

Tema 9: Anatomía funcional del riñón

La función más importante de los riñones es conservar las constantes del medio interno. Constituyen el sistema excretor más importante. Tienen función reguladora, ya que por medio de ellos se eliminan las sustancias perjudiciales para el sistema sanguíneo y se consigue regular el volumen y la composición de los distintos compartimentos líquidos del organismo. Estas funciones las realiza el riñón por medio de la formación de orina.

Los riñones son dos órganos glandulares localizados uno a cada lado de la columna vertebral, en posición retroperitoneal en la pared posterior de la cavidad abdominal. Tienen forma de haba, de entre 10 - 12 cm de longitud y entre 5 - 6 cm de anchura. Su peso aproximado es de 140 gr cada uno. En el borde medial hay una escotadura llamada hilio, por donde surge el uréter (conducto excretor), que termina en la vejiga (detrás del hueso del pubis, dentro de la pelvis). La vejiga comunica con el exterior por medio de la uretra.

En ellos un líquido similar al plasma es filtrado a través de los capilares glomerulares hacia los túmulos renales. Esto se llama filtración glomerular. El líquido filtrado a medida que avanza por los túmulos va cambiando en volumen y composición, debido a 2 fenómenos tubulares:

- Reabsorción.
- Secreción.

Así se forma la orina, pero la composición de la orina no es constante porque varía con las necesidades del individuo en cada momento.

Anatomía funcional

Existen 3 zonas:

- Corteza: más externa.
- Médula: más interna.
- Pelvis.

La unidad funcional son las nefronas (también estructurales). Existen un millón de nefronas en el riñón. En la nefrona existen varias zonas funcionales:

- **Glomérulo:** una red de capilares apilotonado, situados en el extremo dilatado ciego de la nefrona. Los capilares están rodeados por una capa de doble pared de tejido epitelial escamoso que forma la cápsula de Bowman. La pared externa de la cápsula es la capa parietal y la interna la capa visceral (cubre muy estrechamente el glomérulo, sus células están muy modificadas porque son extremadamente delgadas y presenta muchos poros y de gran diámetro, entre 500-1000 Å, por lo tanto tiene una permeabilidad muy aumentada, lo que facilita la misión del glomérulo, que es la de filtrar).
- **Túbulo contorneado proximal:** tiene una pared compuesta por una sola capa de células pero además estas células, en la zona que da la luz del túbulo, presentan un borde en cepillo, compuesto por numerosas microvellosidades. El curso de este túbulo es tortuoso y termina en una porción recta que forma la primera parte del asa de Henle. El túbulo proximal termina en la rama descendente del asa. Esta rama posee en su pared un epitelio plano pero sin borde en cepillo.

Las neuronas cuyos glomérulos están en la corteza presentan asas de Henle cortas mientras que las neuronas yuxtamedulares presentan asas de Henle largas, que van hasta las pirámides medulares.

- Asa de Henle: también tiene una rama ascendente con un segmento delgado y otro grueso. El grueso alcanza la situación de su glomérulo, pasando muy próximo a la arteriola aferente y además en ese punto la pared de la arteria aferente presenta unas células especiales (células yuxtaglomerulares) que secretan renina. En este mismo punto el epitelio del asa se modifica formando mácula densa. Se considera el final del asa y el comienzo del túbulo contorneado distal.
- Túbulo contorneado distal: también es tortuoso y tiene la característica de formar un codo o asa que va por encima del glomérulo y se dirige hacia la corteza renal. Epitelio plano con microvellosidades (pero pocas). Termina en el túbulo contorneado colector, que es común para varias neuronas. Las uniones de los distales con los colectores se localizan en la corteza renal a lo largo de los rayos medulares. Los colectores desembocan en la pelvis renal desde donde la orina va a pasar a los uréteres.

Circulación renal

Las arterias renales son grandes ramas de la aorta abdominal. Entran por el hilio en cada riñón y ahí se dividen en dos grupos de ramas, que van a la región dorsal y a la región ventral del riñón. Las arterias se llaman arterias segmentarias. Luego dentro del tejido adiposo que rodea la pelvis estas ramas se vuelven a dividir, en arterias interlobulares. Éstas entran en el riñón funcional y se dirigen hacia la periferia entre las pirámides renales. En la base de las pirámides se vuelven a dividir y forman arterias arciformes o arcuatas, que siguen el curso paralelo al riñón, y van a ir entre la zona de corteza y médula.

