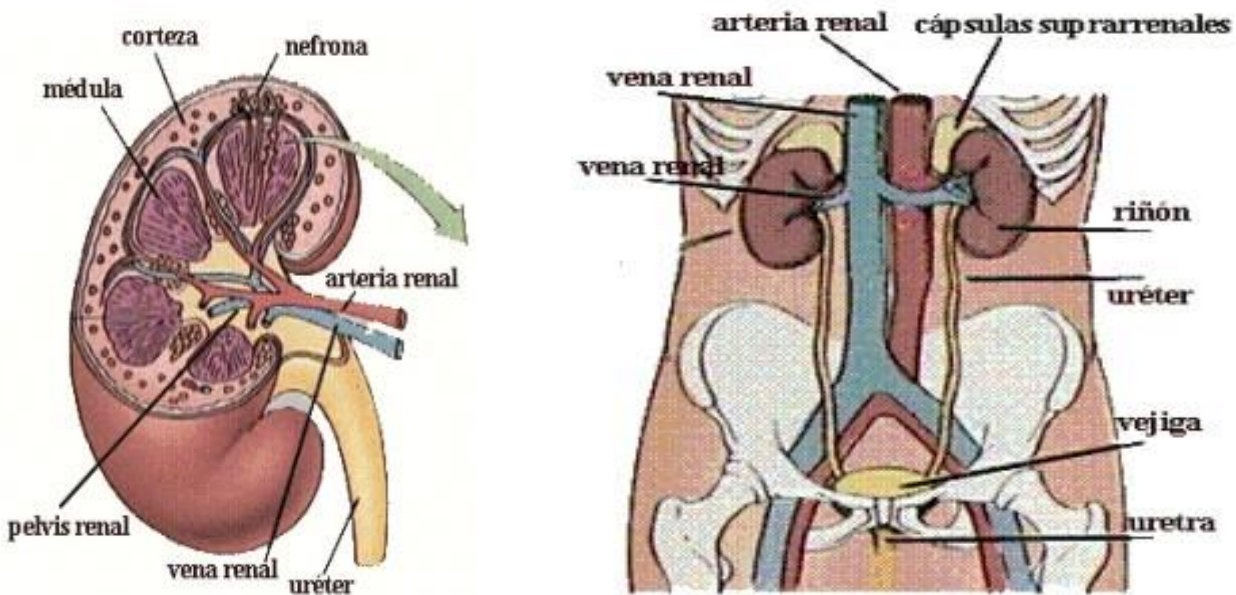


## APARATO RENAL e HIDRATACIÓN



Riñón

Los riñones son órganos excretores de los vertebrados con forma de judía o habichuela. En el hombre, cada riñón tiene, aproximadamente, el tamaño de su puño cerrado. En los seres humanos, los riñones están situados en la parte posterior del abdomen. Hay dos, uno a cada lado de la columna vertebral. El riñón derecho descansa exactamente debajo del hígado y el izquierdo debajo del diafragma y adyacente al bazo. Sobre cada riñón hay una glándula suprarrenal. La asimetría dentro de la cavidad abdominal causada por el hígado, da lugar a que el riñón derecho esté levemente más abajo que el izquierdo. Los riñones están ubicados en el retroperitoneo, por lo que se sitúan detrás del peritoneo, la guarnición de la cavidad abdominal. Aproximadamente, están a la altura de la última vértebra torácica y las primeras vértebras lumbares (de T12 a L3). Los polos superiores de los riñones están protegidos, parcialmente, por las costillas 11 y 12, y cada riñón está rodeado por dos capas de grasa (perirrenal y pararenal) que ayudan a protegerlos.

Los riñones filtran la sangre del aparato circulatorio y permiten la excreción, a través de la orina, de diversos residuos metabólicos del organismo (como son la urea, la creatinina, el potasio y el fósforo) por medio de un complejo sistema que incluye mecanismos de filtración, reabsorción y excreción. Diariamente los riñones procesan unos 200 litros de sangre para producir hasta 2 litros de orina. La orina baja continuamente hacia la vejiga a través de unos conductos llamados uréteres. La vejiga almacena la orina hasta el momento de orinar.

