

# La asimilación de los nutrientes

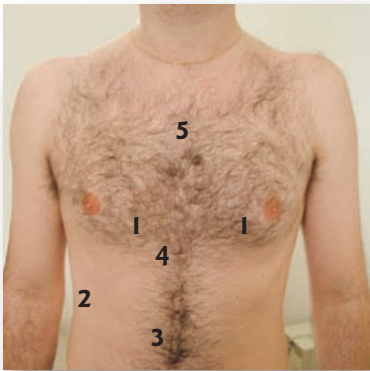
Recorrido y transformación de los alimentos



*La digestión de los alimentos es un proceso con muchos recorridos y etapas. En cada una, el alimento que ingresa a nuestro cuerpo se va transformando (casi siempre involuntariamente) como si fuera un producto industrial. De tal modo, que sería imposible reconocer lo que comimos en esos productos finales (si pudiéramos verlos). Gracias a esta fábrica procesadora que es el tubo digestivo, nuestras células se proveen del combustible necesario para obtener la energía que empleamos para movernos, hablar, trabajar... En fin, para vivir.*

# El sistema digestivo

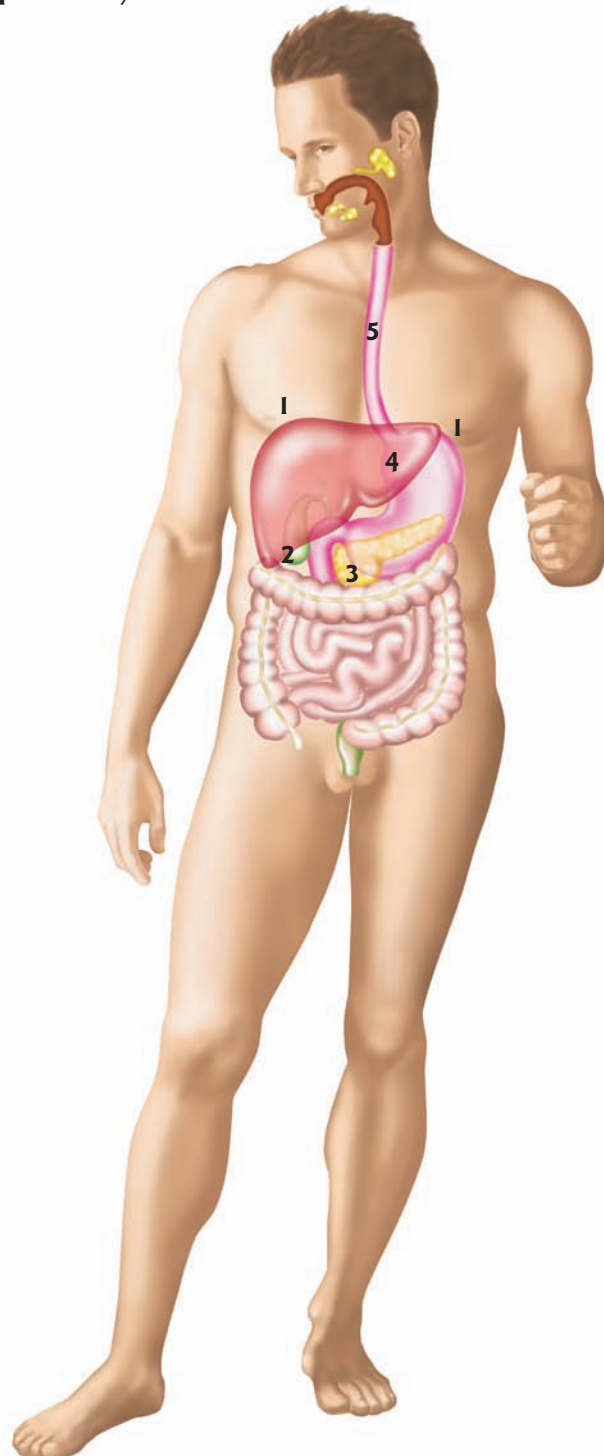
Desde que ingresa por la boca, el alimento realiza un recorrido por el tubo digestivo, donde sufre varias transformaciones. En cada órgano, es tratado mecánica y químicamente por los órganos que conforman el sistema y transformado en sustancias que pueden ser asimiladas por las células del cuerpo.



1. Cúpula del diafragma y borde superior del hígado
2. Fondo de la vesícula biliar
3. Cabeza del páncreas
4. Agujero diafragmático del esófago
5. Epigastrio

*Una buena presentación y un aroma agradable de los alimentos estimulan el funcionamiento de las glándulas salivales. La saliva abundante ablanda mejor y más rápidamente los alimentos.*

Los órganos del tubo digestivo son: la **boca**, la **faringe**, el **esófago**, el **estómago**, el **intestino delgado** y el **intestino grueso**. Las glándulas anexas son: el **hígado**, el **páncreas** y la **vesícula biliar**.



**La boca.** Está ubicada en el tramo inicial del tubo digestivo. En su interior se encuentran los dientes, la bóveda palatina, la lengua (que ocupa prácticamente toda la cavidad bucal) y la base bucal, el velo del paladar, el istmo de las fauces y las glándulas salivales (parótidas, sublinguales y submaxilares). Los conductos de las glándulas parótidas desembocan en el vestibulo, que es la parte que queda por delante de los dientes. En la base del frenillo de la lengua desembocan los conductos de las glándulas sublinguales y submaxilares.

**Hígado.** Es la glándula más voluminosa del cuerpo. Está ubicada en la parte superior del abdomen, debajo del diafragma. Es de color rojo oscuro y pesa aproximadamente 2 kg. En él se llevan a cabo más de 500 procesos distintos, como los relacionados con la absorción de los alimentos, la regulación de los glóbulos rojos, la depuración de la sangre y la producción de bilis (secreción de color amarillento verdoso).

**Intestino grueso.** Es el segmento correspondiente al trayecto que media entre el ciego y el recto. En él se disponen tres partes básicas y una suplementaria. Lo constituyen el colon ascendente, el colon transverso y el colon descendente.

• **Colon ascendente.** Ubicado entre el ciego y la parte inferior del hígado.

• **Colon transverso.** Situado a continuación del colon ascendente, se extiende hasta el bazo.

**Faringe.** Órgano ubicado por detrás del paladar; cumple una función mixta: por ella pasan el aire, desde las fosas nasales a la laringe, y el alimento, desde la cavidad bucal hacia el esófago.

**Glándulas salivales parótidas.**

Son glándulas pares. Están ubicadas en cada mejilla, sobre su ángulo, frente a los oídos. Son las más grandes de las glándulas salivales.

*Las glándulas salivales son glándulas exocrinas. Pueden inflamarse o irritarse a causa de cálculos, infecciones o tumores.*

**Glándulas salivales sublinguales.**

Son pares. Están ubicadas por debajo del piso de la boca.

**Glándulas salivales submaxilares.**

Son pares. Están ubicadas en la parte posterior de la boca, por debajo del maxilar inferior. Su conducto desemboca en el piso de la cavidad bucal, a ambos lados del frenillo.

**Esófago.** Es un órgano, con forma de tubo, de unos 25 cm de largo. Está ubicado entre los pulmones, por detrás del corazón.

**Estómago.** Es la porción más dilatada del tubo digestivo. Tiene una capacidad de 1 500 cm cúbicos. Está ubicado por detrás de las costilla, curvado hacia la derecha y hacia atrás. Se encuentra separado del esófago por un anillo muscular llamado *cardias*. La porción inferior se separa del duodeno por otro anillo muscular: el *piloro*.

**Duodeno**

**Vesícula biliar.** Se ubica por debajo del hígado y cumple la función de almacenar la bilis que fue elaborada por aquél.

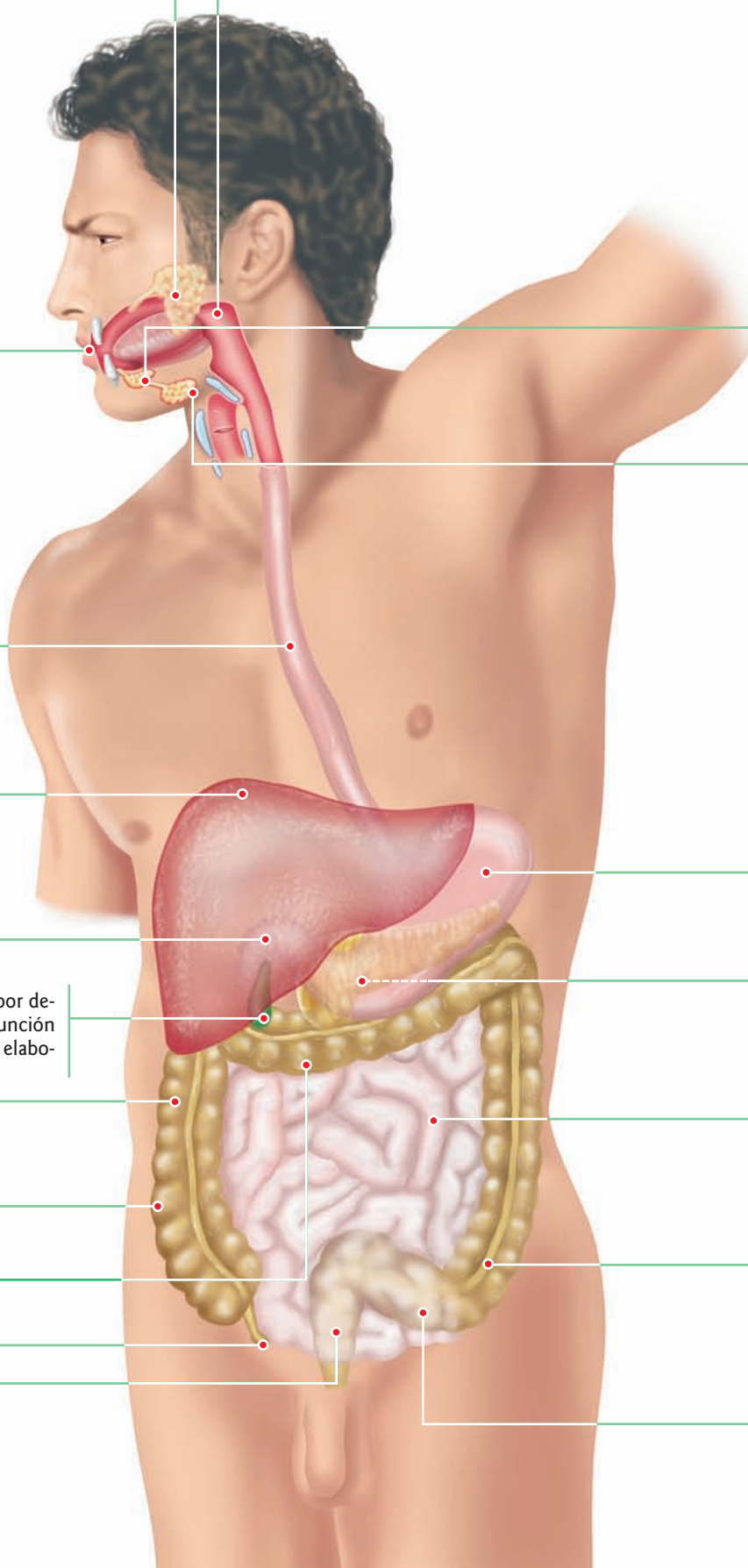
**Páncreas.** Está ubicado por debajo del estómago. Segrega el jugo pancreático.

**Intestino delgado.** Es la porción más larga del tubo digestivo. En él pueden distinguirse dos porciones: la primera, llamada *duodeno*, se extiende desde la finalización del estómago hasta el inicio de la segunda porción, llamada *yeyuno-íleon*; ésta se prolonga hasta el intestino grueso.

**Apéndice Recto**

• **Colon descendente.** Ubicado a continuación del colon transverso, hasta la parte superior de la cresta ilíaca.

• **Colon iliopélvico.** Es la última porción del colon descendente (de menor recorrido). En su último tramo cambia de denominación y constituye el recto, que desemboca finalmente en el ano.

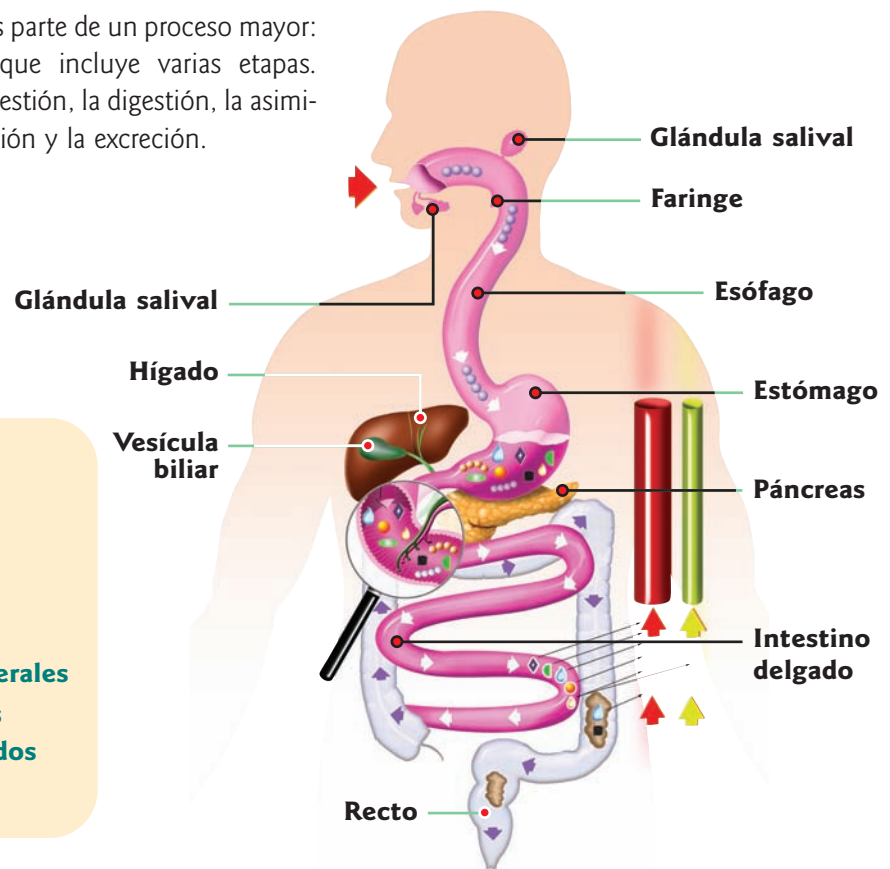


# El proceso de digestión

Para poder asimilar los alimentos, nuestro organismo los convierte en sustancias más simples, que puedan ser absorbidas por las paredes del intestino y de los vasos sanguíneos. De este modo, los alimentos llegan a la sangre para viajar hasta cada célula del cuerpo.

La **digestión** es parte de un proceso mayor: la nutrición, que incluye varias etapas. Ellas son la ingestión, la digestión, la asimilación, la desasimilación y la excreción.

-  Agua
-  Glucosa
-  Glúcidos
-  Fibra
-  Lípidos
-  Sales minerales
-  Vitaminas
-  Aminoácidos
-  Proteínas



## La digestión

Consiste en una reacción química, en la cual los nutrientes cambian de una forma insoluble a una soluble. Soluble significa que los nutrientes están disueltos en agua. Solamente de esta ma-

nera, los nutrientes pueden ser absorbidos por la sangre y difundirse a las células del cuerpo. Para ello, las moléculas grandes se transforman en pequeñas.

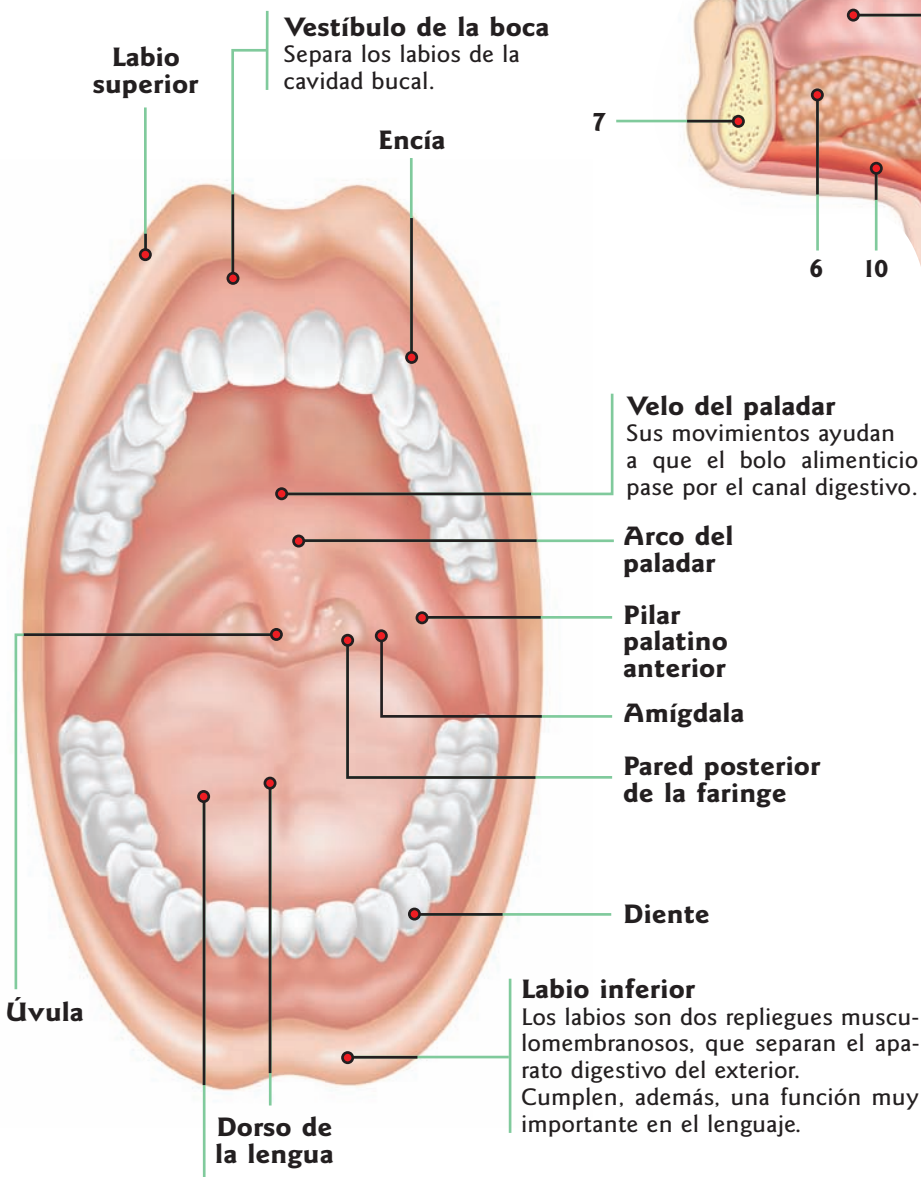
*El proceso de la digestión comienza en la boca. Los dientes, que trituran los alimentos, son piezas fundamentales. Por eso, es importante cuidar la dentadura.*



<b>Ingestión</b>	Es el momento en el que se elige, se prepara y se ingiere el alimento.
<b>Digestión</b>	Es el conjunto de procesos físico-químicos por medio de los cuales los alimentos se transforman en sustancias que pueden ser absorbidas por el organismo.
<b>Asimilación (anabolismo)</b>	Es el proceso mediante el cual esas sustancias simples se transforman en sustancias complejas de la materia viva.
<b>Desasimilación (catabolismo)</b>	Consiste en la producción de energía por la oxidación o hidrólisis de algunas sustancias (grasas y glúcidos, principalmente).
<b>Excreción</b>	Es la expulsión al exterior de las sustancias que resultan de la desasimilación.

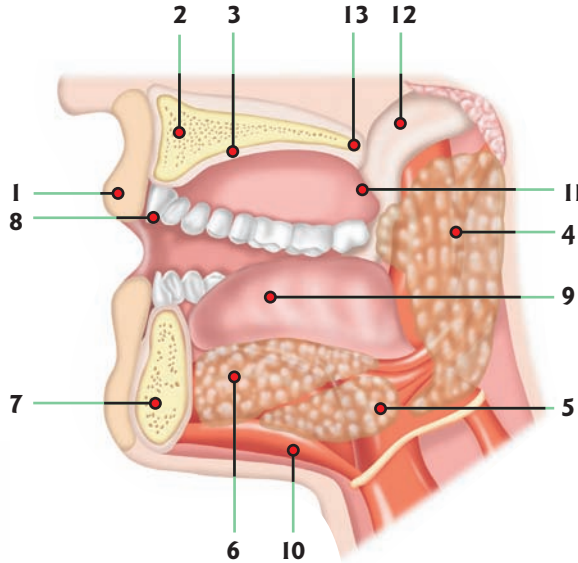
## En la boca

En esta cavidad, los alimentos sólidos son cortados y triturados por los **dientes**. Luego, los masticamos, mientras se mezclan con la saliva (líquido que segregan las glándulas salivales). La **saliva** contiene una proteína denominada *mucina*, que permite englobar las pequeñas partículas de alimento en forma de una pasta suave, llamada **bolo alimenticio**. Éste es empujado fácilmente por la lengua hacia la faringe, mientras que los líquidos que ingerimos pasan directamente a este tramo del tubo digestivo.



La **cavidad bucal** posee seis paredes:

- la anterior, formada por las encías y el paladar duro;
- la posterior (paladar blando o velo del paladar);
- inferior o suelo;
- dos laterales o carrillos.



1. Labios
2. Maxilar superior
3. Paladar duro
4. Glándula parótida
5. Glándula submandibular
6. Glándula sublingual
7. Mandíbula
8. Dentadura
9. Lengua
10. Músculo geniohioideo
11. Velo del paladar
12. Abertura de la trompa de Eustaquio
13. Paladar blando

Ver **dientes**  
en **pág. 64**

*La saliva contiene también dos enzimas: la amilasa lingual, que inicia el desdoblamiento de las moléculas de almidón en maltosa (un azúcar simple); y la lipasa lingual, que separa los triglicéridos en glicerol y ácidos grasos.*

**Lengua.** Es un órgano muscular que se origina en la base de la boca. Posee una parte superior o dorso, una cara inferior, dos bordes laterales, una base y un vértice que reposa sobre los incisivos inferiores. En su superficie se ubican las papilas gustativas, encargadas de detectar las sustancias químicas que producen los distintos sabores naturales. Su función es estimular la secreción gástrica, formar el bolo alimenticio y lanzarlo a las primeras porciones de la vía digestiva.

### Datos importantes

La **articulación temporomandibular** desempeña un papel fundamental en la masticación. Los **músculos** que generan los movimientos necesarios son el **masetero**, el **temporal**, el **ptergoideo externo** y el **ptergoideo interno**.

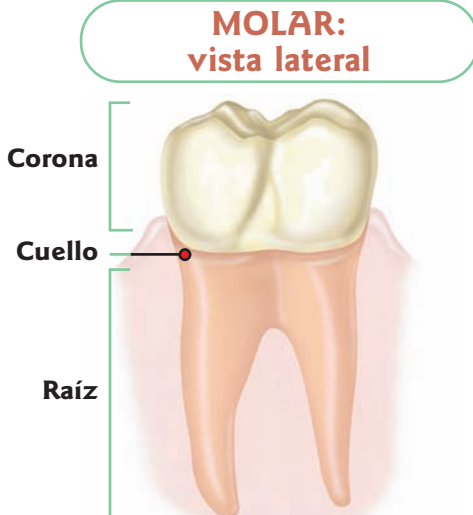
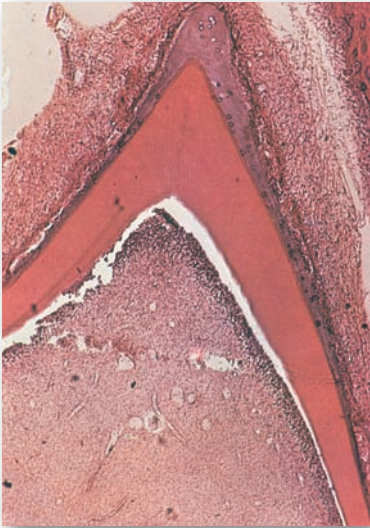
## Los dientes

Son piezas duras, que se implantan en los alvéolos de los maxilares y sirven para masticar los alimentos. Cada diente está formado por una **raíz**, que queda cubierta por las **encías**, y una parte externa llamada **corona**, constituida por una capa de sustancia dura, el **marfil**, que recubre otra capa ósea de estructura laminar, el **cimento**. La parte externa del marfil está cubierta por una sustancia que la protege: el **esmalte**.

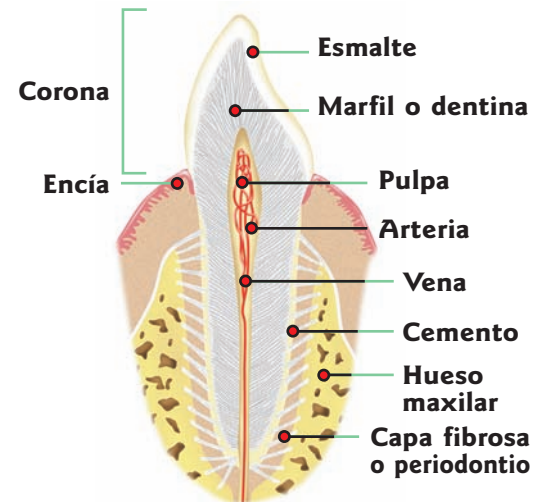
En su interior se encuentra un espacio ocupado por venas, arterias y nervios, que constituyen la **pulpa dentaria**.

La dentadura permanente de la persona adulta consta de 32 dientes, distribuidos en los dos maxilares. En cada uno hay dos **incisivos**, un **canino**, dos **premolares** y tres **molares**. Los **incisivos** cortan los alimentos; los **caninos**, los desgarran; los **molares** y **premolares**, los trituran. De acuerdo con su función, presentan diferentes formas.

Sección longitudinal de un diente, amplificada.

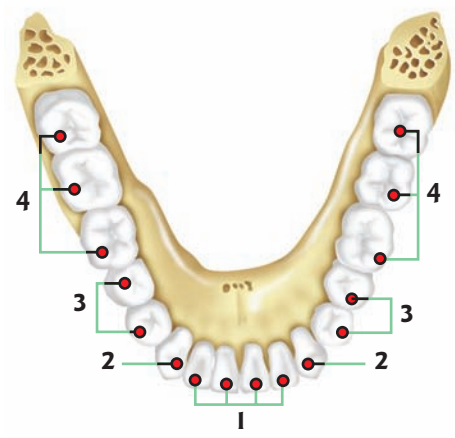
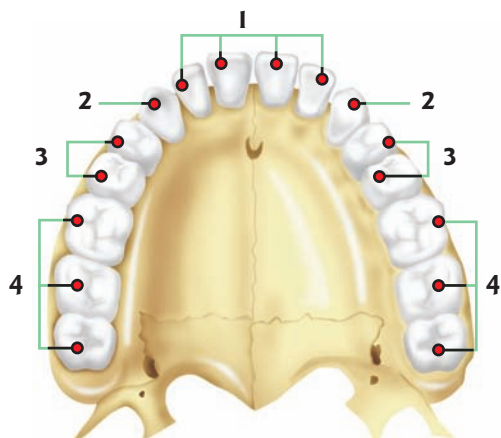


### SECCIÓN LONGITUDINAL DE UN CANINO



### DENTADURA COMPLETA

#### MANDÍBULA SUPERIOR



#### MANDÍBULA INFERIOR

- 1. Incisivos
- 2. Caninos
- 3. Premolares
- 4. Molares

Alrededor de los 6 ó 7 meses, aparecen los incisivos centrales inferiores. Aproximadamente a los 30 meses, se completa la dentadura de leche con 20 dientes: 2 incisivos, 1 canino y 2 molares de leche por maxilar.