De estas arterias arciformes, a intervalos regulares, surgen otras más pequeñas que son las interlobulillares o arterias corticales radiales. Se llaman así porque van en dirección radial a la superficie del riñón. Dan lugar a las arteriolas aferentes. Éstas llegan ya a cada nefrona y generan una red capilar que forma el glomérulo. La red va a ser drenada por otra arteriola, la eferente, que va a formar una segunda red capilar que varía dependiendo si la nefrona está en la corteza o en la zona yuxtamedular.

Si la nefrona está en la corteza la arteriola eferente forma un entramado que rodea los túbulos, la red capilar peritubular. Ésta va a terminar desembocando en la vénula renal. Si la nefrona es yuxtamedular la arteriola eferente origina una red capilar que no rodea los túbulos, sino que los sigue, formando la red de vasos rectos que terminan desembocando en la vénula renal.

El sistema venoso es similar al arterial pero en sentido contrario. Primero encontramos las venas corticales superficiales, que se unen (anastomosan) formando las estrellas venosas, que a su vez se unen y forman las venas interlobulillares, que se vuelven a unir y forman las venas arciformes que se unen y forman las interlobulares y finalmente se unen formando las venas renales. La existencia de una red capilar entre dos arteriolas solo ocurre aquí en todo el organismo. Ésta red es la que forma el glomérulo.

El flujo sanguíneo renal en un adulto en reposo es entre 1,2 y 1,3 litros por minuto, un poco menos del 25% del gasto cardíaco. El *gasto cardíaco* es la cantidad de sangre que sale del ventrículo en un minuto. El riñón está inervado por el sistema nervioso simpático y parasimpático, pero la misión de estos nervios se sitúa únicamente a nivel de los vasos sanguíneos, controlando el flujo y controlando indirectamente la función renal.

Tema 10: Formación de orina

Funciones de la nefrona

La formación de orina se debe a 3 procesos que ocurren a nivel de las neuronas. Son el de FILTRACIÓN, REABSORCIÓN y SECRECIÓN.

Filtración glomerular

Es el movimiento de agua y de solutos desde el plasma del interior de los glomérulos y a través de la membrana cápsulo-glomerular hasta el espacio capsular de la cápsula de Bowman.

Tasa de filtración glomerular (TFG)

La tasa puede ser medida en un hombre intacto, midiendo la excreción y el nivel plasmático de una sustancia que cumpla unos determinados requisitos:

- Que se filtre libremente.
- Que no sufra ninguna modificación a nivel de los túbulos.
- Que sea inerte, no tóxica y que se pueda determinar fácilmente.
- Que no se una a proteínas.

Relacionado con la tasa, tenemos otro término: aclaramiento o depuración plasmática. Se emplea para explicar la capacidad que poseen los riñones para limpiar del plasma una determinada sustancia. Por lo tanto, si medimos la depuración de una sustancia que cumpla los requisitos anteriores sabremos también la tasa de filtración glomerular. Lo eliminado del plasma va a ser igual que lo filtrado (aparece en orina). La sustancia que se utiliza es la *inulina* (polímero de la fructosa). El método para medirla es suministrarle al individuo una dosis determinada de inulina pero seguida de una dosis de mantenimiento con el fin de que exista siempre inulina en el plasma. Una vez transcurrido cierto tiempo la cantidad de plasma depurado será igual a:

$$A_{In} = \frac{O_{In} \cdot V}{P_{In}}$$

O_{In} : inulina en orina / V : volumen de orina en el tiempo / P_{In} : nivel plasmático arterial de inulina

Con esto podemos conocer también la TFG, porque en este caso es igual y por lo tanto conoceremos cómo funciona el glomérulo. La tasa es la cantidad de plasma filtrado a nivel del glomérulo en unidad de tiempo. En un hombre normal de talla media es de 125 ml/min y esto representa 180 l/día. El volumen urinario es de 1 - 1,5 l/día por lo tanto el 99% de lo filtrado se va a reabsorber a nivel tubular.