Se puede dar la ausencia congénita de uno o ambos riñones, conocida como agenesia renal unilateral o bilateral. En casos muy raros, es posible haber desarrollado tres o cuatro riñones.<sup>12</sup>

### Anatomía

#### Características generales

- Cada riñón tiene de 10 a 12 cm de largo, 5 a 6 de ancho y de 3 a 4 de espesor (más o menos el tamaño de un puño cerrado)
- Se encuentran en la región retroperitoneal.
- Cada uno pesa unos 150 gramos (sin fluidos en su interior), alrededor de 300-400 gramos con los fluidos (sangre-orina).
- Se rodean de una fina cápsula renal.
- Están divididos en tres zonas diferentes: corteza, médula y pelvis.
- Son dos glándulas en forma de tachuela.
- Son de color rojo oscuro y se sitúan a ambos lados de la columna vertebral.
- En la parte superior de cada riñón se encuentran las glándulas suprarrenales.
- Las dos enfermedades más comunes que pueden llegar a afectarlo son la diabetes y la hipertensión

## Organización

El peso de los riñones equivale al 0.5% del peso corporal total de una persona. Los riñones tienen un lado cóncavo mirando hacia adentro (intermedio). En este aspecto intermedio de cada riñón hay una abertura, llamada el hilio, que admite la arteria renal, la vena renal, los nervios, y el uréter.

La porción externa del riñón se llama corteza renal, que descansa directamente debajo de la cápsula de tejido conectivo blando del riñón. Profundamente en la corteza lóbulo renal. La extremidad de cada pirámide (llamada la papila) se vacía en un cáliz, y los cálices se vacían en la pelvis renal. La pelvis transmite la orina a la vejiga urinaria vía el uréter.

### Corteza

Es la parte externa del riñón y tiene aproximadamente 1 cm. de grosor, de coloración rojo pardusca y fácilmente distinguible al corte de la parte interna o medular. Forma un arco de tejido situado inmediatamente bajo la cápsula renal. De ella surgen proyecciones que se sitúan entre las unidades individuales de la médula y se denominan columnas de Bertin.

Contiene el 75% de los glomérulos, los túbulos proximales y distales, recibe el 90% del flujo sanguíneo renal y su principal función es la filtración, la reabsorción activa-selectiva, y la secreción.

Las pirámides renales (o las pirámides de Malpighi) son tejidos del riñón con forma de cono. La médula renal está compuesta de 8 a 18 de estas subdivisiones cónicas. La amplia base de cada pirámide hace frente a la corteza renal, y su ápice, o papila, apunta internamente, descargando en el cáliz menor (que a modo de embudo confluye en la pelvis renal). Las pirámides parecen rayadas porque están formadas por segmentos paralelos rectos de túbulos renales.

### Suministro de sangre

Cada riñón recibe su flujo de sangre de la arteria renal, dos de ellas se ramifican de la aorta abdominal. Al entrar en el hilio del riñón, la arteria renal se divide en arterias interlobares más pequeñas situadas entre las papilas renales. En la médula externa, las arterias interlobares se ramifican en las arterias arqueadas, que van a lo largo de la frontera entre la médula y la corteza renales, todavía emitiendo ramas más pequeñas, las arterias corticales radiales (a veces llamadas las arterias interlobulares). Las ramificaciones de estas arterias corticales son las arteriolas aferentes que proveen los tubos capilares glomerulares, que drenan en las arteriolas eferentes. Las arteriolas eferentes se dividen en los tubos capilares peritubulares que proporcionan una fuente extensa de sangre a la corteza. La sangre de estos tubos capilares se recoge en vénulas renales y sale del riñón por la vena renal. Las arteriolas eferentes de los glomeruli más cercanas a la médula (las que pertenecen a los nefrones juxtamedulares) envían ramas dentro de la médula, formando la vasa recta. El suministro de sangre está íntimamente ligado a la presión arterial.

### Nefrona

A nivel microscópico, el riñón está formado por 1 a 3 millones de unidades funcionales, que reciben el nombre de nefronas. Es en el nefrón donde se produce realmente la filtración del plasma sanguíneo y la formación de la orina; la nefrona es la unidad básica constituyente.

