

ANEXO 1 - Trabajo Práctico Nº 11

Excreción en el hombre

En algunas especies, denominadas **osmoconformadores**, la osmolaridad del líquido intersticial se equilibra con el medio ambiente. En otras especies, llamadas **osmorreguladores**, la osmolaridad del líquido intersticial se mantiene en un nivel constante, aunque la del medio ambiente varíe (Figura 1 y 2).

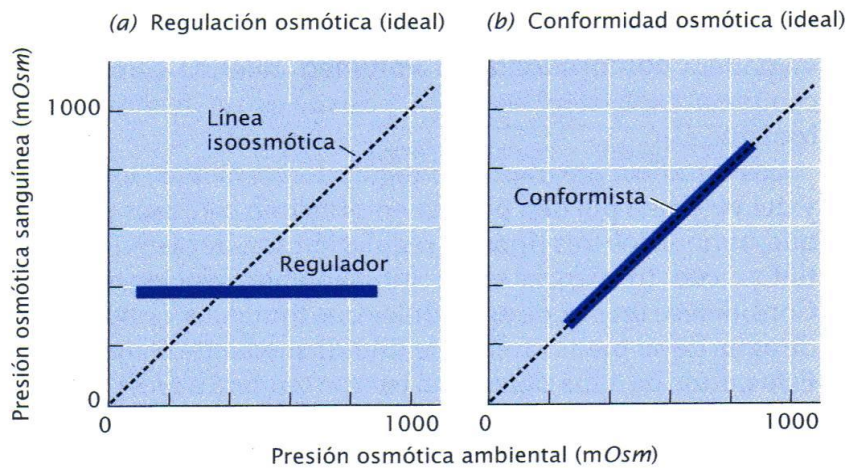


Figura 1: Osmoreguladores y osmoconformadores

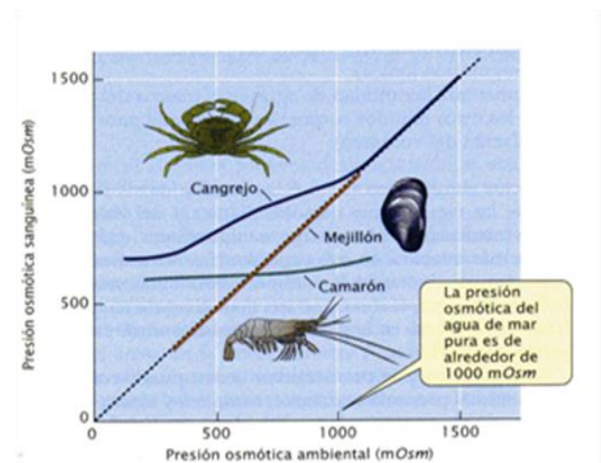
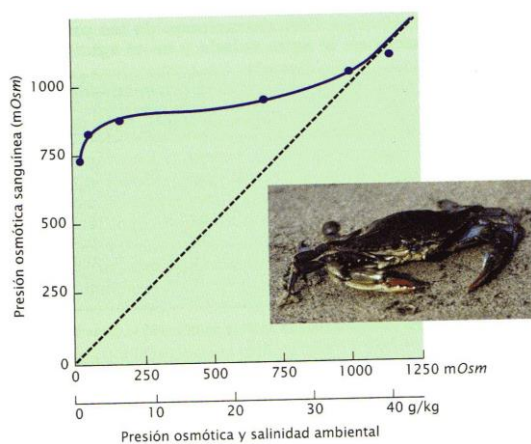


Figura 2: Distintos organismos osmoconformadores.

En un amplio margen de osmolaridad ambiental, los invertebrados marinos simplemente equilibran la osmolaridad del líquido intersticial con la del medio ambiente. Sin embargo, existen límites para la osmoconformidad. Ningún animal podría sobrevivir si el líquido intersticial tuviera la osmolaridad del agua dulce; tampoco serían capaces de sobrevivir los que presentarían osmolaridades internas tan elevadas como las que se alcanzan en una pileta de agua marina en evaporación. Tales concentraciones de solutos producen la desnaturalización de las proteínas.

Todos los animales poseen algunos solutos en el líquido intersticial. En consecuencia, en un ambiente de agua dulce, la ósmosis hará que el agua ingrese en su cuerpo, de manera que la osmorregulación es esencial. Para poder realizar la osmorregulación en agua dulce, los animales deben excretar agua y conservar solutos; por lo tanto, producen grandes cantidades de orina diluida. En agua salada se presenta el problema opuesto: para los animales que mantienen la osmolaridad del líquido intersticial por debajo de la del medio ambiente, la ósmosis producirá una pérdida de agua. Para poder llevar a cabo la osmorregulación en el agua salada, los animales deben conservar agua y excretar solutos; por lo tanto, tienden a producir pequeñas cantidades de orina muy concentrada.

El medio ambiente terrestre crea problemas de equilibrio hidroelectrolítico completamente diferentes de los que deben enfrentar los animales acuáticos. Dado que este ambiente es extremadamente disecante, la mayor parte de los animales terrestres deben conservar agua.

Los animales terrestres obtienen sales de los alimentos. Pero las plantas pueden poseer concentraciones bajas de sodio, de manera que la mayoría de los herbívoros deben conservar sus iones de sodio. Algunos herbívoros terrestres recorren largas distancias para llegar a los depósitos naturales de sal y complementar allí la ingesta diaria de sodio. Por el contrario, las aves que se alimentan de animales marinos deben excretar el exceso de sodio que ingieren con los alimentos. Las glándulas salinas nasales excretan una solución concentrada de cloruro de sodio por medio de un conducto que desemboca en la cavidad nasal. Ciertas aves que poseen glándulas salinas nasales, como los pingüinos y las gaviotas, estornudan o sacuden la cabeza con frecuencia para eliminar las gotas saladas que se forman.

