

María Lourdes Herrero

18

¿Cómo nos mantenemos vivos?

Antiguamente, el boticario de muchos de nuestros pueblos era también el médico, el maestro y a quien acudía la gente para buscar consejos sobre asuntos de variada índole. Hoy, las sociedades se han hecho más complejas y requieren de funciones más especializadas; de ahí que tenga un sentido más real el dicho popular: «zapatero a tus zapatos».

Al igual que en la sociedad, las células del cuerpo humano han desarrollado habilidad para desempeñar funciones muy especializadas. Esto suele conllevar la pérdida de algunas funciones vitales que deben ser desempeñadas por otras células. En otras palabras, a medida que las células se hacen más especializadas, son menos independientes: menos capaces de protegerse de temperaturas extremas, de sustancias tóxicas, de proporcionarse su propio alimento o de liberarse de sus desechos.

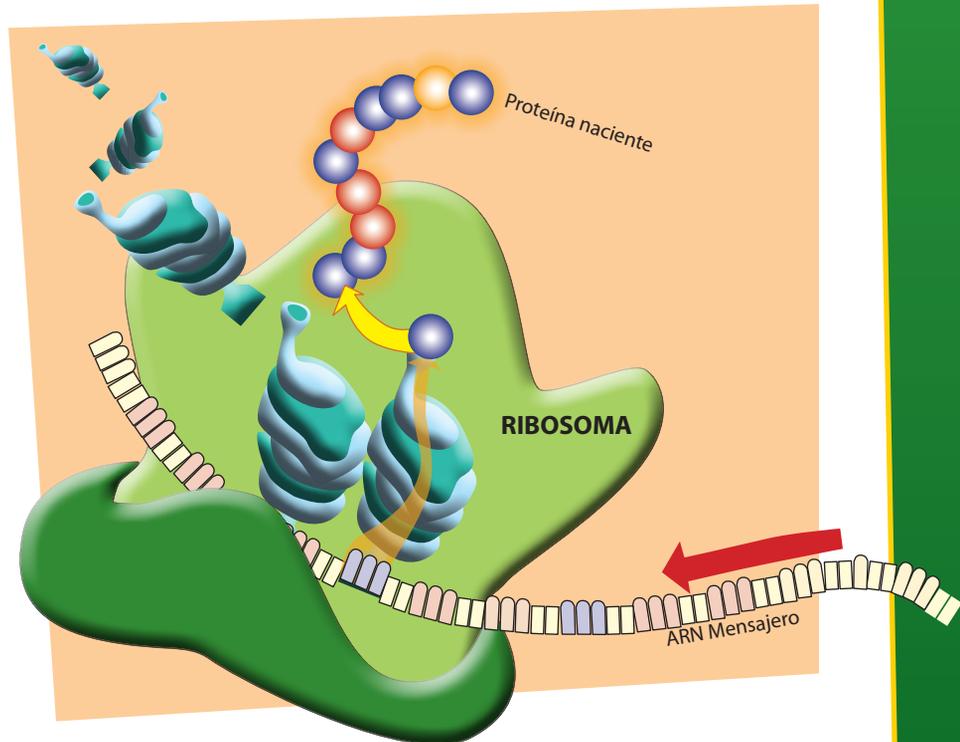
Cómo se mantiene nuestra «maquinaria corporal»

Nuestro organismo funciona como un todo integrado. Se sostiene a sí mismo, cada instante, a través de las actividades de los sistemas digestivo, circulatorio, respiratorio, excretor, así como los sistemas amortiguadores que mantienen los valores de pH (grado de *acidez* o de *alcalinidad*) de los líquidos corporales relativamente constantes. Todos estos sistemas están diseñados de modo individual, como si existieran para su propio provecho, pero en realidad, están estructurados para satisfacer los requerimientos biológicos del organismo. Virtualmente, cada célula, tejido, órgano y sistema de órganos del cuerpo funciona de manera cooperativa y coordinada, como una especie de «maquinaria corporal».

¿Sabías que a escala celular existen componentes tan pequeños, en orden de nanómetros (10^{-9} metros), que funcionan como máquinas (nanomáquinas), los cuales contribuyen al mantenimiento de la maquinaria corporal?