La sangre que llega por la arteria aferente trae una composición determinada y a medida que va pasando por los capilares glomerulares va a ser filtrada a través de la pared capilar y de la pared capsular. Por lo tanto, serán filtradas todas aquellas sustancias que no tengan un PM elevado, ya que la filtración es totalmente pasiva y está regulada excesivamente por la presión de filtración, que en este punto es igual a:

$$PF = (P_{\text{Hidrostática capilar}} - P_{\text{Hidrostática intracapilar}}) - P_{\text{Oncótica}}$$

De estas fuerzas depende la filtración. Si la PF la multiplicamos por el factor de permeabilidad de filtración tendremos otra vez la TFG. La presión de filtración varía porque existen una serie de factores que pueden modificar la presión a ambos lados

de la membrana, como son cambios en el flujo sanguíneo renal, variaciones en el diámetro de la arteriola aferente y eferente o cambios de la presión sistémica.

Funciones de los túbulos

En los túbulos pueden ocurrir dos fenómenos: *secreción tubular*, que consiste en que se agrega más sustancia filtrada; y *reabsorción tubular*, que consiste en que se extrae parte o toda sustancia filtrada. A nivel tubular para una misma sustancia pueden suceder los dos fenómenos.

Medir reabsorción y secreción

Se mide por la tasa neta renal que es el resultado de:

$$T_x = TR_{\text{neto}} = \text{Secretado} - \text{Absorbido}$$

La tasa neta renal será positiva cuando hay secreción tubular neta y negativa cuando hay reabsorción tubular neta. En el caso de que no exista ni reabsorción ni secreción o en el caso de que sean iguales la TNR es igual a 0. Cuando la depuración es mayor que la filtración a nivel tubular hay secreción tubular neta. Al revés, cuando la depuración es menor a nivel tubular hay reabsorción tubular neta. En el caso de que no haya secreción o reabsorción la depuración es igual a la TFG.

Las sustancias son reabsorbidas o secretadas en los túbulos por difusión pasiva a través de gradientes químicos o eléctricos o son transportadas activamente en contra de estos gradientes. El líquido filtrado va a tener una alta proporción de agua pero esta agua va a ser reabsorbida en casi su totalidad y de nuevo filtrada y de nuevo reabsorbida. Esto ocurre por la existencia de los capilares peritubulares y los vasos rectos, que vuelven rápidamente el agua reabsorbida a la circulación.

Con el agua se filtran aminoácidos y glucosa. Son dos sustancias necesarias por lo tanto se reabsorben totalmente. Solo en el caso de la glucosa puede ocurrir que aparezca glucosa en orina, pero solo cuando existe diabetes, ya que no hay capacidad a nivel tubular de reabsorber toda la glucosa filtrada, ya que la tasa de reabsorción está superada. El agua se reabsorbe a nivel del túbulo contorneado proximal de forma pasiva, porque a este nivel salen unas sustancias iónicas como Cl^- y Na^+ de forma activa. Éstas arrastran pasivamente agua. En la rama descendente del asa puede haber reabsorción de agua pero en la ascendente no hay ni entrada ni salida ya que es una zona impermeable.

En el túbulo distal y colector se puede reabsorber agua pero de forma activa por medio de la ADH (hormona) que es la antidiurética, secretada por el hipotálamo y acumulada en la neurohipófisis. En la orina hay ácido úrico que es el 10% del filtrado. También hay urea, creatinina, cuerpos cetónicos, hormonas y vitaminas.

También hay electrolitos pero en una cantidad muy variable, ya que dependen de las necesidades orgánicas y de la secreción de éstos por otras glándulas (sudoríparas). El ejemplo de una sustancia segregada a nivel tubular es el NH_3 y el ácido paraminohipúrico, encontrándose más cantidad de ellos en orina que en el filtrado. También puede secretarse urea a nivel del asa (en la rama descendente fundamentalmente) y K^+ , dependiente de otra hormona, la aldosterona. También se pueden secretar H^+ cuando hay un aumento de la concentración en sangre de ellos.

Tema 11: Mecanismo renales de regulación

Los riñones excretan sustancias inútiles o dañinas que se encuentran en el plasma. Así se excretan algunas proteínas extrañas, productos catabólicos (urea, ácido úrico, creatinina...), sales (nitratos, sulfatos...) y sustancias útiles cuando sobrepasan el nivel umbral (por ejemplo, el exceso de glucosa). Además tiene como misión conservar las sustancias útiles, que han sido filtradas. Esta conservación se realiza por reabsorción por transporte activo o pasivo. También se reabsorbe agua por difusión osmótica. Los riñones contribuyen al mantenimiento de la presión osmótica y del volumen del medio interno, eliminando agua y sales según sea necesario. De este modo, todo nuestro medio interno se mantiene como una solución salina estable, protegiéndose a las células de los tejidos y manteniendo un peso corporal constante.