Las nefronas regulan en el cuerpo el agua y la materia soluble (especialmente los electrolitos), al filtrar primero la sangre bajo presión, y enseguida reabsorbiendo algún líquido y moléculas necesarios nuevamente dentro de la sangre mientras que secretan otras moléculas innecesarias. La reabsorción y la secreción son logradas con los mecanismos de cotransporte y contratransporte establecidos en las nefronas y conductos de recolección asociados. La filtración de la sangre ocurre en el glomérulo, un apilamiento de capilares que se encuentra dentro de una cápsula de Bowman.

Podemos decir que el proceso de la nefrona está dividido en tres pasos fundamentales:

**Presión glomerular:** consiste en filtrar cierta cantidad a través de una membrana que existe entre la cápsula Bowman y el glomérulo. **Resorción:** se da a nivel del túbulo contorneado, específicamente en el haza de Henle, en donde a través del cerebro se dan órdenes al riñón para que absorba contenidos necesitados por el cuerpo. **Secreción:** es lo contrario a la Resorción; en esta etapa los componentes sanguíneos en exceso son eliminados por segregaciones al túbulo contorneado.

### Sistema de conductos recolectores

El líquido fluye del nefrón en el sistema de conductos recolectores. Este segmento del nefrón es crucial para el proceso de la conservación del agua por el organismo. En presencia de la **hormona antidiurética (ADH; también llamada vasopresina)**, estos conductos se vuelven permeables al agua y facilitan su reabsorción, concentrando así la orina y reduciendo su volumen. Inversamente, cuando el organismo debe eliminar exceso de agua, por ejemplo después beber líquido en exceso, la producción de ADH es disminuida y el túbulo recolector se vuelve menos permeable al agua, haciendo a la orina diluida y abundante. La falla del organismo en reducir la producción de ADH apropiadamente, una condición conocida como síndrome de secreción inadecuada de la hormona antidiurética (SIADH), puede conducir a

retención de agua y a dilución peligrosa de los fluidos corporales, que a su vez pueden causar daño neurológico severo. La falta en producir ADH (o la inhabilidad de los conductos recolectores de responder a ella) puede causar excesiva orina, llamada diabetes insipidus (DI).

Una segunda función importante del sistema de conductos recolectores es el mantenimiento de la homeostasis ácido-base.

Después de ser procesado a lo largo de los túbulos y de los conductos recolectores, el fluido, ahora llamado orina, es drenado en la vejiga vía el uréter, para finalmente ser excluido del organismo.

El riñón es uno de los órganos más importantes en el ser humano, es el que purifica la sangre.

### Funciones del riñón

- Los desperdicios filtrados de la sangre pasan a la vejiga.
- Excretar los desechos mediante la orina.
- Regular la homeostasis del cuerpo.
- Secretar hormonas: la eritropoyetina, la renina y la vitamina D
- Regular el volumen de los fluidos extracelulares.
- Regular la producción de la orina.
- Participa en la reabsorción de los electrolitos.
- Filtración

La filtración ocurre en grandes unidades ubicadas dentro de los riñones llamadas nefronas. En la nefrona, el glomérulo -que es un pequeño ovillo de capilares sanguíneos- se entrelaza con un pequeño tubo colector de orina llamado túbulo. Se produce un complicado intercambio de sustancias químicas a medida que los desechos y el agua salen de la sangre y entran al aparato excretor.

Al principio, los túbulos reciben una mezcla de desechos y sustancias químicas que el cuerpo todavía puede usar. Los riñones miden las sustancias químicas, tales como el sodio, el fósforo y el potasio, y las envían de regreso a la sangre que las devuelve al cuerpo. De esa manera, los riñones regulan la concentración de esas sustancias en el cuerpo. Se necesita un equilibrio correcto para mantener la vida, pues las concentraciones (excesivas o muy bajas) pueden ser perjudiciales.

Además de retirar los desechos, los riñones liberan tres **hormonas** importantes:

- La **eritropoyetina**, que estimula la producción de glóbulos rojos por la médula ósea.
- La **renina**, que regula la presión arterial.
- La forma activa de la **vitamina D**, que ayuda a mantener el calcio para los huesos y para el equilibrio químico normal en el cuerpo.