El *ribosoma*, organelo celular encargado de ensamblar las proteínas, no es otra cosa que una «computadora a nanoescala», un procesador de datos que trabaja para el funcionamiento de la célula y, por ende, para el cuerpo.

En este capítulo sólo se dará un vistazo a cuatro actividades corporales complejas, vitales e interrelacionadas: digestión y absorción, circulación, respiración y excreción.

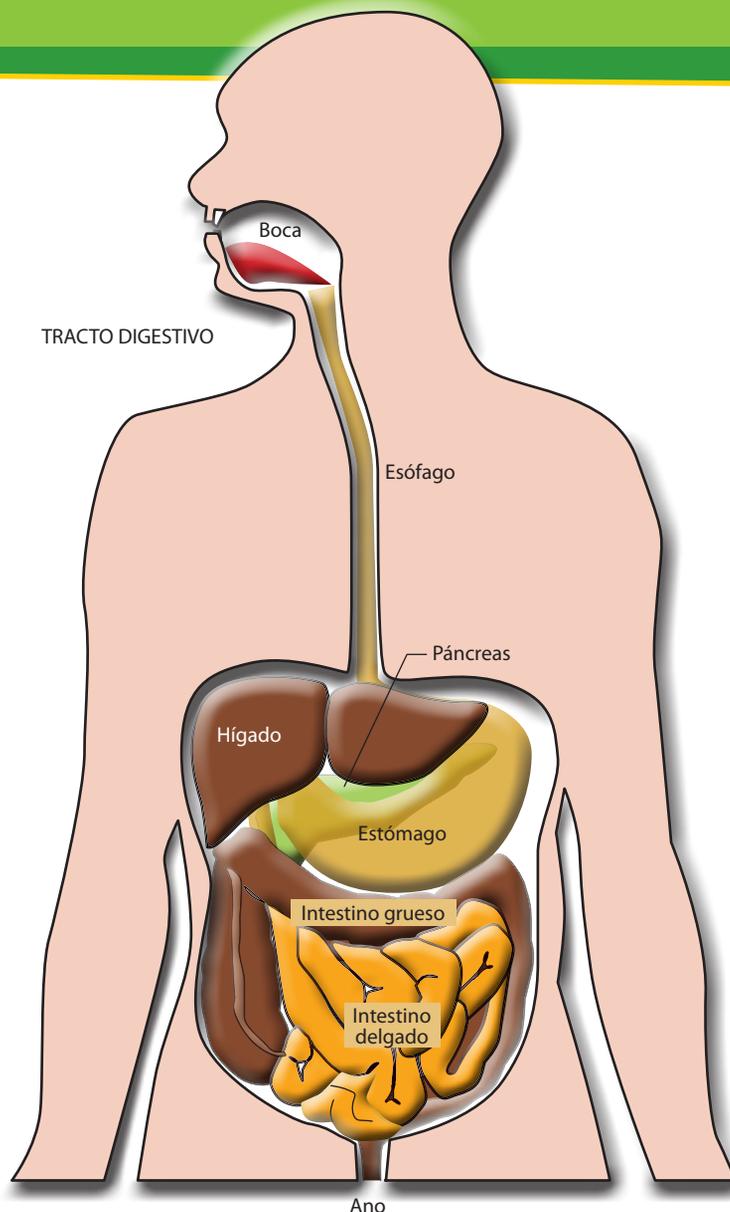


Digestión y absorción: un viaje de la boca a la sangre

Tráfico de una vía. Imagínate una línea de ensamblaje automotriz en la cual los trabajadores colocan partes siguiendo una secuencia lógica y ordenada. Una línea de ensamblaje o cadena de montaje es organizada y eficiente porque el proceso se mueve en una dirección y las tareas especializadas se efectúan en cada parada. El sistema digestivo humano, como en la mayoría de los animales, funciona un poco como esas líneas de ensamblaje, pero al revés; de hecho, podrían llamarse «líneas de desensamblaje o de desmontaje», porque más bien degradan o descomponen productos en lugar de fabricarlos.

