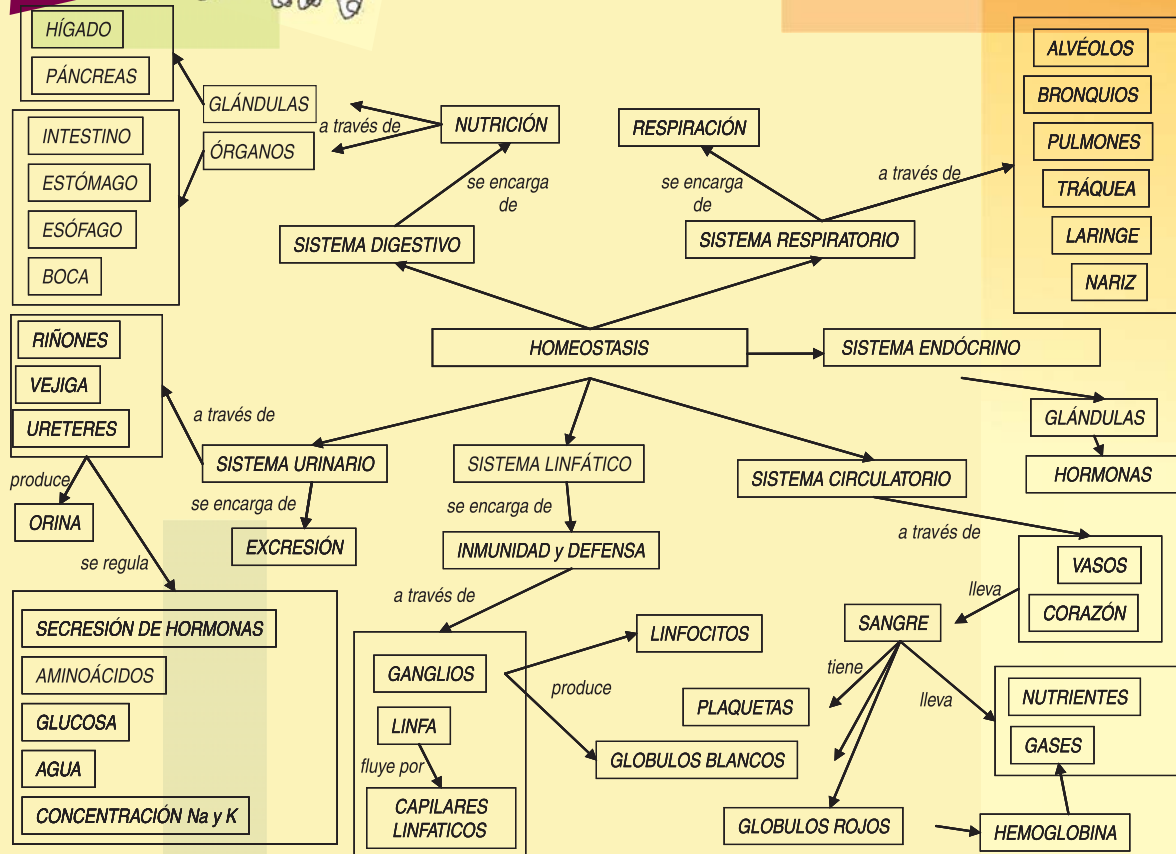




# ¿Cómo estudiar?



*El cuerpo funciona como un sistema a través del cual la energía fluye. La homeostasis implica el equilibrio del sistema. Los cambios ocurridos en alguna parte del complejo impactan sobre otra. Estos son los conceptos esenciales abordados en este capítulo. El esquema nos muestra la dependencia e interrelación de los temas tratados aquí.*

## Capítulo 6

# EL CUERPO HUMANO COMO SISTEMA

*“Lo que es válido para la bacteria lo es para el elefante”*

*Jacques Monod.*

Todos los animales multicelulares compartimos estrategias similares para el intercambio de materiales con el medio. La captación de nutrientes está a cargo del sistema digestivo, la de oxígeno del respiratorio y la eliminación de desechos del sistema excretor. Estos tres sistemas están provistos de tubos o dispositivos que comunican el interior del cuerpo con el exterior. Cada dispositivo posee regiones especializadas en las cuales se producen intercambios con los fluidos y células que conforman las paredes del tubo.

Los alimentos entran por la boca y son dirigidos hacia el interior del cuerpo por medio de un tubo donde se degradan hasta que pueden ser introducidos al torrente circulatorio. El oxígeno ingresa al cuerpo por un sistema de tubos que llega a los pulmones, donde pasa por difusión también a la sangre. El sistema excretor colecta los desechos del torrente sanguíneo y los transporta desde los riñones al exterior. Estos sistemas están interconectados mediante tres tipos de fluidos, el intracelular, el extracelular o tisular y el sanguíneo.

### Un poco de historia para empezar

En sus comienzos, la fisiología no era más que un conjunto de reglas por las cuales se regía la vida.

Su conocimiento se alcanzaba mediante la observación y el estudio de la naturaleza.

Posteriormente se estableció como una materia específica y separada de la anatomía en la mayor parte de las facultades y escuelas de medicina de Europa a partir del siglo XVIII.

Durante la Edad Media, el pensamiento médico-fisiológico estuvo dominado por los conceptos hipocráticos actualizados por Galeno en el siglo II, quien introdujo la disección en cadáveres humanos y de animales domésticos.

## EL CUERPO HUMANO

Como ya hemos visto, el cuerpo humano, como el de todo ser vivo, se encuentra constituido por los mismos elementos químicos que los objetos inertes. La biología se ocupa de analizar jerarquías o niveles de organización que van desde un átomo hasta un ecosistema. Este concepto implica que en el Universo existen diversos niveles de complejidad. Así como los átomos se agrupaban formando moléculas, las moléculas se combinan entre sí para dar origen a una de las propiedades más notables del Universo, la vida, y esto lo hace constituyendo las células.

Miles de millones de células individuales se reúnen con otras iguales y especializadas, estableciendo los tejidos, que a su vez forman los órganos. El conjunto de órganos funcionando con un propósito común, como puede ser la digestión y la absorción de alimentos, origina los sistemas de órganos, de lo cual nos ocuparemos en este capítulo. Por último, se observa el nivel de organismo, gracias a la acción conjunta de cada uno de los sistemas que lo constituye.

## La HOMEOSTASIS

Todos los seres vivos estamos sujetos a grandes variaciones ambientales, ya sea de temperatura, humedad o de luz y a una

Si bien es una especialidad de las ciencias biológicas, actualmente su estudio reúne a la matemática, la física y la química, para intentar explicar las funciones e interacciones de cada una de las partes básicas de un ser vivo, basándose en las leyes universales de estas ciencias.

*La fisiología es la rama de la biología que se encarga del estudio de los procesos físicos y químicos que tienen lugar en los organismos vivos durante la realización de sus funciones vitales. Estudia las actividades tan básicas como la reproducción, el crecimiento, el metabolismo y la respiración, que se llevan a cabo dentro de las estructuras como las células, los tejidos, los órganos y los sistemas orgánicos del cuerpo.*

disponibilidad de nutrientes, minerales y agua también fluctuante. Este conjunto de variables conforma un entorno externo al cual debemos ineludiblemente ajustarnos. Simultáneamente, realizamos actividades básicas e inherentes a la vida que implican mantener la integridad de nuestro organismo. Para ello necesitamos una provisión constante de energía y materiales que captamos del entorno, que transformamos, utilizamos y desechamos para poder vivir.

Nuestro problema central es mantener en estado óptimo las condiciones internas, aún

cuando el entorno es fluctuante. Llamamos homeostasis justamente a eso, a la condición de mantener constante las condiciones internas.

Los procesos esenciales que los organismos llevan a cabo para mantener la homeostasis no son diferentes a los que realiza una célula aislada: respiración, digestión o excreción y para ello existe un conjunto de órganos que trabaja en equipo de tal manera que el organismo se transforma en un sistema de muchos componentes, que además es abierto debido a los intercambios que estos sistemas efectúan con el ambiente.

Para mantener la homeostasis se requiere en primera instancia que el organismo sea capaz de reconocer los cambios del medio externo e interno y de controlarlos. Pero también se requiere de mecanismos de coordinación, comunicación e integración que puedan ajustarlo a las nuevas condiciones.

