* (15.ª ed.), por Tortora y Derrickson (2021)

1.1.1.1. El núcleo celular

El núcleo es uno de los orgánulos más importantes de la célula, ya que contiene el material genético en forma de ADN. Este material dirige las actividades celulares, regula la síntesis de proteínas y controla los procesos de crecimiento, diferenciación y división celular (Saladin, 2018).

Dentro del núcleo se encuentran estructuras especializadas como el nucléolo, encargado de la producción de ribosomas. La envoltura nuclear, formada por una doble membrana, protege el material genético y regula el intercambio de sustancias entre el núcleo y el citoplasma (Marieb & Hoehn, 2019).

Figura 11 Estructura del núcleo celular



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: La unidad entre forma y función* (6.ª ed.), por Saladin (2018).

1.1.1.2. Organelos celulares y sus funciones

Las mitocondrias son orgánulos encargados de la producción de energía celular. En su interior se llevan a cabo procesos metabólicos que permiten la obtención de ATP, molécula que suministra energía para las actividades celulares. La cantidad de mitocondrias varía según la demanda energética de cada tipo celular (Marieb & Hoehn, 2019).

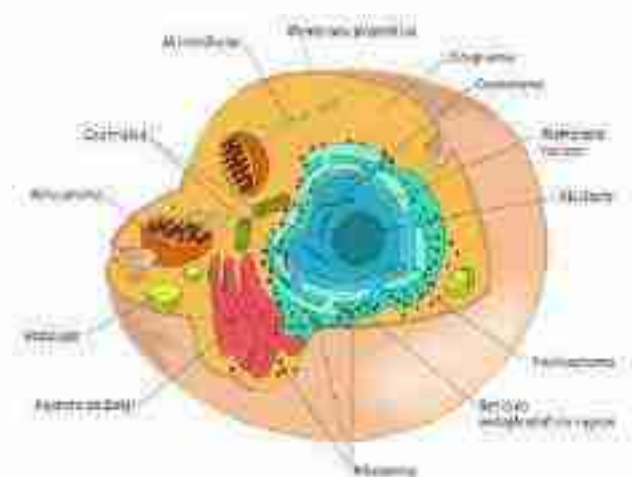
El retículo endoplasmático puede ser rugoso o liso. El retículo endoplasmático rugoso participa en la síntesis de proteínas, mientras que el retículo endoplasmático liso interviene en la síntesis de lípidos y en la detoxificación de sustancias. Ambos orgánulos contribuyen al correcto funcionamiento celular (Tortora & Derrickson, 2021).

El aparato de Golgi se encarga de modificar, empaquetar y transportar proteínas y lípidos hacia su destino final dentro o fuera de la célula. Su acción coordinada con el retículo endoplasmático permite una distribución eficiente de las sustancias celulares (Moscoso, 2024).

Los lisosomas son orgánulos que contienen enzimas encargadas de la digestión celular. Participan en la degradación de sustancias, organelos dañados y partículas extrañas, contribuyendo al mantenimiento del equilibrio interno de la célula (Saladin, 2018).

Los ribosomas son estructuras responsables de la síntesis de proteínas. Pueden encontrarse libres en el citoplasma o adheridos al retículo endoplasmático rugoso, y su actividad es esencial para la producción de proteínas estructurales y funcionales (Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 12 Principales organelos celulares



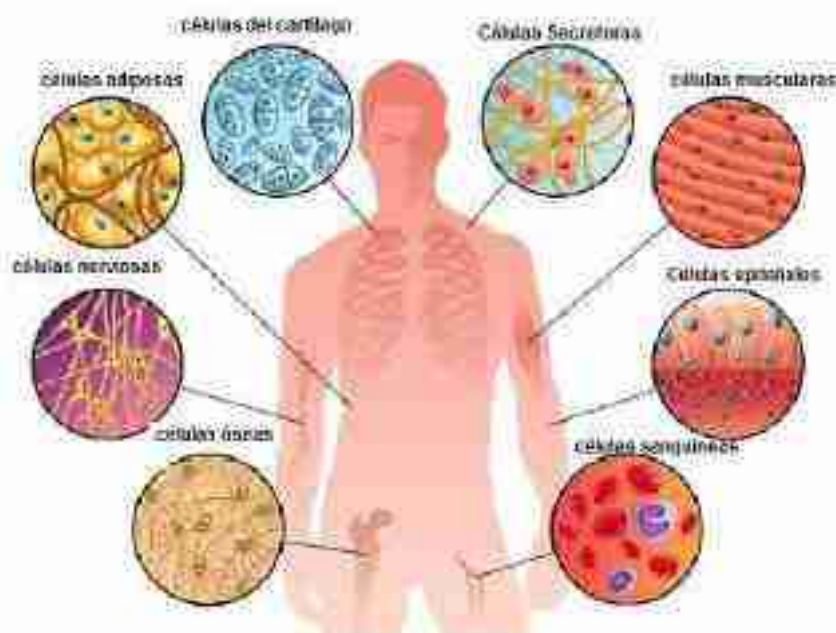
Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología humana* (9.ª ed.), por Marieb y Hoehn (2019).

1.1.2. Tipos de células en el cuerpo humano

Aunque todas las células comparten una organización básica, presentan diferencias estructurales y funcionales que les permiten cumplir funciones específicas. Existen células especializadas como las neuronas, células musculares, células epiteliales y células sanguíneas, cada una adaptada a su función particular (Moscoso, 2024).

La especialización celular permite la formación de tejidos y órganos, lo que explica la complejidad estructural del cuerpo humano. Esta diversidad celular es el resultado de procesos de diferenciación que ocurren durante el desarrollo y crecimiento del organismo (Díaz et al., 2024).

Figura 13 Diversidad de células especializadas del cuerpo humano



Nota. Imagen adaptada de *Morfofisiología aplicada: Guía didáctica de estudio*, por Díaz Vásquez et al. (2024).

1.1.3. Relación del nivel celular con otros niveles de organización

Las células no funcionan de manera aislada, sino que se agrupan y coordinan para formar tejidos. Esta integración permite que las funciones

celulares individuales se conviertan en funciones más complejas, propias de los tejidos y órganos del cuerpo humano (Tortora & Derrickson, 2021)

El estudio del nivel celular permite comprender cómo las alteraciones en la estructura o función de una célula pueden afectar a los niveles superiores de organización, influyendo directamente en el funcionamiento general del organismo (Drake et al., 2020).

3.6. Nivel tisular de organización

El nivel tisular de organización se presenta cuando células con características estructurales y funcionales semejantes se agrupan y se organizan para cumplir una función específica.

Estos conjuntos celulares reciben el nombre de tejidos y constituyen un nivel de organización superior al nivel celular. La disposición ordenada de las células y de los productos que estas elaboran permite el desarrollo de funciones más complejas dentro del cuerpo humano (Saladin, 2018).

Los tejidos están formados por células y por los componentes extracelulares que estas producen, como fibras y sustancias intercelulares. La proporción y organización de estos elementos varía según el tipo de tejido y se relaciona directamente con su función dentro del organismo (Tortora & Derrickson, 2021).

Desde el punto de vista anatómico y funcional, el cuerpo humano se organiza en cuatro tipos fundamentales de tejidos: tejido epitelial, tejido conectivo, tejido muscular y tejido nervioso. Esta clasificación permite comprender cómo estructuras celulares especializadas se integran para formar órganos y sistemas (Marieb & Hoehn, 2019).

Figura 14 Clasificación general de los tejidos del cuerpo humano



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología humana* (9.ª ed.), por Marieb y Hoehn (2019).

1.1.4. Tejido epitelial

El tejido epitelial está formado por células estrechamente unidas entre sí, con escasa matriz extracelular. Cumple funciones de protección, absorción, secreción y filtración. Este tejido recubre la superficie externa del cuerpo, reviste cavidades internas y conductos, y constituye las glándulas (Saladin, 2018).

Entre sus características destacan la organización estructural diferenciada, el apoyo sobre una membrana basal, la ausencia de vasos sanguíneos y una alta capacidad de regeneración, lo que le permite renovarse constantemente (Marieb & Hoehn, 2019).

1.1.4.1. Clasificación del tejido epitelial

El tejido epitelial se clasifica de acuerdo con el número de capas celulares y la forma de las células (Saladin, 2018).

Epitelio simple

Está formado por una sola capa de células, lo que facilita procesos de difusión, absorción y secreción.

- Escamoso simple (pavimentoso simple): células planas; intercambio rápido de sustancias (alvéolos, capilares).
- Cúbico simple: células cúbicas; secreción y absorción (túbulos renales).
- Cilíndrico simple: células alargadas; absorción y secreción (tubo digestivo).
- Pseudoestratificado simple: núcleos a diferentes alturas; protección y transporte de partículas (vías respiratorias) (Saladin, 2018).

Epitelio estratificado

Está formado por dos o más capas celulares, lo que proporciona mayor protección.

- Escamoso estratificado (pavimentoso): protección (epidermis, cavidad oral).
- Cuboidal estratificado: conductos glandulares.
- Cilíndrico estratificado: raro; grandes conductos excretores.
- Transicional: distensible; vías urinarias (Saladin, 2018).

Figura 15 Clasificación del epitelio simple y estratificado



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: La unidad entre forma y función* (6.ª ed.), por Saladin (2018).

1.1.5. Tejido conectivo

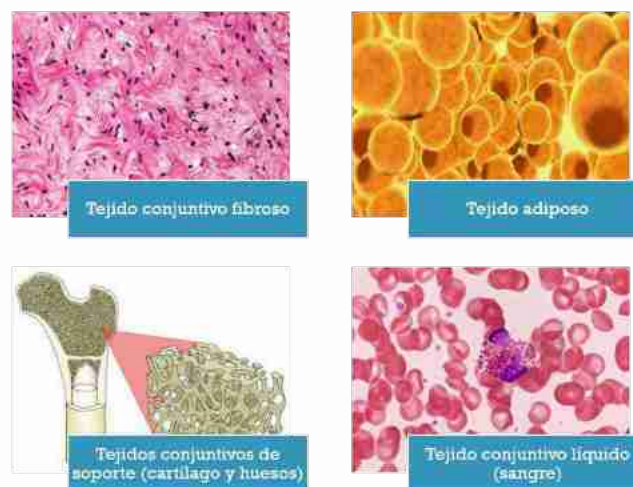
El tejido conectivo es el más abundante y diverso del cuerpo humano. Cumple funciones de unión, soporte, protección, transporte y defensa, y se caracteriza por la presencia de una matriz extracelular compuesta por fibras y sustancia fundamental (Saladin, 2018).

1.1.5.1. Clasificación del tejido conectivo

El tejido conectivo se clasifica en cuatro grandes grupos:

- Tejido conjuntivo fibroso: Proporciona resistencia y flexibilidad, se subdivide en laxo y denso, según la cantidad de fibras presentes.
- Tejido adiposo: Especializado en almacenamiento energético, aislamiento térmico y protección mecánica de órganos.
- Tejidos conjuntivos de soporte (cartílago y hueso): Incluyen cartílago (hialino, elástico y fibrocartílago) y hueso, responsables del soporte estructural y protección de órganos vitales.
- Tejido conjuntivo líquido (sangre): Representado por la sangre, encargada del transporte de sustancias, defensa inmunológica y regulación de la homeostasis (Saladin, 2018).

Figura 16 Clasificación del tejido conectivo



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: La unidad entre forma y función* (6.ª ed.), por Saladin (2018).

1.1.6. Tejido muscular

El tejido muscular está especializado en la contracción, lo que permite el movimiento corporal y el desplazamiento de sustancias internas. Sus células responden a estímulos y generan fuerza mecánica (Tortora & Derrickson, 2021).

1.1.6.1. Clasificación del tejido muscular

- Muscular esquelético: voluntario, estriado, unido a huesos.
- Muscular cardíaco: involuntario, estriado, forma el corazón.
- Muscular liso: involuntario, sin estriaciones, en órganos internos (Marieb & Hoehn, 2019).

Figura 17 Clasificación del tejido muscular

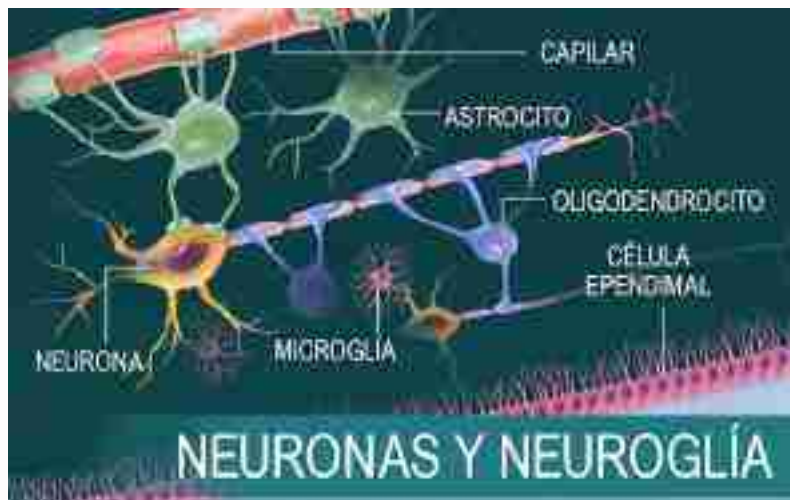


Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología humana* (9.ª ed.), por Marieb y Hoehn (2019).

1.1.7. Tejido nervioso

El tejido nervioso está especializado en la recepción, integración y transmisión de impulsos nerviosos, permitiendo la comunicación rápida y el control del organismo (Saladin, 2018).

Está compuesto por neuronas, responsables de la conducción del impulso nervioso, y células gliales, que cumplen funciones de soporte, protección y nutrición (Drake et al., 2020).

Figura 18*Tejido nervioso*

Nota. Imagen adaptada de *Anatomía para estudiantes* (4.ª ed.), por Drake et al. (2020).

3.7. Sistema Tegumentario

1.1.8. Introducción al sistema tegumentario

El sistema tegumentario está constituido por la piel y sus estructuras accesorias, y representa uno de los sistemas más extensos y funcionalmente complejos del cuerpo humano. Este sistema no solo actúa como una cubierta externa, sino que cumple funciones esenciales relacionadas con la protección del organismo, la regulación del medio interno y la interacción constante con el entorno. Su estudio permite comprender cómo una estructura aparentemente simple desempeña múltiples funciones vitales (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

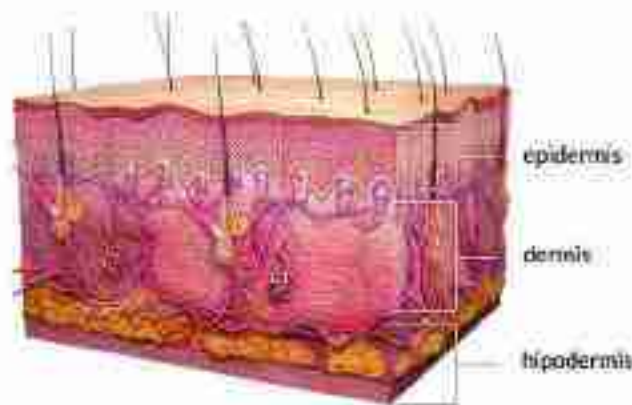
La piel funciona como una barrera dinámica que separa el medio interno del externo, permitiendo al mismo tiempo la percepción sensorial y el intercambio controlado de sustancias. Además, participa activamente en procesos fisiológicos como la termorregulación, la síntesis de vitamina D y la respuesta inmunológica, lo que evidencia su importancia dentro del mantenimiento de la homeostasis (Díaz et al., 2024; Marieb & Hoehn, 2019).

1.1.9. Componentes del sistema tegumentario

El sistema tegumentario está formado por la piel y por un conjunto de anexos cutáneos, entre los que se incluyen el cabello, las uñas y las glándulas cutáneas. Estas estructuras derivan del epitelio embrionario y se integran funcionalmente con la piel para cumplir funciones protectoras, reguladoras y sensoriales (Saladin, 2018).

Desde el punto de vista estructural, la piel se organiza en tres capas principales: epidermis, dermis e hipodermis. Cada una de estas capas presenta características histológicas particulares que se relacionan directamente con sus funciones específicas (Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 19 Capas estructurales de la piel



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: La unidad entre forma y función* (6.ª ed.), por Saladin (2018).

1.1.10. Estructura de la piel

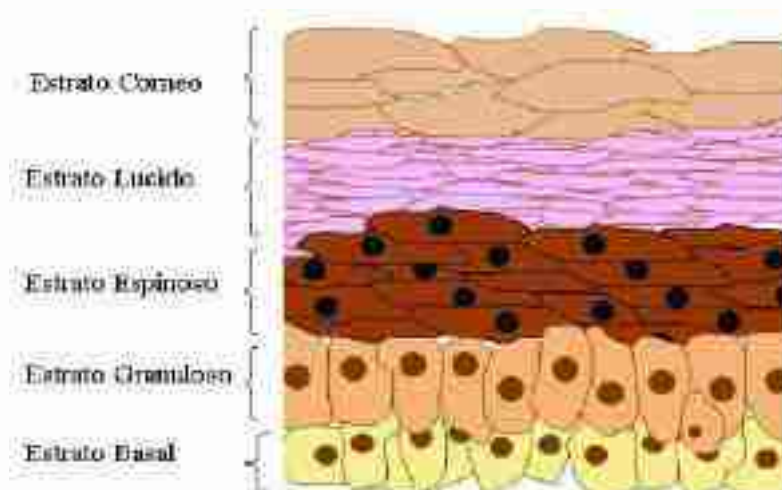
1.1.10.1. Epidermis

La epidermis es la capa más superficial de la piel y está constituida por epitelio escamoso estratificado queratinizado, lo que le permite resistir la fricción, la deshidratación y la acción de agentes externos. Esta capa carece de vasos sanguíneos y se nutre por difusión desde la dermis subyacente (Marieb & Hoehn, 2019).

Las células predominantes de la epidermis son los queratinocitos, responsables de la producción de queratina. Además, se encuentran otros tipos celulares como los melanocitos, que participan en la pigmentación y protección frente a la radiación ultravioleta; las células de Langerhans, relacionadas con la respuesta inmunológica; y las células de Merkel, asociadas a la percepción sensorial (Drake et al., 2020; Saladin, 2018).

Histológicamente, la epidermis se organiza en varios estratos: basal, espinoso, granuloso, lúcido (en piel gruesa) y córneo. Estos estratos reflejan un proceso continuo de renovación celular que permite el mantenimiento de la integridad cutánea (Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 20 Estratos de la epidermis



Nota. Imagen adaptada de *Principios de anatomía y fisiología* (15.ª ed.), por Tortora y Derrickson (2021).

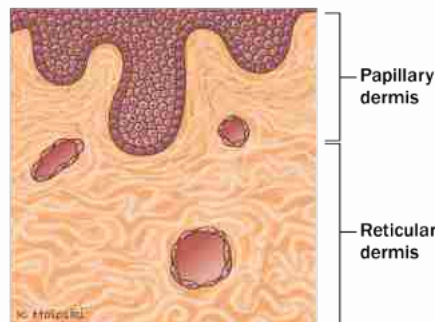
1.1.10.2. Dermis

La dermis es la capa intermedia de la piel y está formada principalmente por tejido conectivo, lo que le confiere resistencia, elasticidad y soporte estructural. En esta capa se localizan vasos sanguíneos, terminaciones nerviosas, glándulas cutáneas y folículos pilosos, lo que la convierte en una región funcionalmente activa (Saladin, 2018).

Desde el punto de vista histológico, la dermis se divide en una capa papilar, compuesta por tejido conectivo laxo, y una capa reticular, formada por tejido conectivo denso irregular rico en fibras de colágeno y elastina. Esta organización permite que la piel sea resistente y flexible al mismo tiempo (Marieb & Hoehn, 2019; Moscoso, 2024).

La dermis participa activamente en la termorregulación, la percepción sensorial y los procesos de cicatrización, gracias a su rica vascularización y a la presencia de receptores sensoriales especializados (Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 21 Organización estructural de la dermis



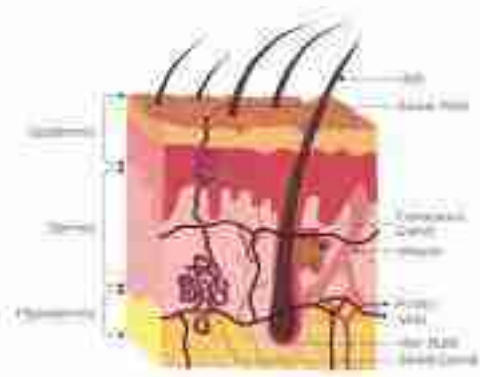
Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología humana* (9.ª ed.), por Marieb y Hoehn (2019).

1.1.10.3. Hipodermis

La hipodermis, también denominada tejido subcutáneo, se localiza por debajo de la dermis y está compuesta principalmente por tejido conectivo laxo y tejido adiposo. Aunque no forma parte estricta de la piel, cumple funciones esenciales en la fijación de la piel a estructuras subyacentes (Saladin, 2018).

Esta capa actúa como reserva energética, aislante térmico y amortiguador mecánico, protegiendo al organismo frente a traumatismos. Su grosor varía según la región corporal, el sexo y el estado nutricional del individuo (Díaz et al., 2024; Marieb & Hoehn, 2019).

Figura 22 Hipodermis (tejido subcutáneo)



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: La unidad entre forma y función* (6.ª ed.), por Saladin (2018).

1.1.11. Funciones del sistema tegumentario

El sistema tegumentario cumple múltiples funciones esenciales. Una de las principales es la protección, ya que la piel actúa como barrera física, química y biológica frente a microorganismos, radiación ultravioleta y agentes externos potencialmente dañinos (Saladin, 2018).

Otra función fundamental es la regulación de la temperatura corporal, mediante mecanismos como la sudoración y los cambios en el calibre de los vasos sanguíneos dérmicos. Estos procesos permiten mantener la temperatura corporal dentro de límites adecuados (Marieb & Hoehn, 2019).

El sistema tegumentario también cumple una función sensorial, ya que la piel contiene receptores especializados para el tacto, la presión, el dolor y la temperatura. Esta información es transmitida al sistema nervioso, permitiendo respuestas adecuadas frente al entorno (Drake et al., 2020).

Asimismo, la piel participa en funciones metabólicas, como la síntesis de vitamina D, y en funciones inmunológicas, gracias a la presencia de células especializadas que contribuyen a la defensa del organismo (Díaz et al., 2024; Tortora & Derrickson, 2021).

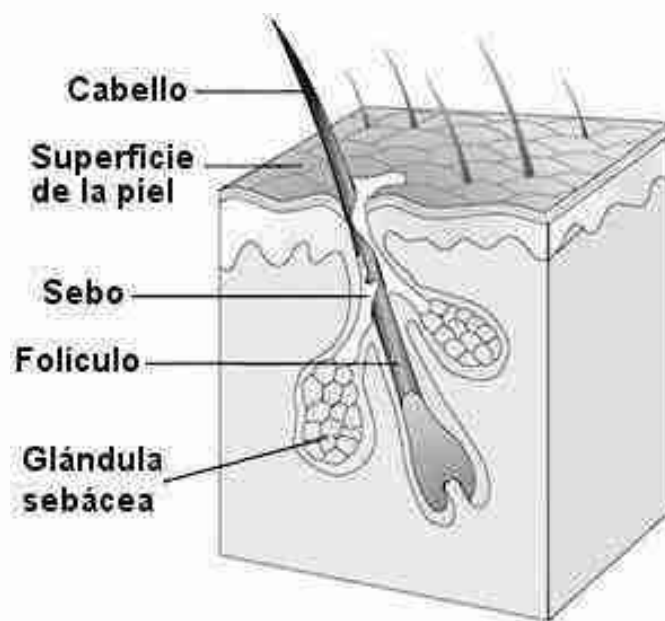
1.1.12. Anexos cutáneos

1.1.12.1. Cabello

El cabello está formado por células epiteliales queratinizadas y se origina en los folículos pilosos, localizados en la dermis. Cumple funciones de protección, aislamiento térmico y sensibilidad táctil (Marieb & Hoehn, 2019).

Estructuralmente, el cabello se compone de un tallo visible y una raíz alojada en el folículo. Asociadas a esta estructura se encuentran las glándulas sebáceas y los músculos erectores del pelo, que participan en la lubricación y en respuestas reflejas (Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 23 Estructura del folículo piloso y del cabello



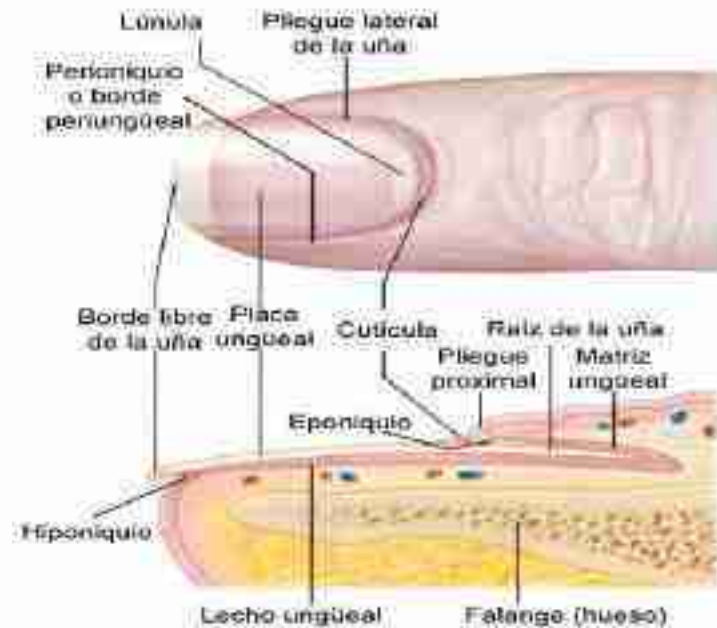
Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología humana* (9.ª ed.), por Marieb y Hoehn (2019).

1.1.12.2. Uñas

Las uñas son placas de queratina dura que cubren la superficie dorsal de las falanges distales. Protegen los extremos de los dedos y facilitan la manipulación de objetos pequeños (Saladin, 2018).

La uña está formada por la lámina ungueal, el lecho ungueal, la raíz y la matriz ungueal, región responsable de su crecimiento continuo. Cambios en su forma o coloración pueden reflejar alteraciones sistémicas (Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 24 Estructura anatómica de la uña

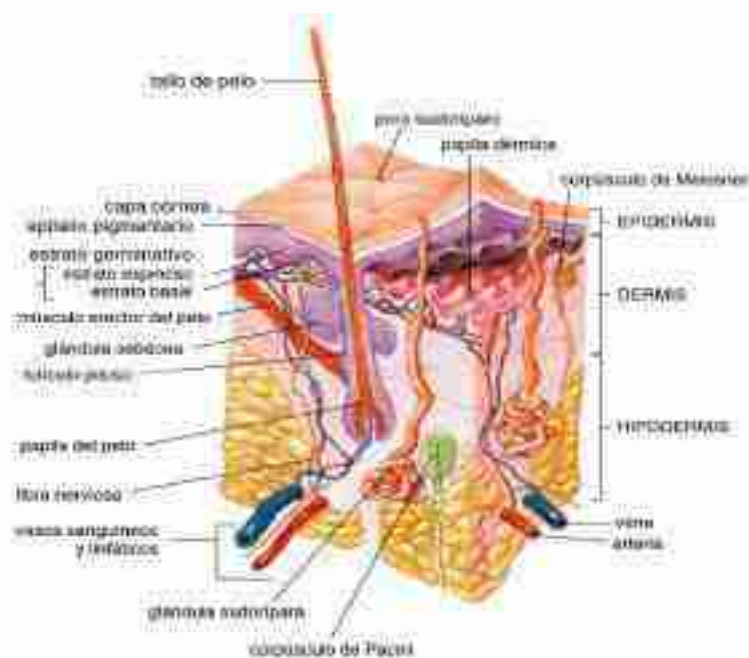


Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: La unidad entre forma y función* (6.ª ed.), por Saladin (2018).

1.1.12.3. Glándulas cutáneas

Las glándulas cutáneas incluyen las glándulas sebáceas y las glándulas sudoríparas. Las glándulas sebáceas producen sebo, que lubrica y protege la piel y el cabello. Su actividad está influenciada por factores hormonales (Saladin, 2018).

Las glándulas sudoríparas se clasifican en ecrinas y apocrinas. Las ecrinas participan principalmente en la termorregulación, mientras que las apocrinas se relacionan con respuestas emocionales y hormonales (Marieb & Hoehn, 2019; Moscoso, 2024).

Figura 25 Tipos de glándulas cutáneas

Nota. Imagen adaptada de *Principios de anatomía y fisiología* (15.ª ed.), por Tortora y Derrickson (2021).

AUTOEVALUACIÓN

1. El nivel químico de organización del cuerpo humano está constituido principalmente por:

- a) Órganos y sistemas
- b) Tejidos especializados
- c) Átomos y moléculas
- d) Células y organelos

2. La célula se considera la unidad estructural y funcional del cuerpo humano porque:

- a) Forma exclusivamente los tejidos
- b) Es la estructura más pequeña capaz de realizar funciones vitales
- c) Solo se encuentra en órganos internos
- d) No presenta especialización

3. ¿Cuál de las siguientes estructuras pertenece al nivel celular de organización?

- a) Epitelio
- b) Mitocondria
- c) Sistema digestivo
- d) Músculo esquelético

4. El tejido se define como:

- a) Un conjunto de órganos que cumplen una función común
- b) Un grupo de sistemas relacionados
- c) Un conjunto de células similares que realizan una función específica
- d) Una estructura formada únicamente por células nerviosas

5. ¿Cuál de los siguientes corresponde a un tipo de tejido básico del cuerpo humano?

- a) Óseo
- b) Cartilaginoso
- c) Epitelial
- d) Hematológico

6. El tejido epitelial se caracteriza principalmente por:

- a) Presentar abundante matriz extracelular
- b) Tener capacidad de contracción
- c) Recubrir superficies y cavidades del cuerpo
- d) Transmitir impulsos nerviosos

7. El tejido conectivo tiene como función principal:

- a) Proteger y unir los diferentes tejidos y órganos
- b) Generar impulsos eléctricos
- c) Permitir el movimiento voluntario
- d) Recubrir superficies internas

8. El tejido muscular se clasifica en:

- a) Epitelial, conectivo y nervioso
- b) Liso, estriado esquelético y cardíaco
- c) Voluntario e involuntario exclusivamente
- d) Axial y apendicular

9. El tejido nervioso se especializa en:

- a) La contracción muscular
- b) La protección mecánica del cuerpo
- c) La transmisión de impulsos nerviosos
- d) El almacenamiento de energía

10. El sistema tegumentario está conformado principalmente por:

- a) Piel y anexos cutáneos
- b) Huesos y músculos
- c) Nervios y vasos sanguíneos
- d) Glándulas endocrinas

Respuestas correctas:

- | | |
|------|-------|
| 1) C | 6) C |
| 2) B | 7) A |
| 3) B | 8) B |
| 4) C | 9) C |
| 5) C | 10) A |

UNIDAD 3

PRINCIPIOS DEL SOPORTE Y MOVIMIENTO

El sistema osteomioarticular está conformado por la integración funcional del sistema óseo, el sistema articular y el sistema muscular, los cuales actúan de manera coordinada para proporcionar soporte estructural, protección de órganos vitales, mantenimiento de la postura y producción del movimiento. (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

Los huesos constituyen el almacén del cuerpo y actúan como palancas; las articulaciones permiten distintos grados de movilidad entre los huesos; y los músculos generan fuerza mediante la contracción. La interacción armónica entre estos componentes posibilita movimientos voluntarios precisos y adaptaciones posturales frente a las exigencias del entorno (Marieb & Hoehn, 2019; Moscoso, 2024)

El estudio del sistema osteo-mio-articular resulta fundamental en la formación en salud, ya que las alteraciones en cualquiera de sus componentes pueden afectar la movilidad, la estabilidad y la calidad de vida del individuo. Por ello, en este capítulo se abordará cada sistema de forma independiente, sin perder la visión integradora que caracteriza al análisis morfofisiológico (Díaz et al., 2024; Drake et al., 2020).

Figura 26 Integración del sistema osteomioarticular



Nota. Imagen adaptada de Principios de anatomía y fisiología (15.ª ed.), por Tortora y Derrickson (2021).

3.8. Sistema óseo

3.8.1. Generalidades del sistema óseo

El sistema óseo está constituido por el conjunto de huesos que forman el esqueleto humano, junto con los cartílagos asociados. Este sistema proporciona la base estructural del cuerpo, permitiendo mantener la forma corporal y servir de punto de inserción para los músculos esqueléticos. Los huesos no son estructuras estáticas, sino tejidos vivos altamente especializados y metabólicamente activos (Saladin, 2018).

El esqueleto humano se organiza de manera que cumple funciones mecánicas y fisiológicas esenciales. Los huesos están formados por tejido óseo, un tipo de tejido conectivo especializado caracterizado por una matriz extracelular mineralizada que le confiere resistencia y rigidez, sin perder completamente la capacidad de adaptación y remodelación (Marieb & Hoehn, 2019).

3.8.2. Funciones del sistema óseo

El sistema óseo cumple múltiples funciones fundamentales para el organismo. Una de sus funciones principales es el soporte, ya que los huesos forman el armazón que sostiene los tejidos blandos y mantiene la postura corporal. Esta función estructural permite al cuerpo resistir la gravedad y mantener el equilibrio (Tortora & Derrickson, 2021).

Otra función esencial es la protección de órganos vitales. El cráneo protege el encéfalo, la columna vertebral resguarda la médula espinal y la caja torácica protege el corazón y los pulmones. Esta disposición anatómica evidencia la relación directa entre la forma de los huesos y su función protectora (Saladin, 2018).

El sistema óseo participa activamente en el movimiento, actuando como un sistema de palancas sobre el cual actúan los músculos esqueléticos. Cuando los músculos se contraen, generan fuerzas que se transmiten a los

huesos a través de las articulaciones, permitiendo el desplazamiento corporal (Marieb & Hoehn, 2019).

Además, los huesos cumplen una función hematopoyética, ya que en la médula ósea roja se produce la formación de células sanguíneas. Esta función es vital para el transporte de oxígeno, la defensa inmunológica y la coagulación (Moscoso, 2024).

Otra función importante es la homeostasis mineral, debido a que los huesos actúan como reservorio de minerales, especialmente calcio y fósforo. Estos minerales pueden ser liberados o almacenados según las necesidades del organismo, contribuyendo al equilibrio metabólico (Díaz et al., 2024; Saladin, 2018).

3.8.3. Organización general del esqueleto

El esqueleto humano se divide en esqueleto axial y esqueleto apendicular, según la localización y función de sus componentes. El esqueleto axial constituye el eje central del cuerpo y está formado por el cráneo, la columna vertebral y la caja torácica, mientras que el esqueleto apendicular incluye los huesos de las extremidades superiores e inferiores y las cinturas que las conectan al tronco (Tortora & Derrickson, 2021).

Esta organización permite una distribución eficiente del peso corporal y facilita tanto la protección de órganos vitales como la movilidad del cuerpo humano (Saladin, 2018).

Figura 27 Esqueleto axial y apendicular



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía para estudiantes* (4.ª ed.), por Drake et al. (2020).

3.8.4. Clasificación de los huesos por su forma

Los huesos del cuerpo humano presentan una amplia diversidad de formas y tamaños, las cuales se relacionan directamente con las funciones que desempeñan. Desde el punto de vista morfológico, los huesos se clasifican principalmente según su forma, lo que permite comprender cómo su estructura se adapta a las exigencias mecánicas y funcionales del organismo (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

Huesos largos

Los huesos largos se caracterizan por presentar una longitud mayor que su ancho y espesor. Se localizan principalmente en las extremidades y cumplen una función fundamental en el movimiento y el soporte del peso corporal. Ejemplos de este tipo de huesos incluyen el fémur, el húmero y la tibia (Marieb & Hoehn, 2019).

Huesos cortos

Los huesos cortos presentan dimensiones relativamente similares en longitud, ancho y espesor. Su función principal es proporcionar estabilidad y permitir movimientos limitados. Se encuentran, por ejemplo, en el carpo y el tarso, donde contribuyen a la absorción de impactos y a la distribución de fuerzas (Saladin, 2018).

Huesos planos

Los huesos planos son delgados y generalmente curvos. Su función principal es la protección de órganos vitales y la amplia inserción muscular. Ejemplos representativos son los huesos del cráneo, el esternón y las costillas (Drake et al., 2020).

Huesos irregulares

Los huesos irregulares presentan formas complejas que no encajan en las categorías anteriores. Estas formas particulares les permiten cumplir funciones específicas, como la protección del sistema nervioso o la inserción de múltiples músculos. Entre ellos se encuentran las vértebras y algunos huesos de la base del cráneo (Tortora & Derrickson, 2021).

Huesos sesamoideos

Los huesos sesamoideos se desarrollan dentro de los tendones y cumplen la función de protegerlos frente al desgaste y modificar el ángulo de tracción muscular. El ejemplo más representativo es la rótula, que mejora la eficiencia del músculo cuádriceps durante la extensión de la pierna (Marieb & Hoehn, 2019).

Figura 28 Clasificación de los huesos según su forma



Nota. Imagen adaptada de Anatomía y fisiología: La unidad entre forma y función (6.ª ed.), por Saladin (2018).

3.8.5. Estructura macroscópica general del hueso

Desde el punto de vista macroscópico, todos los huesos, independientemente de su forma, presentan una organización estructural

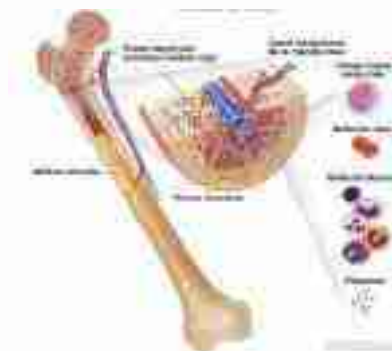
básica que les permite cumplir sus funciones de soporte, protección y movimiento. Esta estructura general incluye regiones externas resistentes y áreas internas adaptadas al metabolismo y a la producción de células sanguíneas (Saladin, 2018).

La superficie externa del hueso está recubierta por una membrana de tejido conectivo denominada periostio, rica en vasos sanguíneos y terminaciones nerviosas. El periostio cumple un papel esencial en la nutrición del hueso, en la reparación de fracturas y en la inserción de tendones y ligamentos (Tortora & Derrickson, 2021).

Internamente, los huesos presentan tejido óseo compacto y tejido óseo esponjoso. El hueso compacto proporciona resistencia y rigidez, mientras que el hueso esponjoso reduce el peso del hueso y aloja la médula ósea, permitiendo funciones hematopoyéticas y metabólicas (Marieb & Hoehn, 2019).

En el interior de muchos huesos se encuentra la médula ósea, que puede ser roja o amarilla según la edad y la localización. La médula ósea roja participa en la formación de células sanguíneas, mientras que la médula ósea amarilla actúa principalmente como reserva de lípidos (Moscoso, 2024; Saladin, 2018).

Figura 29 Estructura macroscópica general del hueso



Nota. Imagen adaptada de *Principios de anatomía y fisiología* (15.ª ed.), por Tortora y Derrickson (2021).

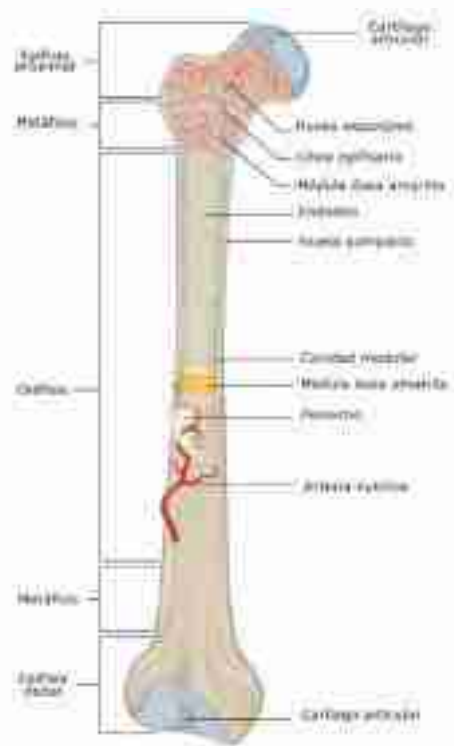
3.8.5.1. Estructura macroscópica de los huesos largos

Dentro de la clasificación ósea, los huesos largos presentan una organización macroscópica particular que permite analizar con mayor detalle la relación entre estructura y función. Estos huesos se dividen en diáfisis, epífisis y metáfisis, regiones claramente diferenciadas desde el punto de vista anatómico y funcional (Saladin, 2018).

La diáfisis corresponde a la porción central y alargada del hueso largo. Está formada principalmente por hueso compacto, lo que le permite resistir fuerzas de tensión y compresión asociadas al movimiento y al soporte del peso corporal. En su interior se localiza la cavidad medular, que alberga médula ósea (Tortora & Derrickson, 2021).

Las epífisis son los extremos proximal y distal del hueso largo. Están constituidas predominantemente por hueso esponjoso recubierto por una capa delgada de hueso compacto. Esta estructura facilita la absorción de impactos y la transmisión de fuerzas en las articulaciones. Las superficies articulares están cubiertas por cartílago hialino, lo que reduce la fricción durante el movimiento (Marieb & Hoehn, 2019).

La metáfisis es la región de transición entre la diáfisis y cada epífisis. En individuos en crecimiento, contiene la placa epifisaria o cartílago de crecimiento, responsable del crecimiento longitudinal del hueso. Tras la madurez esquelética, esta estructura se transforma en la línea epifisaria (Díaz et al., 2024; Saladin, 2018).

Figura 30 Estructura de un hueso largo

Nota. Imagen adaptada de Anatomía y fisiología humana (9.ª ed.), por Marieb y Hoehn (2019).

3.8.6. Huesos del esqueleto axial

3.8.6.1. Huesos del cráneo

El cráneo es una estructura ósea compleja que forma parte del esqueleto axial y tiene como función principal la protección del encéfalo, además de contribuir a la formación de cavidades para los órganos de los sentidos. Está constituido por ocho huesos planos e irregulares que se articulan entre sí mediante suturas, lo que proporciona rigidez y resistencia estructural (Drake et al., 2020; Saladin, 2018).

Los huesos del cráneo se organizan para formar la bóveda craneal y la base del cráneo, permitiendo alojar y proteger estructuras neurológicas delicadas, así como servir de punto de inserción para músculos de la cabeza y el cuello (Tortora & Derrickson, 2021).

Hueso frontal

El hueso frontal es un hueso plano, impar y medial que forma la porción anterior del cráneo. Contribuye a la formación de la frente, el techo de las órbitas y parte de la cavidad nasal. Su función principal es proteger los lóbulos frontales del encéfalo y participar en la conformación de las cavidades orbitarias (Marieb & Hoehn, 2019).

Este hueso presenta en su interior los senos frontales, cavidades neumáticas que reducen el peso del cráneo y contribuyen a la resonancia de la voz. Además, sirve como punto de inserción para músculos de la expresión facial (Saladin, 2018).

Huesos parietales

Los huesos parietales son dos huesos planos y pares que forman gran parte de las paredes laterales y del techo del cráneo. Se localizan entre el hueso frontal y el hueso occipital, y se articulan entre sí a través de la sutura sagital (Drake et al., 2020).

Su función principal es la protección de las regiones superiores y laterales del encéfalo. Debido a su extensión y posición, estos huesos desempeñan un papel clave en la absorción y distribución de fuerzas mecánicas que actúan sobre el cráneo (Tortora & Derrickson, 2021).

Huesos temporales

Los huesos temporales son dos huesos que forman las paredes laterales y de la base del cráneo. Alojan estructuras esenciales del oído medio e interno, relacionadas con la audición y el equilibrio (Marieb & Hoehn, 2019).

Presenta accidentes anatómicos importantes, como la apófisis mastoides y la apófisis estiloides, que sirven de inserción para músculos y ligamentos del cuello y la lengua. Además, participa en la formación de la articulación temporomandibular (Saladin, 2018).

Hueso occipital

El hueso occipital es un hueso plano e impar que forma la porción posterior e inferior del cráneo. Su función principal es proteger el cerebelo y el tronco encefálico, además de permitir la conexión entre el encéfalo y la médula espinal (Drake et al., 2020).

Una característica distintiva de este hueso es el foramen magno, una gran abertura a través de la cual pasa la médula espinal. También presenta cóndilos occipitales que se articulan con la primera vértebra cervical, permitiendo movimientos de la cabeza (Tortora & Derrickson, 2021).

Hueso esfenoides

El esfenoides es un hueso impar e irregular situado en la base del cráneo, considerado una pieza clave debido a su articulación con la mayoría de los huesos craneales. Contribuye a la formación de la base del cráneo, las órbitas y la cavidad nasal (Saladin, 2018).

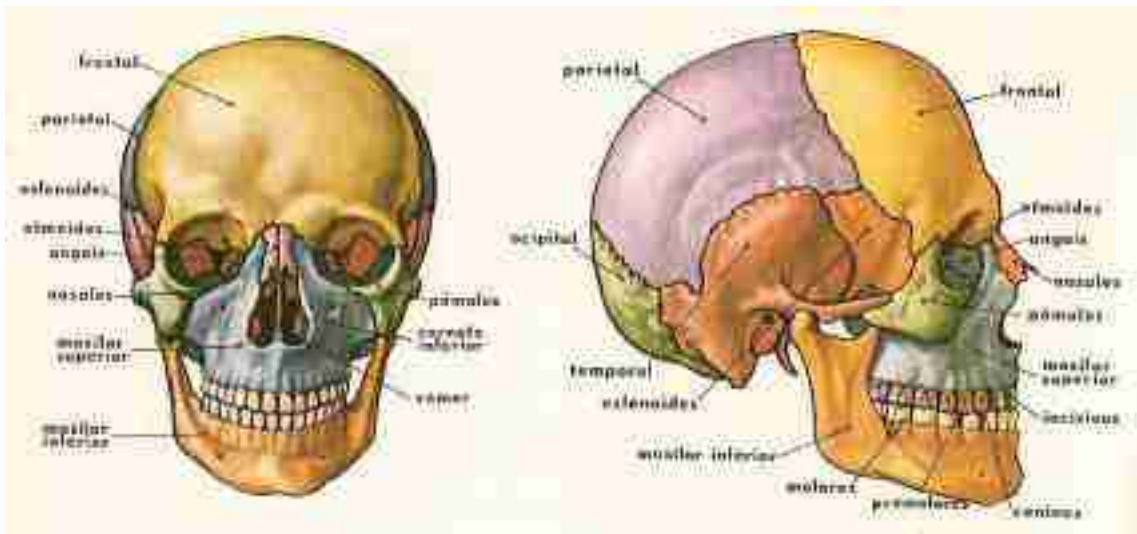
En su superficie superior se encuentra la silla turca, una depresión que aloja la hipófisis, lo que resalta la importancia funcional del esfenoides en la protección de estructuras endocrinas (Marieb & Hoehn, 2019).