## En la faringe, el esófago y el estómago

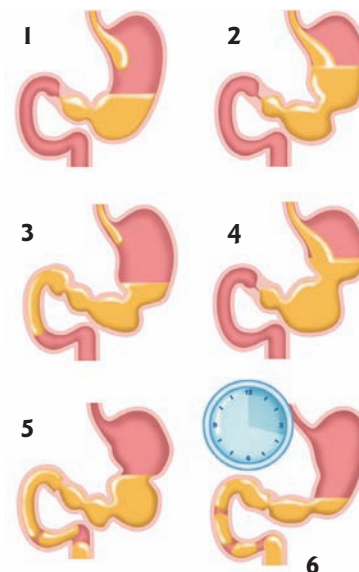
- En la **faringe** y el **esófago**, los alimentos no sufren transformación alguna, ya que estos órganos carecen de jugos digestivos; sólo conducen los alimentos desde la boca hacia el estómago gracias a unas potentes fibras musculares que constituyen su pared y que, al contraerse, provocan los movimientos de avance y de mezcla del alimento.
- En el **estómago**, ocurren **dos tipos de digestión**: la **mecánica** y la **química**. La **digestión mecánica** es realizada por los movimientos peristálticos y de segmentación a cargo de los músculos estomacales, que permiten el desmenuzamiento y el avance del alimento hacia el duodeno, a la vez que los mezclan con los jugos digestivos.

La **digestión química** se realiza gracias al jugo gástrico, cuya secreción obedece a tres causas. Veamos cuáles son.

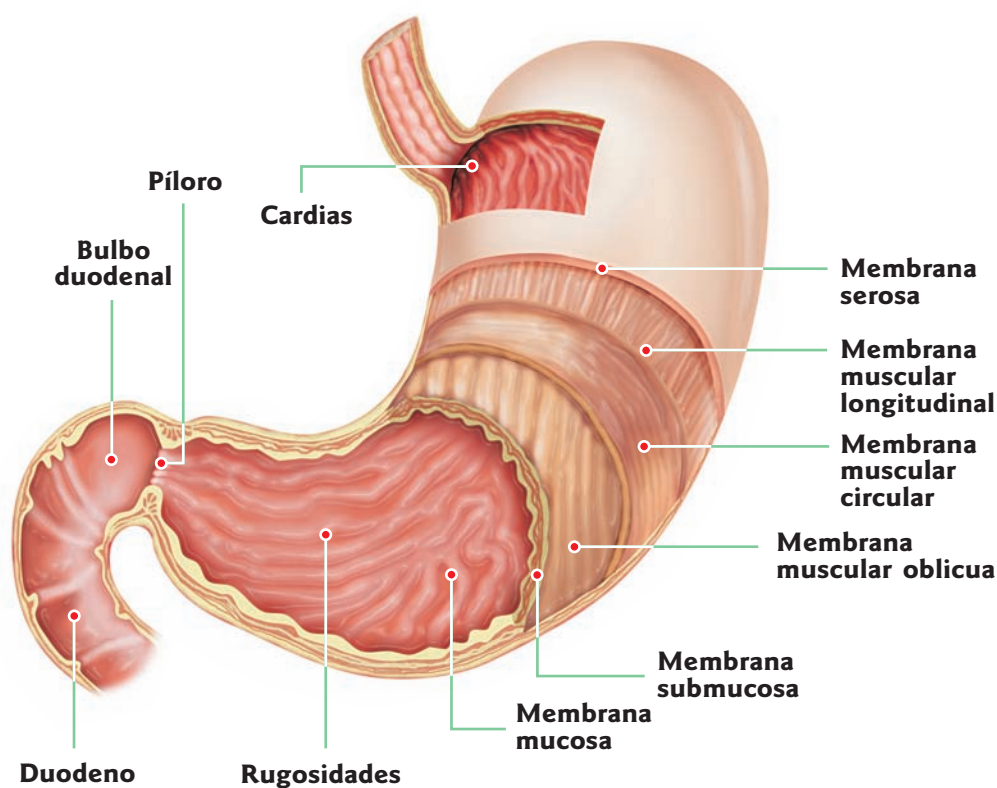
- **Nerviosa**: las fibras nerviosas actúan sobre las glándulas gástricas de la capa mucosa, que producen la secreción del jugo.
- **Mecánica**: el alimento se pone en contacto con la mucosa gástrica en los movimientos de mezcla y estimula la secreción del jugo digestivo.
- **Química**: el alimento estimula la secreción de una hormona llamada *gastrina*. Esta hormona se encuentra en la sangre que baña el estómago y aumenta la producción del jugo gástrico, que tiene un pH de 2, es decir, ácido. Como producto de la digestión química y mecánica del estómago, el **bolo alimenticio** se transforma en **quimo** ácido, y así llegará al duodeno.

## MOVIMIENTOS DEL ESTÓMAGO

### DURANTE LA DIGESTIÓN



## ESTÓMAGO



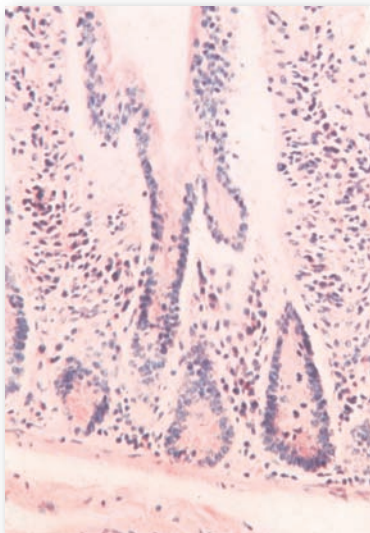
- 1 y 2. El alimento comienza a llenar el estómago, pero el píloro no se abre.
3. El píloro se abre y el alimento pasa al duodeno.
4. El píloro se cierra de nuevo.
5. El quimo se va evacuando en forma intermitente.
6. Al término de 4 horas, el estómago se vacía completamente.

El **jugo gástrico** está constituido por diferentes sustancias que cumplen importantes funciones.

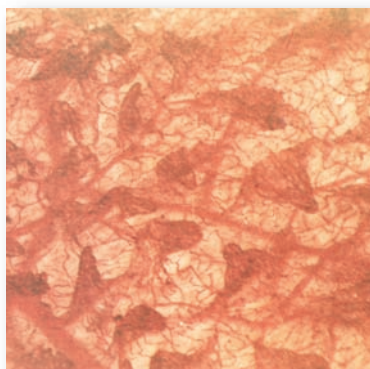
- **Agua**: ablanda el alimento y facilita el medio acuoso, necesario para que actúen las enzimas.
- **Mucus**: protege las paredes estomacales contra la acción corrosiva del ácido clorhídrico.
- **Ácido clorhídrico**: posee una función antiséptica y, además, prepara al medio ácido necesario para que las enzimas puedan actuar.
- **Enzimas**: dentro de las cuales se encuentran las proteolíticas, que son las que actúan sobre las proteínas, tales como la **pepsina**, que transforma las proteínas en polipéptidos, y la **renina**, que actúa solamente sobre la proteína de la leche; es decir, el caseinógeno. También, entre las enzimas se encuentran las **lipasas gástricas**, que sólo actúan sobre la grasa coloidal, es decir, la grasa que se ingiere ya emulsionada; como, por ejemplo, la grasa de la leche, el queso y la mayonesa.

Ver úlcera  
en **pág. 72**

Microfotografía donde se observan tres glándulas en la base de las vellosidades del intestino delgado.



Preparación histológica de la mucosa del intestino delgado.



A- La bilis, producida en el hígado y almacenada en la vesícula biliar, no contiene enzimas y trabaja a la manera de un detergente: emulsiona las grasas que se ingieren no emulsionadas, y las fragmenta en gotitas, lo cual favorece la ulterior acción de las lipasas (enzimas que actúan degradando los lípidos).

B- El jugo pancreático es un líquido alcalino, una mezcla de agua, bicarbonato de sodio (que neutraliza la acidez del quimo) y enzimas.

## En el intestino delgado

El **intestino delgado** está recubierto en su interior por células secretoras de *mucus*, que lo protegen de la acidez del **quimo** estomacal. El alimento que se encuentra en la luz del intestino provoca un acto reflejo que inicia inmediatamente la contracción del músculo. Este **peristaltismo** hará avanzar el alimento al intestino grueso.

El intestino delgado se divide en dos porciones: el **duodeno (1)** y el **yeyuno íleon (2)**.

El **duodeno** recibe las secreciones del **hígado**, de la **vesícula biliar (3)**, la **bilis**, y del **páncreas (4)**, el **jugo pancreático**.

La digestión descrita hasta ahora, que tiene lugar en el duodeno y en el yeyuno íleon, corresponde a la **digestión química**; pero también hay **digestión mecánica**, al igual que en todos los ór-

ganos que componen al aparato digestivo.

El **quimo** procedente del estómago, al recibir las secreciones intestinales y las de las glándulas anexas, se transforma en el **quilo**.

Cabe aclarar que es en el **yeyuno íleon (2)** donde, una vez finalizada la digestión química de los alimentos, se separan las sustancias útiles de las de desecho. Las primeras serán absorbidas por unas microscópicas prolongaciones en forma de dedo, que revisten al yeyuno íleon. Son las **vellosidades intestinales (5)**, cada una de las cuales, a su vez, está recorrida por prolongaciones citoplasmáticas llamadas *microvellosidades*. De esta forma, se produce la **absorción de los alimentos** transformados en quilo, cediéndolos a la sangre (6). A su vez, las sustancias de desecho siguen su camino hacia el intestino grueso, donde formarán las heces o materia fecal.

Entre las **enzimas que componen el jugo pancreático**, se encuentran:

### TRIPSINA

Actúa sobre los polipéptidos, transformándolos en dipéptidos.

### AMILASA PANCREÁTICA

Actúa sobre los polisacáridos no digeridos en la boca, transformándolos en disacáridos.

### LIPASA PANCREÁTICA

Actúa sobre los lípidos, transformándolos en ácidos grasos y glicerol.

Las enzimas que intervienen en el **yeyuno íleon** son:

### EREPSINA

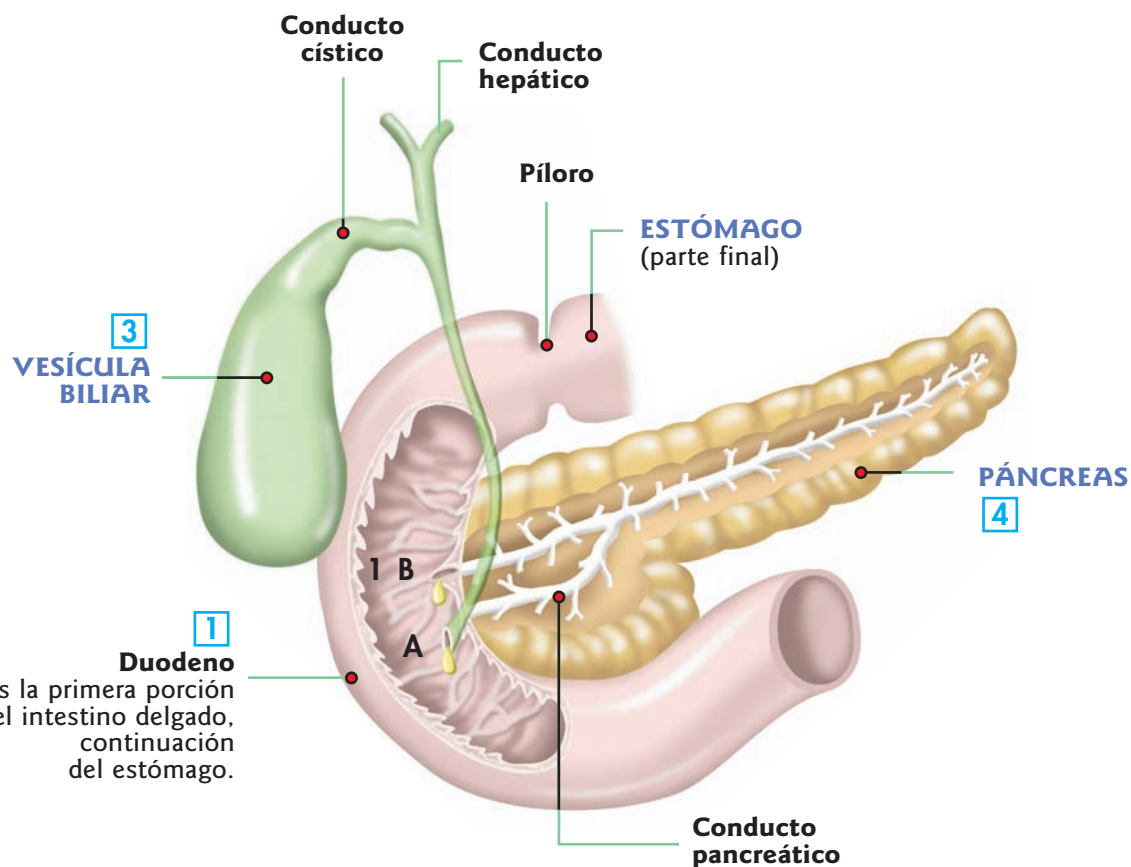
Transforma los dipéptidos en monopéptidos o aminoácidos.

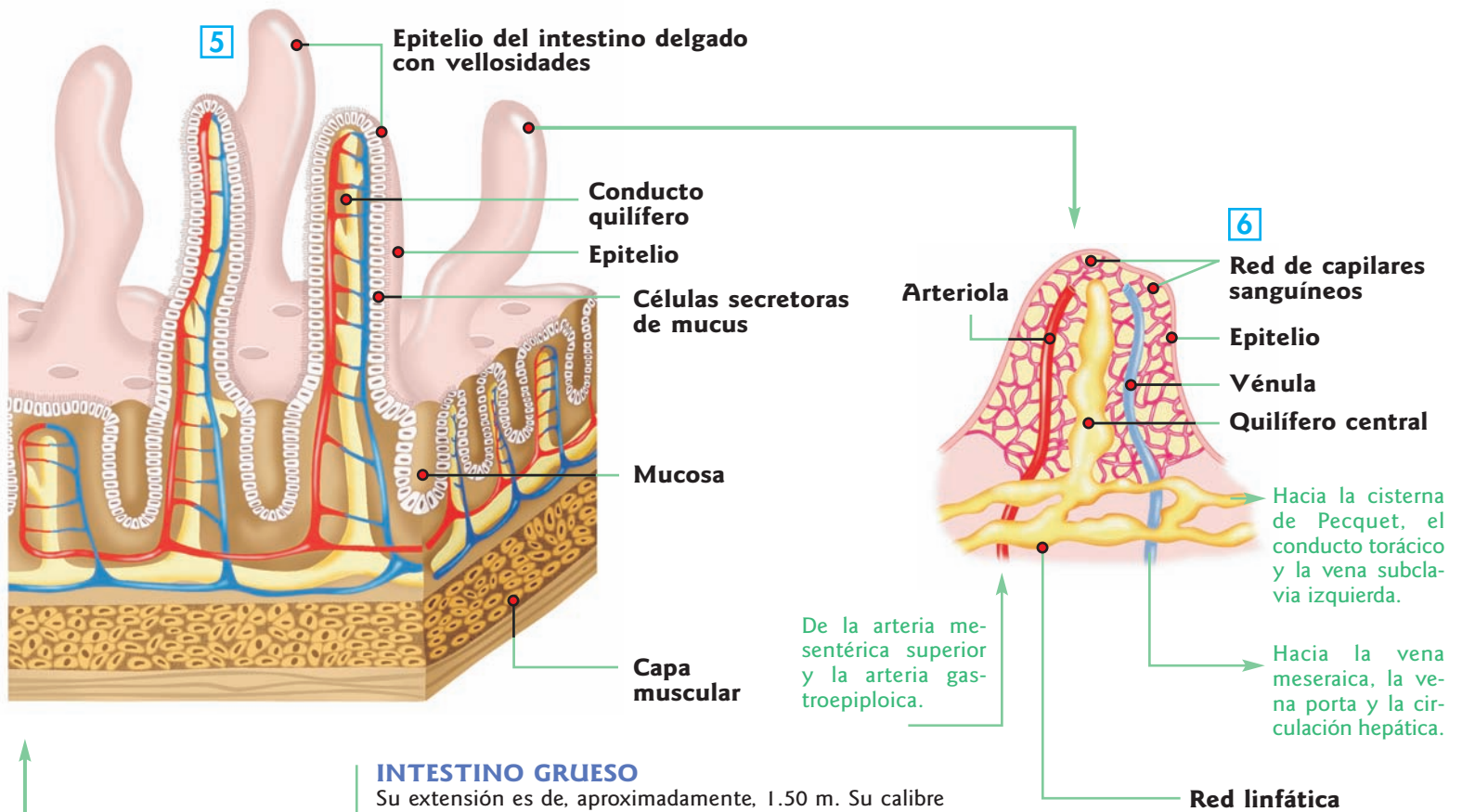
### LIPASA INTESTINAL

Transforma los lípidos no digeridos en el duodeno en ácidos grasos y glicerol.

### DISACARIDASAS

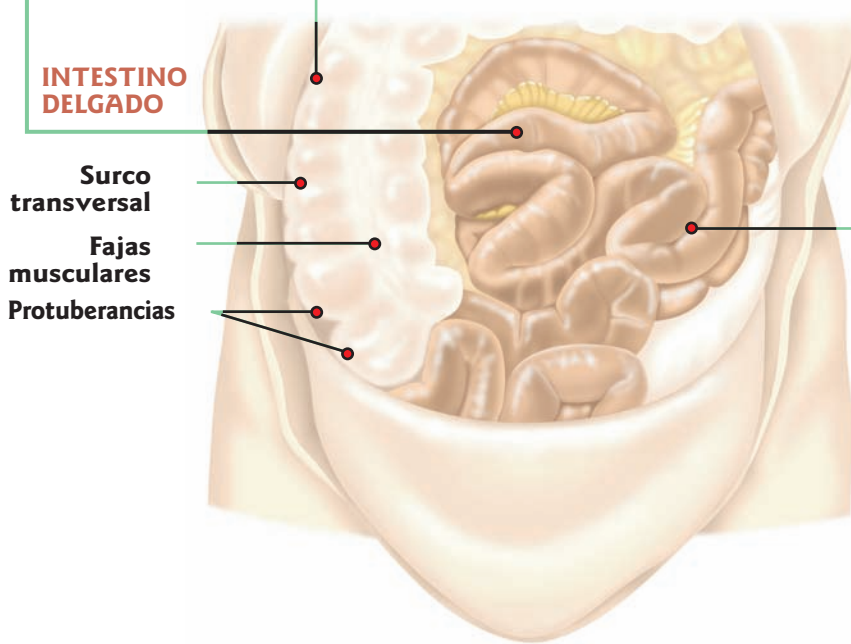
Transforman los disacáridos en monosacáridos.





### INTESTINO GRUESO

Su extensión es de, aproximadamente, 1.50 m. Su calibre es de 7 a 8 cm en el colon ascendente y unos 3 cm en el ano. Está recorrido por unas fajas musculares longitudinales y, a ambos lados, hay unas protuberancias separadas por surcos transversales. Sus paredes poseen numerosas y voluminosas glándulas de Lieberkühn, que segregan jugo intestinal.



2

### Yeyuno íleon

Es la continuación del duodeno. Tiene la forma de un tubo de 3 a 5 cm de diámetro y 2.6 m de longitud, aproximadamente. Presenta asas y pliegues que ocupan gran parte de la cavidad abdominal. Posee glándulas de Brünner, que segregan jugo intestinal.

Ver difusión facilitada en pág. 21

### ¿Cómo se produce la absorción intestinal?

- Los **monosacáridos** y los **aminoácidos** atraviesan el epitelio intestinal gastando energía, (transporte activo) y pasan a los capilares sanguíneos, que los llevarán al hígado, donde se almacenarán hasta cuando se necesiten o se transformarán en sustancias nuevas.
- Los **ácidos grasos** y el **glicerol** atraviesan el epitelio intestinal por **difusión facilitada**, es decir, **sin gastar energía**; y pasan al quilífero central —vaso del sistema linfático— que los llevará a la sangre, pero sin pasar por el hígado.
- El **agua** pasa por **ósmosis**, es decir, **sin gastar energía**.

La cantidad de glucosa en sangre es constante, debido a que hay un equilibrio entre el glucógeno hepático y la glucosa en sangre. Ante cualquier alteración de esta relación, el organismo reacciona, para tratar de que el equilibrio se recupere nuevamente.

Ver vena porta en pág. 95

Ver riñón en pág. 108

## La acción del páncreas y del hígado

Los alimentos absorbidos son llevados al **hígado** por la **vena porta**. En el hígado, las sustancias absorbidas sufren diferentes fenómenos de acuerdo con sus características.

- La **glucosa** se transforma en **glucógeno hepático**, que es un polisacárido de reserva. El glucógeno se almacena y se transforma en **glucosa**, que el organismo emplea cuando lo requiere. Para que la glucosa se transforme en glucógeno, es necesaria una hormona pancreática: la **insulina**. Para

que el glucógeno se transforme en glucosa, es necesaria otra hormona pancreática: el **glucagón**.

- Los **aminoácidos**, al llegar al hígado, se transforman. El **grupo amino** se convierte en **amoniaco** o **urea**. Como estas sustancias son tóxicas para el organismo, son transportadas al **riñón** para ser eliminadas. El **grupo carboxilo** de los aminoácidos se convierte en **grasa** o **hidratos de carbono**.

- En el **hígado**, los **ácidos grasos** y el **glicerol** reconstituyen las grasas. La sangre transporta la grasa coloidal a los depósitos, que son el tejido adiposo subcutáneo, el corazón y los riñones.

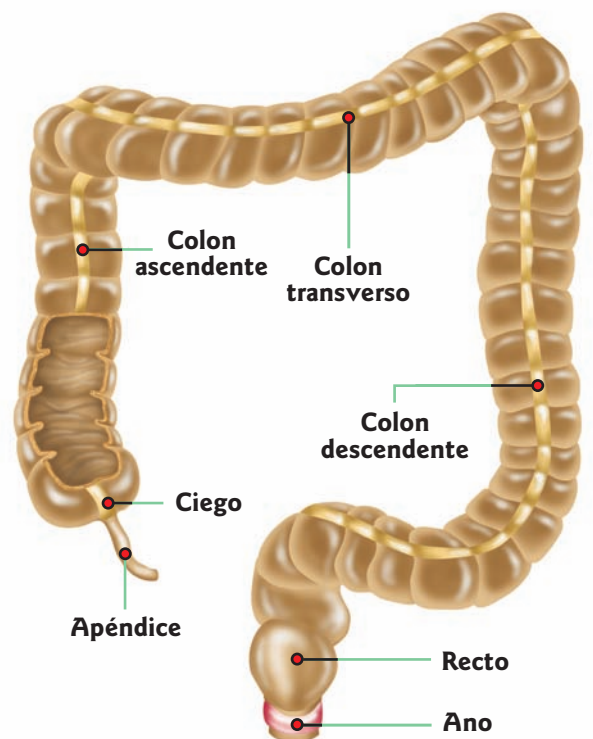
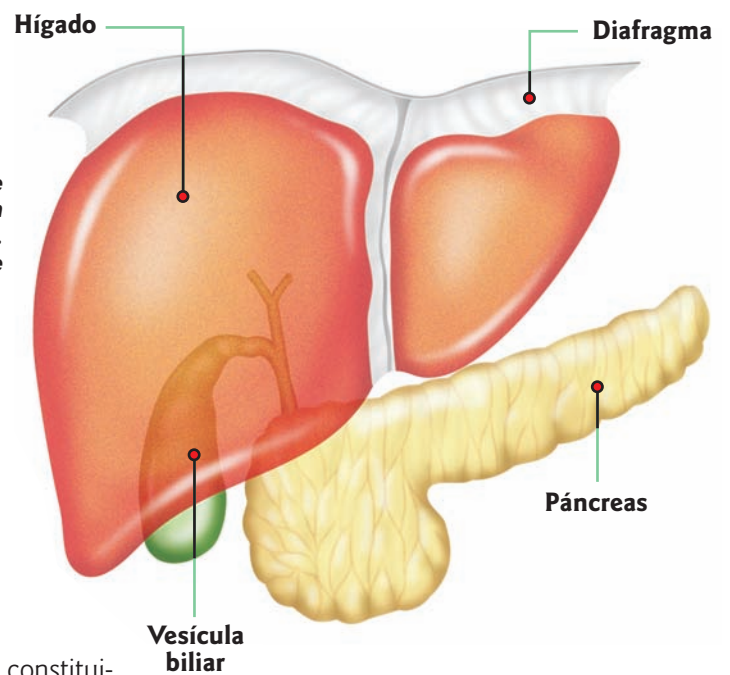
En el intestino grueso pueden diferenciarse cuatro zonas: el colon ascendente, el colon transverso, el colon descendente y el recto. La primera porción del colon ascendente es el ciego.

## Lo que ocurre en el intestino grueso

La porción final del tubo digestivo está constituido por el **intestino grueso**, un tubo de 1,50 m de largo que se continúa con el intestino delgado, con el cual se comunica por medio de la **válvula ileocecal**. Aquí tiene lugar la última etapa en el camino de los alimentos: continuará la absorción de agua y de iones minerales presentes en el **quilo**, que comenzó en el tracto anterior.

En el **colon**, se alojan las bacterias *simbiontes*, que constituyen la flora intestinal, que se desarrolla también en el intestino delgado. Dicha flora actúa sobre los alimentos que aún no pudieron ser digeridos, con lo cual se obtienen algunos **aminoácidos** y **vitaminas**, como la **vitamina K**, indispensables para la coagulación sanguínea. Como consecuencia del metabolismo de la flora intestinal, se produce el gas *metano*, que se elimina por medio de las flatulencias.

Gracias a la absorción de agua, el contenido del intestino se hace cada vez más sólido, hasta formar la **materia fecal**, constituida por *agua*, *bacterias*, *células muertas*, *celulosa* y otras sustancias indigeribles. El color marrón se debe a la *estercobilina*, pigmento originado por el metabolismo de la hemoglobina.



Además de reabsorber agua y formar las heces o materia fecal, el intestino grueso segrega **mucus** a nivel del colon, para lubricar el desplazamiento de las heces al recto y su posterior expulsión a través del esfínter anal.

# Los alimentos que necesitamos

La alimentación humana promedio incluye alimentos de distintos orígenes: **mineral** (agua y sales minerales), **vegetal** (frutas, legumbres, hortalizas, etc.) y **animal** (carnes rojas y blancas). No podemos dejar de alimentarnos, porque comenzaríamos a sentir una sensación que se haría cada vez más desagradable, una mezcla de hambre y debilidad que aumentaría con el tiempo. A través de los alimentos, incorporamos los nutrientes necesarios para proveer la energía que requiere nuestro organismo para cumplir con las funciones vitales, así como los materiales para el crecimiento y el mantenimiento del organismo. Los **nutrientes** son sustancias orgánicas que pertenecen a tres grupos: **proteínas, hidratos de carbono y grasas**, las cuales, luego de haber sufrido transformaciones químicas a lo largo del tubo digestivo, pasarán a la sangre, encargada de conducir los productos de la digestión a las distintas células del cuerpo. Con los alimentos también incorporamos sustan-

cias que el cuerpo es incapaz de sintetizar, como las **vitaminas**, los **minerales**, los **aminoácidos** y **ácidos grasos esenciales**; también incorporamos antioxidantes, que retrasan el envejecimiento celular. En conclusión, podemos decir que todo alimento puede tener una función energética (aporta energía), plástica (provee materia prima) y también reguladora (regula algún proceso metabólico).