El camino hacia la digestión

La ruta donde se mueve el alimento es un tubo conocido como tracto digestivo. Éste comienza en la boca y allí mismo, antes de comenzar su viaje, el alimento se rompe y diluye física y químicamente en piezas más pequeñas. El proceso digestivo pasa por una serie de etapas, en las cuales las partículas de alimento se van fragmentando hasta tener el tamaño apropiado para la siguiente, hasta que sean lo suficientemente pequeñas como para pasar a la sangre (absorción), y de esta manera se completa la digestión. El material no digerido residual se elimina a través de una segunda abertura corporal: el ano. Este tráfico de una vía permite que un tracto digestivo largo, cercano a unos nueve metros en el ser humano, proporcione una digestión minuciosa y eficiente.



¿Comes los mismos alimentos todos los días?

Mantener la salud de tu cuerpo requiere muchos nutrientes diferentes y variar tu dieta es la mejor forma de obtenerlos. Nuestro sistema digestivo está adaptado para la digestión y absorción de muchos tipos de alimentos. Por eso nuestro cuerpo es «una máquina» que se «contenta» y puede funcionar muy bien con variados tipos de combustible, como por ejemplo carbohidratos, lípidos y proteínas, de las que obtiene además de energía, materia prima para su propio crecimiento, desarrollo y reparación. Más aún, puede llevar consigo reservas en forma de grasa, que algunas veces constituyen los tan molestos «cauchitos».

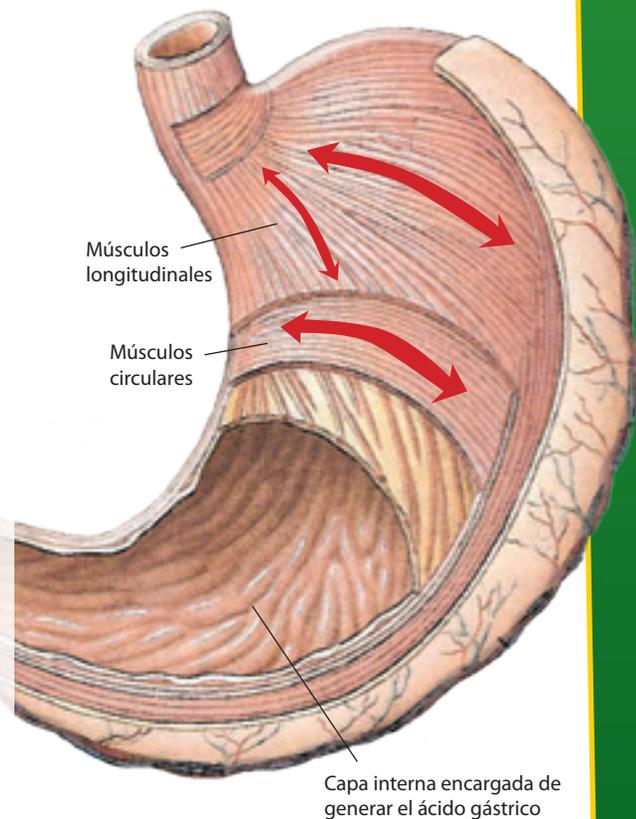
Acumulación y transferencia de energía

Las células del cuerpo necesitan un «banco de energía», cuya «moneda oficial de circulación» es el compuesto de alta energía adenosín trifosfato (ATP). Esta moneda se deposita a manera de «lingotes», moléculas complejas tales como los carbohidratos, que al degradarse son convertidos de nuevo en la «moneda oficial», que puede ser «prestada» poco después para procesos que requieren inversión de energía, tal como la reconstrucción del cuerpo, ejercicio o trabajo físico corporal, estudio, etc.



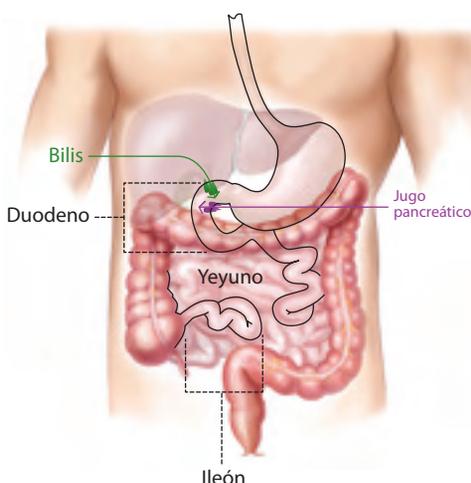
La digestión estomacal: esterilizar, ablandar y licuar