Hueso etmoides

El etmoides es un hueso impar, ligero y esponjoso que se localiza en la porción anterior de la base del cráneo, entre las órbitas. Participa en la formación de la cavidad nasal, el tabique nasal y las paredes mediales de las órbitas (Drake et al., 2020).

Este hueso presenta la lámina cribosa, a través de la cual pasan los nervios olfatorios, lo que lo relaciona directamente con la función del olfato. Además, sus celdillas etmoidales contribuyen a disminuir el peso del cráneo (Saladin, 2018).

Figura 31 Huesos del cráneo



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía para estudiantes* (4.ª ed.), por Drake et al. (2020).

3.8.6.2. Huesos de la cara

Los huesos de la cara forman el esqueleto facial y cumplen funciones relacionadas con la protección de los órganos de los sentidos, la masticación, la respiración y la expresión facial. En conjunto, estos huesos contribuyen a la conformación de las cavidades oral, nasal y orbitarias, además de servir como punto de inserción para numerosos músculos faciales (Drake et al., 2020; Saladin, 2018).

Los huesos de la cara están formados por 14 huesos, de los cuales 6 son pares y 2 son impares, a diferencia de los huesos del cráneo, los huesos faciales presentan una mayor diversidad morfológica, adaptada a funciones específicas como el soporte de los dientes, la conducción del aire y la articulación mandibular (Tortora & Derrickson, 2021).

Maxilares

Los maxilares son huesos pares que forman la porción central del esqueleto facial. Contribuyen al piso de las órbitas, a las paredes laterales de la cavidad nasal y al paladar duro. Además, alojan los dientes superiores y

participan activamente en la masticación y la fonación (Marieb & Hoehn, 2019).

Cigomáticos

Los huesos cigomáticos son pares y forman los pómulos. Participan en la formación de la pared lateral de la órbita y sirven como punto de inserción para músculos de la expresión facial (Drake et al., 2020).

Nasales

Los huesos nasales son pares, pequeños y planos, y forman el puente de la nariz. Proporcionan soporte a los cartílagos nasales y protegen la porción superior de la cavidad nasal (Saladin, 2018).

Lagrimales

Los huesos lagrimales son pares y delgados, ubicados en la pared medial de la órbita. Contienen un surco que forma parte del conducto nasolagrimon, permitiendo el drenaje de las lágrimas hacia la cavidad nasal (Marieb & Hoehn, 2019).

Palatinos

Los huesos palatinos son pares y contribuyen a la formación del paladar duro y de las cavidades nasal y orbital. Su función principal es separar la cavidad oral de la cavidad nasal (Tortora & Derrickson, 2021).

Cornetes nasales inferiores

Los cornetes nasales inferiores son huesos pares y curvos que se proyectan hacia el interior de la cavidad nasal. Aumentan la superficie de contacto del aire inspirado, favoreciendo su calentamiento, humidificación y filtración (Saladin, 2018).

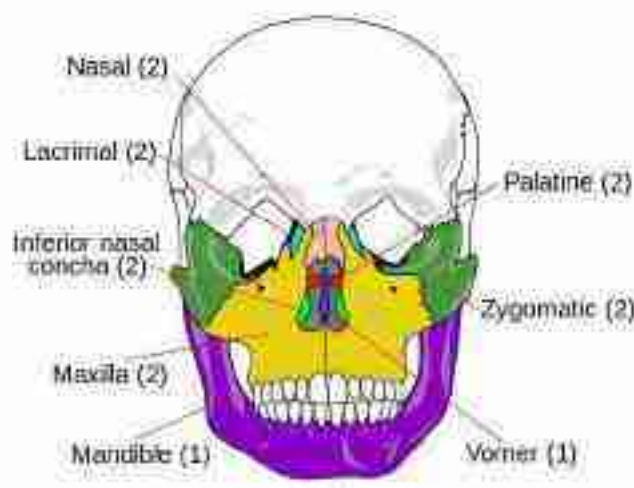
Vómer

El vómer es un hueso impar y plano que forma la porción inferior del tabique nasal. Divide la cavidad nasal en dos fosas, facilitando un flujo de aire equilibrado durante la respiración (Drake et al., 2020).

Mandíbula

La mandíbula es el hueso facial más grande y resistente, y el único móvil del cráneo. Aloja los dientes inferiores y permite los movimientos de masticación y fonación al articularse con los huesos temporales (Saladin, 2018).

Figura 32 Huesos de la cara



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: La unidad entre forma y función* (6.ª ed.), por Saladin (2018).

3.8.6.3. Columna vertebral

La columna vertebral constituye el eje estructural del cuerpo humano y cumple funciones esenciales de soporte, protección y movilidad. Forma parte del esqueleto axial y se extiende desde la base del cráneo hasta la región pélvica, proporcionando sostén al tronco y permitiendo la transmisión del peso corporal hacia las extremidades inferiores. Desde el enfoque morfofisiológico, su organización refleja una estrecha relación entre la forma anatómica de las

vértebras y las funciones mecánicas que desempeña (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

Además de su función de soporte, la columna vertebral protege la médula espinal, estructura fundamental del sistema nervioso central. Para cumplir esta función, las vértebras se disponen de manera articulada formando el canal vertebral, el cual resguarda a la médula frente a traumatismos, al tiempo que permite flexibilidad y movilidad del cuerpo (Drake et al., 2020).

Desde el punto de vista anatómico, la columna vertebral está formada por una serie de huesos irregulares denominados vértebras, separadas entre sí por discos intervertebrales. Estos discos, compuestos principalmente por fibrocartílago, actúan como amortiguadores que absorben impactos y facilitan los movimientos de flexión, extensión e inclinación lateral del tronco (Marieb & Hoehn, 2019).

Figura 33 Columna vertebral: vista general



Nota. Imagen adaptada de *Atlas de anatomía humana* (7.ª ed.), por Netter (2019).

- **Regiones de la columna vertebral**

La columna vertebral se divide en regiones, cada una con características estructurales y funcionales específicas. En la región cervical se localizan siete vértebras que permiten una amplia movilidad de la cabeza y el cuello. Esta región destaca por su flexibilidad, necesaria para la orientación visual y el equilibrio (Saladin, 2018).

La región torácica está formada por doce vértebras que se articulan con las costillas. Su función principal es brindar estabilidad al tórax y proteger órganos vitales como el corazón y los pulmones. Debido a esta función protectora, la movilidad en esta región es más limitada en comparación con otras regiones vertebrales (Tortora & Derrickson, 2021).

La región lumbar, compuesta por cinco vértebras de gran tamaño, soporta la mayor parte del peso corporal. Estas vértebras presentan cuerpos vertebrales robustos, adaptados para resistir fuerzas de compresión y permitir movimientos amplios de flexión y extensión del tronco (Marieb & Hoehn, 2019).

En la porción inferior de la columna se encuentran el sacro y el cóccix, formados por vértebras fusionadas. El sacro articula la columna vertebral con la pelvis, facilitando la transmisión del peso corporal hacia los miembros inferiores, mientras que el cóccix representa un vestigio evolutivo que sirve como punto de inserción para músculos y ligamentos del suelo pélvico (Moscoso, 2024; Saladin, 2018).

Figura 34 Columna vertebral: regiones



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: La unidad entre forma y función* (6.ª ed.), por Saladin (2018).

- **Vértebra típica y variaciones regionales**

Una vértebra típica está formada por un cuerpo vertebral, que constituye la principal estructura de soporte del peso corporal; un arco vertebral, compuesto por pedículos y láminas; y un conjunto de apófisis que permiten la inserción muscular y la articulación entre vértebras adyacentes.

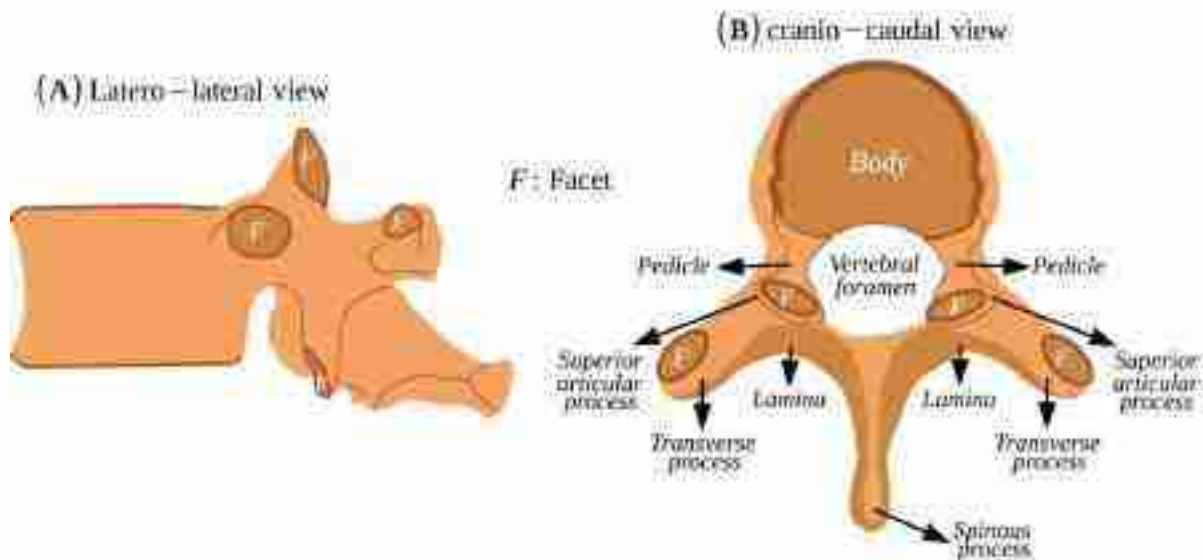
El cuerpo vertebral se localiza en la porción anterior, mientras que el arco vertebral delimita el agujero vertebral, que en conjunto forma el canal vertebral donde se aloja la médula espinal (Drake et al., 2020).

Las apófisis vertebrales incluyen una apófisis espinosa, dos apófisis transversas y cuatro apófisis articulares. Estas estructuras regulan el tipo y el rango de movimiento permitido entre las vértebras y contribuyen a la estabilidad de la columna (Tortora & Derrickson, 2021).

Aunque todas las vértebras comparten este plan estructural básico, presentan variaciones regionales. Las vértebras cervicales son pequeñas y poseen agujeros transversos, adaptados para permitir gran movilidad de la cabeza y el cuello.

Las vértebras torácicas presentan superficies articulares para las costillas, lo que limita la movilidad y aumenta la estabilidad del tórax. Las vértebras lumbares son grandes y robustas, diseñadas para soportar cargas elevadas y permitir movimientos amplios de flexión y extensión (Marieb & Hoehn, 2019).

El sacro y el cóccix, al estar formados por vértebras fusionadas, sacrifican movilidad en favor de estabilidad, lo que resulta esencial para la bipedestación y la transmisión del peso corporal hacia la pelvis (Guyton & Hall, 2011; Saladin, 2018).

Figura 35 Vértebra típica: estructura general

Nota. Imagen adaptada de Gray. *Anatomía para estudiantes* (4.ª ed.), por Drake et al. (2020).

- **Curvaturas fisiológicas de la columna vertebral**

La columna vertebral presenta curvaturas fisiológicas que constituyen adaptaciones normales y funcionales del esqueleto axial. Estas curvaturas incluyen la lordosis cervical y lumbar, y la cifosis torácica y sacra, las cuales permiten una mejor distribución del peso corporal y aumentan la resistencia de la columna frente a las cargas mecánicas (Tortora & Derrickson, 2021).

Desde el punto de vista funcional, estas curvaturas actúan como un sistema de amortiguación que protege a la columna durante la marcha, la carrera y otras actividades físicas. Asimismo, contribuyen al mantenimiento del equilibrio y de la postura corporal en posición erguida, evidenciando la estrecha relación entre forma y función en la columna vertebral (Marieb & Hoehn, 2019).

Figura 36 Curvaturas fisiológicas de la columna vertebral

Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología humana* (9.ª ed.), por Marieb y Hoehn (2019).

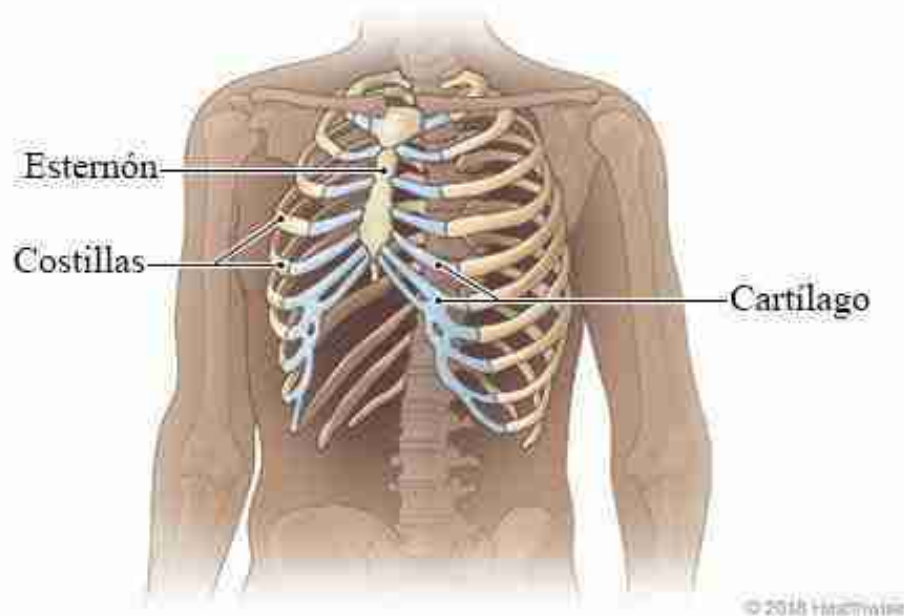
3.8.6.4. Caja torácica

La caja torácica es una estructura osteocartilaginosa que forma parte del esqueleto axial y cumple funciones fundamentales de protección, soporte y participación en la respiración. Está constituida por el esternón, las costillas y las vértebras torácicas, las cuales se articulan entre sí para conformar una cavidad resistente y, al mismo tiempo, flexible. Desde el enfoque morfofisiológico, su organización permite proteger órganos vitales como el corazón y los pulmones, sin comprometer los movimientos respiratorios (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

La disposición arqueada de las costillas y la presencia de cartílagos costales proporcionan elasticidad a la caja torácica, permitiendo su expansión y retracción durante la inspiración y la espiración. Esta característica estructural es esencial para la ventilación pulmonar y demuestra

la relación directa entre la forma anatómica y la función respiratoria (Guyton & Hall, 2011; Marieb & Hoehn, 2019).

Figura 37 Caja torácica: componentes principales



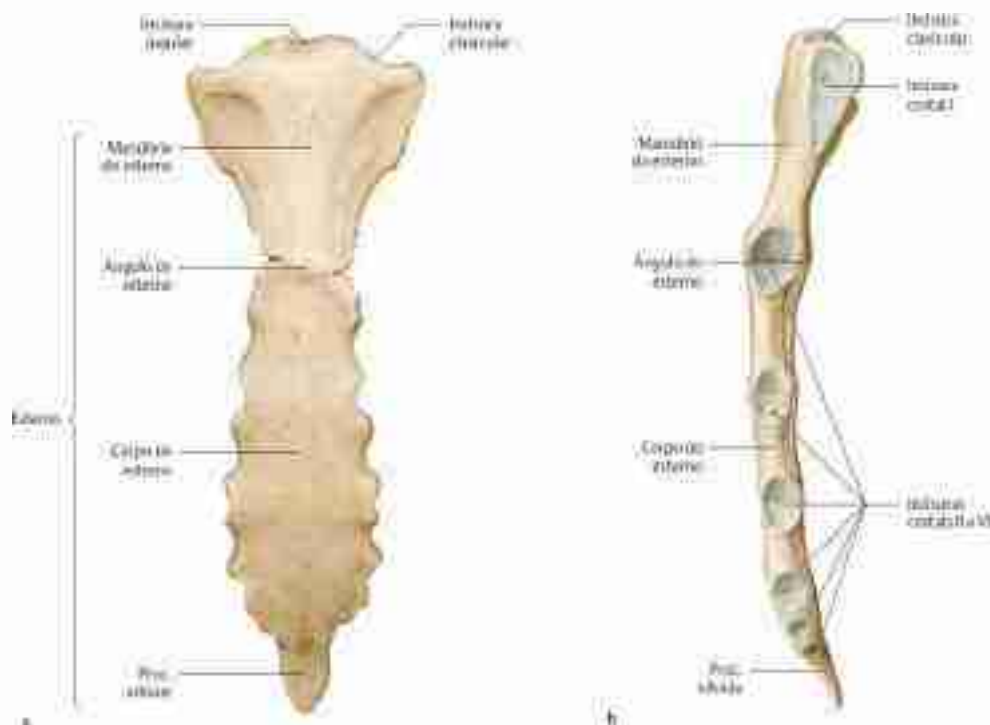
Nota. Imagen adaptada de *Atlas de anatomía humana* (7.º ed.), por Netter (2019).

- **Componentes de la caja torácica**

La caja torácica está formada por doce pares de costillas, el esternón y las vértebras torácicas. Estos elementos se articulan de manera coordinada, permitiendo estabilidad estructural y movilidad funcional durante la respiración (Tortora & Derrickson, 2021).

Esternón

El esternón es un hueso plano e impar situado en la línea media anterior del tórax. Se divide en manubrio, cuerpo y apófisis xifoides, y sirve como punto de unión para las costillas anteriores y como superficie de inserción para músculos del tórax y del cuello. Su posición central le permite actuar como elemento estabilizador de la pared torácica anterior (Saladin, 2018).

Figura 38 Esternón y sus partes anatómicas

Nota. Imagen adaptada de *Anatomía para estudiantes* (4.ª ed.), por Drake et al. (2020).

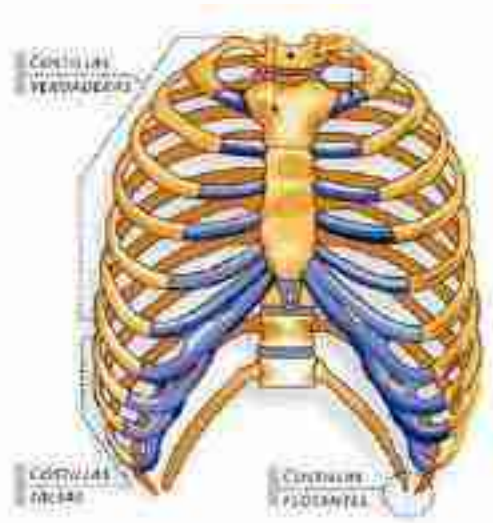
Costillas y su clasificación

Las costillas son huesos planos, curvos y pares que se extienden desde las vértebras torácicas hacia la parte anterior del tórax. Su forma arqueada permite proteger los órganos torácicos y facilitar los movimientos respiratorios (Marieb & Hoehn, 2019).

Desde el punto de vista anatómico, las costillas se clasifican en:

- Costillas verdaderas (1.ª a 7.ª), que se articulan directamente con el esternón mediante cartílagos costales.
- Costillas falsas (8.ª a 10.ª), que se unen indirectamente al esternón a través del cartílago de la costilla superior.
- Costillas flotantes (11.ª y 12.ª), que no se articulan con el esternón y presentan mayor libertad de movimiento (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 39 Clasificación de las costillas



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología humana* (9.ª ed.), por Marieb y Hoehn (2019).

- **Función respiratoria de la caja torácica**

Desde el punto de vista funcional, la caja torácica desempeña un papel clave en la mecánica respiratoria. Durante la inspiración, la contracción de los músculos intercostales y del diafragma provoca la elevación de las costillas y el aumento del volumen de la cavidad torácica, lo que facilita la entrada de aire a los pulmones. En la espiración, estos movimientos se invierten, permitiendo la salida del aire (Guyton & Hall, 2011).

La elasticidad de los cartílagos costales y la disposición de las articulaciones costovertebrales permiten que estos movimientos se realicen de forma eficiente, sin comprometer la función protectora de la caja torácica (Tortora & Derrickson, 2021).

3.8.7. Huesos del esqueleto apendicular

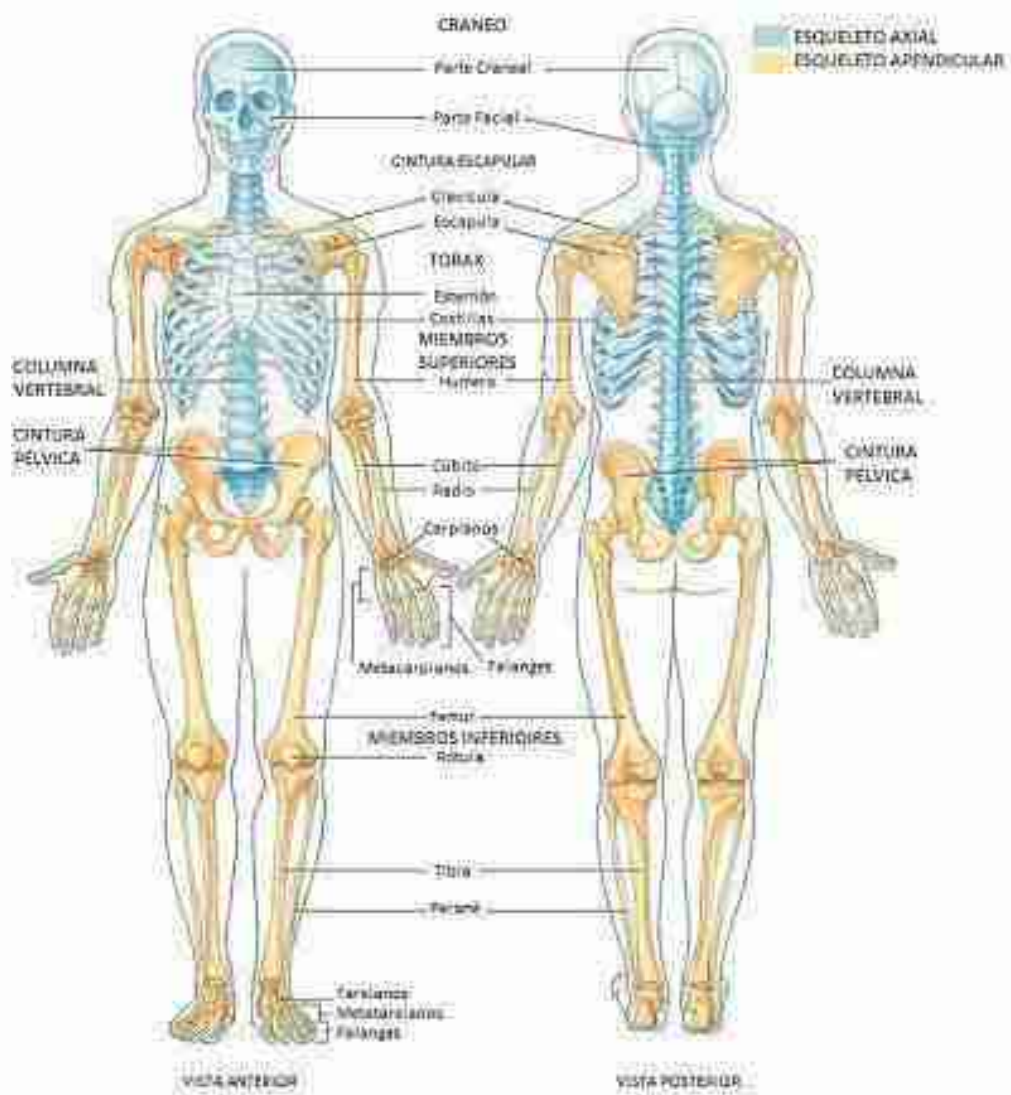
El esqueleto apendicular está constituido por los huesos de las extremidades superiores e inferiores, así como por las cinturas escapular y pélvica, que conectan estas extremidades con el esqueleto axial. Su función

principal es permitir el movimiento, la locomoción y la manipulación del entorno, actuando de manera coordinada con el sistema muscular y articular (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

El esqueleto apendicular se caracteriza por una mayor movilidad en comparación con el esqueleto axial. Esta movilidad se logra gracias a la disposición de huesos largos y articulaciones especializadas, lo que permite movimientos amplios y precisos, indispensables para las actividades de la vida diaria (Marieb & Hoehn, 2019).

Figura 40

Esqueleto axial y apendicular



Nota. Imagen adaptada de *Atlas de anatomía humana* (7.ª ed.), por Netter (2019).

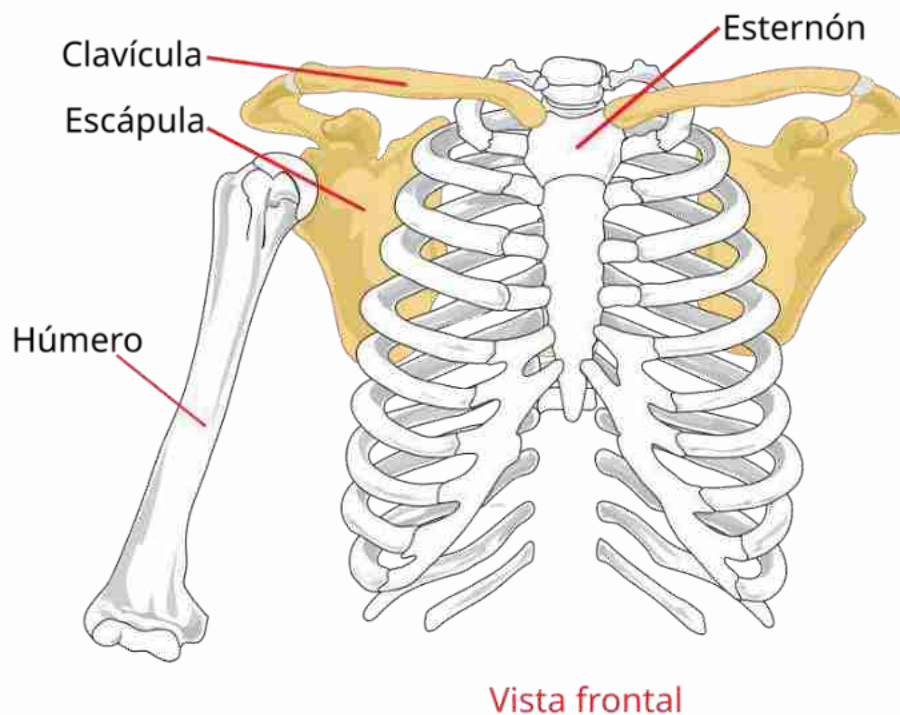
3.8.7.1. Cintura escapular

La cintura escapular conecta las extremidades superiores con el esqueleto axial y está formada por la clavícula y la escápula. Esta estructura proporciona una base relativamente flexible que permite una amplia gama de movimientos del miembro superior, característica esencial para la función de prensión y manipulación (Saladin, 2018).

La clavícula es un hueso largo y curvo que actúa como un soporte entre el esternón y la escápula, manteniendo el hombro alejado del tronco y permitiendo mayor movilidad del brazo. La escápula, por su parte, es un hueso plano y triangular que sirve como punto de inserción para numerosos músculos del hombro y del brazo, facilitando movimientos complejos y coordinados (Drake et al., 2020).

Figura 41

Cintura escapular: clavícula y escápula



Nota. Imagen adaptada de Gray. *Anatomía para estudiantes* (4.ª ed.), por Drake et al. (2020).

3.8.7.2. Huesos del miembro superior

El miembro superior está diseñado para la movilidad y la precisión, está formado por el húmero, el radio y el cúbito (ulna), así como por los huesos de la muñeca y la mano (Saladin, 2018).

El húmero es el hueso largo del brazo y se articula proximalmente con la escápula y distalmente con el radio y el cúbito, permitiendo movimientos amplios del codo y del hombro. El radio y el cúbito forman el esqueleto del antebrazo y permiten movimientos de pronación y supinación, esenciales para la orientación de la mano (Marieb & Hoehn, 2019).

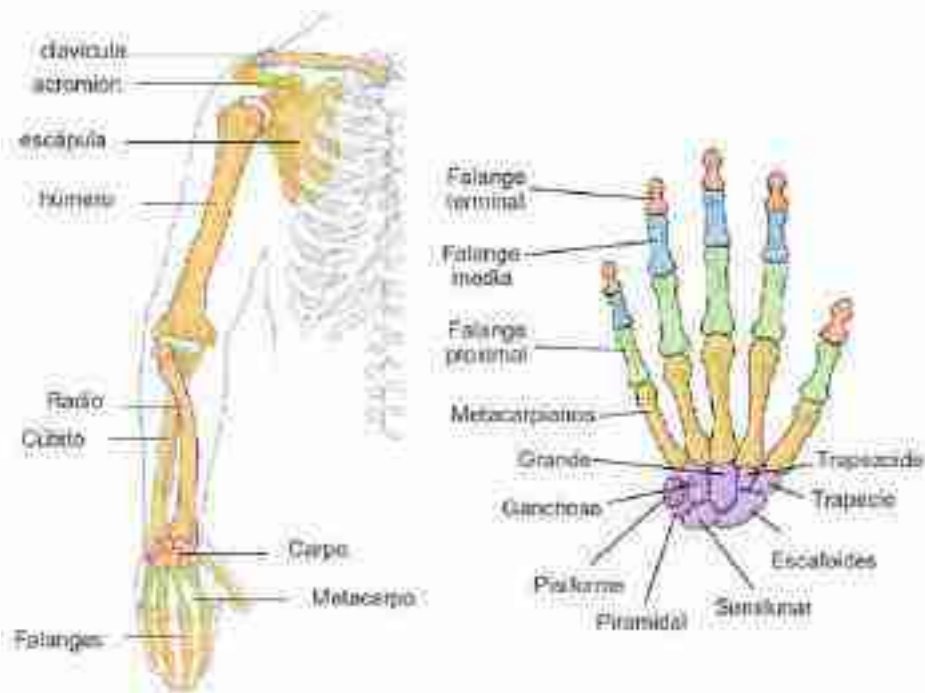
Los huesos de la mano incluyen los carpos, metacarpos y falanges, cuya disposición anatómica permite una gran destreza manual y la realización de movimientos finos (Tortora & Derrickson, 2021)

El carpo está constituido por ocho huesos cortos, dispuestos en dos filas, que conforman la muñeca. La fila proximal, articulada con el radio y el disco articular del cúbito, está formada por el escafoides, semilunar, piramidal y pisiforme. La fila distal, articulada con los metacarpianos, incluye el trapecio, trapezoide, grande y ganchoso. Esta disposición permite combinar movilidad y estabilidad, facilitando los movimientos complejos de la muñeca y la transmisión de fuerzas desde el antebrazo hacia la mano (Marieb & Hoehn, 2019).

El metacarpo está formado por cinco huesos largos, denominados metacarpianos I a V, que se extienden desde el carpo hasta las falanges proximales. Estos huesos constituyen el esqueleto de la palma de la mano y desempeñan un papel fundamental en la prensión y la manipulación de objetos. Cada metacarpiano presenta una base proximal, un cuerpo y una cabeza distal, lo que permite la articulación con los huesos del carpo y con las falanges proximales. El primer metacarpiano, correspondiente al pulgar, es más corto y robusto, lo que facilita la oposición y la pinza manual (Tortora & Derrickson, 2021).

Las falanges forman el esqueleto de los dedos y permiten movimientos precisos y coordinados. En total existen catorce falanges en cada mano. Los dedos segundos al quinto presentan tres falanges: proximal, media y distal, mientras que el pulgar posee únicamente dos falanges, proximal y distal. Esta organización estructural permite una amplia variedad de movimientos, esenciales para la función prensil y la destreza manual característica del miembro superior humano (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

Figura 42 Huesos del miembro superior



Nota. Imagen adaptada de *Atlas de anatomía humana* (7.ª ed.), por Netter (2019).

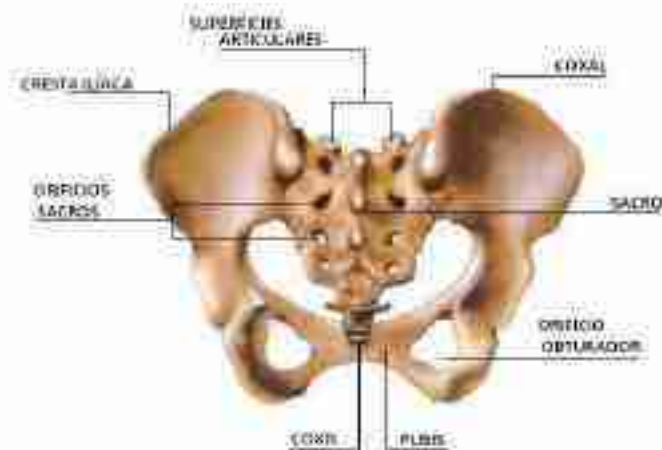
3.8.7.3. Cintura pélvica

La cintura pélvica conecta las extremidades inferiores con el esqueleto axial y está formada por los huesos coxales, que se articulan posteriormente con el sacro. Esta estructura está diseñada para proporcionar estabilidad y soporte del peso corporal (Saladin, 2018).

Cada hueso coxal resulta de la fusión del ilion, isquion y pubis, formando una estructura resistente que transmite el peso del tronco hacia los miembros

inferiores. Además, protege órganos de la cavidad pélvica y sirve como punto de inserción para músculos del tronco y de las extremidades inferiores (Marieb & Hoehn, 2019).

Figura 43 Cintura pélvica



Nota. Imagen adaptada de *Atlas de anatomía humana* (7.ª ed.), por Netter (2019).

3.8.7.4. Huesos del miembro inferior

El miembro inferior está especializado en el soporte del peso corporal y la locomoción. Está formado por el fémur, la rótula, la tibia y el peroné (fíbula), así como por los huesos del tobillo y del pie (Saladin, 2018).

El fémur es el hueso más largo y resistente del cuerpo humano. Su estructura robusta le permite soportar fuerzas considerables generadas durante la bipedestación y la locomoción. Se articula proximalmente con el hueso coxal formando la articulación de la cadera, y distalmente con la tibia y la rótula, constituyendo la articulación de la rodilla (Marieb & Hoehn, 2019).

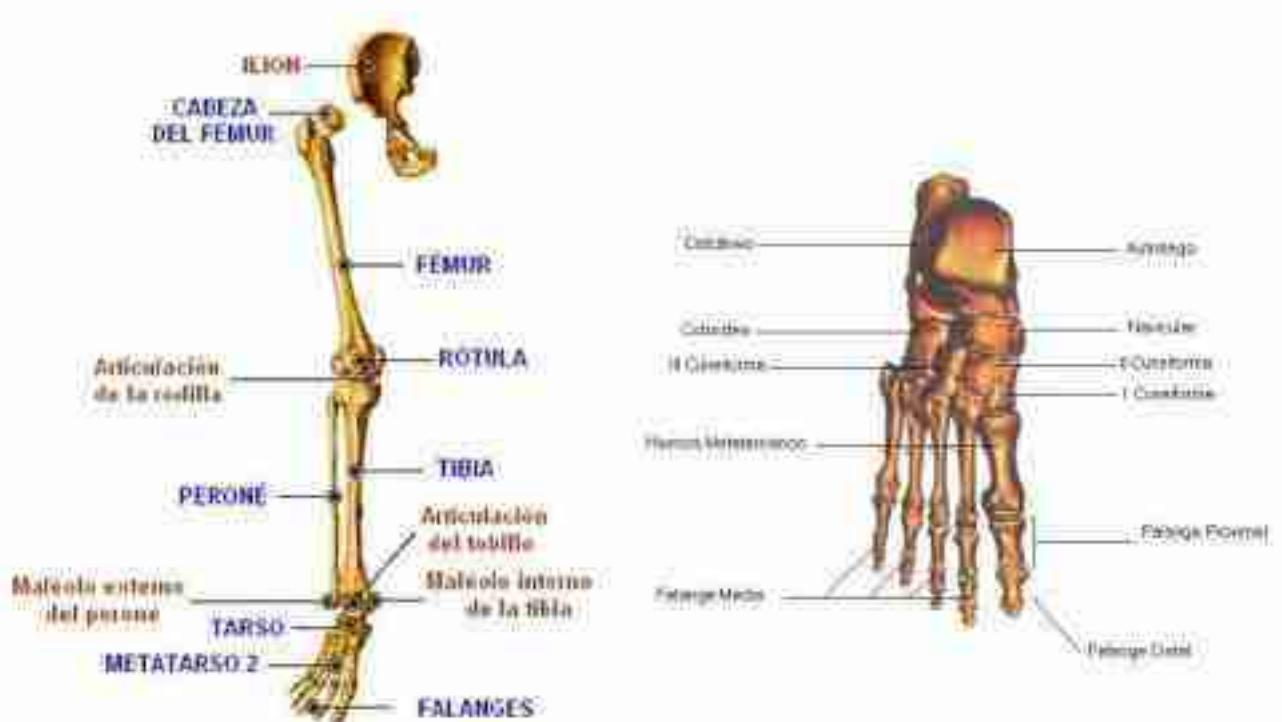
La tibia es el principal hueso portador del peso corporal en la pierna y transmite las cargas desde el fémur hacia el pie. El peroné (fíbula), más delgado y lateral, cumple principalmente funciones de estabilización e inserción muscular, contribuyendo al equilibrio del tobillo y de la pierna (Tortora & Derrickson, 2021).

Los huesos del pie se organizan en tarso, metatarso y falanges, formando una estructura compleja que permite absorber impactos, mantener el equilibrio y facilitar la propulsión durante la marcha (Guyton & Hall, 2011).

El tarso está constituido por siete huesos cortos que forman la porción posterior del pie y participan activamente en el soporte del peso corporal y la estabilidad durante la marcha. A diferencia del carpo, los huesos del tarso están diseñados principalmente para la resistencia, la distribución de cargas y la absorción de impactos.

Los huesos del tarso son: el astrágalo, el calcáneo, el navicular, el cuboide, los cuneiformes medial, intermedio y lateral. La disposición anatómica de estos huesos permite mantener el equilibrio y amortiguar las fuerzas generadas durante la marcha y la carrera (Guyton & Hall, 2011; Saladin, 2018).

Figura 44 Huesos del miembro inferior



Nota. Imagen adaptada de *Atlas de anatomía humana* (7.ª ed.), por Netter (2019).

3.9. Sistema articular

3.9.1. Generalidades del sistema articular

El sistema articular comprende el conjunto de estructuras que permiten la unión entre los huesos del esqueleto. Las articulaciones representan un continuo funcional, que va desde uniones completamente rígidas hasta articulaciones altamente móviles, permitiendo al cuerpo humano combinar estabilidad, protección y movimiento según las necesidades de cada región anatómica (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

La forma de unión entre los huesos, el tipo de tejido interpuesto y la presencia o ausencia de cavidad articular determinan el grado de movilidad permitido, lo que justifica la clasificación estructural de las articulaciones (Marieb & Hoehn, 2019).

3.9.2. Clasificación de las articulaciones

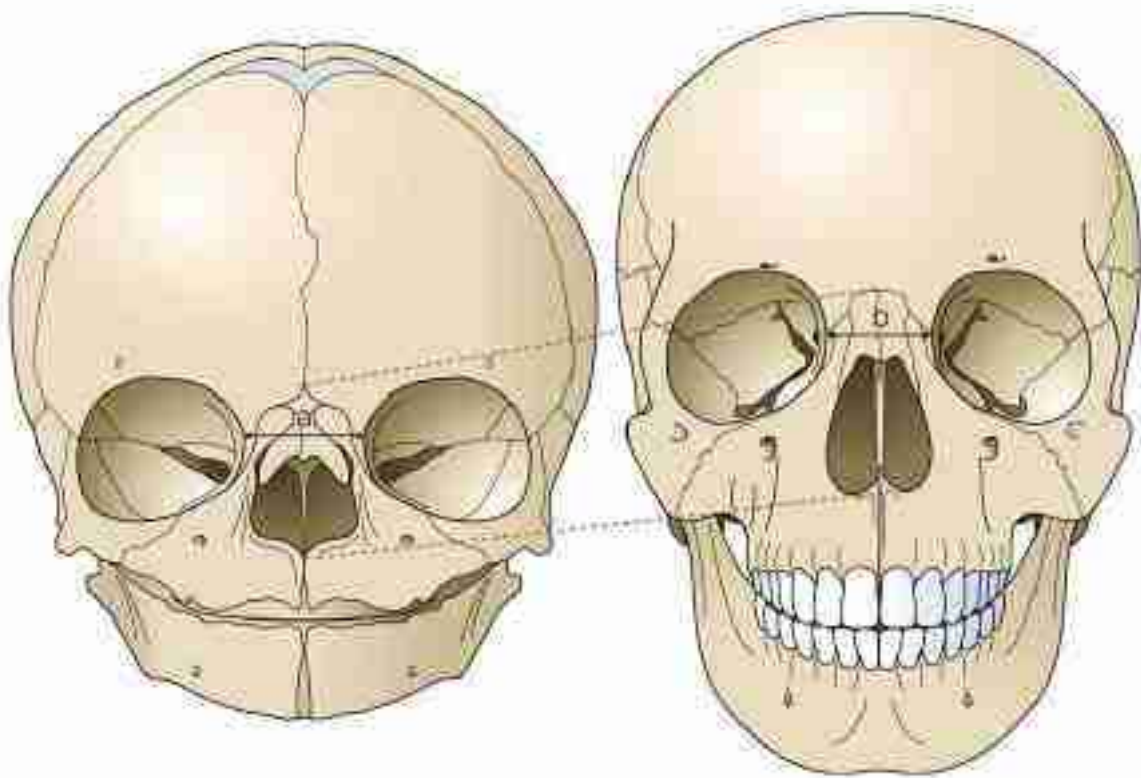
Las articulaciones pueden clasificarse en articulaciones óseas, fibrosas, cartilaginosas y sinoviales, las cuales representan un aumento progresivo en el grado de movilidad.

3.9.2.1. Articulaciones óseas (sinostosis)

Las articulaciones óseas, también denominadas sinostosis, se caracterizan por la fusión completa de los huesos, sin tejido interpuesto. Estas articulaciones no permiten movimiento y representan el grado máximo de estabilidad. Suelen originarse a partir de articulaciones fibrosas o cartilaginosas que se osifican con el crecimiento o el envejecimiento (Saladin, 2018).

Ejemplos de sinostosis incluyen la fusión de las epífisis con la diáfisis tras el cierre de la placa epifisaria y la unión de ciertos huesos del cráneo en la adultez. Desde el punto de vista funcional, estas articulaciones proporcionan resistencia y protección estructural (Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 45 Articulación ósea (sinostosis)



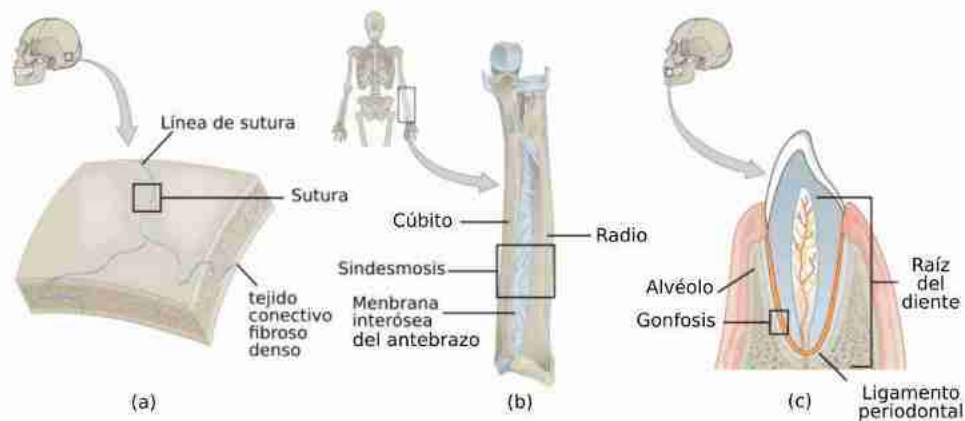
Nota. Imagen adaptada de *Principios de anatomía y fisiología* (15.ª ed.), por Tortora y Derrickson (2021).

3.9.2.2. Articulaciones fibrosas (sinartrosis)

Las articulaciones fibrosas están unidas por tejido conectivo fibroso y no presentan cavidad articular. Permiten una movilidad mínima o nula y están diseñadas principalmente para proporcionar estabilidad y protección (Marieb & Hoehn, 2019).

Se reconocen tres tipos principales:

- Suturas, presentes entre los huesos del cráneo.
- Sindesmosis, donde los huesos están unidos por ligamentos o membranas interóseas.
- Gonfosis, unión entre el diente y su alvéolo (Saladin, 2018).

Figura 46 Articulaciones fibrosas

Nota. Imagen adaptada de Gray. *Anatomía para estudiantes* (4.ª ed.), por Drake et al. (2020).

3.9.2.3. Articulaciones cartilagosas (anfiartrosis)

Las articulaciones cartilagosas se caracterizan por la unión de los huesos mediante cartílago, lo que permite una movilidad limitada pero mayor que en las articulaciones fibrosas. Estas articulaciones cumplen una función importante en la absorción de impactos y la distribución de cargas (Saladin, 2018).

Se clasifican en:

- Sincondrosis, unidas por cartílago hialino (ejemplo: placa epifisaria).
- Sínfisis, unidas por fibrocartílago (ejemplo: discos intervertebrales y sínfisis púbica). (Saladin, 2018).