Sustancia	Porcentaje	Características	Funciones
<b>Proteína</b>	13 a 15 %	Macromoléculas formadas por aminoácidos. Se encuentran en las carnes, los lácteos, las legumbres, la claras de huevo y los cereales.	Estructural: forman parte de todo el organismo. Por ej.: queratina del pelo, colágeno del cartílago. Contráctil: actina y miosina. De transporte: hemoglobina. Catalizadora: enzimas
<b>Lípidos</b>	10 a 13 %	Moléculas no poliméricas insolubles en agua. Por ej, ácidos grasos, fosfolípidos, esteroides. Se encuentran en los aceites vegetales, las grasas animales y algunas legumbres.	Energética y estructural
<b>Glúcidos o hidratos de carbono</b>	2 %	Moléculas monoméricas o poliméricas solubles en agua, como las pentosas, las hexosas, los disacáridos y los polisacáridos. Se encuentran en el azúcar común, el arroz, las papas, etc.	Energética y de reserva
<b>Agua</b>	70 %	Solvente universal con alto punto de fusión y ebullición, y gran capacidad de absorción de calor.	Disolver sustancias para que puedan entrar, circular y salir del organismo.
<b>Minerales</b>	2 a 5 %	Se encuentran en el grupo <i>hemo</i> de la hemoglobina. Por ej: calcio, cobre, hierro, etc.	Reguladora: mantiene la presión osmótica.

Los cereales constituyen el alimento básico de la sociedad. Su valor nutritivo radica en su primer componente: el almidón (un 70 % del peso total). También tienen agua, proteínas, lípidos, celulosa, vitaminas del grupo B y sales minerales.



El pescado tiene un 20 % de proteínas, de 10 a 20 % de lípidos, sales minerales, como calcio y hierro, y vitamina A, B1, B2 y PP.



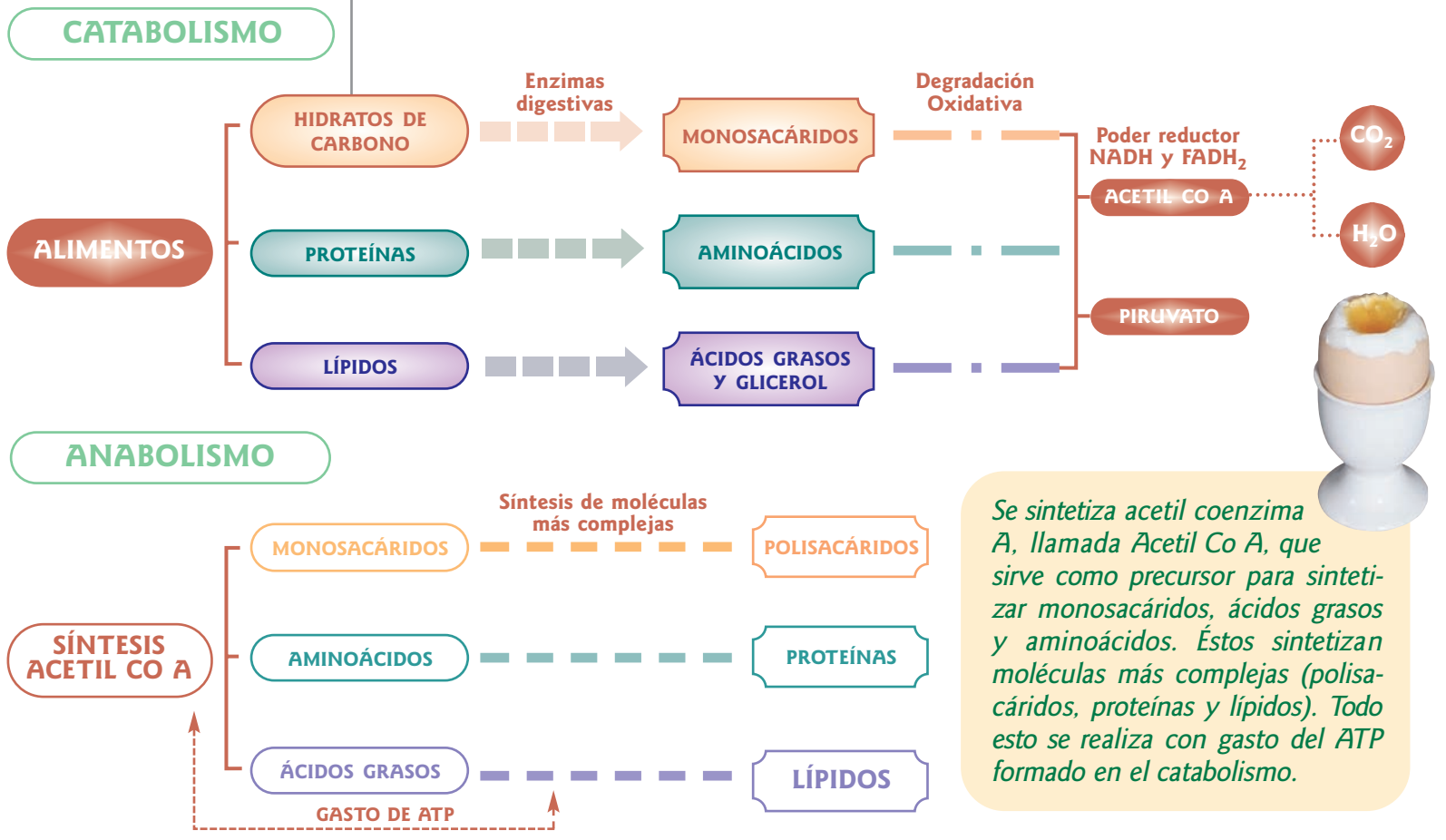
# El metabolismo de los alimentos

Las frutas son pobres en vitaminas y en grasas. Contienen entre un 5 y un 20% de azúcares (glucosa, fructosa, sacarosa, almidón, pectina, celulosa) y sales minerales (potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre).



El conjunto de **reacciones químicas** que intervienen en la obtención de energía por parte de los organismos vivos se denomina **metabolismo**. Se pueden diferenciar dos reacciones metabólicas distintas: el **catabolismo**, en el cual **los compuestos químicos se descomponen o degradan, y liberan así la energía almacenada**; y el **anabolismo**, en el que, por el contrario, **la energía es incorporada y utilizada en la síntesis de sustancias más complejas**. Generalmente, en las reacciones anabólicas, los compuestos químicos se oxidan (pierden electrones) y en las catabólicas se reducen (ganan electrones). Las **reacciones químicas del catabolismo son exergónicas** (liberan energía), y **las del anabolismo, endergónicas** (requieren energía). Las fermentaciones y la respiración celular son ejemplos de procesos catabólicos, y la fotosíntesis y la síntesis de proteínas son procesos anabólicos.

En los organismos vivos, simultánea y constantemente, tienen lugar procesos de síntesis y de degradación moleculares, que se acoplan entre sí. Los electrones ricos en energía ganados en las reacciones catabólicas son transferidos a moléculas aceptadoras de electrones, el NAD<sup>+</sup> (nicotinamida adenina dinucleótido) y el FAD<sup>+</sup> (flavina adenina dinucleótido), las que se convierten, en consecuencia, en NADH y FADH. Es decir, si una molécula ganó electrones, es porque otra los perdió. Una sustancia alimenticia, cuando entra a la célula, experimenta una gran cantidad de reacciones químicas entrelazadas, que constituyen una **ruta metabólica**. Estas secuencias ordenadas pueden ser lineales (vías metabólicas) o cíclicas (ciclos metabólicos). El siguiente esquema representa un **mapa metabólico** con las reacciones de los principales nutrientes.



Los alimentos incorporados durante la alimentación son degradados por las enzimas digestivas en sus componentes más simples (aminoácidos, ácidos grasos y monosacáridos). Éstos pasan al citoplasma, donde se forma por reacciones de oxidación de dos metabolitos: el piruvato y el acetil coenzima A. Este último completa la oxidación hasta obtener CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O. En esta etapa se forma la mayor parte de la energía almacenada en el ATP. El resto de la energía se pierde como calor.

# Trastornos del sistema digestivo

*La mala alimentación, factores hereditarios, el estado emocional y el estrés son algunas de las causas de los problemas que afectan los órganos de la digestión, la asimilación y la excreción de los nutrientes.*

## Enfermedades de los dientes

La **caries** consiste en una perforación del esmalte y del marfil de la corona, que puede prolongarse hasta la pulpa dentaria y facilitar la infección de la raíz.

Ciertos alimentos favorecen la formación de caries, particularmente los dulces.

La **enfermedad periodontal** es una infección bacteriana de las encías, el hueso y los ligamentos, que soportan y fijan el diente al maxilar. Las bacterias que habitan en la boca forman una placa que se adhiere a los dientes: la placa bacteriana. Producen toxinas que atacan las estructuras mencionadas.

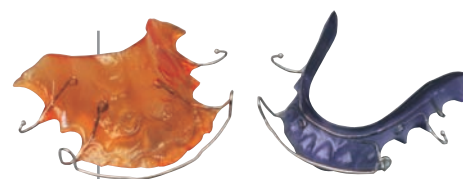
Las enfermedades periodontales más comunes son la **gingivitis** y la **periodontitis**.

La **gingivitis** es la inflamación de la encía producida por una acumulación de residuos entre los dientes. Se previene con una buena limpieza diaria de la dentadura.

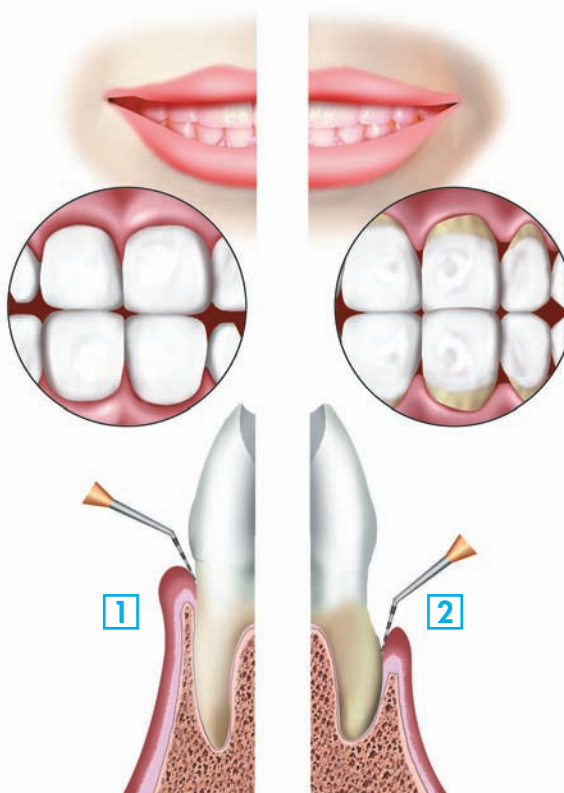
La **periodontitis** puede ser moderada o severa. A medida que avanza, las encías se separan del diente y forman sacos o bolsas, que se van haciendo más profundas a medida que se destruye el hueso. Allí se incrementa la cantidad de placa bacteriana.

Algunos síntomas de la periodontitis son:

- encías sangrantes y de color rojo;
- abscesos, formación de pus;
- pérdida de hueso;
- dolor.



*La implantación adecuada de los dientes es un factor de salud bucal. La ortodondia permite corregir los defectos de alineación, tan importante en el momento de cortar y triturar los alimentos.*

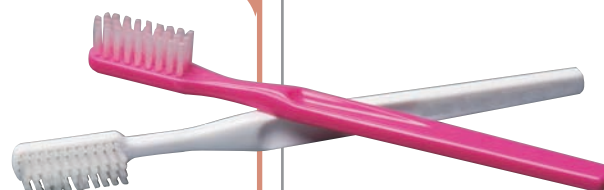


1. Dentadura sana.
2. Dentadura con periodontitis.

## Factores que contribuyen a la enfermedad periodontal

La respuesta inmunitaria a la placa dental puede disminuir a causa de:

- higiene deficitaria;
- prótesis inadecuadas;
- arreglos dentales mal hechos;
- mala alineación de los dientes al morder;
- cambios hormonales debido al embarazo, la menstruación o la menopausia;
- dieta;
- enfermedades (diabetes, por ejemplo);
- medicamentos.



*La correcta higiene de los dientes es fundamental para evitar enfermedades de las encías.*

**Características de la anorexia nerviosa**

- Rechazo a los alimentos, asociado o no a la ingesta de laxantes.
- Baja autoestima, alta autoexigencia.
- Imagen distorsionada del cuerpo.
- Peso debajo de lo normal y desnutrición.
- Interrupción de la menstruación, trastornos del sueño y de la conducta.

**Características de la bulimia**

- Ingesta excesiva de alimentos, seguida por un sentimiento de culpa que lleva a provocar el vómito y tomar laxantes.
- Baja autoestima y sentimiento de culpa por comer demasiado.
- Silueta normal o exceso de peso.
- A causa de los vómitos, se originan inflamaciones de la mucosa digestiva.

*La cirrosis y la hepatitis son dos de las principales patologías que afectan el funcionamiento del hígado.*

*El estrés y el cigarrillo son dos factores que aumentan los síntomas de la úlcera gástrica.*



El principal tratamiento para prevenir la enfermedad periodontal es la educación de las personas en los métodos efectivos para la higiene bucal y la remoción de la placa.

**Enfermedad por reflujo gastroesofágico**

Se define como **reflujo patológico** aquel que es capaz de producir síntomas o inflamación del esófago endoscópica o histológica. La existencia de regurgitación ácida aumenta, con frecuencia, tras la ingesta y con el decúbito, y se alivia con alcalinos. Los síntomas más frecuentes son *eructos*, *dolor epigástrico*, *náuseas*, *hipo*, *disfagia*, etc. El tratamiento depende de la gravedad del caso en particular. En casos leves, no complicados, el tratamiento dietético y, particularmente, asociado a la toma de antiácidos suele ser suficiente. Además, hay que evitar el alcohol, el chocolate, el tabaco y las grasas. Una de las complicaciones más frecuentes es la **úlcera péptica** y la *hemorragia*.

**Gastritis**

Es cualquier inflamación de la mucosa gástrica, y se caracteriza por una lesión o erosión superficial de la mucosa que cubre la cavidad interna del **estómago**.

**Úlcera gástrica**

Se produce cuando la capa de mucus es escasa o la secreción del jugo gástrico es abundante y el ácido clorhídrico corroe las paredes estomacales desprotegidas. Si la úlcera avanza, puede afectar a un vaso sanguíneo, provocar hemorragias y hasta erosionar por completo la pared estomacal. Las lesiones, tanto de la gastritis como de la úlcera gástrica, pueden predisponer a contraer cáncer de estómago y, al parecer, los casos crónicos de ambas están correlacionados con la presencia de la bacteria *Helicobacter pylori*. Por otra parte, algunos tipos de gastritis y de úlceras se asocian

con el estrés emocional y un consumo elevado de ciertos medicamentos.

**Úlcera péptica**

Es una enfermedad de origen multifactorial, que se caracteriza por la lesión localizada y, en general, solitaria de la mucosa del estómago o del duodeno. Se considera el resultado de un desequilibrio entre los factores agresivos y los factores defensivos de la mucosa gastroduodenal. El síntoma más frecuente es el **dolor abdominal**, que se describe como *ardor*, *dolor corrosivo* o *sensación de hambre dolorosa*. El dolor suele presentar un ritmo horario relacionado con la ingesta. Raras veces aparece antes del desayuno, sino que suele hacerlo entre 1 y 3 horas después de las comidas y, por lo general, cede con la ingesta de alimentos o alcalinos.

Entre sus complicaciones, se hallan la hemorragia digestiva, la estenosis pilórica, etc. El tratamiento tiene como objetivo el alivio de los síntomas, la cicatrización de la úlcera, y la prevención de recidivas sintomáticas y de las complicaciones.

**Colon irritable**

Consiste en un conjunto de síntomas, entre ellos dolor e inflamación abdominal, que se relaciona con los estados de ansiedad y con la tensión nerviosa.

*La desnutrición es una de las primeras causas de mortalidad infantil.*



**Obesidad o hipernutrición**

- Trastorno causado por la ingesta exagerada de alimentos.
- Causas: desequilibrio de tipo psicológico u hormonal.
- Una persona se considera obesa cuando presenta un sobrepeso del 15 al 20% en relación con lo esperado según su sexo y su edad.
- Consecuencias: enfermedades cardiovasculares, cálculos, hipertensión, etc.

**Desnutrición**

- Trastorno causado por la ingesta deficitaria de distintos alimentos.
- Consecuencias: enfermedades físicas y psicológicas.
- Causas: generalmente, de origen socioeconómico.

**Bulimia y anorexia nerviosa**

- Son trastornos alimentarios que se caracterizan por un temor patológico a la obesidad.
- Causas: generalmente, psicológicas.
- Consecuencias: trastornos físicos y psicológicos.

# La respiración humana

Llave de la energía



*No podemos vivir sin respirar... oxígeno. Este gas es tan necesario como los alimentos que ingerimos, o que requiere nuestro cuerpo. Uno de los sistemas de nuestro organismo está especializado para captar este gas, que forma parte del aire: el sistema respiratorio. Pero la respiración no se agota en esa función, ya que hay otros procesos asociados a ella, como el transporte del oxígeno a cada célula del cuerpo y la eliminación del dióxido de carbono, producto de la oxidación de los alimentos.*

# El sistema y sus órganos

*La respiración es una actividad inconsciente, pero involucra diversos músculos, órganos y huesos de nuestro cuerpo. Gracias a ella, el cuerpo obtiene oxígeno, elemento esencial para los seres vivos, ya que es el elemento que oxida los nutrientes y permite la liberación de la energía que necesitamos para vivir.*

Ver respiración en **pág. 78**

La **respiración** es la función mediante la cual los seres vivos (unicelulares y pluricelulares) toman oxígeno del medio que habitan y dejan en él dióxido de carbono, que resulta de la actividad celular. Ya vimos que la mayor parte de la energía necesaria para vivir proviene de las reacciones químicas que tienen lugar en las células. Para que esto sea posible, los seres humanos poseen un sistema respiratorio más complejo que otros (debido al número considerable de células que forman su organismo), asociado, además, con el sistema que permite el transporte de oxígeno y gas carbónico hasta las células: el **sistema circulatorio**. El aire atmosférico, rico en **oxígeno**, penetra en los pulmones, en cuyos alvéolos se produce el pasaje de este gas a la sangre. Y el **dióxido de carbono**, producto de desecho de las células, que transporta la sangre pasa a los pulmones para ser expulsado.

## ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESPIRATORIO

Está constituido por dos estructuras:

### PULMONES Y ÁRBOL BRONQUIAL

### TUBOS ÁEREOS Y CAJA TORÁCICA

*Los órganos del sistema respiratorio también llevan a cabo funciones anexas: la fonación, el olfato, la regulación de la temperatura corporal mediante la difusión de calor durante la respiración, la excreción de determinados gases, y la regulación del equilibrio ácido-base y de la presión sanguínea.*

**Faringe.** Es un conducto de unos 14 cm de largo que se comunica con las fosas nasales, la cavidad bucal, la laringe, el esófago y, a través de las trompas de Eustaquio, también con el oído medio. Desde la faringe, el aire es dirigido hacia la tráquea por los movimientos de los músculos y las fibras elásticas.

**Fosas nasales.** Son dos cavidades simétricas entre sí, situadas debajo de la fosa cerebral anterior, entre las cavidades orbitarias y los maxilares superiores, y por encima del paladar. Ambas fosas nasales se hallan separadas por un tabique óseo-cartilaginoso.

**Laringe.** Es un órgano impar, situado en la línea media del cuello, por delante de la faringe, arriba de la tráquea, con la que se continúa, y por debajo del hueso hioides, que constituye uno de sus medios de sostén. Mide aproximadamente 4 cm de longitud y es el **órgano de la fonación**.

**Tráquea.** Es un órgano que sigue a la laringe, de unos 12 cm de largo. Ubicada por delante del esófago, está formada por una serie de cartílagos como anillos incompletos en forma de "c", apilados verticalmente y separados entre sí por tejido elástico. La parte incompleta de los anillos se completa con músculo liso para permitir el paso de los alimentos por el esófago, que está por detrás. Los anillos sirven para mantener la tráquea siempre abierta.

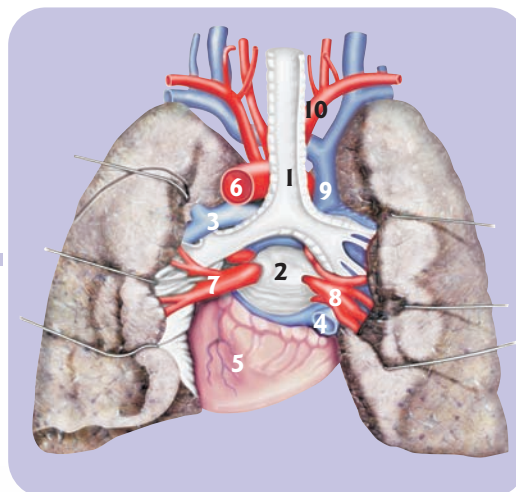
**Pulmones.** Son dos órganos esponjosos, elásticos y rosados, que se alojan en la cavidad torácica. Están apoyados sobre el músculo diafragmático y protegidos por una membrana —que los rodea— llamada **pleura**. Ésta presenta dos hojas: la **pleura visceral** se adhiere a los pulmones y la **pleura parietal** se encuentra en contacto con la **cavidad torácica**. Ambas capas se deslizan una sobre otra cuando los pulmones se dilatan o contraen. Entre ellas se forma la cavidad pleural, donde se almacena una pequeña cantidad de líquido, que cumple una función lubricadora. Otra función es proteger a los pulmones de los roces con la cavidad torácica. Su elasticidad les permite acompañar los movimientos de la caja torácica durante la mecánica respiratoria.

**Bronquios.** La tráquea se bifurca en dos conductos, los bronquios, en una zona llamada **carina**. Estos conductos están formados por una serie de anillos cartilaginosos, incompletos en los bronquios más gruesos y completos en los más finos, que se dirigen hacia los pulmones, ingresando por una zona llamada **hiliopulmonar**.

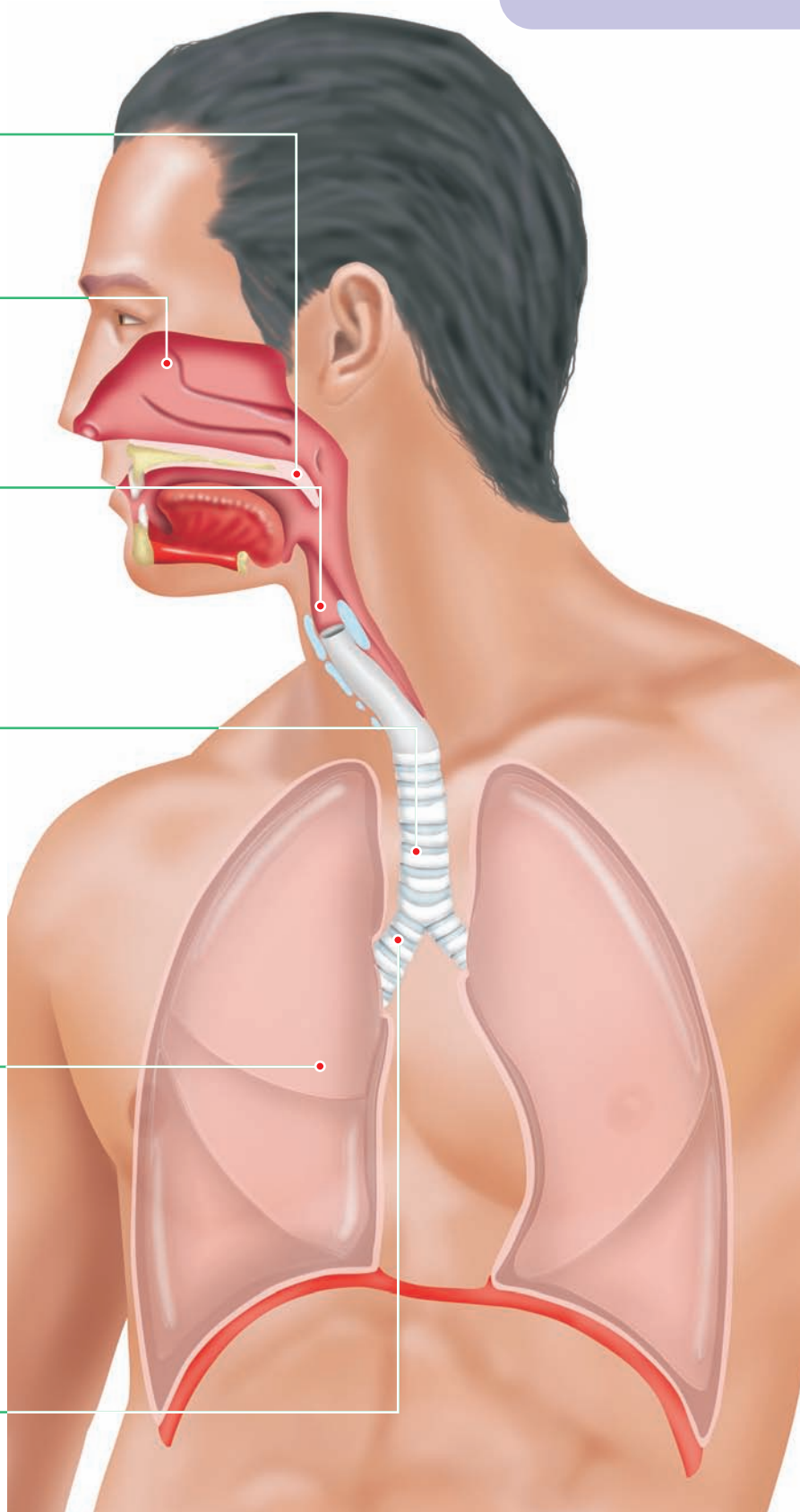
*Cuando estamos en el agua, instintivamente procuramos que ésta no ingrese a los tubos aéreos.*



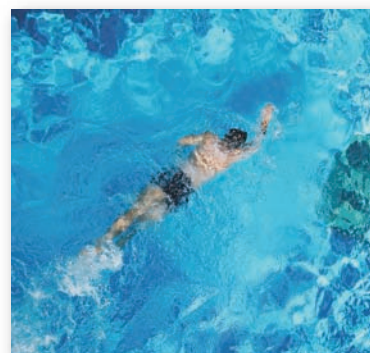
VISTA POSTERIOR QUE MUESTRA LA RELACIÓN ENTRE EL CORAZÓN, LOS PULMONES Y LOS GRANDES VASOS SANGUÍNEOS



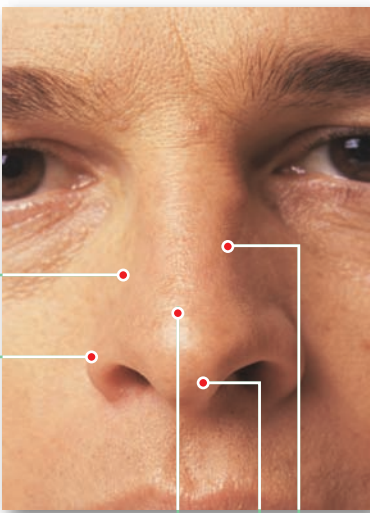
1. Tráquea
2. Aurícula izquierda
3. Vena pulmonar izquierda posterior
4. Vena pulmonar derecha posterior
5. Ventriculo izquierdo del corazón
6. Cayado de la aorta
7. Arteria pulmonar izquierda
8. Arteria pulmonar derecha
9. Vena cava superior
10. Tronco arterial bronquiocefálico



*La respiración funciona más allá de nuestra voluntad. Es imposible dejar de respirar por más de 4 minutos.*



La nariz o apéndice nasal se ubica en la parte media de la cara y está dividida en dos compartimientos o narinas, cámaras nasales o narices, que se encuentran unidas pero divididas en su parte media por el tabique nasal. Tiene forma de pirámide triangular, con su vértice ubicado en medio de los ojos. Está formada por huesos, cartílagos duros (como la parte anterior del tabique nasal, que se llama cartilago cuadrangular) y cartílagos blandos (como los de las alas o fosas nasales que, al juntarse, forman la punta nasal). Todas estas estructuras, sus músculos y el tejido celular subcutáneo se encuentran cubiertos externamente por piel.



