



los capilares hasta la cápsula de la cavidad de Bowman. Cada riñón contiene 10^6 nefrones, cada uno de ellos una unidad independiente para excretar desechos y regular la composición de la sangre. Cada uno filtra la sangre y luego resorbe ciertas substancias, y no otras, cuando el filtrado pasa por el túbulo.

a) Explique la función y la anatomía del riñón.

18-3 FORMACIÓN DE LA ORINA.

La combinación de los tres procesos de *filtración, resorción y secreción* dan el resultado de que el riñón pueda eliminar desechos sin excluir componentes útiles de la sangre. La filtración tiene lugar en la unión de los capilares glomerulares con la pared de la cápsula de Bowman. La sangre realmente se "filtra" al pasar a través del capilar, de modo que el agua, sales, azúcar, urea y todos los componentes de la sangre (excepto los elementos celulares y las grandes moléculas como las proteínas plasmáticas) pasan a la cavidad de la cápsula donde forman el *filtrado glomerular*. El conjunto de la corriente sanguínea por los riñones a razón de 1200 ml. por minuto, o sea de una cuarta parte del gasto cardiaco total. El plasma que pasa por el glomérulo pierde un 20% de su volumen para formar el filtrado glomerular; el resto abandona el glomérulo por la arteriola eferente. El mecanismo básico de este proceso es el puramente físico de la presión de filtración, facilitada por la disposición de que la pequeña arteria que entra en el glomérulo, la *arteriola aferente* es mayor que la que sale, o *arteriola eferente*; como consecuencia, la presión de la sangre en los capilares glomerulares es relativamente elevada, 70mm Hg, con el resultado de que una porción

del plasma pasa filtrado a la cápsula.

La presión que impulsa a salir líquido del glomérulo y entrar en la cápsula de Bowman es la presión de la sangre en los capilares glomerulares, 70mm Hg. La presión que tiende a desplazar líquido en sentido opuesto es la suma de la presión hidrostática en la cápsula de Bowman, 14mm Hg, y la presión osmótica coloidal del plasma en los capilares glomerulares, 32mm Hg, ¿Por qué es la presión osmótica o coloidal mayor aquí que en los capilares de otras partes del cuerpo? Así, - la fuerza neta que obliga al líquido a salir del glomérulo, la *presión de filtración* es de $70 - (32+14)$, o sea, 24mm Hg. La mayor parte del líquido filtrado por la membrana glomerular es resorbido posteriormente de los túbulos a los capilares que los rodean.

Mediante la introducción de una finísima jeringa de cristal en la cápsula de Bowman de un riñón de rana, con posibilidad de recoger y analizar directamente el filtrado glomerular, A.N. Richards, de la Universidad de Pensilvania, pudo demostrar que tiene la misma concentración de urea, sales, glucosa y otros elementos que el plasma, aunque sin las proteínas. Las células de la cápsula de Bowman son, por su fragilidad incapaces de retirar materias de los capilares, de modo que el trabajo de impulsar el filtrado desde la sangre hasta la cápsula está en realidad a cargo de la fuerza impulsora del corazón. Puede demostrarse experimentalmente que la velocidad con que el líquido pasa del glomérulo a la cápsula de Bowman, *velocidad de filtración glomerular*, aumenta y disminuye con la presión arterial y, en consecuencia, la presión de filtración. La velocidad normal de la filtración glomerular es de 125 ml por minuto, que equivale a 180 litros por día. ¡Esto es cuatro y media veces la cantidad de líquido de todo el cuerpo!

La cantidad filtrada es regulada también por la constricción o dilatación de las arteriolas que conducen al glomérulo o salen de él. La cantidad filtrada aumenta por la constricción de las arteriolas eferentes y la dilatación de las arteriolas aferentes. Una elevación de la presión arterial aumenta, a su vez, la presión glomerular, la velocidad de filtra-

ción glomerular y la cantidad total de orina excretada. La mayor pérdida de líquido de la sangre reduce el volumen de ésta y, por tanto, la presión arterial. Una baja de la presión arterial conduce, por una serie comparable de hechos, a una reducción de la cantidad de orina excretada. La menor pérdida de líquido de la sangre aumenta el volumen de sangre y la presión arterial. El riñón proporciona de este modo un mecanismo por el cual se regula automáticamente la presión arterial.