Figura 47 Articulaciones cartilagosas

Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología humana* (9.ª ed.), por Marieb y Hoehn (2019).

3.9.2.4. Articulaciones sinoviales (diartrosis)

Las articulaciones sinoviales, también conocidas como diartrosis, representan el tipo de articulación con mayor grado de movilidad. Desde el punto de vista funcional, estas articulaciones permiten movimientos complejos y precisos, fundamentales para la locomoción y la manipulación del entorno (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021)

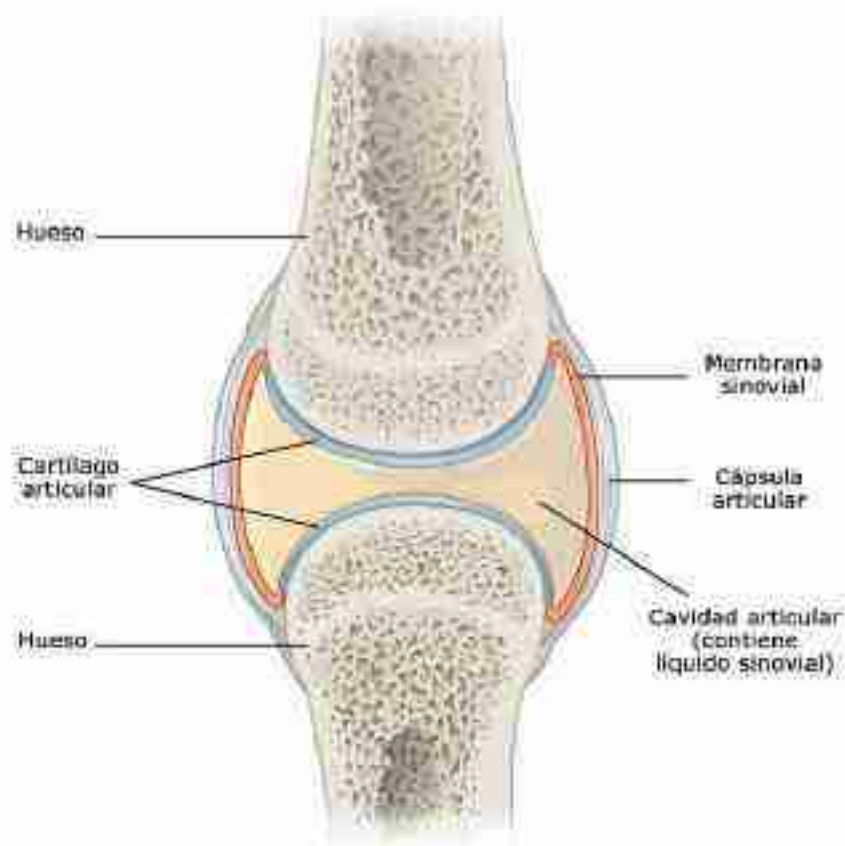
Las articulaciones sinoviales contienen las siguientes estructuras:

- Superficies articulares, corresponden a las áreas de los huesos que entran en contacto dentro de la articulación.
- Cartílago articular, es un tipo de cartílago hialino que recubre las superficies articulares de los huesos.
- Cápsula articular, es una estructura fibrosa que rodea completamente la articulación sinovial, delimitando la cavidad articular.
- Membrana sinovial, reviste la cara interna de la cápsula articular, excepto las superficies cubiertas por cartílago articular.
- Cavidad articular, es el espacio existente entre las superficies articulares, ocupado por el líquido sinovial.
- Líquido sinovial, es un fluido viscoso producido por la membrana sinovial, cumple funciones de lubricación, nutrición del cartílago articular y absorción de impactos (Saladin, 2018).

Además de los componentes básicos, algunas articulaciones sinoviales presentan estructuras accesorias que mejoran la congruencia articular y la estabilidad, entre las que se incluyen:

- Ligamentos, que refuerzan la articulación y limitan movimientos excesivos.
- Discos articulares y meniscos, que mejoran la adaptación entre las superficies articulares.
- Bolsas sinoviales, que reducen la fricción entre tendones, músculos y huesos (Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 48 Estructura general de una articulación sinovial

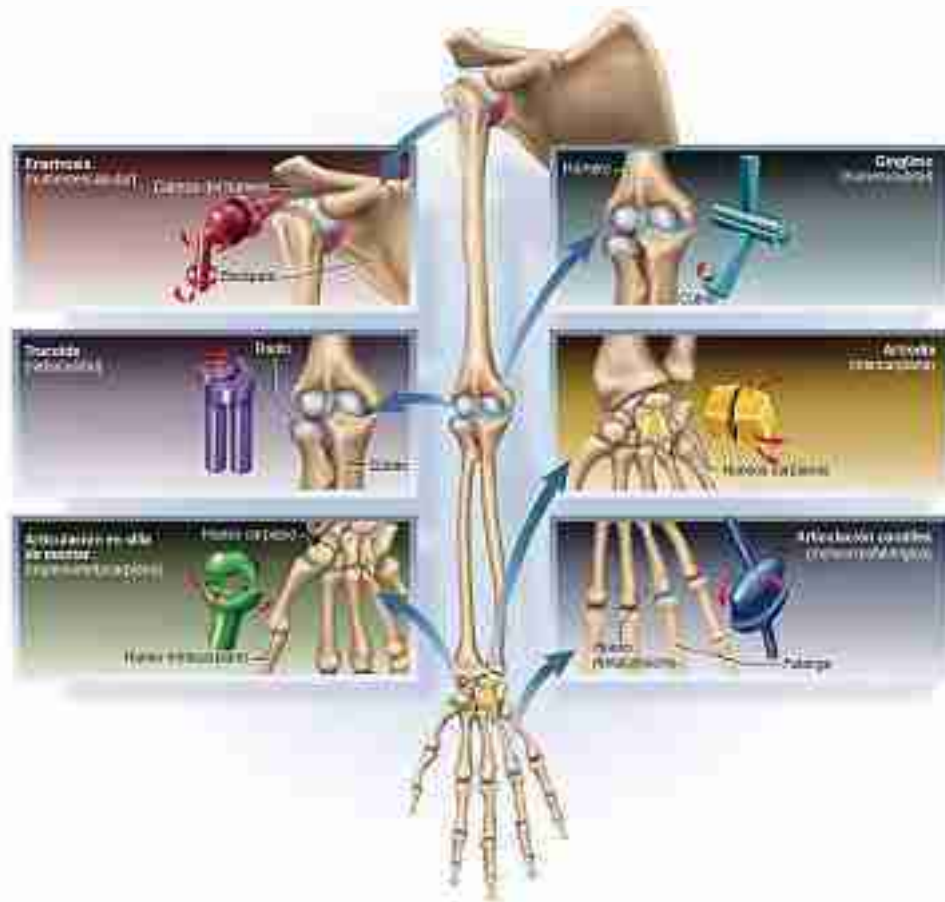


Nota. Imagen adaptada de *Principios de anatomía y fisiología* (15.ª ed.), por Tortora y Derrickson (2021).

- **Tipos de articulaciones sinoviales**

Las articulaciones sinoviales se clasifican según la forma de sus superficies articulares y el número de ejes de movimiento en seis tipos fundamentales, ordenados de mayor a menor movilidad:

- Enartrosis (multiaxial)
- Condílea (biaxial)
- En silla de montar (biaxial)
- Plana (biaxial, deslizante)
- Gínglimo (monoaxial)
- Trocoide (monoaxial) (Saladin, 2018).

Figura 49 Tipos de articulaciones sinoviales según su movilidad

Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: La unidad entre forma y función* (6.ª ed.), por Saladin (2018).

3.10. Sistema muscular

3.10.1. Generalidades del sistema muscular

El sistema muscular está constituido por el conjunto de músculos del cuerpo humano y cumple funciones esenciales relacionadas con el movimiento, el mantenimiento de la postura, la estabilidad articular y la producción de calor corporal. Desde el enfoque morfofisiológico, el sistema muscular actúa en estrecha relación con los sistemas óseo y articular, permitiendo la ejecución de movimientos voluntarios e involuntarios de manera coordinada y eficiente (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

Los músculos poseen la capacidad de contraerse, propiedad que les permite generar fuerza y producir movimiento. Esta contracción se traduce en desplazamientos del cuerpo o de sus segmentos, así como en el control del tono muscular necesario para mantener la postura y el equilibrio (Marieb & Hoehn, 2019).

3.10.2. Funciones del sistema muscular

El sistema muscular desempeña múltiples funciones indispensables para el organismo. La más evidente es la producción del movimiento, ya sea a nivel del cuerpo en su conjunto o de órganos específicos, como ocurre en la respiración, la circulación sanguínea y la digestión (Guyton & Hall, 2011).

Otra función fundamental es el mantenimiento de la postura corporal, ya que la contracción continua de ciertos grupos musculares permite conservar la posición erguida y estabilizar las articulaciones durante el reposo y el movimiento. Asimismo, los músculos contribuyen a la estabilidad articular, actuando junto con los ligamentos para evitar movimientos excesivos que puedan causar lesiones (Saladin, 2018).

Desde el punto de vista fisiológico, el sistema muscular también participa en la producción de calor, ya que la actividad muscular genera energía térmica que ayuda a mantener la temperatura corporal (Marieb & Hoehn, 2019).

3.10.3. Clasificación del tejido muscular

El tejido muscular se clasifica en tres tipos principales, de acuerdo con sus características estructurales, funcionales y su control nervioso:

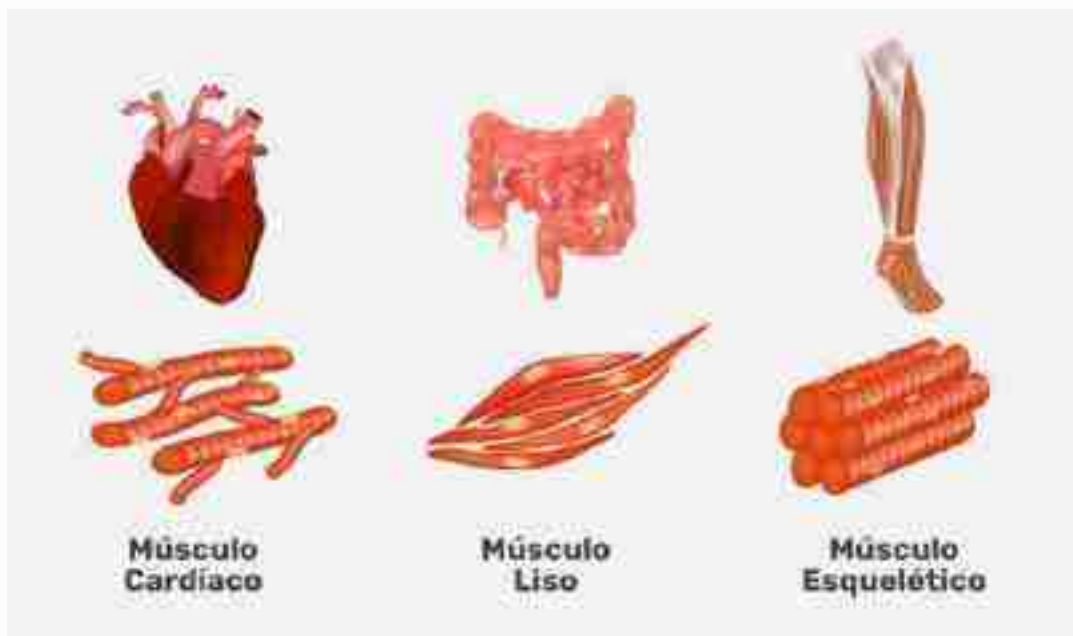
- Músculo esquelético, formado por fibras largas y estriadas, y se encuentra unido a los huesos mediante tendones. Su contracción es voluntaria y permite los movimientos del cuerpo, así como el mantenimiento de la postura y la estabilidad articular. Este tipo de

músculo representa la mayor parte de la masa muscular del cuerpo humano (Saladin, 2018).

- Músculo cardíaco, forma la pared del corazón y presenta características estructurales similares al músculo esquelético, como la presencia de estriaciones, pero su contracción es involuntaria y rítmica. Esta organización permite la función de bombeo continuo de la sangre hacia todo el organismo (Guyton & Hall, 2011).
- Músculo liso, se encuentra en las paredes de órganos internos como el tubo digestivo, los vasos sanguíneos y el útero. Carece de estriaciones visibles y su contracción es involuntaria, lenta y sostenida, lo que permite funciones como el desplazamiento del contenido visceral y la regulación del diámetro vascular (Marieb & Hoehn, 2019).

Esta clasificación permite comprender cómo la estructura de cada tipo de músculo se relaciona con su función específica dentro del organismo (Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 50 Tipos de tejido muscular

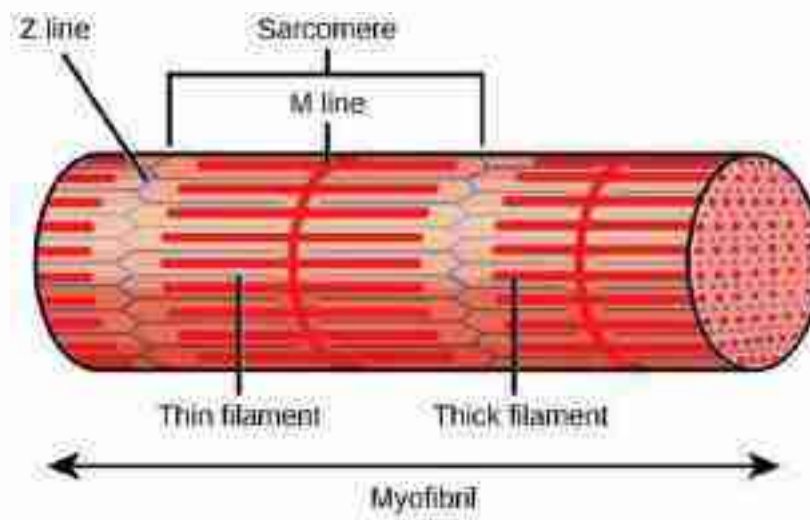


Nota. Imagen adaptada de *Principios de anatomía y fisiología* (15.ª ed.), por Tortora y Derrickson (2021).

3.10.4. Estructura del músculo esquelético

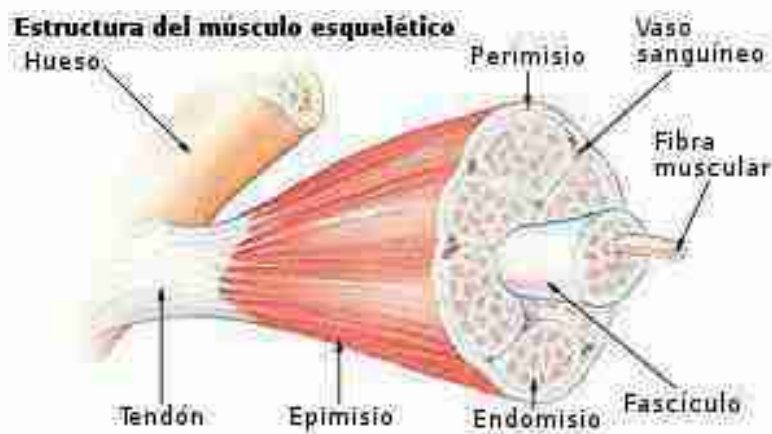
El músculo esquelético presenta una organización estructural jerárquica altamente especializada que permite la generación de fuerza y movimiento voluntario. Está constituido por fascículos formados por fibras musculares, las cuales son células largas y multinucleadas adaptadas para la contracción. Cada fibra muscular contiene numerosas miofibrillas, organizadas en unidades repetitivas denominadas sarcómeros, considerados la unidad estructural y funcional del músculo esquelético (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 51 Estructura del sarcómero



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología humana* (9.ª ed.), por Marieb y Hoehn (2019).

La integridad y el funcionamiento del músculo dependen de la presencia de capas de tejido conectivo que son epimisio, perimisio y endomisio, que rodean y organizan las fibras musculares. Estas capas proporcionan soporte estructural, facilitan el paso de vasos sanguíneos y nervios, y permiten la transmisión eficiente de la fuerza contráctil hacia los tendones y los huesos (Marieb & Hoehn, 2019).

Figura 52 Organización estructural del músculo esquelético

Nota. Imagen adaptada de *Atlas de anatomía humana* (7.ª ed.), por Netter (2019).

El músculo esquelético, desde una perspectiva macroscópica, se organiza como un órgano capaz de generar movimiento mediante su acción coordinada sobre las articulaciones. Cada músculo presenta una disposición específica que determina el tipo de movimiento que produce, la amplitud del mismo y su función principal dentro del sistema locomotor (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

3.10.5. Formas de los músculos

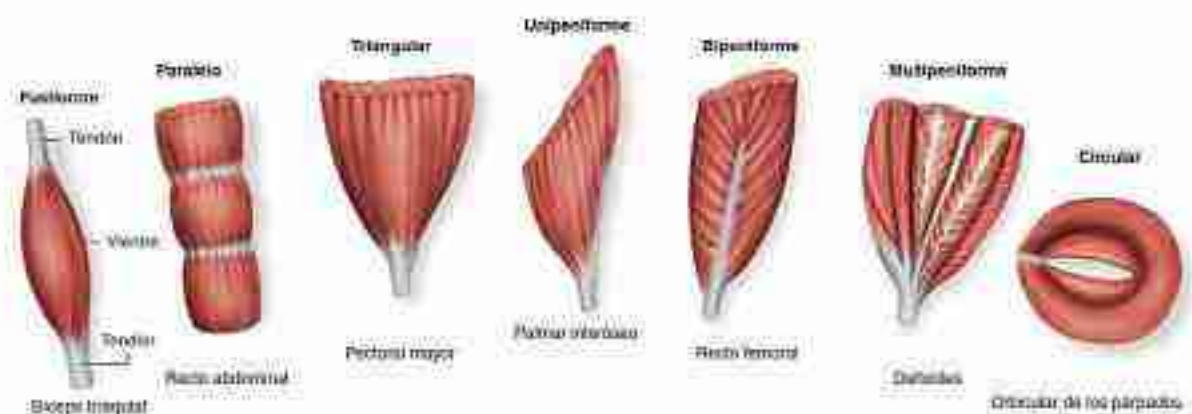
Los músculos presentan diversas formas anatómicas, las cuales dependen de la disposición de sus fibras musculares y se relacionan directamente con la función que desempeñan, la fuerza que generan y la amplitud del movimiento que producen (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

Las diferentes formas musculares son:

- Músculos fusiformes, tienen un vientre central grueso y extremos delgados, combinan amplitud de movimiento con fuerza moderada. Ejemplo: bíceps braquial.

- Músculos paralelos, presentan fibras dispuestas de manera paralela al eje longitudinal del músculo, permiten una gran amplitud de movimiento, aunque generan menor fuerza. Ejemplo: sartorio.
- Músculos convergentes (triangulares), presentan una base amplia de origen y fibras que convergen hacia un tendón común, permiten dirigir la fuerza hacia un punto específico. Ejemplo: pectoral mayor.
- Músculos peniformes, presentan fibras dispuestas de manera oblicua respecto al tendón, lo que les permite generar mayor fuerza con menor acortamiento. Se subdividen en:
 - Unipeniforme: fibras en un solo lado del tendón. Ejemplo: extensor largo de los dedos.
 - Bipeniforme: fibras en ambos lados del tendón. Ejemplo: recto femoral.
 - Multipeniforme: fibras en múltiples direcciones. Ejemplo: deltoides.
- Músculos circulares (esfínteres), rodean orificios corporales y regulan su apertura y cierre mediante contracción concéntrica. Ejemplo: orbicular de la boca, orbicular del ojo (Saladin, 2018).

Figura 53 Formas de los músculos



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: La unidad entre forma y función* (6.ª ed.), por Saladin (2018).

3.10.6. Músculos de la cabeza y el cuello

Los músculos de la cabeza y el cuello participan en funciones esenciales como la expresión facial, la masticación, la deglución, el habla y el mantenimiento de la postura cefálica. Desde el enfoque morfofisiológico, estos músculos se caracterizan por su acción coordinada y por su estrecha relación con estructuras óseas, articulares y nerviosas, especialmente los pares craneales (Saladin, 2018).

3.10.6.1. Músculos de la expresión facial

Los músculos de la expresión facial se distinguen porque, a diferencia de la mayoría de los músculos esqueléticos, se insertan en la piel, lo que permite producir movimientos visibles del rostro. Estos músculos son responsables de la mímica facial, la comunicación emocional y colaboran en funciones como el habla y la masticación. La mayoría de ellos están inervados por el nervio facial (VII par craneal), característica que los define como grupo funcional (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

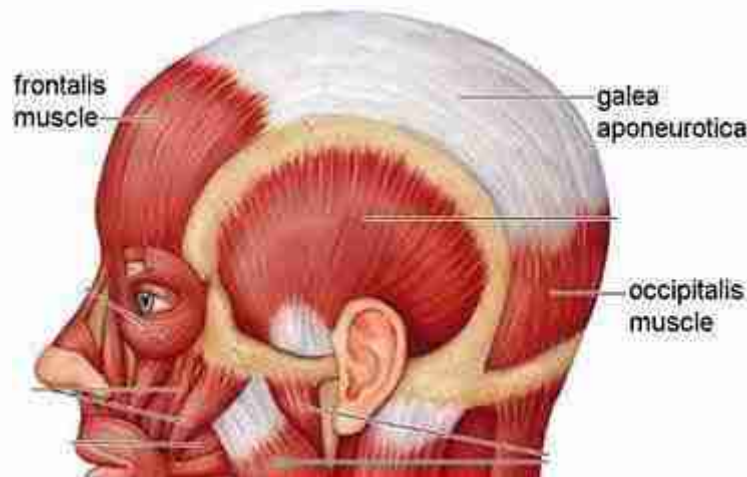
- **Músculos del cuero cabelludo**

El cuero cabelludo está formado por un conjunto de estructuras que permiten el desplazamiento de la piel sobre el cráneo. Dentro de los músculos de la expresión facial, este subgrupo está constituido por dos músculos principales: el músculo frontal y el músculo occipital, los cuales se encuentran unidos por una amplia aponeurosis denominada aponeurosis epicraneal (Tortora & Derrickson, 2021).

El **músculo frontal** se localiza en la región anterior del cráneo y participa en la elevación de las cejas y en la formación de pliegues en la frente, expresiones asociadas a sorpresa o atención. El **músculo occipital**, situado en la región posterior del cráneo, contribuye a la retracción del cuero cabelludo. La acción conjunta de ambos músculos permite el desplazamiento del cuero

cabelludo y demuestra la integración funcional característica de los músculos de la expresión facial (Saladin, 2018).

Figura 54 Músculos del cuero cabelludo (músculo frontal y músculo occipital)



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (6.ª ed.), de Saladin (2018).

- **Músculos de las regiones orbital y nasal**

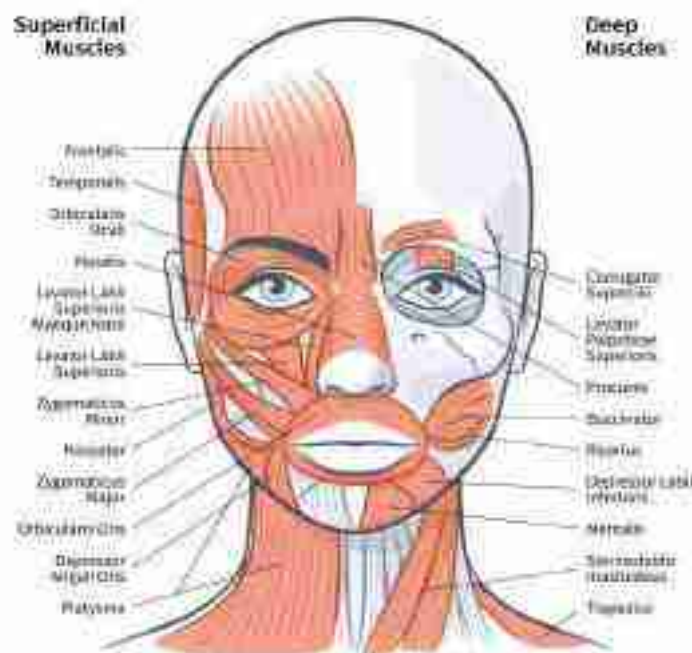
Dentro de los músculos de la expresión facial, las regiones orbital y nasal agrupan músculos que participan en la protección del globo ocular, la regulación de la apertura palpebral y el control de las narinas, además de contribuir de manera importante a la expresión facial. Estos músculos actúan de forma coordinada para permitir respuestas reflejas y voluntarias, como el parpadeo, el fruncimiento del ceño y la modificación del diámetro nasal durante la respiración (Saladin, 2018).

En la región orbital, el **orbicular del ojo** cumple la función de cerrar los párpados, protegiendo el ojo frente a estímulos externos y facilitando la distribución de la película lagrimal. El **elevador del párpado superior** permite la apertura del ojo mediante la elevación del párpado, siendo esencial para la visión; a diferencia del resto de los músculos de la expresión facial, este músculo está inervado por el nervio oculomotor (III par craneal). El **corrugador superciliar**, ubicado en la región medial de la ceja, participa en el

fruncimiento de las cejas, expresión comúnmente asociada a la concentración o preocupación (Saladin, 2018).

La región nasal incluye el músculo **nasal**, cuya función principal es modificar el diámetro de las narinas. Este músculo contribuye tanto a la expresión facial como a la regulación del flujo de aire durante la respiración, especialmente en situaciones de esfuerzo físico (Marieb & Hoehn, 2019; Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 55 Músculos de las regiones orbital y nasal de la expresión facial



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (6.ª ed.), de Saladin (2018).

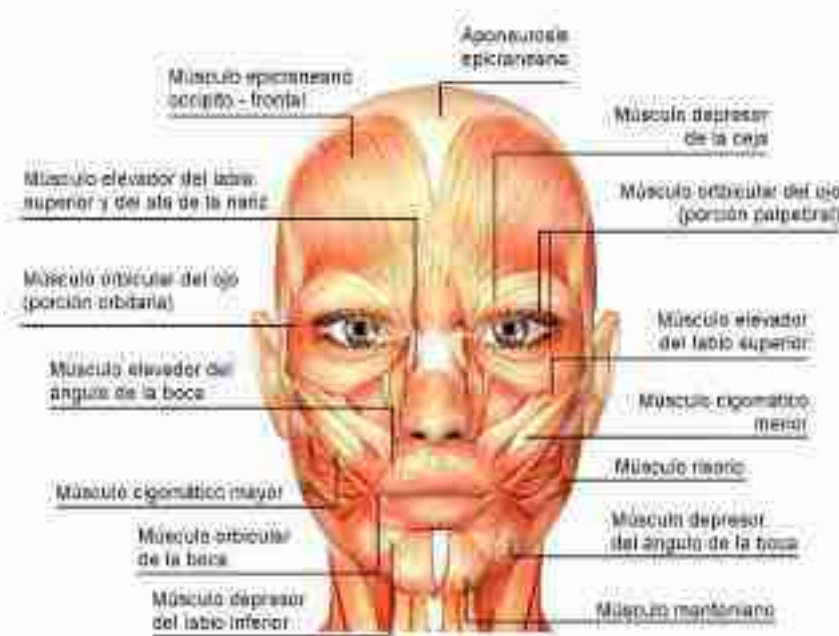
• Músculos de la región oral

Los músculos de la región oral forman un grupo esencial dentro de los músculos de la expresión facial, ya que participan de manera directa en la mímica, el habla, la alimentación y la modulación de las emociones. Estos músculos se caracterizan por su disposición alrededor de la abertura bucal y por insertarse en la piel y en la comisura de los labios, lo que permite una amplia variedad de movimientos finos y coordinados (Saladin, 2018).

El **orbicular de la boca** actúa como un esfínter que permite cerrar, protruir y fruncir los labios, siendo fundamental en la articulación del lenguaje y en la succión. Los músculos elevadores del labio superior y elevador del ángulo de la boca participan en la elevación del labio y de la comisura labial, contribuyendo a expresiones como la sonrisa. Los músculos cigomático mayor y cigomático menor elevan y retraen la comisura de la boca, desempeñando un papel clave en la expresión de alegría (Tortora & Derrickson, 2021).

El **risorio** retrae lateralmente la comisura labial, mientras que el depresor del ángulo de la boca y el depresor del labio inferior descenden los labios, permitiendo expresiones asociadas a tristeza o desaprobación. La acción coordinada de estos músculos evidencia la compleja relación entre estructura y función que caracteriza a la musculatura facial. Todos los músculos de esta región están inervados por el nervio facial (VII par craneal), lo que garantiza el control preciso de los movimientos expresivos (Marieb & Hoehn, 2019; Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 56 Músculos de la región oral de la expresión facial



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (6.ª ed.), de Saladin (2018).

- **Músculos de las regiones mentoniana y bucal**

Las regiones mentoniana y bucal incluyen músculos que participan activamente en la modulación de la forma de la boca, la expresión emocional, y funciones funcionales como la masticación, el habla y la deglución inicial.

Estos músculos se caracterizan por su inserción en la piel y por su acción coordinada sobre los labios, las mejillas y el mentón, permitiendo movimientos precisos y controlados propios de la expresión facial (Saladin, 2018).

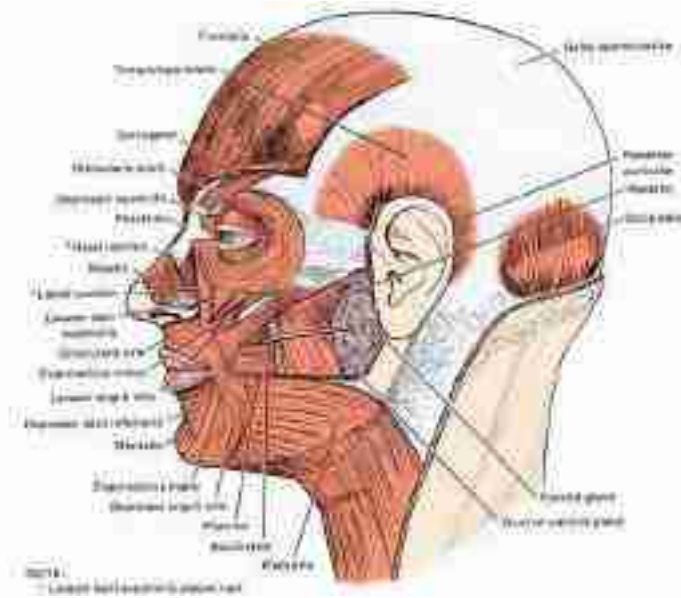
El músculo **mentoniano** se localiza en la región del mentón y cumple la función de elevar y protruir el labio inferior, contribuyendo a expresiones como la duda o el puchero.

Por su parte, el músculo buccinador, situado en la pared lateral de la cavidad oral, comprime la mejilla contra los dientes, evitando la acumulación de alimento entre la mejilla y la arcada dentaria durante la masticación y facilitando la succión y el soplo (Saladin, 2018).

El **platisma**, aunque se extiende hacia la región cervical, se incluye funcionalmente en este grupo por su acción sobre la porción inferior del rostro. Este músculo superficial tensa la piel del cuello y colabora en el descenso de la mandíbula y de la comisura labial, reforzando la expresión facial.

La inervación de estos músculos depende principalmente del nervio facial (VII par craneal), lo que garantiza el control voluntario de la mímica facial (Marieb & Hoehn, 2019; Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 57 Músculos de las regiones mentoniana y bucal de la expresión facial



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (6.ª ed.), de Saladin (2018).

3.10.6.2. Músculos de la masticación y la deglución

Los músculos de la masticación y la deglución participan de manera coordinada en procesos esenciales como la trituración de los alimentos, la formación del bolo alimenticio y su desplazamiento inicial hacia la faringe. Desde el enfoque morfofisiológico, estos músculos integran movimientos voluntarios y reflejos que permiten una alimentación eficiente y segura, bajo el control de pares craneales específicos (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021)..

Dentro de este grupo funcional, los músculos asociados a la lengua desempeñan un papel clave durante la fase oral de la deglución, ya que modifican la posición y orientación del bolo alimenticio y facilitan su paso hacia la orofaringe (Marieb & Hoehn, 2019).

- **Músculos extrínsecos de la lengua**

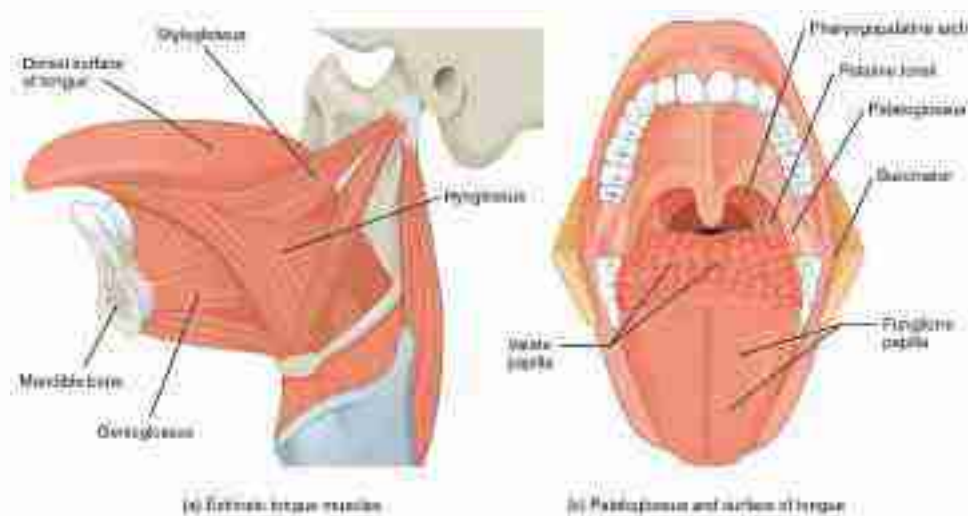
Los músculos extrínsecos de la lengua se originan en estructuras óseas externas a la lengua y se insertan en ella, lo que les permite modificar su

posición global dentro de la cavidad oral. A diferencia de los músculos intrínsecos, que alteran la forma de la lengua, los extrínsecos son responsables de los movimientos amplios necesarios para la masticación, la deglución y el habla (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

El **geniogloso** es el principal músculo responsable de la protrusión de la lengua y contribuye a evitar su desplazamiento posterior, desempeñando un papel importante en el mantenimiento de la vía aérea. El hiogloso permite el descenso y la retracción de la lengua, facilitando el control del bolo alimenticio. El estilogloso retrae y eleva la lengua durante la deglución, mientras que el palatogloso eleva la porción posterior de la lengua y participa en el cierre del istmo de las fauces durante el paso del bolo hacia la faringe (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

Desde el punto de vista de la innervación, la mayoría de los músculos extrínsecos de la lengua reciben fibras motoras del nervio hipogloso (XII par craneal); sin embargo, el palatogloso constituye una excepción, ya que está innervado por el nervio vago (X par craneal) a través del plexo faríngeo, reflejando su estrecha relación funcional con la musculatura faríngea (Guyton & Hall, 2011; Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 58 Músculos extrínsecos de la lengua y su participación en la deglución



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (6.ª ed.), de Saladin (2018).

- **Músculos de la masticación**

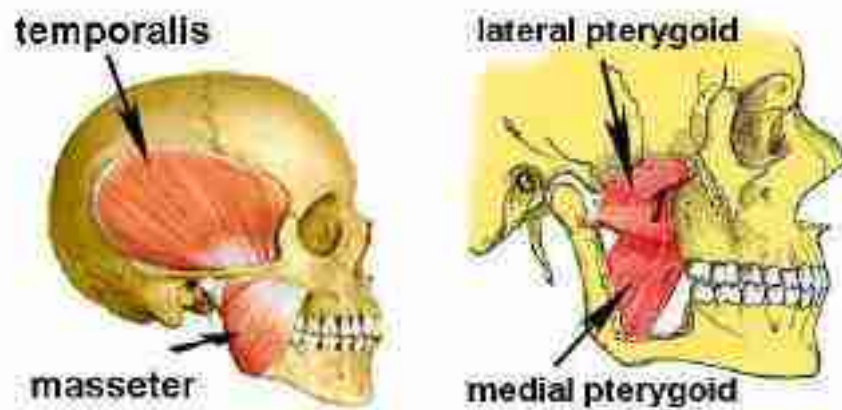
Los músculos de la masticación son responsables de los movimientos de la mandíbula que permiten la trituración de los alimentos durante la fase inicial del proceso digestivo. Desde el enfoque morfofisiológico, estos músculos actúan de manera coordinada para producir movimientos de elevación, descenso, protrusión, retrusión y lateralidad mandibular, esenciales para una masticación eficiente.

Todos estos músculos están inervados por el nervio trigémino (V par craneal), rama mandibular, lo que los distingue funcionalmente de otros músculos de la cabeza (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

El músculo **temporal** es un músculo amplio y en forma de abanico que participa principalmente en la elevación y retracción de la mandíbula, contribuyendo a la fuerza de cierre durante la masticación. El **masetero**, ubicado en la cara lateral de la mandíbula, es uno de los músculos más potentes del cuerpo humano en relación con su tamaño y cumple una función clave en la elevación mandibular, permitiendo la trituración efectiva de los alimentos (Marieb & Hoehn, 2019).

El **pterigoideo medial** actúa en conjunto con el masetero para elevar la mandíbula y participa en los movimientos de lateralidad, esenciales para el triturado del alimento. Por su parte, el pterigoideo lateral desempeña un papel fundamental en la protrusión y el descenso de la mandíbula, además de intervenir en los movimientos laterales que permiten la masticación alternada.

La acción coordinada de estos músculos evidencia la relación directa entre estructura anatómica y función masticatoria (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 59 Músculos de la masticación

Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (6.ª ed.), de Saladin (2018).

- **Grupo de músculos hioideos - suprahioideos**

El grupo de músculos suprahioideos está constituido por músculos que se sitúan por encima del hueso hioides y que participan activamente en la deglución, el habla y la estabilidad mandibular. Desde el enfoque morfofisiológico, estos músculos coordinan el movimiento del hioides y de la mandíbula, facilitando la elevación del piso de la cavidad oral y el desplazamiento del bolo alimenticio hacia la faringe durante la fase oral de la deglución (Saladin, 2018).

Durante la deglución, los músculos suprahioideos elevan el hioides y la laringe, contribuyendo al cierre de la vía aérea y protegiendo las estructuras respiratorias. Además, cuando el hioides se encuentra fijo, estos músculos colaboran en el descenso de la mandíbula, participando en la apertura bucal. Esta doble función evidencia su papel integrador entre la masticación y la deglución (Tortora & Derrickson, 2021).

El músculo digástrico actúa en dos vientres musculares y participa en la elevación del hioides y el descenso de la mandíbula. El geniohioideo desplaza el hioides hacia adelante y arriba, facilitando el paso del bolo alimenticio. El

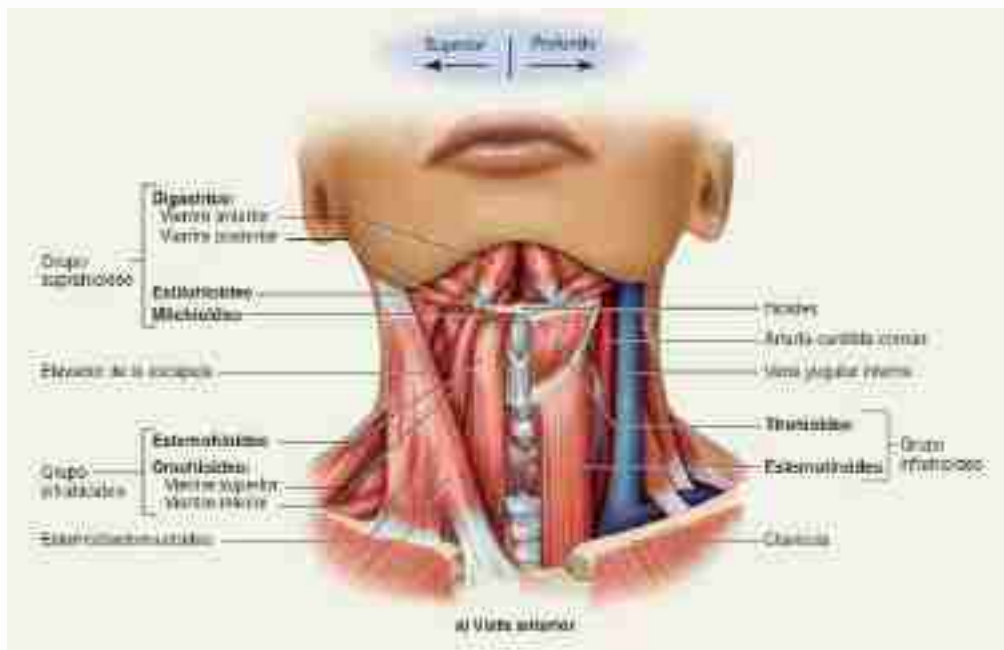
milohioideo forma el piso de la cavidad oral y eleva el hioides y la lengua durante la deglución, mientras que el estilohioideo eleva y retrae el hioides, contribuyendo a la coordinación del proceso deglutorio (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

- **Grupo de músculos hioideos - infrahioideos**

El grupo de músculos infrahioideos está constituido por músculos localizados por debajo del hueso hioides, cuya función principal es descender y estabilizar el hioides y la laringe durante la deglución y el habla. Desde el enfoque morfofisiológico, estos músculos actúan como antagonistas funcionales de los músculos suprahioideos, permitiendo la correcta secuencia de movimientos durante el proceso deglutorio y la fonación (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

Durante la deglución, los músculos infrahioideos fijan o descienden el hioides una vez que ha sido elevado por los suprahioideos, facilitando el retorno de la laringe a su posición de reposo tras el paso del bolo alimenticio. Además, contribuyen al control de la posición laríngea durante la producción de la voz, evidenciando su papel integrador entre los sistemas respiratorio y digestivo (Tortora & Derrickson, 2021).

El músculo **omohioideo** desciende y fija el hioides, colaborando en el control de su posición durante la deglución. El esternohioideo actúa descendiendo el hioides después de su elevación, mientras que el esternotiroideo desciende el cartílago tiroides y la laringe. Por su parte, el tirohioideo aproxima el hioides al cartílago tiroides, elevando la laringe cuando el hioides se encuentra fijo. La acción coordinada de estos músculos asegura la correcta dinámica del complejo hioideo-laríngeo (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 60 Músculos suprahioideos e infrahioideos

Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (6.ª ed.), de Saladin (2018).

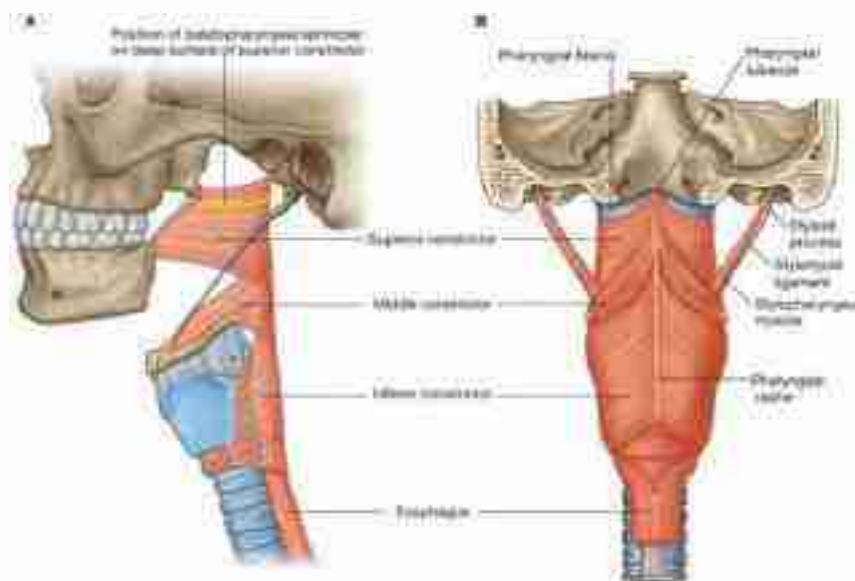
- **Músculos de la faringe**

Los músculos de la faringe participan en la fase faríngea de la deglución, asegurando el desplazamiento del bolo alimenticio desde la orofaringe hacia el esófago. Desde el enfoque morfofisiológico, estos músculos actúan de forma secuencial y coordinada para generar una contracción peristáltica que impulsa el bolo alimenticio, evitando su retorno y protegiendo la vía aérea (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

El grupo de los constrictores faríngeos está constituido por tres músculos dispuestos en capas superpuestas: constrictor superior, constrictor medio y constrictor inferior. Durante la deglución, estos músculos se contraen de manera progresiva desde arriba hacia abajo, estrechando la luz de la faringe y dirigiendo el bolo hacia el esófago. Esta organización funcional evidencia la relación directa entre la disposición anatómica de los músculos y su función fisiológica (Tortora & Derrickson, 2021).

El **constrictor faríngeo superior** participa en el inicio de la fase faríngea de la deglución, cerrando la nasofaringe y evitando el paso del bolo hacia la cavidad nasal. El constrictor faríngeo medio continúa el desplazamiento del bolo a través de la orofaringe, mientras que el constrictor faríngeo inferior dirige el bolo hacia el esófago, marcando el final de la fase faríngea. La inervación de estos músculos depende principalmente del nervio vago (X par craneal) a través del plexo faríngeo, lo que garantiza el control reflejo del proceso deglutorio (Guyton & Hall, 2011; Saladin, 2018).

Figura 61 Músculos constrictores de la faringe durante la deglución



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (6.ª ed.), de Saladin (2018).