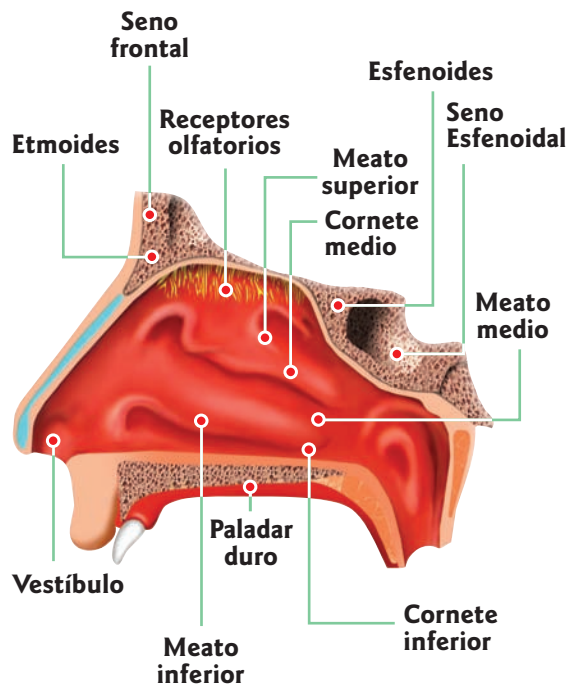
Surco alar de la nariz  
Ala de la nariz  
Tabique de la nariz  
Punta  
Dorso

Foto del molde de un árbol bronquial. Cuando inspiramos, el árbol bronquial se ensancha y se agranda para facilitar la circulación del aire hacia los alvéolos.



## Estructura de los órganos

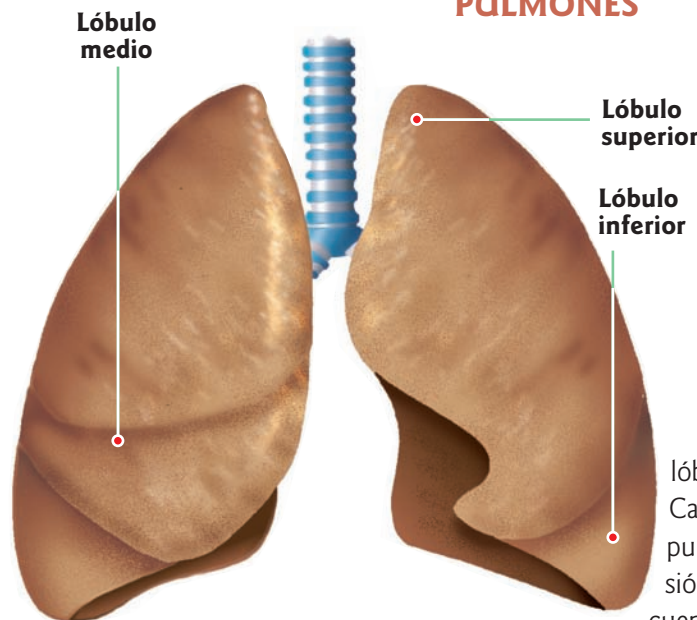
### FOSAS NASALES



Si se compara a las fosas nasales con figuras geométricas, se pueden describir cuatro paredes: pared superior o bóveda, inferior o piso, interna o tabique, y externa. También presentan dos orificios: anterior o **piriforme**, posterior o **coana**.

Poseen pelos que filtran el aire, y su interior está tapizado por un tejido epitelial especial llamado **mucosa pituitaria**. Este tejido es ciliado (las cilias permiten que el aire se dirija hacia la faringe) y presenta glándulas secretoras de mucus, el cual capta el polvo y humedece el aire. La **mucosa pituitaria** está vascularizada, lo cual hace que el aire que entre se entibie. En la región posterior, la mucosa posee terminaciones nerviosas que captan los olores, y se denomina *pituitaria amarilla*.

### PULMONES



Cada pulmón presenta:

- una **cara interna o mediastínica**, donde se encuentra el **hilio pulmonar**, por donde entran los bronquios, y por donde entran o salen los vasos y los nervios pulmonares;
- una **cara externa**, convexa y lisa, con cisuras que la dividen en **lóbulos**.

En el **pulmón izquierdo**, existe una sola cisura que divide al pulmón en dos **lóbulos**: uno superior y otro inferior. En el **pulmón derecho**, hay dos cisuras que lo dividen en un tres

lóbulos: superior, medio e inferior. Cada uno de los lóbulos de ambos pulmones recibe una primera división del bronquio principal y se encuentra, a su vez, dividido en **lobulillos**.

Éstos forman pequeños acinos, con forma de racimos de uvas. Al entrar en ellos, los bronquios se subdividen hasta formar los **bronquiolos** respiratorios, que finalizan en los **alvéolos**. El **alvéolo** es la unidad estructural y funcional del pulmón. Cada alvéolo está rodeado por una fina trama de vasos sanguíneos: los capilares; a través de las finas paredes de éstos se realiza el intercambio gaseoso entre el aire atmosférico y la sangre, llamado **hematosis**.

## LARINGE

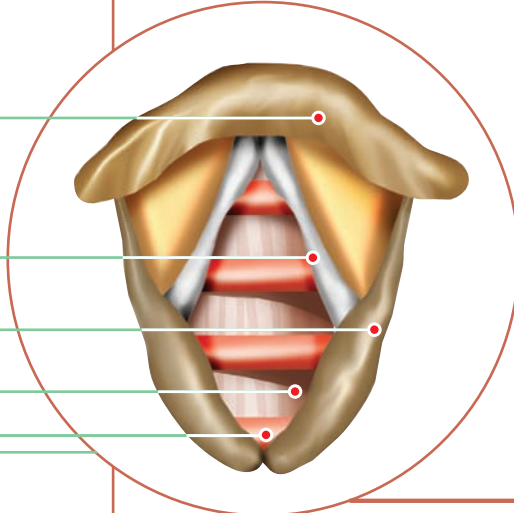
Epiglotis

Cuerdas vocales

Cartílago aritenoide

Tráquea

Anillos cartilagosos



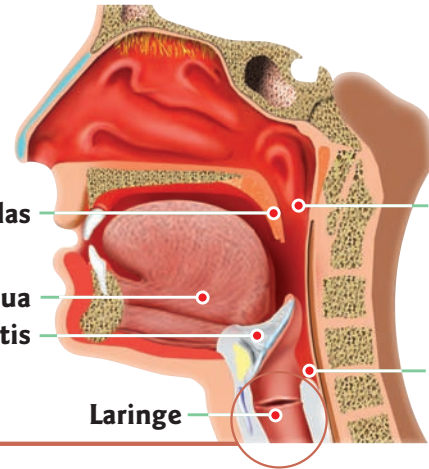
Amígdalas

Lengua  
Epiglotis

Laringe

Faringe

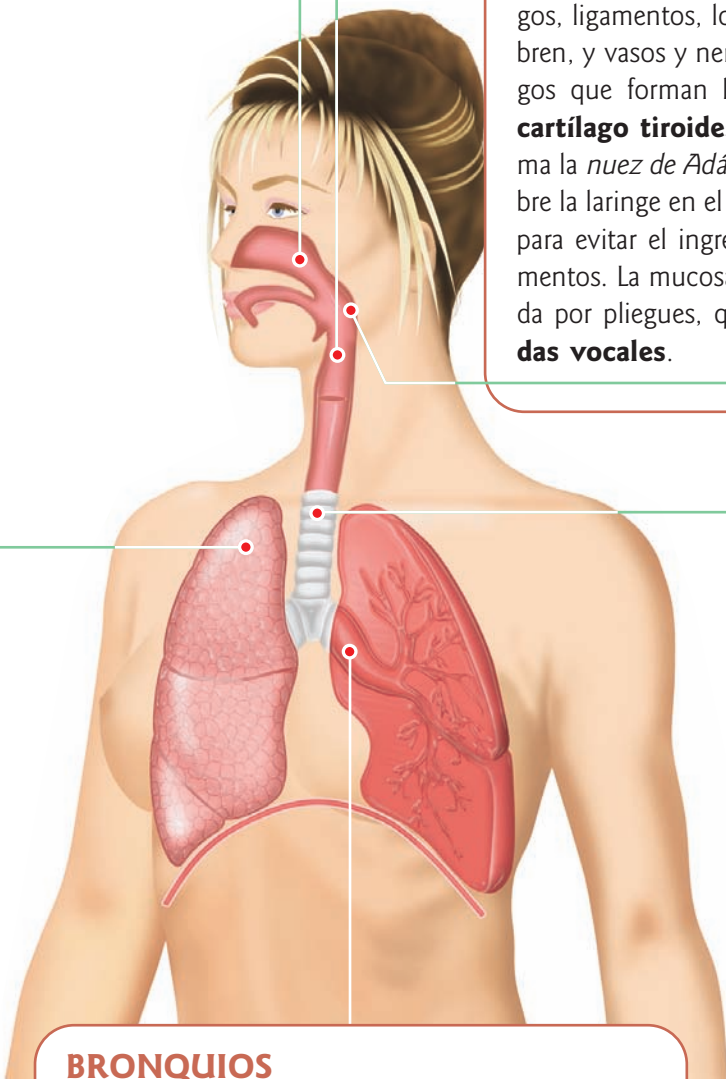
Esófago



Su estructura se compone de un esqueleto cartilaginoso, articulaciones entre los cartílagos, ligamentos, los músculos que los recubren, y vasos y nervios. De todos los cartílagos que forman la laringe, se destacan el **cartílago tiroides**, que en los varones forma la *nuez de Adán*, y la **epiglotis**, que cubre la laringe en el momento de la deglución para evitar el ingreso del agua y de los alimentos. La mucosa de la laringe está formada por pliegues, que constituyen las **cuerdas vocales**.

En la faringe se distinguen tres regiones.

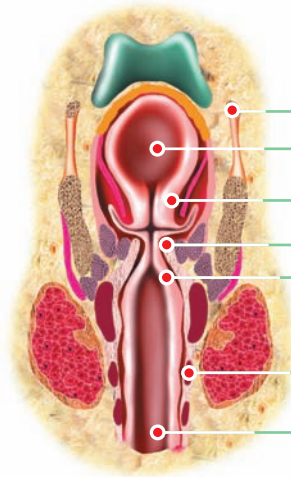
- La **región superior o nasal** tiene sólo una función: la respiratoria.
- La **región oral** la comunica con la cavidad bucal y, por lo tanto, participa de la deglución de los alimentos.
- La **región laríngea** se extiende hasta la parte superior del esófago.



## BRONQUIOS

También los bronquios están tapizados por un **epitelio ciliado**. El bronquio izquierdo es más largo por la presencia del corazón. Antes de entrar a los pulmones, se los denomina **bronquios primarios** y, al entrar, **bronquios secundarios**, los cuales se ramifican para formar los **bronquiolos**, que entran al **lobulillo pulmonar** y se siguen dividiendo para poder alcanzar los alvéolos pulmonares.

## CORTE DE LARINGE



Hueso hioides

Epiglotis

Cuerdas vocales falsas

Ligamentos vocales

Cartílago cricoides

Cartílago traqueal

Tráquea

## TRÁQUEA

La pared interna de la tráquea está tapizada por un **tejido epitelial ciliado** que produce *mucus*. Éste retiene las impurezas que provienen del exterior y las elimina a través de los movimientos reflejos de la tos.

# Fisiología del sistema

La respiración, al igual que la digestión, es un proceso de entrada y salida. Es decir, la principal tarea del sistema respiratorio es permitir el ingreso del aire atmosférico y expelerlo del cuerpo luego de haber realizado los intercambios gaseosos correspondientes.

Ver bulbo raquídeo en pág. 122

## El control nervioso de la respiración

La respiración está regulada por un centro nervioso, situado en el **bulbo raquídeo**. El centro respiratorio envía impulsos al diafragma y a los músculos intercostales. Éstos se contraen y provocan una inhalación. La dilatación pulmonar estimula a los receptores de los nervios sensitivos, insertos en las paredes pulmonares. Desde los receptores parten impulsos que inhiben el centro respiratorio. En consecuencia,

los músculos respiratorios se relajan y los pulmones vuelven a su posición original. El resultado de este proceso es la exhalación.



### El proceso respiratorio comprende tres etapas

<b>Ventilación pulmonar</b>	Entrada de aire a los pulmones y su posterior salida	Mecánica respiratoria
<b>Respiración externa</b>	Intercambio de gases entre el alvéolo y la sangre	Hematosis
<b>Respiración interna</b>	Intercambio de gases entre la sangre y la célula	Respiración celular

Si bien la respiración funciona en forma involuntaria, nosotros podemos realizar inspiraciones profundas o cortas, para lo cual, nuestro cerebro envía órdenes a los músculos pectorales y esternocleidomastoideos.



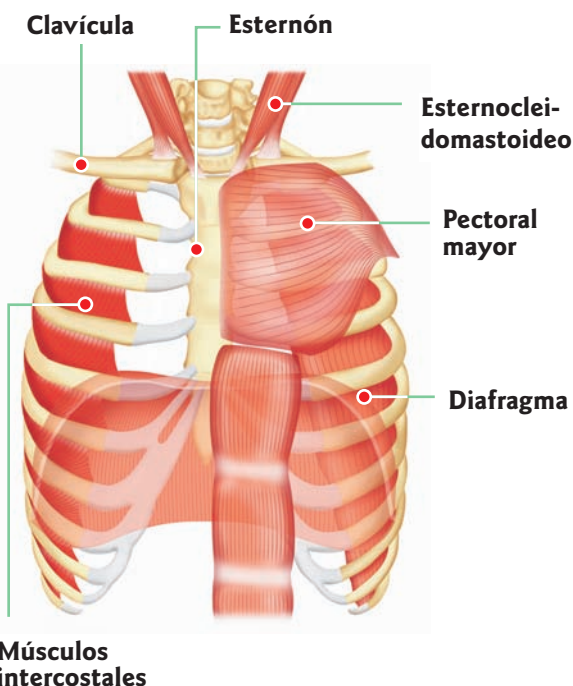
Estructuras que colaboran con la respiración	Características	Función
<b>Diafragma</b>	Es un músculo esquelético que divide el cuerpo en dos cavidades: la abdominal (que aloja el estómago, el hígado, el páncreas, etc.) y la torácica (que contiene el corazón y los pulmones).	Durante la inspiración, se aplanan, y aumenta el diámetro vertical de la caja torácica.
<b>Músculos intercostales</b>	Es un grupo de músculos que se ubica entre las costillas, a ambos lados de la caja torácica.	Se contraen y relajan durante los movimientos respiratorios. Al contraerse, aumentan el diámetro anteroposterior y transversal de la caja torácica.
<b>Músculos abdominales</b>	Son músculos que forman la pared del abdomen.	Empujan el diafragma hacia arriba, y comprimen la cavidad abdominal.

# La respiración mecánica

Se denomina así al proceso cíclico que mantiene constante la cantidad de aire de los pulmones. Abarca dos fases: la **inspiración**, que introduce el aire atmosférico en los pulmones, y la **expiración**, que lo expulsa. Para ello, los órganos del sistema respiratorio cuentan con estructuras anexas: el **diafragma**, los **músculos intercostales** y los **músculos abdominales** son las que desempeñan las funciones más importantes (ver cuadro).

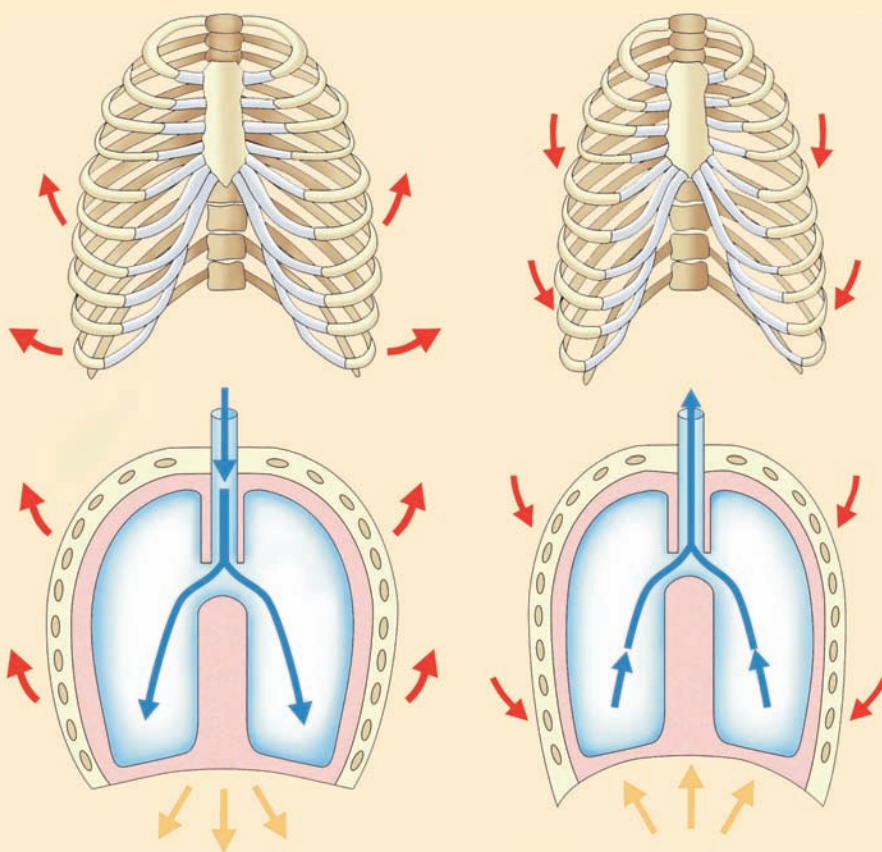
El **diafragma** es un tabique de tejido muscular y tendinoso que divide la cavidad torácica de la abdominal. Las fibras musculares se reúnen en un tendón central, que es el encargado de tirar hacia abajo y ampliar la cavidad torácica. El diafragma presenta una serie de agujeros por los que pasan diferentes estructuras, como la aorta, el esófago y la vena cava inferior.

Los **músculos intercostales** están insertos entre las costillas, y forman las paredes del tórax.



Músculos que colaboran con la respiración.

*La inspiración es la fase activa de la respiración, y más prolongada que la expiración, que constituye la fase pasiva de la mecánica respiratoria.*



**INSPIRACIÓN**

**ESPIRACIÓN**

→ Movimiento del diafragma

→ Movimiento de las costillas

→ Dirección del aire

**INSPIRACIÓN:** Cuando inspiramos, el *diafragma* y los *músculos intercostales externos e internos* se contraen. En la inspiración forzada (provocada por una actividad intensa y de alta exigencia respiratoria) intervienen, además, los *músculos pectorales* y los *esternocleidomastoideos*.

Al contraerse el diafragma, su centro desciende, lo que produce un aumento vertical de la caja torácica, y empuja las vísceras abdominales hacia abajo. La contracción de los músculos intercostales produce la elevación de las costillas y proyecta el esternón hacia delante. De esta forma, los diámetros anteroposterior y transversal de la caja aumentan, y hacen que aumente el volumen de los pulmones. El aumento de volumen crea un vacío y, por lo tanto, una diferencia de presión con respecto a la presión atmosférica. De este modo, el aire atmosférico ingresa para lograr un equilibrio.

**ESPIRACIÓN:** Se produce cuando el diafragma y los músculos intercostales se relajan (vuelven a su posición habitual). Es decir, el diafragma se eleva y las costillas descienden, por lo que disminuye el volumen de la caja torácica y, en consecuencia, de los pulmones. La disminución del volumen presiona el aire de los pulmones y hace que salga al exterior. También contribuye la contracción de los músculos abdominales, que comprimen la cavidad abdominal y empujan el diafragma hacia arriba.

## Volúmenes de aire

Para medir la cantidad de aire desplazado de los pulmones durante los movimientos respiratorios, se utiliza el **espirómetro**.

Los **volúmenes de aire** que mide el espirómetro son los siguientes.

- **Volumen de aire corriente:** cantidad de aire inspirado y espirado en un acto respiratorio.
- **Volumen de reserva espiratorio:** aire que sale forzosamente del pulmón luego de una espiración normal.
- **Volumen de reserva inspiratorio:** cantidad de aire que puede entrar al pulmón forzosamente, luego de una inspiración normal.

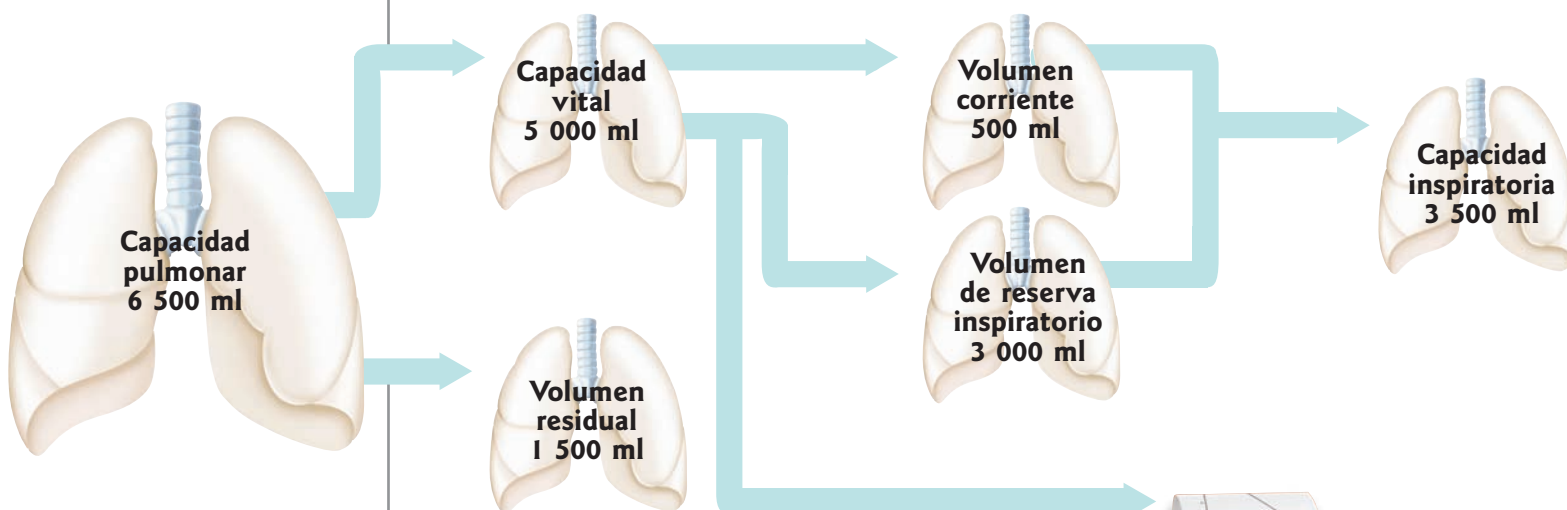
- **Volumen residual:** cantidad de aire que queda en los pulmones, después de una espiración máxima (no sale nunca).

Estos **volúmenes de aire** se suman y forman las siguientes capacidades pulmonares.

- **Capacidad pulmonar total:** cantidad de aire contenida en los pulmones después de una inspiración forzada.
- **Capacidad vital:** máximo volumen de aire que puede ser eliminado de los pulmones, después de una inspiración forzada.
- **Capacidad inspiratoria:** máximo volumen de aire que puede ser inspirado, después de una espiración común.
- **Capacidad residual:** máxima cantidad de aire que queda en los pulmones, después de una espiración forzada.



Es conveniente que las personas fumadoras o expuestas a sustancias irritantes, así como las que sufren de desórdenes respiratorios, realicen una espirometría cada 3 ó 5 años.



Los pacientes con enfermedades neuromusculares suelen tener síndromes pulmonares restrictivos, que empeoran con la edad y el avance de la afección.



## La espirometría

Es un estudio que consiste en medir los volúmenes pulmonares y valorar la función de los pulmones.

Es muy útil para :

- determinar si los pulmones reciben, mantienen y utilizan el aire normalmente;
- detectar una obstrucción bronquial;
- revelar alteraciones en la etapa precoz de una enfermedad, cuando el examen clínico y radiológico todavía son normales;
- determinar la gravedad de una enfermedad del pulmón;
- evaluar la progresión de una patología o la eficacia de un tratamiento.

Para este estudio se emplea un espirómetro, que consiste en un aparato con un tubo, por donde la persona expulsa la cantidad máxima de aire posible, de acuerdo con las pautas que da el personal especializado (puede ser expulsar todo el aire posible en el tiempo que sea necesario, o hacerlo lo más rápido posible). El espirómetro registra los valores, que se comparan con los normales.



# Hematosis y respiración celular

La **hematosis** consiste en el intercambio gaseoso entre la sangre y el aire alveolar. Los **capilares** sanguíneos (ramificaciones de las arterias pulmonares) llegan a los **alvéolos** pulmonares con sangre carboxigenada. Los gases atraviesan los epitelios pulmonar y capilar por **difusión pasiva**, es decir, pasan del lugar de mayor al de menor concentración:

- en el alvéolo, el dióxido de carbono está menos concentrado que en la sangre y, por esta diferencia de concentración, pasa del líquido sanguíneo al alvéolo;

- el oxígeno está más concentrado en el alvéolo que en la sangre, por lo cual pasa del alvéolo al líquido sanguíneo.

**I-** La sangre que llega a cada alvéolo a través de los capilares arteriales (ramificaciones de la arteria pulmonar) es carboxigenada (pobre en oxígeno).

**2-** El aire alveolar es oxigenado (pobre en  $\text{CO}_2$ ).

**3-** Por difusión, el  $\text{O}_2$  pasa del alvéolo a la sangre a través de los capilares venosos y, luego, por la vena pulmonar al corazón, que la impulsa a todo el cuerpo.

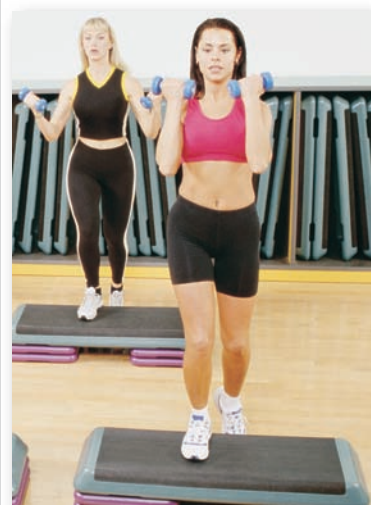
**4-** Por difusión, el  $\text{CO}_2$  que llega por los capilares arteriales a cada alvéolo pasa a éste y, luego de recorrer las vías aeríferas, sale al exterior durante la espiración.

## Respiración celular

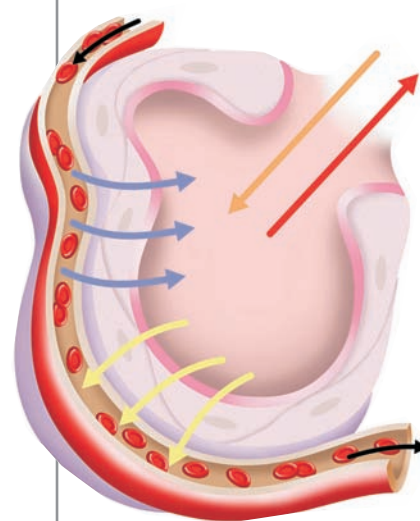
Entre la sangre y los tejidos corporales también se produce un intercambio gaseoso semejante al de la hematosis. En este caso, el oxígeno se difunde desde la sangre, donde está en mayor concentración, hacia las células, y el dióxido de carbono, desde la célula a la sangre.