Cada función que ejecute nuestro cuerpo comienza con un estímulo que es captado por un receptor, que se relaciona con un integrador que estima las respuestas

posibles y se comunica a su vez con un ejecutor de la respuesta (figura 6.1).

Los sistemas homeostáticos no se desencadenan de forma consciente. Por ejemplo, la necesidad de ingerir alimento se manifiesta por la sensación de hambre que se desata en las paredes de nuestro estómago cuando está vacío. En este caso, los nervios que inervan las paredes del estómago actúan como receptores del sistema homeostático y la señal que envían llega al cerebro que la interpreta como hambre. La ingesta de alimento da sensación de plenitud y los receptores del estómago detienen la emisión del estímulo.

El agua es una sustancia vital para nuestro organismo. Por medio de ella se llevan a cabo todas las reacciones químicas en el metabolismo de nuestro cuerpo. Cuando realizamos ejercicios, la temperatura corporal se eleva y la sudoración permite el enfriamiento pero afecta los niveles de agua del cuerpo, y además se pierden iones como cloro, potasio, sodio y magnesio y sales minerales. La pérdida de agua provoca un aumento de los latidos en el corazón ya que se debe activar la circulación para llevar los



Figura 6.1  
Mecanismo de respuesta ante un estímulo.

nutrientes y oxígenos necesarios a los músculos, lo cual eleva la presión sanguínea arterial. Como vimos, el organismo es un sistema de múltiples componentes que interactúan y cuando el equilibrio se altera el cuerpo debe compensarlo actuando sobre todos los sistemas.

La homeostasis opera sobre células aisladas y sobre grupos de células. Los ajustes a nivel celular son menores en tanto el tejido del que forman parte mantiene condiciones constantes por lo cual el entorno celular es bastante estable. La composición constante de la sangre conlleva a la invariabilidad del líquido extracelular que baña cada célula y ésta, a su vez, protege a cada célula de los cambios del medio.

El sistema circulatorio es vital para el mantenimiento de la homeostasis. A través de sus vasos llegan metabolitos a los tejidos y se eliminan desechos. Además, como veremos, está relacionado con la regulación de la temperatura y con el sistema inmune, mientras que otros órganos tienen injerencia sobre los niveles de sustancia que se encuentran en la sangre. La provisión de la materia prima está a cargo del digestivo. El páncreas y el hígado controlan la producción y consumo de glucosa.

El aparato respiratorio y el sistema nervioso son los responsables de regular los niveles de dióxido de carbono en sangre y en los fluidos extracelulares; y los riñones regulan la concentración de hidrógeno, sodio, potasio e iones fosfato.

Las hormonas son moléculas que se liberan a la sangre en pequeñas cantidades y son transportadas por el sistema circulatorio por todo el cuerpo, donde producen respuestas fisiológicas sobre determinados órganos o tejidos. Los mensajeros químicos o mensajeros moleculares son sustancias que circulan por los fluidos del cuerpo, incluso por los medios gaseosos que actúan sobre determinadas proteínas regulando la actividad celular.

Sin dudas, el controlador de controladores está alojado en un sector especial de la base del cerebro llamado hipotálamo en el cual se aloja la glándula pituitaria. Esta pequeña glándula produce unas diez hormonas y juega un rol fundamental en el control de las otras glándulas del cuerpo.

La pituitaria y el hipotálamo participan en muchos sistemas de retroalimentación que regulan las funciones de los ovarios, testículos, tiroides y glándulas adrenales. Lo hacen estimulando o inhibiendo la secreción específica de estas glándulas endocrinas. De allí su rol fundamental en el control de la homeostasis.

## ABSORCIÓN de Nutrientes

Todos los organismos, desde una bacteria hasta un ser humano, necesitan ingerir alimentos que les brinden los nutrientes y minerales que su cuerpo necesita para un buen funcionamiento. Es difícil imaginar que el proceso digestivo comienza incluso antes de que el alimento llegue a nuestra boca.

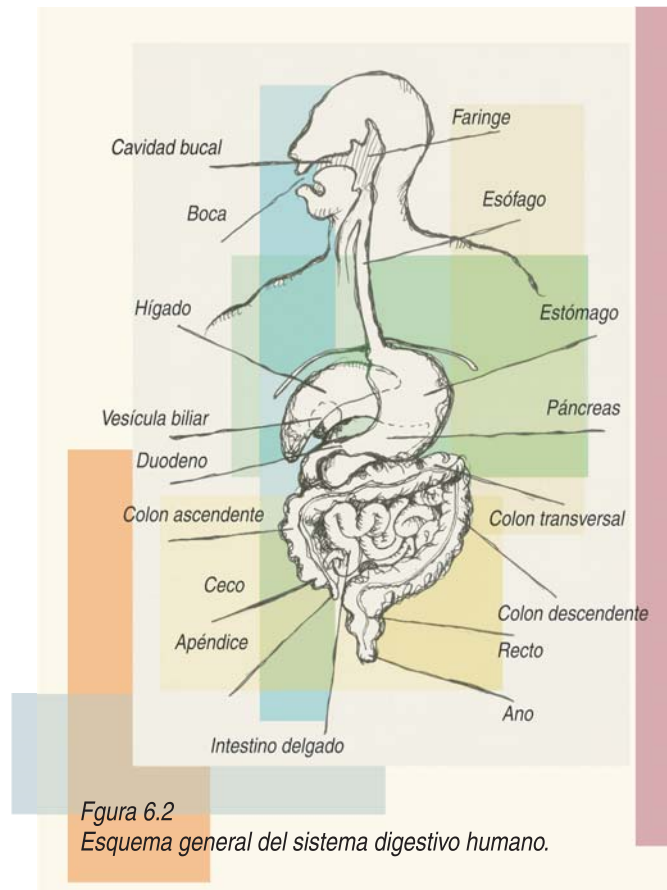
Pero es cierto que comienza cuando olemos o imaginamos lo delicioso que será un postre, un helado o nuestra comida favorita. Las glándulas salivales, que están debajo de la lengua, comienzan a producir saliva.

El sistema digestivo está formado por un tubo de unos 9 m de largo, que se extiende desde la boca al ano asociado a órganos abdominales como el hígado y el páncreas, que son dos glándulas anexas (figura 6.2). La digestión comienza en la boca, cuando los dientes desgarran y cortan los alimentos y la saliva los humedece facilitando la deglución. La saliva contiene una enzima, la amilasa, que es la encargada de la descomposición de algunos hidratos de carbono como los azúcares y almidones. También contiene enzimas que eliminan bacterias y anticuerpos ayudando a evitar las infecciones.

La lengua ayuda a formar una masa con los alimentos y gracias a sus movimientos, los desplaza hacia la faringe, que es la región que conecta la boca al esófago. Como la faringe también forma parte del sistema respiratorio, existe una cubierta de tejido, llamada epiglotis, que bloquea el pasaje hacia las vías respiratorias cuando tragamos los alimentos.

#### *Acidez estomacal.*

*A veces, al comer ciertos alimentos o en respuesta a algún medicamento, este esfínter falla y pequeñas porciones de comida ya procesada por los ácidos estomacales, o los jugos gástricos, regresan al esófago. Este ataque ácido daña las capas más superficiales de la pared del esófago y produce un ardor conocido como acidez estomacal o indigestión. Ante estos síntomas debemos concurrir al médico.*



*Figura 6.2*  
*Esquema general del sistema digestivo humano.*

Se forma así el bolo alimenticio que es dirigido al esófago, un tubo muscular que conecta con el estómago. La peristalsis, acción muscular que produce ondas musculares y ayuda a mover los alimentos a lo largo del tracto digestivo, se observa en el esófago, el estómago y los intestinos. Los alimentos deglutidos llegan al estómago envueltos en un moco secretado por células del esófago. Un esfínter entre el esófago y el estómago impide que los alimentos regresen al esófago.

El estómago es un saco muscular donde se revuelven y mezclan los alimentos con ácidos y enzimas para obtener moléculas pequeñas y fáciles de absorber (figura 6.3). Las sustancias que se encargan de esta función

química son producidas por glándulas que secretan hormonas y moco, el cual forma una gruesa capa protectora. Esto evita que los ácidos dañen las paredes del estómago y del intestino.