A pesar de que la preparación preliminar del alimento ocurre en la boca, con la masticación y la insalivación, el trabajo real de la digestión se inicia en ese gran órgano muscular hueco, en forma de «J», que es el estómago, el cual es, entre otras cosas, un «esterilizador», un «ablandador» y una «licuadora». Allí los alimentos reciben un baño de ácido. El jugo gástrico producido por las células de la pared del estómago contiene ácido clorhídrico, que mata la mayoría de los gérmenes presentes en el alimento (esterilizador). Además, este ácido ayuda a ablandar las fibras duras animales y vegetales (ablandador); sin embargo, no juega un papel importante en las etapas iniciales de la digestión, cuyos responsables son la pepsina y otras enzimas fabricadas por las células que tapizan el estómago. Recordemos que una enzima es una proteína que aumenta la velocidad de una reacción química y sin reaccionar con el sustrato. Al mismo tiempo, la pared del estómago produce y mantiene ondas de contracción que agitan el contenido estomacal, con lo que se forma una verdadera mezcla de fluidos (licuadora). El estómago además actúa como un área de almacenamiento para el alimento, lo que permite que éste pase lentamente al intestino.



Absorción

La mayoría de los procesos de digestión y absorción ocurren en el intestino delgado, llamado así porque su diámetro es de aproximadamente 2,5 cm, en comparación con el intestino grueso que le sigue, que tiene un diámetro de unos 6,5 cm. La primera porción del intestino delgado es el duodeno, que recibe el jugo pancreático, el cual neutraliza el contenido ácido proveniente del estómago para que las enzimas digestivas puedan funcionar. Además, el duodeno también recibe bilis, proveniente del hígado, cuya función es emulsionar las grasas, es decir, las rompe en partículas muy pequeñas y absorbibles. En las siguientes porciones del intestino delgado, yeyuno e íleon, se absorben las moléculas de nutrientes. Por último en el intestino grueso los residuos se deshidratan formándose el bolo fecal, que se excretará al exterior a través del ano.



Circulación y respiración

La mayoría de los materiales requeridos por el cuerpo para su mantenimiento (alimento y agua, por ejemplo) pueden ser almacenados; sin embargo, el oxígeno tiene que ser suministrado continuamente, pero no disuelto en la sangre, sino unido a la hemoglobina, que es una proteína concentrada en los glóbulos rojos, que actúan como «autobuses transportadores de oxígeno». De este modo, la capacidad transportadora de oxígeno de la sangre es unas 60 veces mayor que si sólo se transportara en el plasma (parte líquida de la sangre).