Formación de orina

Mecanismo de contracorriente

Ocurre en las asas de Henle. Sirve para lograr una orina más concentrada y conservar agua. Ocurre a nivel de las neuronas yuxtamedulares y en sus vasos rectos (las largas). En ellos se localiza un sistema especial de transporte que se llama mecanismo de contracorriente.

Un mecanismo de contracorriente es un sistema en el cual un flujo circula "paralelo a", "en contra de" y en íntima proximidad con otro flujo. Las asas y vasos rectos son mecanismos de contracorriente, que tienen como misión mantener una concentración de solutos elevada a nivel medular, de tal modo que esta concentración elevada depende del mantenimiento de un gradiente de osmolaridad creciente a lo largo de las pirámides medulares.

Este gradiente existe debido a la actuación de las asas como multiplicadores de contracorriente y a la actuación de los vasos rectos como intercambiadores de contracorriente. El asa de Henle tiene dos ramas de permeabilidad y capacidad de transporte muy diferentes. En la *rama descendente* hay libre difusión de agua y de urea hacia dentro y hacia fuera, dependiendo del gradiente de concentración. En la *rama ascendente* hay menos difusión pero sí transporte activo de Na^+ y Cl^- hacia el espacio intersticial. Pero no hay equilibrio porque es impermeable al agua.

Por lo tanto, los solutos permanecen en el espacio intersticial y la elevada concentración de solutos en el espacio intersticial de la región medular se crea y se mantiene con el bombeo continuo de sal por la rama ascendente. Por eso se llaman multiplicadores de contracorriente. Como consecuencia, al final del asa de Henle (parte alta) el líquido tubular va a ser hipotónico. Podríamos pensar que la sangre que va por los vasos rectos podría eliminar el exceso de soluto pero no lo hace porque tiene su propio mecanismo contracorriente, de tal modo que la sangre, a medida que desciende se va concentrando, pero luego asciende, y a medida que asciende va perdiendo los solutos que ha tomado en el descenso.

Control o regulación del volumen en el riñón

El volumen de sangre cuando resulta demasiado alto aumenta el gasto y la presión sanguínea, lo que influye a nivel renal provocando la pérdida de líquido. Por lo tanto, el volumen vuelve a su estado normal. Cuando el volumen es bajo, los riñones retienen líquido y el volumen aumenta. El mecanismo para regular el volumen cuando está aumentando es un mecanismo lento. Pero al mismo tiempo se generan reflejos en los receptores de volumen situados principalmente en las

aurículas, que aceleran considerablemente el proceso, ya que la respuesta a estos reflejos es la siguiente:

1. Secreción de ADH disminuye.
2. Las señales simpáticas que van a los riñones son inhibidas y así se inhibe la vasoconstricción a nivel renal.
3. Las arteriolas periféricas se dilatan y el V sanguíneo en exceso pasa al espacio intersticial, hasta que pueda ser eliminado.
4. Existe una hormona (ANH), la atrial natriurética, que se segrega e influye en la reabsorción de agua en el riñón. Es secretada por las fibras especializadas de la pared auricular cuando aumenta el volumen y la presión sanguínea, y favorece la natriuresis (la pérdida de Na^+ a nivel renal).

Esto se debe a que favorece la secreción de Na^+ a nivel tubular y reduce la concentración de Na^+ en el plasma y en el líquido intersticial. Por lo tanto, reduce la reabsorción de agua. Además, inhibe el ADH, incrementando el volumen urinario.

Todos los receptores de volumen tienen valor durante los primeros días y no sirven para ajustes de volumen a largo plazo. El volumen de líquidos extracelular está controlado por los mismos mecanismos que los del volumen sanguíneo, porque el desencadenante es el volumen sanguíneo. Éste no se puede controlar si no controlamos el resto de líquidos extracelulares.