En el estómago, al encontrarse con sus secreciones, se forma el quimo, un líquido espeso y muy ácido que pasará al intestino delgado en pequeñas cantidades atravesando el píloro. Algunas sustancias, como el agua, la sal, los azúcares, los medicamentos y el alcohol, atraviesan fácilmente las paredes estomacales.

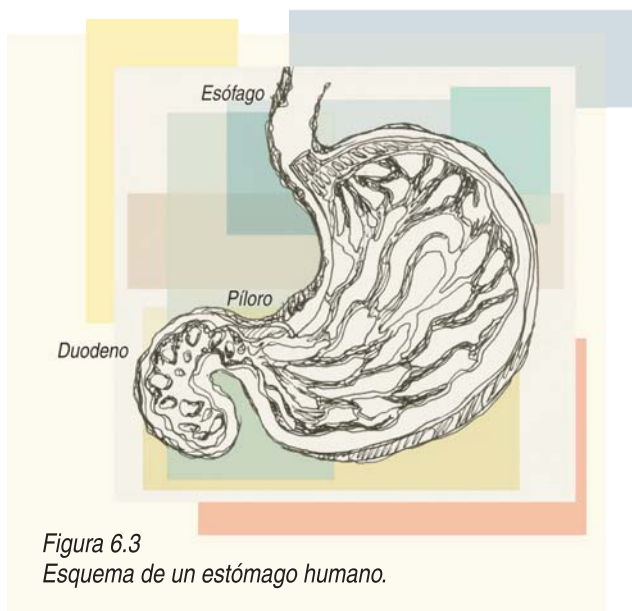


Figura 6.3  
Esquema de un estómago humano.

Vaciar el estómago es un proceso que nos lleva de 2 a 6 horas, dependiendo de la cantidad y tipo de alimentos ingeridos.

El intestino delgado es un tubo angosto donde continúa la digestión con la ayuda de las secreciones de las glándulas anexas y propias y que consta de tres porciones: el duodeno, el yeyuno y el íleon. Los nutrientes absorbidos son distribuidos por todo el organismo gracias al sistema circulatorio.

### Úlceras.

Se producen cuando la capa de moco es muy fina o no existe en algún sector, debido quizás al exceso en la secreción de ácidos. Su formación parece estar asociada a una bacteria y su aparición se relaciona directamente con el estrés, el tabaquismo, el alcoholismo y el elevado consumo de aspirinas.

Una de las glándulas anexas, el hígado, que es el órgano de mayor tamaño del cuerpo, presenta diversas funciones, como la regulación de la concentración de glucosa en sangre, la síntesis de proteínas, el almacenamiento de hidratos de carbono y grasa para ser utilizados como fuente de energía y la desintoxicación de sustancias dañinas como el alcohol, la nicotina y los medicamentos.

Además, produce bilis, que es almacenada en la vesícula biliar para ser liberada en el intestino delgado, donde actúa sobre las grasas como un detergente, rompiéndolas en porciones pequeñas para que las enzimas, como la lipasa, ataquen y digieran los lípidos. La lipasa es secretada por el páncreas junto con otras enzimas. El jugo pancreático así formado disminuye la acidez con la que llega el quimo desde el estómago.

Cuando el quimo llega al intestino delgado y se encuentra con los productos de las glándulas accesorias y las enzimas del intestino mismo prosiguen los procesos de digestión y absorción. La superficie de la pared del intestino está replegada formando vellosidades que poseen microvellosidades,

otorgándole un aspecto aterciopelado (figura 6.4). Cada vellosidad presenta capilares sanguíneos y un capilar linfático, llamado vaso quilífero, que sirven para distribuir los nutrientes por todo el cuerpo.

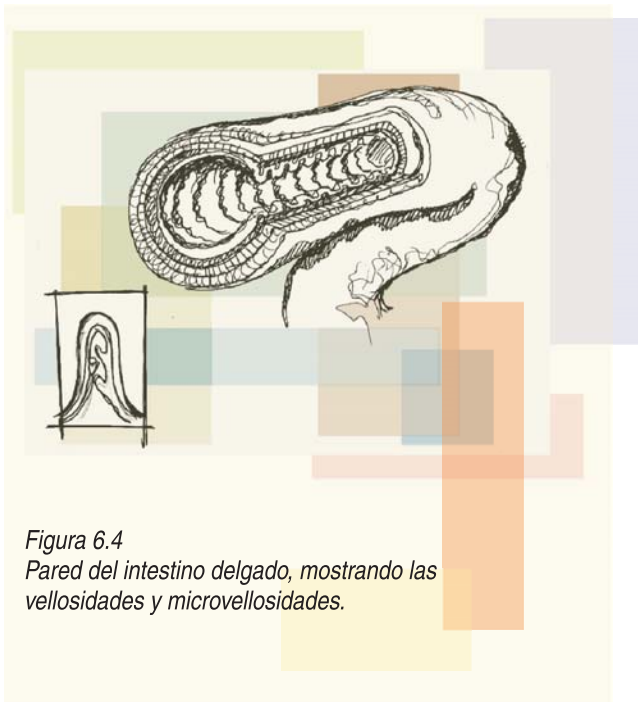


Figura 6.4  
Pared del intestino delgado, mostrando las vellosidades y microvellosidades.

Finalizada la absorción, los movimientos peristálticos impulsan los restos al intestino grueso, un tubo más ancho que mide 1,5 m

y consta de dos porciones: la mayor que es el colon y tiene un apéndice, y el recto que se abre al exterior por el ano.

Al intestino grueso, donde viven bacterias que sintetizan vitaminas que somos incapaces de procesar nosotros mismos, llega una mezcla de agua, grasas, proteínas y fibras no digeridas. Aquí se absorben las vitaminas, el agua y las sales. Se forman las heces con los restos no digeridos y las bacterias muertas, que son transportadas hacia el recto y expulsadas al exterior.

Hemos visto que la digestión consiste en transformar las moléculas complejas que forman los alimentos en moléculas más simples que puedan ser absorbidas y distribuidas a todas las células del cuerpo donde serán utilizadas.

Estas moléculas sirven para una diversidad de funciones ya que constituyen una fuente de energía. Pero, dado que cada una de nuestras células necesita energía para cumplir con sus funciones vitales, ¿cómo se produce energía a partir de las moléculas?

Regulación del azúcar. Mantener los niveles apropiados de azúcar en sangre es parte de las necesidades primordiales de nuestro cuerpo. La energía que consumen nuestras células es resultado del metabolismo de los azúcares (glúcidos). El exceso de glúcidos en sangre causa graves trastornos en nuestro funcionamiento. La cantidad de glúcidos está controlada por la acción del páncreas y de dos sustancias, el glucagón y la insulina. La insuficiencia produce diabetes mellitus, una enfermedad muy conocida y la más importante entre las que se desencadenan por acción hormonal. Ambas hormonas actúan sobre el hígado que es en donde se almacena la glucosa. Si los niveles de glucosa aumentan, la insulina los remueve regulando su almacenamiento pero, si por el contrario, los niveles descienden, el glucagón actúa indicando la liberación de glucosa del hígado. La diabetes causa insuficiencia del páncreas en la producción de insulina por lo cual una persona diabética debe suministrársela para restituir la homeostasis.



La liberación de energía depende de la oxidación de las moléculas. El proceso a partir del cual se obtiene energía utilizando oxígeno se denomina respiración.

## La HEMATOSIS

La respiración se lleva a cabo tanto a escala celular, mediante las reacciones químicas que ocurren en las mitocondrias de las células, como a la escala del sistema respiratorio, que consta de una parte conductora y otra de intercambio gaseoso. Este es un proceso involuntario ya que podemos correr, dormir o realizar cualquier actividad y al mismo tiempo estar respirando sin darnos cuenta. No nos pasamos el día entero pensando en que tenemos que respirar, y sin embargo respiramos. Esto ocurre gracias al sistema nervioso.

¿Cómo y dónde comienza la respiración?