3.10.7. Músculos del tronco

3.10.7.1. Músculos de la respiración

Los músculos de la respiración constituyen un grupo fundamental dentro de los músculos del tronco ya que permiten la ventilación pulmonar mediante la modificación del volumen de la cavidad torácica. Desde el enfoque morfofisiológico, estos músculos actúan de forma coordinada para generar los movimientos de inspiración y espiración, asegurando el intercambio gaseoso

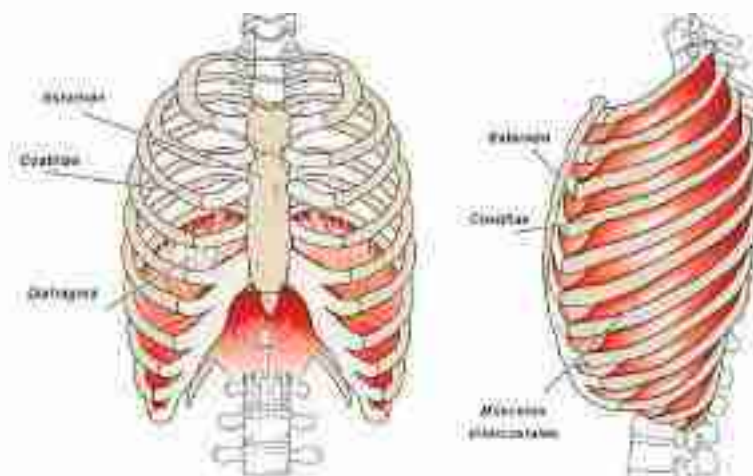
necesario para el mantenimiento de la vida (Guyton & Hall, 2011; Saladin, 2018).

La respiración normal es un proceso principalmente involuntario, pero depende de la acción rítmica y precisa de músculos esqueléticos que responden a centros respiratorios del sistema nervioso central. Entre estos músculos, el diafragma y los músculos intercostales desempeñan el papel principal en la mecánica respiratoria (Tortora & Derrickson, 2021).

El **diafragma** es un músculo amplio, en forma de cúpula, que separa la cavidad torácica de la cavidad abdominal y constituye el principal músculo de la inspiración. Durante la contracción, el diafragma desciende, aumentando el volumen de la cavidad torácica y permitiendo la entrada de aire a los pulmones. Durante la relajación, asciende y contribuye a la espiración pasiva (Saladin, 2018).

Desde el punto de vista funcional, el diafragma también participa en otras actividades como la tos, el vómito, la defecación y el parto, al incrementar la presión intraabdominal. Su inervación depende del nervio frénico, lo que evidencia su control neuromuscular especializado (Guyton & Hall, 2011; Marieb & Hoehn, 2019).

Figura 62 Músculo diafragma e intercostales



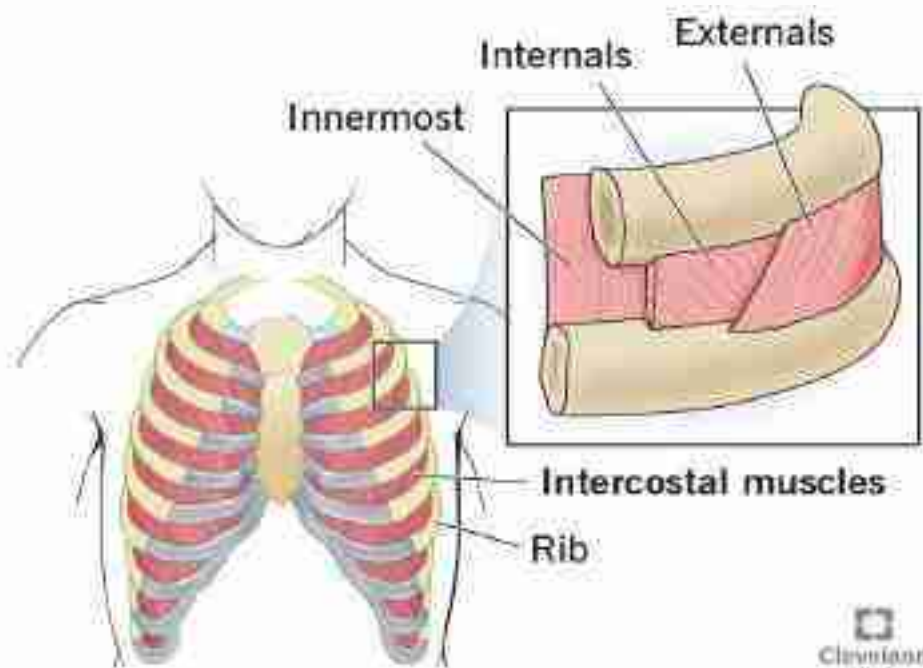
Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (6.ª ed.), de Saladin (2018).

Los músculos intercostales se localizan entre las costillas y colaboran con el diafragma en la modificación del diámetro torácico durante la respiración. Se organizan en tres planos musculares, cada uno con funciones específicas dentro de la mecánica respiratoria (Saladin, 2018).

Los **intercostales externos** se orientan oblicuamente y participan principalmente en la inspiración, elevando las costillas y aumentando el volumen de la cavidad torácica. Los intercostales internos colaboran principalmente en la espiración forzada, al descender las costillas y reducir el volumen torácico. Los intercostales íntimos, situados en el plano más profundo, refuerzan la acción de los intercostales internos y contribuyen al control fino de los movimientos respiratorios (Marieb & Hoehn, 2019; Tortora & Derrickson, 2021).

La acción conjunta de estos músculos permite una respiración eficiente, adaptándose a las demandas metabólicas del organismo tanto en reposo como durante el ejercicio físico.

Figura 63 Músculos intercostales



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (6.ª ed.), de Saladin (2018).

3.10.7.2. Músculos de la pared abdominal anterior

Los músculos de la pared abdominal anterior forman un conjunto estructural y funcional esencial para el soporte de las vísceras abdominales, el mantenimiento de la postura, la estabilidad del tronco y la generación de movimientos como la flexión y la rotación del torso. Desde el enfoque morfofisiológico, estos músculos también participan activamente en la respiración forzada, la defecación, la micción, el parto y otras maniobras que incrementan la presión intraabdominal (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

La pared abdominal está conformada por músculos dispuestos en capas, cuyas fibras presentan orientaciones diferentes. Esta disposición permite una combinación eficiente entre fuerza, resistencia y control del movimiento, además de proteger los órganos abdominales frente a traumatismos externos (Tortora & Derrickson, 2021).

El **oblicuo externo del abdomen** es el músculo más superficial de la pared abdominal anterior y presenta fibras orientadas en dirección inferomedial. Su acción principal incluye la flexión del tronco, la rotación contralateral y la compresión de las vísceras abdominales. Además, colabora en la espiración forzada al aumentar la presión intraabdominal (Saladin, 2018).

El **oblicuo interno del abdomen** se localiza profundo al oblicuo externo y presenta fibras orientadas en dirección superomedial. Este músculo actúa en la flexión del tronco, la rotación ipsilateral y la estabilización del tronco, complementando la acción del oblicuo externo durante los movimientos rotatorios (Marieb & Hoehn, 2019).

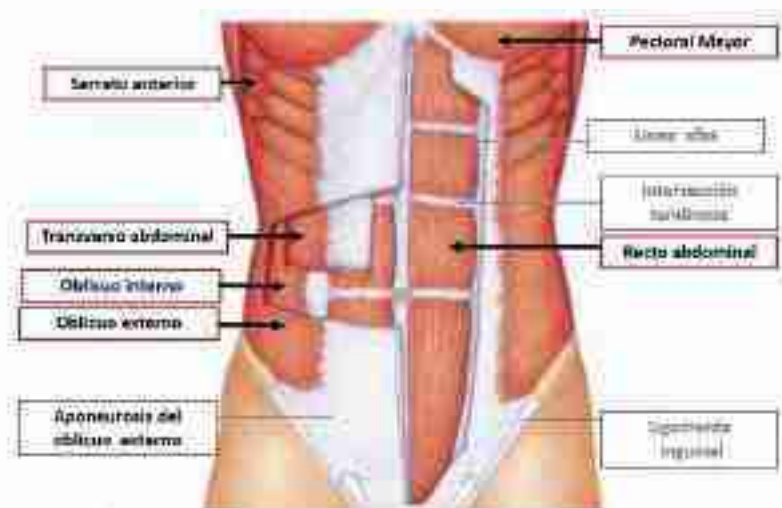
El **transverso del abdomen** es el músculo más profundo de la pared abdominal anterior y posee fibras orientadas horizontalmente. Su función principal es la compresión del contenido abdominal, desempeñando un papel clave en la estabilidad del tronco y en el control de la presión intraabdominal. Desde el punto de vista funcional, este músculo actúa como

un estabilizador dinámico durante los movimientos del cuerpo (Tortora & Derrickson, 2021).

El **recto abdominal** es un músculo largo y vertical, ubicado a cada lado de la línea media del abdomen. Se caracteriza por la presencia de intersecciones tendinosas, que le confieren el aspecto segmentado típico. Su función principal es la flexión del tronco, así como la estabilización de la pelvis y la compresión de las vísceras abdominales. Además, participa en la espiración forzada (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

Figura 64

Músculos de la pared abdominal anterior



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (6.ª ed.), de Saladin (2018).

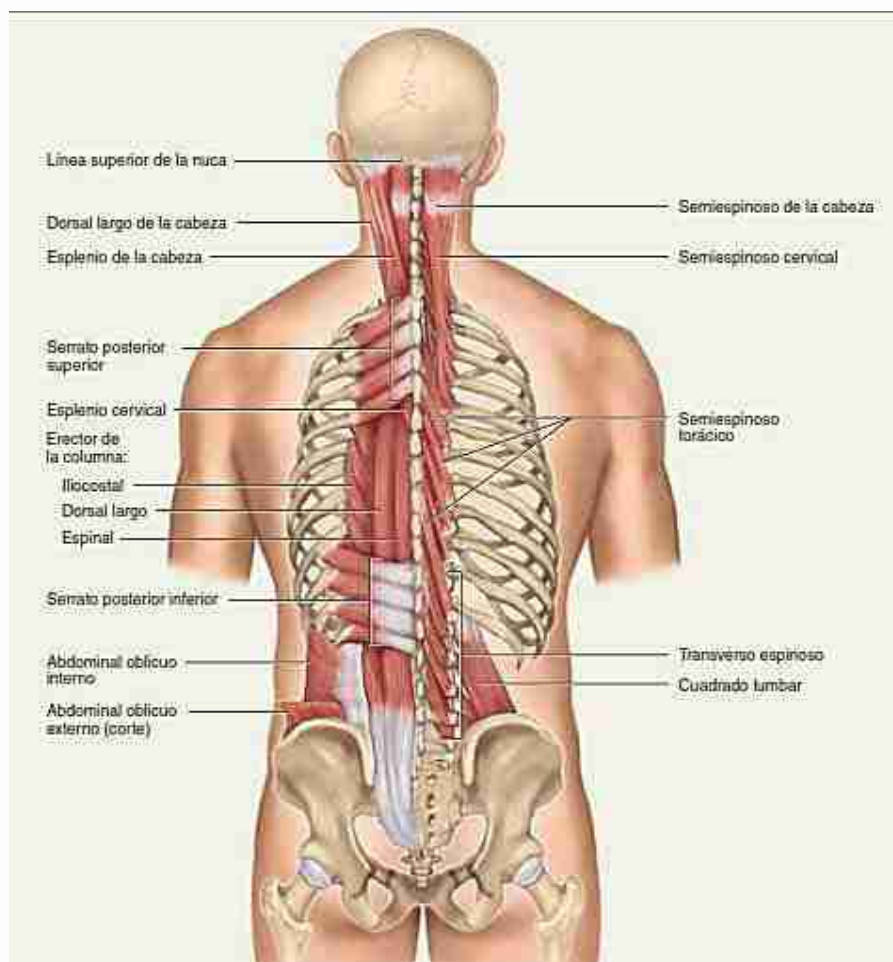
3.10.7.3. Músculos profundos de la espalda

Los músculos de la espalda desempeñan un papel esencial en el sostén del tronco, el mantenimiento de la postura y la estabilidad de la columna vertebral, además de permitir movimientos controlados como la extensión, la rotación y la inclinación lateral del tronco. Entre estos músculos se incluyen el erector de la columna, el grupo transversoespinoso, el semiespinoso torácico y el cuadrado lumbar, los cuales actúan de manera coordinada para

estabilizar los segmentos vertebrales y proteger las estructuras neurológicas asociadas (Saladin, 2018).

El músculo **erector de la columna** constituye el principal extensor del raquis y contribuye al control postural durante la bipedestación, mientras que los músculos transversoespinosos y el semiespinoso torácico permiten ajustes finos y precisos de la columna durante la rotación y la extensión. Por su parte, el cuadrado lumbar participa en la inclinación lateral del tronco y en la fijación de la última costilla durante la respiración, evidenciando la estrecha integración funcional entre la musculatura axial, la postura y la ventilación (Marieb & Hoehn, 2019; Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 65 Músculos profundos de la espalda



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (6.ª ed.), de Saladin (2018).

3.10.7.4. Músculos del piso pélvico

Los músculos del piso pélvico constituyen un conjunto muscular esencial para el soporte de las vísceras pélvicas, el control de la continencia urinaria y fecal, y la función urogenital y sexual.

Estos músculos forman una base muscular que cierra inferiormente la cavidad pélvica y actúan de manera coordinada con los sistemas urinario, reproductor y digestivo, garantizando estabilidad y control voluntario del periné (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

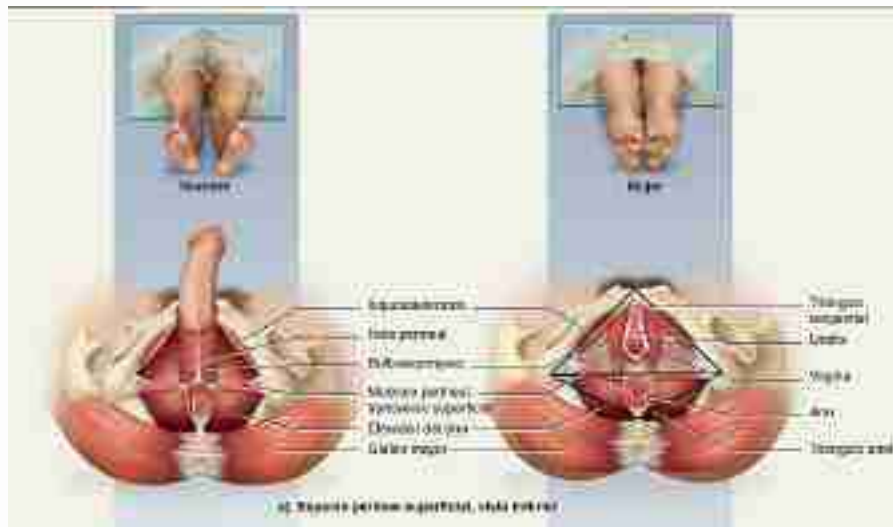
- **Espacio perineal superficial**

El espacio perineal superficial incluye músculos que actúan principalmente sobre los órganos genitales externos y participan en la función sexual, la micción y el mantenimiento del tono perineal. Estos músculos contribuyen a la estabilidad del periné y al control voluntario de las estructuras urogenitales (Saladin, 2018).

En este espacio se localizan el músculo isquiocavernoso y el músculo bulboesponjoso. El isquiocavernoso comprime las raíces de los cuerpos eréctiles, ayudando a mantener la erección al limitar el retorno venoso, mientras que el bulboesponjoso participa en la compresión del bulbo del pene o del vestíbulo vaginal, interviniendo en la eyaculación, la micción y la función sexual.

La acción conjunta de estos músculos evidencia la integración funcional del piso pélvico con el sistema urogenital (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

Figura 66 Músculos del espacio perineal superficial



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (6.ª ed.), de Saladin (2018).

- **Compartimiento medio del periné (diafragma urogenital)**

El compartimiento medio del periné agrupa músculos profundamente relacionados con el control voluntario de la continencia urinaria y fecal, así como con la estabilidad funcional del piso pélvico. Estos músculos rodean y refuerzan los conductos urogenitales y el canal anal, actuando como mecanismos activos de cierre que permiten regular la micción, la defecación y el mantenimiento del tono perineal en reposo y durante el esfuerzo físico (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

En este compartimiento se localizan el esfínter uretral externo, el compresor de la uretra y el esfínter anal externo. El **esfínter uretral externo** rodea la uretra y permite el control voluntario de la micción, mientras que el **compresor de la uretra**, presente solamente en las mujeres, contribuye a aumentar la presión uretral, reforzando la continencia. Por su parte, el **esfínter anal externo** rodea el canal anal y desempeña un papel fundamental en el control voluntario de la defecación. La acción coordinada de estos músculos evidencia la integración funcional entre el sistema muscular, el sistema

nervioso somático y los órganos pélvicos, garantizando continencia y soporte visceral (Guyton & Hall, 2011; Marieb & Hoehn, 2019).

Figura 67 Músculos del compartimiento medio del periné (diafragma urogenital)

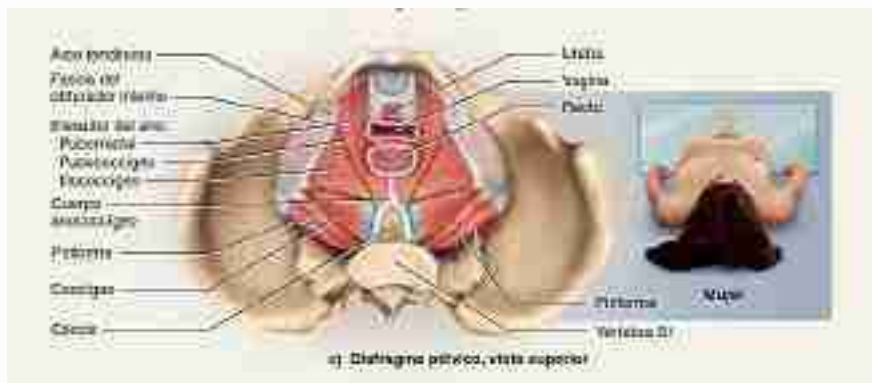


Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (6.ª ed.), de Saladin (2018).

- **Componente profundo: diafragma pélvico**

El componente más profundo del piso pélvico, conocido como diafragma pélvico, constituye la principal estructura de soporte de la pelvis. Está formado por el músculo elevador del ano y el músculo coccígeo, los cuales crean una base muscular resistente que sostiene el recto, la vejiga y los órganos reproductores (Saladin, 2018).

El músculo elevador del ano desempeña un papel esencial en la continencia fecal y urinaria, además de participar en el aumento de la presión intraabdominal durante el esfuerzo. El músculo coccígeo, aunque más pequeño, contribuye a la estabilidad del sacro y el coxis. Desde el punto de vista funcional, el diafragma pélvico actúa como una plataforma dinámica que se adapta a los cambios posturales, respiratorios y viscerales, integrándose con la musculatura abdominal y respiratoria (Guyton & Hall, 2011; Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 68 Diafragma pélvico y músculos profundos del piso pélvico

Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (6.ª ed.), de Saladin (2018).

3.10.8. Músculos que actúan sobre el hombro y las extremidades superiores

Los músculos que actúan sobre el hombro y las extremidades superiores permiten una amplia gama de movimientos que combinan movilidad, precisión y estabilidad, características fundamentales del miembro superior humano. Estos músculos actúan sobre la cintura escapular y la articulación del hombro, posibilitando acciones como la elevación, descenso, rotación y fijación del miembro superior, además de servir como base para los movimientos finos del brazo y la mano (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

3.10.8.1. Músculos que actúan sobre el hombro

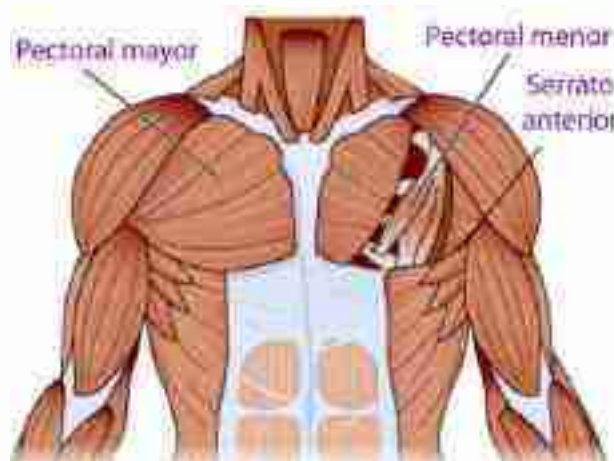
Los músculos que actúan sobre el hombro se organizan en grupos funcionales según su localización y dirección de acción sobre la escápula y la clavícula. Estos músculos no solo generan movimiento, sino que también cumplen un rol esencial en la estabilidad escapular, condición indispensable para una función adecuada del hombro y del miembro superior (Tortora & Derrickson, 2021).

- **Grupo anterior**

El grupo anterior de los músculos del hombro está conformado por músculos que se sitúan en la región anterior del tórax y actúan principalmente sobre la escápula, facilitando su desplazamiento y fijación contra la pared torácica. La acción coordinada de estos músculos es clave para movimientos como la protracción, la rotación superior de la escápula y la estabilización del hombro durante actividades funcionales del miembro superior (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

Dentro de este grupo se incluyen el pectoral menor y el serrato anterior. El pectoral menor contribuye al descenso y la protracción de la escápula, además de participar en la elevación de las costillas durante la respiración forzada. El serrato anterior desempeña un papel fundamental en la fijación de la escápula a la pared torácica y en su rotación superior, permitiendo la elevación completa del brazo por encima de la cabeza (Moscoso, 2024; Saladin, 2018).

Figura 69 Músculos anteriores que actúan sobre el hombro



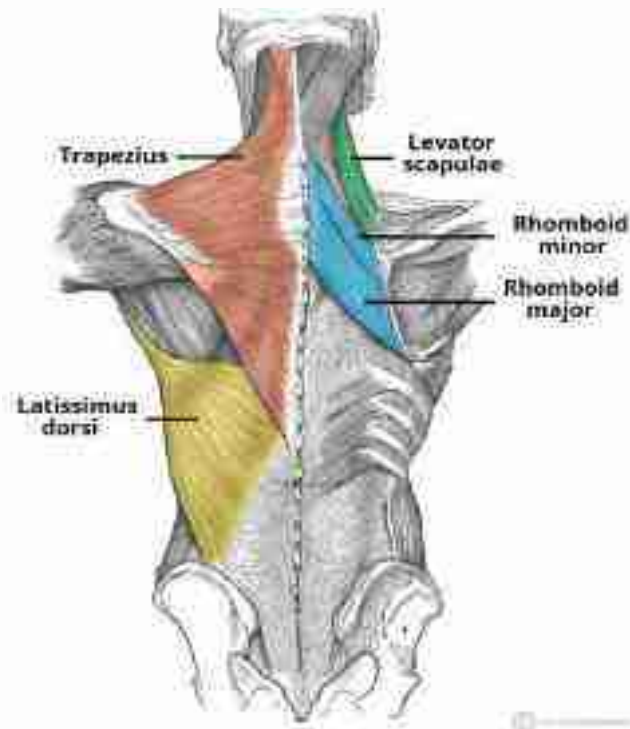
Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* de Saladin (2018).

- **Grupo posterior**

El grupo posterior de los músculos que actúan sobre el hombro está conformado por músculos que se sitúan en la región dorsal superior y que cumplen un papel esencial en la estabilidad, posicionamiento y movimiento de la escápula. Estos músculos permiten acciones como la elevación, retracción y rotación escapular, indispensables para la correcta mecánica del hombro y para la transmisión eficiente de fuerzas hacia el miembro superior durante actividades funcionales (Saladin, 2018).

Dentro de este grupo se incluyen el trapecio, el elevador de la escápula, el romboideo menor y el romboideo mayor. El **trapecio** actúa sobre la escápula y la clavícula, facilitando movimientos de elevación, descenso y rotación superior, además de contribuir al mantenimiento de la postura cervical. El **elevador de la escápula** participa en la elevación escapular y en la estabilización del cuello. Por su parte, los **romboideos menor y mayor** retraen la escápula y la fijan contra la pared torácica, colaborando en la estabilidad del hombro durante los movimientos del brazo (Moscoso, 2024; Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 70 Músculos posteriores que actúan sobre el hombro



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* de Saladin (2018).

3.10.8.2. Músculos que actúan sobre el brazo

Los músculos que actúan sobre el brazo conectan el miembro superior con el tronco y la cintura escapular, permitiendo movimientos amplios y potentes de la articulación del hombro. Estos músculos son fundamentales para acciones como la aducción, extensión, rotación y flexión del brazo, además de contribuir a la estabilidad dinámica durante actividades funcionales que implican empuje, tracción y elevación del miembro superior (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

- **Músculos de la cabeza y el tronco**

El pectoral mayor y el dorsal ancho son músculos grandes y superficiales que se originan en el tronco y se insertan en el húmero, actuando directamente sobre el brazo. El pectoral mayor participa principalmente en la aducción, flexión y rotación medial del brazo, siendo clave en movimientos de empuje y aproximación del miembro superior al cuerpo. Por su parte, el dorsal

ancho contribuye a la extensión, aducción y rotación medial del brazo, además de desempeñar un papel importante en actividades que requieren tracción. La acción conjunta de ambos músculos permite movimientos potentes y coordinados del brazo, integrando la fuerza del tronco con la movilidad del miembro superior (Tortora & Derrickson, 2021).

- **Músculos escapulares**

Los músculos escapulares que actúan sobre el brazo forman un subgrupo que conecta la escápula con el húmero, desempeñando un papel esencial en la movilidad y estabilidad de la articulación del hombro. Estos músculos permiten movimientos precisos del brazo y contribuyen al control dinámico del hombro durante actividades que requieren elevación, rotación y aproximación del miembro superior al tronco (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

Dentro de este subgrupo se incluyen el deltoides, el redondo mayor y el coracobraquial. El deltoides es el principal músculo responsable de la abducción del brazo, además de participar en la flexión, extensión y rotación del húmero según el fascículo activado. El redondo mayor contribuye a la extensión, aducción y rotación medial del brazo, actuando de manera sinérgica con el dorsal ancho. Por su parte, el coracobraquial participa en la flexión y aducción del brazo, colaborando en la estabilidad del hombro durante los movimientos del miembro superior. La acción coordinada de estos músculos garantiza un movimiento eficiente y controlado del brazo, integrando la movilidad escapular con la función humeral (Moscoso, 2024; Tortora & Derrickson, 2021).

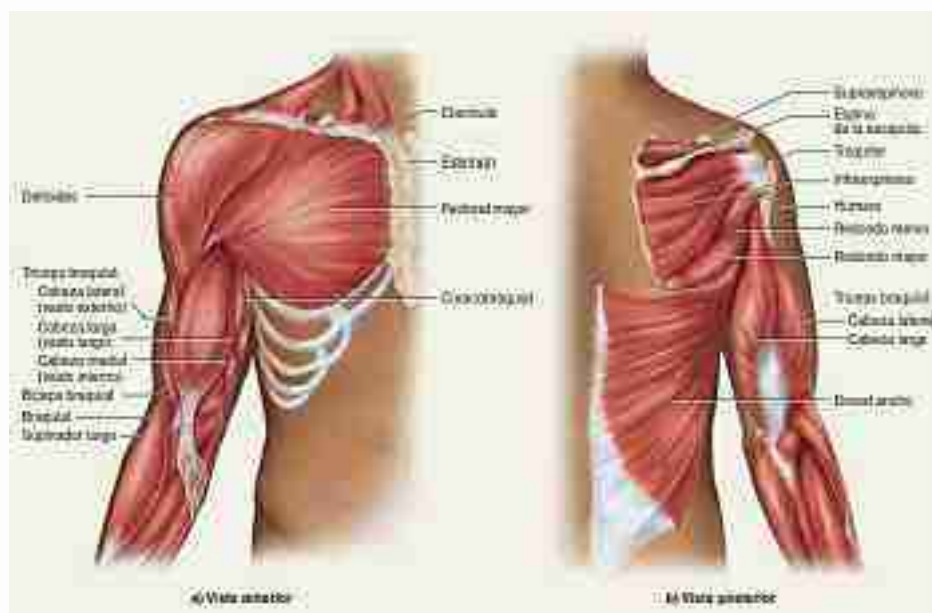
- **Manguito de los rotadores**

El manguito de los rotadores es un conjunto de músculos profundos del hombro que rodean la cabeza del húmero y cumplen una función clave en la estabilidad dinámica de la articulación glenohumeral. Su acción coordinada mantiene la cabeza humeral centrada en la cavidad glenoidea

durante los movimientos del brazo, permitiendo una amplia movilidad sin comprometer la congruencia articular. Este grupo muscular es esencial tanto para los movimientos cotidianos como para actividades que requieren precisión y fuerza del miembro superior (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

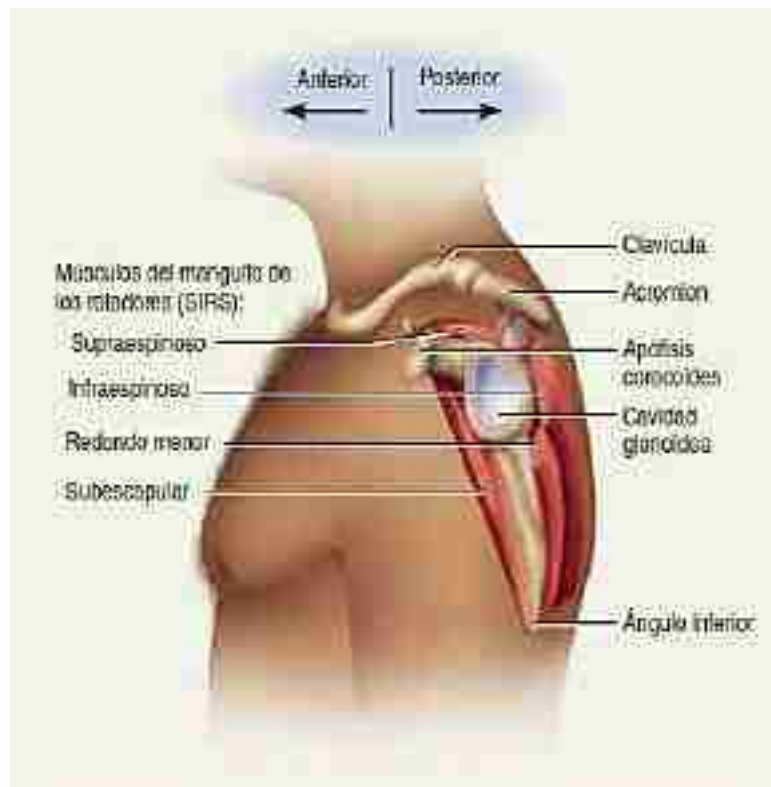
El manguito de los rotadores está conformado por el supraespinoso, infraespinoso, redondo menor y subescapular. El supraespinoso inicia la abducción del brazo y contribuye a la estabilidad superior del hombro, el infraespinoso y el redondo menor participan principalmente en la rotación lateral del húmero; mientras que el subescapular permite la rotación medial del brazo. En conjunto, estos músculos actúan como estabilizadores activos del hombro, previniendo desplazamientos de la cabeza humeral y reduciendo el riesgo de lesiones durante movimientos amplios o repetitivos (Moscoso, 2024; Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 71 Músculos que actúan sobre el brazo



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* de Saladin (2018).

Figura 72 Manguito de los rotadores del hombro



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* de Saladin (2018).

3.10.8.3. Músculos que actúan sobre el antebrazo

Los músculos que actúan sobre el antebrazo permiten los movimientos de flexión y extensión del codo, además de contribuir a la estabilidad del miembro superior durante actividades funcionales que requieren fuerza y precisión. Estos músculos conectan el brazo con el antebrazo y actúan de manera coordinada con los músculos del hombro para posicionar adecuadamente la mano en el espacio (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

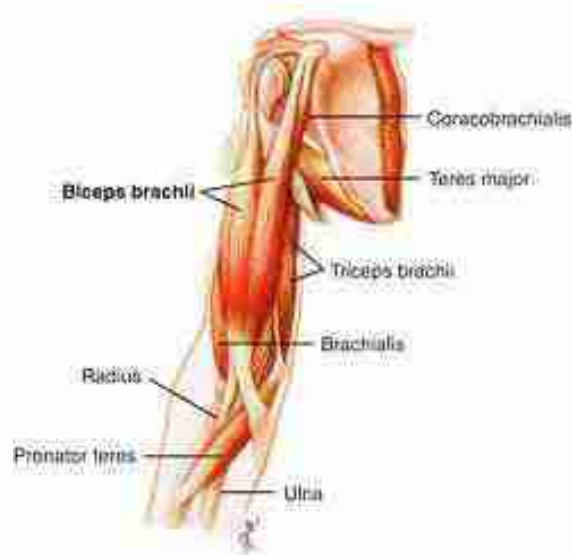
- **Músculos con vientres en el brazo**

Este subgrupo está conformado por músculos cuyos vientres se localizan principalmente en el brazo, pero cuya acción se ejerce sobre la articulación del codo y, en algunos casos, sobre la articulación del hombro. Estos músculos desempeñan un papel clave en los movimientos de empuje, tracción y

manipulación de objetos, integrando fuerza y control del antebrazo (Tortora & Derrickson, 2021).

Dentro de este subgrupo se incluyen el braquial, el bíceps braquial y el tríceps braquial. El braquial es el principal flexor del codo, actuando de manera constante independientemente de la posición del antebrazo. El bíceps braquial participa en la flexión del codo y en la supinación del antebrazo, además de colaborar en la flexión del hombro. Por su parte, el tríceps braquial constituye el principal extensor del codo y contribuye a la estabilidad de la articulación durante movimientos potentes del miembro superior. La acción integrada de estos músculos asegura un control eficaz del antebrazo durante actividades cotidianas y deportivas (Marieb & Hoehn, 2019; Moscoso, 2024; Saladin, 2018).

Figura 73 Músculos del brazo que actúan sobre el antebrazo



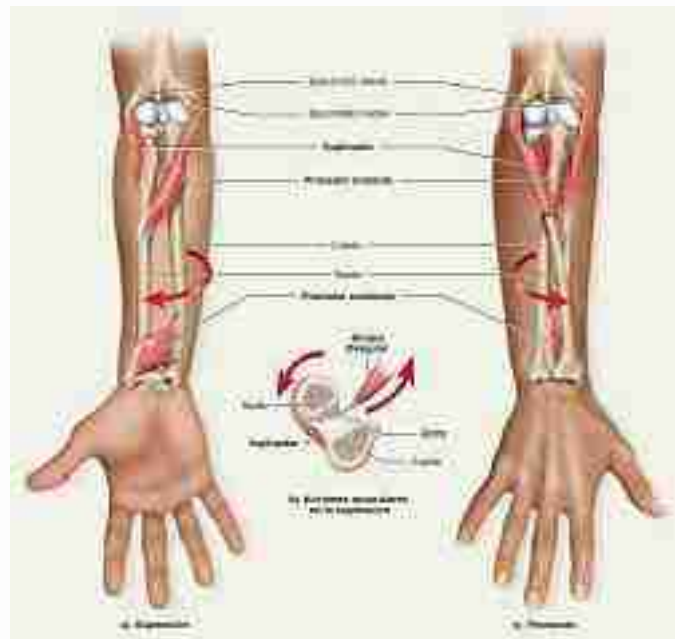
Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* de Saladin (2018).

- **Músculos con vientre en el antebrazo**

Los músculos con vientre en el antebrazo participan principalmente en los movimientos de pronación y supinación, así como en la estabilización de la articulación del codo durante acciones funcionales del miembro superior. Estos músculos permiten orientar la mano en el espacio con precisión, adaptando su posición a actividades como la manipulación de objetos, la escritura y el uso de herramientas. Su acción coordinada complementa el trabajo de los músculos del brazo, asegurando un control eficiente del antebrazo (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

Dentro de este grupo se incluyen el supinador largo (braquiorradial), el ancóneo, el pronador cuadrado, el pronador redondo y el supinador. El supinador largo actúa principalmente como flexor del codo y contribuye a llevar el antebrazo a una posición intermedia entre pronación y supinación. El ancóneo colabora en la extensión y estabilización del codo. El pronador cuadrado y el pronador redondo permiten la pronación del antebrazo, mientras que el supinador participa en la rotación lateral del radio, facilitando la supinación. En conjunto, estos músculos garantizan movimientos rotacionales finos y estables del antebrazo, fundamentales para la función manual (Moscoso, 2024; Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 74 Músculos del antebrazo responsables de la pronación y supinación



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* de Saladin (2018).

3.10.8.4. Músculos que actúan sobre la muñeca y la mano

Los músculos que actúan sobre la muñeca y la mano permiten movimientos precisos y coordinados indispensables para la prensión, la manipulación fina de objetos y la estabilidad de la mano durante actividades funcionales. Estos músculos se organizan en compartimientos según su localización y función, lo que facilita comprender su acción conjunta sobre la muñeca y los dedos (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

- **Compartimiento anterior (flexor): capa superficial**

El compartimiento anterior del antebrazo, en su capa superficial, agrupa músculos cuya función principal es la flexión de la muñeca y de los dedos, además de contribuir a la estabilidad de la articulación radiocarpiana. La acción coordinada de estos músculos permite movimientos potentes y controlados de la mano, fundamentales para actividades cotidianas como sujetar, escribir y manipular objetos (Tortora & Derrickson, 2021; Drake et al., 2020).

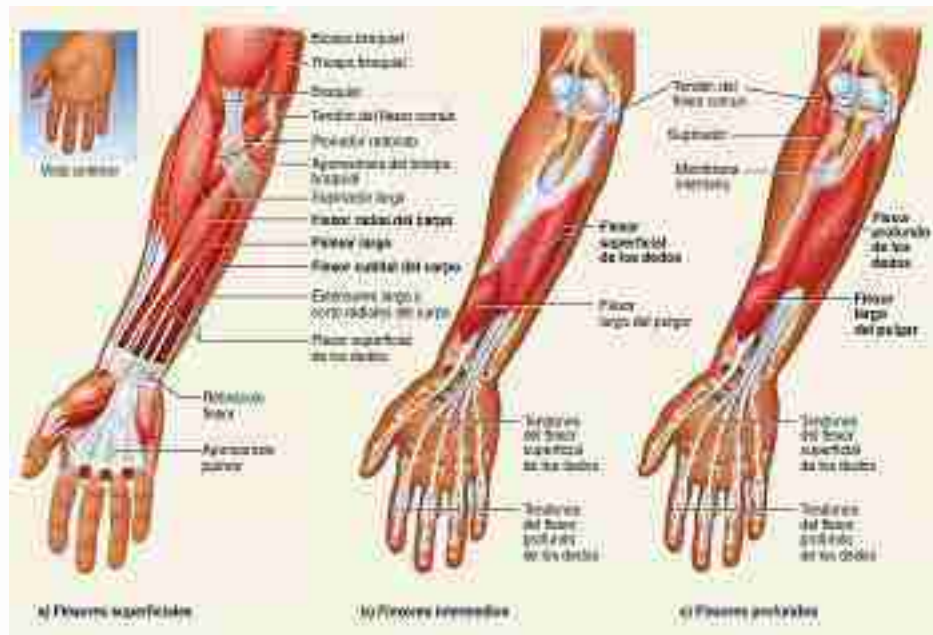
En esta capa superficial se incluyen el flexor radial del carpo, el flexor cubital del carpo, el flexor superficial de los dedos y el palmar largo. El **flexor radial del carpo** participa en la flexión y desviación radial de la muñeca, mientras que el **flexor cubital del carpo** contribuye a la flexión y desviación cubital. El **flexor superficial de los dedos** permite la flexión de las falanges medias, siendo clave para la prensión, y el **palmar largo**, cuando está presente, tensa la aponeurosis palmar y colabora en la flexión de la muñeca. Están inervados por el nervio mediano, a excepción del flexor cubital del carpo, que lo inerva el nervio cubital (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

- **Compartimiento anterior (flexor): capa profunda**

El compartimiento anterior del antebrazo, en su capa profunda, agrupa músculos especializados en la flexión fina y potente de los dedos y del pulgar, fundamentales para la prensión precisa y la manipulación de objetos. Estos músculos actúan de manera sinérgica con la capa superficial para garantizar fuerza, control y estabilidad durante movimientos complejos de la mano, como el agarre firme y la pinza digital (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

En esta capa profunda se incluyen el flexor profundo de los dedos y el flexor largo del pulgar. El flexor profundo de los dedos permite la flexión de las falanges distales de los dedos, siendo indispensable para la prensión fuerte, presenta una inervación dual, ya que sus fascículos laterales están inervados por el nervio mediano, mientras que los fascículos mediales reciben inervación del nervio cubital, lo que refleja su compleja organización funcional. El flexor largo del pulgar participa en la flexión de la falange distal del pulgar y es esencial para la pinza fina; este músculo está inervado por el nervio mediano a través del nervio interóseo anterior. En conjunto, estos músculos aseguran la precisión y fuerza necesarias para la función manual avanzada (Drake et al., 2020; Moscoso, 2024; Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 75 Músculos flexores de la muñeca y la mano



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* de Saladin (2018).

- **Compartimiento posterior (extensor): capa superficial**

El compartimiento posterior del antebrazo, en su capa superficial, agrupa músculos cuya función principal es la extensión de la muñeca y de los dedos, además de contribuir a la estabilidad de la articulación radiocarpiana durante los movimientos de prensión y liberación de la mano. Estos músculos actúan de manera coordinada con los flexores del compartimiento anterior, permitiendo movimientos alternantes precisos y controlados que son esenciales para la función manual (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

En esta capa superficial se incluyen el extensor radial largo del carpo, el extensor radial corto del carpo, el extensor de los dedos, el extensor del meñique y el extensor cubital del carpo. Los extensores radiales largo y corto del carpo participan en la extensión y desviación radial de la muñeca, mientras que el extensor cubital del carpo contribuye a la extensión y desviación cubital. El extensor de los dedos permite la extensión de los dedos segundo al quinto, y el extensor del meñique actúa específicamente sobre el quinto dedo, facilitando movimientos independientes. Todos estos músculos

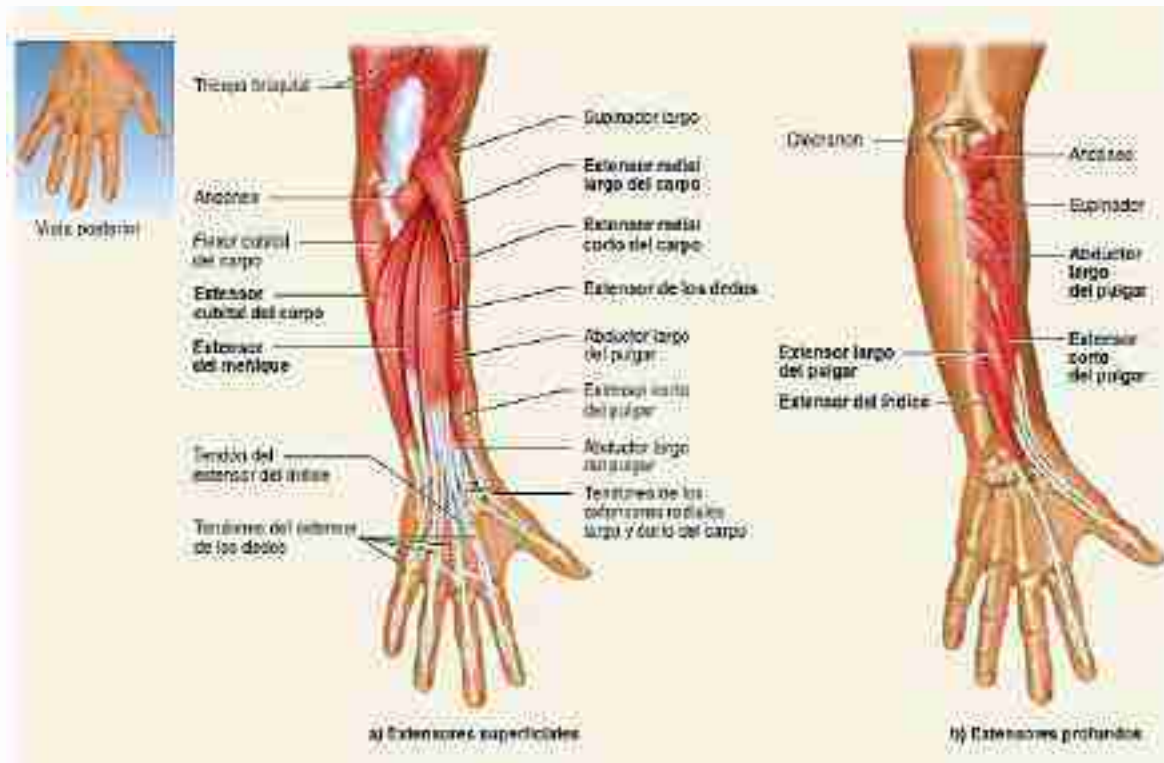
están inervados por el nervio radial, lo que asegura una acción extensora eficaz y coordinada de la muñeca y los dedos (Drake et al., 2020; Moscoso, 2024; Tortora & Derrickson, 2021).

- **Compartimiento posterior (extensor): capa profunda**

El compartimiento posterior del antebrazo, en su capa profunda, reúne músculos especializados en los movimientos finos del pulgar y del índice, esenciales para la pinza, la precisión manual y la coordinación de la mano. Estos músculos actúan en sinergia con los extensores superficiales para permitir gestos precisos, como escribir, señalar o manipular objetos pequeños, aportando control y estabilidad durante la extensión y abducción del pulgar (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

En esta capa profunda se incluyen el abductor largo del pulgar, el extensor corto del pulgar, el extensor largo del pulgar y el extensor del índice. El abductor largo del pulgar separa el pulgar del plano de la palma y contribuye a la extensión de la muñeca, el extensor corto del pulgar y el extensor largo del pulgar permiten la extensión de las falanges proximal y distal del pulgar, respectivamente, facilitando la pinza y la liberación de objetos. El extensor del índice posibilita la extensión independiente del segundo dedo, aportando precisión a los movimientos digitales. Todos estos músculos están inervados por el nervio radial, específicamente a través de su rama profunda, el nervio interóseo posterior, lo que asegura una coordinación eficaz de la extensión digital fina (Drake et al., 2020; Tortora & Derrickson, 2021; Moscoso, 2024).

Figura 76 Músculos extensores de la muñeca y la mano



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* de Saladin (2018).