Excreción de Nitrógeno

La excreción continua de amoníaco es un problema bastante simple para los animales acuáticos. El amoníaco se difunde y es muy soluble en agua. Los animales que respiran en el agua en forma permanente, eliminan amoníaco desde la sangre hacia el medio ambiente mediante difusión a través de las membranas branquiales. Estos animales que excretan amoníaco (peces óseos e invertebrados acuáticos) se denominan **amoniotélicos**.

El amoníaco es un metabolito peligroso para los animales terrestres que tienen un acceso limitado a fuentes de agua. Por lo tanto éstos (y algunos acuáticos) convierten el amoníaco en urea o ácido úrico. Los animales **ureotélicos** (mamíferos, anfibios y peces cartilaginosos) excretan urea como principal residuo metabólico nitrogenado.

Los animales que conservan agua mediante la excreción de residuos nitrogenados como el ácido úrico se denominan **uricotélicos**. Los insectos, los reptiles, las aves y algunos anfibios son ejemplos de esto. El ácido úrico es muy insoluble en agua y se excreta como semisólido. En consecuencia, estos animales pierden muy poca cantidad de agua cuando eliminan sus desechos nitrogenados.

Los seres humanos son ureotélicos, pero también excretan ácido úrico y amoníaco. El ácido úrico en la orina humana deriva principalmente del metabolismo de los ácido nucleicos y de la cafeína. En la enfermedad conocida como gota, los niveles de ácido úrico aumentan en el líquido intersticial y esta sustancia precipita en las articulaciones y en otras partes del cuerpo, lo que provoca inflamación y dolor. La excreción de amoníaco constituye un mecanismo importante para regular el pH del líquido intersticial.

El órgano excretor fundamental de los vertebrados es el riñón. La unidad funcional del riñón es la nefrona. Cada riñón humano posee aproximadamente un millón de ellas.

La totalidad de los riñones de los vertebrados están formados por nefronas; sin embargo, los riñones de diferentes especies pueden desempeñar funciones opuestas para mantener el equilibrio hidrosalino. Por ejemplo, los riñones de los peces de agua dulce excretan agua, pero los de la mayoría de los mamíferos la conservan.

La nefrona está formada por tres partes principales:

- ✓ El glomérulo, constituido por un ovillo de capilares, que filtra el plasma.
- ✓ Los túbulos renales, que reciben y modifican el filtrado.
- ✓ Los capilares peritubulares que abastecen a los túbulos.

Cada nefrona posee un componente vascular y uno tubular. El componente vascular está formado por dos lechos capilares que se encuentran entre la arteriola que abastece la neurona y la vénula que la drena. El primer lecho capilar es un denso ovillo de vasos sumamente permeables denominado glomérulo. La sangre ingresa al glomérulo a través de una arteriola aferente y lo abandona a través de una arteriola eferente. Ésta da origen a la segunda serie de capilares, los capilares peritubulares, que rodean el componente tubular de la nefrona, denominado túbulo renal. El túbulo renal se inicia en la cápsula de Bowman, que envuelve el glomérulo. El conjunto de glomérulo y cápsula se denomina corpúsculo renal. Las células de la cápsula que entran en contacto directo con los capilares glomerulares se llaman podocitos y están altamente especializadas. Poseen numerosas prolongaciones similares a brazos, cada una con cientos de

proyecciones digitiformes finas, que se entrelazan y cubren completamente a los capilares (figura 3).