El aire ingresa a nuestros cuerpos por la nariz, donde encontramos pelos y células que secretan moco que recoge las partículas de polvo y humedece el aire inspirado. El moco, cargado de partículas, se elimina a través de estornudos, al sonarnos la nariz, o al ingresar a la faringe y ser tragado. Los capilares sanguíneos que irrigan las fosas nasales calientan el aire, además, las terminaciones nerviosas y sensitivas de la nariz nos permiten reconocer distintos olores (figura 6.5).

El aire pasa a la faringe cuando la epiglotis se inclina hacia arriba durante la inspiración permitiendo que el aire siga su camino por la laringe. Aquí se origina la voz, resultado del pasaje del aire a través de unas bandas de tejido elástico llamadas cuerdas vocales.

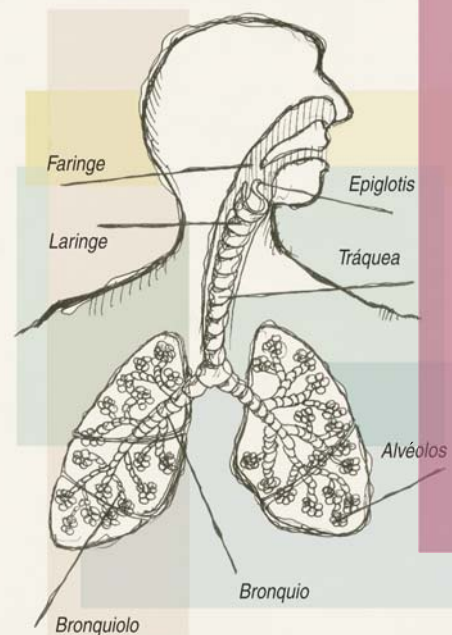
Los distintos tonos de voz, como los de nuestros cantantes preferidos, surgen debido a la acción conjunta de la vibración del aire que atraviesa las cuerdas vocales y la contracción de los músculos asociados a ellas.

El aire pasa de la laringe a un tubo membranoso formado por numerosos anillos cartilagosos, la tráquea, que a nivel del tórax se divide en dos bronquios que se introducen en los pulmones. En el interior de cada pulmón, los bronquios se dividen en conductos cada vez más pequeños, los bronquiólos, que terminan en racimos de minúsculos sacos aéreos llamados alvéolos, donde se produce la hematosis.

¿Qué es la hematosis?

Cada uno de los pulmones se sitúa a un lado del corazón y está rodeado por una membrana llamada pleura, que también

Figura 6.5  
Sistema respiratorio humano.



reviste toda la cavidad torácica. Los pulmones brindan un medio donde se relacionan íntimamente el aire y la sangre, intercambiando gases.

## MECANISMO RESPIRATORIO

El aire inhalado es llevado a los pulmones (figura 6.6). El diafragma, un músculo que se encuentra en la parte inferior del tórax, se contrae agrandando la cavidad torácica y haciendo ascender a las costillas.

Durante la exhalación, el diafragma se relaja y las costillas bajan. Al disminuir el tamaño de la caja torácica se comprimen los pulmones y el aire es obligado a salir hacia el exterior.

En un minuto respiramos unas 17 veces, y cada vez que inspiramos introducimos 500 ml de aire, de los cuales solo utilizamos 350 ml en el intercambio gaseoso. El intercambio gaseoso ocurre por difusión en cada uno de los alvéolos (figura 6.7).

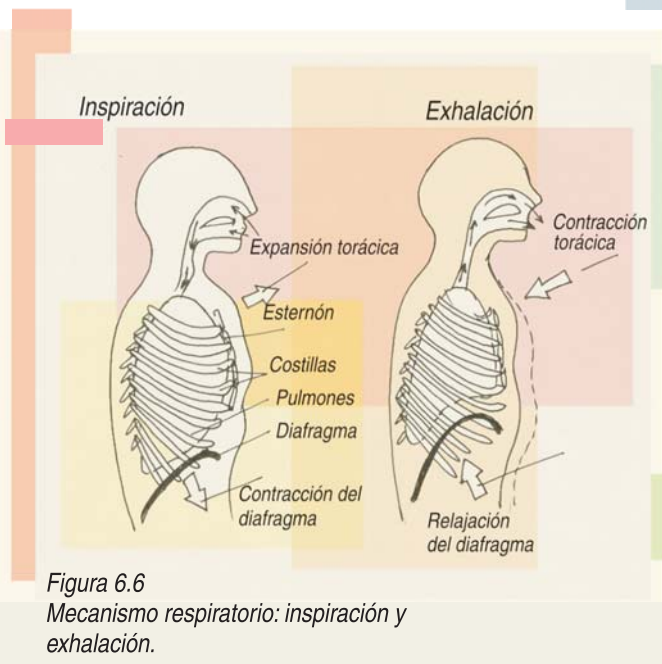
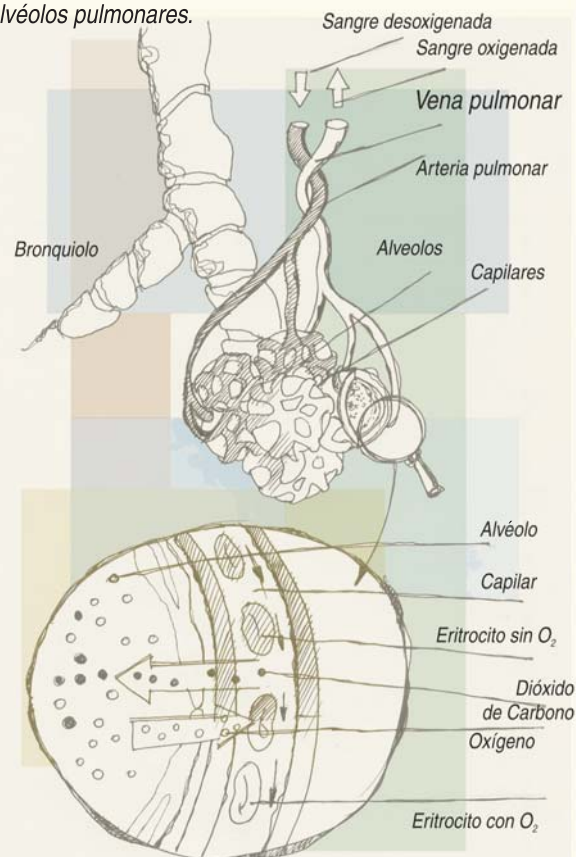


Figura 6.6  
Mecanismo respiratorio: inspiración y exhalación.

Figura 6.7  
Alvéolos pulmonares.



La difusión, como hemos aprendido, es el movimiento de moléculas de una región de mayor concentración a una de menor concentración. Por ejemplo, si dejamos abierta una botellita de perfume en una habitación en muy poco tiempo se podrá sentir el aroma del perfume por todo el ambiente. Esto significa que las moléculas de perfume que estaban agrupadas y concentradas dentro de la botella, al destaparla y dejarla abierta, se separan y pasan al aire inundándolo con su deliciosa fragancia.

Las paredes de los alvéolos son muy delgadas y se encuentran humedecidas, brindando una enorme superficie para que se produzca el intercambio y facilitando el pasaje de los gases, entre los alvéolos y la sangre. El oxígeno de los alvéolos difundirá a través de la pared alveolar hacia la sangre, donde su concentración es menor. Debido a que el dióxido de carbono se encuentra más concentrado en los capilares difundirá hacia los alvéolos donde su concentración es menor.

A veces sucede que no podemos hablar y nos duele muchísimo la garganta. Estos síntomas son causados por la laringitis, una enfermedad que produce la inflamación de las cuerdas vocales. La enfermedad que causa una inflamación de la faringe y mucho dolor al tragar los alimentos es la faringitis. En ambos casos debemos visitar al médico.

## TRANSPORTE de GASES

Los glóbulos rojos de la sangre transportan oxígeno ya que poseen una proteína que contiene hierro, llamada hemoglobina. Cada molécula de hemoglobina puede unirse a cuatro moléculas de oxígeno. Esta unión produce un cambio en la forma de la proteína que produce un cambio de color.