3.10.8.5. Músculos intrínsecos de la mano

Los músculos intrínsecos de la mano se localizan completamente dentro de la mano y son responsables de los movimientos finos, la destreza manual y el control preciso de los dedos. Estos músculos permiten acciones complejas como la pinza, la oposición del pulgar y la coordinación independiente de los dedos, lo que distingue funcionalmente a la mano humana. Su acción integrada complementa a los músculos extrínsecos del antebrazo, aportando precisión y estabilidad durante la manipulación de objetos (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

- **Grupo tenar**

El grupo tenar controla los movimientos del pulgar, elemento clave para la pinza y la oposición. Está conformado por el abductor corto del pulgar, el

flexor corto del pulgar, el oponente del pulgar y el aductor del pulgar. En conjunto, estos músculos permiten la abducción, flexión, oposición y aducción del pulgar, garantizando la fuerza y precisión necesarias para la prensión fina. La inervación del grupo tenar depende principalmente del nervio mediano, con excepción del aductor del pulgar, que está inervado por el nervio cubital (Drake et al., 2020; Tortora & Derrickson, 2021).

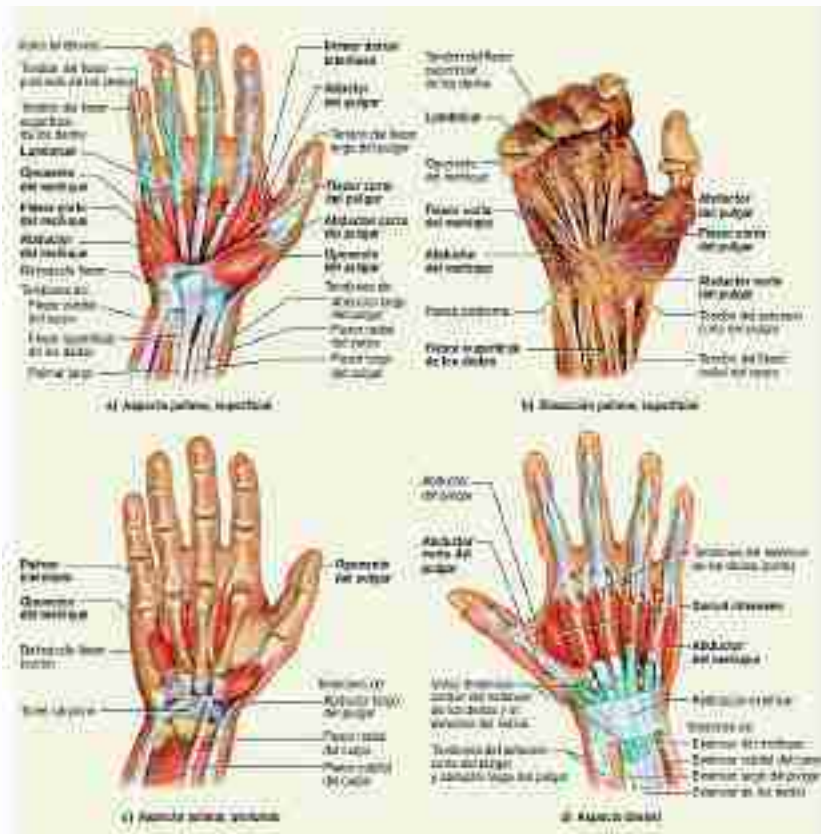
- **Grupo hipotenar**

El grupo hipotenar actúa sobre el meñique, contribuyendo a la adaptación de la mano a superficies amplias y a la estabilidad durante la prensión. Este grupo incluye el abductor del meñique, el flexor corto del meñique y el oponente del meñique. La acción coordinada de estos músculos permite movimientos de abducción, flexión y oposición del quinto dedo, ampliando la superficie de contacto de la mano. Todos los músculos del grupo hipotenar están inervados por el nervio cubital (Marieb & Hoehn, 2019; Moscoso, 2024)

- **Grupo palmar medio**

El grupo palmar medio está constituido por cuatro músculos interóseos dorsales, los músculos interóseos palmares y los músculos lumbricales, que actúan sobre los dedos segundo al quinto. Los cuatro interóseos dorsales permiten la abducción de los dedos, mientras que los tres interóseos palmares participan en la aducción. Los cuatro músculos lumbricales colaboran en la flexión de las articulaciones metacarpofalángicas y la extensión de las interfalángicas, coordinando movimientos precisos. La inervación de este grupo depende principalmente del nervio cubital, con excepción de los lumbricales laterales, que reciben fibras del nervio mediano, lo que refleja la complejidad funcional de la mano (Drake et al., 2020; Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 77 Músculos intrínsecos de la mano



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* de Saladin (2018).

3.10.9. Músculos que actúan en la cadera y las extremidades inferiores

3.10.9.1. Músculos que actúan sobre la cadera y el fémur

Los músculos que actúan sobre la cadera y el fémur desempeñan un papel fundamental en la locomoción, el mantenimiento de la postura y la estabilidad del cuerpo en posición erguida. Estos músculos permiten movimientos amplios y potentes del miembro inferior, como la flexión, extensión, abducción, aducción y rotación de la cadera, además de garantizar el soporte del peso corporal durante la marcha y otras actividades funcionales (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

- **Músculos anteriores de la cadera**

Los músculos anteriores de la cadera, representados principalmente por el ilíaco y el psoas mayor, forman en conjunto el músculo iliopsoas, considerado el principal flexor de la cadera. Estos músculos permiten la flexión del muslo sobre el tronco y participan en la estabilización de la pelvis durante la marcha. Además, contribuyen al mantenimiento de la postura y a la coordinación entre el tronco y las extremidades inferiores (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

- **Músculos laterales y posteriores de la cadera**

Los músculos laterales y posteriores de la cadera incluyen el tensor de la fascia lata, el glúteo mayor, el glúteo medio y el glúteo menor, los cuales cumplen funciones clave en la estabilidad pélvica y en los movimientos de extensión, abducción y rotación del muslo. El glúteo mayor es el principal extensor de la cadera y resulta esencial en actividades como subir escaleras o levantarse desde la posición sentada, mientras que los glúteos medio y menor estabilizan la pelvis durante la marcha, evitando su descenso lateral. El tensor de la fascia lata colabora en la tensión del tracto iliotibial, aportando estabilidad lateral al muslo y a la rodilla (Drake et al., 2020; Marieb & Hoehn, 2019; Moscoso, 2024).

- **Rotadores laterales de la cadera**

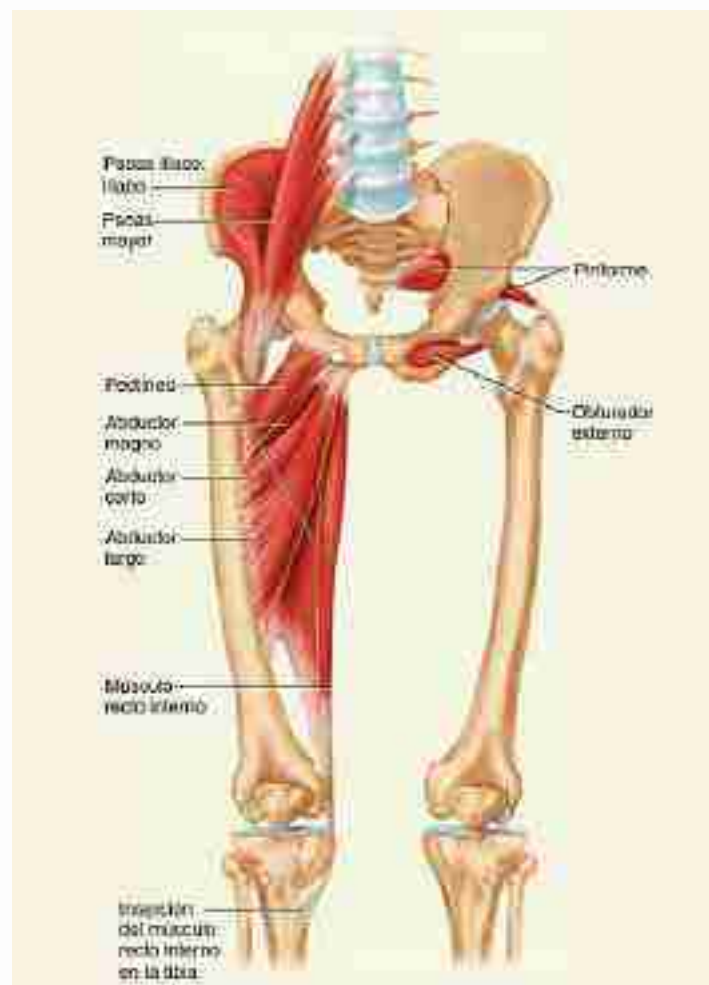
El grupo de los rotadores laterales de la cadera está conformado por el piriforme, el obturador externo, el gémino superior, el gémino inferior y el cuadrado femoral (crural). Estos músculos profundos actúan principalmente en la rotación lateral del fémur y contribuyen a la estabilidad de la cabeza femoral dentro del acetábulo. Su acción es esencial para el control fino de los movimientos de la cadera y para la alineación adecuada del miembro inferior durante la locomoción (Drake et al., 2020; Saladin, 2018).

- **Compartimiento medial (aductor) del muslo**

El compartimiento medial del muslo agrupa músculos cuya función principal es la aducción del muslo, contribuyendo a la estabilidad del cuerpo durante la bipedestación y la marcha. En este compartimiento se incluyen el

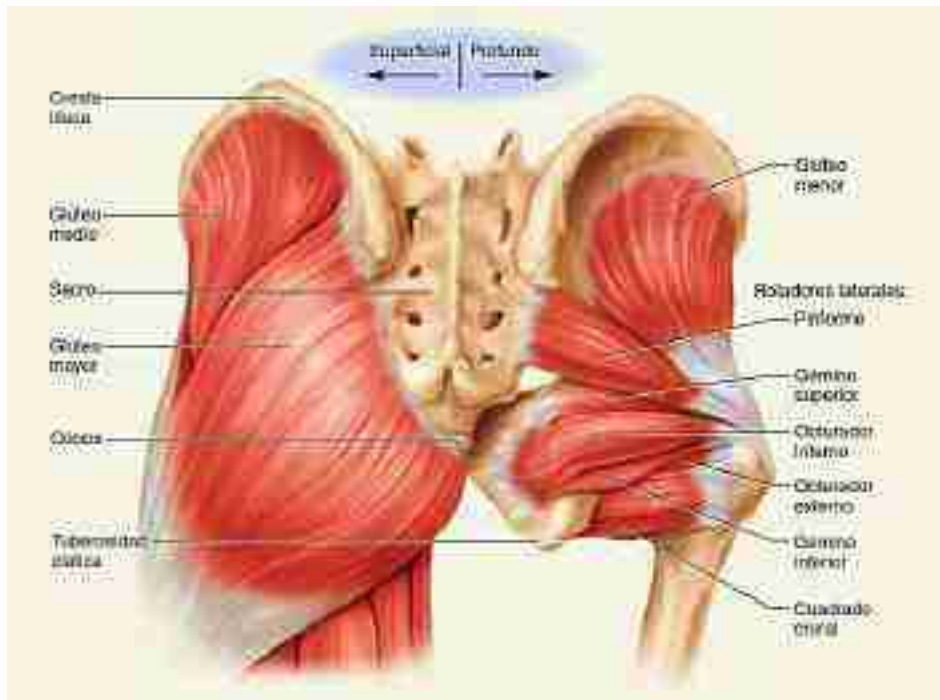
aductor corto, el **aductor largo**, el **aductor mayor**, el **recto interno** (grácil) y el **pectíneo**. Estos músculos permiten aproximar el miembro inferior a la línea media del cuerpo y colaboran en la flexión y estabilización de la cadera, especialmente durante los cambios de dirección y el apoyo unipodal (Marieb & Hoehn, 2019; Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 78 Músculos que actúan sobre la cadera y el fémur



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* de Saladin (2018).

Figura 79 Músculos glúteos



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* de Saladin (2018).

3.10.9.2. Músculos que actúan sobre la rodilla y la pierna

Los músculos que actúan sobre la rodilla y la pierna desempeñan un papel esencial en la locomoción, la estabilidad articular y el soporte del peso corporal. Estos músculos permiten movimientos coordinados de flexión y extensión de la rodilla, así como el control postural durante la marcha, la carrera y el mantenimiento de la posición erguida. Su acción integrada asegura una transmisión eficiente de fuerzas entre la cadera, la pierna y el pie (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

- **Compartimiento anterior (extensor) del muslo**

El compartimiento anterior del muslo está conformado principalmente por el cuádriceps femoral, grupo muscular encargado de la extensión de la rodilla, función clave durante la fase de apoyo de la marcha y al levantarse desde la posición sentada. El cuádriceps incluye al recto femoral, vasto lateral, vasto medial y vasto intermedio, músculos que actúan de manera conjunta para generar fuerza extensora y estabilizar la articulación de la rodilla. El recto

femoral, además, participa en la flexión de la cadera, integrando la función del muslo con la movilidad del tronco. El sartorio, aunque no forma parte del cuádriceps, se incluye en este compartimiento por su localización y contribuye a la flexión y rotación del muslo, así como a la flexión de la rodilla, facilitando movimientos complejos del miembro inferior (Drake et al., 2020; Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

- **Compartimiento posterior (flexor) del muslo**

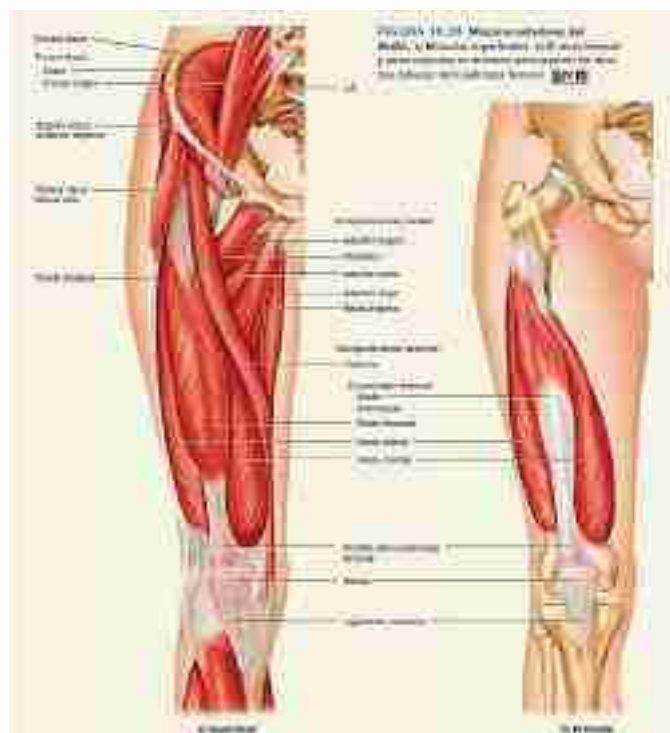
El compartimiento posterior del muslo está integrado por los músculos conocidos como isquiotibiales, que incluyen el bíceps femoral, el semitendinoso y el semimembranoso. Estos músculos participan principalmente en la flexión de la rodilla y en la extensión de la cadera, siendo fundamentales durante la fase de balanceo de la marcha y en actividades que requieren desaceleración del movimiento del miembro inferior. Además, contribuyen a la estabilidad de la rodilla y a la protección de la articulación durante movimientos rápidos o de carga (Marieb & Hoehn, 2019; Tortora & Derrickson, 2021).

- **Compartimiento posterior de la pierna**

Casi todos los músculos del compartimiento posterior de la pierna actúan sobre el tobillo y el pie, se revisarán más adelante.

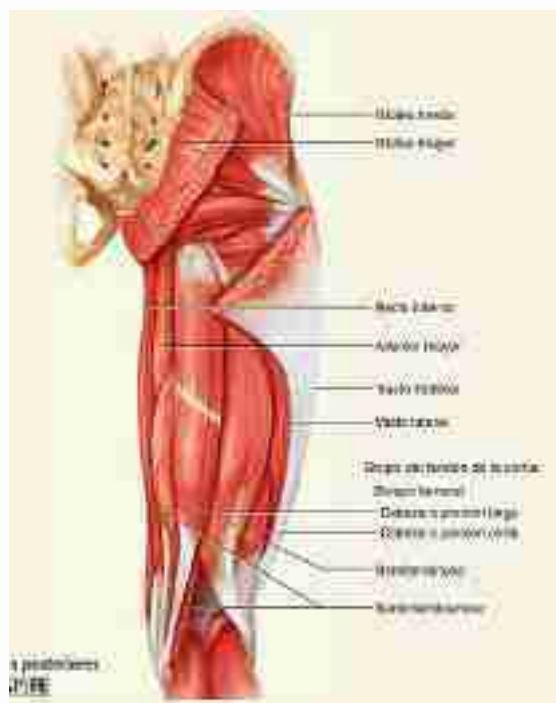
El músculo **poplíteo** desempeña un papel clave en el inicio de la flexión de la rodilla, al desbloquear la articulación desde la posición de extensión completa. Este músculo rota medialmente la tibia sobre el fémur y permite la transición eficiente entre la extensión y la flexión durante la marcha. Su función resulta esencial para la estabilidad y el control fino de la rodilla en actividades dinámicas (Drake et al., 2020; Saladin, 2018).

Figura 80 *Músculos anteriores del muslo*



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* de Saladin (2018).

Figura 81 Músculos posteriores de la cadera y el muslo



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* de Saladin (2018).

3.10.9.3. Músculos que actúan sobre el pie

Los músculos que actúan sobre el pie cumplen un papel fundamental en la locomoción, el mantenimiento del equilibrio y la adaptación del pie al terreno durante la marcha y la carrera. Estos músculos permiten movimientos de dorsiflexión, flexión plantar, inversión y eversión, además de contribuir al sostén de los arcos del pie. Su acción coordinada asegura una marcha eficiente y estable, integrando la función de la pierna con la del pie (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

- **Compartimiento anterior (extensor) de la pierna**

El compartimiento anterior de la pierna agrupa músculos cuya función principal es la dorsiflexión del pie y la extensión de los dedos, acciones esenciales para evitar el arrastre del pie durante la fase de balanceo de la marcha. En este compartimiento se incluyen el **fibial anterior**, el **extensor largo de los dedos**, el **extensor largo del dedo gordo** y el **peroneo tercero**. En conjunto, estos músculos permiten elevar el dorso del pie y controlar su descenso durante el contacto con el suelo, contribuyendo a una marcha fluida y segura (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 82 Músculos de la pierna, compartimiento anterior



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* de Saladin (2018).

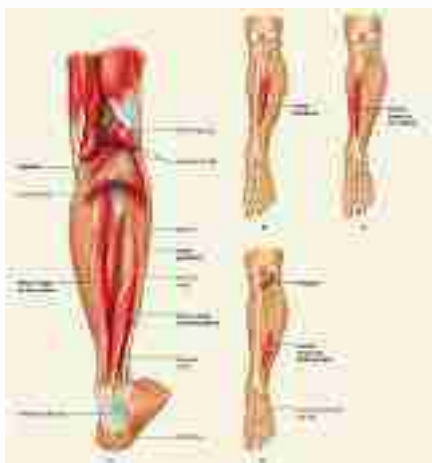
- **Compartimiento posterior (flexor) de la pierna: grupo profundo**

El grupo profundo del compartimiento posterior de la pierna incluye músculos que actúan principalmente como flexores plantares y estabilizadores del pie. En este grupo se encuentran el **flexor largo de los dedos**, el **flexor largo del dedo gordo** y el **tibial posterior**, los cuales participan en la flexión de los dedos, la flexión plantar del pie y el sostén de los arcos plantares. El músculo **poplíteo**, aunque forma parte anatómica de este plano profundo, fue descrito previamente debido a su acción principal sobre la articulación de la rodilla y no directamente sobre el pie. La acción integrada de estos músculos resulta esencial para la estabilidad del pie durante la fase de apoyo (Drake et al., 2020; Saladin, 2018).

- **Compartimiento lateral (peroneo) de la pierna**

El compartimiento lateral de la pierna está constituido por el **peroneo largo** y el **peroneo corto**, músculos encargados principalmente de la eversión del pie y de colaborar en la flexión plantar. Estos músculos desempeñan un papel importante en la estabilidad lateral del tobillo y en la adaptación del pie a superficies irregulares, reduciendo el riesgo de esguinces durante la marcha y la actividad física (Marieb & Hoehn, 2019; Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 84 Músculos profundos de la pierna, compartimiento posterior y lateral



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* de Saladin (2018).

3.10.9.4. Músculos intrínsecos del pie

Los músculos intrínsecos del pie se localizan completamente dentro del pie y cumplen un papel esencial en la estabilidad, el equilibrio y la adaptación del apoyo plantar durante la marcha. Estos músculos permiten movimientos finos de los dedos, contribuyen al mantenimiento de los arcos plantares y amortiguan las fuerzas transmitidas desde el suelo, integrando la función del pie con la locomoción y la postura (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

- **Aspecto dorsal (superior) del pie**

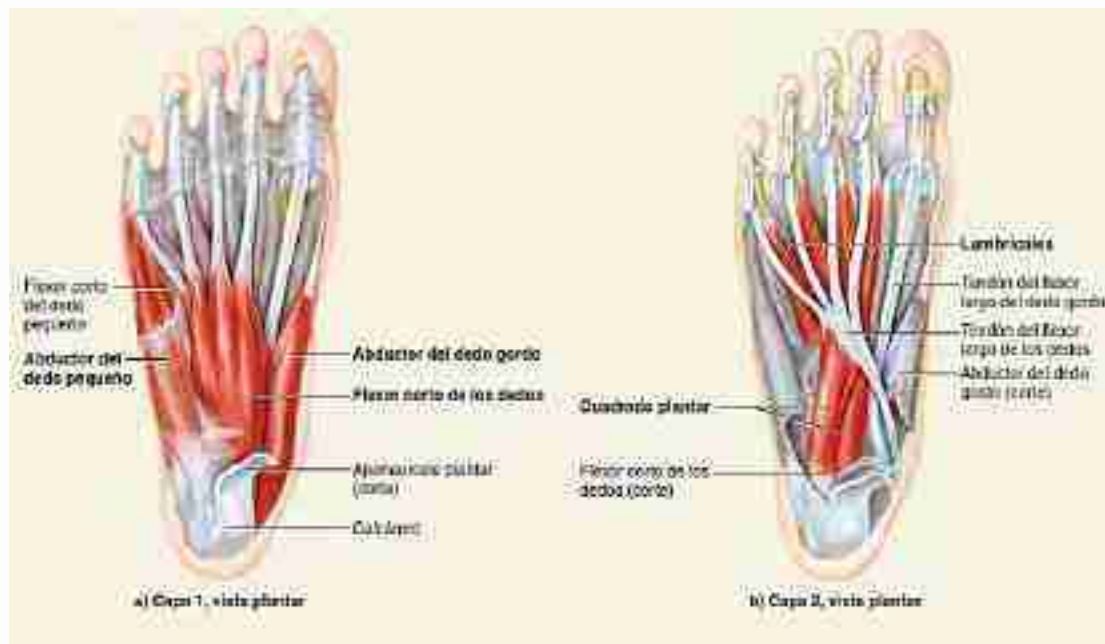
En el dorso del pie se encuentra el **extensor corto de los dedos**, músculo que colabora con los extensores largos de la pierna en la extensión de los dedos. Su acción facilita el ajuste fino de los dedos durante la fase de balanceo de la marcha y facilita el control del apoyo del antepié en el contacto con el suelo (Drake et al., 2020; Tortora & Derrickson, 2021).

- **Capa ventral 1 (superficial)**

La primera capa plantar incluye el **flexor corto de los dedos**, el **abductor del dedo pequeño** y el **abductor del dedo gordo**. En conjunto, estos músculos permiten la flexión de los dedos, la abducción del primer y quinto dedo y aportan soporte inicial a los arcos longitudinales del pie, especialmente durante la fase de apoyo (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

- **Capa ventral 2**

La segunda capa plantar está formada por el **cuadrado plantar** y los **cuatro músculos lumbricales**. Estos músculos modifican la dirección de tracción del flexor largo de los dedos y coordinan la flexión de las articulaciones metatarsofalángicas con la extensión de las interfalángicas, favoreciendo movimientos precisos y equilibrados de los dedos durante la marcha (Drake et al., 2020; Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 85 Músculos intrínsecos del pie, capas 1 y 2

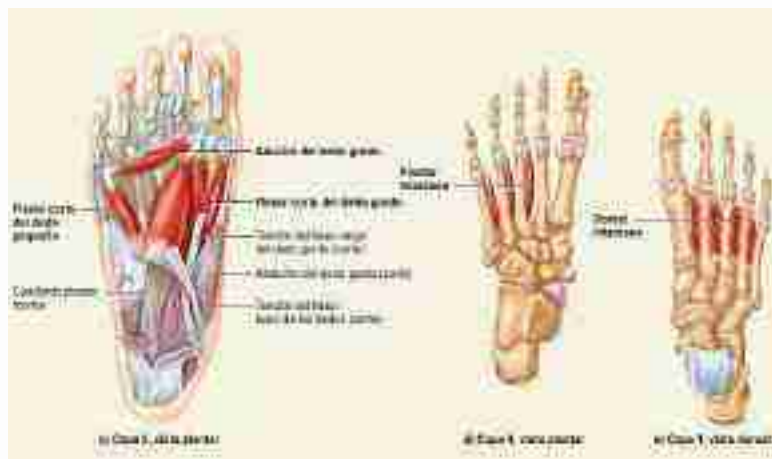
Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* de Saladin (2018).

- **Capa ventral 3**

La tercera capa plantar incluye el **flexor corto del dedo pequeño**, el **flexor corto del dedo gordo** y el **aductor del dedo gordo**. Este grupo participa en la flexión y aducción del primer y quinto dedo, reforzando la estabilidad del antepié y contribuyendo de manera importante al impulso final del paso (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

- **Capa ventral 4 (profunda)**

La cuarta capa plantar, la más profunda, está conformada por los **cuatro músculos interóseos dorsales** y los **tres músculos interóseos plantares**. Los interóseos dorsales permiten la abducción de los dedos, mientras que los interóseos plantares participan en la aducción. En conjunto, estos músculos estabilizan los dedos durante la carga y colaboran en el mantenimiento del arco transversal del pie, siendo esenciales para el equilibrio dinámico (Drake et al., 2020; Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 86 Músculos intrínsecos del pie, capas 3 y 4

Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* de Saladin (2018).

AUTOEVALUACIÓN

1. El sistema osteomioarticular está conformado principalmente por:

- a) Huesos, músculos y articulaciones
- b) Nervios, músculos y glándulas
- c) Huesos, vasos sanguíneos y piel
- d) Articulaciones, tendones y nervios

2. Una de las funciones principales del sistema óseo es:

- a) La transmisión de impulsos nerviosos
- b) La producción de hormonas
- c) El soporte y protección de órganos vitales
- d) El intercambio gaseoso

3. La clasificación de los huesos según su forma incluye a los huesos:

- a) Voluntarios e involuntarios
- b) Axiales y apendiculares
- c) Largos, cortos, planos e irregulares
- d) Compactos y esponjosos

4. El esqueleto axial está formado por:

- a) Extremidades superiores e inferiores
- b) Cintura escapular y pélvica
- c) Cráneo, columna vertebral y caja torácica
- d) Huesos del carpo y tarso

5. El esqueleto apendicular comprende principalmente:

- a) Cráneo y columna vertebral
- b) Extremidades y sus cinturas óseas
- c) Esternón y costillas
- d) Vértebras cervicales y torácicas

6. Las articulaciones se clasifican funcionalmente según su movilidad en:

- a) Fibrosas, cartilaginosas y sinoviales
- b) Sinartrosis, anfiartrosis y diartrosis

- c) Planas, angulares y esféricas
- d) Móviles e inmóviles únicamente

7. Una articulación sinovial se caracteriza por:

- a) Ausencia de movimiento
- b) Presencia de cavidad articular
- c) Unión directa por tejido fibroso
- d) Falta de líquido lubricante

8. El tejido muscular esquelético se caracteriza por ser:

- a) Involuntario y no estriado
- b) Voluntario y estriado
- c) Involuntario y estriado
- d) Voluntario y liso

9. El músculo cardíaco se diferencia del músculo esquelético porque:

- a) Es voluntario
- b) Carece de estriaciones
- c) Presenta contracción rítmica involuntaria
- d) Se encuentra unido a los huesos

10. Una de las funciones principales del sistema muscular es:

- a) La hematopoyesis
- b) La protección de cavidades corporales
- c) La producción de energía química
- d) El movimiento y mantenimiento de la postura

Respuestas correctas:

- | | |
|------|-------|
| 1) A | 6) B |
| 2) C | 7) B |
| 3) C | 8) B |
| 4) C | 9) C |
| 5) B | 10) D |

UNIDAD 4

SISTEMAS Y APARATOS

Se aborda los principales sistemas y aparatos del cuerpo humano, entendidos como conjuntos de órganos que actúan de manera integrada para mantener la homeostasis, garantizar la supervivencia y permitir la adaptación funcional del organismo. El estudio de estos sistemas desde una perspectiva morfofisiológica permite relacionar la estructura anatómica de los órganos con sus funciones específicas, facilitando la comprensión de los procesos normales y sentando las bases para el razonamiento clínico (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

4.1. Sistema digestivo

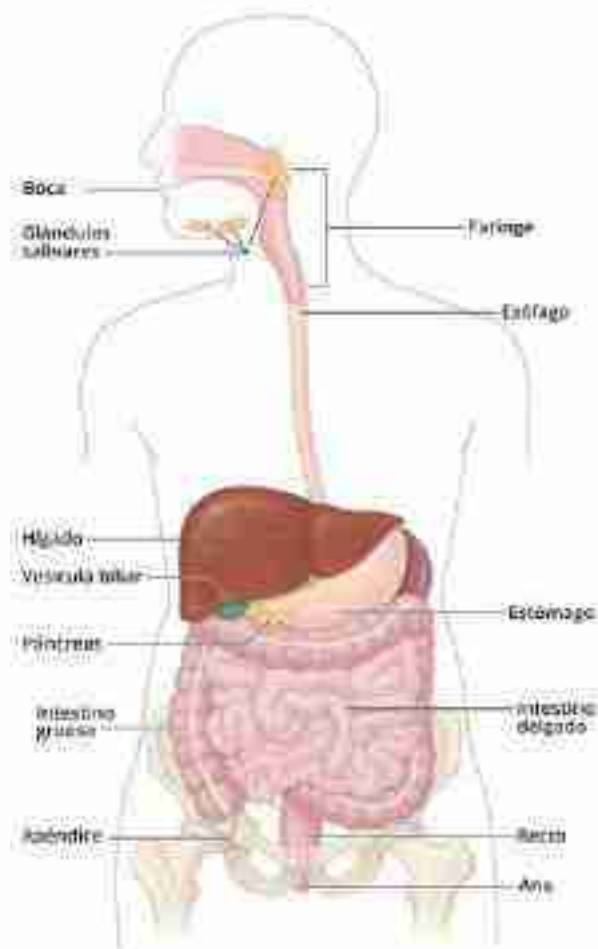
4.1.1. Generalidades del sistema digestivo

El sistema digestivo es el conjunto de órganos responsables de la ingestión de los alimentos, su transformación mecánica y química, la absorción de los nutrientes y la eliminación de los residuos no digeridos. Estos procesos permiten que el organismo obtenga la energía y los materiales necesarios para el metabolismo celular, el crecimiento, la reparación de tejidos y el mantenimiento de la homeostasis. La actividad digestiva se encuentra estrechamente integrada con los sistemas circulatorio, endocrino, nervioso e inmunológico, lo que evidencia su importancia funcional en el organismo humano (Guyton & Hall, 2011; Saladin, 2018).

Desde el punto de vista anatómico y funcional, el sistema digestivo se divide en dos grandes componentes: el tubo digestivo, que constituye el conducto continuo por el cual transita el alimento, y los órganos accesorios, que producen secreciones indispensables para la digestión química y la absorción de los nutrientes. Esta organización permite que el proceso digestivo

se lleve a cabo de manera secuencial, coordinada y altamente eficiente (Marieb & Hoehn, 2019; Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 87 Organización general del sistema digestivo



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía para estudiantes* (Drake et al., 2020).

4.1.2. Funciones del sistema digestivo

Además de la digestión propiamente dicha, el sistema digestivo cumple funciones específicas que garantizan el aprovechamiento eficiente de los alimentos. Entre ellas se incluyen la ingestión, la secreción de enzimas y sustancias digestivas, la mezcla y propulsión del contenido alimenticio, la absorción de nutrientes, agua y electrolitos, y la eliminación de los residuos no digeridos. Estas funciones se desarrollan de manera secuencial y coordinada a lo largo del tubo digestivo, permitiendo que los nutrientes lleguen al sistema

circulatorio y sean distribuidos a las células del organismo (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

4.1.3. Procesos digestivos fundamentales

El proceso digestivo comprende una serie de eventos interrelacionados que incluyen la digestión mecánica, la digestión química, la absorción y la defecación. La digestión mecánica fragmenta físicamente los alimentos, mientras que la digestión química transforma macromoléculas complejas en moléculas simples mediante la acción de enzimas. Posteriormente, estas sustancias son absorbidas a través de la mucosa intestinal y transportadas hacia los tejidos. Finalmente, los materiales no absorbidos son eliminados del organismo, cerrando el ciclo digestivo (Guyton & Hall, 2011; Marieb & Hoehn, 2019).

4.1.4. Regulación del sistema digestivo

La regulación del sistema digestivo permite que los procesos de secreción, motilidad, digestión y absorción se ajusten de manera precisa a las necesidades del organismo. Esta regulación se logra mediante la acción integrada de mecanismos nerviosos y hormonales, los cuales coordinan la actividad de los diferentes órganos digestivos antes, durante y después de la ingesta de alimentos. Gracias a esta regulación, el sistema digestivo responde de forma eficiente a estímulos internos y externos, manteniendo el equilibrio funcional del organismo (Guyton & Hall, 2011; Saladin, 2018)

4.1.4.1. Regulación nerviosa

El control nervioso del sistema digestivo está a cargo principalmente del sistema nervioso entérico, una red neuronal localizada en la pared del tubo digestivo que actúa de manera autónoma, aunque se encuentra modulada por el sistema nervioso autónomo. Este sistema regula la motilidad intestinal, la secreción glandular y el flujo sanguíneo digestivo, permitiendo respuestas

rápidas y coordinadas ante la presencia de alimento en el tubo digestivo. El sistema nervioso parasimpático estimula la actividad digestiva, mientras que el sistema nervioso simpático la inhibe, especialmente en situaciones de estrés o actividad física intensa (Marieb & Hoehn, 2019; Tortora & Derrickson, 2021).

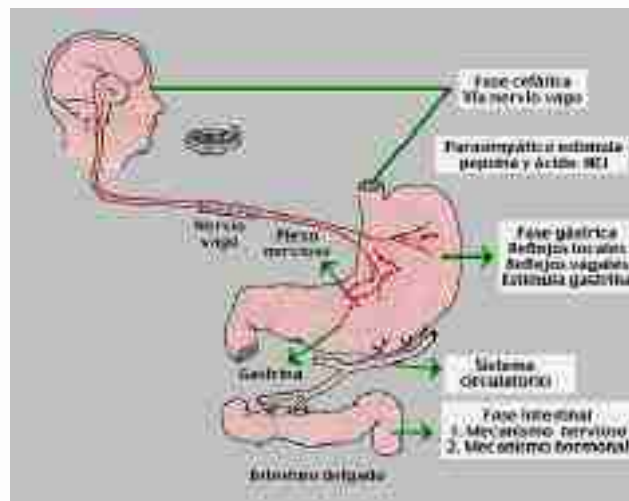
Los reflejos digestivos pueden ser locales, cuando se originan y se integran dentro del propio tubo digestivo, o largos, cuando involucran centros nerviosos superiores. Estos reflejos permiten ajustar la actividad digestiva según la cantidad y composición del alimento ingerido, asegurando una digestión eficiente y progresiva (Saladin, 2018).

4.1.4.2. Regulación hormonal

La regulación hormonal complementa el control nervioso y actúa de manera más lenta pero prolongada. Diversas hormonas digestivas, liberadas por células especializadas del tubo digestivo, modulan la secreción de jugos digestivos, la motilidad gastrointestinal y la actividad de los órganos accesorios.

Entre estas hormonas se incluyen aquellas que estimulan la secreción gástrica, la liberación de bilis y jugo pancreático, así como las que regulan el vaciamiento gástrico y la absorción intestinal (Guyton & Hall, 2011; Tortora & Derrickson, 2021).

La interacción entre la regulación nerviosa y hormonal permite que el sistema digestivo se adapte a diferentes fases del proceso digestivo, como la fase cefálica, gástrica e intestinal, optimizando la digestión y la absorción de los nutrientes según las condiciones fisiológicas del organismo (Marieb & Hoehn, 2019).

Figura 88 Regulación nerviosa y hormonal del sistema digestivo

Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (Saladin, 2018).

4.1.5. Tubo digestivo

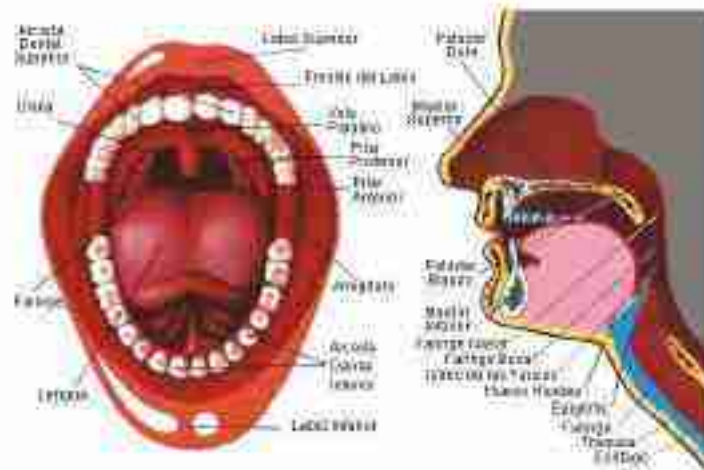
El tubo digestivo es un conducto continuo especializado que se extiende desde la boca hasta el ano, a través del cual se desarrollan de manera secuencial los procesos de ingestión, digestión, absorción y eliminación. Cada uno de sus segmentos presenta adaptaciones anatómicas y funcionales específicas, estrechamente relacionadas con la función que desempeña dentro del proceso digestivo global (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

4.1.5.1. Boca

La boca es la porción inicial del tubo digestivo y cumple funciones esenciales de ingestión, masticación y digestión química inicial. En esta cavidad, los alimentos son fragmentados mecánicamente por los dientes y mezclados con la saliva, lo que permite la formación del bolo alimenticio. La saliva contiene enzimas digestivas que inician la degradación de los carbohidratos, además de facilitar la lubricación del alimento. La lengua participa activamente en la manipulación del bolo y en su desplazamiento

hacia la faringe, siendo clave para una deglución eficaz (Drake et al., 2020; Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 89 Boca

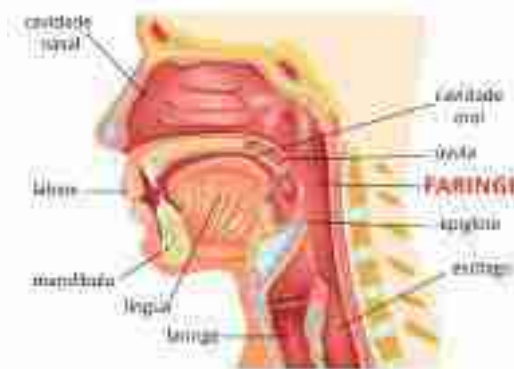


Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (Saladin, 2018).

4.1.5.2. Faringe

La faringe es un conducto musculoso común a los sistemas digestivo y respiratorio. En el contexto digestivo, su función principal es conducir el bolo alimenticio desde la boca hacia el esófago durante el proceso de deglución. La contracción coordinada de sus músculos evita el paso del alimento hacia las vías respiratorias (Marieb & Hoehn, 2019).

Figura 90 Faringe

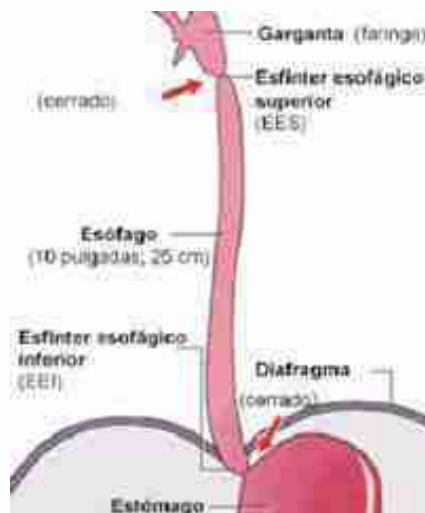


Nota. Imagen adaptada de *Anatomía para estudiantes* (Drake et al., 2020).

4.1.5.3. Esófago

El esófago es un tubo muscular que conecta la faringe con el estómago. Su función es transportar el bolo alimenticio mediante movimientos peristálticos coordinados, independientes de la gravedad. La presencia de esfínteres esofágicos superior e inferior permite regular el paso del alimento y evitar el reflujo del contenido gástrico, asegurando un tránsito digestivo unidireccional (Guyton & Hall, 2011; Saladin, 2018).

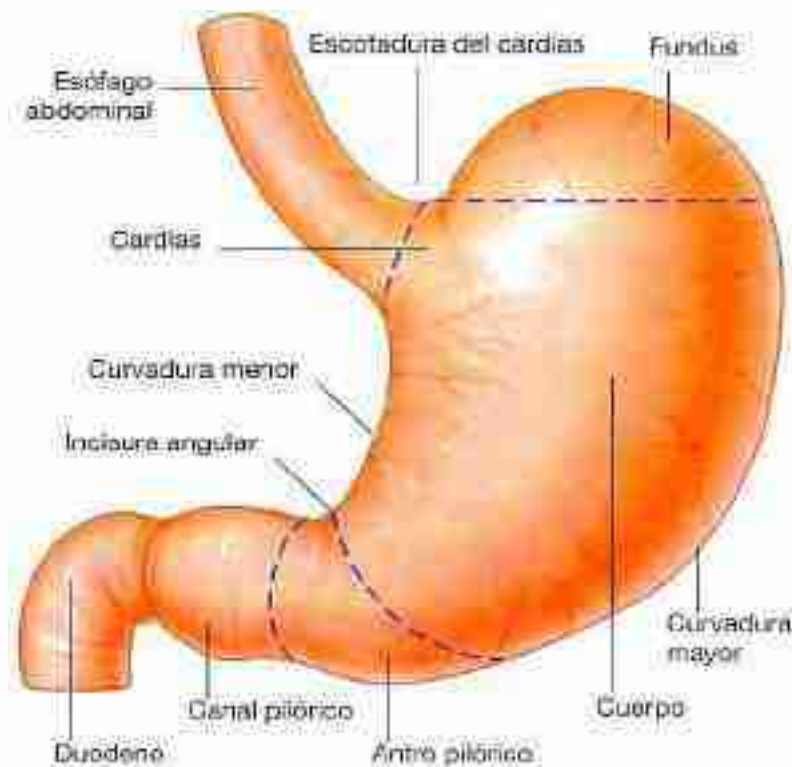
Figura 91 Esófago



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (Saladin, 2018).

4.1.5.4. Estómago

El estómago es un órgano muscular dilatado que actúa como reservorio temporal del alimento y como una cámara de mezcla y digestión química. Sus paredes musculares realizan movimientos de mezcla que transforman el bolo en quimo, mientras que las glándulas gástricas secretan ácido y enzimas que inician la digestión de las proteínas. Además, el ambiente ácido cumple una función defensiva frente a microorganismos ingeridos con los alimentos (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 92 Estómago

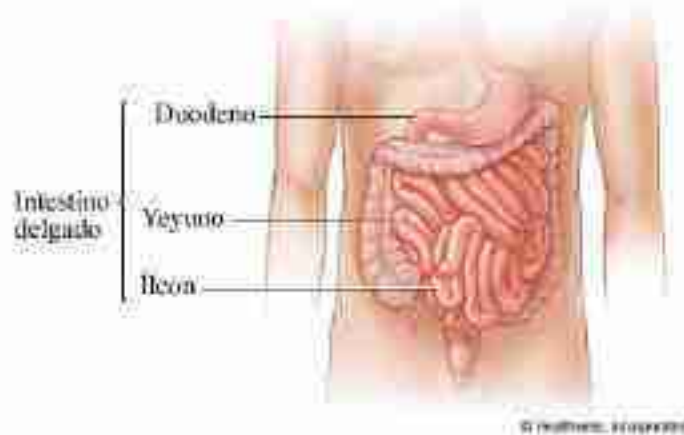
Nota. Imagen adaptada de *Anatomía para estudiantes* (Drake et al., 2020).

4.1.5.5. Intestino delgado

El intestino delgado es el principal sitio de digestión y absorción de nutrientes. Se divide en tres segmentos:

- Duodeno: recibe el quimo procedente del estómago y lo mezcla con bilis y jugo pancreático, neutralizando su acidez y permitiendo la acción enzimática.
- Yeyuno: especializado en la absorción de la mayor parte de los nutrientes.
- Íleon: continúa la absorción y conecta con el intestino grueso a través de la válvula ileocecal.

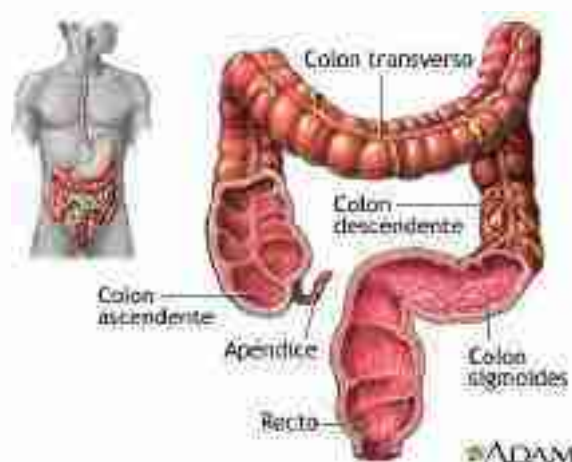
La mucosa intestinal presenta pliegues, vellosidades y microvellosidades que aumentan considerablemente la superficie de absorción (Drake et al., 2020; Marieb & Hoehn, 2019).