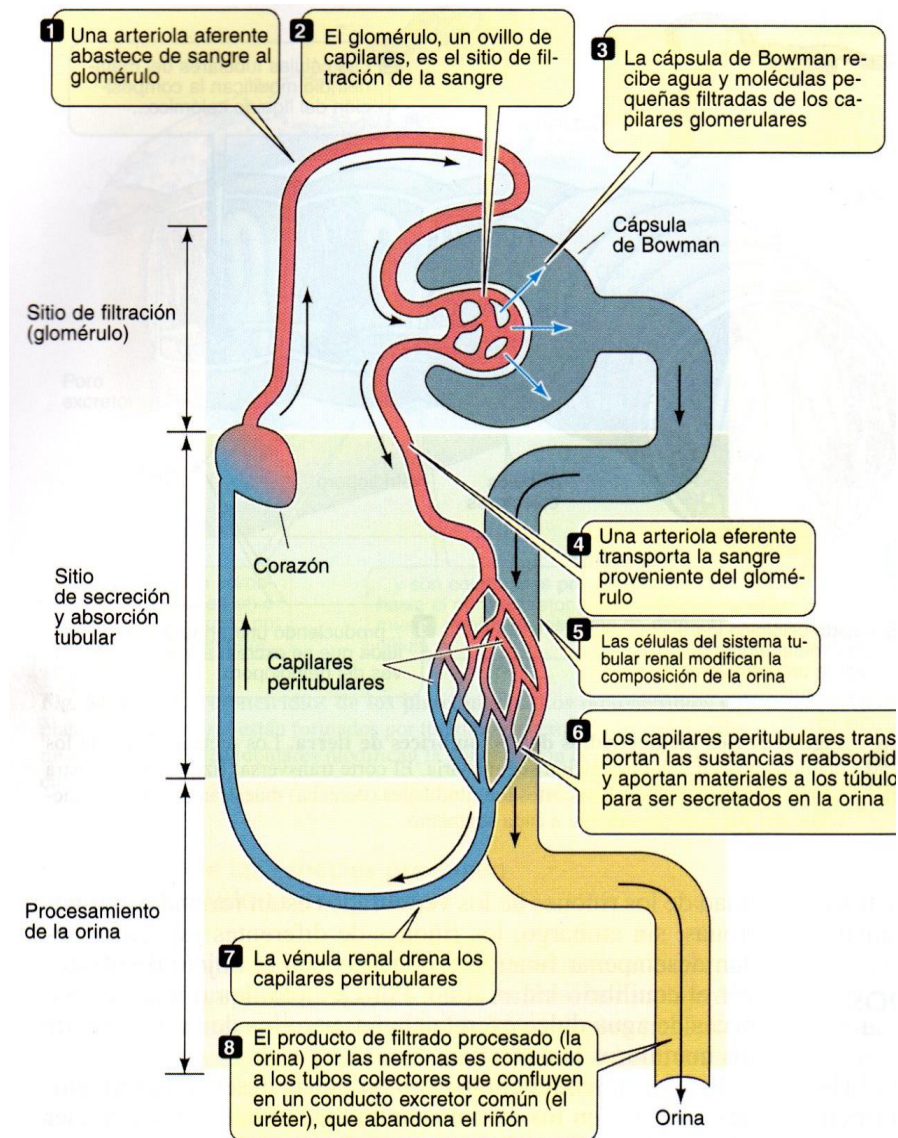


Figura 3: Nefrona de vertebrados.

El glomérulo filtra la sangre y produce un líquido tubular desprovisto de células y de moléculas de gran tamaño. Tanto las paredes de los capilares como la lámina basal del endotelio capilar y los podocitos de la cápsula de Bowman participan en el proceso de filtración. Las paredes endoteliales de los capilares poseen poros que permiten el paso de agua y de moléculas pequeñas, pero no eritrocitos. La trama de la lámina basal y las angostas hendiduras existentes entre las proyecciones digitiformes de los podocitos son aún más pequeñas que los poros de las paredes capilares. Como resultado de estas adaptaciones anatómicas, el agua y las moléculas pequeñas pasan de la

sangre capilar al hacia el túbulo renal del nefrón, pero los glóbulos rojos y las proteínas permanecen en los capilares.

La fuerza que impulsa la filtración glomerular es la presión arterial. Como sucede en otros lechos capilares, la presión de la sangre que irriga los capilares permeables determina la filtración de agua y moléculas pequeñas. La velocidad de filtración glomerular es elevada porque la presión arterial de los capilares glomerulares es inusualmente alta y los capilares glomerulares, junto con su cubierta de podocitos, son mucho más permeables que otros lechos capilares del organismo.

La composición del filtrado que ingresa en la nefrona es similar a la del plasma sanguíneo. Este filtrado contiene glucosa, aminoácidos, iones y residuos nitrogenados en concentraciones iguales a la del plasma sanguíneo, pero carece de proteínas plasmáticas. A medida que el líquido circula por el túbulo renal, su composición cambia, ya que las células del túbulo reabsorben activamente ciertas moléculas del líquido tubular y secretan otras. Cuando el líquido tubular abandona el riñón transformado en orina, su composición es muy diferente a la del filtrado original.

La función de los túbulos renales es controlar la composición de la orina mediante la secreción y reabsorción activas de moléculas específicas. Los capilares peritubulares abastecen las necesidades de los túbulos renales al aportar las moléculas que son secretadas en los túbulos y transportar las que son reabsorbidas desde éstos hacia la sangre.

Sistema excretor en los seres humanos

Los seres humanos poseen dos riñones ubicados inmediatamente por debajo de la pared posterior de la cavidad abdominal, en la región dorsal media (Figura 4). Cada riñón filtra la sangre, procesa el filtrado transformándolo en orina y lo libera hacia un conducto denominado uréter, que desemboca en la vejiga, donde se almacena la orina hasta su excreción a través de la uretra. Ésta es un conducto corto que se abre al exterior en el extremo del pene en los varones o inmediatamente por delante de la vagina en las mujeres.

Dos esfínteres musculares que rodean la base de la uretra controlan la micción. Uno de ellos es un músculo liso y está controlado por el sistema nervioso autónomo. Cuando la vejiga se llena, un reflejo espinal relaja este esfínter. Este reflejo es el único mecanismo de control de la micción en los lactantes, pero a medida que el niño crece, este reflejo es comandado gradualmente por los centros superiores del sistema nervioso. El otro esfínter está compuesto por un músculo esquelético y es controlado por el sistema nervioso voluntario o consciente. Cuando la vejiga se encuentra muy llena, la micción sólo puede evitarse mediante una intensa concentración mental.

Cada riñón humano contiene aproximadamente un millón de nefronas y su disposición es muy regular. Todos los glomérulos están localizados en la corteza. El segmento inicial del sistema tubular renal se llama túbulo contorneado proximal (proximal porque está cercano al glomérulo y contorneado porque es serpenteante).