*El aire que entra al alvéolo es rico en oxígeno y pobre en dióxido de carbono. El aire que sale es rico en dióxido de carbono.*

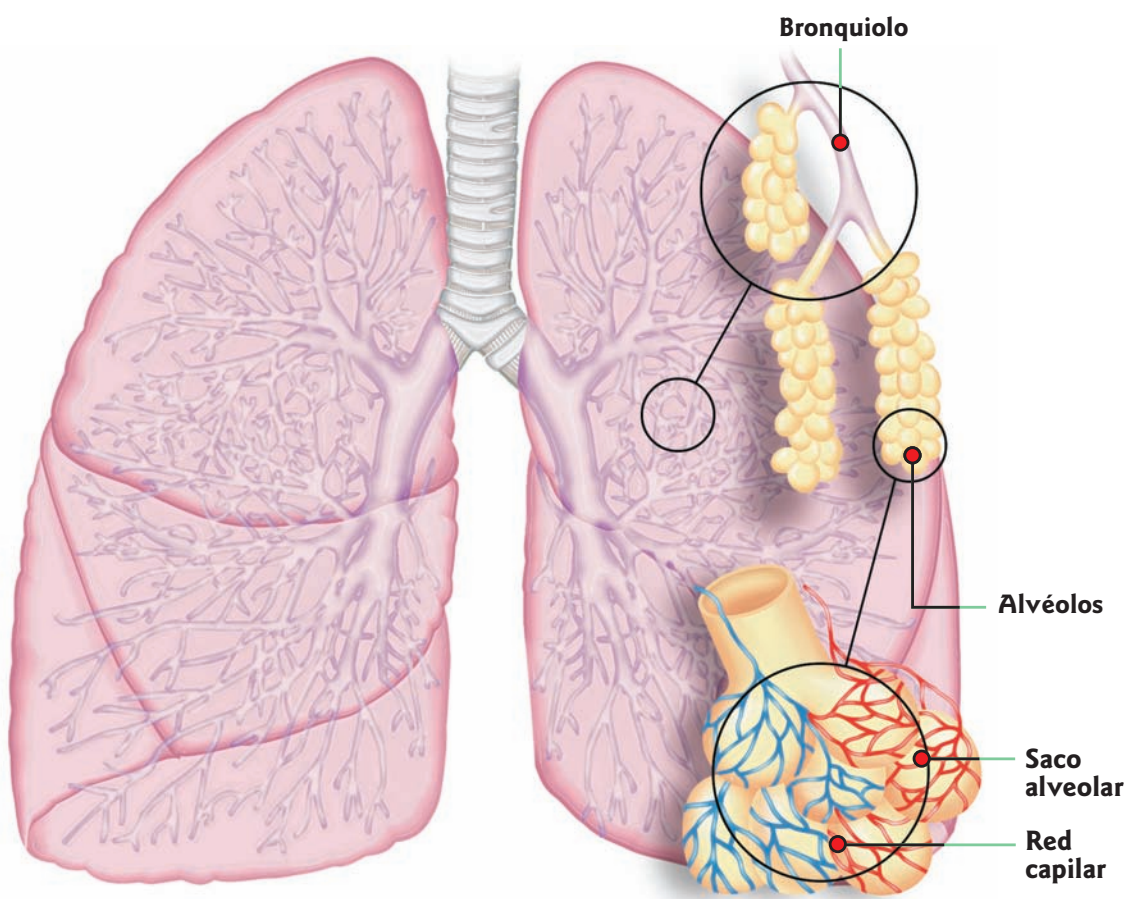
*El ejercicio físico mejora la ventilación pulmonar.*



## INTERCAMBIO DE GASES EN LOS ALVÉOLOS



- Flujo sanguíneo
- Aire inhalado
- Aire exhalado
- Difusión del oxígeno
- Difusión de dióxido de carbono



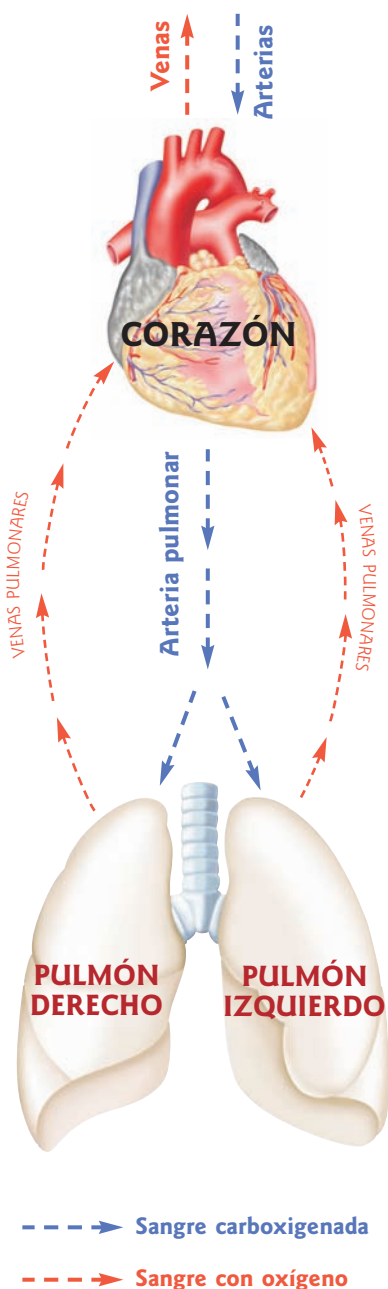
## Relación entre el sistema respiratorio y el sistema circulatorio

Los bronquiolos se ramifican en el interior de los alvéolos.

La sangre carboxigenada llega a los alvéolos a través de las ramificaciones de la arteria pulmonar. La sangre oxigenada sale de los alvéolos por las ramas de las venas pulmonares, que la llevan al corazón y de allí a todo el cuerpo.

## Arterias y venas pulmonares

### CIRCUITO MENOR Corazón-Pulmones- Corazón (CPC)



La **arteria pulmonar** se divide en dos ramas: las arterias pulmonares derecha e izquierda. Cada una de estas arterias pulmonares se introduce en el pulmón correspondiente, cruzando la cara anterior del tronco bronquial principal.

#### • Arteria pulmonar derecha

Una vez que entra acompañando al tronco bronquial principal, da ramas que son, en conjunto, satélites de las colaterales del tronco bronquial principal. Estas colaterales nacen escalonadas a lo largo de toda la **arteria pulmonar**. Las primeras están destinadas al lóbulo superior y, generalmente, son dos y reciben el nombre de **arteria mediastínica del lóbulo superior** y **arteria cisural del lóbulo superior**. Las arterias del lóbulo medio —frecuentemente dos— son la **arteria superior constante** y la **arteria externa del lóbulo medio**. Las arterias del lóbulo inferior se desprenden de la porción terminal de la **arteria pulmonar**.

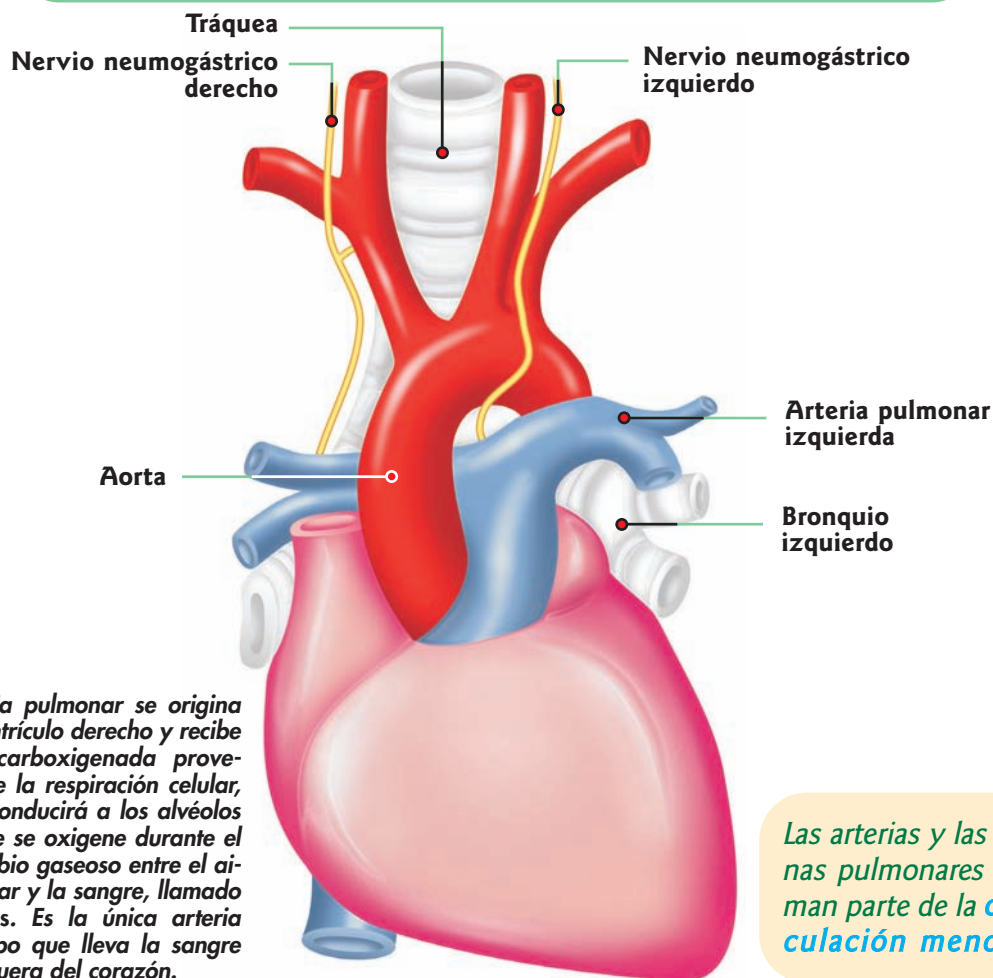
#### • Arteria pulmonar izquierda

Una vez que entra al pulmón acompañando al tronco bronquial principal, da ramas colaterales.

Las primeras están destinadas al lóbulo superior; su número es muy variable, con un promedio de tres. Las arterias del lóbulo inferior se originan de los bronquios segmentarios correspondientes. Estas ramas arteriales se ramifican como los bronquios, hasta que forman, en la superficie de los alvéolos, una red capilar perialveolar, que da nacimiento a las primeras ramas de origen de las venas pulmonares.

Las **venas pulmonares** nacen en la **red capilar perialveolar**. Sus ramas de origen o **venas perilobulillares** reciben también las **vénulas bronquiales**, procedentes de los bronquios pequeños, y las **venas pleurales**, procedentes de la pleura visceral. Las **venas perilobulillares** se unen para formar troncos cada vez más voluminosos, con un trayecto independiente del de los bronquios. Drenan finalmente en las venas que se distribuyen por la periferia de los diferentes segmentos. Las venas de cada pulmón se unen por último en dos troncos: las **venas pulmonares propiamente dichas** que desembocan en la **aurícula izquierda**.

### UBICACIÓN DE LA ARTERIA PULMONAR IZQUIERDA EN RELACIÓN CON EL CORAZÓN



Ver circulación menor en pág. 96

# Trastornos respiratorios

*Son muchas las enfermedades que pueden afectar las vías aéreas, y la inspiración y la espiración normales. Las enfermedades del sistema respiratorio se clasifican en obstructivas, restrictivas y vasculares; también existen enfermedades pulmonares producidas por las condiciones laborales y ambientales.*

## Enfermedades obstructivas

Todas estas enfermedades se caracterizan por la obstrucción de las vías aéreas. **Sinusitis:** consiste en una inflamación de las membranas mucosas de los senos perinasales, generalmente después de una enfermedad ocasionada por una infección bacteriana o viral (como resfrío o gripe). Los más afectados por esta enfermedad son los senos frontales (que se encuentran en la frente) y los maxilares (ubicados en las mejillas).

Los síntomas más frecuentes son:

- aumento de la mucosidad, de color verdoso;
- dificultad creciente para respirar por la nariz;
- decaimiento;
- dolor de cabeza constante.

Si la sinusitis proviene de los senos maxilares, la persona siente dolor en las mejillas.

**Faringitis:** es un proceso inflamatorio agudo o crónico de la mucosa faríngea, originado por infecciones bacterianas o virales. Hay varios tipos de faringitis.

La **faringitis catarral aguda** puede provenir de una obstrucción nasal crónica, trastorno que obliga a la persona a respirar por la boca, lo que ocasiona una desecación de la mucosa faríngea. Los síntomas más comunes son: dolor al tragar, sensación de sequedad y de ardor.

Las paredes de la faringe se ven enrojecidas, con viscosidad adherente y presencia de placas blancas. Generalmente, las faringitis se tratan con antibióticos. Algunas son ocasionadas por el abuso de la nicotina o por la contaminación ambiental.

**Laringitis:** se denomina así a una inflamación de la laringe. Afecta, sobre todo, a las personas que trabajan con su voz, como cantantes o locutores. Las causas más comunes son enfriamientos, frío húmedo, faringitis, gripe o abuso del tabaco. Sus síntomas son: prurito en la garganta, ronquera, afonía, tos seca, expectoración.

**Enfisema pulmonar:** se caracteriza por la **distensión de los espacios aéreos distales al bronquiolo terminal**, con destrucción de sus

paredes. Este deterioro creciente de las paredes alveolares provoca atrofia alveolar, con aumento de la retención del aire. Las personas enfisematosas se quejan de una progresiva falta de aire, pero en realidad tienen mucho aire. Solo que, al estar atrapado, y los alvéolos destruidos, no se realiza la hematosis y, en consecuencia, el aire no llega a las células. El paciente se agrava con los años, presenta tos crónica, poca tolerancia al ejercicio, excesiva distensión de los pulmones y alteración del intercambio gaseoso.

• **Bronquitis crónica:** esta enfermedad se caracteriza por la excesiva producción de moco en el árbol bronquial, que causa expectoración excesiva de esputo. El paciente presenta tos y expectoración sobre todo matinal, debido a que, durante la noche, al estar acostado, las secreciones se depositan.

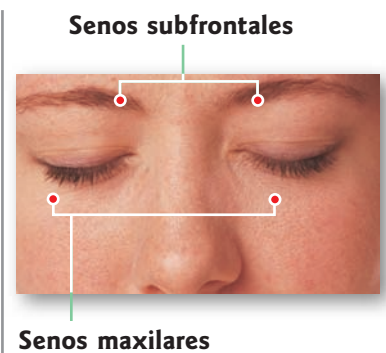
• **Asma:** esta enfermedad se caracteriza por una **disnea** de grado variable, que obedece al estrechamiento generalizado de las vías aéreas. El estrechamiento varía mucho con el paso del tiempo, espontáneamente o como consecuencia del tratamiento.

**Rinitis alérgica:** es una enfermedad parecida al asma. Se origina por hipersensibilidad a ciertas sustancias, que produce una respuesta alérgica, con descarga de histamina, producto que fabrica el organismo. Es común en la primavera, cuando los árboles comienzan a florecer.

La rinitis alérgica produce inflamación y secreción de las mucosas nasales. Otro síntoma es prurito en la cara, especialmente en los párpados.

## Las enfermedades restrictivas

Son aquellas por las cuales la expansión del pulmón está restringida por alteraciones del parénquima pulmonar, o por enfermedades de la pleura, de la pared torácica o del aparato neuromuscular. Se caracterizan por la reducción de la capacidad vital y pequeño volumen pulmonar en reposo, pero sin aumento de la resistencia de las vías aéreas. Ejemplos de este tipo de



*Las personas que realizan esfuerzos espiratorios, como los ejecutantes de instrumentos de viento y los sopladores de vidrio, pueden sufrir de laringocele, que se caracteriza por una tumefacción que se forma en el interior y el exterior de las superficies laterales de la laringe. Los síntomas son disfonía y tos.*



## La respiración humana

Los seres humanos respiramos, aproximadamente, entre 14 y 18 kilos de aire. Éste puede contener, además de los gases en su proporción normal, partículas contaminantes y microbios.

Los macrófagos, células de la sangre presentes en los alvéolos pulmonares, se encargan de ingerirlos y destruirlos.

La nariz es un filtro mejor que la boca para evitar que entren partículas nocivas al organismo.



La laringoscopia y la faringoscopia consisten en la exploración de la laringe y la faringe, respectivamente, por medio de un instrumento óptico que permite ver lesiones en estos órganos.

Los mineros sufren todo tipo de enfermedades respiratorias.



enfermedades son la **fibrosis pulmonar intersticial difusa** y la **esclerosis lateral amiotrófica**.

### Enfermedades vasculares

Son provocadas por mal funcionamiento de venas o arterias. Como consecuencia, una región del organismo puede recibir más o menos sangre de la que necesita.

El **edema pulmonar** es la acumulación anormal de líquido en los espacios extravasculares y en los tejidos del pulmón.

### Enfermedades profesionales y ambientales

Las **enfermedades profesionales** que afectan las vías respiratorias y los pulmones se deben, en gran medida, a la intoxicación con gases o sustancias tóxicas.

La causa principal de la **silicosis** es la aspiración de polvo de cuarzo, arena y granito en canteras y minas. Las partículas de sílice se depositan en el pulmón, y provocan la destrucción y la fibrosis (cicatrización) de los tejidos pulmonares, incluidos los vasos sanguíneos y linfáticos. El síntoma más característico es la dificultad respiratoria.

La **asbestosis** es producida por la exposición al asbesto.

La **faringitis crónica** puede originarse por la exposición a **agentes químicos**, como polvo y productos químicos cauterizantes, y **agentes físicos** presentes en el lugar de trabajo: calor, variaciones bruscas e importantes de temperatura, y

corrientes de aire o humo (como en el de carniceros y cocineros). Otro factor es el aire condicionado seco y poco húmedo, en ciertos lugares de trabajo.

La **bronquitis crónica** puede originarse por la inhalación de vapores disolventes, barnices, productos de limpieza, aguafuerte (que contiene cloro) e isocianato.

Las **enfermedades ambientales** son consecuencia de la contaminación y el medio ambiente degradado. El aire, tan necesario para la vida, es, lamentablemente, uno de los elementos más contaminados por las actividades humanas, sobre todo en las ciudades. En él se liberan sustancias tóxicas durante los procesos industriales y la quema de desperdicios sólidos. Algunos de estos contaminantes aumentan la incidencia de enfermedades respiratorias, como **bronquitis**, **enfisema pulmonar** y **asma**.

#### El tabaquismo

El tabaco, que proviene de las hojas de la *Nicotiana tabacum*, perjudica enormemente la salud del fumador, aunque no produce efectos psíquicos, como alteraciones de la conducta.

Entre las sustancias tóxicas de un cigarrillo encontramos:

- **nicotina**, responsable de la dependencia que provoca fumar;
- **alquitrán**, residuo de la combustión del tabaco que impide que la sangre capte el oxígeno necesario, muy cancerígeno;
- **benzopirenos**, sustancias cancerígenas. Uno de sus efectos perjudiciales es la **bronquitis crónica**.



### Una enfermedad de la pobreza

La tuberculosis, una enfermedad infectocontagiosa que afecta el pulmón, es frecuente en los países de bajo desarrollo económico y en las áreas urbanas más pobres de los países desarrollados. Las personas más desprotegidas son las más proclives a contraerla.

Los síntomas no son específicos, varían mucho y, en ocasiones, pueden pasar inadvertidos. En general, aparecen algunas décimas de fiebre, especialmente por la tarde; la persona presenta un mal estado general, sudoración nocturna, dolores de cabeza y pérdida de peso, tos seca o con flemas muco purulentas o con sangre, y dolor torácico. La fiebre alta es poco frecuente.

La tuberculosis se había controlado pero, actualmente, se ha incrementado el número de casos. Este incremento se relaciona con condiciones de vida desfavorables, falta de higiene, fatiga, cansancio y hacinamiento (en los barrios periféricos de las ciudades). El diagnóstico se realiza por medio de la prueba de tuberculina, en la piel del antebrazo.

# La circulación de los nutrientes

El recorrido de la sangre



*Permanentemente, y sin que seamos conscientes, en nuestro cuerpo circulan líquidos primordiales y sustancias suspendidas en ellos. Los nutrientes son transportados por la sangre, que corre por vasos de diferentes calibres, y ella se encarga luego de recoger sus residuos “a domicilio” y llevarlos hacia los órganos que los procesan o los eliminan. Los “ríos” de sangre son impulsados por una poderosa bomba, el corazón, que no es centro de las emociones, como se asegura en un infinito número de poesías, sino parecido a una poderosa máquina industrial.*

# El sistema circulatorio

Es un sistema formado por tubos cerrados o vasos, donde circula la sangre impulsada por el corazón, que actúa como una bomba. Los vasos arteriales y venosos pueden ser considerados órganos individuales, mientras que los capilares, difundidos por todo el organismo, integran los tejidos y se pueden observar con el microscopio.

Los vasos sanguíneos que parten del corazón (arterias) o que llegan a él (venas) son los más grandes de todo el sistema. A medida que se alejan del corazón, aumenta el número de ramificaciones y disminuye su calibre.

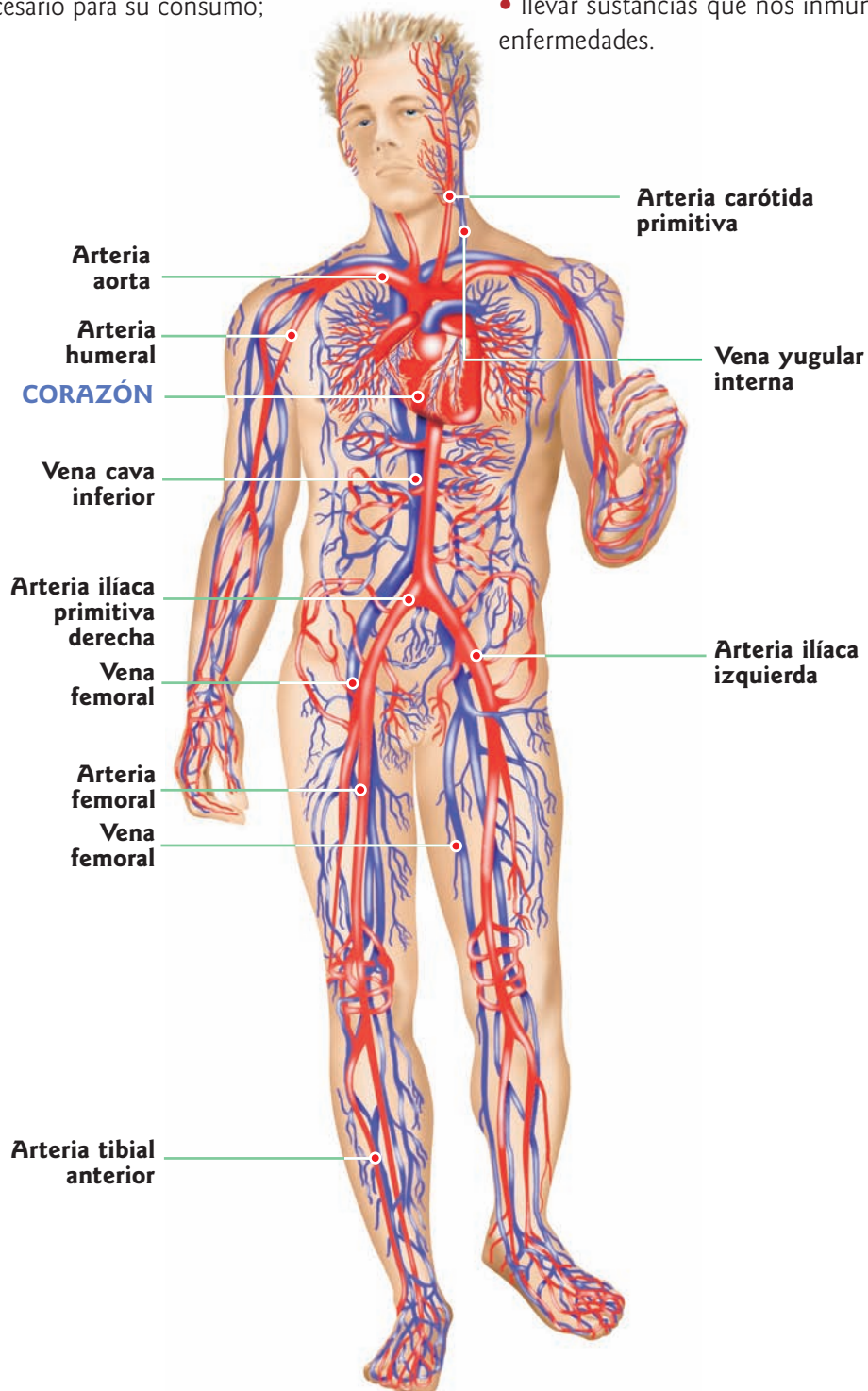
La distribución de la sangre en el cuerpo varía de acuerdo con las actividades, el esfuerzo realizado, la exposición al frío o al calor y las emociones. Por ejemplo, ante un estímulo nervioso, la piel de la cara puede enrojecerse (sensación de vergüenza) porque los capilares de esa región reciben más afluencia de sangre. Cuando hacemos un ejercicio físico, la sangre va a los músculos; cuando comemos, los vasos que irrigan los intestinos reciben más sangre; cuando hace frío, se llenan de sangre los vasos internos para conservar el calor.



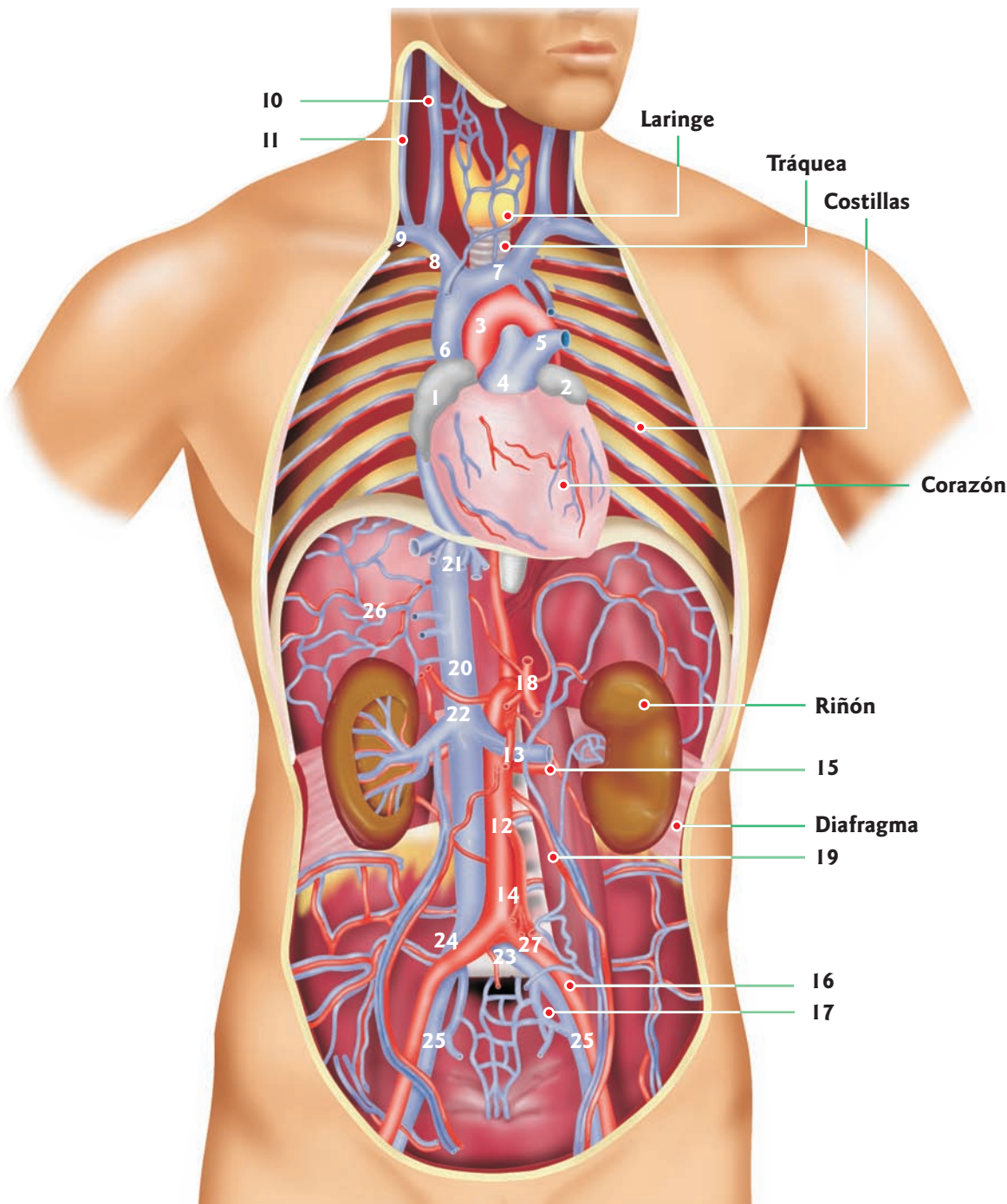
Las principales funciones del sistema circulatorio son:

- suministrar a todas las células el alimento necesario para su consumo;

- liberarlas de los productos de desecho;
- transportar las hormonas y otras sustancias de regulación del organismo;
- llevar sustancias que nos inmunizan contra enfermedades.