Por este motivo, la sangre oxigenada presenta un color rojizo y la sangre carboxigenada se ve azul a través de la piel. Solo una pequeña parte del dióxido de carbono regresa a los pulmones unido a la hemoglobina. Un 70% reacciona con el agua formando un ión bicarbonato, que se transporta en el plasma sanguíneo, y una mínima porción se disuelve directamente en el plasma.

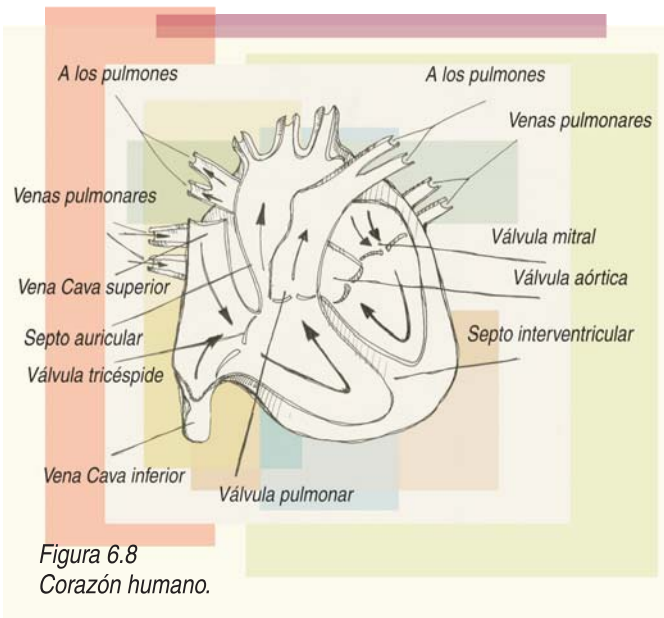
La sangre cargada de oxígeno se dirige hacia el corazón, desde donde es bombeada a todo el cuerpo llevando oxígeno a cada célula del cuerpo y tomando el dióxido de carbono que las células desechan. Cada célula utilizará el oxígeno

para oxidar las moléculas provenientes de la digestión y obtener energía. Al regresar al pulmón, la sangre se encuentra totalmente desoxigenada y cargada de dióxido de carbono.

Hasta ahora hemos visto que todos los seres vivos emplean nutrientes y respiran para poder vivir. Pero durante estos procesos de alimentación y respiración se generan también productos de desecho que son tóxicos y deben ser eliminados.

El sistema circulatorio distribuye los alimentos y el oxígeno a cada una de las células, recoge los desechos metabólicos que serán eliminados en forma de orina y de dióxido de carbono, interviene en la defensa del organismo ante agentes externos como virus y bacterias, regula la presión arterial, otorga un medio fluido para el transporte hormonal, evita la pérdida de sangre mediante mecanismos de coagulación, etc.

El corazón funciona como una bomba que se relaciona con un sistema de conductos ramificados que van y vienen formando el sistema cardiovascular. La sangre es el fluido fundamental que circula dentro de este sistema (figura 6.8).



El corazón del ser humano es un órgano muscular y hueco, formado por cuatro cámaras (aurícula derecha, aurícula izquierda, ventrículo derecho y ventrículo izquierdo) que se contraen obligando a la sangre a circular por todo el cuerpo. Tiene un tamaño similar a un puño cerrado, está rodeado por el pericardio y se sitúa en el centro del pecho, entre ambos pulmones. Los latidos cardíacos son el resultado de las contracciones de los ventrículos. Cada minuto el corazón late 72 veces haciendo fluir con cada latido 0,07 l de sangre hacia la arteria aorta.

El corazón también funciona como órgano secretor de hormonas. Existen células auriculares que sintetizan y liberan un péptido cardíaco que se cree que sería el

*El cigarrillo. Muchas de las personas que conocemos o que vemos en televisión son fumadores. El fumar es una actividad tan cotidiana que no nos damos cuenta de que en realidad es una adicción, y por lo tanto, una enfermedad. Genera trastornos gravísimos en el tracto respiratorio, ya que al inhalar el humo las vías respiratorias se llenan de partículas tóxicas como la nicotina, impidiendo un normal funcionamiento. Como el organismo no puede limpiar y eliminar las sustancias nocivas que se van acumulando con el tiempo, aparecen enfermedades como enfisemas, bronquitis crónicas, enfermedades cardíacas, cánceres de boca, laringe, esófago, pulmón, etc. que terminan muchas veces ocasionando la muerte. Es importante alertar a la sociedad de que fumar es perjudicial para la salud, pero no sólo la de los fumadores, sino también la de los no fumadores o fumadores pasivos. Un no fumador en un ambiente cerrado, con otras personas que fuman, estará expuesto a las mismas toxinas que se encuentran en el humo del cigarrillo.*

encargado de regular el volumen y la presión sanguínea y que actúa en los riñones, las glándulas suprarrenales y los vasos sanguíneos.

Los ciclos de contracción, llamado sístole, y de dilatación, llamado diástole, constituyen los ciclos cardíacos. Durante la sístole auricular la sangre pasa a través de las aurículas y los ventrículos se dilatan y la sangre ingresa nuevamente a las aurículas.

En la sístole ventricular los ventrículos se contraen y como las válvulas permanecen cerradas la sangre sale por las arterias pulmonar y aorta, que poseen válvulas llamadas semilunares, que evitan el reflujó de la sangre. En la diástole general las aurículas y los ventrículos se dilatan y la sangre ingresa nuevamente a las aurículas.

Los vasos sanguíneos son conductos musculares que distribuyen la sangre. El corazón vierte sangre desde los ventrículos a dos arterias, una que va al pulmón, llamada pulmonar, y otra que va al resto del cuerpo, llamada aorta. De las arterias, la sangre pasa a las arteriolas y llega a los capilares, que son vasos sanguíneos tan pequeños que sólo tienen espacio en su interior para que los glóbulos rojos pasen uno detrás del otro, como si formasen una fila. Estos vasos se unen a vénulas que desembocan en venas de mayor tamaño por las cuales retorna la sangre al corazón (figura 6.9).

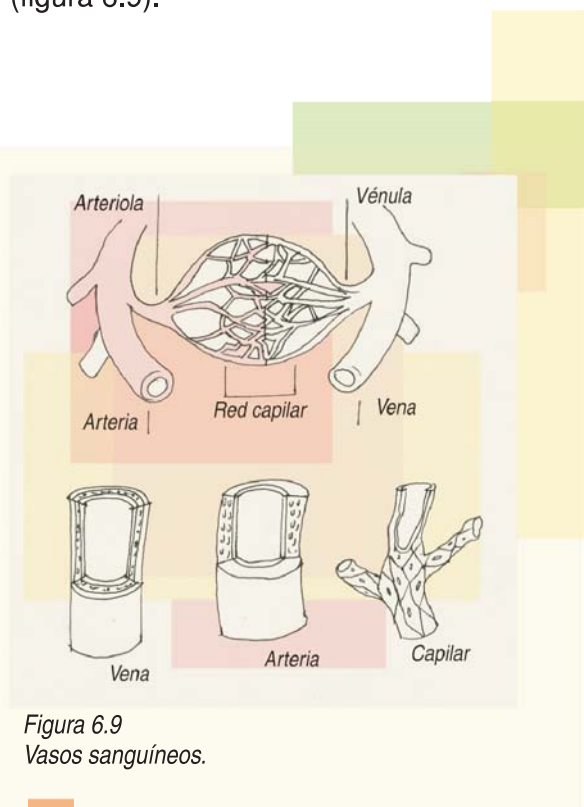


Figura 6.9  
Vasos sanguíneos.