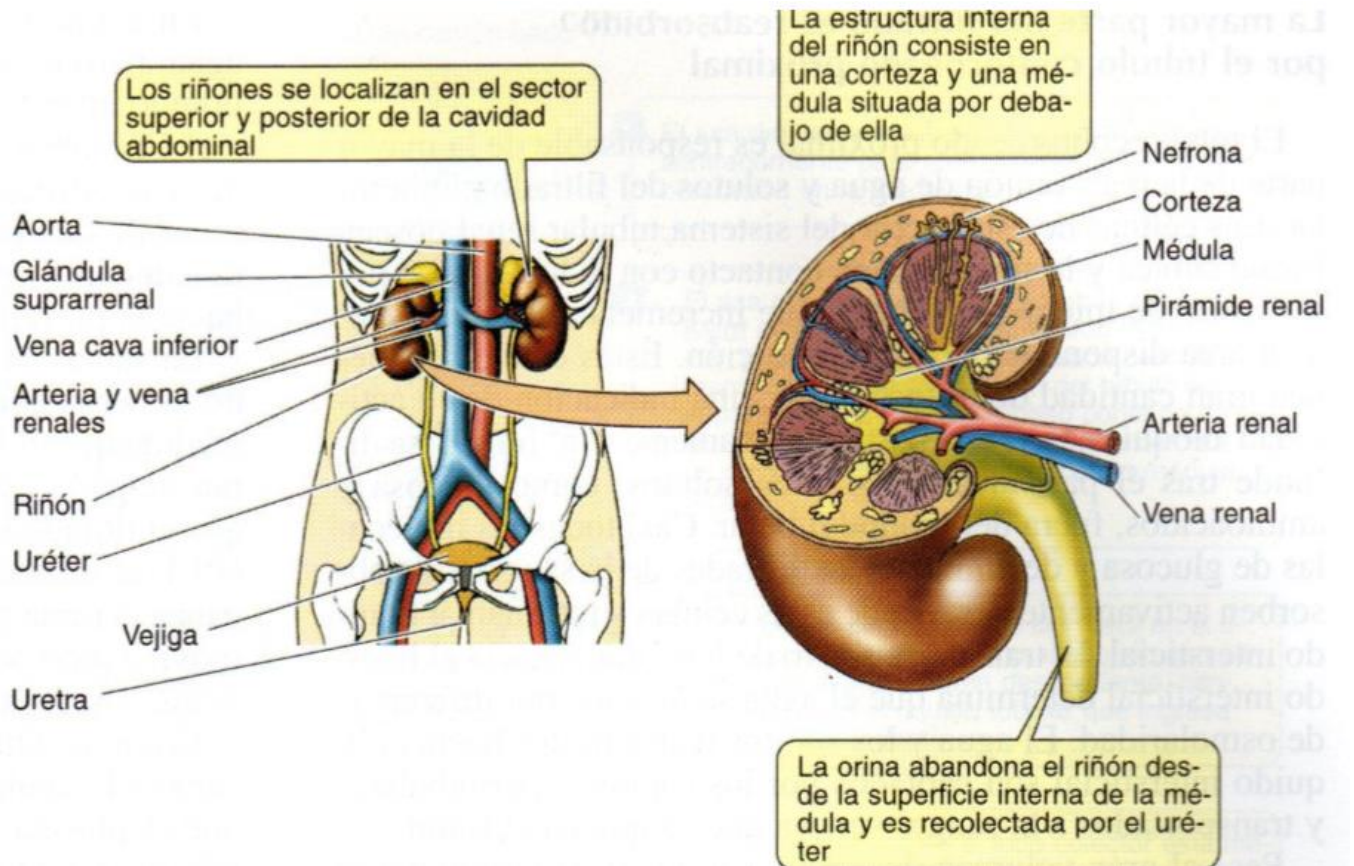


Figura 4: Sistema Excretor Humano

En un punto determinado, el túbulo proximal se sumerge directamente en el interior de la médula. El segmento medular del túbulo es el asa de Henle (tiene forma de U y retorna hacia la corteza). Cuando su rama ascendente alcanza la corteza, se convierte en el túbulo contorneado distal. Los túbulos contorneados distales de numerosas nefronas confluyen en un conducto colector en la corteza. Los conductos colectores se disponen paralelamente a las asas de Henle, se dirigen a la profundidad medular y desembocan en el uréter a nivel de los vértices de las pirámides renales (Figura 5).