Control de la osmolaridad

El valor normal de la osmolaridad del líquido extracelular y del plasma es de 300 miliosmoles/l. Cuando este valor excede de lo normal se retiene agua, y cuando es menor se produce diuresis acuosa (elimina agua). La osmolaridad de los líquidos extracelulares depende casi exclusivamente del Na^+ . Por lo tanto, existen dos sistemas separados pero relacionados de control que regulan la concentración de Na^+ (es decir, la osmolaridad).

- Sistema osmorreceptor Na-ADH
Cuando aumenta la osmolaridad, aumenta la concentración de Na^+ . Así se produce una excitación de las células osmorreceptoras del hipotálamo. Esta excitación aumenta la secreción de ADH (que aumenta la permeabilidad al agua en el túbulo distal y colector). Por lo tanto, aumenta la reabsorción de agua y la concentración de Na^+ se diluye.
- Mecanismo de la sed
El centro de la sed está localizado delante de los núcleos supraóptico, lateralmente al hipotálamo. Cuando son estimulados (la concentración de Na^+ aumenta) aumenta la necesidad de beber. Por lo tanto, ingerimos más agua, que pasa a nuestro medio interno y la osmolaridad disminuye. La causa más frecuente del aumento de la necesidad de beber es la alta concentración de osmolaridad. Otra causa es la pérdida importante de K^+ corporal. Existe otra hormona que influye en la concentración de Na^+ en el medio interno, la aldosterona, que provoca reabsorción de Na^+ a nivel tubular y aumento de la excreción de K^+ .

Papel del riñón: el equilibrio ácido-base

El equilibrio ácido-base está controlado por numerosos mecanismos. Los riñones participan regulando la concentración de H^+ en el medio interno. Lo hacen fundamentalmente aumentando o disminuyendo la concentración del ión bicarbonato (CO_3H^-) en los líquidos corporales. Esto se produce mediante procesos tubulares, de tal modo que el riñón puede formar y excretar una orina ácida o básica.

Mecanismo

Constantemente se está filtrando una gran cantidad de ión bicarbonato e nuestras neuronas. Si éste se elimina por orina quedarían menos bases en la sangre. Sucede que a nivel tubular se está secretando continuamente una gran cantidad de ácidos existentes en la sangre. Si se secretan más H^+ que bicarbonato filtrado en los líquidos extracelulares, se perderán netamente ácidos. Si pasa al revés se perderán netamente bases. En los riñones además de secretarse H^+ y de reabsorberse parte del bicarbonato filtrado, se puede formar más bicarbonato mediante reacciones que tienen lugar en la pared tubular. Los riñones regulan la concentración de H^+ en los líquidos corporales mediante tres mecanismos principales:

1. Secreción de H^+ .
2. Reabsorción de bicarbonato filtrado.
3. Formación de ión bicarbonato.

Para que estos mecanismos ocurran tiene que existir también unos mecanismos a nivel de las células tubulares:

- Secreción activa de H^+ .
- Reabsorción de ión bicarbonato mediante su combinación con los H^+ , para formar ácido carbónico que a continuación se disocia a CO_2 y agua. Para esto es necesaria la enzima anhidrasa carbónica.
- Reabsorción de NA^+ , que se intercambia con los H^+ segregados.

Regulación de la función renal

El volumen de orina y la concentración de la orina pueden variar ya que la función renal está regulada por una regulación de tipo nervioso y de tipo hormonal.

- Tipo nervioso: se debe a las ramas simpáticas y parasimpáticas, que inervan a las arteriolas aferentes y eferentes. El simpático produce vasoconstricción; y el parasimpático vasodilatación. El sistema nervioso controla así el flujo y la función renal.
- Tipo hormonal: las hormonas que regulan la función renal son la ADH, la aldosterona y la ANH.

A pesar de toda la regulación el riñón es capaz de formar orina aislada de estos sistemas. Tiene automatismo. La orina formada va a ser totalmente distinta a la orina normal porque no se adapta a las necesidades orgánicas. Lo que hacen los sistemas de regulación es ajustar cantidad y concentración de orina a las necesidades en cada momento. Cuando la cantidad de orina excretada es superior a lo normal hablamos de diuresis, y puede ser:

- *Acuosa*: cuando la orina formada está muy diluida. Suele ocurrir cuando se ha ingerido una gran cantidad de agua en poco tiempo. La formación de orina se incrementa a los 15 minutos. Alcanza un máximo a los 40 minutos, y este máximo se mantiene 2 horas, y luego empieza a disminuir. Los 15 minutos iniciales son necesarios para que el agua ingerida sea absorbida a nivel digestivo, y para que eso sea detectado y la hormona ADH se catabolice. Las 2 horas es un tiempo necesario para eliminar el exceso de agua, manteniendo la homeostasis corporal.