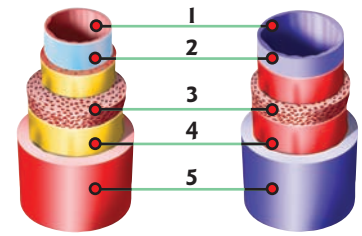


## VASOS DEL TRONCO: vista anterior



1. Orejuela derecha del corazón
2. Orejuela izquierda del corazón
3. Cayado de la aorta
4. Arteria pulmonar
5. Arteria pulmonar izquierda
6. Vena cava superior
7. Tronco venoso braquiocefálico izquierdo
8. Tronco venoso braquiocefálico derecho
9. Arteria subclavia derecha
10. Vena yugular interna derecha
11. Vena yugular externa derecha
12. Aorta abdominal
13. Arteria mesentérica superior

14. Arteria mesentérica inferior
15. Arteria renal izquierda
16. Arteria ilíaca externa izquierda
17. Arteria ilíaca interna izquierda
18. Tronco celíaco
19. Arteria y vena espermáticas izquierdas
20. Vena cava inferior
21. Venas suprarrenales
22. Vena renal derecha
23. Vena ilíaca primitiva izquierda
24. Vena ilíaca primitiva derecha
25. Venas ilíacas externas
26. Arterias y venas diafragmáticas
27. Arteria ilíaca primitiva



1. Endotelio
2. Membrana basal
3. Capa muscular
4. Membrana elástica
5. Adventicia

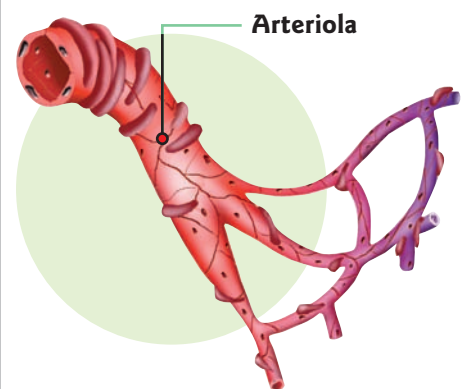
### LAS ARTERIAS

Tienen paredes fuertes y elásticas que se adaptan a las variaciones que se producen en el flujo sanguíneo. Transportan la sangre oxigenada del corazón a los tejidos.

### LAS VENAS

Están sometidas a menos presión que las arterias, por eso son más delgadas. Llevan la sangre cargada de desechos de regreso al corazón.

### CAPILARES



En los capilares, se produce la liberación de oxígeno y nutrientes, desde la sangre hacia los tejidos, y se recoge el dióxido de carbono y el material de desecho de éstos.

*El corazón se encuentra entre los dos pulmones y se apoya sobre el diafragma. Si bien está en la parte central del tórax, se halla desplazado respecto del eje medio, ya que su parte inferior se inclina ligeramente hacia el lado izquierdo (aproximadamente, un cuarto a la derecha y tres cuartos a la izquierda de la línea central).*

*El corazón presenta una consistencia compacta y es de color rojizo. Su tamaño fue comparado con el de un puño cerrado de la misma persona. Pesa, aproximadamente, 240 a 260 gramos en la mujer, y 250 a 280 gramos en el hombre.*

## El corazón

- **Ubicación:** está situado en la cavidad torácica y ocupa el **mediastino**, la parte central del tórax.
- **Forma:** es semejante a una pirámide triangular, con la base hacia atrás y a la derecha, y el vértice hacia delante y a la izquierda.

### Configuración externa

En el corazón se distinguen **tres caras, tres bordes, una base y un vértice**. Internamente, está formado por cuatro partes: las **aurículas derecha e izquierda** y los **ventrículos derecho e izquierdo**. La aurícula derecha está situada hacia atrás y hacia arriba del ventrículo derecho; la aurícula izquierda está hacia atrás y hacia arriba del ventrículo izquierdo. Los límites de las aurículas y de los ventrículos están indicados, en la superficie externa del corazón, por los **surcos interventriculares, interauriculares y auriculoventriculares**.

Las **tres caras del corazón** son: una **anterior o esternocostal**, una **inferior o diafragmática**, y una **lateral o izquierda**.

La **cara anterior o esternocostal** mira hacia delante, a la derecha y un poco hacia arriba. El **segmento ventricular** está ocupado, en su parte posterior, por los orificios de los dos grandes troncos arteriales que salen del corazón: el **orificio aórtico** y el **orificio de la arteria pulmonar**, situado por delante de aquél. El segmento

auricular presenta una ancha depresión, que recibe en su concavidad a la **aorta** y la **arteria pulmonar**. El fondo de la depresión corresponde al **tabique interauricular**.

La **cara inferior o diafragmática** es ligeramente convexa y está un poco inclinada hacia abajo y hacia delante.

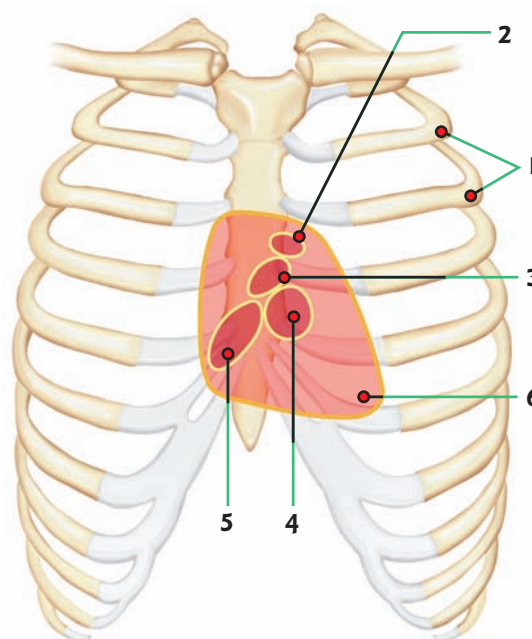
La **cara lateral o izquierda** mira hacia la izquierda y hacia atrás, es convexa de arriba hacia abajo. En el segmento auricular, se observa la aurícula izquierda.

El **borde derecho** separa la cara anterior de la inferior. Los **bordes izquierdos** separan la cara lateral izquierda de las caras anterior e inferior.

La **base** del corazón está constituida únicamente por las aurículas, y dividida en dos segmentos, uno derecho y otro izquierdo, por el **surco interauricular**. En la aurícula derecha se encuentran las desembocaduras de las venas cavas superior e inferior. En la aurícula izquierda, se ven los orificios de las cuatro venas pulmonares que en ella desembocan.

El **vértice** o punta del corazón está dividido por una ligera depresión, que une el surco interventricular anterior con el surco interventricular inferior, en dos partes: una, derecha, pequeña, que corresponde al ventrículo derecho, y otra, izquierda, más voluminosa, que pertenece al ventrículo izquierdo y ocupa el vértice mismo del corazón.

### UBICACIÓN DEL CORAZÓN EN RELACIÓN CON LOS HUESOS DEL TÓRAX



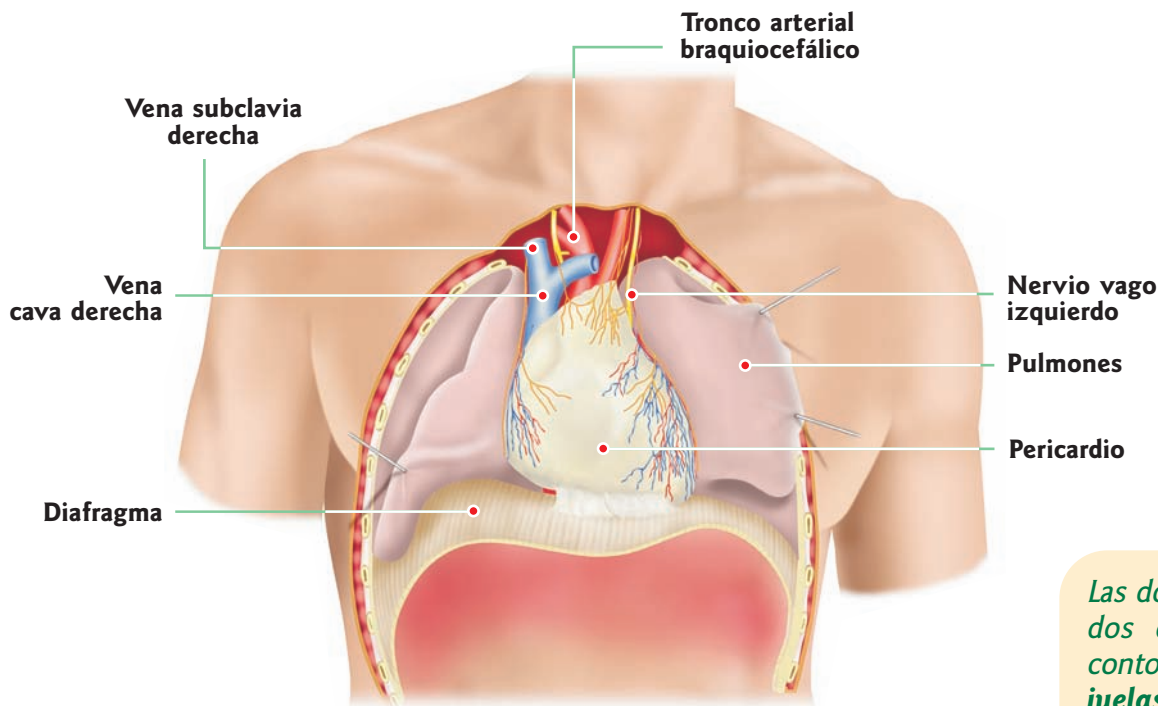
1. Costillas
2. Orificio pulmonar
3. Orificio aórtico
4. Orificio mitral
5. Orificio tricúspide
6. Vértice del corazón

## Estructura tisular del corazón

El corazón está envuelto por una capa fibroso-serosa o **pericardio**, que se compone de dos partes. La exterior o superficial, fibrosa, es el **saco fibroso pericárdico**; la otra, profunda, es la **serosa pericárdica**.

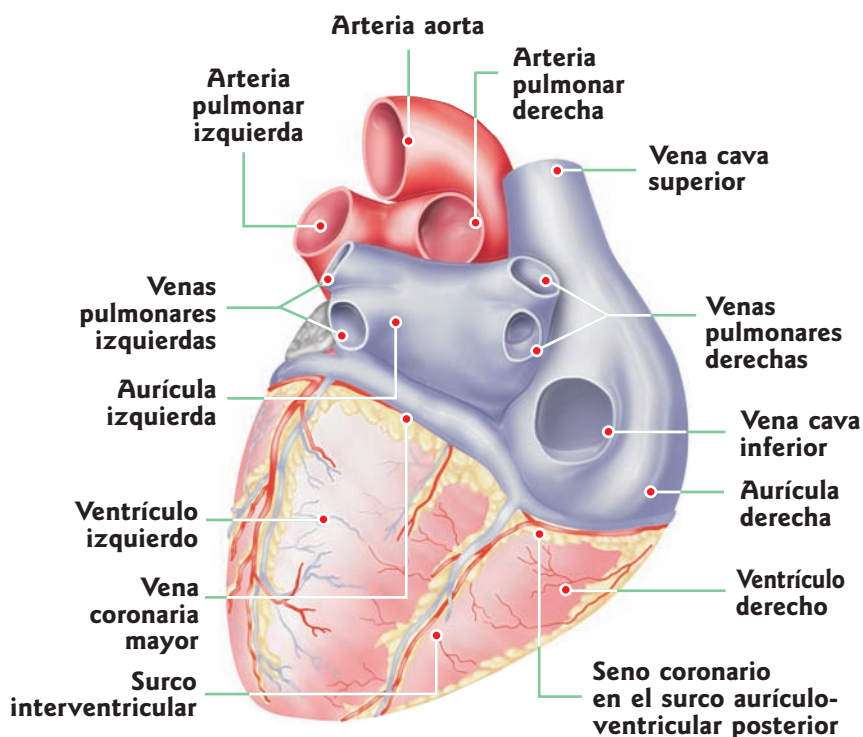
Por debajo del pericardio se encuentra la **túnica muscular gruesa** o miocardio, responsable del trabajo cardíaco. Internamente el corazón está revestido por el **endocardio**, que se continúa con la túnica interna de los vasos: por eso tienen las mismas características: finos y lisos para facilitar la circulación.

*El saco fibroso pericárdico ciñe el corazón y se une, mediante ligamentos, a los órganos vecinos: el esternón, la columna vertebral y el diafragma.*

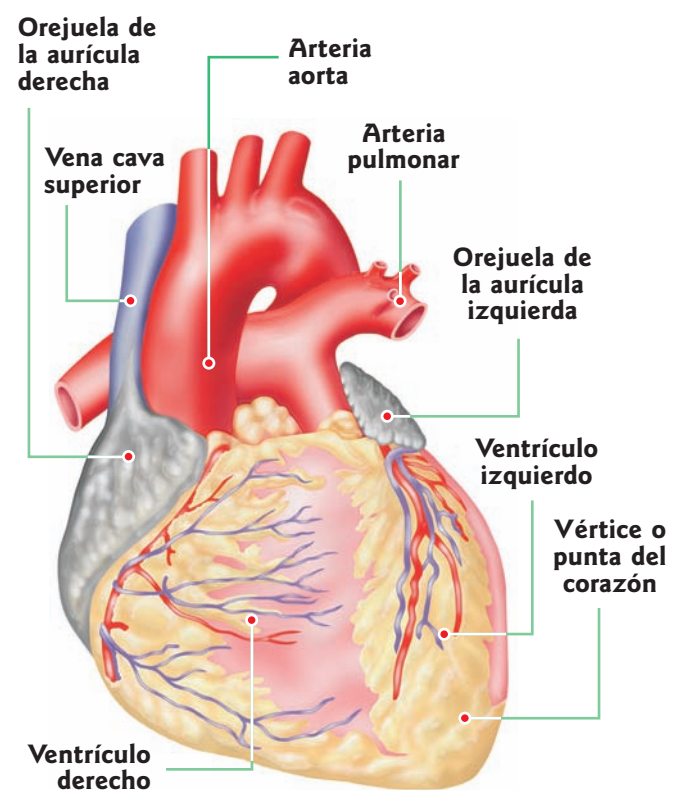


*Las dos aurículas se prolongan en dos divertículos aplanados de contornos irregulares: son las **orejuelas derecha e izquierda**, que rodean respectivamente a la aorta y a la arteria pulmonar. El **mediastino** es la región media de la caja torácica.*

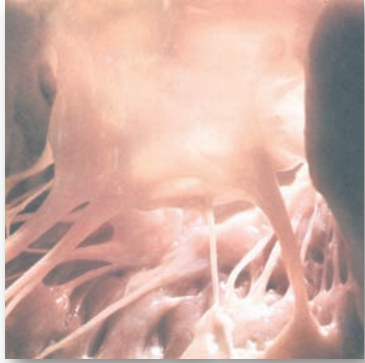
### CORAZÓN: vista posterior



### CORAZÓN: vista anterior



Fotografía de la válvula mitral. Ambas válvulas, la mitral y la tricúspide, están formadas por pliegues del endocardio, que se reflejan sobre un soporte de tejido fibroso, llamado cúspide.



## Configuración interna del corazón

Las cavidades del corazón se dividen en derechas e izquierdas. Las **cavidades derechas**, es decir, **la aurícula y el ventrículo derechos**, están separadas de las cavidades izquierdas, **la aurícula y el ventrículo izquierdos**, por los **tabiques interauricular e interventricular**, de tal manera que el corazón parece estar constituido por dos mitades independientes, una derecha y otra izquierda. Cada aurícula se comunica con su respectivo ventrículo por los **orificios aurículo-ventriculares**, los cuales están provistos de un aparato valvular conformado por la **válvula aurículo-ventricular** derecha o **tricúspide** (por estar formada por tres valvas), e izquierda o **bicúspide** (por estar formada por dos valvas). En el nacimiento de las arterias se encuentran los orificios arteriales, los cuales están provistos de tres válvulas: las **válvulas sigmoideas**. La válvula sigmoidea izquierda es la **aórtica**, y la válvu-

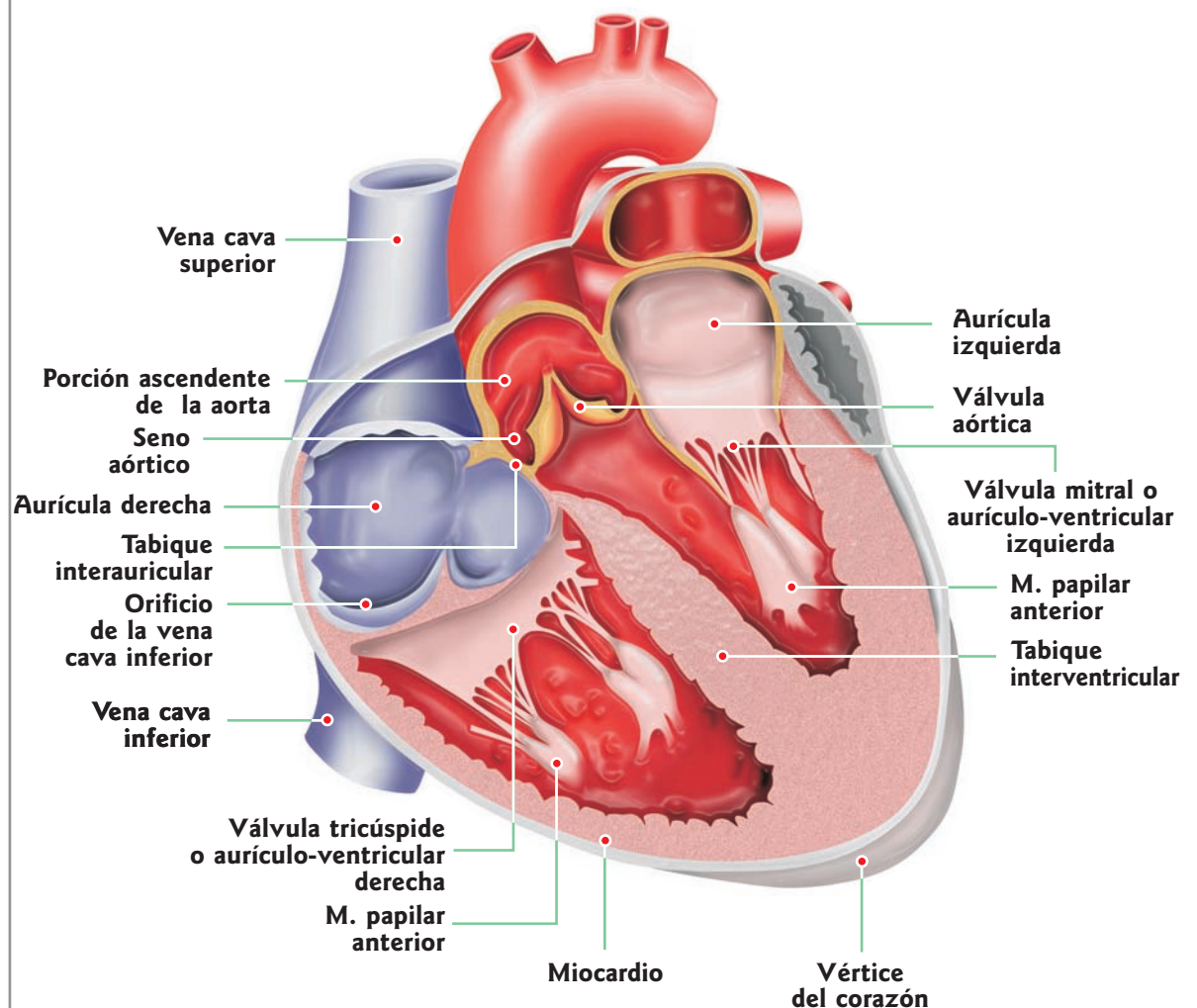
la sigmoidea derecha es la **pulmonar**.

Las paredes de los ventrículos son mucho más gruesas que las de las aurículas porque deben bombear la sangre más lejos. Además, la pared del ventrículo izquierdo es aún más gruesa que la del ventrículo derecho porque aquél debe enviar la sangre a todo el cuerpo.

Las paredes de los ventrículos presentan muchas salientes musculares llamadas **columnas carnosas**, las que son de tres órdenes. Las columnas carnosas de primer orden, llamadas *pilares del corazón* o músculos papilares, están unidas por su base a la pared ventricular. De su vértice se desprenden delgadas cuerdas tendinosas que terminan en los bordes y en la cara parietal de las válvulas aurículo-ventriculares. Las columnas carnosas de segundo orden están unidas a la pared ventricular por sus dos extremidades y quedan libres en el resto de su extensión. Las columnas carnosas de tercer orden se adhieren a la pared en toda su longitud; son simples salientes de la pared ventricular.

Cuando las válvulas se abren, se adaptan a las paredes y permiten que la sangre pase libremente de la aurícula al ventrículo. Al producirse la contracción ventricular, las válvulas provocan el cierre del orificio e impiden el reflujo de la sangre desde el ventrículo a la aurícula.

### VISTA VENTROLATERAL DE VENTRÍCULOS Y AURÍCULAS



# El sistema arterial

Las arterias que traen sangre al corazón son dos: la **arteria pulmonar** y la **arteria aorta**.

• **Arteria pulmonar.** Es una arteria de recorrido corto. Mide 3 cm de diámetro. En el orificio que la comunica con el ventrículo derecho, donde nace, se encuentra la **válvula sigmoidea pulmonar**. La arteria pulmonar se bifurca y origina la arteria pulmonar derecha y la arteria pulmonar izquierda; ambas se dirigen a los pulmones, conduciendo sangre carboxigenada.

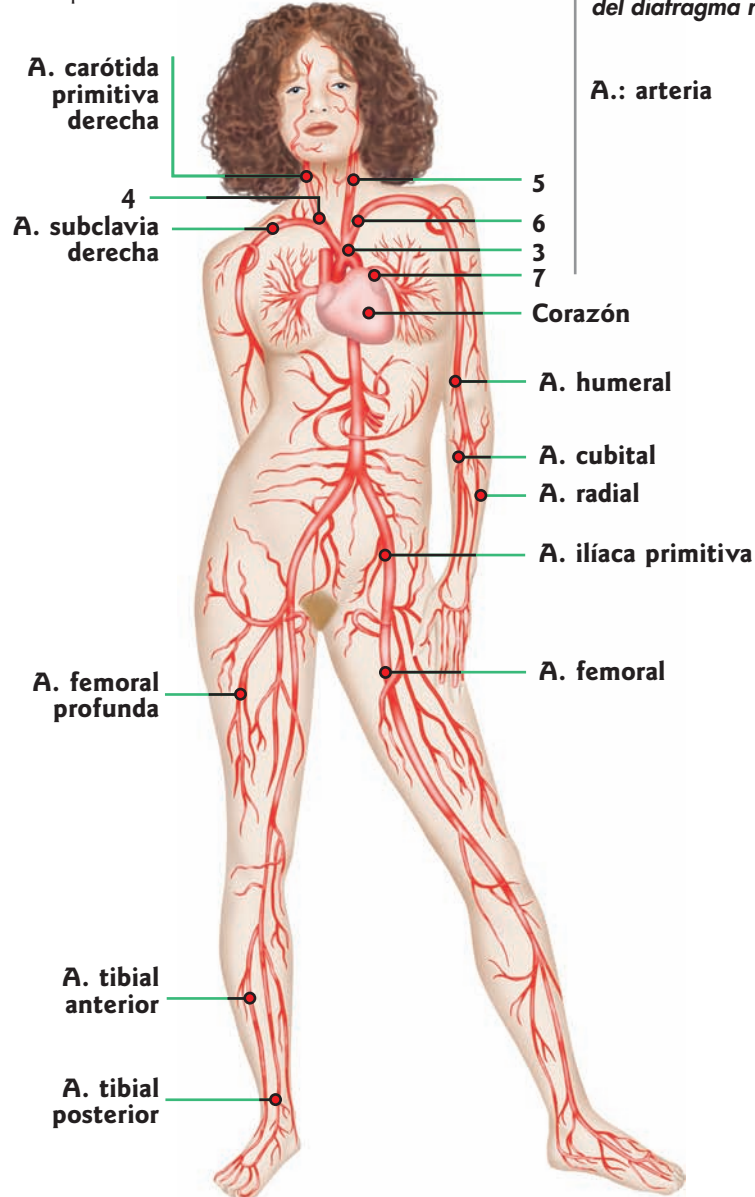
• **Arteria aorta.** De 3 cm de diámetro, esta arteria tiene un largo recorrido. Nace en la base del ventrículo izquierdo, y su orificio también está provisto de una **válvula sigmoidea**. Traza una curva o cayado (**cayado aórtico**) y desciende en forma vertical, en contacto con la columna vertebral. Termina a nivel de la 4.<sup>a</sup> vértebra lumbar, dividiéndose en dos ramas: las **arterias ilíacas primitivas derecha e izquierda**.

## Cayado de la aorta

- En la porción ascendente del cayado, nacen las **arterias coronarias**, que se introducen en los surcos aurículo-ventriculares e interventriculares.
- En la porción horizontal del cayado, nacen:
  - el **tronco braquiocefálico (4)**, que da dos ramas, la **carótida primitiva derecha**, que asciende por la región cervical derecha, y la **sub-**

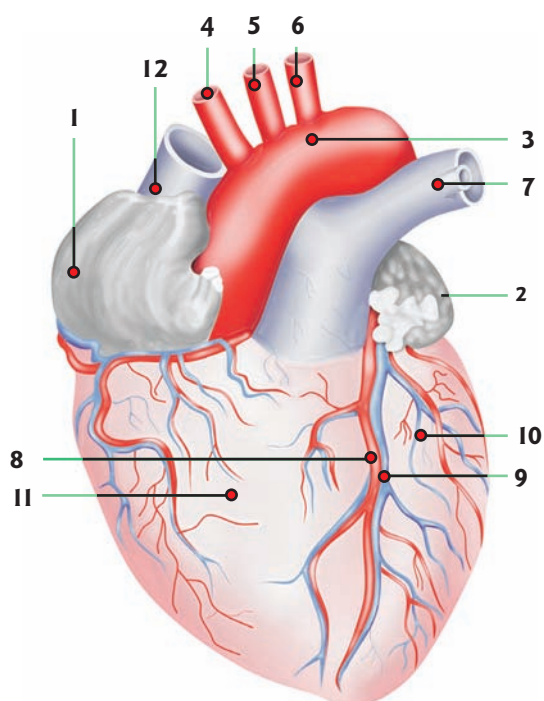
**clavia derecha**, que se dirige al brazo derecho; - la **carótida primitiva izquierda**, que asciende a la región cervical izquierda; - y la **subclavia izquierda**, que se dirige al brazo izquierdo.

*Según lo descrito, se distingue en la aorta un cayado (con una porción ascendente y una horizontal), y una aorta descendente (con una porción torácica y una abdominal, situadas por encima y por debajo del diafragma respectivamente).*



A.: arteria

## VASOS CORONARIOS: vista anterior



1. Orejuela de la aurícula derecha
2. Orejuela de la aurícula izquierda
3. Cayado de la aorta
4. Arteria subclavia derecha
5. Arteria carótida primitiva
6. Arteria subclavia izquierda
7. Arteria pulmonar
8. Arteria coronaria en el surco interventricular
9. Vena coronaria mayor en el surco interventricular (sistema venoso)
10. Ventrículo izquierdo
11. Ventrículo derecho
12. Vena cava superior (sistema venoso)

Ver diafragmáticas en pág. 87

Ver arteria humeral en pág. 86

Ver arteria ilíaca primitiva en págs. 86 y 87

## Arteria aorta descendente

- En la porción torácica, la aorta descendente da las siguientes ramas:
  - las **bronquiales** (3), que van a los bronquios;
  - las **esofágicas** (5 a 7), que irrigan al esófago;
  - las **mediastínicas** posteriores (de número variable), que se dirigen al mediastino;
  - las **intercostales** (12 de cada lado), que van a los espacios intercostales.
- En la porción abdominal, la aorta descendente da:
  - las **diafragmáticas inferiores**, que irrigan algunos órganos del tubo digestivo;
  - el **tronco celíaco**, que da tres ramas: la **esplénica** para el bazo, la **coronaria estomática** para el estómago, y la **arteria coronaria hepática** para el hígado;
  - las **mesentéricas superior e inferior**, que irrigan el intestino delgado y el grueso;
  - las **renales**, que irrigan los riñones.