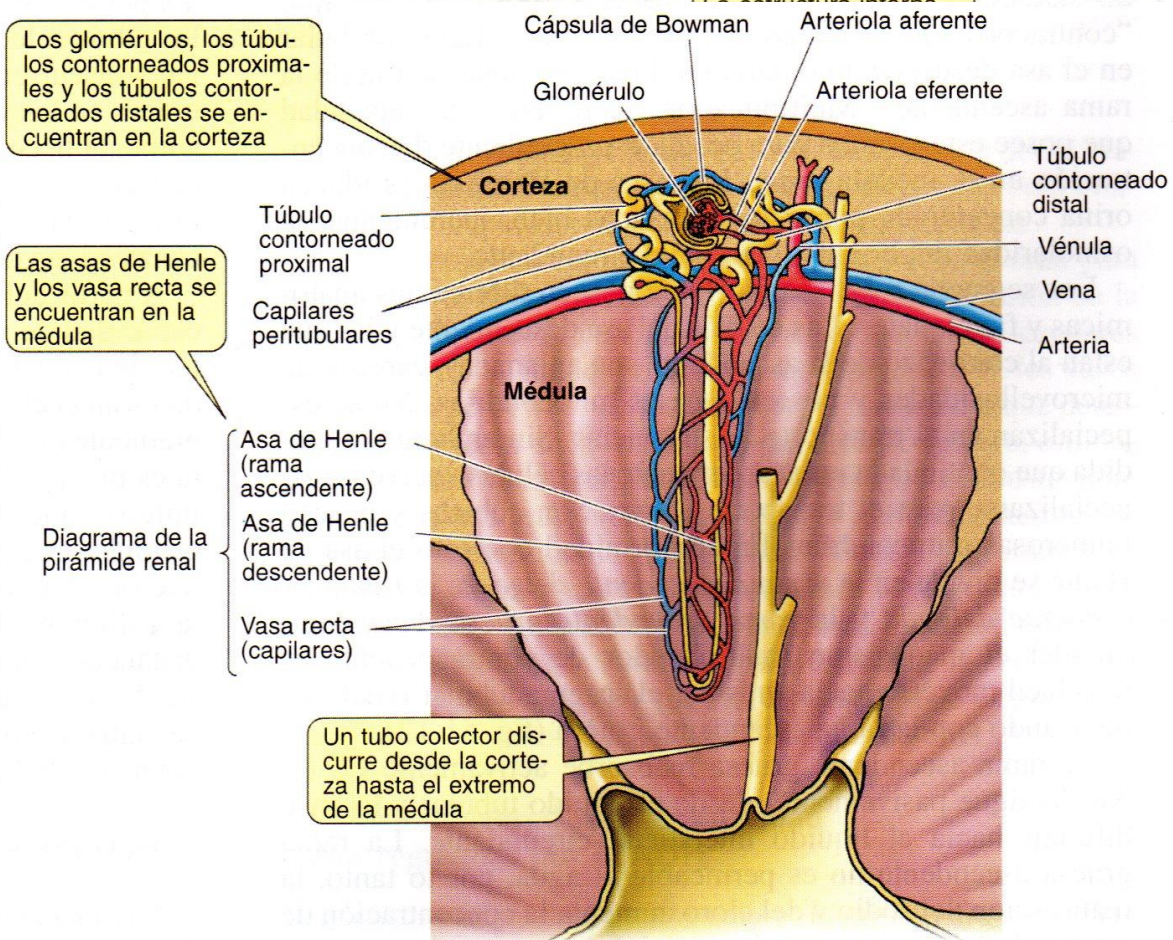


Figura 5: Organización de la Nefrona de mamíferos

La organización de los vasos sanguíneos renales se correlaciona estrechamente con la disposición de las nefronas. Las arteriolas se ramifican a partir de la arteria renal en forma radiada hacia el interior de la corteza. Una arteriola aferente aporta sangre a cada glomérulo. De su drenaje se encarga una arteriola eferente que da origen a los capilares peritubulares, la mayoría de los cuales circundan los segmentos corticales de los túbulos.

Algunos pocos capilares peritubulares se dirigen hacia el interior de la médula en forma paralela a las asas de Henle y los tubos colectores. Estos capilares forman los vasa recta. La totalidad de los capilares peritubulares de una nefrona vuelve a unirse para formar una vénula que confluye junto a las de otras nefronas para formar finalmente la vena renal, que drena la sangre al riñón.

La mayor parte del agua y los solutos filtrados en los glomérulos se reabsorbe y no aparece en la orina. Podemos llegar a esta conclusión comparando la tasa de filtración glomerular con la de producción urinaria: Los riñones reciben aproximadamente 1 litro de sangre por minuto o más de 1.400 litros de sangre por día, de la cual se filtra a los glomérulos aproximadamente el 12%, es

decir 180 litros. Dado que en condiciones normales orinamos 2 a 3 litros por días, alrededor del 98 a 99% del volumen filtrado por el glomérulo es reabsorbido por la sangre.

El túbulo contorneado proximal es responsable de la mayor parte de la reabsorción de agua y solutos del filtrado glomerular. Las células de este sector del sistema tubular poseen forma cúbica y la superficie en contacto con la luz tubular posee miles de microvellosidades que incrementan enormemente el área disponible para la reabsorción. Contienen gran cantidad de mitocondrias, una indicación de su actividad bioquímica. Transportan activamente Na^+ (el Cl^- se difunde tras él pasivamente) y otros solutos, como glucosa y aminoácidos, fuera del líquido tubular. Casi todas las moléculas de glucosa y de aminoácidos filtradas de la sangre se reabsorben activamente a través de estas células y retornan al líquido intersticial. Esto determina que el agua se difunda por diferencia de osmolaridad. El agua y los solutos reabsorbidos hacia el líquido intersticial son captados por los capilares peritubulares y transportados a la sangre venosa que abandona el riñón. Pese al gran volumen de agua y solutos reabsorbidos por el túbulo contorneado proximal, la concentración final u osmolaridad del líquido que entra en el asa de Henle no es distinta de la del plasma, aunque su composición es bastante diferente.

Los seres humanos pueden producir una orina con una concentración cuatro veces mayor que la del plasma. Esta capacidad de concentración se debe a las asas de Henle, que funcionan como un sistema multiplicador contracorriente (El término contracorriente significa que el líquido tubular del descendente circula en dirección opuesta a la de la rama ascendente. Multiplicador se refiere a la capacidad que posee este sistema para producir un gradiente de concentración en la médula renal).

Los segmentos del asa de Henle poseen diferencias anatómicas y funcionales. Las células del asa descendente y las que están al comienzo de la ascendente son aplanadas, carecen de microvellosidades y poseen escasas mitocondrias. No se especializan en el transporte de sustancias. Sin embargo, a medida que continúa la rama ascendente, las células se especializan para el transporte activo. En conformidad con esto, el asa de Henle se divide en la *rama descendente delgada*, la *rama ascendente delgada* y la *rama ascendente gruesa* (Figura 6).

La rama ascendente gruesa absorbe activamente Cl^- (el Na^+ lo sigue pasivamente) desde el líquido tubular hacia el líquido intersticial circundante. Esta rama no es permeable al agua, por lo tanto, la reabsorción de sodio y cloro aumenta la concentración de estos solutos en el líquido intersticial.

La rama delgada descendente es permeable al agua pero no muy permeable al Cl^- y al Na^+ . Debido a que el líquido intersticial circundante ha sido concentrado por el Cl^- y el Na^+ reabsorbidos de la rama ascendente vecina, el agua se difunde osmóticamente desde el líquido tubular en la rama descendente. En consecuencia, el líquido tubular se concentra cada vez más a medida que circula hacia la profundidad de la médula renal.