Si la composición de la orina eliminada fuese igual a la del filtrado glomerular, la excreción sería un proceso ruinoso, pues se perdería así gran cantidad de agua, glucosa, aminoácidos y otras sustancias útiles. Pero la cantidad y la calidad de las sustancias presentes en la orina son muy diferentes de las de los filtrados glomerulares. Desde cada cápsula de Bowman, situada en la corteza, el filtrado pasa primero por el *túbulo contorneado proximal* (también en la corteza), después por una larga asa que llega hasta la porción medular (*asa de Henle*), y por fin, por otro conducto en la región cortical, el *túbulo contorneado distal*, que acaba desembocando en el *túbulo colector*, en dirección a la pelvis. Ya no se modifica la orina a su paso por la pelvis renal, los uréteres, la vejiga y la uretra, las modificaciones de concentración ocurren cuando los productos excretorios pasan de la cápsula de Bowman a lo largo del trayecto de los túbulos colectores.

Las paredes de los túbulos renales están formadas de un simple estrato de células epiteliales cuboides o planas. Las células que forman las paredes de los túbulos contorneados proximales están ricamente dotadas de mitocondrias y su borde interno es un *borde en forma de cepillo* compuesto de muchas prolongaciones vellosas que salen de las células hacia la luz del túbulo. Cuando el filtrado pasa por ellas, resorben gran parte del agua y virtuosamente toda la glucosa, aminoácidos y otras sustancias necesarias para el cuerpo y las secretan de nuevo en el torrente sanguíneo.

La arteriola eferente no pasa directamente a una vena, sino que se une con una segunda red de capilares alrededor de los túbulos contorneados proximales y distales. Así, la ruta de la sangre en el riñón es única, pasa por dos conjuntos de capilares en sucesión, desde la arteria renal hasta la vena renal. La capacidad del riñón para regular la composición de la sangre depende de esta característica estructural.

Las sustancias son resorbidas en el torrente sanguíneo selectivamente y su velocidad es regulada en parte por los requerimientos momentáneos del cuerpo. Las células que tapizan los túbulos deben utilizar energía (ATP) y trabajar para reintegrar esas sustancias a la corriente sanguínea mediante un proceso de "transporte activo", casi siempre contra un gradiente de difusión. Está comprobado que una cantidad determinada de tejido renal consume más oxígeno por hora que el equivalente en peso de músculo cardíaco, lo que indica que los riñones trabajan más intensamente que el corazón. Para esta labor obtienen la energía de las oxidaciones biológicas intracelulares; al privar de oxígeno al riñón, cesa la resorción, aunque no la filtración. La sustancia resorbida en mayor cantidad es el cloruro sódico. Los túbulos renales de nuestros riñones resorben cada día 1200 gramos de cloruro sódico—un poco más de 1130 g. Los iones de sodio son resorbidos activamente por una *bomba de sodio* y la glucosa y los aminoácidos son resorbidos por mecanismos selectivos de transporte activo. Esto produce una disminución de la concentración de solutos en el líquido intersticial que rodea el túbulo. El agua es resorbida osmóticamente, impulsada por el gradiente de concentración del agua.

El riñón humano, elabora 125 litros de filtrado por cada litro de orina eliminada; los 124 litros de agua restantes se resorben. En esta forma los productos de desecho, como la urea, se concentran mucho y así siguen el trayecto de los túbulos. La concentración de urea en la orina es como unas 65 veces mayor que en el filtrado glomerular, y aún sería mayor si no fuese por el hecho de que en una pequeña cantidad

se resorben en los túbulos. La urea, el ácido úrico y la creatinina no son resorbidos activamente por los túbulos, sino - que pequeñas cantidades de ellos pasan por difusión desde la luz del túbulo de nuevo hasta los capilares que rodean los - túbulos. La cantidad de agua resorbida depende también de la necesidad de la misma por parte del organismo y es regulada por la *hormona antidiurética* (ADH) secretada por el lóbulo - posterior de la hipófisis.

Si se bebe gran cantidad de agua o de cerveza, se resorbe menos líquido, con el resultado de que se excreta una orina en más cantidad y más diluida. Por el contrario, si hay - restricción en la toma de líquidos, se resorbe una cantidad máxima de agua por las células de los túbulos, con emisión de orina escasa y concentrada.