## Ramas terminales de la aorta

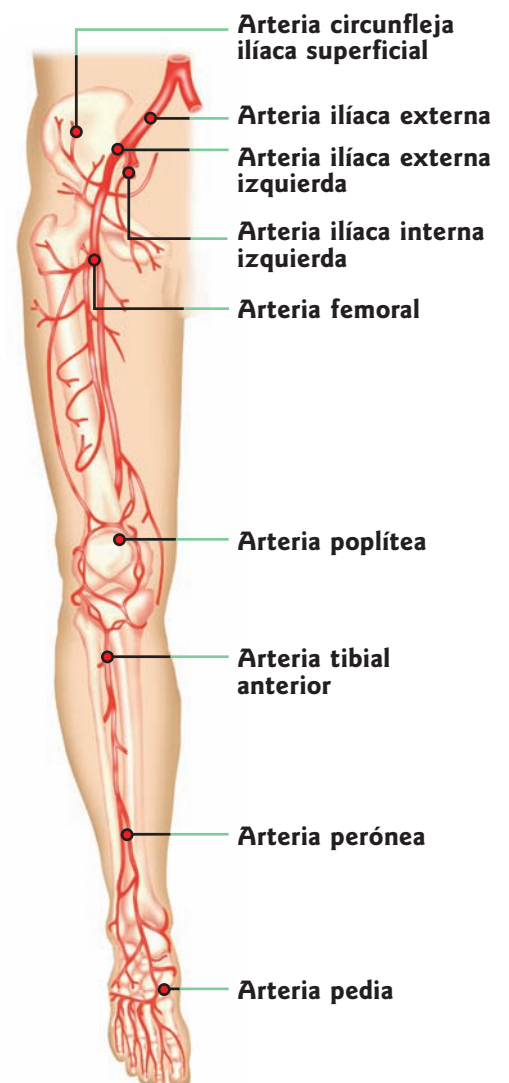
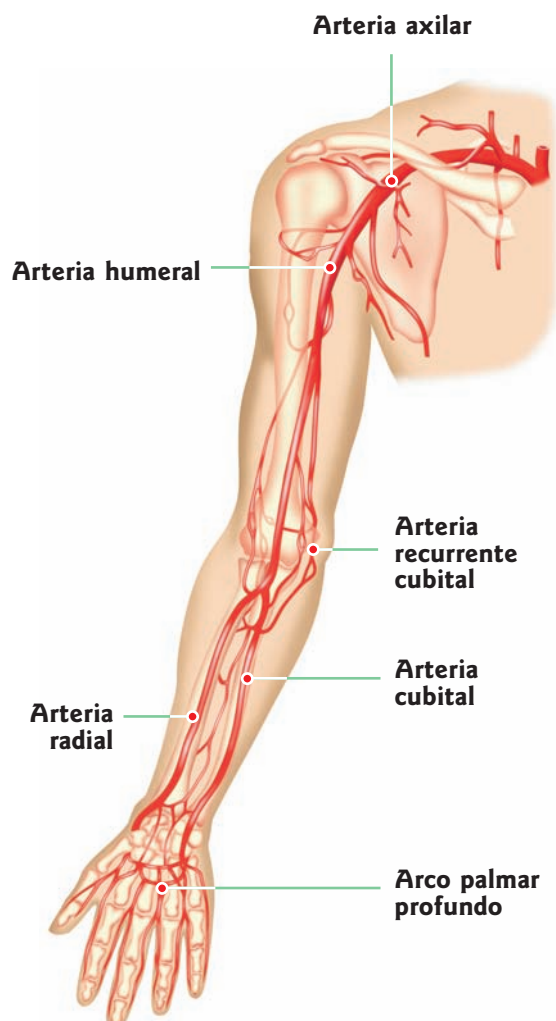
La **aorta terminal** se divide en dos: las **arterias ilíacas primitivas derecha e izquierda**. Cada una de ellas se divide en dos ramas: la **ilíaca externa** (que se dirige a los muslos) y la **ilíaca interna** (que irriga los órganos de la cavidad pelviana).

## Arterias del miembro superior

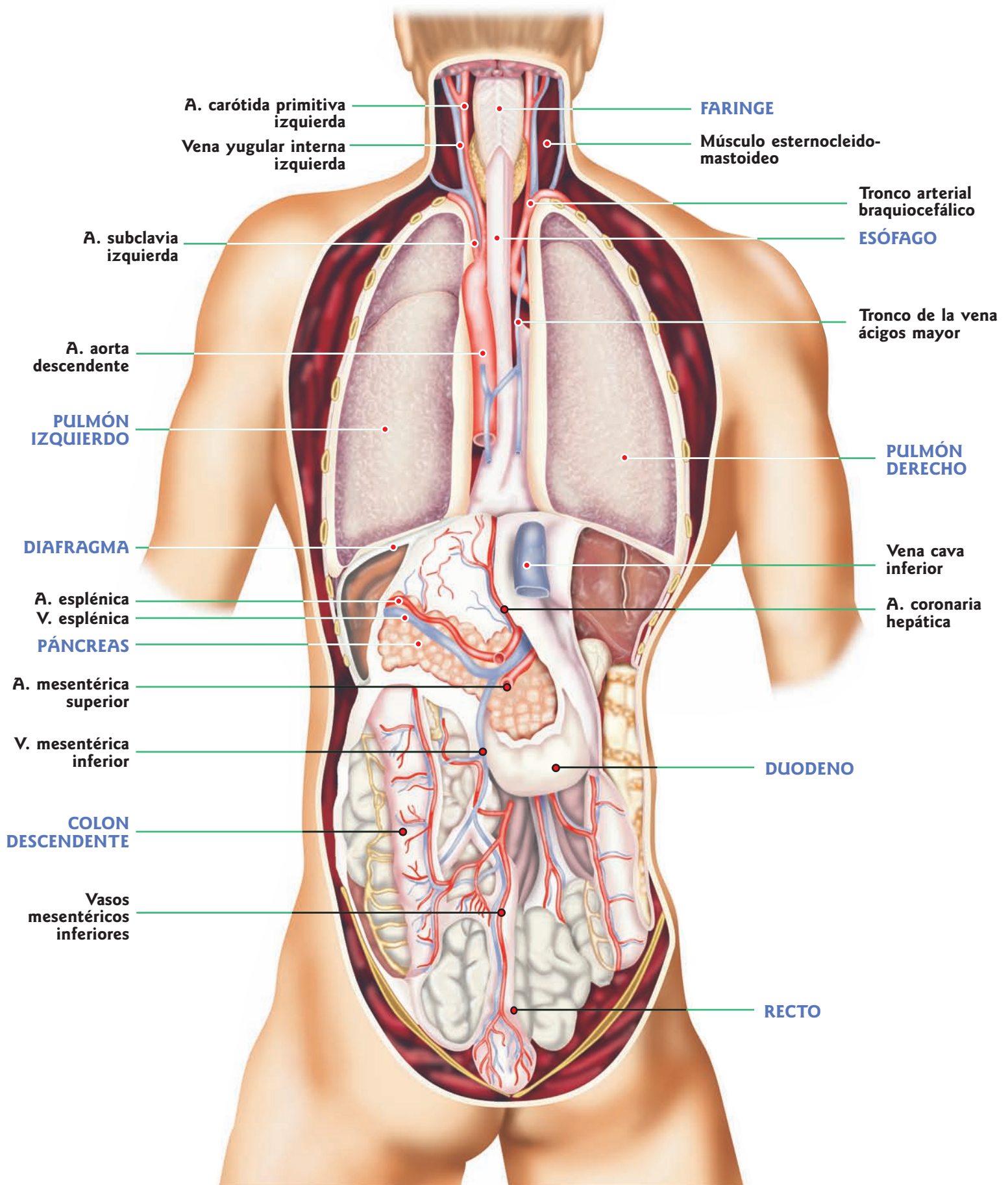
La **arteria subclavia** de cada lado, al llegar a la axila, cambia de nombre, llamándose ahora **arteria axilar**. Esta arteria, al penetrar en el brazo, se denomina **arteria humeral**. En el pliegue del codo, la humeral se divide en dos ramas que recorren el antebrazo: la **arteria radial** y la **arteria cubital**. Estas dos arterias forman en la palma de la mano los **arcos palmares superficial y profundo** que dan ramas que irrigan esta región.

## Arterias del miembro inferior

La **arteria ilíaca externa** se dirige al muslo, donde toma el nombre de **arteria femoral**. La arteria femoral recorre el muslo oblicuamente y, rodeándolo por su parte interna, penetra en la región poplítea, donde se denomina **arteria poplítea**. Esta arteria se divide en dos ramas: la **tibial anterior** y el **tronco tibioperóneo**. La **arteria tibial anterior**, al llegar al dorso del pie, toma el nombre de **arteria pedía**. El **tronco tibioperóneo** da dos ramas: la **arteria tibial posterior** y la **arteria perónea** que se dirigen hacia la planta del pie.



**CAVIDADES TORÁCICA Y ABDOMINAL:  
vista posterior**



# El sistema venoso

El sistema venoso está inervado por el sistema simpático, que mantiene el tono muscular de sus paredes. La falta de estímulo provoca la distensión y la acumulación de sangre.

Ver vena cava superior en págs. 87, 89 y 90

Ver venas pulmonares en pág. 89

Ver vena coronaria mayor en pág. 89

**A**l sistema de la arteria aorta y de la arteria pulmonar corresponde un sistema venoso, por donde regresa la sangre que las arterias conducen. La sangre que va a los pulmones por la arteria pulmonar regresa al corazón por las **venas pulmonares**. La que va al cuerpo y al propio corazón por la aorta y sus ramas retorna por las **venas cavas** y las **venas coronarias**.

## Subsistema venas pulmonares

Dos derechas y dos izquierdas, van desde los pulmones a la aurícula izquierda. Nacen en los capilares, en que terminan las ramificaciones de la arteria pulmonar, dentro de cada pulmón. Estas venas conducen sangre oxigenada.

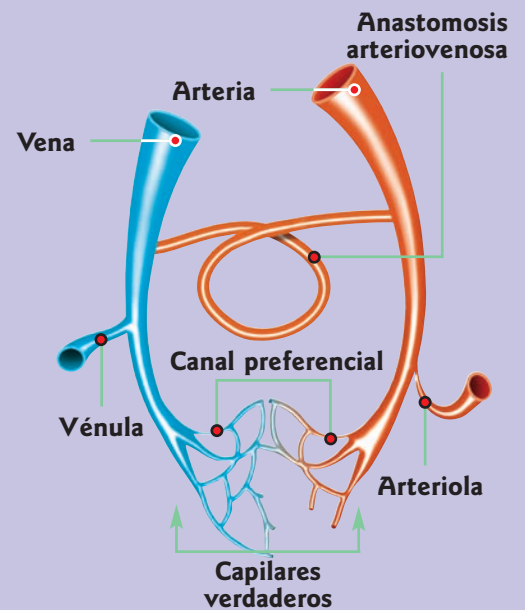
## Venas cardíacas

La sangre carboxigenada del propio corazón es transportada por pequeñas venas entre las que se destaca la **vena coronaria mayor**.

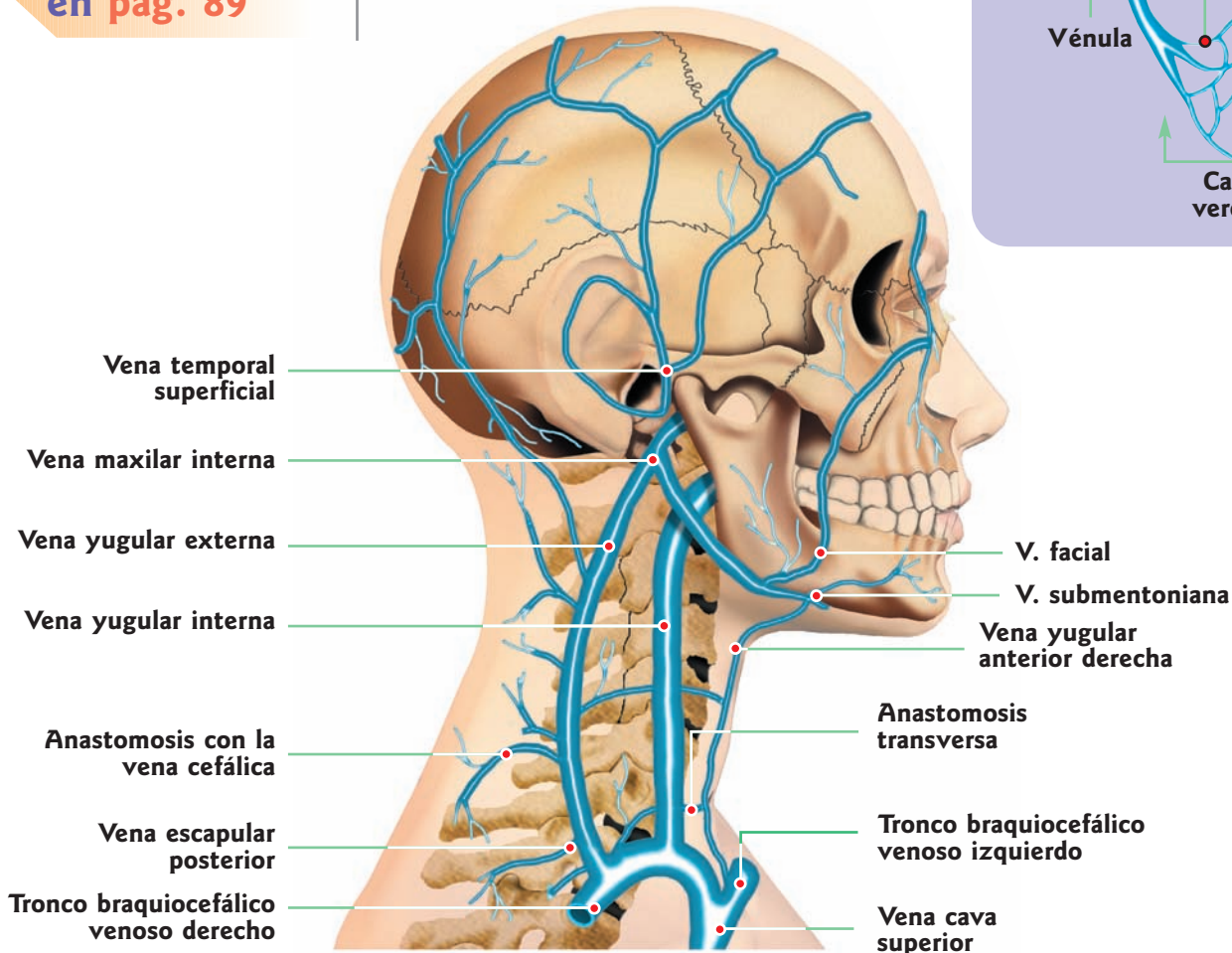
## Subsistema de la vena cava superior

La **vena cava superior** se forma por la anastomosis de dos **troncos venosos braquiocefálicos**, derecho e izquierdo. A su vez, cada tronco braquiocefálico venoso se forma por la anastomosis de la **vena yugular interna**, que desciende por la región cervical, y de la **vena subclavia** correspondiente. La **vena cava superior** vierte en la aurícula derecha toda la sangre carboxigenada procedente de las venas de la porción del cuerpo situada por encima del diafragma.

### ANASTOMOSIS DE LAS REDES CAPILARES



### VASOS DE LA CABEZA Y EL TRONCO



## Vena cava inferior

Esta gruesa y larga vena recibe la sangre carboxigenada de toda la porción del cuerpo que está por debajo del diafragma y la vierte en la aurícula derecha. La **vena cava inferior** se origina por la anastomosis de las **venas ilíacas primitivas, derecha e izquierda**. A su vez, cada íliaca primitiva proviene de la unión de las **venas ilíacas externa e interna** correspondientes.

## Subsistema de la vena porta

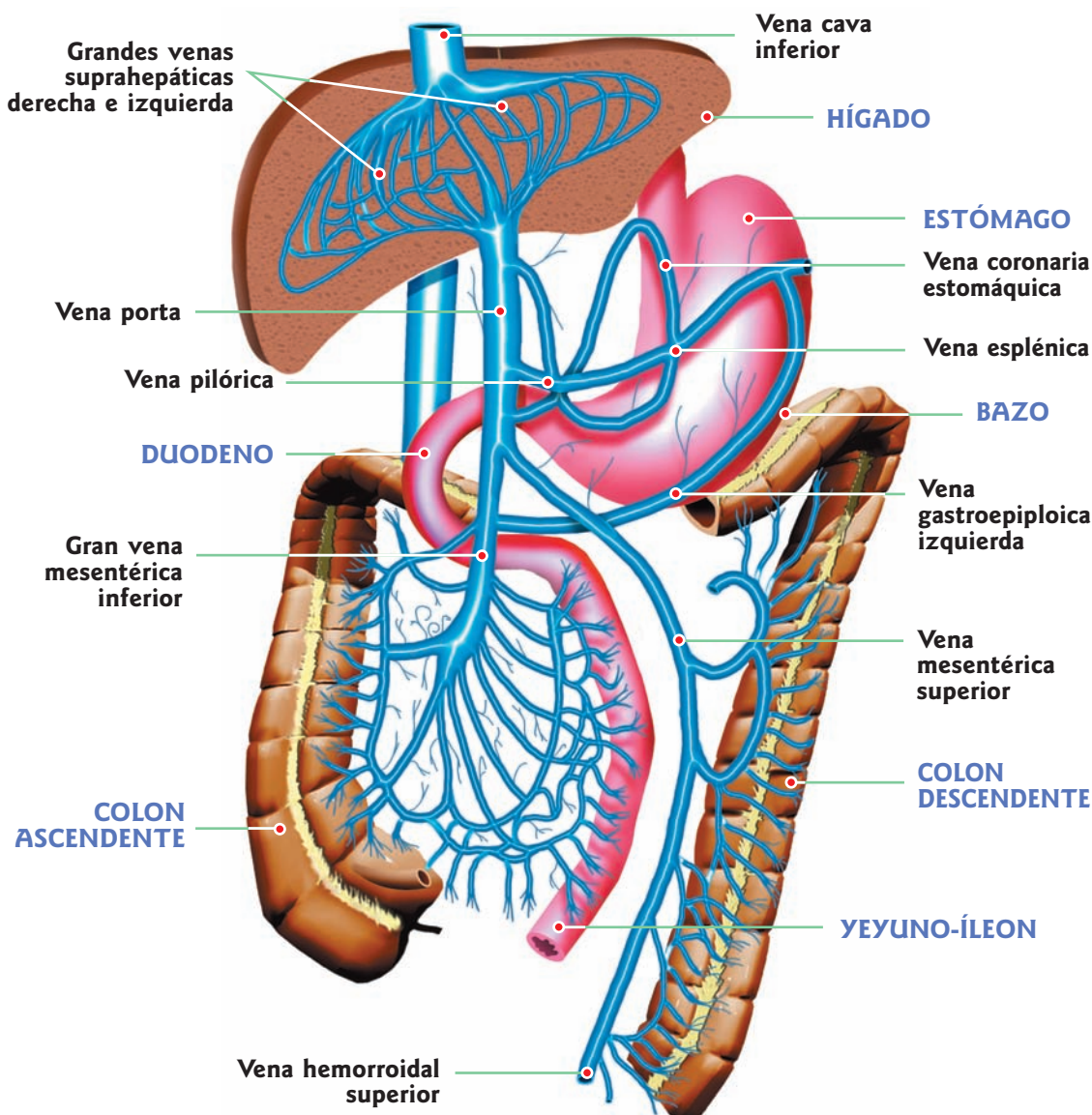
El subsistema de la **vena porta** es un sistema venoso dispuesto transversalmente entre el árbol arterial y el árbol venoso, a los que une. La **vena**

**porta** se origina por la unión de la **vena esplénica** y las **mesentéricas superior e inferior**. Primero se une la vena esplénica, que viene del bazo, con la vena mesentérica inferior, que viene del intestino. El tronco venoso común que se forma se une con la **vena mesentérica superior**, que también procede del intestino, originando la **vena porta**. La **vena porta** da dos ramas terminales que se introducen en el hígado por el surco transversal de esta glándula. Estas ramas se dividen a su vez, hasta formar redes capilares. A partir de estas redes capilares se constituyen nuevas venas, que finalmente, con el nombre de **venas suprahepáticas**, salen del hígado y desembocan en la **vena cava inferior**.

*Las venas de los miembros superiores e inferiores son superficiales y profundas. Unas y otras se comunican entre sí por medio de redes.*



### SUBSISTEMA DE LA VENA PORTA



**Ver vena cava inferior en págs. 89, 90 y 93**

*Las venas en las que la sangre corre de abajo hacia arriba, como las de los miembros inferiores, están provistas de válvulas ubicadas a diferentes distancias. Estas válvulas están formadas por una doble capa de endotelio, en forma de hojas que se unen y se cierran, lo que impide el reflujo de la sangre hacia abajo y el fraccionamiento de la columna líquida.*

# Funciones de los vasos y el corazón

Como vimos, la conformación de nuestro sistema circulatorio es bastante compleja. Esto se debe a que la circulación humana tiene determinadas características para poder transportar nutrientes y oxígeno a cada célula del cuerpo, y recoger sustancias de desecho para eliminarlas por diferentes vías.

**E**l sistema cardiovascular humano comprende de un órgano impulsor de la sangre, el corazón, y un conjunto de vasos por los que ésta circula: arterias, venas y capilares. La circulación del ser humano se define como vascular, cerrada, doble y completa.

**Vascular:** porque la sangre circula por vasos sanguíneos.

**Cerrada:** porque la sangre no sale de los vasos sanguíneos.

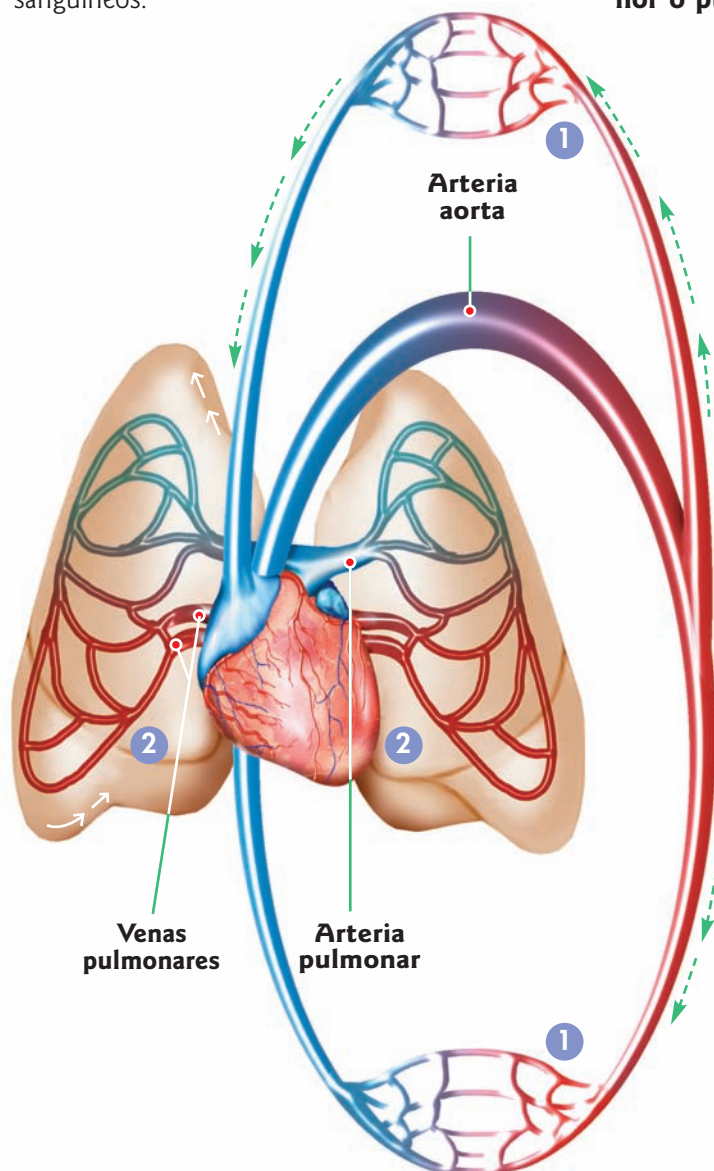
**Doble:** porque la sangre recorre dos circuitos, el pulmonar o menor, y el corporal o mayor.

**Completa:** porque la sangre carboxigenada no se mezcla con la oxigenada.

## El doble circuito de la sangre

La sangre recorre dos circuitos: **circulación mayor, sistémica o corporal**, y **circulación menor o pulmonar**.

Las venas pulmonares son la únicas que transportan sangre oxigenada (de los pulmones al corazón). Las arterias pulmonares son las únicas que llevan sangre carboxigenada (del corazón a los pulmones).



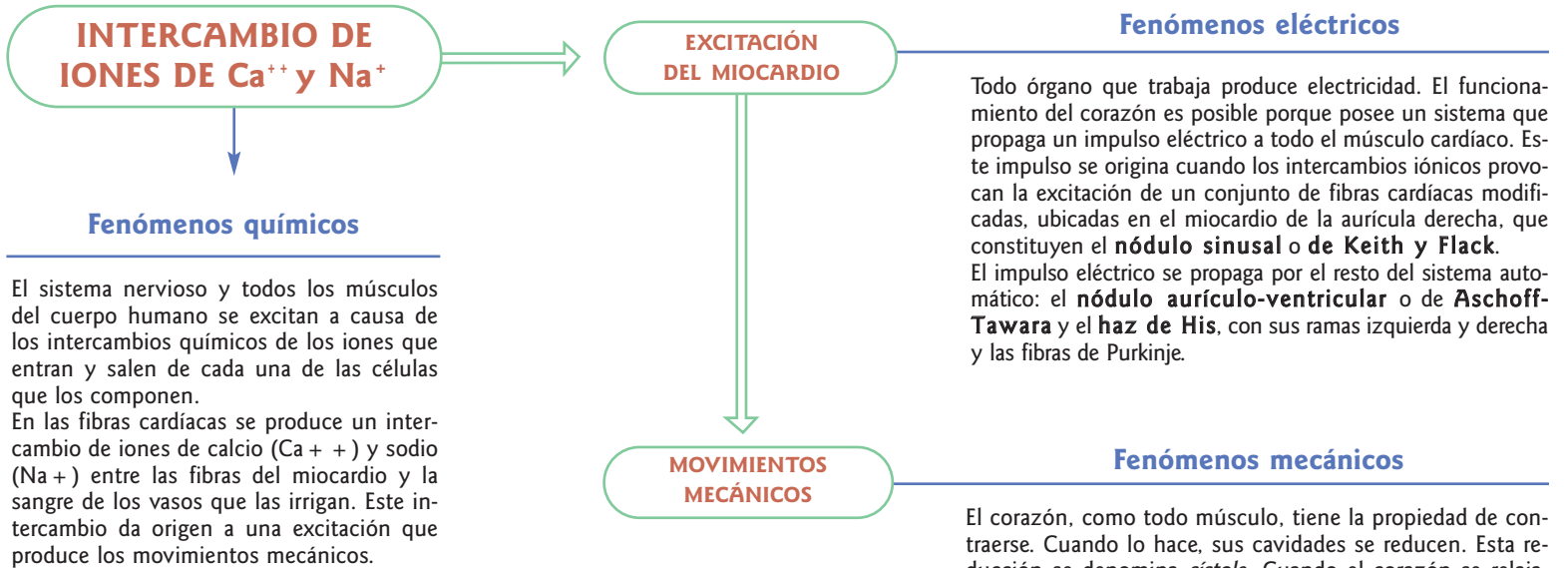
**1 Circulación mayor.** La sangre oxigenada es impulsada desde la aurícula izquierda hacia el ventrículo izquierdo, y de allí pasa a la arteria aorta. Ésta se bifurca en arterias de menor calibre, arteriolas y capilares; así, la sangre recorre toda la superficie corporal y deja, a su paso, el oxígeno en las células. A su vez, la sangre se carga de dióxido de carbono producido en las células, por lo que se transforma en carboxigenada. Los capilares arteriales se prolongan con los venosos, los cuales se reúnen en vasos de cada vez mayor calibre hasta formar las venas cavas superior e inferior. Estas venas llevan la sangre carboxigenada hasta la aurícula derecha. Allí termina la circulación mayor y comienza la circulación menor.