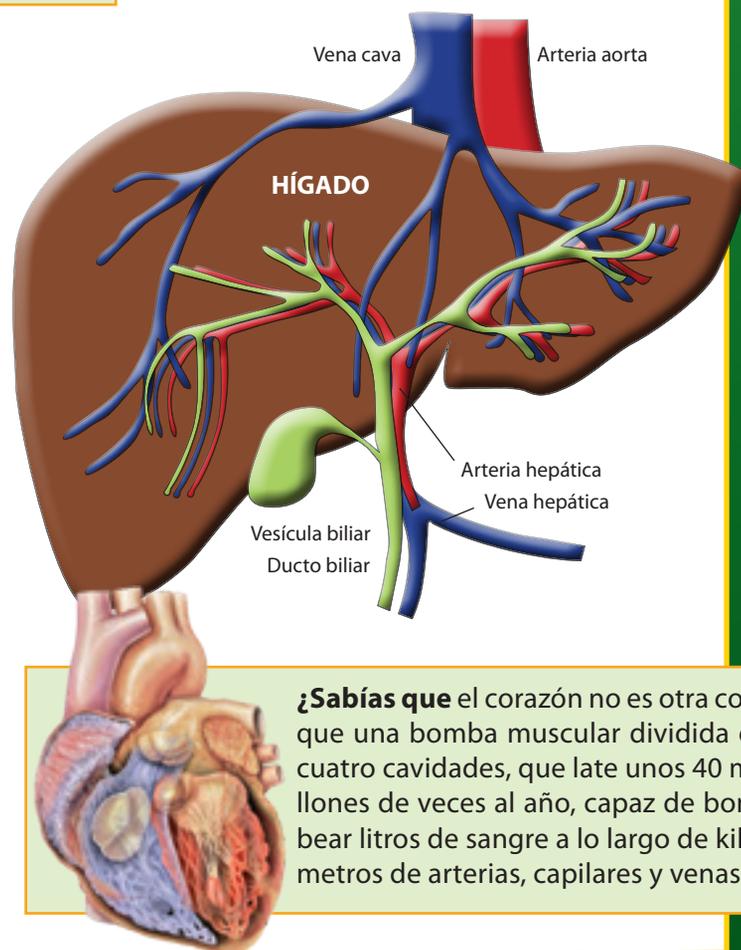
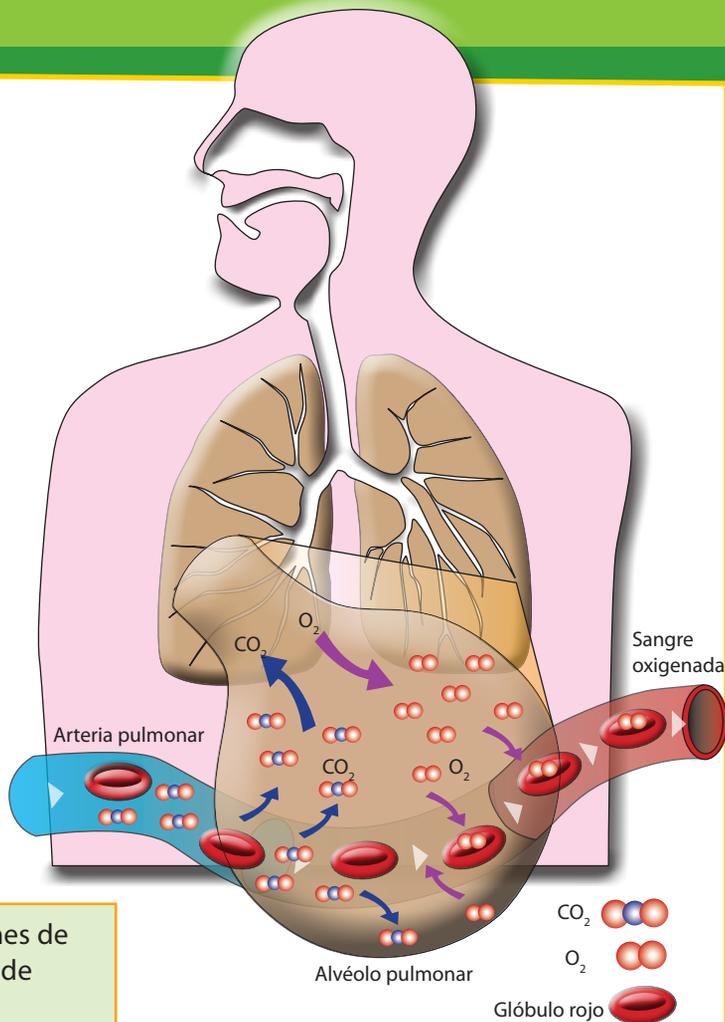
El torrente vital. El funcionamiento de nuestro cuerpo depende de la sangre circulante que ejecuta varios trabajos, de los cuales el más importante es la recolección de oxígeno (O_2) de los pulmones y su distribución a los tejidos del cuerpo. Mientras esto se lleva a cabo, el dióxido de carbono (CO_2) es removido de las células y llevado a los pulmones, de donde es eliminado en el aire expirado.

¿Sabías que en el proceso cardio-respiratorio los pulmones de un adulto absorben en promedio unas 250 mil toneladas de oxígeno por año?

Una parte de la circulación toma las moléculas de nutrientes absorbidas desde el tracto digestivo (circulación sistémica), y otra parte (circulación portal) lleva moléculas al hígado, donde se degradan (catabolismo) y se reconstruyen materiales complejos que necesita el cuerpo para su funcionamiento (anabolismo). Esto convierte al hígado en la principal «planta de procesamiento y remodelación» del organismo. Los productos de desecho de estos procesos son recolectados por la sangre y llevados a los riñones (vena cava), donde después de un procesamiento ulterior son excretados en la orina.