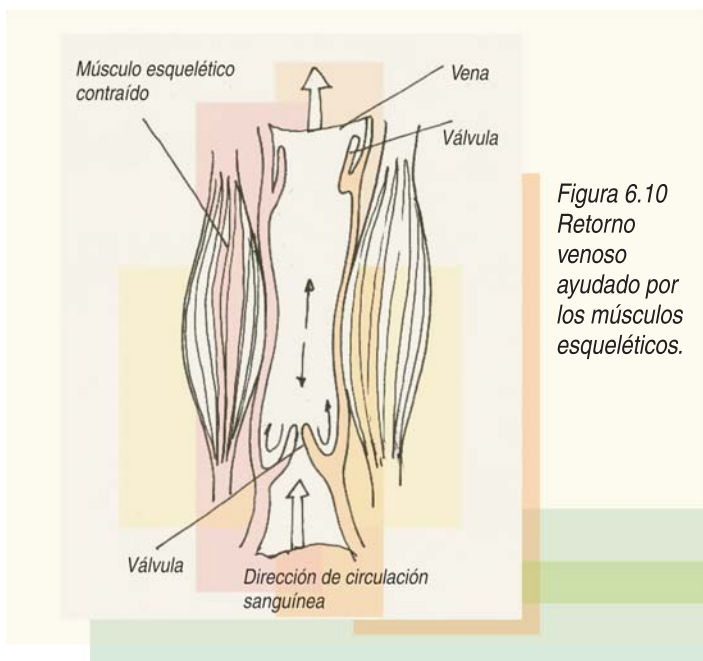
*Enfermedades cardiovasculares. Un alto porcentaje de muertes es ocasionado por los ataques cardíacos, que incluyen infartos al miocardio, accidentes vasculares cerebrales e insuficiencia cardíaca congénita. El ataque cardíaco se produce cuando un área del músculo cardíaco recibe insuficiente irrigación, interrumpiéndose el suministro de oxígeno y provocando la muerte de muchas células. Esto puede ser causado por un coágulo de sangre o por un bloqueo sanguíneo por arterosclerosis. Los síntomas de un ataque cardíaco son: dolor en el pecho y frecuentemente en el brazo y hombro izquierdo. La recuperación luego de un ataque cardíaco depende del grado de daño ocasionado.*

*La arterosclerosis es el resultado del engrosamiento interno de las arterias que ocasiona el depósito de colesterol y restos celulares, disminuyendo notablemente el diámetro de las mismas. Esta enfermedad está asociada con la hipertensión y los niveles altos de colesterol en sangre. La reducción de las arteriolas causa mayor resistencia al flujo sanguíneo, sometiendo al corazón a un gran esfuerzo. Poco se sabe de las causas, aunque se cree que es heredable.*

Las arterias son los vasos de mayor tamaño, cuyas paredes son más fuertes, gruesas y elásticas, ya que soportan la fuerza con la que sale eyectada la sangre con cada latido.

Las venas presentan un diámetro amplio y sus paredes son más delgadas, ya que la sangre a esta altura del recorrido ha perdido casi toda la presión. Los capilares son los más delgados y presentan una sola capa muscular.

A causa de la baja presión, las venas se ven obligadas recurrir a alguna estrategia que les permita impulsar la sangre al corazón. Una forma de lograrlo es gracias a la acción de válvulas semilunares especiales, cuya función es impedir que la gravedad provoque un reflujo sanguíneo. Pero además colaboran los músculos esqueléticos del cuerpo. Cuando caminamos, los músculos de las piernas se flexionan y comprimen las venas, obligando a la sangre a circular a través de las válvulas hacia el corazón (figura 6.10).



sangre oxigenada fluye por las venas pulmonares hacia la aurícula izquierda del corazón.

#### Circuito sistémico o mayor

De la aurícula izquierda la sangre oxigenada pasa al ventrículo izquierdo, que se contrae haciendo fluir la sangre hacia la aorta. La arteria aorta se ramifica e irriga todo el cuerpo. La sangre carboxigenada retorna por las venas e ingresa a la aurícula derecha (figura 6.11).

La sangre es el tejido líquido donde se encuentran disueltos los gases, nutrientes, hormonas y desechos. El transporte de estos elementos es importantísimo en el organismo, debido a que existen grandes distancias entre todas las células del cuerpo y cada una de ellas presenta los mismos requerimientos de oxígeno y nutrientes.

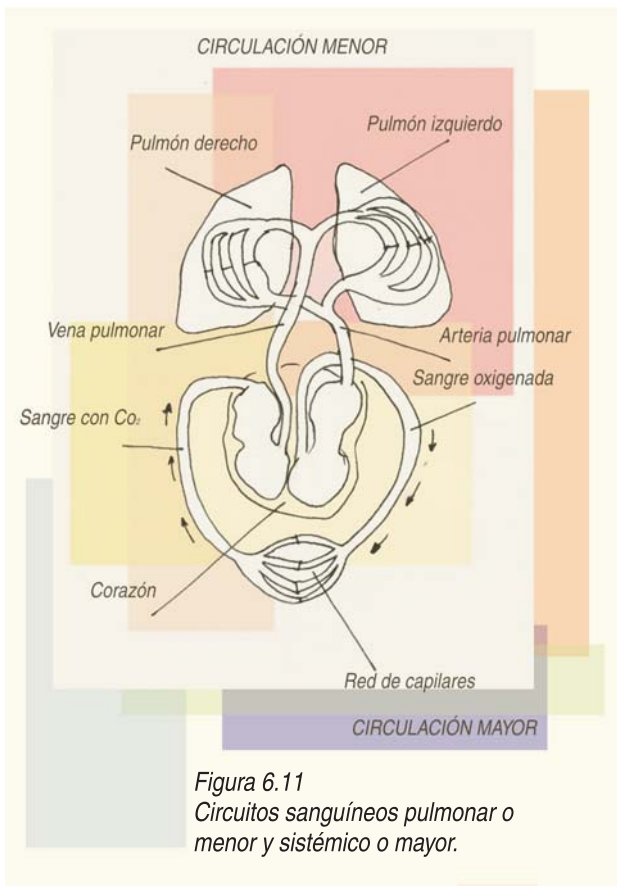
Está compuesta por plasma y células especializadas (figura 6.12). Cada uno de nosotros tiene alrededor de 6 l de sangre, lo que equivale al 8% de nuestro peso corporal.

Existen dos circuitos principales: el circuito pulmonar y el circuito sistémico o general.

#### Circuito pulmonar o menor

La sangre desoxigenada que se encuentra en el ventrículo derecho del corazón es impulsada por la arteria pulmonar hacia los pulmones. A través de arterias menores llega a los capilares donde se produce el intercambio gaseoso. Producida la hematosis, la

*El 99% de las células de la sangre está representado por los eritrocitos y solo el 1% está representado por los glóbulos blancos y las plaquetas. Si pudiéramos observar una gota de sangre, veríamos que contiene unos 5 millones de glóbulos rojos, de 5.000 a 10.000 glóbulos blancos y alrededor de 250.000 plaquetas.*



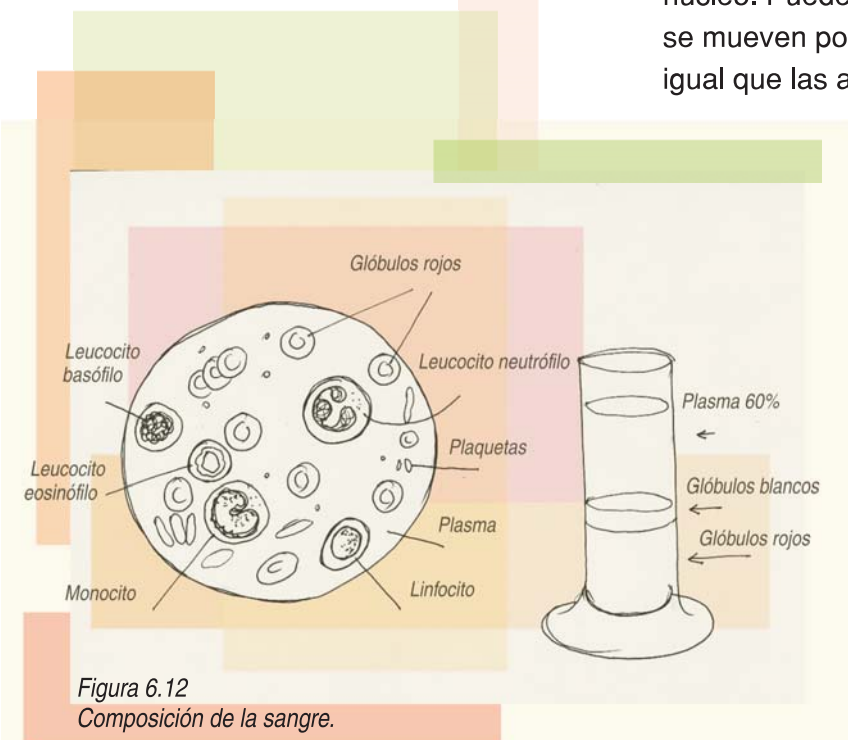
El 60% de la sangre (figura 6.13) está formado por un líquido llamado plasma, cuyo componente principal es el agua y que facilita la disolución de las hormonas, proteínas, nutrientes, gases, sales y productos de desecho. El 40% restante de la sangre está formado por glóbulos rojos, linfocitos y plaquetas.