Figura 93 Intestino delgado

Nota. Imagen adaptada de *Anatomía para estudiantes* (Drake et al., 2020).

4.1.5.6. Intestino grueso

El intestino grueso se encarga principalmente de la absorción de agua y electrolitos, así como de la formación de las heces. Inicia en el ciego, estructura que recibe el contenido del íleon y de la cual se origina el apéndice vermiforme, rico en tejido linfoide. A continuación, el contenido avanza por el colon ascendente, transverso, descendente y sigmoide, donde se compactan progresivamente los residuos digestivos. La microbiota intestinal participa activamente en este proceso (Guyton & Hall, 2011; Saladin, 2018).

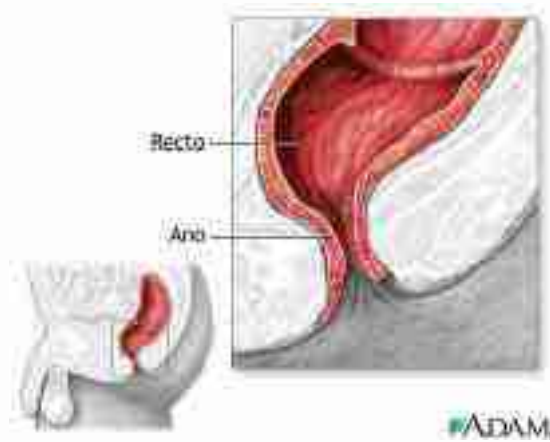
Figura 94 Intestino grueso

Nota. Imagen adaptada de *Principios de anatomía y fisiología* (15.ª ed.), por Tortora y Derrickson (2021).

4.1.5.7. Recto y ano

El recto actúa como un reservorio temporal de las heces, mientras que el ano, mediante la acción de esfínteres, regula el proceso de defecación, permitiendo el control voluntario e involuntario de la evacuación. Esta región refleja la integración funcional entre el sistema digestivo, muscular y nervioso (Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 95 Recto y ano



Nota. Imagen adaptada de Principios de anatomía y fisiología (15.ª ed.), por Tortora y Derrickson (2021).

4.1.6. Órganos accesorios del sistema digestivo

Los órganos accesorios del sistema digestivo son estructuras que no forman parte directa del tubo digestivo, pero desempeñan un papel fundamental en la digestión al producir, almacenar y secretar sustancias que permiten la degradación química de los alimentos. Estos órganos actúan principalmente sobre el contenido del tubo digestivo, en especial a nivel de la cavidad oral y del intestino delgado, facilitando la digestión y la absorción de los nutrientes (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

Los órganos accesorios del sistema digestivo incluyen las glándulas salivales, el hígado, la vesícula biliar, el árbol biliar y el páncreas. Todos ellos

presentan una estrecha relación anatómica y funcional con el tubo digestivo, especialmente con el duodeno, donde confluyen varias de sus secreciones (Tortora & Derrickson, 2021).

4.1.6.1. Glándulas salivales

Las glándulas salivales son órganos accesorios que producen saliva, una secreción indispensable para el inicio de la digestión. Se dividen en parótidas, submandibulares y sublinguales. La saliva lubrica el alimento, facilita la formación del bolo alimenticio y contiene enzimas que inician la digestión de los carbohidratos. Además, cumple una función protectora de la mucosa oral y contribuye al mantenimiento del equilibrio bacteriano en la cavidad bucal (Drake et al., 2020; Saladin, 2018).

4.1.6.2. Hígado

El hígado es el órgano glandular más grande del cuerpo humano y uno de los principales órganos accesorios del sistema digestivo. En el contexto digestivo, su función más relevante es la producción de bilis, una sustancia esencial para la emulsificación y digestión de las grasas en el intestino delgado. Además, el hígado cumple múltiples funciones metabólicas, como el almacenamiento de nutrientes, la detoxificación de sustancias y la síntesis de proteínas plasmáticas, lo que evidencia su importancia sistémica (Guyton & Hall, 2011; Saladin, 2018).

4.1.6.3. Vesícula biliar

La vesícula biliar es un órgano hueco situado en la cara inferior del hígado y cumple la función de almacenar y concentrar la bilis producida por este órgano. Durante la digestión, especialmente tras la ingesta de alimentos ricos en grasas, la vesícula biliar se contrae y libera la bilis hacia el duodeno, facilitando la digestión lipídica. Su acción permite que la bilis esté disponible

en el momento adecuado y en la cantidad necesaria (Marieb & Hoehn, 2019; Tortora & Derrickson, 2021).

4.1.6.4. Árbol biliar

El árbol biliar está constituido por una serie de conductos que permiten el transporte de la bilis desde el hígado hasta el intestino delgado. Incluye los conductos hepáticos, el conducto cístico y el conducto colédoco, que desemboca en el duodeno. Esta red de conductos asegura la correcta conducción de la bilis y su liberación coordinada durante la digestión. La integridad del árbol biliar es esencial para una digestión adecuada de las grasas (Drake et al., 2020; Saladin, 2018).

4.1.6.5. Páncreas

El páncreas es una glándula mixta que cumple funciones exocrinas y endocrinas. En su función digestiva, secreta enzimas pancreáticas que permiten la digestión de proteínas, carbohidratos y lípidos, así como bicarbonato, que neutraliza la acidez del quimo procedente del estómago. Estas secreciones son vertidas al duodeno a través del conducto pancreático, lo que convierte al páncreas en un órgano clave para la digestión intestinal eficiente (Guyton & Hall, 2011; Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 96 Órganos accesorios del sistema digestivo



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía para estudiantes* (Drake et al., 2020).

4.2. Sistema respiratorio

4.2.1. Generalidades del sistema respiratorio

El sistema respiratorio es el conjunto de órganos especializados en el intercambio gaseoso entre el organismo y el medio externo, proceso mediante el cual se incorpora oxígeno a la sangre y se elimina dióxido de carbono, producto del metabolismo celular. Este intercambio es indispensable para la producción de energía, la regulación del equilibrio ácido-base y el adecuado funcionamiento de todos los tejidos del cuerpo humano (Guyton & Hall, 2011; Saladin, 2018).

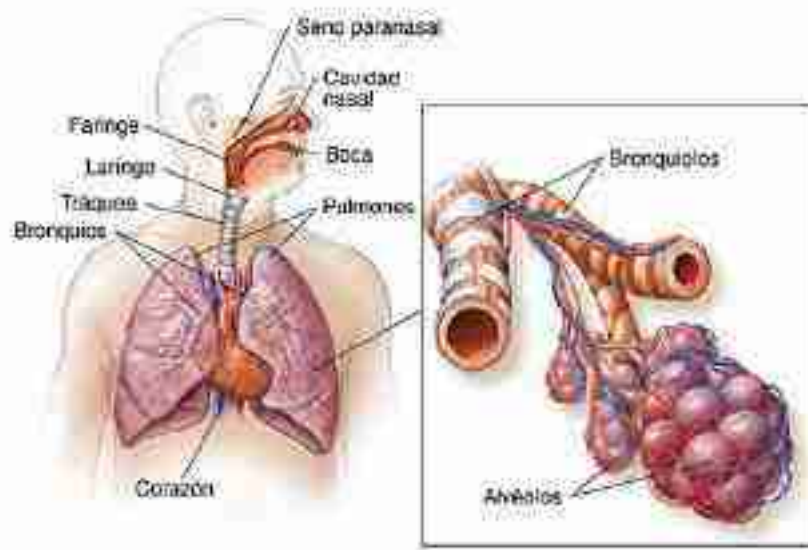
Desde el punto de vista morfofisiológico, el sistema respiratorio no solo permite la ventilación pulmonar, sino que también participa en funciones como la fonación, la defensa inmunológica, la regulación de la temperatura corporal y el filtrado, humidificación y calentamiento del aire inspirado. Estas funciones se desarrollan gracias a la integración anatómica y funcional de las vías aéreas, los pulmones y los músculos respiratorios (Marieb & Hoehn, 2019; Tortora & Derrickson, 2021).

4.2.2. Organización anatómica del sistema respiratorio

Anatómicamente, el sistema respiratorio se organiza en tres grandes componentes:

- Vías aéreas superiores
- Vías aéreas inferiores
- Pulmones

Esta división permite comprender cómo el aire es conducido, acondicionado y finalmente utilizado para el intercambio gaseoso a nivel alveolar.

Figura 97 Órganos del sistema respiratorio

Nota. Imagen adaptada de *Anatomía para estudiantes* (Drake et al., 2020).

4.2.2.1. Vías aéreas superiores

Las vías aéreas superiores representan la primera línea de acondicionamiento y defensa del aire inspirado. Su diseño anatómico permite que el aire que ingresa al organismo llegue a las vías inferiores en condiciones óptimas de temperatura, humedad y limpieza, reduciendo el impacto de agentes nocivos sobre el tejido pulmonar. Incluyen la nariz, la cavidad nasal, los senos paranasales, la faringe y la laringe. (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

- **Nariz y cavidad nasal**

La nariz y la cavidad nasal constituyen la puerta de entrada del aire al sistema respiratorio. En esta región, el aire es filtrado, humidificado y calentado gracias a la presencia de vibrissas, mucosa vascularizada y epitelio respiratorio ciliado. Estas adaptaciones protegen las vías respiratorias inferiores y optimizan el intercambio gaseoso posterior (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

- **Senos paranasales**

Los senos paranasales son cavidades neumáticas ubicadas en los huesos del cráneo y conectadas con la cavidad nasal. Su función principal es reducir el peso del cráneo, contribuir a la resonancia de la voz y participar en la humidificación del aire inspirado. Además, su revestimiento mucoso colabora en la defensa frente a microorganismos (Tortora & Derrickson, 2021).

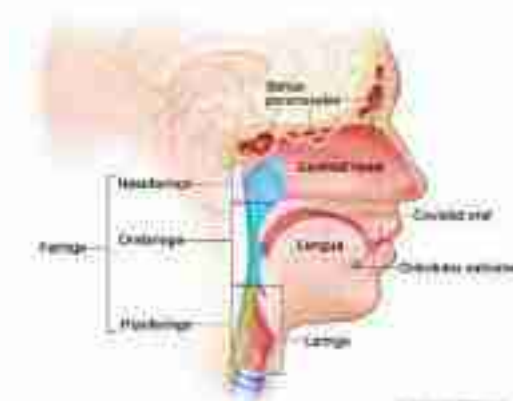
- **Faringe**

La faringe es un conducto musculoso común a los sistemas respiratorio y digestivo. En el contexto respiratorio, permite el paso del aire desde la cavidad nasal hacia la laringe. Su estructura facilita la conducción aérea y participa en mecanismos defensivos, como el reflejo de la tos y la deglución coordinada (Marieb & Hoehn, 2019).

- **Laringe**

La laringe cumple una función esencial como órgano protector de la vía aérea inferior. Durante la deglución, sus mecanismos de cierre evitan el ingreso de sustancias extrañas a la tráquea. Además, la laringe permite la producción de sonidos al regular el paso del aire a través de las cuerdas vocales, integrando la función respiratoria con la comunicación verbal (Saladin, 2018).

Figura 98 Vías aéreas superiores



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía para estudiantes* (Drake et al., 2020).

4.2.2.2. Vías aéreas inferiores

Las vías aéreas inferiores están especializadas en la conducción eficiente del aire hacia los pulmones y en la regulación dinámica del flujo aéreo.

A medida que el aire desciende por estas estructuras, las vías se ramifican progresivamente, aumentando el área transversal total y reduciendo la velocidad del flujo, lo que facilita la distribución uniforme del aire en los pulmones. Incluyen la tráquea, los bronquios y los bronquiolos (Marieb & Hoehn, 2019).

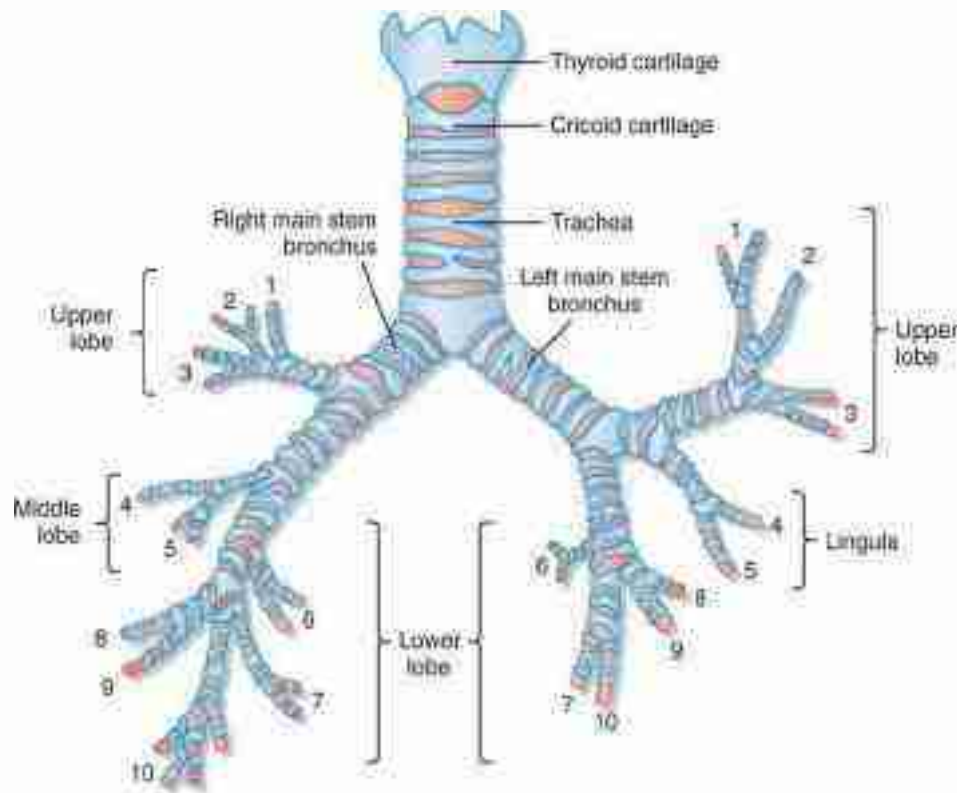
- **Tráquea, bronquios y bronquiolos**

La tráquea es un conducto semirrígido que se bifurca en los bronquios principales. Está constituida por anillos cartilaginosos que permiten mantener la permeabilidad de la vía aérea, incluso frente a los cambios de presión que se producen durante la respiración.

A medida que el árbol bronquial se ramifica dentro de los pulmones, el componente cartilaginoso disminuye progresivamente, mientras que la musculatura lisa adquiere mayor relevancia, especialmente a nivel de los bronquiolos.(Tortora & Derrickson, 2021).

Los bronquios principales se dividen en bronquios secundarios, terciarios y posteriormente en bronquiolos, lo que permite una distribución eficiente del aire hasta los alvéolos.

La presencia de musculatura lisa en estas estructuras posibilita la regulación del diámetro de las vías respiratorias, ajustando la ventilación pulmonar de acuerdo con las demandas metabólicas del organismo, como ocurre durante el ejercicio o en estado de reposo (Guyton & Hall, 2011; Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 99 Vías aéreas inferiores

Nota. Imagen adaptada de *Anatomía para estudiantes* (Drake et al., 2020).

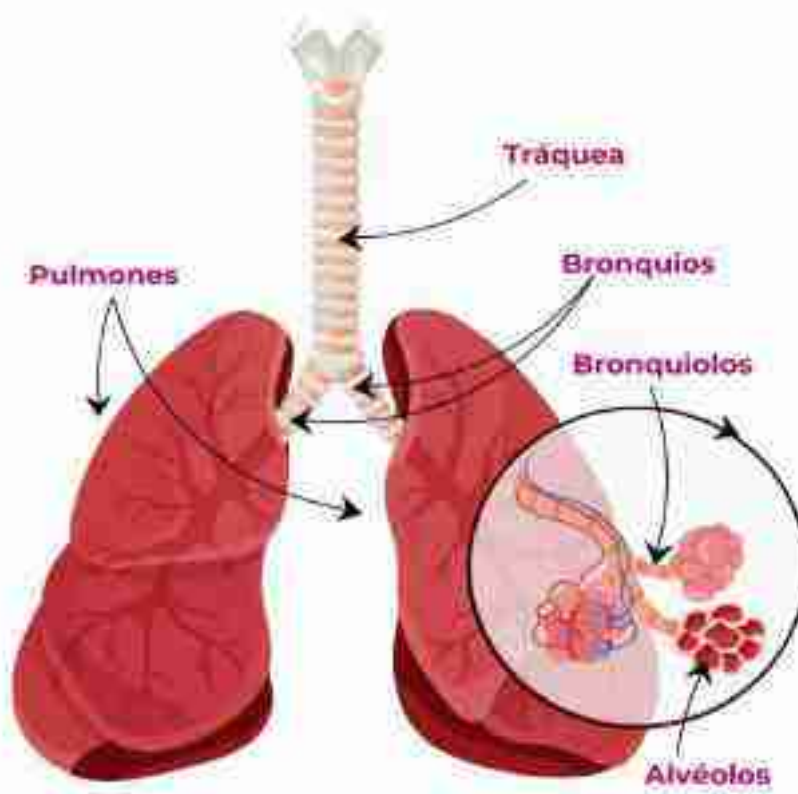
4.2.2.3. Pulmones

Los pulmones están adaptados estructuralmente para maximizar el intercambio gaseoso. Su tejido es altamente elástico, lo que permite la expansión durante la inspiración y el retroceso pasivo durante la espiración. Esta elasticidad, junto con la acción de los músculos respiratorios, es fundamental para la ventilación pulmonar eficaz (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

La unidad funcional del pulmón es el alvéolo, cuya estructura delgada y amplia superficie favorecen la difusión rápida de gases. La estrecha relación entre los alvéolos y los capilares sanguíneos forma la membrana alveolocapilar, que permite el intercambio eficiente de oxígeno y dióxido de carbono. Cualquier alteración en esta membrana puede comprometer de forma significativa la oxigenación tisular (Guyton & Hall, 2011).

Los pulmones también desempeñan funciones defensivas e inmunológicas. Los macrófagos alveolares fagocitan partículas y microorganismos que logran alcanzar los alvéolos, mientras que otras células participan en la respuesta inflamatoria local. Además, los pulmones contribuyen a la regulación del equilibrio ácido-base, al controlar la eliminación del dióxido de carbono, evidenciando su papel esencial en la homeostasis general del organismo (Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 100 Pulmones



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía para estudiantes* (Drake et al., 2020).

4.2.3. Ventilación pulmonar y mecánica respiratoria

La ventilación pulmonar es el proceso mediante el cual el aire se moviliza hacia el interior y el exterior de los pulmones, permitiendo la renovación continua del aire alveolar. Este proceso se basa en cambios cíclicos del volumen torácico y de la presión intrapulmonar, los cuales generan el movimiento del aire desde zonas de mayor presión hacia zonas de menor

presión. La ventilación es esencial para que el intercambio gaseoso pueda llevarse a cabo de manera eficiente a nivel alveolar (Guyton & Hall, 2011; Saladin, 2018).

Desde el punto de vista mecánico, la ventilación pulmonar comprende dos fases: la inspiración y la espiración, procesos que dependen de la acción coordinada de los músculos respiratorios, la elasticidad pulmonar y la integridad de la caja torácica (Marieb & Hoehn, 2019).

4.2.3.1. Inspiración

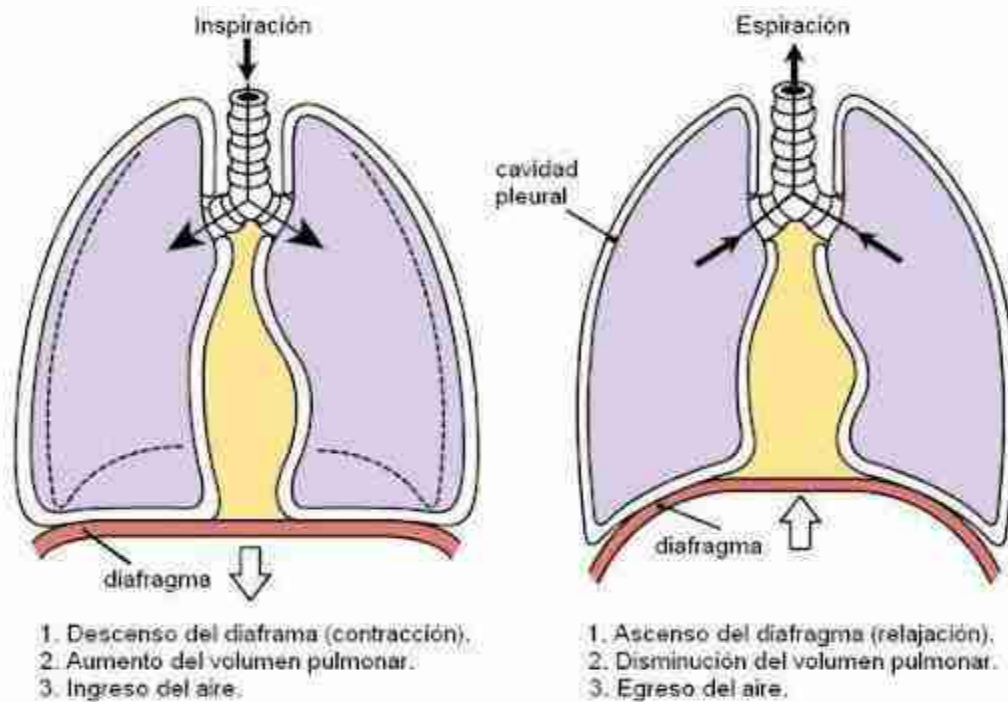
La inspiración es un proceso activo que ocurre cuando aumenta el volumen de la cavidad torácica. Este aumento provoca una disminución de la presión intrapulmonar, lo que permite la entrada de aire hacia los pulmones.

El principal músculo responsable de la inspiración es el diafragma, cuya contracción provoca su descenso, incrementando el diámetro vertical del tórax. A su vez, los músculos intercostales externos elevan las costillas, aumentando los diámetros anteroposterior y transversal del tórax (Guyton & Hall, 2011; Tortora & Derrickson, 2021).

4.2.3.2. Espiración

La espiración es, en condiciones normales, un proceso pasivo que ocurre cuando los músculos inspiratorios se relajan. La elasticidad natural de los pulmones y de la pared torácica provoca la disminución del volumen torácico, aumentando la presión intrapulmonar y favoreciendo la salida del aire.

Este mecanismo permite la eliminación del dióxido de carbono acumulado durante el intercambio gaseoso (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

Figura 101 Ventilación pulmonar

Nota. Imagen adaptada de *Anatomía para estudiantes* (Drake et al., 2020).

4.2.3.3. Presiones respiratorias y elasticidad pulmonar

El movimiento del aire durante la ventilación pulmonar depende de las diferencias entre la presión atmosférica, la presión intrapulmonar y la presión intrapleural. La presión intrapleural negativa mantiene los pulmones expandidos contra la pared torácica, permitiendo que sigan los movimientos del tórax durante la respiración.

La elasticidad del tejido pulmonar facilita el retroceso pasivo durante la espiración, contribuyendo a la eficiencia del proceso ventilatorio (Guyton & Hall, 2011; Tortora & Derrickson, 2021).

Alteraciones en estas presiones o en la elasticidad pulmonar pueden comprometer la ventilación y, en consecuencia, el intercambio gaseoso.

4.2.3.4. Integración funcional de la ventilación

La ventilación pulmonar es un proceso dinámico que se adapta continuamente a las necesidades metabólicas del organismo. Durante el ejercicio físico, el aumento de la frecuencia y profundidad respiratoria permite una mayor captación de oxígeno y eliminación de dióxido de carbono.

Esta capacidad de ajuste evidencia la estrecha relación entre la mecánica respiratoria, la regulación nerviosa y la demanda metabólica de los tejidos (Guyton & Hall, 2011; Saladin, 2018).

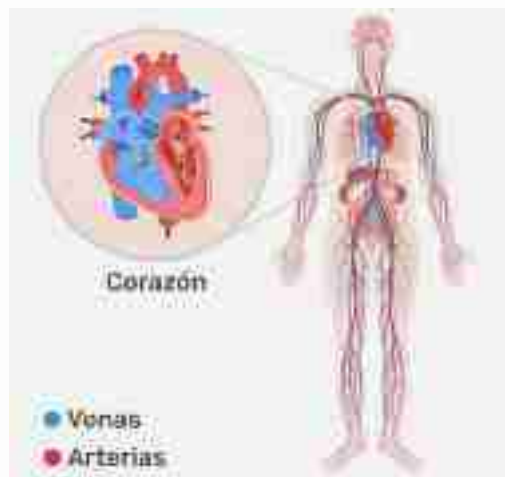
4.3. Sistema cardiocirculatorio

4.3.1. Generalidades del sistema cardiocirculatorio

El sistema cardiocirculatorio es el conjunto de órganos encargado de la circulación de la sangre a través del organismo, permitiendo el transporte de oxígeno, nutrientes, hormonas y sustancias metabólicas, así como la eliminación de productos de desecho generados por la actividad celular.

Este sistema desempeña un papel central en el mantenimiento de la homeostasis, ya que asegura que todas las células del cuerpo reciban los elementos necesarios para su funcionamiento y supervivencia (Guyton & Hall, 2011; Saladin, 2018).

El sistema cardiocirculatorio actúa como un sistema de transporte dinámico, impulsado por la acción rítmica del corazón y distribuido a través de una extensa red de vasos sanguíneos. Su funcionamiento se encuentra estrechamente integrado con los sistemas respiratorio, digestivo, urinario y endocrino, lo que permite coordinar el aporte de oxígeno, la distribución de nutrientes y la regulación del volumen y la presión sanguínea (Marieb & Hoehn, 2019; Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 102 Componentes del sistema cardiocirculatorio

Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (Saladin, 2018).

4.3.2. El corazón

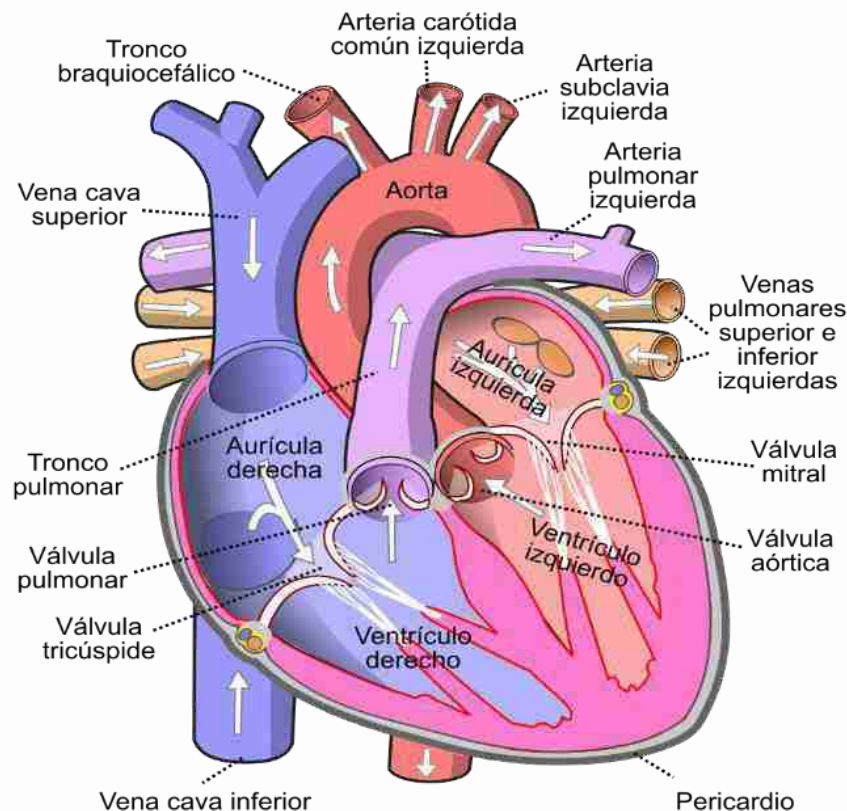
El corazón es un órgano muscular hueco, localizado en el mediastino, que actúa como una bomba biomecánica encargada de impulsar la sangre de manera continua a través del sistema cardiocirculatorio. Su estructura está altamente especializada para generar contracciones rítmicas, coordinadas y eficaces a lo largo de toda la vida del individuo (Saladin, 2018)

Anatómicamente, el corazón se divide en cuatro cavidades: dos aurículas y dos ventrículos. Las aurículas reciben la sangre que ingresa al corazón, mientras que los ventrículos se encargan de expulsarla hacia los circuitos pulmonar y sistémico. El ventrículo izquierdo presenta una pared muscular más gruesa que el derecho, reflejo de la mayor fuerza necesaria para impulsar la sangre hacia todo el organismo. La presencia de válvulas cardíacas garantiza el flujo unidireccional de la sangre y evita el reflujo entre cavidades durante la contracción (Marieb & Hoehn, 2019; Tortora & Derrickson, 2021).

La pared del corazón está formada por endocardio, miocardio y epicardio, siendo el miocardio la capa responsable de la contracción.

Además, el corazón posee un sistema de conducción eléctrica propio, que permite la generación y propagación del impulso eléctrico, coordinando la contracción auricular y ventricular. Esta organización asegura la eficacia del ciclo cardíaco, base del gasto cardíaco y de la presión arterial (Hall et al., 2025).

Figura 103 Estructura interna del corazón



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía para estudiantes* (Drake et al., 2020).

4.3.3. Vasos sanguíneos

Los vasos sanguíneos forman una red continua de conductos que permiten el transporte de la sangre desde el corazón hacia los tejidos y su retorno nuevamente al corazón. Desde el punto de vista estructural y funcional, se clasifican en arterias, capilares y venas, cada uno adaptado a diferentes condiciones de presión y a funciones específicas dentro del sistema cardiocirculatorio (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

4.3.3.1. Arterias

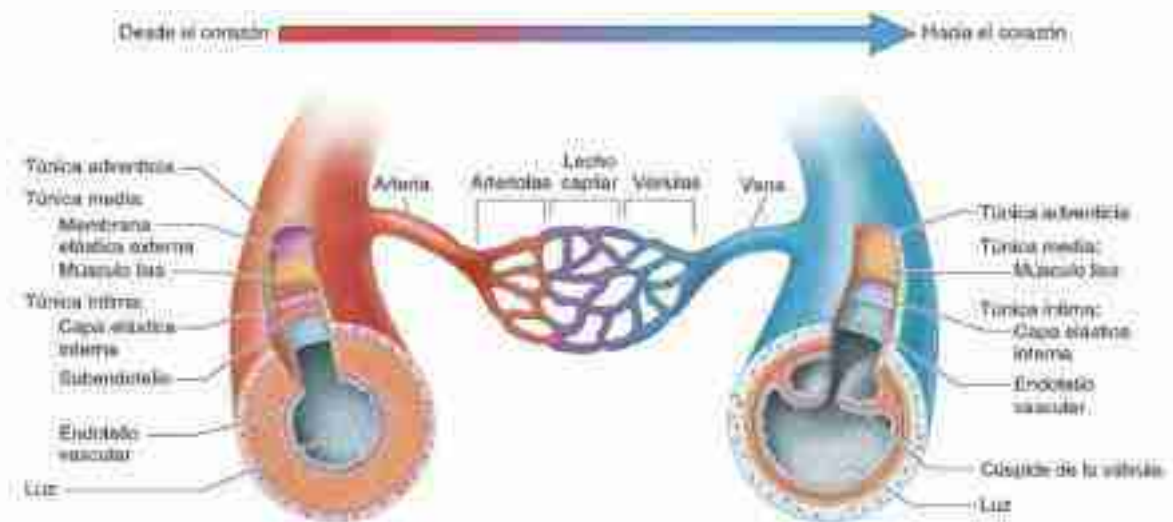
Las arterias son los vasos encargados de conducir la sangre desde el corazón hacia los órganos y tejidos. Poseen paredes gruesas, resistentes y elásticas que les permiten soportar la elevada presión generada por la contracción ventricular. Esta elasticidad arterial contribuye al mantenimiento del flujo sanguíneo continuo, incluso durante la fase de relajación cardíaca. Las arterias se dividen en arterias elásticas, arterias musculares y arteriolas, las cuales desempeñan un papel clave en la regulación del flujo sanguíneo y de la presión arterial sistémica (Hall et al., 2025; Tortora & Derrickson, 2021).

4.3.3.2. Capilares

Los capilares son los vasos sanguíneos más pequeños y representan el sitio principal de intercambio entre la sangre y los tejidos. Su pared, formada por una sola capa de células endoteliales, permite la difusión de oxígeno, dióxido de carbono, nutrientes y productos metabólicos. Existen diferentes tipos de capilares —continuos, fenestrados y sinusoides— cuya distribución depende de las necesidades metabólicas de cada órgano. Esta diversidad estructural refleja la adaptación funcional del sistema cardiocirculatorio a los distintos tejidos del organismo (Marieb & Hoehn, 2019).

4.3.3.3. Venas

Las venas son los vasos encargados de retornar la sangre al corazón. Presentan paredes más delgadas y una menor presión interna que las arterias, y muchas de ellas poseen válvulas que evitan el reflujo sanguíneo. Funcionalmente, las venas actúan como reservorios de sangre, almacenando una proporción significativa del volumen sanguíneo total. El retorno venoso se ve favorecido por la contracción de los músculos esqueléticos y por los cambios de presión asociados a la respiración (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 104 Estructura de los vasos sanguíneos

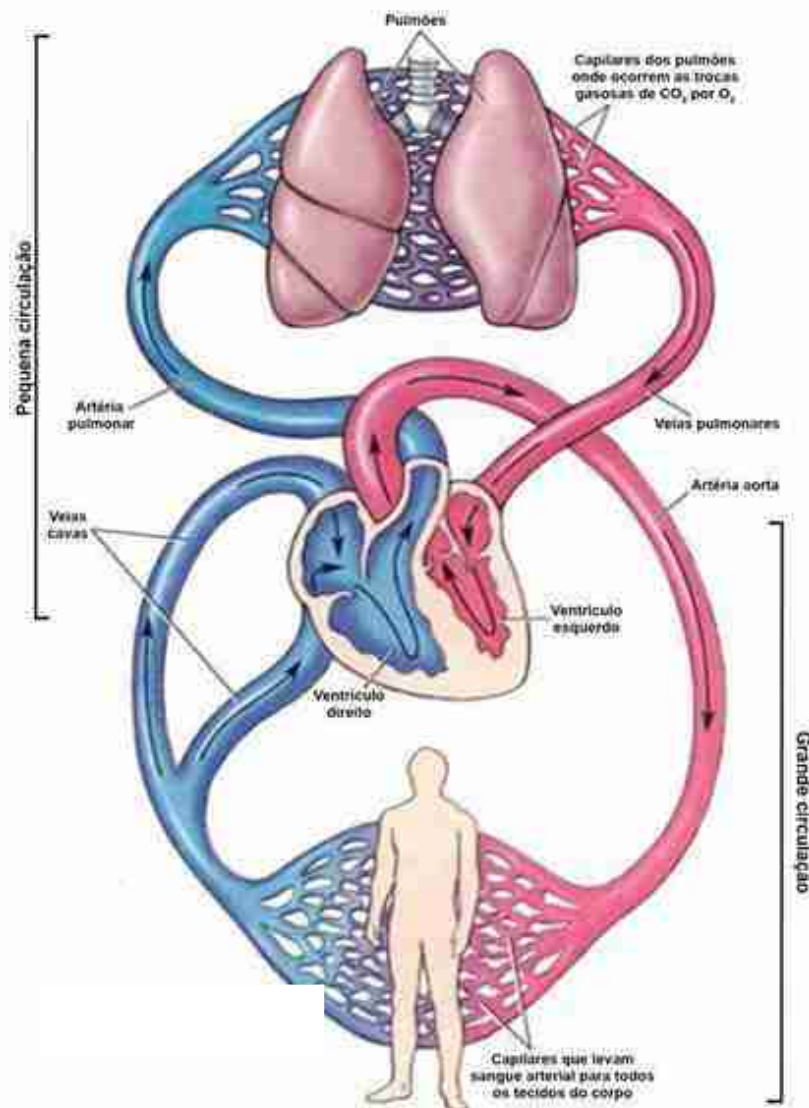
Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (Saladin, 2018).

4.3.4. Circulación sanguínea

La circulación sanguínea se organiza en dos circuitos principales que funcionan de manera complementaria: la circulación pulmonar y la circulación sistémica.

La **circulación pulmonar**, también denominada circulación menor, transporta la sangre pobre en oxígeno desde el corazón hacia los pulmones, donde se produce el intercambio gaseoso a nivel alveolar. Una vez oxigenada, la sangre retorna al corazón para ser distribuida nuevamente al organismo. Este circuito es esencial para la oxigenación de la sangre y la eliminación del dióxido de carbono (Hall et al., 2025; Saladin, 2018).

La **circulación sistémica**, o circulación mayor, distribuye la sangre rica en oxígeno desde el corazón hacia todos los órganos y tejidos del cuerpo. A través de este circuito se garantiza el aporte de oxígeno y nutrientes a las células, así como la recolección de productos metabólicos para su posterior eliminación. La organización en doble circuito permite que la sangre pase dos veces por el corazón en cada ciclo completo, optimizando la eficiencia del transporte sanguíneo (Marieb & Hoehn, 2019; Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 105 Circulación pulmonar y sistémica

Nota. Imagen adaptada de *Anatomía para estudiantes* (Drake et al., 2020).

4.4. Sistema endócrino

4.4.1. Generalidades del sistema endócrino

El sistema endócrino está formado por un conjunto de glándulas que secretan hormonas, sustancias químicas que actúan como mensajeros reguladores y que se liberan directamente al torrente sanguíneo. Estas hormonas actúan sobre órganos y tejidos diana específicos, modulando funciones como el crecimiento, el metabolismo, la reproducción, la respuesta al estrés y el equilibrio hidroelectrolítico. A diferencia del sistema nervioso, el

sistema endócrino ejerce efectos más lentos, pero de mayor duración, lo que permite una regulación sostenida de los procesos fisiológicos (Hall et al., 2025; Saladin, 2018).

La regulación endócrina se basa principalmente en mecanismos de retroalimentación (feedback), especialmente retroalimentación negativa, mediante los cuales la secreción hormonal se ajusta en función de las concentraciones hormonales y de las necesidades del organismo. Esta organización garantiza la estabilidad del medio interno y la adaptación a cambios fisiológicos y ambientales (Marieb & Hoehn, 2019).

4.4.2. Glándulas del sistema endócrino

4.4.2.1. Hipotálamo

El hipotálamo es una estructura del diencefalo que actúa como el centro integrador entre el sistema nervioso y el sistema endócrino. Anatómicamente se localiza en la base del encéfalo, y fisiológicamente regula la secreción de la hipófisis mediante la liberación de hormonas liberadoras e inhibidoras. Entre ellas se encuentran aquellas que controlan la secreción de hormonas relacionadas con el crecimiento, la función tiroidea, suprarrenal y reproductiva. Su actividad está regulada por estímulos nerviosos y por la retroalimentación hormonal, lo que le permite ajustar la respuesta endócrina a las condiciones internas del organismo (Hall et al., 2025; Saladin, 2018).

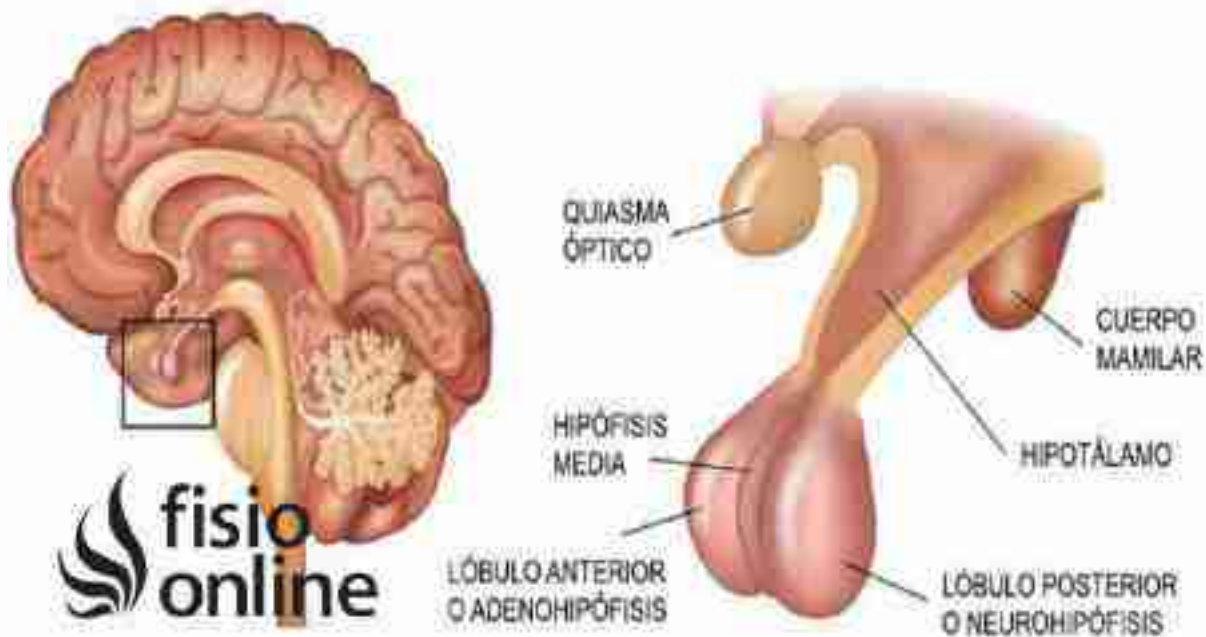
4.4.2.2. Hipófisis (glándula pituitaria)

La hipófisis es una glándula pequeña situada en la silla turca del hueso esfenoides y conectada funcionalmente con el hipotálamo. Se divide en adenohipófisis y neurohipófisis, cada una con funciones específicas.(Tortora & Derrickson, 2021).

La adenohipófisis secreta hormonas que regulan el crecimiento, la función tiroidea, suprarrenal y gonadal, mientras que la neurohipófisis libera hormonas

relacionadas con el equilibrio hídrico y las contracciones musculares. La secreción hipofisaria está controlada principalmente por el hipotálamo mediante mecanismos de retroalimentación negativa, lo que justifica su papel como glándula reguladora central del sistema endócrino (Marieb & Hoehn, 2019; Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 106 Hipotálamo e hipófisis



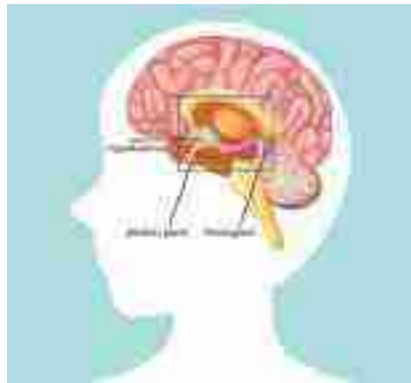
Nota. Imagen adaptada de *Anatomía para estudiantes* (Drake et al., 2020).

4.4.2.3. Glándula pineal

La glándula pineal se localiza en el epitálamo y secreta melatonina, hormona implicada en la regulación de los ritmos circadianos y del ciclo sueño - vigilia. Su secreción está influenciada por la cantidad de luz percibida por el organismo, disminuyendo durante el día y aumentando durante la noche.

A través de esta regulación, la pineal contribuye a la sincronización de múltiples funciones biológicas con los ciclos ambientales (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 107 Disposición de hipotálamo, hipófisis y pineal



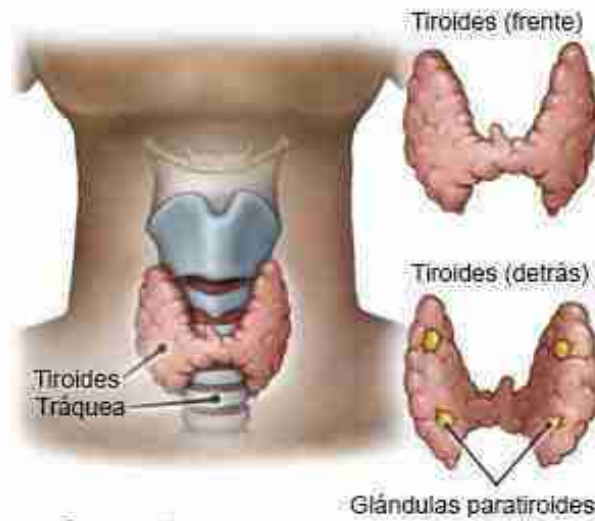
Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (Saladin, 2018).

4.4.2.4. Glándula tiroides

La tiroides es una glándula bilobulada ubicada en la región anterior del cuello. Anatómicamente presenta una rica vascularización, lo que facilita la rápida distribución de sus hormonas. Fisiológicamente, secreta hormonas tiroideas, que regulan el metabolismo basal, el consumo de oxígeno, la producción de energía y el desarrollo del sistema nervioso. Su secreción está controlada por un sistema de retroalimentación que involucra al hipotálamo y a la hipófisis, garantizando niveles hormonales adecuados (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

4.4.2.5. Glándulas paratiroides

Las glándulas paratiroides se localizan en la cara posterior de la tiroides y secretan hormona paratiroidea, encargada de regular los niveles de calcio y fósforo en la sangre. Esta hormona actúa sobre los huesos, los riñones y el intestino, manteniendo el equilibrio mineral necesario para la contracción muscular, la transmisión nerviosa y la integridad ósea. Su regulación depende directamente de la concentración de calcio en sangre (Hall et al., 2025; Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 108 Tiroides y paratiroides

Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (Saladin, 2018).