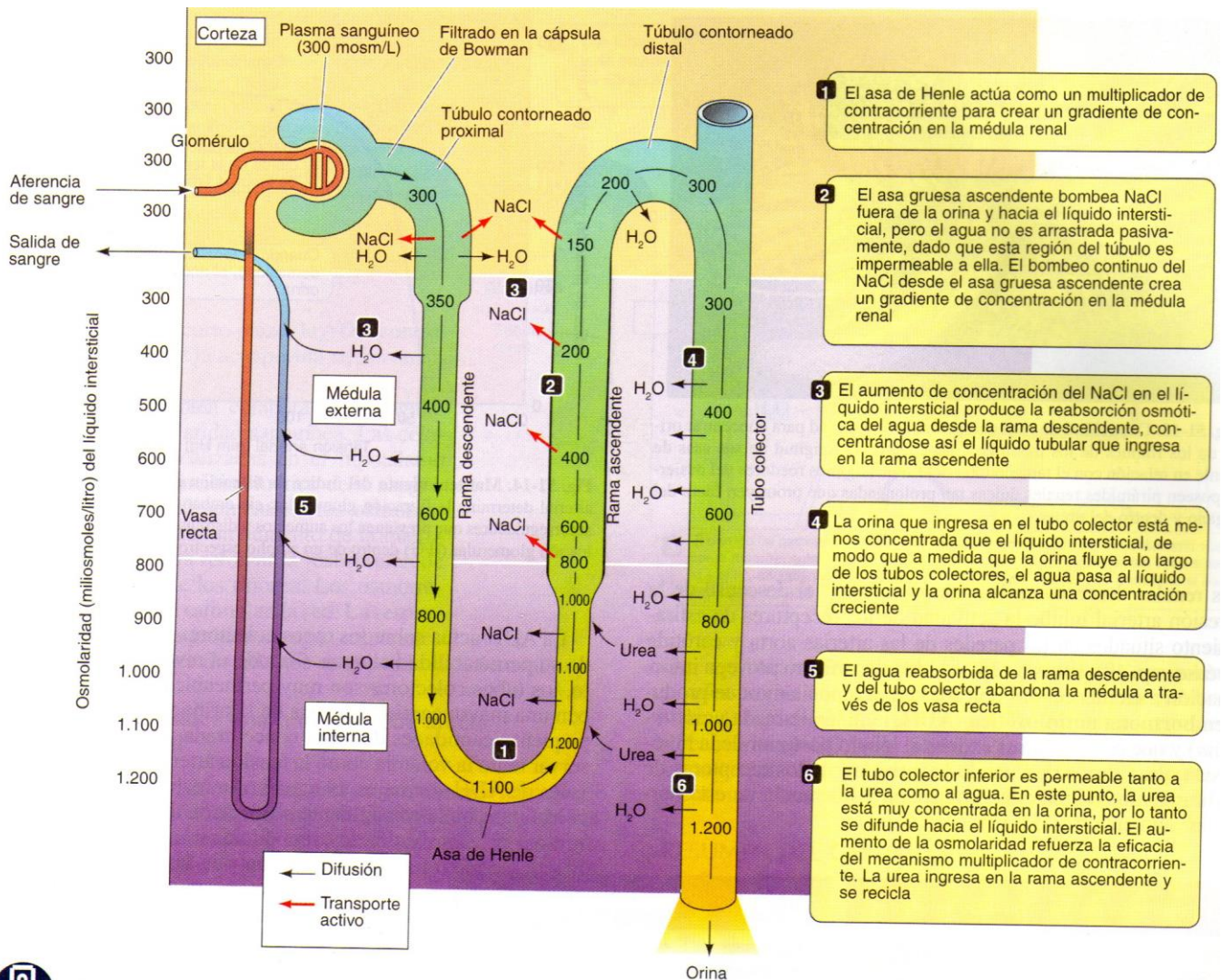


Figura 6: Concentración de la orina

La rama delgada ascendente, como la gruesa, no es permeable al agua. Sin embargo, lo es al Cl^- y al Na^+ . A medida que el líquido tubular concentrado asciende por la rama delgada ascendente, adquiere una mayor concentración que el líquido intersticial circundante, de manera que el Cl^- y el Na^+ se difunden fuera de ella. Cuando el líquido tubular alcanza la rama gruesa ascendente, el transporte activo continúa movilizand Cl^- y el Na^+ desde el líquido tubular hacia el intersticial, como se vio.

Como resultado de esos procesos, el líquido tubular que alcanza el túbulo contorneado distal está menos concentrado que el plasma sanguíneo y los solutos que han quedado detrás en la médula renal han creado un gradiente de concentración en el intersticio circundante. El líquido intersticial de la médula renal se concentra cada vez más a medida que nos movemos desde el límite con la corteza y descendemos hasta los vértices de las pirámides renales.

El líquido tubular que ingresa en el tubo colector presenta igual concentración que el plasma, pero su composición es muy diferente.

El gradiente de concentración establecido en la médula renal por las asas de Henle permite que la orina se concentre en los tubos colectores. Éstos comienzan a nivel de la corteza renal y discurren por la médula renal antes de desembocar en el uréter, en los vértices de las pirámides renales. A medida que aumenta la concentración de los solutos en el líquido intersticial circundante, mayor cantidad de agua se reabsorbe de la orina en el tubo colector. Cuando llega al uréter, la orina alcanza su máxima concentración.

La capacidad de un mamífero para concentrar orina estará determinada por el máximo gradiente de concentración que pueda establecer en la médula renal. Una adaptación que poseen los mamíferos que viven en ambientes extremadamente áridos es el alargamiento de las asas de Henle. El gerbo del desierto, por ej., posee asas de Henle tan largas que su pirámide renal (posee una por riñón) se proyecta a una considerable distancia de la superficie cóncava del riñón y dentro del uréter. Estos animales son tan eficaces en la conservación del agua que pueden sobrevivir con el agua liberada por el metabolismo del alimento ingerido.