Cuando el alimento escasea, la sangre también lleva al hígado la grasa almacenada en el tejido adiposo como una fuente adicional de energía. La sangre, además, transporta hormonas o mensajeros químicos desde los órganos donde se producen hasta los tejidos donde ejecutan su trabajo.

Los glóbulos blancos proveen el principal mecanismo del cuerpo contra gérmenes invasores. Otros constituyentes de la sangre, las plaquetas, proporcionan un sistema de reparación de vasos sanguíneos. Finalmente, la sangre circulante ayuda a ajustar la temperatura corporal.



¿Sabías que el corazón no es otra cosa que una bomba muscular dividida en cuatro cavidades, que late unos 40 millones de veces al año, capaz de bombear litros de sangre a lo largo de kilómetros de arterias, capilares y venas?

Corazón y vasos

Los procesos circulatorios que mantienen la vida comienzan y terminan en el corazón.

El lado derecho del corazón bombea sangre a los pulmones, donde el CO_2 desechado se intercambia por O_2 .

La sangre oxigenada va luego a la parte izquierda del corazón y desde allí es bombeada a la aorta, que es la arteria más grande del organismo, con unos 2,5 cm de diámetro, para ser distribuida por todo el cuerpo.

Saliendo del ventrículo izquierdo, la aorta asciende de 5 a 7 cm y se arquea, como un bastón, en dirección a la columna vertebral (línea punteada blanca). Esta arteria puede ser considerada como el «tronco del árbol circulatorio» en el que el resto de las arterias son «las ramas».

Las arteriolas son las ramas más pequeñas, que se dividen en capilares, los vasos sanguíneos más pequeños del organismo, con una longitud aproximada de 0,06 cm y un diámetro 100 veces menor que su longitud. Estos diminutos vasos constituyen el último eslabón de la cadena que distribuye el oxígeno, desde los pulmones hasta las células. En estos capilares, el torrente sanguíneo prácticamente se detiene, lo que permite que el oxígeno, la glucosa, las hormonas y otras sustancias esenciales entren a la célula y salgan el CO_2 y otros desechos.

Como observas en la figura, a diferencia de las arterias (color rojo), el «árbol venoso» (color azul) funciona al contrario, de las «ramas al tronco»: los capilares se reúnen para formar pequeñas venas, las vénulas, que a su vez se agrupan formando venas medianas y luego más grandes, hasta constituir los dos grandes troncos venosos, las venas cava superior e inferior, que desembocan en la aurícula derecha del corazón y traen la sangre cargada de CO_2 para ser bombeada nuevamente a los pulmones para su oxigenación.

Transporte de oxígeno

Una persona puede vivir un día o dos sin agua y por varios días sin alimento, pero sólo unos pocos minutos sin oxígeno. Si el cerebro no recibe oxígeno por unos pocos segundos, el resultado es un desmayo; si continúa por más de unos pocos minutos, ocurre un daño cerebral permanente.

Cuestiones de bioética: la donación de órganos, el mejor regalo que puedes dar

¿Qué se puede hacer si un órgano vital de alguno de nuestros sistemas de mantenimiento corporal falla, hasta el punto de que no sea posible hacerlo funcionar? Hasta ahora no contamos con órganos artificiales apropiados, de manera que la única solución es un trasplante del órgano. Este procedimiento es muy complejo, sobre todo porque hay más personas que necesitan trasplantes que donantes de órganos. En la actualidad, la decisión sobre quién recibirá el órgano donado es tomada por los médicos, quienes por lo general forman parte del comité en el hospital que efectuará el trasplante. No obstante, algunos consideran que la decisión no debe ser tomada sólo por los médicos. ¿Qué otro profesional podría participar en esta decisión? ¿Qué ocurre cuando hay un órgano disponible que es apto para dos pacientes que lo necesitan? ¿Cómo eligen los médicos entre dos pacientes cardíacos, por ejemplo, un jovencito y una mujer joven que acaba de dar a luz? ¿Estarías dispuesto a donar órganos?