Los glóbulos rojos, también llamados hematíes o eritrocitos, poseen hemoglobina, lo que les permite unirse al oxígeno, y con menor afinidad también al dióxido de carbono. Se forman en la médula ósea roja de los huesos planos y en la epífisis de los huesos largos. Cuando maduran, los glóbulos rojos pierden el núcleo y viven sólo 120 días antes de morir y ser eliminados mediante el hígado y el bazo, que recuperan el hierro asociado a la hemoglobina.

Los glóbulos blancos o leucocitos son células de mayor tamaño, incoloras y con núcleo. Pueden migrar al líquido intersticial y se mueven por medio de pseudópodos al igual que las amebas. Defienden al

organismo de invasores tales como virus, bacterias y otras partículas extrañas y eliminan las células muertas que encuentran en su camino.

Los linfocitos producen anticuerpos que colaboran a proporcionar inmunidad contra las enfermedades. Las células que producen linfocitos migran de la médula ósea hacia los tejidos del sistema linfático como el timo, el bazo y los nodos linfáticos.



# EPOC LA ENFERMEDAD QUE MUCHOS TODAVÍA IGNORAN

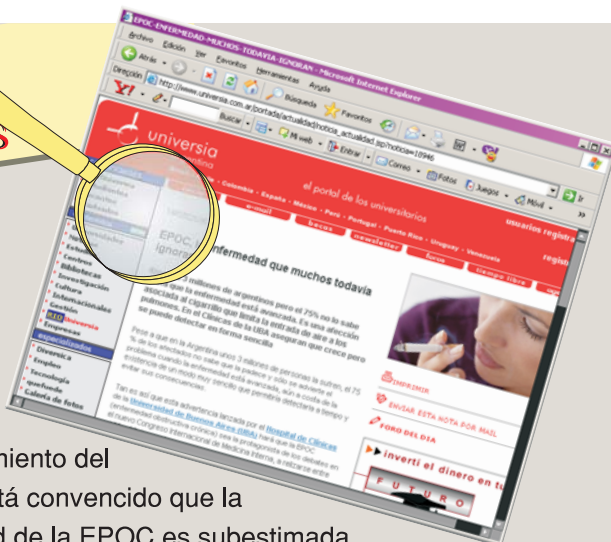
Pese a que en la Argentina unos 3 millones de personas la sufren, el 75% de los afectados no sabe que la padece y sólo se advierte el problema cuando la enfermedad está avanzada, aún a costa de la existencia de un modo muy sencillo que permitiría detectarla a tiempo y evitar sus consecuencias. Tan es así que esta advertencia lanzada por el Hospital de Clínicas de la Universidad de Buenos Aires (UBA) hará que la EPOC (enfermedad obstructiva crónica) sea la protagonista de los debates en el nuevo Congreso Internacional de Medicina Interna.

Es que la mayoría desconoce la enfermedad porque "sus síntomas se producen en un período tardío", asegura Juan Antonio Mazzei, profesor titular de la 1ª Cátedra de Medicina y Jefe del Departamento de Medicina de la UBA. El investigador, que tiene más

de 30 años en el seguimiento del tema, está convencido que la gravedad de la EPOC es subestimada porque no es frecuentemente reconocida ni diagnosticada hasta que no es moderadamente avanzada y aparecen los síntomas.

Tal como dio a conocer el centro médico de la UBA, se trata de una afección producida principalmente por el consumo de cigarrillos que genera una destrucción e inflamación. La consecuencia: limita la entrada de aire en los pulmones. Sin embargo, esta limitación al flujo aéreo es generalmente progresiva y asociada con una respuesta inflamatoria anormal de los pulmones a partículas nocivas o gases.

Para la Organización Mundial de la Salud hay unos 1.100 millones de fumadores en el mundo, que se incrementarán a 1.600 millones para el 2025. Además, en países en vía de desarrollo –como la Argentina– esta tasa está aumentando de manera alarmante. En 1990, la EPOC era la 12ª enfermedad en número de pacientes en el mundo y se estima que en el 2020 será la 3ª causa de muerte.



18-08-06 | Universia de Argentina

[http://www.universia.com.ar/portada/actualidad/noticia\\_actualidad.jsp?noticia=18946](http://www.universia.com.ar/portada/actualidad/noticia_actualidad.jsp?noticia=18946)



Figura 6.13  
A través de un análisis de sangre es posible determinar el estado de salud de una persona y diagnosticar numerosas patologías en función de los valores de los diferentes indicadores, de la relación existente entre las células que componen este tejido y de la presencia de las diferentes moléculas y hormonas que transporta.



Las plaquetas no son verdaderas células, sino porciones de una gran célula que se encuentra en la médula ósea, que desprende fragmentos citoplasmáticos rodeados por membranas. Viven sólo de 10 a 12 días, durante los cuales se aglutinan y tapan la herida formando un coágulo cuando reconocen algún tipo de daño en la superficie de los vasos.

El sistema linfático (figura 6.14) consiste en una red interconectada de vasos que aumentan su tamaño progresivamente y presenta unos abultamientos llamados ganglios que se notan sobre todo en las axilas, ingle y cuello. En ellos se originan los glóbulos blancos. A diferencia de los capilares sanguíneos, los linfáticos comienzan ciegamente en los tejidos sin formar parte de un circuito. En ellos se filtra fluido intersticial, que es plasma que se escapa de los capilares sanguíneos a través de los poros. El fluido transportado por este sistema se llama linfa, es incoloro y transporta glóbulos blancos.



Figura 6.14  
Sistema linfático.

## LA FIEBRE

Uno de los síntomas más claros de pérdida de la homeostasis es la fiebre, que puede ser causada por diferentes factores como la acción de virus o bacterias invasores. Nuestro cuerpo se defiende por la acción de los glóbulos blancos que al englobar al agente infeccioso liberan una sustancia conocida como pirógeno. Éstos a su vez inducen a la secreción de otras sustancias conocidas como prostaglandinas, que actúan sobre el hipotálamo. Como respuesta, los músculos comienzan a contraerse, la temperatura aumenta y se inhibe momentáneamente el crecimiento del agente invasor. Sin embargo, y afortunadamente, esto no se prolonga mucho: aumentos indefinidos de la temperatura pueden causar daños severos e irreversibles en nuestro sistema nervioso. El hipotálamo comienza a revertir la situación intentando restablecer la temperatura en los 37° C. Como el cuerpo en estado de fiebre está más caliente comienzan a desencadenarse los mecanismos necesarios para bajar la temperatura, fundamentalmente dados por la transpiración. Indudablemente, la fiebre es un mecanismo de defensa del cuerpo.

El sistema linfático recorre el organismo recogiendo los excesos de linfa y moléculas importantes, reintegrándolos al sistema circulatorio. También protege al organismo de los agentes externos, ya que produce y alberga linfocitos en los ganglios ubicados a lo largo de los vasos linfáticos, el bazo, el timo, las amígdalas, el apéndice y las placas de Peyer (folículos linfáticos localizadas en el intestino delgado).

## La Filtración RENAL

Como ya sabemos, la sangre es la encargada de transportar no solo los nutrientes y el oxígeno sino también los desechos producidos por todas las células de nuestro organismo. Para eliminarlos se dirige a los órganos del sistema urinario o excretor donde será filtrada. Una vez en los riñones, la sangre pasa por finísimos filtros, en donde se reabsorben los nutrientes y el agua que retornarán a la sangre, y se concentran las sustancias tóxicas, los productos de desecho celular, los excesos de hormonas, sales, vitaminas y agua, para ser excretados en forma de orina.