Los riñones poseen mecanismos para mantener el aporte de sangre y su presión independientemente de lo que ocurra en otras partes del organismo. Estos ajustes autorreguladores compensan las disminuciones de la frecuencia cardíaca o de la presión arterial para mantener elevado el *índice de filtración glomerular* (IFG).

Un mecanismo autorregulador es la vasodilatación de las arteriolas glomerulares aferentes cuando disminuye la presión arterial. La dilatación disminuye la resistencia en las arteriolas y ayuda a mantener la presión arterial en los capilares glomerulares. Si la dilatación arteriolar no logra evitar el descenso del IFG, el riñón libera una enzima, la **renina**, a la circulación. Ésta actúa sobre una proteína circulante para convertirla en una hormona activa, la **angiotensina**.

La angiotensina ejerce diversos efectos que contribuyen a normalizar el IFG:

- ✓ Provoca la vasoconstricción de la arteriola eferente, lo que aumenta la presión en los capilares glomerulares.
- ✓ Produce vasoconstricción de los vasos sanguíneos periféricos de todo el cuerpo, lo que determina la elevación de la presión arterial central.

✓ Estimula la corteza suprarrenal para liberar la hormona aldosterona. Ésta estimula la reabsorción de sodio por el riñón, determinando que la reabsorción de sodio sea más eficaz.

✓ Actúa sobre estructuras cerebrales para estimular la sed.

Cuando una persona pierde sangre, la presión arterial tiende a disminuir. Además de activar los mecanismos osmorreguladores descritos arriba, este descenso de presión arterial inhibe la actividad de receptores de estiramiento situados en las paredes de las arterias aorta y carótida. Dichos receptores proveen información a células del hipotálamo que producen **hormona antidiurética** (ADH, o vasopresina) y que proyectan sus axones al lóbulo posterior de la hipófisis. Cuando se inhibe la actividad de los receptores de estiramiento, aumenta la producción y liberación de esta hormona.

La ADH aumenta la permeabilidad al agua en los tubos colectores:

✓ Cuando el nivel circulante es alto, los tubos colectores son muy permeables al agua, reabsorben una mayor cantidad de ésta de la orina y se producen pequeñas cantidades de orina concentrada.

✓ Cuando los niveles son bajos, el agua no se reabsorbe en los tubos colectores con la consiguiente producción de orina diluida.

La ADH controla la permeabilidad en los tubos colectores mediante la estimulación de la producción y de la actividad de las proteínas de membrana que forman los canales de agua, llamadas acuaporinas (las acuaporinas se encuentran, por ej. en la rama descendente del asa de Henle pero no en la ascendente).

En las células del tubo colector se encuentra una acuaporina particular, que es controlada por la ADH a corto y a largo plazo. En el largo plazo, los niveles de ADH influyen sobre la expresión del gen para esta acuaporina y a corto plazo, la ADH controla la inserción de la acuaporina en las membranas celulares.

La ADH también regula la osmolaridad sanguínea: si aumenta la osmolaridad, aumenta la liberación de ADH para reforzar la reabsorción de agua por parte de los riñones. Al producirse también una estimulación de la sed por los osmorreceptores, se diluye la sangre a medida que se expande su volumen.

Cuando la tensión arterial está anormalmente elevada, o cuando un corazón insuficiente no bombea sangre de manera eficaz, las aurículas comienzan a estirarse, lo que produce la liberación de una hormona peptídica, la **hormona natriurética auricular**. Ésta es liberada a la circulación y cuando alcanza el riñón produce una disminución de la reabsorción de sodio, provocando un aumento de la pérdida de sodio y agua, que disminuye la volemia y la tensión arterial.

ANEXO 2 - Trabajo Práctico Nº 11

Excreción en el hombre

Análisis de orina:

Mediciones con tiras reactivas Multistik SG:

- sumergir la tira en la orina y sacarla con rapidez escurriendo el exceso en el borde del envase
- mantener la tira en posición horizontal para leer el resultado, comparando los colores desarrollados en las áreas reactivas
- los cambios después de 2 minutos no tienen significado clínico, excepto leucocitos.

Aspecto: límpida, ligeramente turbia o turbia. Puede enturbiarse por enfriamiento o mantenimiento en heladera, como consecuencia de la precipitación de uratos, o por depósito de mucus, leucocitos, células o cristales.

Olor:

- Débilmente aromático, por presencia de ácidos orgánicos volátiles.
- Fuertemente amoniacal, lleva a pensar en cistitis donde el amoníaco se libera al actuar *Micrococcus ureae* sobre la urea.
- Frutado clásico, de acidosis diabética.
- Otros diversos, por el consumo de medicamentos o ciertos alimentos.

Color:

- Casi incolora, muy diluida.
- Ambarino, amarillo ámbar, debido a la presencia de pigmento urocromo.
- Rojizo o color coca cola, no es esperable.
- Otros diversos, por el consumo de ciertos alimentos o de abundante líquido.

Espuma:

- Color blanco normalmente que desaparece rápidamente después de agitar.
- Persistente y abundante, en presencia de proteínas o sales biliares.
- Amarilla o verdosa, en presencia de sales biliares.

Volumen: depende de muchos factores, edad, sexo, ingesta de líquido, temperatura del ambiente, actividad física, pérdidas extrarrenales de agua.

pH: 4,5 a 6 normalmente

- Alimentación con más carne: + ácido, por fosfatos ácidos y compuestos orgánicos de carácter ácido, como uratos.
- Régimen vegetariano, + alcalino, por sales de ácido carbónico.
- A 24 hs de emitida, normalmente es ligeramente ácida, luego se vuelve ligeramente alcalina por la descomposición de urea en amoníaco.