**2 Circulación menor.** La sangre carboxigenada pasa de la aurícula derecha al ventrículo derecho, y de allí es impulsada hacia la arteria pulmonar. Esta arteria lleva la sangre directamente a los pulmones. En los alvéolos pulmonares, tiene lugar el intercambio gaseoso o hematosis, y la sangre oxigenada vuelve a la aurícula izquierda a través de las venas pulmonares, donde finaliza la circulación menor.

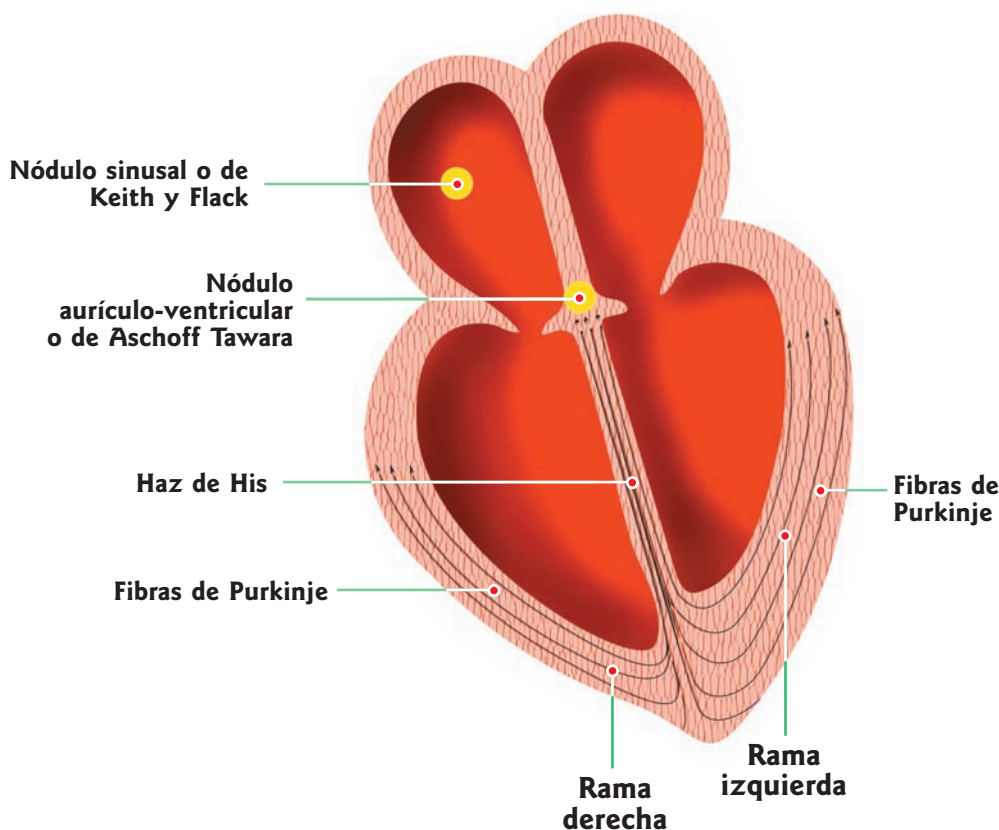
# El funcionamiento del corazón

Para impulsar la sangre a través del sistema circulatorio, el corazón realiza un **ciclo cardíaco**, al cual se lo define como la **sucesión de fenómenos químicos, eléctricos, mecánicos**

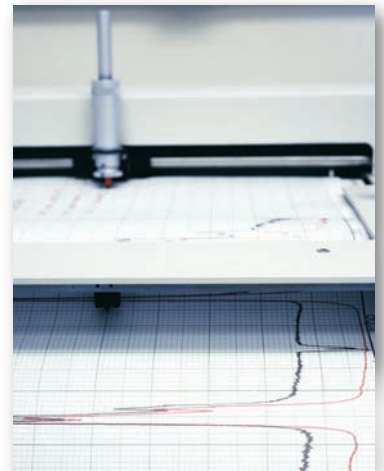
**cos y sonoros que suceden desde una sístole auricular hasta la siguiente.** Todo el ciclo cardíaco dura 0,8 segundos.



## FENÓMENOS ELÉCTRICOS



La actividad eléctrica del corazón se mide por medio del electrocardiógrafo, que registra las variaciones de las ondas eléctricas y las transcribe en el electrocardiograma.



El nódulo sinusal o de Keith y Flack es considerado un verdadero marcapasos del corazón, ya que su frecuencia de descarga determina la frecuencia del latido cardíaco.

**Frecuencia cardíaca**

Consiste en el número de ciclos cardíacos que se producen en un minuto. En condiciones normales, oscila entre 60 y 90 ciclos cardíacos por minuto, en el adulto. Estos valores se modifican a lo largo de la vida, ya que disminuyen a medida que aumenta la edad.

- **Recién nacido:** 140 cc/min.
- **Niño:** 90 cc/min.
- **Adulto:** 75 cc/min.

En algunas situaciones, la frecuencia cardíaca se altera por causas funcionales (cuando son de carácter adaptativo del organismo) o disfuncionales (una enfermedad).

- **Bradicardia:** menos de 60 cc/min.
- **Normocardia:** entre 60 y 90 cc/min.
- **Taquicardia:** más de 90 cc/min.



**Descripción de cada sístole y diástole**

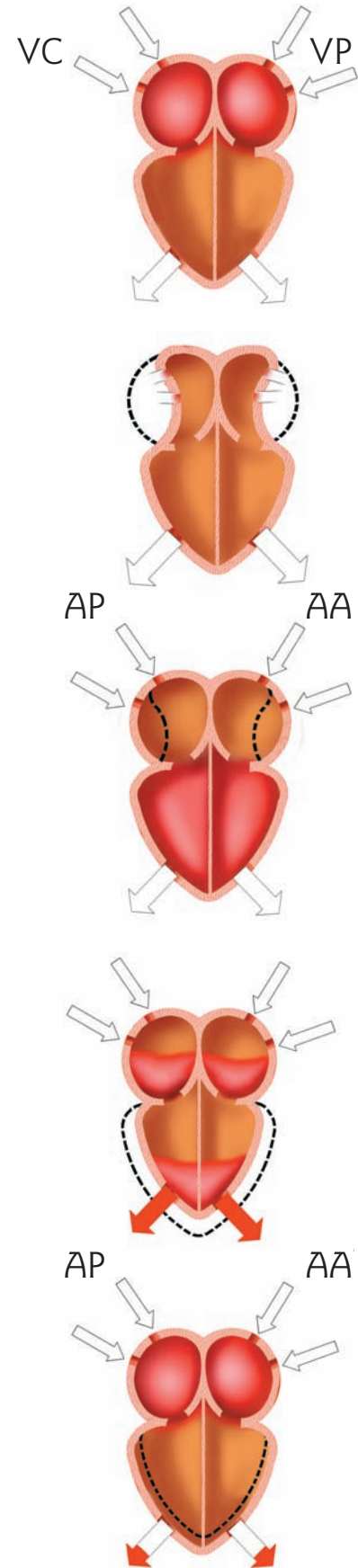
La **aurículas** están en **diástole**, llenas con sangre provenientes de las venas pulmonares (VP) y cavas (VC). Las **válvulas aurículo-ventriculares** están cerradas y aumenta la **presión** sanguínea intraauricular. Los **ventrículos** están en **diástole** y las **válvulas sigmoideas** están **cerradas**.

Se produce la **sístole auricular** por contracción de las aurículas. Las válvulas aurículo-ventriculares se abren. La **diástole ventricular** continúa y los ventrículos se llenan con sangre. Las **válvulas sigmoideas** se mantienen **cerradas**.

Las **válvulas aurículo-ventriculares** se cierran y producen un sonido (**primer ruido cardíaco**). Los **ventrículos** se llenan completamente, pero las válvulas sigmoideas están cerradas. La presión sanguínea intraventricular aumenta. Se produce una nueva **diástole auricular**.

Las **válvulas aurículo-ventriculares** se mantienen cerradas. Se produce una **sístole ventricular** y se abren las **válvulas sigmoideas**, por lo que comienza el pasaje de sangre hacia las arterias pulmonares (AP) y la arteria aorta (AA). Continúa la **diástole auricular** y las **aurículas** comienzan a llenarse.

Los **ventrículos**, ya vacíos, inician una **diástole ventricular**. Las válvulas sigmoideas se cierran y producen el **segundo ruido cardíaco**. Continúa la diástole auricular y las aurículas completan su llenado, mientras las válvulas aurículo-ventriculares siguen cerradas.



**REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL CICLO**

Segundos	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
<b>C. Auricular</b>			DIÁSTOLE AURICULAR					SA
<b>C. Ventricular</b>		S. V.				D. V.		

*El trabajo auricular y el ventricular son simultáneos, y el ciclo dura 0.8 segundos, durante el cual la diástole auricular y la diástole ventricular coinciden durante 0.4 segundos. Este proceso se repite sucesivamente durante toda la vida.*

# La composición de la sangre

Todas las células de un organismo dependen del sistema circulatorio, por cuanto la sangre es la que distribuye las sustancias nutritivas y recoge las sustancias tóxicas que provienen del metabolismo celular.

La sangre está compuesta, en un 55 % por una sustancia líquida: el plasma; y en un 45 % por los elementos celulares.

El **plasma** es un líquido de color amarillento que actúa como una sustancia intercelular líquida. En él se mueven las células sanguíneas.

Sus funciones son las siguientes:

- conducir las células sanguíneas;
- transportar sustancias alimenticias;
- conducir sustancias nocivas desde las células hacia los **riñones** y las **glándulas sudoríparas** (donde son eliminadas al exterior), y dióxido de carbono hacia los pulmones.

COMPOSICIÓN DE LA SANGRE



Ver riñones en pág. 107

Ver glándulas sudoríparas en pág. 142

El **plasma** sanguíneo está constituido por dos tipos de sustancias, unas de concentración variable (*urea, hormonas*) y otras de concentración constante.

Las **células sanguíneas** o elementos figurados de la sangre pertenecen a tres clases: **hematíes, eritrocitos** o **glóbulos rojos**; **leucocitos** o **glóbulos blancos**; y **trombocitos** o **plaquetas**.

	Glóbulos rojos	Glóbulos blancos	Plaquetas
<b>Características</b>	Con forma de disco bicóncavo, en su origen son nucleados pero luego pierden el núcleo. Contienen hemoglobina para transportar los gases respiratorios.	Son células con núcleo. Se diferencian en leucocitos y linfocitos.	Son fragmentos de células a menudo sin núcleo.
<b>Origen</b>	Se originan en la médula ósea y se almacenan en el bazo.	Los leucocitos se originan en la médula ósea, y los linfocitos se forman en los ganglios linfáticos.	Se originan en la médula ósea.
<b>Destrucción</b>	Hígado y bazo.	Hígado y bazo.	Hígado y bazo.
<b>Cantidad</b>	5 000 000/mm <sup>3</sup> de sangre	6 000 a 8 000/mm <sup>3</sup> de sangre	150 000 a 300 000/mm <sup>3</sup> de sangre
<b>Función</b>	Transportan los gases respiratorios.	Defensa del organismo, para lo cual engloban y digieren las partículas extrañas.	Intervienen en la coagulación.



Una de las pruebas que se realizan antes de una intervención quirúrgica es el tiempo de coagulación.



### ¿Por qué se coagula la sangre?

Dentro del organismo, la sangre fluye en estado líquido y no se coagula debido a la acción de una proteína: la *heparina*. En cambio, fuera de los vasos, sí se coagula.

Cuando la piel sufre una herida y se rompe un vaso sanguíneo, después de un tiempo, la sangre deja de fluir y se empieza a formar una cascarita que obstruye por completo su salida, fenómeno conocido como **coagulación sanguínea**.

Las plaquetas se adhieren a los bordes irregulares de la herida y forman un tapón plaquetario, liberando una enzima, la **tromboquinasa**. En presencia de ésta y de los iones de calcio, se activa el primer factor de coagulación: la **protrombina**. Otro mecanismo libera del interior de las plaquetas otra sustancia, la **tromboplastina**, que favorece la transformación de protombina en **trombina**. Bajo la influencia de la **trombina**, el **fibrinógeno**, una de las proteínas disueltas en el plasma,

se transforma en **fibrina insoluble**. Esta sustancia forma una red en la que quedan atrapados los glóbulos blancos y rojos, constituyendo así el **coágulo sanguíneo**.

### Los grupos sanguíneos

El **grupo sanguíneo** es un carácter hereditario de gran importancia. Se pueden distinguir cuatro grupos básicos: **A**, **B**, **AB** y **0**. Que una persona pertenezca a uno u otro grupo depende de los **aglutinógenos** o **antígenos**, proteínas específicas presentes en las membranas plasmáticas de los glóbulos rojos. Hay dos clases de aglutinógenos: **A** y **B**.

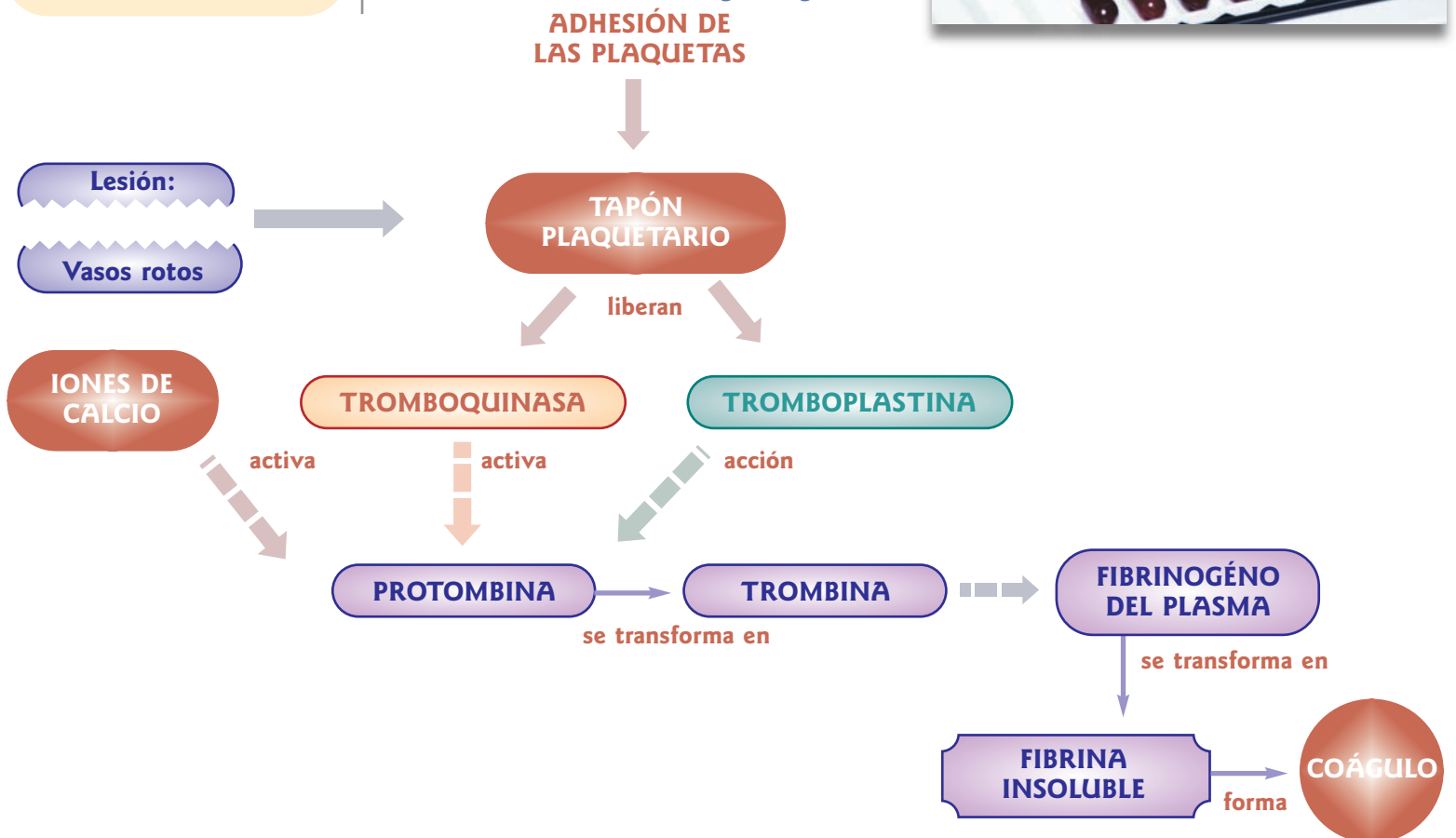
Las personas que poseen el aglutinógeno A pertenecen al **grupo sanguíneo A**; las que poseen el B pertenecen al **grupo B**. Las personas que poseen los dos aglutinógenos integran el **grupo AB**. En cambio, las que carecen de estas proteínas pertenecen al **grupo 0**.



Cuando algunos de los mecanismos mencionados faltan o resultan inactivos (por ejemplo, ausencia de calcio, insuficiente o nula producción de plaquetas, falta de fibrinógeno), una herida leve puede resultar muy peligrosa porque la sangre no se coagula.

Las **aglutininas**, sustancias que contienen el suero, se denominan según el aglutinógeno al que hacen aglutinar:

- antiA → aglutina al aglutinógeno A
- antiB → aglutina al aglutinógeno B
- antiAB → aglutina ambos aglutinógenos



## Los grupos sanguíneos

Otro **aglutinógeno** presente en los **glóbulos rojos** de algunas personas se denomina **factor Rhesus** o **Rh**. Las personas que lo poseen pertenecen al factor Rh + (positivo) y en su plasma circula una aglutinina **antiRh**, incompatible con el factor Rhesus.

También el **factor Rh** debe tenerse en cuenta cuando se va a realizar una transfusión, para evitar que el plasma del receptor provoque la aglutinación de los glóbulos rojos del dador dentro del torrente sanguíneo de aquél.

*Cada persona posee en su sangre una combinación de aglutinógenos y aglutininas que no desencadenan aglutinación.*

SANGRE GRUPO	AGLUTINÓGENO (en la pared del glóbulo rojo)	AGLUTININA (en el plasma)
<b>A</b>	<b>A</b>	<b>antiB</b>
<b>B</b>	<b>B</b>	<b>antiA</b>
<b>AB</b>	<b>AB</b>	<b>carece de aglutinina</b>
<b>O</b>	<b>carece de aglutinógeno</b>	<b>-</b>

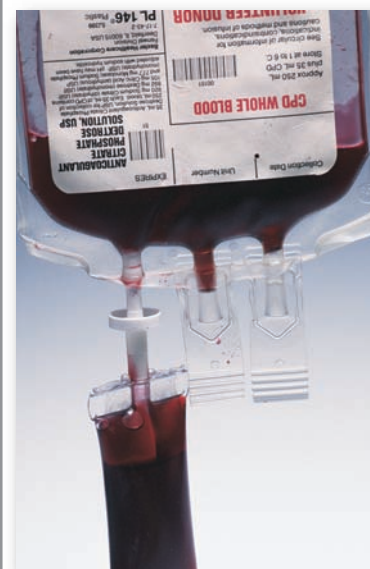
Cuando se realiza una **transfusión de sangre**, debe haber compatibilidad entre la sangre del receptor y la del donante; en caso contrario, los glóbulos rojos del dador se aglutinan y hemolizan en la sangre del receptor, poniendo en peligro su vida.

En este cuadro podemos observar la relación entre los grupos y su compatibilidad:

GRUPO	AGLUTINÓGENO	AGLUTININA	ES DADOR PARA EL GRUPO	ES RECEPTOR EL GRUPO
<b>A</b>	<b>A</b>	<b>antiB</b> o $\beta$	<b>A - AB</b>	<b>O - A</b>
<b>B</b>	<b>B</b>	<b>antiA</b> o $\alpha$	<b>B - AB</b>	<b>O - B</b>
<b>AB</b>	<b>AB</b>	<b>-</b>	<b>AB</b>	<b>AB - A - B - O</b>
<b>O</b>	$\tau$	$\alpha$ y $\beta$	<b>A - B - AB - O</b>	<b>O</b>

*Los **aglutinógenos** se llaman así porque, puestos en presencia de otras proteínas que circulan en el plasma sanguíneo (las **aglutininas**), pueden originar una reacción de aglutinación, por la cual los glóbulos rojos se adhieren entre sí y se destruyen. Este fenómeno se conoce como **hemólisis**.*

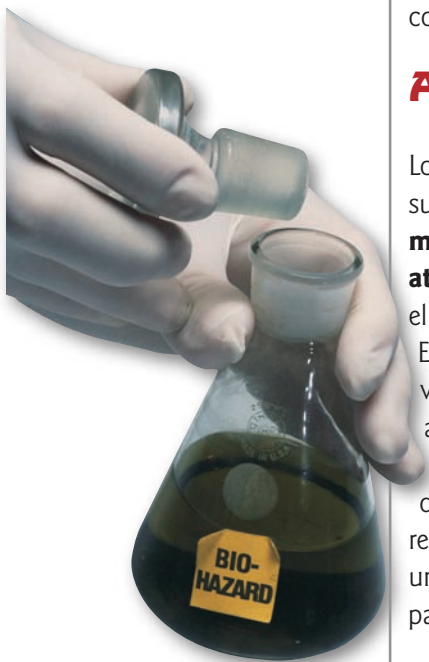
GRUPO	FACTOR	ES DADOR PARA:	ES RECEPTOR DE:
<b>A</b>	<b>Rh<sup>+</sup></b>	<b>A<sup>+</sup> AB<sup>+</sup></b>	<b>A<sup>+</sup> A<sup>-</sup> O<sup>+</sup> O<sup>-</sup></b>
	<b>Rh<sup>-</sup></b>	<b>A<sup>+</sup> A<sup>-</sup> AB<sup>+</sup> AB<sup>-</sup></b>	<b>A<sup>-</sup> O<sup>-</sup></b>
<b>B</b>	<b>Rh<sup>+</sup></b>	<b>B<sup>+</sup> AB<sup>+</sup></b>	<b>B<sup>+</sup> B<sup>-</sup> O<sup>+</sup> O<sup>-</sup></b>
	<b>Rh<sup>-</sup></b>	<b>B<sup>+</sup> B<sup>-</sup> AB<sup>+</sup> AB<sup>-</sup></b>	<b>B<sup>-</sup> O<sup>-</sup></b>
<b>AB</b>	<b>Rh<sup>+</sup></b>	<b>AB<sup>+</sup></b>	<b>A<sup>+</sup> A<sup>-</sup> AB<sup>+</sup> AB<sup>-</sup> B<sup>+</sup> B<sup>-</sup> O<sup>+</sup> O<sup>-</sup></b>
	<b>Rh<sup>-</sup></b>	<b>AB<sup>+</sup> AB<sup>-</sup></b>	<b>A<sup>-</sup> AB<sup>-</sup> B<sup>-</sup> O<sup>-</sup></b>
<b>O</b>	<b>Rh<sup>+</sup></b>	<b>A<sup>+</sup> AB<sup>+</sup> B<sup>+</sup> O<sup>+</sup></b>	<b>O<sup>+</sup> O<sup>-</sup></b>
	<b>Rh<sup>-</sup></b>	<b>A<sup>+</sup> A<sup>-</sup> AB<sup>+</sup> AB<sup>-</sup> B<sup>+</sup> B<sup>-</sup> O<sup>+</sup> O<sup>-</sup></b>	<b>O<sup>-</sup></b>



# Enfermedades del sistema circulatorio y de la sangre

*El corazón y los vasos sanguíneos exigen un gran cuidado, pues de su buen funcionamiento depende gran parte de la salud del organismo. Hoy se sabe que muchas de las enfermedades que los afectan pueden prevenirse con una vida sana.*

*La hemofilia es un trastorno congénito-hereditario de la coagulación. Se transmite por el cromosoma sexual X y se manifiesta únicamente en los varones, mientras que las mujeres son solamente portadoras. El síntoma más general es la aparición de hemorragias por causas injustificadas.*



**L**os **trastornos del sistema circulatorio** pueden originarse en un mal estado del corazón, de los vasos, o de ambos a la vez.

Las enfermedades cardíacas se llaman, de modo general, **cardiopatías**. Sus causas son numerosas y complejas: anomalías congénitas (que aparecen durante la gestación de un nuevo ser, factores hereditarios), lesión en las arterias coronarias que impide el riego normal del corazón, lesión en las aurículas o en todo el músculo cardíaco, enfermedades infecciosas.

## Aneurismas y arteriosclerosis

Los grandes vasos, en especial la aorta, pueden sufrir dilataciones anormales, llamadas **aneurismas**, producidas generalmente por **placas de ateroma**, depósitos de colesterol que aumentan el grosor de sus paredes.

En la **arteriosclerosis**, este proceso degenerativo se agrava y produce el endurecimiento de las arterias y la pérdida de su elasticidad.

Las lesiones más peligrosas son las que se producen en los vasos sanguíneos que irrigan el cerebro y provocan accidentes cerebrovasculares, una de las principales causas de muerte en los países desarrollados.

## La insuficiencia cardíaca

Consiste en la incapacidad del corazón para garantizar la distribución de la sangre que el organismo necesita en diferentes estados. Implica,

por lo tanto, un reparto desequilibrado de la masa sanguínea en circulación y una **anoxia** (privación de oxígeno) a nivel de los tejidos.

Se producen por lesiones en la parte izquierda del corazón (**IVI: insuficiencia ventricular izquierda**), la parte derecha (**IVD: insuficiencia ventricular derecha**) o todo el músculo cardíaco (**ICG: insuficiencia cardíaca global**).

Las personas con **IVD** tienen sensación de pesadez (dolores hepáticos sordos), que se presentan con la marcha y aumentan si continúan andando. Otros signos son la turgencia de las venas yugulares y el aumento de la presión venosa. Generalmente, al final de una jornada, un enfermo de **IVI** tendrá edemas en los tobillos.

La **ICG** aparece, la mayor parte de las veces, como consecuencia de otras cardiopatías. Su signo funcional mayor es la **disnea**. Otras manifestaciones son: tos, expectoración, dolores hepáticos permanentes, palpitaciones frecuentes y, a veces, crisis anginosas.

## Trombosis venosa o flebitis

Consiste en la inflamación de una vena por la formación de un coágulo sanguíneo. Se manifiesta, generalmente, por dolor, fiebre sin causa aparente y una aceleración del pulso.

Se presenta, en ocasiones, en personas inmovilizadas en la cama por enfermedades, en operados recientes y en embarazadas.

### Enfermedades infecciosas que alcanzan el miocardio (miocarditis)

Reumatismo articular agudo (RAA), difteria, fiebre tifoidea; infecciones ocasionadas por bacterias, por virus o por parásitos, como la fiebre reumática (enfermedad de origen bacteriano que afecta las articulaciones, el cerebro y especialmente las válvulas cardíacas) o el mal de Chagas-Mazza; enfermedades de origen metabólico, como hipertiroidismo, beriberi y etilismo.