## HIDRATACION

La reposición adecuada de líquidos es importante, tanto para la salud como para el deporte. El agua es un nutriente esencial porque el organismo la necesita en cantidades superiores a las que puede producir. Las necesidades dependen del peso corporal de cada persona y varía en cada etapa de la vida.

Para un adulto la cantidad de líquido suficiente para mantener el equilibrio hídrico, en condiciones normales de actividad y de temperatura del ambiente, se calcula en 1 ml de agua por cada kilocaloría ingerida.

El equilibrio hídrico está determinado cuando la cantidad de agua que se ingiere es igual a la de líquido corporal que se elimina.

### INGESTA DE AGUA:

- Líquidos
- Agua contenida en alimentos
- Agua producida en el metabolismo de los alimentos para transformar en energía

### ELIMINACION DE AGUA:

- Orina
- Materia fecal.
- Aire exhalado
- Transpiración imperceptible de la piel (sudor).

El contenido total de agua de un hombre de 70 kg es de alrededor del 60% su peso; ésta se desplaza constantemente de un compartimiento a otro (figura 8.2) y se almacena de la siguiente manera:

- 65% dentro de las células como agua intracelular.

- 35% se localiza en el espacio extracelular, que a su vez se subdivide en: Agua intravascular; se encuentra dentro de los vasos sanguíneos y en varios compartimientos, por ejemplo el líquido cefalorraquídeo

El agua desempeña diversas funciones en el cuerpo, dentro de las cuales las más relacionadas con la actividad física son:

- Controlar la temperatura corporal.
- Permitir que los nutrientes puedan realizar sus funciones en forma correcta dentro del organismo.
- Transportar los glóbulos rojos con oxígeno hacia los músculos.
- Permitir que el CO<sub>2</sub> y otros productos metabólicos sean eliminados del organismo.
- Regular la presión arterial para una función cardiovascular adecuada.

La función renal es la encargada de mantener el equilibrio hídrico. El término homeostasis describe el mantenimiento de un entorno interno normal, de manera que el agua, los electrolitos, las hormonas y otras sustancias esenciales para el buen funcionamiento de los procesos vitales estén distribuidos y sean utilizados por el organismo de la manera más apropiada.

El principal mecanismo para controlar la dirección del agua de los diferentes compartimientos del organismo es la osmolaridad de los líquidos. Por osmolaridad se entiende la cantidad o la concentración de sustancias disueltas (solutos) en una solución. La glucosa, las proteínas y los electrolitos, por ejemplo el sodio, son algunos de los solutos que se encuentran en el agua del organismo. La osmolaridad del líquido extracelular es de 300 mOsm. Cuando dos sustancias tienen la misma presión osmótica se denominan isoosmóticas o isotónicas; si tienen diferentes concentraciones de solutos, la que posee una presión osmótica mayor se denomina hipertónica y la otra hipotónica.

Cuando entre dos soluciones hay diferente osmolaridad, se puede generar una diferencia de presión. Esto hace que el agua se desplace a través de una membrana permeable desde el compartimiento líquido con la solución hipotónica hasta el de la solución hipertónica.

## REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA CORPORAL

La temperatura corporal interna normal es de alrededor de 37°C, con fluctuaciones no mayores a 1°C. Sin embargo, puede alterarse por diversos factores, uno de los cuales es la actividad física. A pesar de los cambios de la temperatura ambiente, mediante mecanismos fisiológicos que regulan la ganancia o pérdida de calor el cuerpo mantiene un equilibrio térmico. No obstante, en condiciones ambientales extremas esos mecanismos pueden ser insuficientes.

Al oxidar los nutrientes el metabolismo basal genera calor; el 70% de la energía utilizada se convierte en calor. Cuando un individuo comienza a realizar ejercicio el cuerpo comienza a producir calor, el cual es transportado desde el interior hacia la piel principalmente por la sangre y luego es transferido al ambiente; pero si la producción de calor supera la pérdida, la temperatura interna se eleva.

Los cuatro mecanismos físicos para eliminar calor desde la parte más interna del organismo hacia la piel son:

1. Conducción
2. Convección
3. Radiación
4. Evaporación

**Conducción.** El calor es transferido por contacto físico a través del contacto molecular directo, por ejemplo cuando la piel se apoya sobre un vidrio. Pero si el aire circulante está más caliente que la piel o se camina sobre arena caliente, este calor será transmitido hacia el organismo, que entonces se calienta.