Excreción

Donde hubo fuego, siempre quedan cenizas, las cuales son desechos del material quemado. De la misma manera, las células de nuestro cuerpo también producen desechos al ocurrir el metabolismo de los nutrientes. Nosotros, al igual que otros animales, tenemos sistemas especializados –por ejemplo, el sistema urinario o excretor– para expulsar los desechos potencialmente tóxicos, como la urea y el ácido úrico. La piel, a través de las glándulas sudoríparas, también juega un rol en la excreción. El sistema urinario también ayuda al equilibrio osmótico, es decir, a mantener igual cantidad de sales disueltas en los líquidos dentro y fuera de las células.

Las adaptaciones que los animales tienen para deshacerse de los desechos y mantener el equilibrio osmótico están muy relacionadas con el ambiente en que habitan. Nosotros como animales terrestres debemos excretar los desechos con una mínima pérdida de agua, pues al habitar en un ambiente seco tenemos que conservar el agua dentro de nuestro cuerpo; más exactamente, debemos mantener nuestro «mar interior».

El mar interior

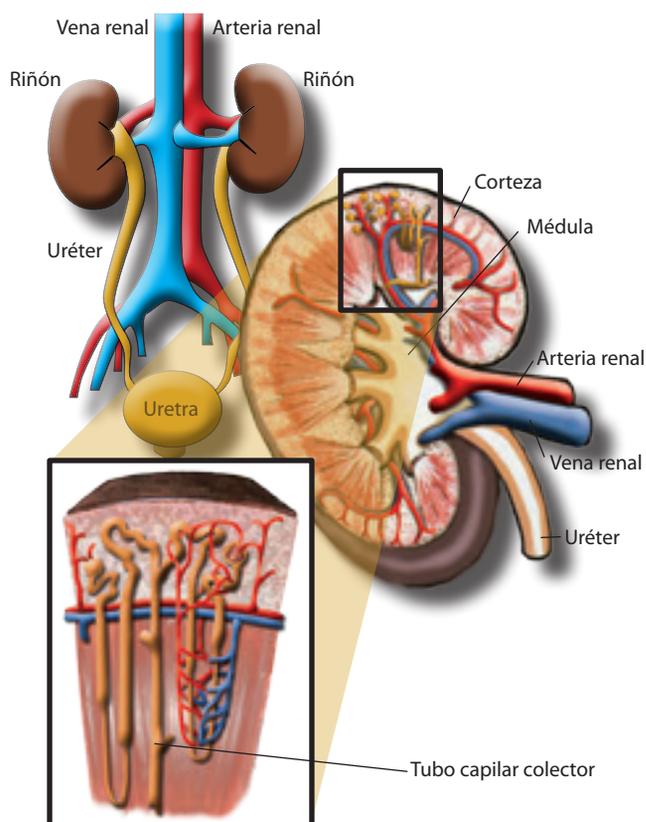
Aunque nosotros no vivimos en el agua, las células de nuestro cuerpo sí. A pesar de que el exterior de nuestro cuerpo tiene la apariencia de una estructura sólida, su interior es acuático. Los tejidos corporales contienen una gran cantidad de agua, de 50% a 70% de la masa total, con diferentes sales disueltas, cloruros, fosfatos, carbonatos, etc. En el balance de agua del cuerpo, se tienen que satisfacer dos requerimientos importantes: primero, es necesario mantener el volumen de fluido corporal constante y dentro de límites estrechos; segundo, es importante que la composición química de la sangre se conserve de una manera muy precisa.

El principal vehículo para remover los desechos es la orina, un fluido elaborado por los riñones. Para tener una idea del trabajo de los riñones, debemos observar la diferencia entre la materia prima que entra a ellos y el producto final. Algunas sustancias son concentradas de una manera muy efectiva en la orina; por ejemplo, una pequeñísima concentración de amoníaco en la sangre, pero su concentración en la orina es 500 veces mayor. Otros materiales, tales como proteínas, aminoácidos, vitaminas y glucosa son fácilmente detectadas en la sangre, pero casi completamente ausentes en la orina. El riñón no es un simple filtro o un dispositivo para concentrar sustancias, sino que «monitorea» las concentraciones de al menos 30 sustancias químicas en la sangre, removiendo algunas, conservando otras, y ajustando los niveles de otras; de manera que la sangre pueda llevar a cabo sus diversas funciones con eficiencia. Por otra parte, el riñón ayuda a mantener la acidez de la sangre en un nivel correcto y a estabilizar la presión y volumen sanguíneos.