El sistema urinario concentra y almacena la orina hasta el momento en que es eliminada del cuerpo a través de la excreción. Es el encargado de mantener la homeostasis midiendo y regulando las concentraciones de sodio y potasio, el contenido de agua, el pH, la glucosa y aminoácidos, la secreción de hormonas, y eliminando los productos de desechos como la urea.

El sistema excretor está constituido por riñones donde se produce la orina y un sistema de conductos que la transportan

hacia otros órganos donde es almacenada hasta su eliminación (figura 6.15).

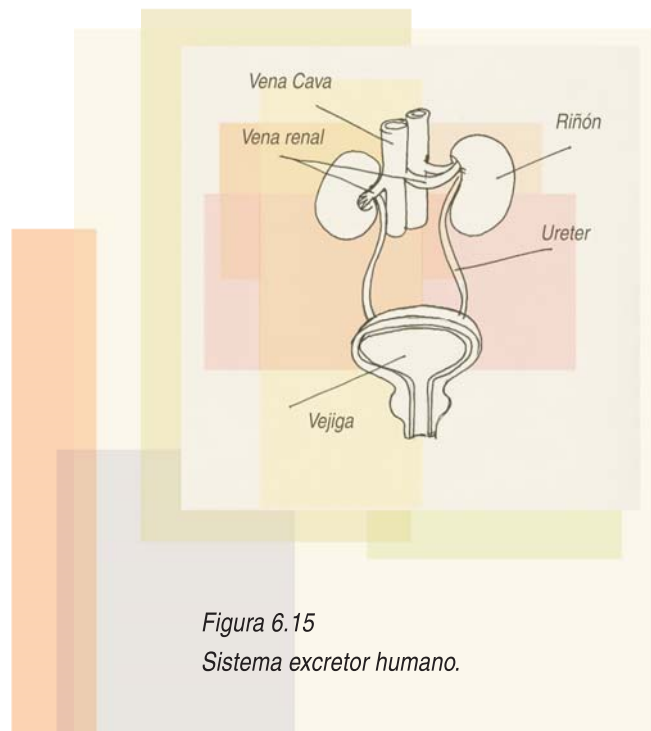


Figura 6.15  
Sistema excretor humano.

Los riñones son un par de órganos de color rojo oscuro, con forma de poroto, que miden unos 10 cm y se sitúan en la parte posterior del cuerpo, detrás del estómago y del hígado, por encima de la cintura. Cada riñón tiene un borde externo y otro interno que es cóncavo y se denomina hilio. En el hilio se encuentra la pelvis renal, a la que llega una arteria y sale una vena. Internamente está formado por dos regiones, la corteza renal y la médula renal.

En la corteza se encuentra la unidad funcional del riñón, la nefrona, que está formada por un glomérulo donde se filtra la sangre. El filtrado pasa al interior de la cápsula de Bowman que rodea al glomérulo, y presenta forma de copa. Se continúa por un tubo largo y contorneado que presenta distintas porciones.

La médula renal presenta pirámides renales, estructuras en cono cuyas bases se relacionan con la corteza renal y sus vértices apuntan hacia los cálices que desembocan en la pelvis renal. La orina se forma en la nefrona y pasa de los conductos colectores a la pelvis renal que presenta forma de embudo. Así, la orina continua su recorrido por los uréteres desembocando en la vejiga que la almacena hasta que sale del cuerpo a través de la uretra.

La arteria renal, que lleva sangre a la nefrona, se divide en arterias cada vez más pequeñas hasta formar una red de capilares, el glomérulo. Al salir del glomérulo los capilares se unen para formar una arteriola, que se ramifica en capilares que rodean al túbulo contorneado y se unen a vénulas, que aumentan su tamaño hasta salir del riñón a través de la vena renal.

El agua y las moléculas disueltas pasan a través de las membranas de los capilares glomerulares que son muy permeables, obteniéndose un líquido filtrado, cuya composición química es similar a la del plasma. En la nefrona ocurren dos procesos importantes: la reabsorción tubular del agua y nutrientes que regresan a la sangre y la absorción de sales, aminoácidos y glucosa, que retornan al sistema circulatorio por difusión.

A medida que avanza la absorción, la urea, formada principalmente en el hígado como un producto final del metabolismo, se concentra cada vez más. El filtrado recibe el nombre de orina y puede alcanzar un equilibrio osmótico haciéndose tan concentrado como el líquido que lo rodea. Los riñones regulan el contenido de agua de la sangre y cada minuto filtran 125 ml de líquido. Cada día procesan unos 200 l de sangre produciendo aproximadamente 2 l de orina.

## ENFERMEDADES DE LOS RIÑONES

*Los riñones son muy importantes en cuanto al mantenimiento de la regulación corporal. Quizás debido a esto es que son órganos extremadamente delicados y pueden ser dañados por sustancias tales como los metales pesados, los insecticidas y la sobredosis de algunos medicamentos, así como también por las infecciones provocadas por bacterias intestinales que llegan a través de la uretra. El mal funcionamiento del sistema urinario puede producir una acumulación de sustancias tóxicas en la sangre, lo que se conoce como uremia y que puede acarrear serios trastornos e incluso la muerte.*

*Cuando los riñones no funcionan correctamente es necesario usar una máquina que filtra la sangre mediante un proceso llamado hemodiálisis. Los enfermos renales que realizan este procedimiento deben cumplir con una rigurosa dieta, controlando la ingesta de lípidos en sus alimentos.*

## LECTURAS SUGERIDAS

Audesirk, Teresa y Audesirk Gerald. *Biología 2 Anatomía y fisiología animal*. Ciudad de México, Prentice Hall Hispanoamericana, 1997.

Curtis, Helena y Barnes, Sue. *Biología*. Buenos Aires, Panamericana, 1993.

Universia de Argentina  
[http://www.universia.com.ar/portada/actualidad/noticia\\_actualidad.jsp?noticia=18946](http://www.universia.com.ar/portada/actualidad/noticia_actualidad.jsp?noticia=18946), sitio consultado en septiembre de 2006

## ¿Cuánto aprendimos?



- Entonces, ¿cuál de estos sistemas mantiene la homeostasis?  
- A decir verdad ninguno de los que vimos en este capítulo, aunque todos tienen que ver. El control de la homeostasis es, en gran medida, independiente del control voluntario y está a cargo del sistema nervioso autónomo que inerva las glándulas endocrinas y exocrinas, además del corazón y la musculatura lisa de todos los órganos. No podemos regular qué temperatura debe tener nuestro cuerpo, ni cómo acumular glucosa ni bajar la sudoración a voluntad. Actualmente se habla de dos tipos de homeostasis: la reactiva, que es la que lleva al organismo a ejecutar la respuesta más apropiada ante cambios del medio y la predictiva, que le permite predecir el momento más probable de aparición de algún estímulo ambiental. Estas últimas son muy interesantes y están relacionadas con los ritmos biológicos. Los ritmos son parte esencial de la supervivencia de los organismos y no implican el seguimiento pasivo de las condiciones ambientales sino la recurrencia de un proceso biológico a intervalos regulares de tiempo.

- ¿Cómo es eso de recurrencia a intervalos regulares?

Los ritmos se clasifican según la frecuencia y su período. Los más estudiados son los que tienen una repetición cada día o período cercano al día. Son los denominados circadianos que se regulan con la luz y la temperatura. Existe una pequeña glándula ubicada en el cerebro que lleva casi exclusivamente la responsabilidad de que funcionen los ritmos: es la glándula pineal, cuya composición es similar a la de la retina del ojo y por lo tanto es sensible a la intensidad de la luz. Cuando la oscuridad aumenta, secreta una hormona denominada melatonina que induce el sueño e inhibe la actividad de las gónadas. Cada día o circa, viene la noche y se desencadena el sueño... en los largos días del verano antártico el sueño es claramente difícil de conciliar.

-¿Y lo de las gónadas cómo es?

Después de la pubertad los niveles de melatonina decrecen y las gónadas comienzan a tener mayor actividad, o sea, durante la infancia la hormona tiene niveles altos y las gónadas están más inhibidas. Está comprobado en algunos países que aumenta el número de embarazos en las estaciones de días largos. Y finalmente hay algo más: la melatonina puede afectar los estados de ánimo y causar depresión... pero esto último no tiene que ver directamente con la homeostasis.