**Convección.** Es la transferencia de calor por movimiento de un gas o de un líquido en contacto con el cuerpo. Cuando el aire circula alrededor del cuerpo, barre aquellas de sus moléculas que se han calentado por el contacto con la piel. Cuanto más se mueve el aire, mayor es el ritmo de eliminación del calor por convección.

**Radiación.** El cuerpo irradia su energía calorífica al aire del entorno. También puede recibir calor irradiado de objetos circundantes que están más calientes; por ejemplo, durante la exposición al sol. Este es el principal método para eliminar el calor del organismo en reposo. A temperatura ambiente normal el cuerpo desnudo pierde alrededor del 60% de su exceso de calor por radiación.

**Evaporación.** El cuerpo pierde calor cuando lo utiliza para convertir el sudor en vapor. Durante el ejercicio ésta es la forma más eficiente de eliminar el calor del organismo, para evitar el sobrecalentamiento. Para enfriar el organismo, cuando el sudor llega a la piel debe pasar de la forma líquida a la de vapor. Los pulmones también ayudan a eliminar el calor por medio de la evaporación.

El aumento de la actividad física y ciertas condiciones ambientales pueden invertir estos procesos, en ese caso el cuerpo gana calor en lugar de perderlo. Con temperatura ambiental elevada la evaporación es el único mecanismo por el cual puede eliminarse el calor. A mayor intensidad del ejercicio, más producción de calor, Cada litro de sudor evaporado permite remover 580 calorías del organismo, por lo que actúa como un verdadero factor "refrigerante". Para que el calor se elimine del organismo ese sudor se debe evaporar.

Tanto en reposo como en actividad, las otras formas de eliminar agua del organismo son las mismas, aunque en cada una la proporción de pérdida se modifica. La temperatura del cuerpo es regulada por el sistema nervioso autónomo. El hipotálamo participa en el control de la temperatura corporal; funciona como un verdadero "termostato" que recibe impulsos de varias fuentes: en primer lugar de los termorreceptores de la piel, que detectan los cambios de temperatura, y en segundo lugar actúan los termorreceptores del hipotálamo, que detectan un cambio de la temperatura de la sangre que pasa por esta zona del cerebro.

El hipotálamo realizará los ajustes necesarios para perder calor, la sangre llegará más cerca de la superficie de la piel y el calor interno se eliminará por radiación; además el organismo comenzará a transpirar y la evaporación del sudor hará que disminuya el calor corporal.

La tasa de sudación está asociada a la traslocación del volumen sanguíneo hacia la piel; por el sistema circulatorio el calor generado en los músculos se transporta hacia la superficie corporal. En un deportista, tanto la intensidad como la duración de la actividad física, así como los factores ambientales, influyen sobre la tasa de sudación corporal.

Los factores ambientales son los siguientes:

- **Temperatura ambiental:** cuando supera los 27°C se recomienda tomar mayores recaudos para una buena hidratación. Cuando la temperatura está por debajo de este valor pero la humedad relativa y la radiación solar son intensas, constituye un factor de riesgo durante el ejercicio.
- **Humedad relativa:** dificulta la evaporación del sudor y se limita el principal mecanismo de enfriamiento corporal durante la actividad. Cuando la humedad relativa es del 90-100%, la pérdida de calor mediante evaporación es cercana a cero. Valores de humedad mayores al 60%, en especial si la temperatura es elevada, se consideran un factor negativo para la eliminación del calor corporal.
- **Movimiento del aire:** la eliminación de calor por convección se favorece cuando hay movimiento de aire (viento, ventiladores) alrededor de quien está realizando actividad física.
- **Radiación:** el sol es una fuente adicional de calor sobre el organismo.

Cuando la temperatura ambiente es más alta que la de la piel hay un solo mecanismo para eliminar calor y es la evaporación. Un indicador del calor que contempla la temperatura del ambiente y la humedad relativa es el índice de calor, que determina la temperatura aparente o sea la que siente el individuo).