Las células de los túbulos renales; no solo substraen - substancias del filtrado y las reintegran a la sangre, sino que secretan otros productos adicionales que van entonces de la sangre al filtrado, mediante un mecanismo de transporte activo. Este proceso, llamado de *secreción tubular*, probablemente es de menor cuantía en la función renal humana, pero en animales como el renacuajo, cuyos riñones carecen de glomérulos y cápsulas de Bowman, la excreción tubular es el único recurso de eliminación. Si la presión arterial (y, por consi- - guiente, la presión de filtración) desciende por debajo de - cierto límite, la filtración.cesa en el hombre, aunque la orina todavía se está formando por excreción tubular. Las mate- rias colorantes inyectadas a los animales de experimentación pueden verse transitar desde la sangre hasta la orina a tra- vés de las células que revisten los túbulos. Ciertos medica- mentos como la penicilina y la atebriina se eliminan de la -- sangre y son excretados por este proceso. Por consiguiente - no hay duda de que esta función de secreción puede ser posi- ble en el hombre y en otros animales, aunque se desconoce en qué medida interviene exactamente en el proceso de excreción.

Una vez el líquido llega al extremo de los túbulos con- torneados distales, donde algunas substancias han sido resor

bidas y otras agregadas, puede decirse que el filtrado glo- merular se ha convertido en *orina*.

a) Explique la formación de orina.

b) Explique la intervención de las hormonas en el meca- nismo de excreción.

INTERCAMBIO DE GASES EN PLANTAS Y ANIMALES.

INTRODUCCIÓN.

Todos sabemos que el oxígeno es vital en nuestra existencia. Pero, ¿cómo lo utilizan? ¿para qué? Nuestras células, las células de las plantas y las de los diferentes grupos de animales. No todos los diferentes grupos de plantas y animales realizan el intercambio de gases (respiración) de la misma manera.

En esta unidad estudiaremos las distintas versiones de los sistemas de intercambio de gases en los diferentes organismos.

OBJETIVOS.

- 1.- Explicar cada uno de los pasos en el intercambio gaseoso en plantas.
- 2.- Describir la variedad de estructuras en el intercambio de gases en animales.
- 3.- Explicar la respiración extracelular.
- 4.- Explicar la respiración intracelular.
- 5.- Describir el aparato respiratorio humano y su funcionamiento.
- 6.- Describir el transporte de oxígeno por la sangre.
- 7.- Describir el transporte de bióxido de carbono por la sangre.

8.- Describir asfixia.

PROCEDIMIENTO DE APRENDIZAJE.

- 1.- Esta unidad comprende los capítulos 19 y 20 del presente libro.
- 2.- Observa y estudia detenidamente cada dibujo, tabla o figura, pues son representaciones gráficas de un conocimiento.
- 3.- Tu maestro asesor y coordinador saben las respuestas, pregúntales.
- 4.- Como autoevaluación, resolverás las preguntas que vienen al final de cada punto de los capítulos 19 y 20, la cual tendrás que mostrar a tu maestro para que se te acredite.

PRERREQUISITO.

Tendrás una sesión de práctica de laboratorio de audiovisual como refuerzo a tus conocimientos teóricos a la que deberás asistir so pena de perder tu derecho a la evaluación semanal.

CAPÍTULO XIX

INTERCAMBIO DE GASES EN PLANTAS.

Entre los traqueófitos no existe un órgano exclusivamente destinado al intercambio de gases que cubra todas las necesidades del organismo; además el transporte de gases entre una y otra porción de la planta es muy reducido, aunque la planta dispone de un sistema de transporte de fluidos bastante elaborado. Por tal motivo, en la planta cada órgano (raíz, tallo, hoja) se encarga de cubrir sus propias necesidades de intercambio gaseoso.

19-1. INTERCAMBIO DE GASES EN RAICES Y TALLOS.

Las necesidades de intercambio gaseoso de las raíces y el tallo no son grandes. La respiración en las plantas, por lo general, se produce a un nivel más bajo que en los animales. La fotosíntesis impone demandas considerables en el intercambio gaseoso, pero las raíces no participan en este proceso. Las raíces cubren sus necesidades de oxígeno por difusión de este gas, desde el aire que ocupa los espacios que dejan entre sí las partículas de tierra. El oxígeno se difunde, en primer término, hacia una lámina de humedad que rodea las partículas de suelo y desde allí hacia los pelos radiculares (prolongaciones de las células epidérmicas de la región apical de la raíz), los cuales están en contacto directo con la mencionada lámina de humedad (fig. 15-1). Del citoplasma de los pelos radicales el oxígeno pasa por difusión a las demás células de la raíz. El bióxido de carbono, producido por las células de la raíz, sale de ellas por difusión, en dirección contraria.

Las regiones de la raíz de cierta edad que ya se han en grosado no poseen pelos radicales. Estas porciones de la raíz están cubiertas por una capa protectora de células muertas, denominada corcho. Contienen pequeños poros denominados lenti