DENSIDAD: 1015 a 1025 g/l

TIRAS REACTIVAS: EVALUACIÓN FUENTES DE ERROR

BILIRRUBINA:

Pigmento verde que forma parte de la bilis, producto de la destrucción de eritrocitos y otras sustancias. Normalmente no detectable en orina. Colores atípicos pueden deberse a:

- Pigmentos biliares que enmascaren la reacción.
- Falsos negativos: exposición a la luz.
- Falsos positivos: algunas drogas que dan color a pH bajos interfieren (Ej. Pyridium o Serenium o Indoxil-sulfato).
- Concentraciones altas de ácido ascórbico (Vitamina C: tabletas, antibióticos, jugos de fruta) o colorantes terapéuticos en la dieta.
- Metabolitos feólicos.

UROBILINÓGENO:

Resultante de la degradación metabólica del grupo hemo, constituyente prostético de la hemoglobina. En exceso puede dar reacción azul hasta negro. Causas:

- Mala alimentación.
- Anemia, falta de Fe.
- Consumo de alcohol en exceso.
- Problemas hepáticos.
- Hemólisis.
- Falsos negativos en presencia de formalinas o exposición a la luz.
- Interferencias con sulfamidas o ácido aminosalicílico.
- Sustancias muy coloreadas como colorantes y rivo flavinas pueden enmascarar el desarrollo de la reacción.
- La reactividad aumenta con la temperatura óptima: de 22 a 26 °C.

APARECE SANGRE POR:

- Microfisuras.
- Periodos menstruales en la mujer.
- Glóbulos blancos: infección.
- Crecimiento bacteriano en el recipiente.
- Alta densidad de la orina o proteinuria puede disminuir la sensibilidad de la prueba.
- Contaminantes oxidantes (como hipocloritos) pueden dar falsos positivos.
- Concentraciones altas de ácido ascórbico pueden producir falsos negativos.

- El ácido gútsico produce un efecto inhibitor.
- Eritrocitos intactos producen decoloraciones manchadas en el campo de la prueba.

PH: varía entre 5 y 6 normalmente

- Aumenta por pérdida de CO₂.
- Por producción de amoníaco a partir de urea por crecimiento bacteriano.

PROTEÍNA:

- La tira es más sensible a la albúmina que a globulina, hemoglobina y otras proteínas, por lo que no pueden descartarse.
- Falsos positivos por detergentes y antisépticos que contaminan, consumo de medicamentos con quinina.
- Falsos negativos por presencia de colorantes médicos como azul de metileno o consumo de remolacha.

GLUCOSA:

- Falsos negativos con altas concentraciones de ácido ascórbico, cetonas o ácido gútsico.
- Varía con la densidad de la orina y con la temperatura.
- Falsos positivos por residuos peróxidos de agentes limpiadores.

ANEXO 3 - Trabajo Práctico Nº 11

Excreción en el hombre

Control de la función renal

Osmolaridad: hay neuronas receptoras en el hipotálamo próximas al núcleo supraóptico sensible a cambios en la osmolaridad. Con hipertonía local se estimula desde esos núcleos la liberación de ADH en la neurohipófisis, aumenta así la permeabilidad al agua de la parte distal de la nefrona, aumentará su reabsorción y se producirá antidiuresis: menor volumen de orina, muy concentrada, con ahorro de agua y descenso de la osmolaridad. Otras neuronas receptoras dan lugar a la sensación de sed y se bebe agua. Si disminuye la osmolaridad, baja la liberación de **ADH**, se reduce la permeabilidad de la nefrona y se eliminarán mayores volúmenes de agua: diuresis.

Volumen extracelular: los cambios en este volumen repercuten en el volumen sanguíneo y son detectados principalmente por receptores de distensión o repleción en las paredes del sistema vascular de baja presión (grandes venas). El aumento de volumen estimula receptores de distensión que inhiben la liberación de **ADH** lo que aumentará el volumen de orina y regulará el extracelular. El sistema **renina-angiotensina-aldosterona** responde con menor liberación de aldosterona, menor reabsorción renal de sodio y de agua y mayor excreción de sodio y volumen de orina. Por la distensión arterial aumenta la liberación de **hormona natriurética** que inhibe la reabsorción de sodio en el túbulo colector con la consiguiente pérdida de agua.

Sistema renina-angiotensina-aldosterona: la **renina** es una proteasa producida en las células musculares modificadas que se encuentran en la arteriola eferente, estimuladas por receptores ubicados en la médula densa formada por la pared del túbulo distal. Ésta provoca la formación de **angiotensina II** en el plasma: sustancia vasoconstrictora y estimuladora de la secreción de **aldosterona** de la corteza suprarrenal. Como la aldosterona favorece la reabsorción renal de sodio y por tanto de agua, se reduce el volumen de orina. Aumentos de sodio y potasio en plasma reducen la liberación de renina.

HORMONA	ORIGEN	FUNCIÓN
ADH	En el hipotálamo y segregado por la hipófisis	Aumenta la permeabilidad de los túbulos distal y colector produciendo orina hipertónica
ALDOSTERONA	Glándulas suprarrenales	Aumenta la reabsorción de los iones sodio y la secreción de iones potasio en los túbulos distal y colector
PÉPTIDO CARDIACO U HORMONA NATRIURÉTICA (28 AA)	Aurículas del corazón	Inhibe la reabsorción de iones sodio en el T. distal y, por lo tanto, se incrementa la excreción de sodio y agua.

Bibliografía:

- ✓ Purves, W.; Sadava, D., Orians, G. y Heller, H. 2001. Vida. La ciencia de la Biología. 6^{ta} Edición. Ed. Panamericana.
- ✓ Schmidt-Nielsen, K. 1984. Fisiología animal.. Ed. Omega.