El riñón no es muy grande, pero el espacio disponible es utilizado ingeniosamente: la sangre fluye a través de él en más de un millón de tubos estrechos, en lugar de utilizar un gran vaso sanguíneo. Este diseño provee un área de superficie mucho mayor para una transferencia lenta de sustancias químicas desde los pequeños vasos sanguíneos hacia los tubos colectores de orina, sin bombas mecánicas ni centrifugas.

¿Sabías que en cada riñón la longitud de su tubería capilar es de unos 48 km?

El procesamiento químico en el riñón tiene lugar en dos etapas. En la primera, la sangre es filtrada en los glomérulos (unidades funcionales del riñón), reteniendo las células y las proteínas plasmáticas y retirando la mayor parte del agua y los sólidos disueltos. En la segunda etapa, el filtrado acuoso es procesado aún más, de manera que los materiales útiles, tales como la glucosa y las vitaminas que contiene, son devueltos a la sangre, mientras que los productos de desecho son eliminados.



Francisco de Venanzi

Por siglos, las universidades han estado íntimamente vinculadas a la búsqueda del conocimiento científico; de hecho, la mayoría de los descubrimientos en el campo de las ciencias básicas, incluida la biología, y las tecnologías derivadas de ellas, proviene de estas instituciones. En nuestro país, buena parte de los científicos son a su vez docentes de alguna de nuestras universidades. Francisco Antonio de Venanzi, digno ejemplo de lo antes expresado, no se conformó con poseer un título universitario (médico), sino que fue investigador, docente, escritor y también rector de la Universidad Central de Venezuela (UCV).



Francisco de Venanzi nació en Caracas en 1917. Se graduó de médico en la UCV y se especializó en bioquímica, particularmente en áreas vinculadas a la nutrición, en universidades estadounidenses. A su regreso se vinculó rápidamente al quehacer universitario venezolano, ingresando al Instituto de Medicina Experimental de la UCV. Su interés por la investigación científica y por la divulgación de sus resultados lo llevó a promover en 1950 la creación de la Asociación Venezolana para el Avance de la Ciencia (Asovac), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conicit, hoy Fonacit), el Centro para la Investigación del Cáncer de la Sociedad Anticancerosa de Venezuela (1950), el Instituto de Investigaciones Médicas de la Fundación Luis Roche y el Instituto Oceanográfico de Venezuela.

El Dr. De Venanzi fue pieza clave en la consolidación de la universidad pública venezolana como una institución autónoma y democrática, a la par que gratuita. Durante su gestión como rector de la UCV, su actividad fue literalmente vertiginosa. Uno de sus logros principales fue la creación en 1958 de la Facultad de Ciencias, una de cuyas escuelas, la de Biología, ha formado a la gran mayoría de los biólogos con los que cuenta la nación. De Venanzi publicó varios artículos

científicos, varios de ellos en la revista *Acta Científica Venezolana*, de la cual fue cofundador. Fue a su vez fundador y redactor en la revista *Acta Médica Venezolana*. Pero su labor como escritor trascendió al mundo de la ciencia y la medicina en sentido estricto, ya que publicó durante varios años en la prensa nacional artículos divulgativos y de opinión de interés general, así como también varios libros.

Su labor profesional fue ampliamente reconocida. Entre las tantas distinciones que recibió podrían mencionarse: el Premio José Gregorio Hernández (1945), Premio Nacional de Ciencias (1955) junto a Marcel Roche, Premio Simón Bolívar a la labor universitaria (1983) y varios doctorados «honoris causa». La UCV y la ULA se honran actualmente con otorgar un reconocimiento a los investigadores científicos que lleva el nombre de Francisco de Venanzi. Este notable venezolano falleció en Caracas en 1987.

Para saber más...

ORAM, R. F. (2007). *Biología: sistemas vivos*. McGraw-Hill Interamericana, México D.F.

STRAND, F. L. (1982). *Fisiología humana: un enfoque hacia los mecanismos reguladores*. Nueva Editorial Interamericana, México D.F.

TORTORA, G. J. y Anagnostakos, N. P. (1977). *Principios de anatomía y fisiología*. Harla, S.A. de C.V. México D.F.