**Índice de calor Posibles trastornos causados por el calor en corredores o grupos de (°C) alto riesgo.**

- Más de 54: Golpe de calor, probable insolación si hay una exposición prolongada.
- 40- 54: Probable insolación, calambres, agotamiento por calor, posible golpe de calor si la exposición es prolongada o hay desarrollo de actividad física
- 32-40: Posible insolación, calambres y agotamiento por calor si la exposición es prolongada o hay desarrollo de actividad física.
- 27-32: Posible fatiga si hay exposición prolongada o desarrollo de actividad

## **PÉRDIDA DE LÍQUIDOS Y ELECTRÓLITOS**

Cambios mínimos en el contenido de agua del cuerpo pueden perjudicar la capacidad de resistencia. La deshidratación tiene impacto sobre los sistemas cardiovascular y termorregulador de la siguiente manera:

La pérdida de líquido disminuye el volumen del plasma y esto produce el descenso de la tensión arterial, y por lo tanto del flujo sanguíneo hacia los músculos y piel. Debido a que hay menos sangre que alcance la piel, la disipación del calor se dificulta. En un esfuerzo para superar esto la frecuencia cardíaca aumenta. Por cada 0,8°C que aumenta la temperatura corporal, la frecuencia cardíaca se incrementa 10 latidos.

Cuando una persona se deshidrata más del 2% de su peso corporal, la frecuencia cardíaca y la temperatura de su cuerpo se elevan durante el ejercicio. Si la pérdida de peso corporal es cercana al 4-5%, el rendimiento en los deportes prolongados se reduce entre un 20% y un 30%. La deshidratación puede causar trastornos gastrointestinales como náuseas, vómitos, calambres gastrointestinales y flatulencia, lo que también deteriora el rendimiento. La hipertermia puede influir en forma negativa en los procesos mentales y esto favorece la aparición de fatiga central.

Los procesos hormonales desempeñan un papel importante al atenuar la pérdida de líquidos. Esto se logra junto con la regulación del equilibrio de los electrolitos, en especial el sodio. Las dos hormonas más importantes de este proceso son la hormona antidiurética y el mecanismo renina-angiotensina.

La influencia hormonal de la aldosterona y de la HAD persiste 12 a 48 horas después del ejercicio, lo que protege el organismo de una mayor deshidratación.

La sensación de sed inicia el deseo de beber, por lo que es un importante factor del equilibrio hídrico. Aunque la sed no es un buen indicador del estado de hidratación, es un poderoso regulador del volumen de agua corporal. La regulación de la sed está controlada por la presión osmótica y por el volumen de los líquidos corporales. Los receptores del hipotálamo responden de manera directa a cambios en la osmolaridad, el volumen y la presión de la sangre, y también reciben estímulo de los receptores periféricos de estas variables. Un aumento del 2- 3% de la osmolaridad del plasma es suficiente para producir una profunda sensación de sed asociada con un incremento de la concentración circulante de vasopresina. Los mecanismos que responden a los cambios de la volemia son menos sensibles que los que responden a la osmolalidad; cuando disminuye un 10% del volumen sanguíneo sobreviene un aumento de la sed. La sensación de sed disminuye después de la absorción de cantidades importantes de bebida; también hay factores preabsortivos, como la distensión del estómago y algunas señales de receptores en la boca, el esófago y también del estómago, que reducen la sensación de sed.

El agua que proviene del sudor deriva de todos los compartimientos de agua; la distribución está influida por la tasa de sudor, la composición, y la pérdida total de agua y electrolitos. En deportistas que realizan un esfuerzo expuestos al calor, gran parte la pérdida de agua corporal (alrededor de 3%) proviene del espacio extracelular; cuando el porcentaje de la pérdida de peso se incrementa, la mayor parte de la disminución del líquido proviene del espacio intracelular.

# AUTOTEST

## Seminario: Tórax

### Preguntas

- 1) ¿Cómo está compuesto el sistema renal?
- 2) ¿Cuáles son los órganos más importantes? ¿Qué funciones cumplen?
- 3) ¿Cuáles son las funciones del agua?
- 4) ¿Qué función tienen las hormonas renales?
- 5) ¿Cómo se regula la temperatura?
- 6) Describir posibles complicaciones del aumento de temperatura

### Espacio para tus respuestas