4.4.2.6. Timo

El timo es un órgano con función endócrina e inmunológica, localizado en el mediastino anterior, detrás del esternón. Anatómicamente es más desarrollado durante la infancia y la adolescencia, y sufre un proceso de involución progresiva después de la pubertad, siendo reemplazado en gran parte por tejido adiposo en la vida adulta (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

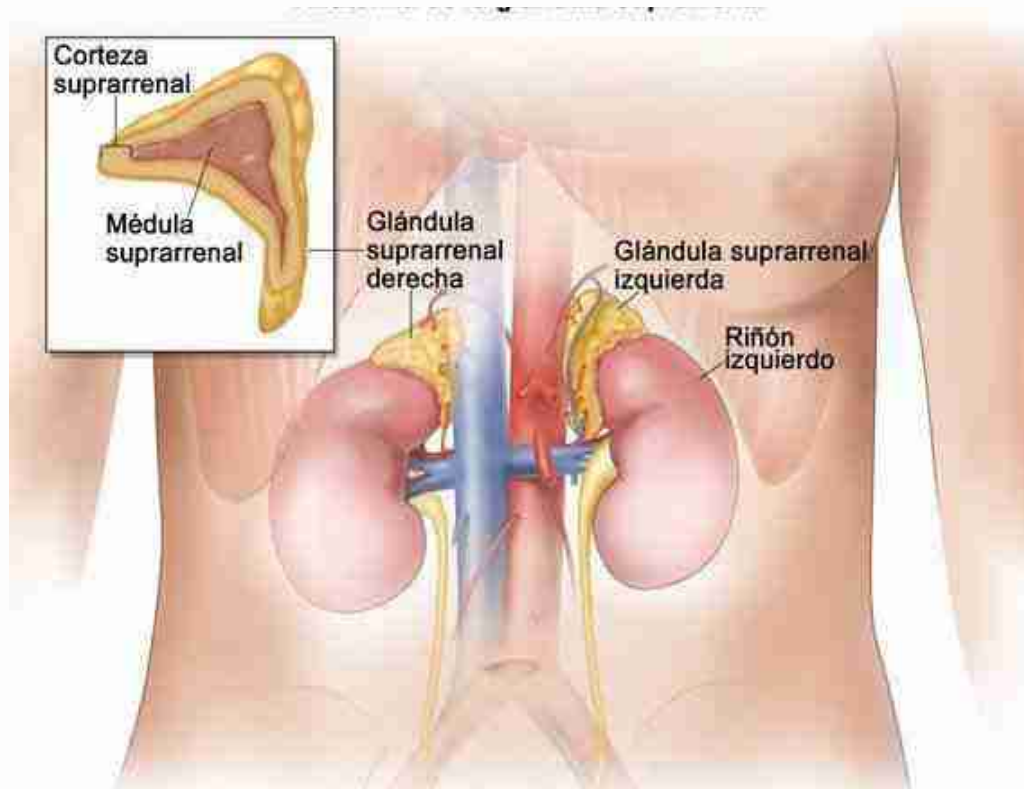
El timo secreta hormonas tímicas que intervienen en la maduración y diferenciación de los linfocitos T, células fundamentales para la respuesta inmunitaria. Estas hormonas permiten que los linfocitos T adquieran competencia inmunológica y tolerancia frente a los tejidos propios del organismo, evitando reacciones autoinmunes (Hall et al., 2025).

4.4.2.7. Glándulas suprarrenales

Las glándulas suprarrenales se ubican sobre los polos superiores de los riñones y presentan una organización en corteza y médula. La corteza secreta

hormonas relacionadas con el metabolismo, el equilibrio hidroelectrolítico y la respuesta al estrés, mientras que la médula produce catecolaminas implicadas en la respuesta de alarma. Esta doble organización permite una respuesta rápida y sostenida frente a situaciones de demanda fisiológica (Hall et al., 2025; Saladin, 2018).

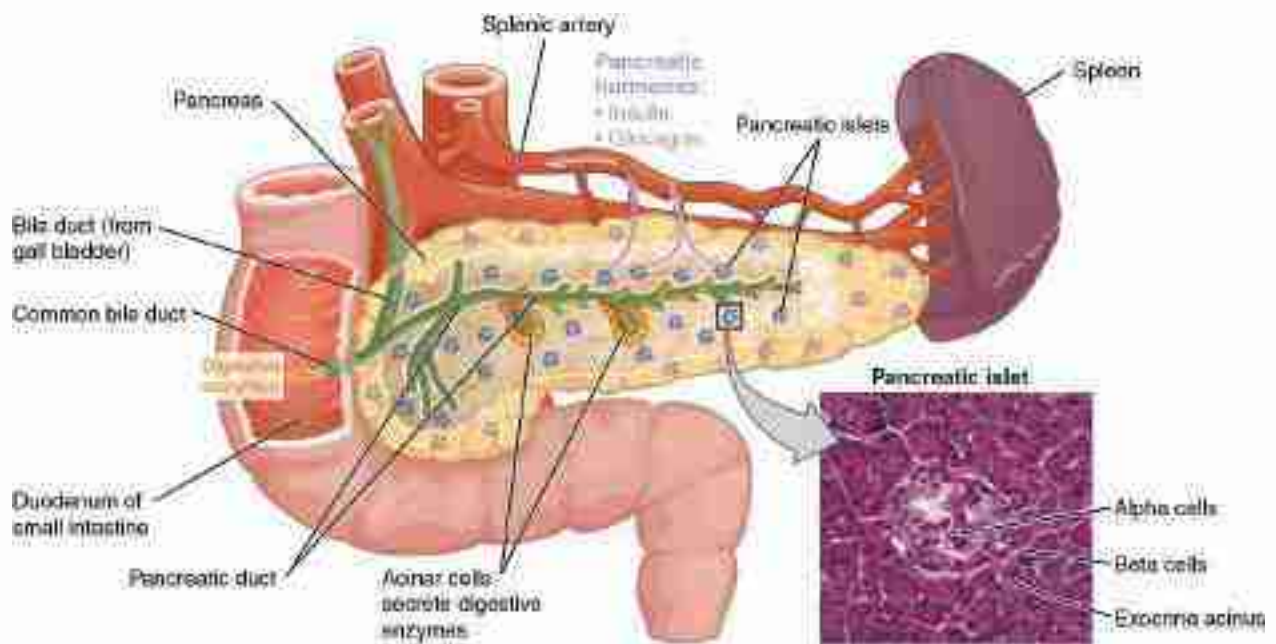
Figura 109 Glándulas suprarrenales



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía para estudiantes* (Drake et al., 2020).

4.4.2.8. Páncreas endócrino

El páncreas endócrino, representado por los islotes pancreáticos, secreta hormonas que regulan la glucemia. Estas hormonas actúan de manera complementaria para mantener niveles adecuados de glucosa en sangre, equilibrando su almacenamiento y utilización. Su regulación depende tanto de la concentración de glucosa circulante como de señales nerviosas y hormonales, lo que asegura el equilibrio energético del organismo (Marieb & Hoehn, 2019; Tortora & Derrickson, 2021).

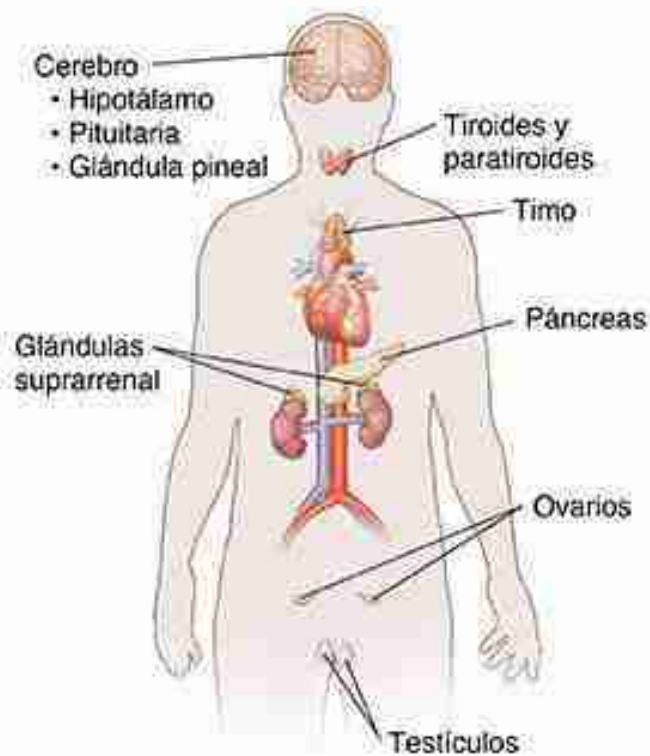
Figura 110 Páncreas

Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (Saladin, 2018).

4.4.2.9. Gónadas: ovarios y testículos

Las gónadas cumplen funciones reproductivas y endocrinas. Los ovarios producen hormonas que regulan el ciclo reproductivo femenino y el desarrollo de caracteres sexuales secundarios, mientras que los testículos secretan hormonas que controlan la espermatogénesis y los caracteres sexuales masculinos.

La actividad hormonal gonadal está regulada por el eje hipotálamo–hipófisis–gónadas, mediante mecanismos de retroalimentación negativa (Hall et al., 2025; Saladin, 2018).

Figura 111 Glándulas del sistema endócrino

Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (Saladin, 2018).

4.5. Sistema nervioso

4.5.1. Generalidades del sistema nervioso

El sistema nervioso es el principal sistema de control y coordinación del organismo. Su función es recibir información del medio interno y externo, integrarla y generar respuestas rápidas y precisas que permitan la adaptación del organismo y el mantenimiento de la homeostasis. Esta regulación se basa en la transmisión de impulsos eléctricos y señales químicas especializadas, lo que posibilita una comunicación inmediata y altamente específica entre las distintas partes del cuerpo (Hall et al., 2025; Saladin, 2018).

4.5.2. Clasificación del sistema nervioso

El sistema nervioso se organiza en una serie de subdivisiones anatómicas y funcionales que permiten comprender su compleja organización sin perder su unidad estructural. (Saladin, 2018).

Desde el punto de vista anatómico, el sistema nervioso se divide en sistema nervioso central y sistema nervioso periférico. El sistema nervioso central está constituido por el encéfalo y la médula espinal, donde se integra y procesa la información nerviosa.

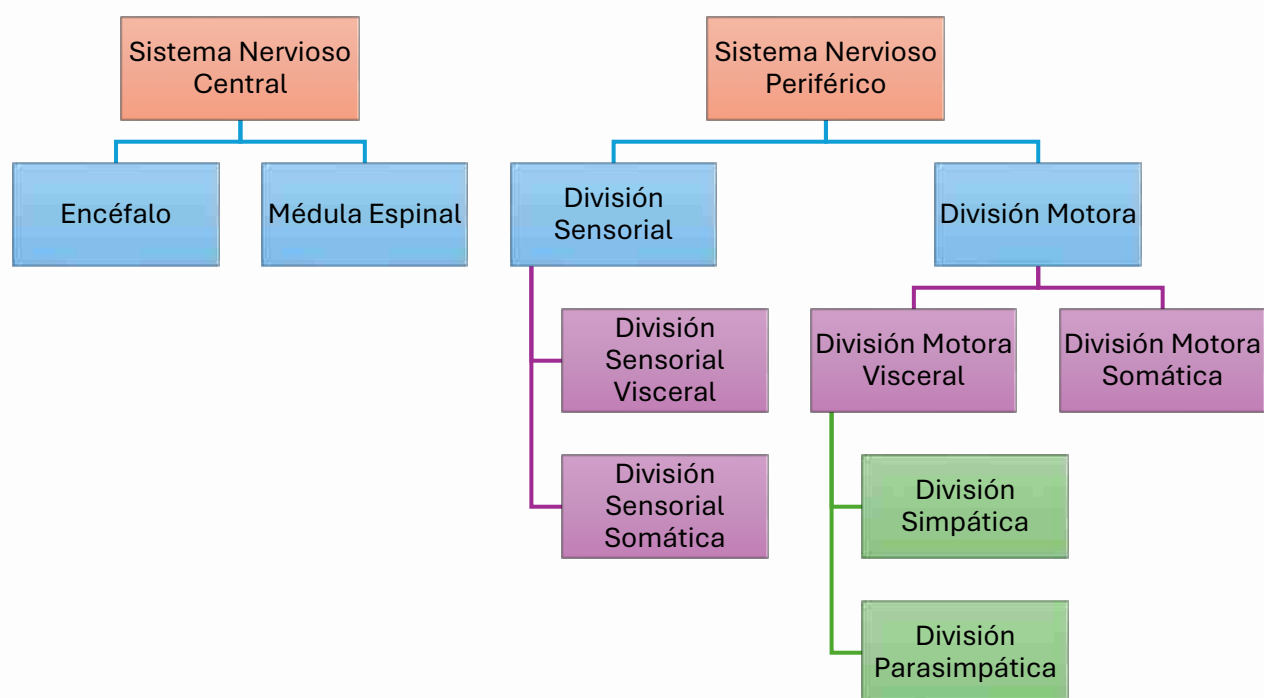
El sistema nervioso periférico conecta el sistema nervioso central con el resto del cuerpo mediante nervios y ganglios (Splittgerber & Snell, 2025).

Funcionalmente, el sistema nervioso periférico se divide en una división sensorial (aférente) y una división motora (eferente).

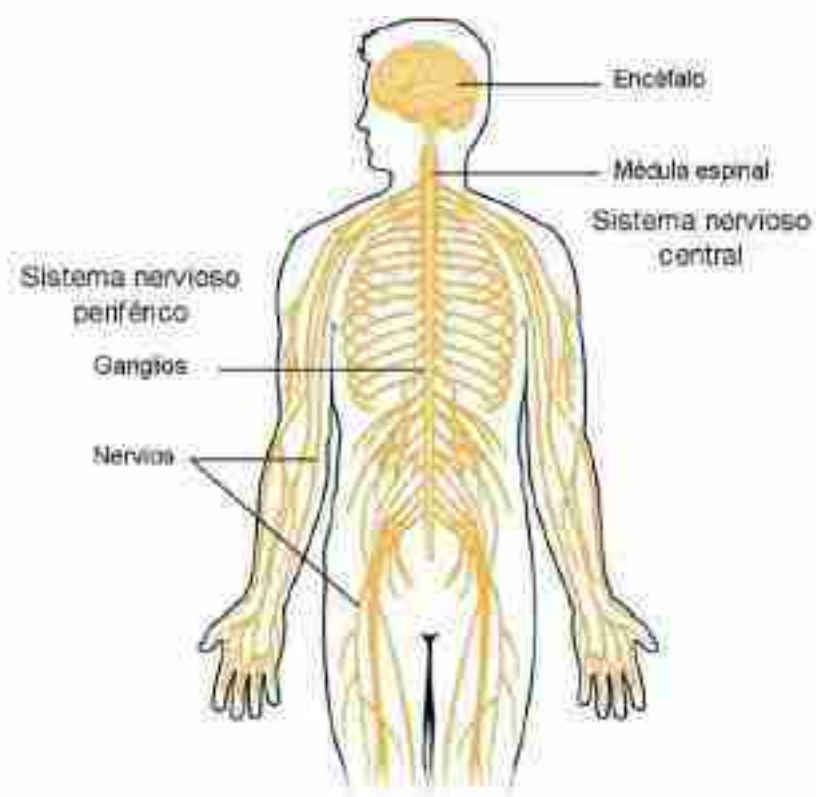
La división sensorial conduce la información desde los receptores hacia el sistema nervioso central y se subdivide en sensorial somática, relacionada con la piel, músculos y articulaciones, y sensorial visceral, relacionada con los órganos internos (Saladin, 2018).

La división motora transmite las órdenes desde el sistema nervioso central hacia los órganos efectores y se subdivide en motora somática, que controla de manera voluntaria los músculos esqueléticos, y motora visceral, también denominada sistema nervioso autónomo.

Este último regula funciones involuntarias y se divide en división simpática, que prepara al organismo para la actividad, y división parasimpática, que predomina en condiciones de reposo y recuperación (Hall et al., 2025; Saladin, 2018; Splittgerber & Snell, 2025).

Figura 112 Clasificación del sistema nervioso

Nota. Elaboración propia (2026)

Figura 113 División del sistema nervioso

Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (Saladin, 2018).

4.5.3. Sistema nervioso central (SNC)

El sistema nervioso central (SNC) está formado por el encéfalo y la médula espinal y constituye el principal centro de integración de la información nerviosa. En él se procesan los estímulos sensitivos, se elaboran las respuestas motoras y se regulan funciones superiores como la conciencia, el pensamiento, la memoria y las emociones. La complejidad funcional del SNC se refleja en su organización anatómica altamente especializada (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

4.5.3.1. Encéfalo

El encéfalo se localiza en la cavidad craneal y representa el centro superior de control del sistema nervioso. Desde el punto de vista anatómico y funcional, está constituido por tres grandes componentes: el cerebro, el cerebelo y el tronco encefálico. Cada uno de estos participa de manera específica en la integración sensorial, el control motor y la regulación de funciones vitales (Hall et al., 2025; Saladin, 2018).

- **Cerebro**

El cerebro es la porción más grande y desarrollada del encéfalo. Está dividido en dos hemisferios cerebrales, derecho e izquierdo, unidos por el cuerpo calloso, estructura que permite la comunicación entre ambos lados. La superficie del cerebro presenta numerosos pliegues llamados circunvoluciones, separados por surcos, lo que incrementa considerablemente el área cortical disponible para el procesamiento de la información (Marieb & Hoehn, 2019).

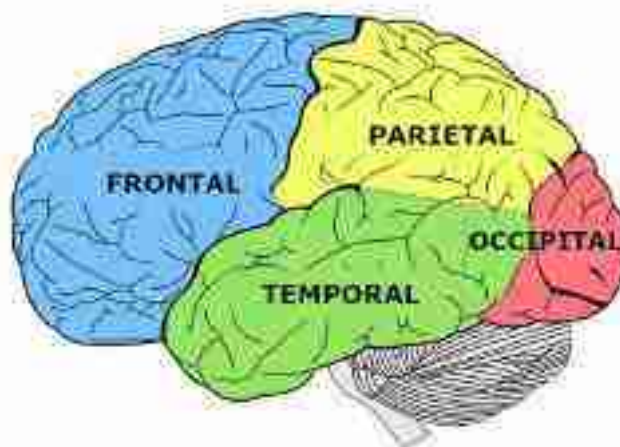
Funcionalmente, el cerebro es responsable de las funciones superiores, como la percepción consciente, el pensamiento, el lenguaje, la memoria, la toma de decisiones y el control voluntario del movimiento. La corteza cerebral integra información sensitiva, elabora respuestas motoras precisas y participa en procesos cognitivos complejos (Saladin, 2018).

Lóbulos cerebrales

Cada hemisferio cerebral se divide en lóbulos, cuya organización se relaciona con funciones específicas:

- Lóbulo frontal: asociado al control del movimiento voluntario, la planificación, el razonamiento y la conducta.
- Lóbulo parietal: encargado de la integración de la información sensitiva somática.
- Lóbulo temporal: relacionado con la audición, la memoria y ciertos aspectos del lenguaje.
- Lóbulo occipital: principal centro de procesamiento de la información visual (Splittgerber & Snell, 2025)

Figura 114 Lóbulos del cerebro



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (Saladin, 2018).

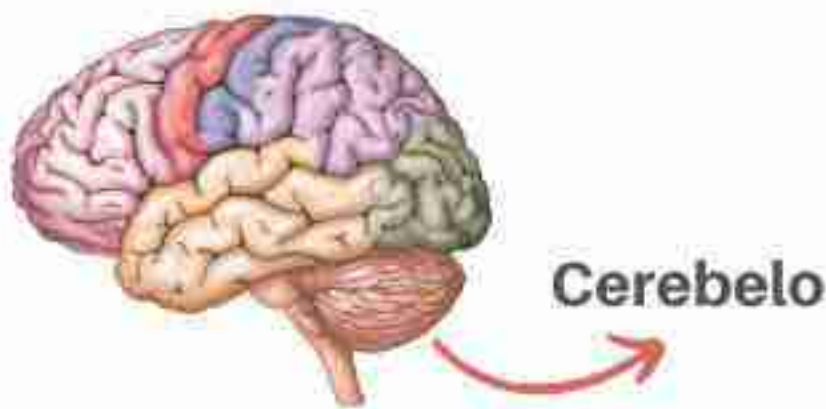
• Cerebelo

El cerebelo se localiza en la región posterior del encéfalo, por debajo de los lóbulos occipitales. Aunque representa una porción menor del volumen encefálico, contiene una gran cantidad de neuronas. Su función principal es

la coordinación de los movimientos, el mantenimiento del equilibrio, la postura y la precisión motora (Hall et al., 2025).

Desde el punto de vista funcional, el cerebelo no inicia el movimiento, sino que modula y ajusta la actividad motora iniciada por otras regiones del encéfalo, asegurando movimientos suaves y coordinados. Alteraciones en esta estructura producen trastornos de la coordinación y del equilibrio (Saladin, 2018).

Figura 115 Cerebelo

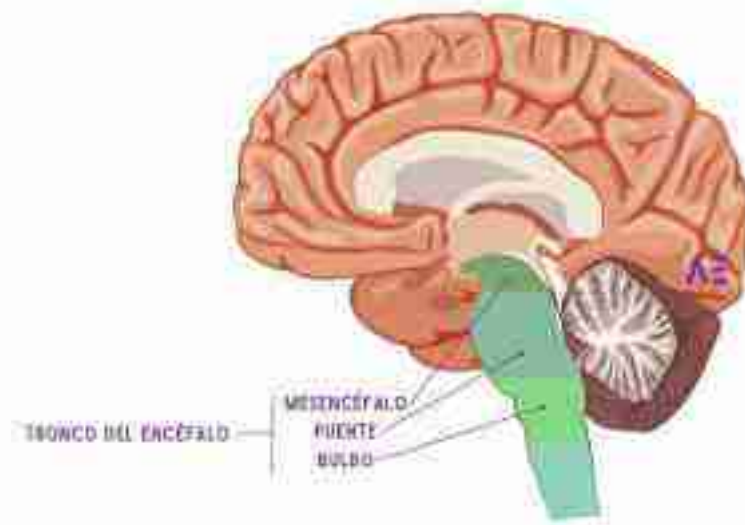


Nota. Imagen adaptada de *Anatomía para estudiantes* (Drake et al., 2020).

- **Tronco encefálico**

El tronco encefálico conecta el encéfalo con la médula espinal y está formado por el mesencéfalo, la protuberancia (puente) y el bulbo raquídeo. Esta región contiene centros nerviosos esenciales para la regulación de funciones vitales, como la respiración, la frecuencia cardíaca y la presión arterial (Hall et al., 2025).

Además, el tronco encefálico actúa como vía de paso para numerosas fibras nerviosas ascendentes y descendentes, y alberga núcleos de nervios craneales que participan en funciones sensoriales y motoras de la cabeza y el cuello (Saladin, 2018).

Figura 116 Tronco encefálico

Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (Saladin, 2018).

4.5.3.2. Medula Espinal

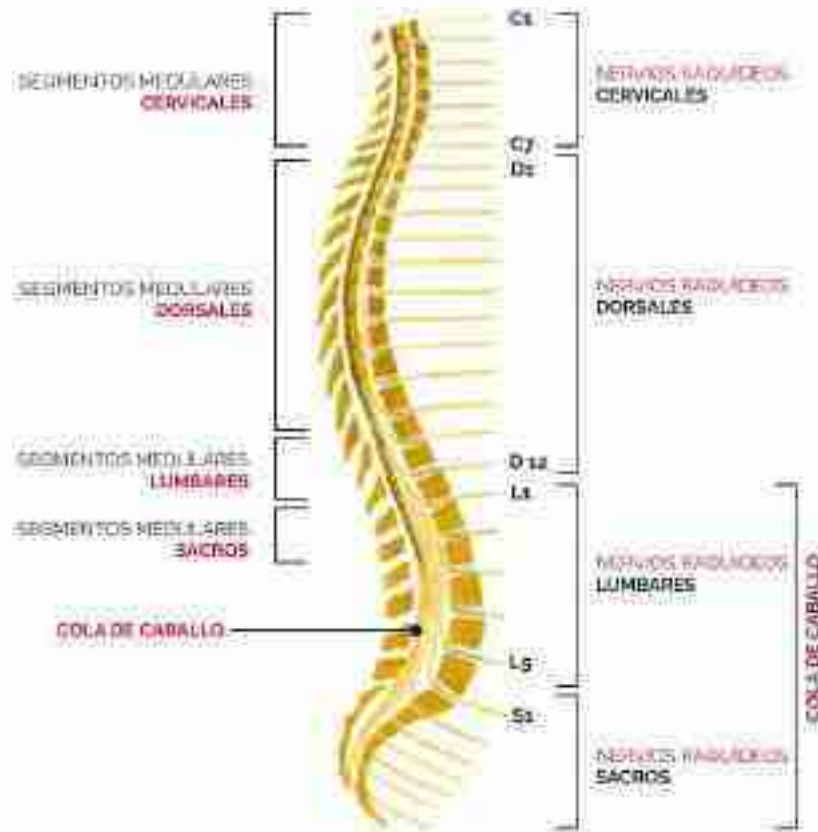
La médula espinal es una estructura cilíndrica y alargada del sistema nervioso central, que se extiende desde el bulbo raquídeo hasta aproximadamente el nivel de la segunda vértebra lumbar en el adulto. Se aloja dentro del canal vertebral, donde se encuentra protegida por las vértebras, las meninges y el líquido cefalorraquídeo. Desde el punto de vista funcional, la médula espinal cumple un papel fundamental como vía de conducción nerviosa y como centro de integración de reflejos (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

Extensión y organización general

La médula espinal presenta una organización segmentaria, dividida en segmentos medulares, cada uno de los cuales da origen a un par de nervios espinales. Aunque su longitud es menor que la de la columna vertebral, esta segmentación permite una distribución ordenada de la inervación hacia el tronco y las extremidades. En su extremo inferior, la médula espinal se afina

formando el cono medular, del cual se extiende un conjunto de raíces nerviosas denominado cola de caballo (Marieb & Hoehn, 2019).

Figura 117 Disposición de la médula espinal



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía para estudiantes* (Drake et al., 2020).

Engrosamientos medulares

La médula espinal presenta dos regiones de mayor diámetro conocidas como engrosamientos:

- Engrosamiento cervical, relacionado con la innervación de los miembros superiores.
- Engrosamiento lumbar, asociado a la innervación de los miembros inferiores.

Estos engrosamientos reflejan la mayor cantidad de neuronas necesarias para controlar la compleja actividad motora y sensitiva de las extremidades (Saladin, 2018).

Estructura externa de la médula espinal

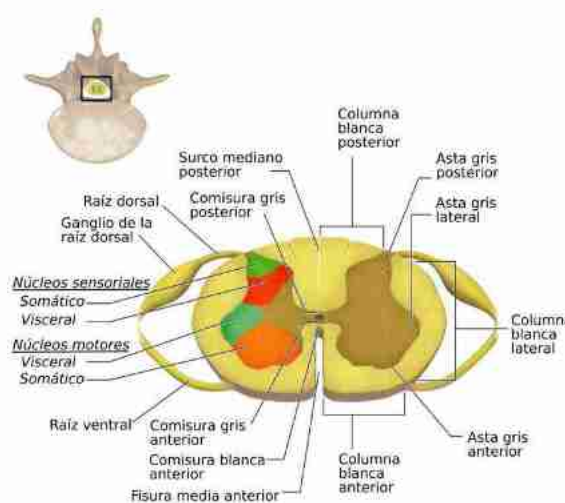
Externamente, la médula espinal muestra una serie de surcos y fisuras que dividen su superficie y orientan la disposición de sus estructuras internas. Destaca la fisura media anterior, más profunda, y el surco medio posterior, menos marcado. A cada lado emergen las raíces nerviosas, que se organizan en raíces anteriores (motoras) y posteriores (sensitivas), las cuales se unen para formar los nervios espinales (Tortora & Derrickson, 2021).

Estructura interna de la médula espinal

En un corte transversal, la médula espinal presenta una organización característica en sustancia gris y sustancia blanca. La sustancia gris se dispone en forma de “H” o mariposa y contiene los cuerpos neuronales, mientras que la sustancia blanca rodea a la gris y está formada por haces de fibras nerviosas ascendentes y descendentes (Marieb & Hoehn, 2019).

- Los cuernos anteriores de la sustancia gris contienen neuronas motoras somáticas.
- Los cuernos posteriores reciben información sensitiva.
- En ciertas regiones, los cuernos laterales participan en la regulación del sistema nervioso autónomo.

Figura 118 Corte transversal de la médula espinal



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía para estudiantes* (Drake et al., 2020).

Funciones de la médula espinal

Desde el punto de vista fisiológico, la médula espinal cumple dos funciones principales. En primer lugar, actúa como vía de conducción, permitiendo el paso de impulsos nerviosos entre el encéfalo y el resto del cuerpo.

En segundo lugar, funciona como centro de integración de reflejos espinales, que son respuestas rápidas, automáticas e involuntarias ante determinados estímulos. Estos reflejos son esenciales para la protección del organismo y para el mantenimiento del tono muscular y la postura (Hall et al., 2025; Saladin, 2018).

4.5.3.3. Meninges y líquido cefalorraquídeo

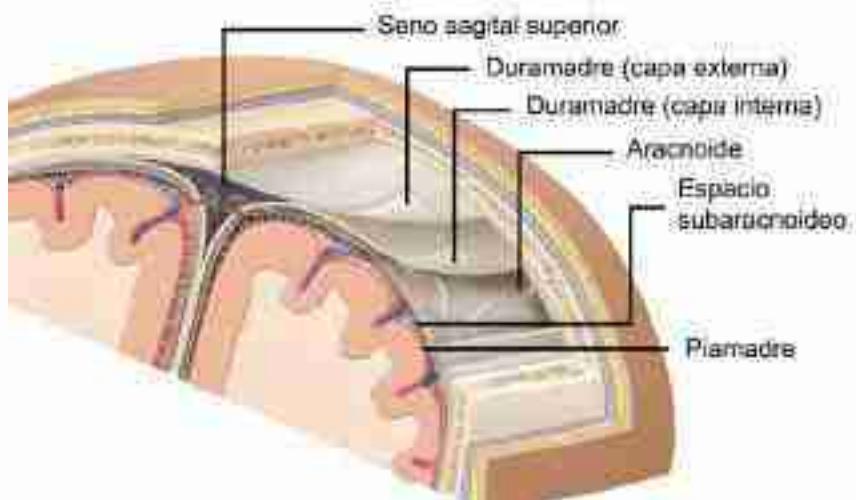
Las meninges y el líquido cefalorraquídeo (LCR) constituyen sistemas de protección, sostén y nutrición del sistema nervioso central. Junto con el cráneo y la columna vertebral, forman un sistema integral que protege al encéfalo y a la médula espinal frente a traumatismos, además de contribuir al mantenimiento de un ambiente químico estable para el tejido nervioso (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

- **Meninges**

Las meninges son tres membranas de tejido conectivo que envuelven al encéfalo y a la médula espinal. Desde la más externa hasta la más interna se denominan duramadre, aracnoides y piamadre.

Aunque presentan continuidad anatómica, cada una cumple funciones específicas relacionadas con la protección y el soporte del sistema nervioso central (Tortora & Derrickson, 2021).

Figura 119 Capas meníngeas que rodean el encéfalo y la médula espinal



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (Saladin, 2018).

Duramadre

La duramadre es la meninge más externa, gruesa y resistente. En el encéfalo, se adhiere firmemente a la cara interna del cráneo y forma pliegues que ayudan a estabilizar las distintas regiones encefálicas. En la médula espinal, la duramadre forma un saco dural separado del hueso vertebral por el espacio epidural, que contiene tejido adiposo y vasos sanguíneos. Su función principal es brindar protección mecánica al sistema nervioso central (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

Aracnoides

La aracnoides es la meninge intermedia y presenta una estructura delicada, con prolongaciones que se extienden hacia la piamadre. Entre la aracnoides y la piamadre se encuentra el espacio subaracnoideo, que contiene el líquido cefalorraquídeo. Esta disposición permite la circulación del LCR y contribuye a la amortiguación de los movimientos del encéfalo y la médula espinal (Tortora & Derrickson, 2021).

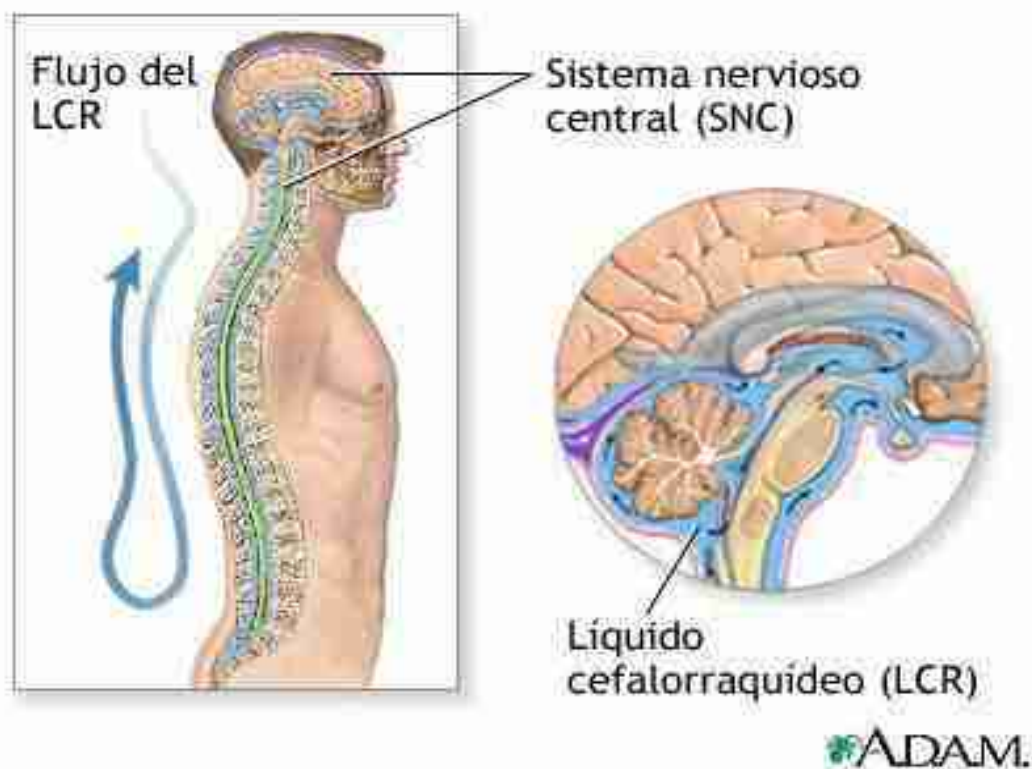
Piamadre

La piamadre es la meninge más interna y delgada. Se encuentra íntimamente adherida a la superficie del encéfalo y la médula espinal, siguiendo fielmente sus surcos y circunvoluciones. Está ricamente vascularizada, lo que permite el aporte de nutrientes al tejido nervioso. Su función principal es facilitar el intercambio metabólico entre los vasos sanguíneos y el sistema nervioso central (Saladin, 2018).

- **Líquido cefalorraquídeo (LCR)**

El líquido cefalorraquídeo (LCR) es un fluido claro e incoloro que circula por los ventrículos encefálicos, el espacio subaracnoideo y el conducto central de la médula espinal. Se produce principalmente en los plexos coroideos de los ventrículos cerebrales y se renueva de manera constante. Su circulación permite mantener un entorno estable para el tejido nervioso (Hall et al., 2025; Marieb & Hoehn, 2019).

Figura 120 Producción y circulación del líquido cefalorraquídeo



Nota. Imagen adaptada de *Fisiología médica* (Guyton & Hall, 2025).

Funciones del líquido cefalorraquídeo

Desde el punto de vista fisiológico, el líquido cefalorraquídeo cumple varias funciones esenciales:

- Protección mecánica, al actuar como un amortiguador que reduce el impacto de golpes y movimientos bruscos.
- Soporte y flotación, disminuyendo el peso efectivo del encéfalo dentro del cráneo.
- Nutrición y eliminación de desechos, facilitando el intercambio de sustancias entre la sangre y el tejido nervioso.
- Mantenimiento del equilibrio químico, contribuyendo a la estabilidad del medio interno del sistema nervioso central (Hall et al., 2025; Saladin, 2018).

4.5.4. Sistema nervioso periférico (SNP)

El sistema nervioso periférico (SNP) está constituido por los nervios y ganglios nerviosos que se localizan fuera del sistema nervioso central. Su función principal es establecer la comunicación entre el SNC y los tejidos periféricos, permitiendo que la información sensitiva llegue al sistema nervioso central y que las órdenes motoras alcancen los órganos efectores (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018)

Desde el punto de vista funcional, el sistema nervioso periférico se organiza en una división sensorial (aférente) y una división motora (eferente).

Figura 121 Organización general del sistema nervioso periférico



Nota. Esquema adaptado de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (Saladin, 2018).

4.5.4.1. División sensorial (aferente)

La división sensorial o aferente del sistema nervioso periférico es la encargada de transportar información desde los receptores sensoriales hacia el sistema nervioso central. Esta información permite al organismo detectar cambios en el medio externo e interno y responder de manera adecuada (Saladin, 2018), esta división se subdivide en:

División sensorial somática

La división sensorial somática conduce impulsos provenientes de la piel, los músculos esqueléticos y las articulaciones. Transmite sensaciones como el tacto, la presión, la temperatura, el dolor y la posición corporal. Esta información es esencial para la percepción consciente del cuerpo y para la coordinación de los movimientos voluntarios (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

División sensorial visceral

La división sensorial visceral transporta información sensitiva procedente de los órganos internos, como la distensión de las vísceras, los cambios en la presión o las variaciones químicas de la sangre. En general, esta información no alcanza el nivel de la conciencia, pero resulta fundamental para la regulación de funciones viscerales y para el mantenimiento de la homeostasis (Hall et al., 2025)

4.5.4.2. División motora (eferente)

La división motora o eferente del sistema nervioso periférico conduce las órdenes generadas en el sistema nervioso central hacia los órganos efectores, permitiendo la ejecución de respuestas motoras y la regulación de funciones corporales.

Esta división se subdivide en:

División motora somática

La división motora somática controla de manera voluntaria la actividad de los músculos esqueléticos. A través de esta vía se producen los movimientos conscientes y precisos, así como los reflejos somáticos que participan en el mantenimiento de la postura y el tono muscular (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

División motora visceral (sistema nervioso autónomo)

La división motora visceral, también denominada sistema nervioso autónomo (SNA), regula la actividad del músculo liso, el músculo cardíaco y las glándulas. Su acción es involuntaria y generalmente inconsciente, y sus respuestas se manifiestan como reflejos viscerales esenciales para el equilibrio interno del organismo (Hall et al., 2025).

Sistema nervioso autónomo

El sistema nervioso autónomo, como componente de la división motora visceral, se encarga de regular funciones como la frecuencia cardíaca, la presión arterial, la digestión, la secreción glandular y el diámetro de los vasos sanguíneos. Actúa de manera coordinada con otros sistemas para mantener condiciones internas estables (Saladin, 2018).

El sistema nervioso autónomo se subdivide en:

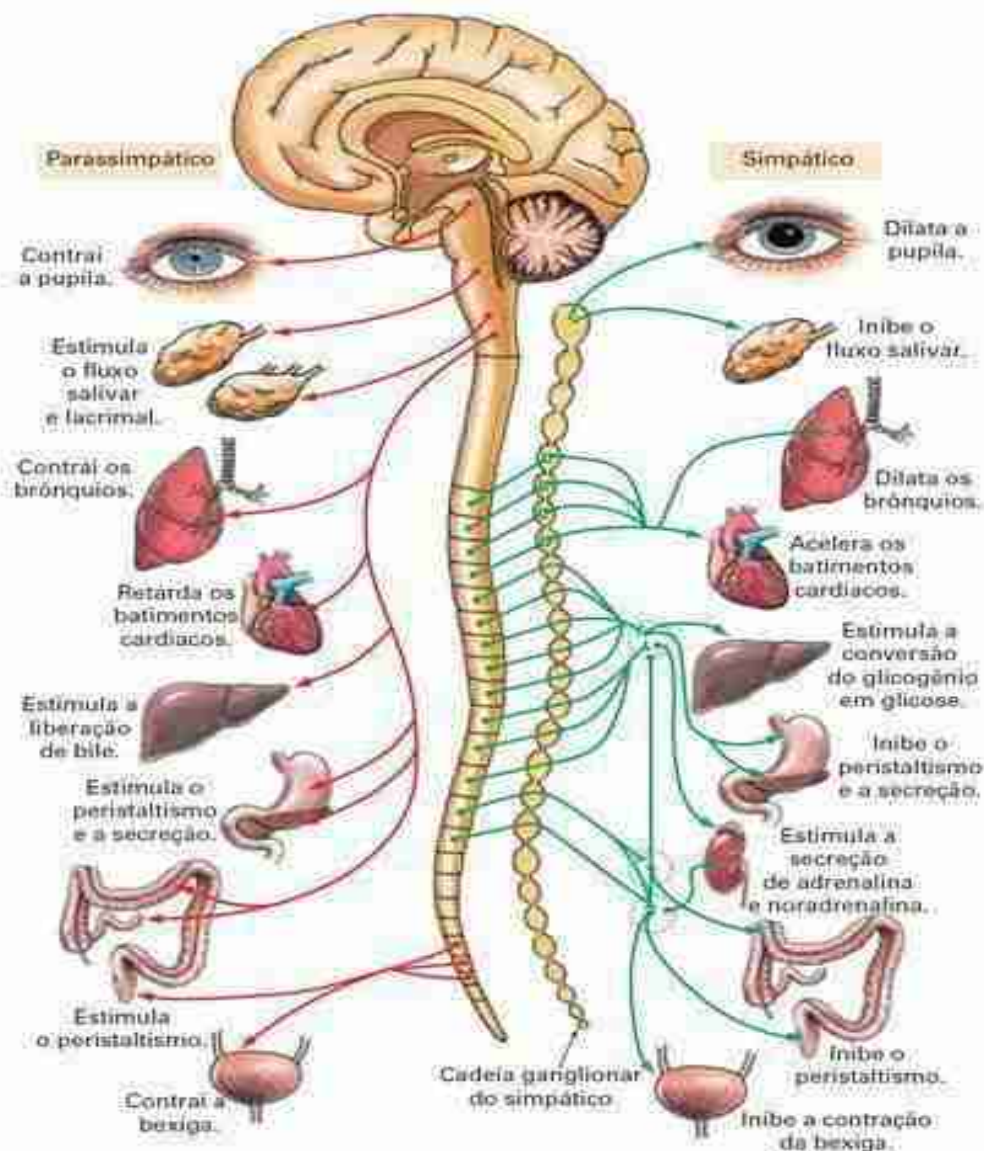
División simpática

La división simpática prepara al organismo para situaciones de actividad, alerta o estrés, incrementando la frecuencia cardíaca y respiratoria, elevando la presión arterial y reduciendo la actividad digestiva. Esta respuesta permite una adaptación rápida ante situaciones que requieren un mayor gasto energético (Hall et al., 2025).

División parasimpática

La división parasimpática predomina en condiciones de reposo y recuperación. Disminuye la frecuencia cardíaca, estimula la digestión y favorece la conservación de energía. Ambas divisiones actúan de forma complementaria para regular las funciones viscerales (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

Figura 122 Sistema Nervioso Autónomo (Simpático y parasimpático)



Nota. Esquema adaptado de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (Saladin, 2018).

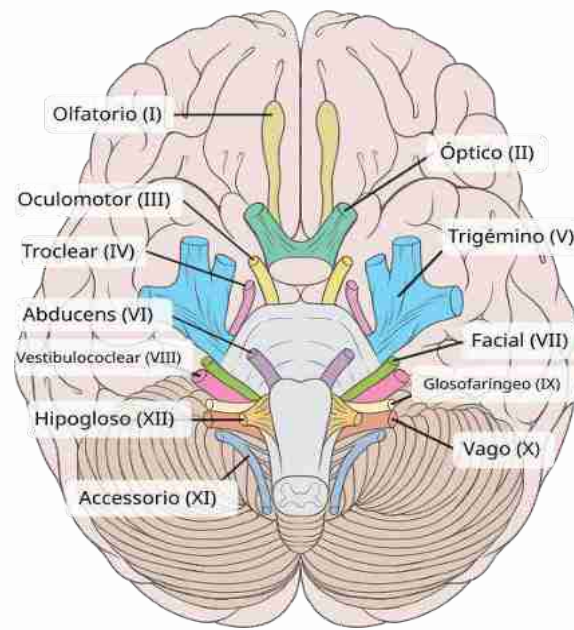
Nervios craneales

Los nervios craneales son doce pares de nervios que se originan en el encéfalo, principalmente en el tronco encefálico, y emergen a través de orificios del cráneo. Forman parte del sistema nervioso periférico y se encargan de la inervación sensitiva, motora o mixta de estructuras de la cabeza y el cuello, aunque algunos se extienden hacia el tórax y el abdomen (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

Desde el punto de vista funcional, los nervios craneales participan en funciones esenciales como la visión, audición, equilibrio, olfato, gusto, masticación, expresión facial, deglución y en la regulación de ciertas funciones viscerales. Los nervios craneales son:

Tabla 1 Nervios craneales

Nº	Nervio	Tipo	Función general
I	Olfatorio	Sensitivo	Olfato
II	Óptico	Sensitivo	Visión
III	Oculomotor	Motor	Movimientos oculares
IV	Troclear	Motor	Movimiento del ojo
V	Trigémino	Mixto	Sensibilidad facial y masticación
VI	Abducens	Motor	Movimiento lateral del ojo
VII	Facial	Mixto	Expresión facial y gusto
VIII	Vestibulococlear	Sensitivo	Audición y equilibrio
IX	Glossofaríngeo	Mixto	Deglución y gusto
X	Vago	Mixto	Funciones viscerales
XI	Accesorio	Motor	Movimientos del cuello
XII	Hipogloso	Motor	Movimientos de la lengua

Figura 123 Nervios craneales

Nota. Esquema adaptado de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (Saladin, 2018).

Nervios espinales

Los nervios espinales son nervios mixtos que se originan a partir de la médula espinal. Se forman por la unión de una raíz posterior (sensitiva) y una raíz anterior (motora), las cuales emergen de la médula espinal y se unen para formar un nervio único. Existen 31 pares de nervios espinales, organizados de acuerdo con los segmentos medulares (Marieb & Hoehn, 2019).

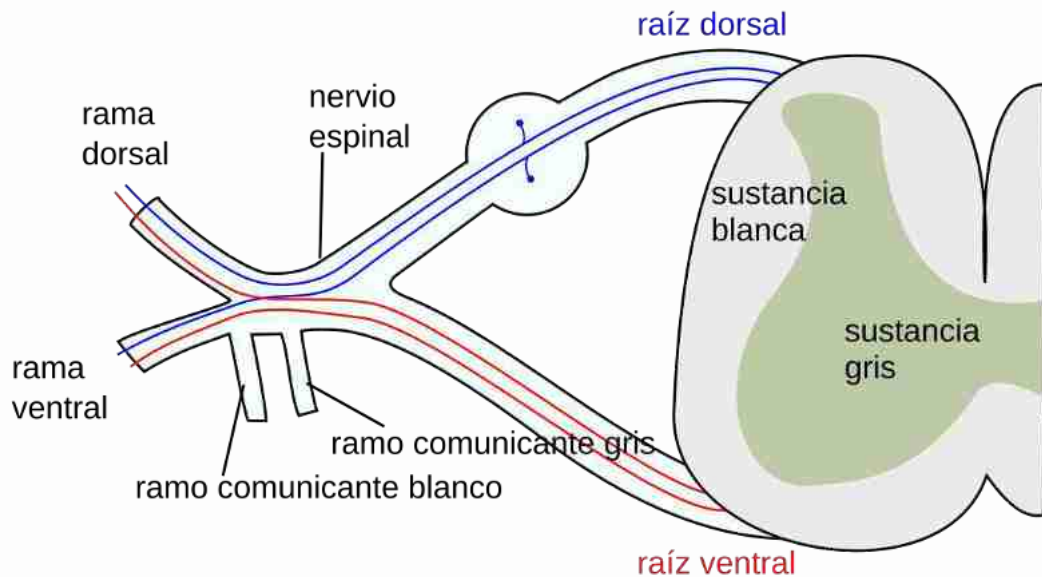
Cada nervio espinal se distribuye hacia regiones específicas del cuerpo, permitiendo la transmisión de información sensitiva desde la periferia hacia el sistema nervioso central y la conducción de órdenes motoras hacia los órganos.

Raíces y ramas de los nervios espinales

- Raíz posterior: conduce información sensitiva hacia el SNC y presenta un ganglio espinal.
- Raíz anterior: conduce impulsos motores desde el SNC.

- Rama posterior: inerva músculos profundos y la piel del dorso.
- Rama anterior: forma plexos nerviosos y nervios periféricos de las extremidades.

Figura 124 Formación de los nervios espinales a partir de las raíces nerviosas

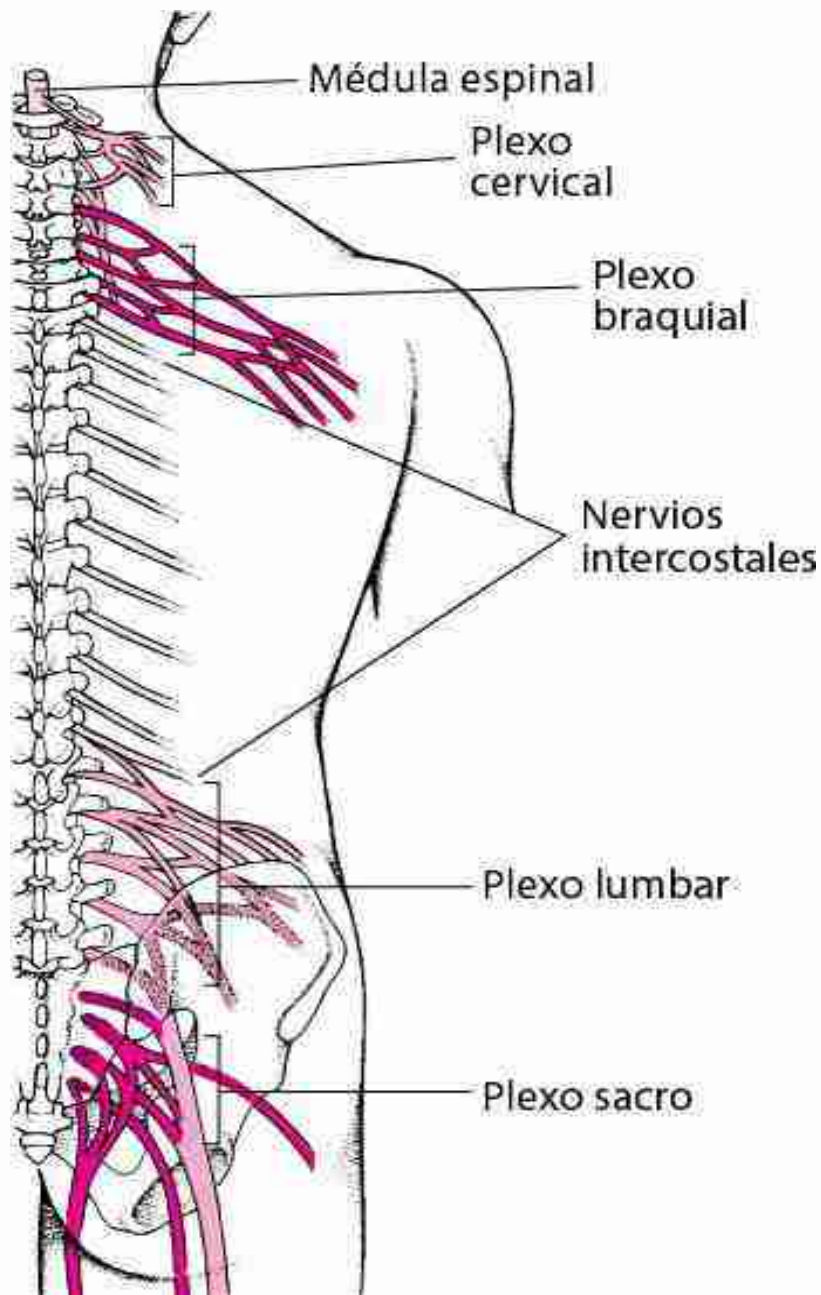


Nota. Imagen adaptada de *Anatomía para estudiantes* (Drake et al., 2020).

Distribución y organización funcional de los nervios espinales

Los ramos de los nervios espinales se organizan de manera que aseguran una inervación segmentaria precisa del cuerpo humano. Muchos de estos nervios se entrelazan formando plexos nerviosos, como los plexos cervical, braquial, lumbar y sacro, desde los cuales se originan los nervios periféricos que inervan las extremidades (Tortora & Derrickson, 2021).

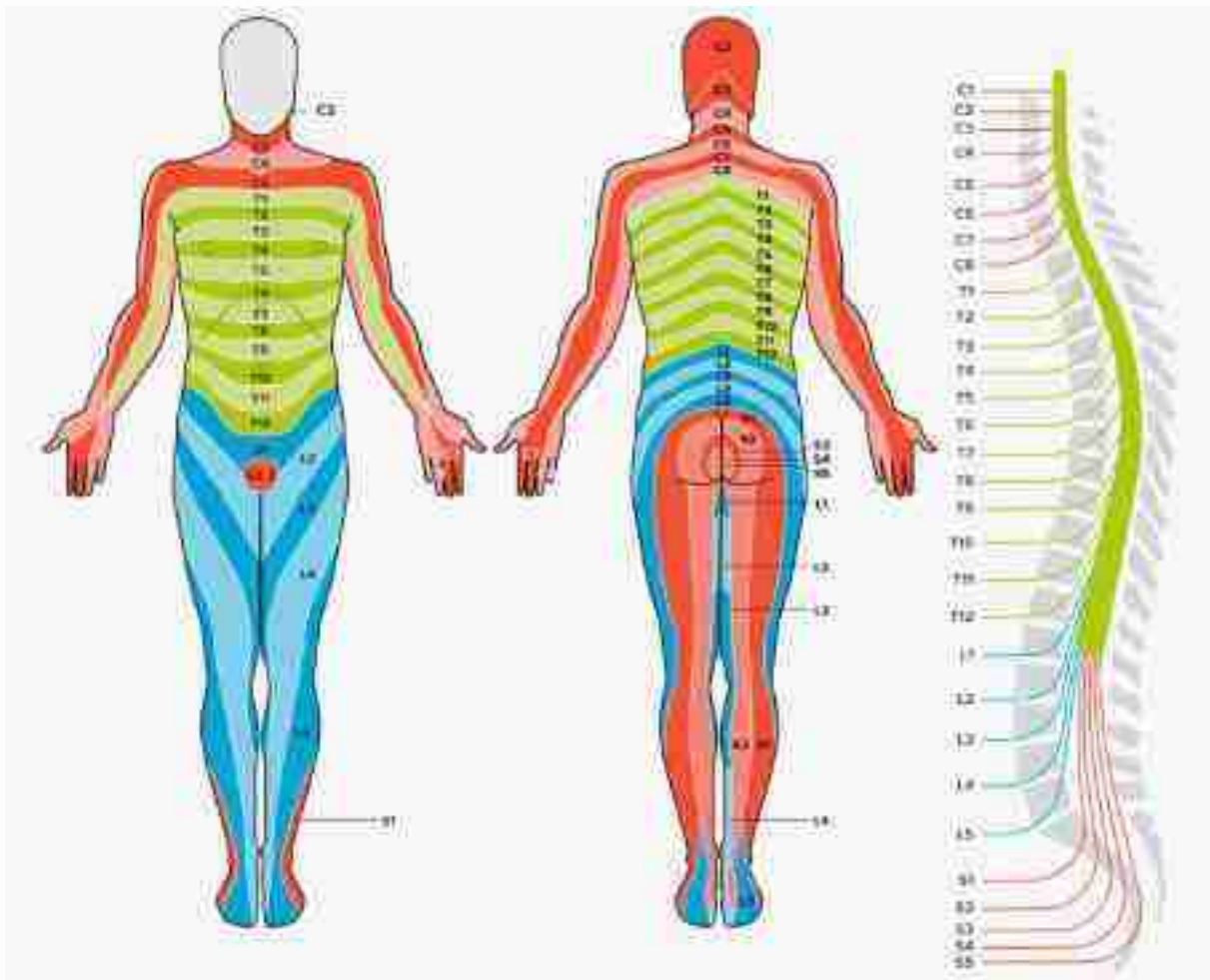
Esta organización permite una distribución eficiente de las fibras nerviosas, asegurando que la información sensitiva y motora llegue de forma precisa a cada región del cuerpo y reduciendo el impacto funcional de posibles lesiones nerviosas aisladas (Saladín, 2018).

Figura 125 Principales plexos nerviosos del cuerpo humano

Nota. Imagen adaptada de *Anatomía para estudiantes* (Drake et al., 2020).

Dermatomas

Un dermatoma es un área de la piel inervada por un solo nervio espinal. La distribución segmentaria de los dermatomas permite localizar lesiones neurológicas y comprender la organización funcional del sistema nervioso periférico (Saladin, 2018).

Figura 126 Distribución de los dermatomas

Nota. Imagen adaptada de *Anatomía para estudiantes* (Drake et al., 2020).

4.6. Sistema excretor (urinario)

4.6.1. Generalidades del sistema excretor

El sistema excretor, también denominado sistema urinario, es el conjunto de órganos encargados de la formación, conducción, almacenamiento y eliminación de la orina. A través de estos procesos, el sistema urinario contribuye a la eliminación de productos de desecho metabólico, la regulación del equilibrio hídrico y electrolítico, el mantenimiento del equilibrio ácido-base y la estabilidad del volumen sanguíneo, desempeñando un papel fundamental en la homeostasis del organismo (Hall et al., 2025; Saladin, 2018).

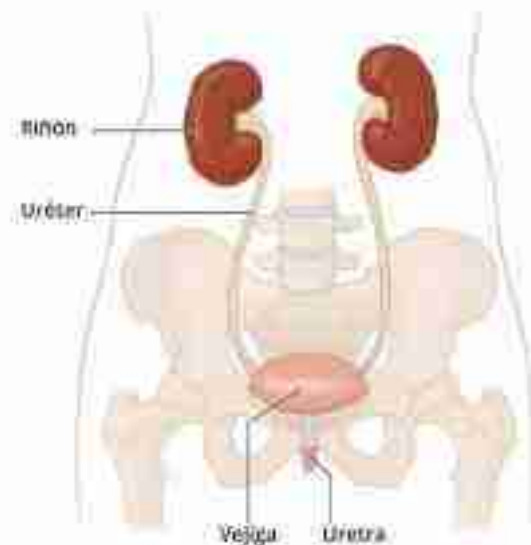
Este sistema actúa de manera integrada con los sistemas cardiovascular, respiratorio y endócrino, ajustando continuamente la composición de los líquidos corporales para garantizar el funcionamiento adecuado de las células y tejidos (Marieb & Hoehn, 2019).

4.6.2. Órganos del sistema excretor

El sistema excretor está formado por cuatro órganos principales:

- Riñones
- Uréteres
- Vejiga urinaria
- Uretra

Figura 127 Órganos del sistema excretor



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (Saladin, 2018).

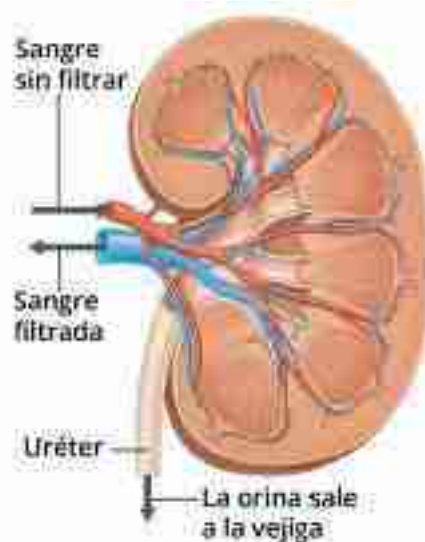
4.6.2.1. Riñones

Los riñones son órganos pares, con forma de frijol, localizados en la región lumbar, a ambos lados de la columna vertebral, en posición retroperitoneal. Cada riñón presenta una estructura externa cubierta por una

cápsula fibrosa y una organización interna altamente especializada que permite la filtración de la sangre y la formación de la orina (Marieb & Hoehn, 2019).

El riñón está compuesto por una corteza renal externa y una médula renal interna, formada por pirámides renales que convergen hacia la pelvis renal. La nefrona constituye la unidad estructural y funcional del riñón y es responsable de los procesos de filtración, reabsorción y secreción. Funcionalmente, los riñones eliminan sustancias de desecho como la urea y la creatinina, y regulan la concentración de agua y electrolitos en el organismo (Hall et al., 2025; Saladin, 2018).

Figura 128 Riñón



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (Saladin, 2018).

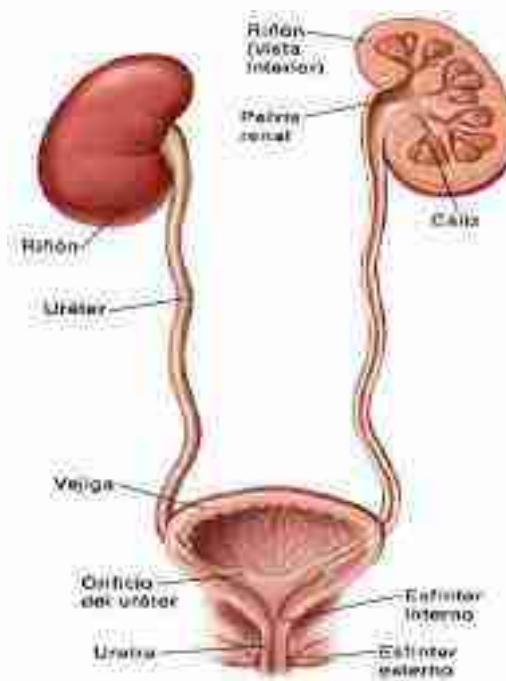
4.6.2.2. Uréteres

Los uréteres son conductos musculares pares que transportan la orina desde los riñones hasta la vejiga urinaria. Se originan en la pelvis renal y descienden hasta la vejiga, mediante movimientos peristálticos aseguran el

flujo unidireccional de la orina independientemente de la posición corporal (Tortora & Derrickson, 2021).

Desde el punto de vista anatómico, la pared de los uréteres está formada por una mucosa interna, una capa muscular lisa y una capa externa adventicia. Esta estructura permite tanto la conducción eficiente de la orina como la prevención del reflujo urinario hacia los riñones, protegiendo así la función renal (Marieb & Hoehn, 2019).

Figura 129 Uréteres, ubicación



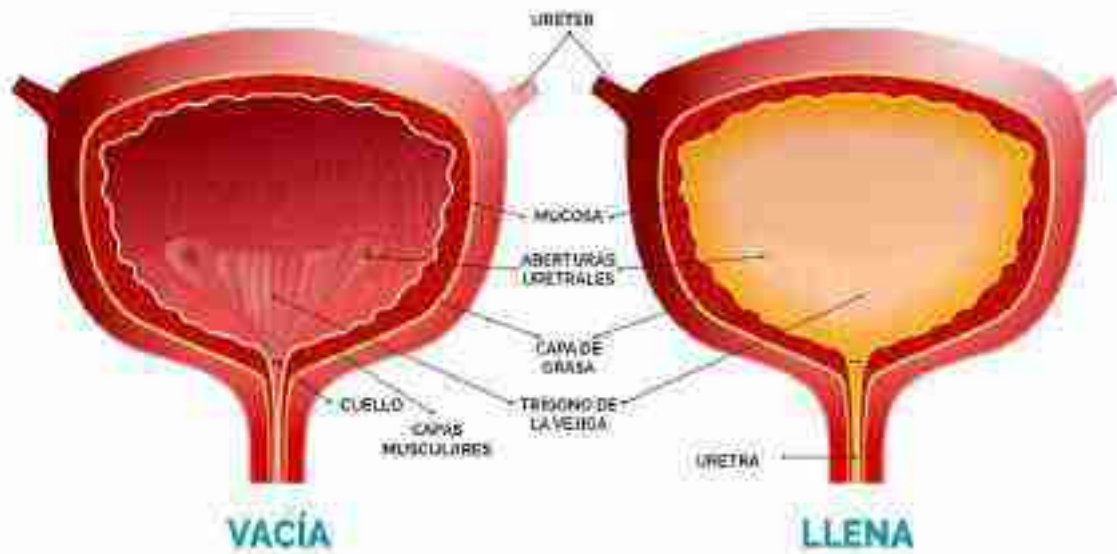
Nota. Imagen adaptada de *Anatomía para estudiantes* (Drake et al., 2020).

4.6.2.3. Vejiga urinaria

La vejiga urinaria es un órgano muscular hueco localizado en la cavidad pélvica, cuya función principal es el almacenamiento temporal de la orina. Su pared está formada principalmente por músculo liso, denominado músculo detrusor, que permite la distensión progresiva de la vejiga a medida que se llena (Saladin, 2018).

Desde el punto de vista funcional, la vejiga participa en el proceso de micción, el cual depende de mecanismos reflejos y del control voluntario del sistema nervioso. La capacidad de almacenar orina sin aumento significativo de la presión interna es una característica esencial para el correcto funcionamiento del sistema urinario (Hall et al., 2025).

Figura 130 Vejiga urinaria

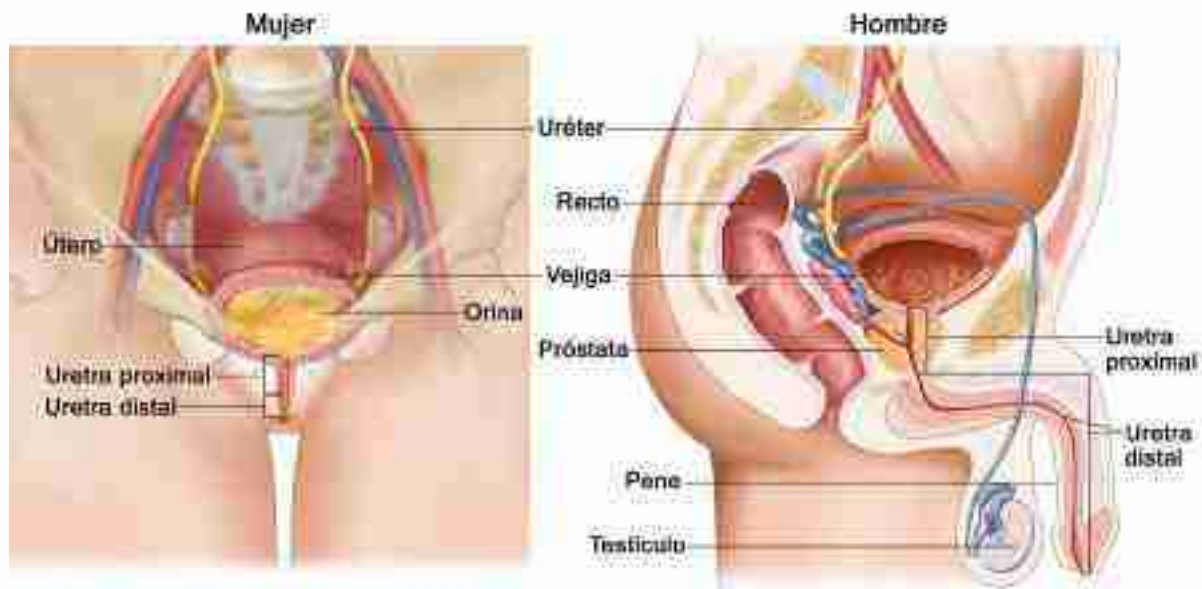


Nota. Imagen adaptada de *Anatomía para estudiantes* (Drake et al., 2020).

4.6.2.4. Uretra

La uretra es el conducto encargado de transportar la orina desde la vejiga hacia el exterior del organismo. Su longitud y características anatómicas varían según el sexo. En el varón, la uretra es más larga y cumple también funciones reproductivas, mientras que en la mujer es más corta y se encuentra exclusivamente relacionada con el sistema urinario (Marieb & Hoehn, 2019).

El control de la micción depende de la acción coordinada de los esfínteres uretrales, uno involuntario y otro voluntario, lo que permite regular conscientemente la expulsión de la orina. Esta regulación refleja la integración funcional entre el sistema urinario y el sistema nervioso (Saladin, 2018).

Figura 131 Uretra masculina y femenina

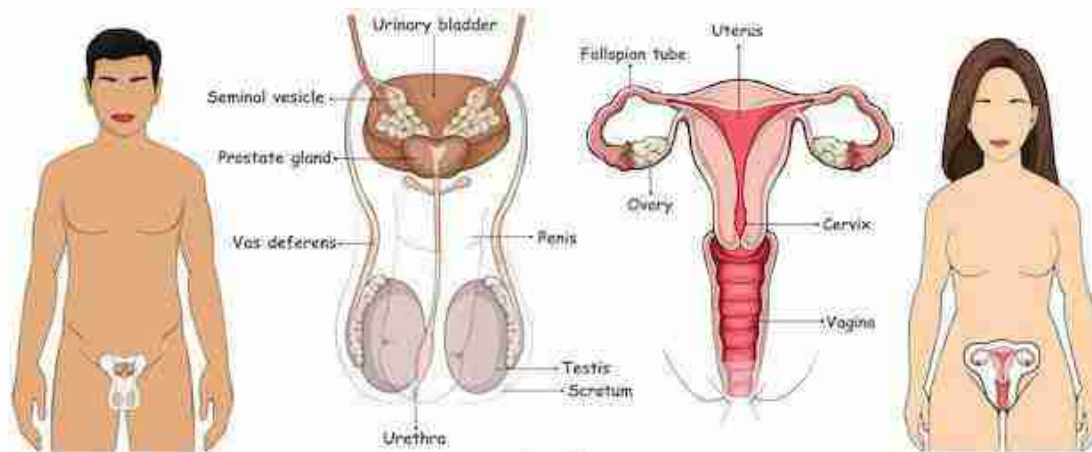
Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (Saladin, 2018).

4.7. Sistema reproductor

4.7.1. Generalidades del sistema reproductor

El sistema reproductor es el conjunto de órganos especializados en la producción de gametos, la secreción de hormonas sexuales y la reproducción de la especie humana. Además de su función reproductiva, este sistema cumple un papel fundamental en el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios, la regulación del comportamiento sexual y la coordinación con los sistemas endócrino y nervioso (Hall et al., 2025; Saladin, 2018)

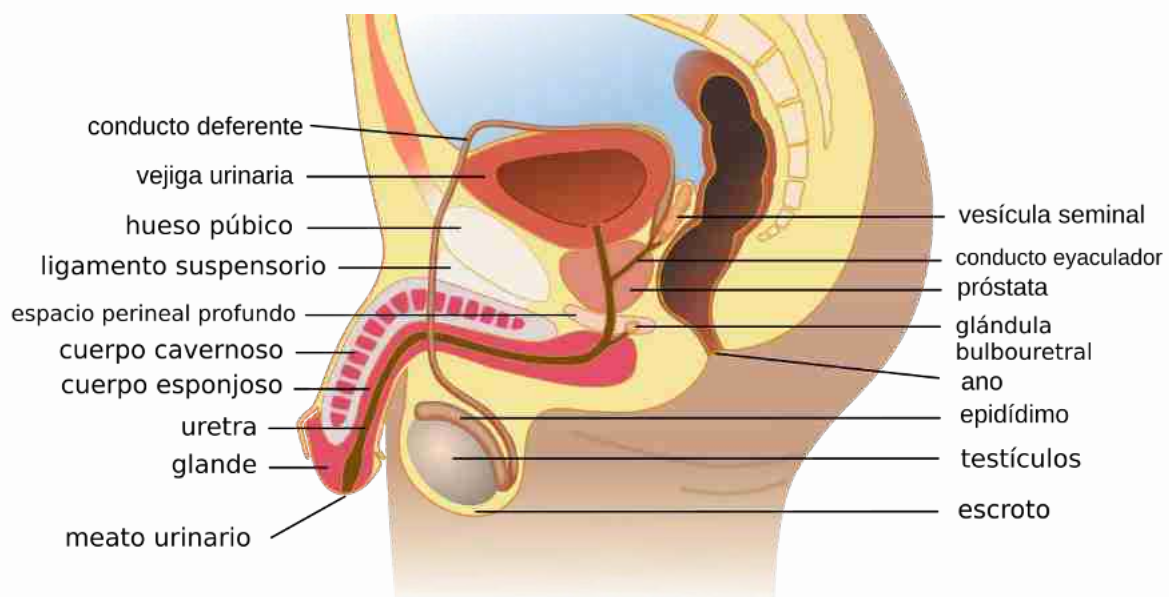
El sistema reproductor presenta diferencias anatómicas y funcionales marcadas entre el sexo masculino y femenino, aunque ambos comparten el principio común de producir gametos viables y hormonas que regulan la función reproductiva.

Figura 132 Organización general del sistema reproductor humano

Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (Saladin, 2018).

4.7.2. Sistema reproductor masculino

El sistema reproductor masculino está diseñado para la producción continua de espermatozoides, su maduración, transporte y expulsión, así como para la secreción de testosterona, hormona responsable del desarrollo y mantenimiento de las características sexuales masculinas (Marieb & Hoehn, 2019).

Figura 133 Sistema reproductor masculino

Nota. Imagen adaptada de *Anatomía para estudiantes* (Drake et al., 2020).

4.7.2.1. Testículos

Los testículos son glándulas pares localizadas en el escroto, cuya posición externa permite mantener una temperatura ligeramente inferior a la corporal, condición necesaria para la espermatogénesis. Desde el punto de vista estructural, están formados por túbulos seminíferos, donde se producen los espermatozoides, y por células intersticiales de Leydig, encargadas de la secreción de testosterona (Hall et al., 2025; Saladin, 2018).

Funcionalmente, los testículos cumplen una doble función: exocrina, mediante la producción de gametos masculinos, y endócrina, a través de la secreción hormonal que regula la función reproductiva y los caracteres sexuales secundarios.

4.7.2.2. Epidídimo

El epidídimo es un conducto largo y altamente enrollado que se sitúa sobre la superficie posterior de cada testículo. En esta estructura, los espermatozoides completan su maduración funcional y adquieren movilidad. Además, el epidídimo actúa como un sitio de almacenamiento temporal de los gametos masculinos (Marieb & Hoehn, 2019).

4.7.2.3. Conductos deferentes

Los conductos deferentes son tubos musculares que transportan los espermatozoides desde el epidídimo hacia la uretra. Durante la eyaculación, la contracción de su pared muscular lisa impulsa los espermatozoides hacia los conductos eyaculadores, facilitando su mezcla con las secreciones de las glándulas accesorias (Tortora & Derrickson, 2021).

4.7.2.4. Glándulas accesorias

Las vesículas seminales, la próstata y las glándulas bulbouretrales producen secreciones que, en conjunto, forman el líquido seminal. Este líquido

proporciona nutrientes, protección y un medio adecuado para la movilidad de los espermatozoides. La próstata, en particular, secreta sustancias que favorecen la activación espermática (Hall et al., 2025; Saladin, 2018).

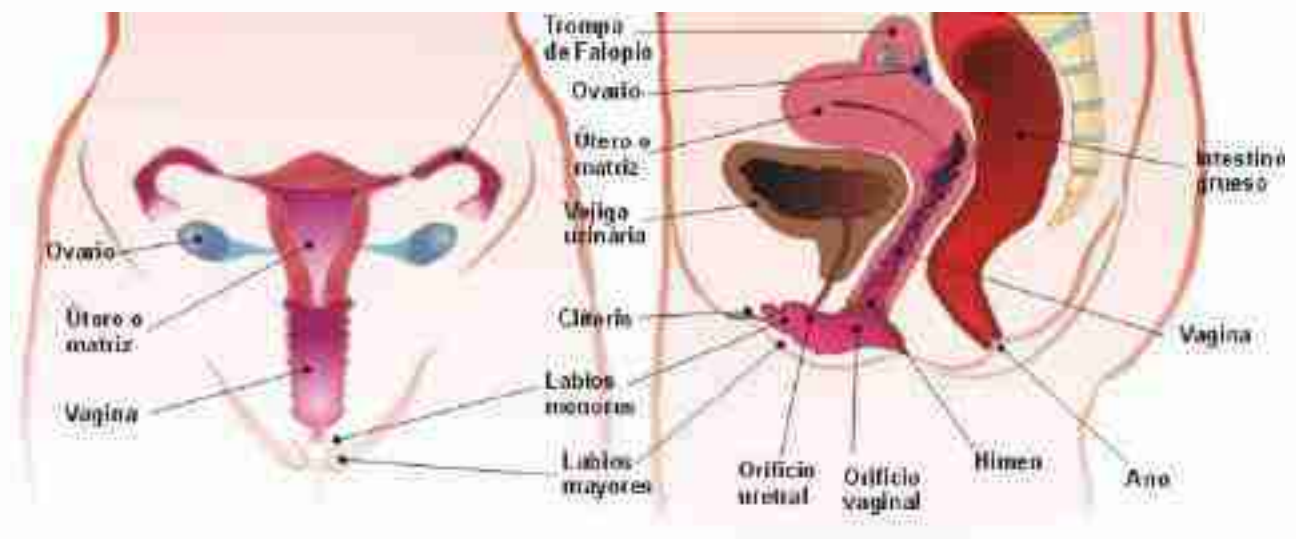
4.7.2.5. Pene

El pene es el órgano copulador masculino y permite la introducción del semen en el tracto reproductor femenino. Está formado por tejido eréctil que se llena de sangre durante la excitación sexual, permitiendo la erección. Además, la uretra masculina atraviesa el pene, cumpliendo funciones tanto urinarias como reproductivas (Marieb & Hoehn, 2019)

4.7.3. Sistema reproductor femenino

El sistema reproductor femenino está especializado en la producción de ovocitos, la fecundación, el desarrollo del embarazo, el parto y la lactancia, además de la secreción de hormonas sexuales que regulan el ciclo reproductivo femenino (Saladin, 2018).

Figura 134 Sistema reproductor femenino



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología humana* (Marieb & Hoehn, 2019).

4.7.3.1. Ovarios

Los ovarios son glándulas pares localizadas en la cavidad pélvica. Producen los ovocitos y secretan estrógenos y progesterona, hormonas que regulan el ciclo menstrual, el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios y la preparación del organismo para el embarazo. Su estructura contiene folículos ováricos en diferentes etapas de desarrollo (Hall et al., 2025; Saladin, 2018).

4.7.3.2. Trompas uterinas

Las trompas uterinas conectan los ovarios con el útero y constituyen el sitio habitual de la fecundación. Su pared presenta musculatura lisa y un epitelio ciliado que facilita el transporte del ovocito o del cigoto hacia el útero (Marieb & Hoehn, 2019).

4.7.3.3. Útero

El útero es un órgano muscular hueco cuya función es permitir la implantación y el desarrollo del embrión y el feto durante la gestación. Su pared está formada por tres capas: endometrio, miometrio y perimetrio. Los cambios cíclicos del endometrio están regulados por las hormonas ováricas (Hall et al., 2025; Saladin, 2018).

4.7.3.4. Vagina

La vagina es un conducto muscular elástico que comunica el útero con el exterior. Participa en la copulación, actúa como canal del parto y permite la salida del flujo menstrual. Su estructura está adaptada para resistir fricción y cambios de presión durante estas funciones (Marieb & Hoehn, 2019).

4.7.3.5. Glándulas mamarias

Las glándulas mamarias son estructuras especializadas en la producción de leche durante la lactancia. Su desarrollo y actividad están regulados por

hormonas como la prolactina y la oxitocina, y su función es esencial para la nutrición del recién nacido (Hall et al., 2025).

4.8. Sistema linfático

4.8.1. Generalidades del sistema linfático

El sistema linfático es un sistema anatómico y funcional estrechamente relacionado con los sistemas cardiovascular e inmunológico, que cumple funciones esenciales en el drenaje del exceso de líquido intersticial, la defensa del organismo frente a agentes patógenos y la absorción de lípidos provenientes del aparato digestivo. Su acción permite mantener el equilibrio de los líquidos corporales y contribuye de manera significativa a la homeostasis (Saladin, 2018; Tortora & Derrickson, 2021).

A diferencia del sistema cardiovascular, el sistema linfático no posee una bomba central. El desplazamiento de la linfa depende de mecanismos pasivos, como la contracción del músculo esquelético, los movimientos respiratorios y la presencia de válvulas en los vasos linfáticos, que aseguran el flujo unidireccional hacia el sistema venoso (Marieb & Hoehn, 2019)

El sistema linfático proporciona el medio estructural para la producción, maduración y activación de linfocitos, células clave en la respuesta inmunitaria específica. Esta función defensiva convierte al sistema linfático en un componente fundamental de la protección del organismo frente a infecciones y otras agresiones biológicas (Hall et al., 2025).

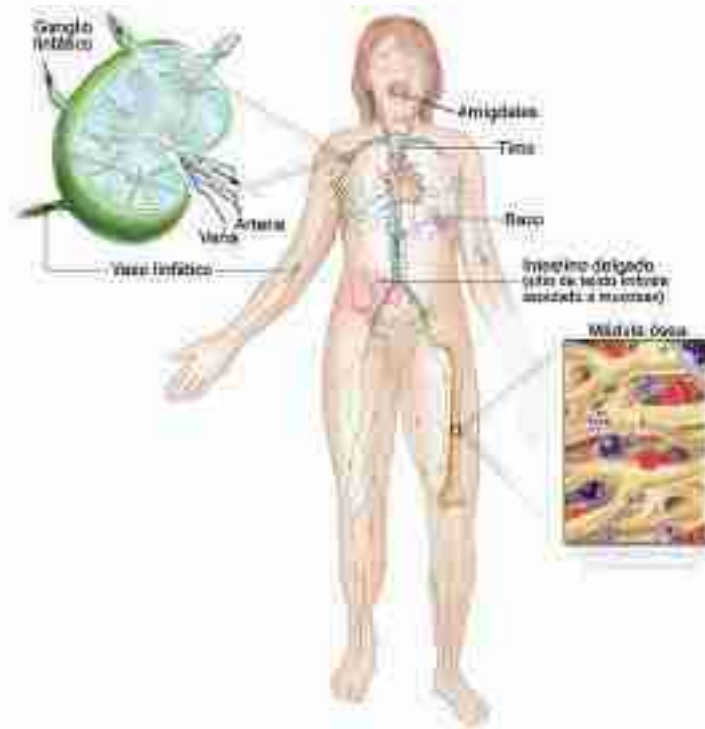
4.8.2. Componentes del sistema linfático

El sistema linfático está constituido por los siguientes elementos:

- Linfa
- Vasos linfáticos
- Ganglios linfáticos

- Órganos linfoides, entre los que se incluyen el bazo, el timo y las amígdalas

Figura 135 Organización general del sistema linfático



Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (Saladin, 2018).

4.8.2.1. Linfa

La linfa es un líquido claro que se origina a partir del líquido intersticial que no es reabsorbido por los capilares sanguíneos. Contiene agua, proteínas plasmáticas, lípidos, productos de desecho y células del sistema inmunitario, principalmente linfocitos. Su composición refleja su doble función: transporte de sustancias y vigilancia inmunológica (Hall et al., 2025; Saladin, 2018).

4.8.2.2. Vasos linfáticos

Los vasos linfáticos constituyen una red de conductos encargados de transportar la linfa desde los tejidos hacia el sistema venoso. Se organizan de manera progresiva desde estructuras microscópicas hasta grandes

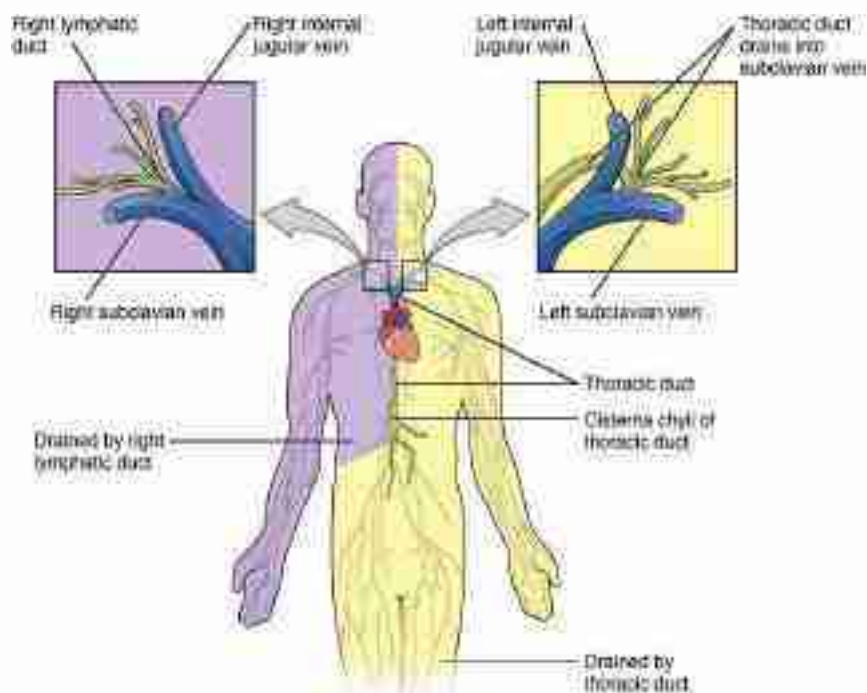
conductos, permitiendo el retorno del líquido intersticial a la circulación sanguínea (Marieb & Hoehn, 2019).

Se inician en los **capilares linfáticos**, que son estructuras de fondo ciego altamente permeables, presentes en la mayoría de los tejidos. Estos capilares permiten la entrada de líquido intersticial, proteínas, lípidos y partículas extrañas. Posteriormente, confluyen en vasos linfáticos de mayor calibre denominados **vasos colectores**, los cuales atraviesan los ganglios linfáticos donde la linfa es filtrada (Tortora & Derrickson, 2021).

A medida que los vasos se unen, forman estructuras de mayor calibre denominadas **troncos linfáticos**, los cuales desembocan en los conductos linfáticos principales:

- **Conducto torácico:** es el principal vaso linfático del organismo. Se origina en la cisterna del quilo y drena la linfa de la mayor parte del cuerpo, incluyendo ambos miembros inferiores, el abdomen, el lado izquierdo del tórax, el miembro superior izquierdo y la mitad izquierda de la cabeza y el cuello. Desemboca en la vena subclavia izquierda.
- **Conducto linfático derecho:** drena la linfa del cuadrante superior derecho del cuerpo, que comprende el lado derecho de la cabeza y el cuello, el miembro superior derecho y el hemitórax derecho. Desemboca en la vena subclavia derecha.

Este sistema de conducción permite el retorno de grandes volúmenes de líquido a la circulación sanguínea, contribuyendo a mantener el equilibrio de los líquidos corporales y evitando la formación de edema (Hall et al., 2025).

Figura 136 Drenaje linfático

Nota. Imagen adaptada de *Anatomía y fisiología: la unidad entre forma y función* (Saladin, 2018).

4.8.2.3. Ganglios linfáticos

Los ganglios linfáticos son estructuras pequeñas, ovaladas y encapsuladas que se interponen a lo largo de los vasos linfáticos. Su función principal es filtrar la linfa y actuar como centros de activación inmunitaria. En su interior se concentran linfocitos y macrófagos capaces de reconocer y destruir microorganismos y partículas extrañas (Saladin, 2018).

El aumento de tamaño de los ganglios linfáticos suele indicar una respuesta inmunitaria activa, lo que los convierte en indicadores clínicos importantes en procesos infecciosos e inflamatorios.

4.8.2.4. Bazo

El bazo es el órgano linfoide de mayor tamaño y se localiza en el hipocondrio izquierdo, por debajo del diafragma. Su función principal es la

filtración de la sangre, eliminando eritrocitos envejecidos y participando en la respuesta inmunitaria frente a antígenos circulantes. Además, actúa como reservorio de sangre y linfocitos (Marieb & Hoehn, 2019; Saladin, 2018).

4.8.2.5. Timo

El timo es un órgano linfoide ubicado en el mediastino anterior, detrás del esternón. Cumple un papel esencial en la maduración de los linfocitos T, fundamentales para la inmunidad celular. Su mayor actividad se observa durante la infancia y la adolescencia, disminuyendo progresivamente en la edad adulta mediante un proceso de involución (Hall et al., 2025).

4.8.2.6. Amígdalas

Las amígdalas son masas de tejido linfoide situadas en la faringe, que incluyen las amígdalas palatinas, faríngeas y linguales. Actúan como una primera barrera defensiva frente a patógenos que ingresan por la cavidad oral o nasal, participando en la activación temprana de la respuesta inmunitaria (Tortora & Derrickson, 2021).

AUTOEVALUACIÓN

1. La función principal del sistema cardiovascular es:

- a) Regular la temperatura corporal
- b) Transportar oxígeno, nutrientes y hormonas
- c) Producir células sanguíneas
- d) Controlar la respiración

2. El corazón cumple la función de:

- a) Permitir el intercambio gaseoso
- b) Filtrar la sangre
- c) Actuar como una bomba que impulsa la sangre
- d) Producir linfa

3. El sistema respiratorio participa directamente en la homeostasis al:

- a) Regular el equilibrio hídrico
- b) Eliminar desechos nitrogenados
- c) Realizar el intercambio de gases
- d) Absorber nutrientes

4. El intercambio de oxígeno y dióxido de carbono ocurre principalmente en:

- a) Los bronquios
- b) La tráquea
- c) Los pulmones
- d) El diafragma

5. El sistema digestivo tiene como función principal:

- a) Regular el metabolismo celular
- b) Transportar oxígeno
- c) Digerir y absorber nutrientes
- d) Producir hormonas

6. La mayor parte de la absorción de los nutrientes se realiza en:

- a) Estómago
- b) Intestino grueso
- c) Hígado
- d) Intestino delgado

7. El sistema excretor contribuye al equilibrio interno del organismo porque:

- a) Produce enzimas digestivas
- b) Regula líquidos, electrolitos y elimina desechos
- c) Permite el intercambio gaseoso
- d) Produce hormonas metabólicas

8. El sistema endocrino se caracteriza por:

- a) Transmitir impulsos nerviosos rápidos
- b) Actuar solo a nivel local
- c) Liberar hormonas al torrente sanguíneo
- d) Depender exclusivamente del sistema nervioso

9. El sistema linfático participa principalmente en:

- a) El transporte de oxígeno
- b) La defensa inmunológica y el drenaje de líquidos
- c) La digestión de grasas
- d) La regulación hormonal

10. La función principal del sistema reproductor es:

- a) Mantener la homeostasis térmica
- b) Regular el metabolismo
- c) Garantizar la reproducción de la especie
- d) Eliminar sustancias tóxicas

Respuestas correctas

- | | |
|------|-------|
| 1) B | |
| 2) C | 7) B |
| 3) C | 8) C |
| 4) C | 9) B |
| 5) C | 10) C |
| 6) D | |

BIBLIOGRAFÍA

- Díaz, S., Ponce, O., Gómez, J., & Espinoza, V. (2024). *Morfofisiología aplicada: Guía didáctica de estudio* (1.ª ed.). Atik Editorial.
- Drake, R. L., Vogl, W., & Mitchell, A. W. M. (2020). *Anatomía para estudiantes* (4.ª ed.). Elsevier. <https://doi.org/10.46652/atikbook10>
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2011). *Compendio de fisiología médica* (12.ª ed.). Elsevier.
- Hall, J. E., Hall, M. E., & Guyton, A. C. (2025). *Guyton and Hall textbook of medical physiology* (15th edition, international edition). Elsevier.
- Marieb, E. N., & Hoehn, K. (2019). *Anatomía y fisiología humana* (9.ª ed.). Pearson Educación.
- Moscoso, T. (2024). *Morfofisiología I* (1.ª ed.). Casa Editora del Polo.
- Saladin, K. (2018). *Anatomía y fisiología: La unidad entre forma y función* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Spittgerber, R., & Snell, R. S. (2025). *Neuroanatomía clínica* (9ª edición). Wolters Kluwer.
- Tortora, G. J., & Derrickson, B. H. (2021). *Principios de anatomía y fisiología* (15.ª ed.). Editorial Médica Panamericana.

ISBN: 978-9907-806-10-6