A veces se ingiere una cantidad de agua superior a la cantidad de eliminación. El agua que no se elimina puede producir una intoxicación acuosa, lo que provoca la hinchazón y rotura de células. Si estas células son las nerviosas, se producen convulsiones e incluso la muerte.

- *Osmótica*: consiste en la eliminación de gran cantidad de orina porque está presente gran cantidad de glucosa y electrolitos. Se eliminan arrastrando también una gran cantidad de agua.

Formación de orina concentrada

Cuando existe un déficit de agua y está aumentada la osmolaridad del plasma, aumentan los niveles de ADH y los riñones forman una orina concentrada, manteniendo la excreción de solutos al mismo tiempo que aumenta la reabsorción de agua y disminuye el volumen de orina. Para que esto suceda hay dos requisitos imprescindibles necesarios para formar la orina concentrada:

- Que la concentración de ADH sea elevada, lo que permite que a nivel del túbulo distal y colector se reabsorba agua.
- Una osmolaridad elevada en el líquido intersticial de la médula renal.

El líquido tubular que sale del asa de Henle es normalmente un líquido diluido. Pero el intersticio medular que rodea a los túbulos colectores está normalmente concentrado en Na^+ y en urea, y se debe al funcionamiento especial de las asas de Henle largas. Por lo tanto, cuando el líquido tubular circula por el túbulo distal y colector, si es necesario se reabsorbe agua hasta que la osmolaridad del líquido colector se equilibre con la osmolaridad del líquido intersticial de la médula que lo rodea, formando así la orina concentrada. Como ya sabemos, es el multiplicador de contracorriente el que eleva la osmolaridad de la médula y, por lo tanto, para que ocurra la osmolaridad elevada deben acumularse más solutos que agua en el intersticio. Una vez que ha ocurrido esto, la osmolaridad elevada se mantiene con salidas y entradas equivalentes de agua y solutos en la médula. Los factores que contribuyen al aumento de la concentración de solutos en la médula son:

- El transporte activo de Na^+ que arrastra K^+ , Cl^- y otros iones, en la rama ascendente gruesa del asa de Henle. Todas estas salidas pasan a la médula y en esta zona no hay salida de agua.
- El transporte activo de iones desde los túbulos colectores al intersticio.
- La difusión de gran cantidad de urea, desde los colectores al intersticio.
- La difusión de pequeñas cantidades de agua desde los colectores al intersticio. Esta difusión es siempre menor que la de solutos que se reabsorben. Hay una difusión nula de agua desde la porción ascendente del asa.

Al mismo tiempo tiene lugar el intercambio contracorriente en los vasos rectos, que mantienen la hiperosmolaridad en la médula. Esto es así porque los vasos rectos de la médula también poseen dos características especiales:

- Presentan un flujo sanguíneo escaso, suficiente para mantener las necesidades metabólicas del tejido, pero escaso, lo que evita la pérdida de solutos del intersticio.
- Sirven de intercambiadores contracorriente reduciendo al mínimo la eliminación de solutos. Esta función se debe a su forma en "U", de tal modo que a medida que la sangre desciende hacia la médula se va concentrando, pero luego asciende hacia la corteza, diluyéndose, porque los solutos que tomó se difunden al intersticio y penetra en ellos agua. El intersticio medular prácticamente no pierde solutos. De este modo, al túbulo distal llega un líquido tubular hipotónico. Pero a ese nivel actúa ya el ADH, mediante el cual se reabsorbe agua. El líquido tubular pasa de hipotónico a isotónico. De este modo, al túbulo colector llega el líquido isotónico. Pero en el colector pueden pasar electrolitos desde el espacio intersticial al túbulo. Además, por acción del ADH se reabsorbe agua, lográndose así un nuevo equilibrio (el líquido pasa de isotónico a hipertónico, teniendo así una orina concentrada).

Tema 12: Funciones de las vías urinarias. Eliminación de la orina

La formación de orina es continua. Esta orina pasa desde la pelvis renal a la vejiga a través de los uréteres. Los uréteres presentan musculatura lisa, dispuesta en haces. La orina es llevada mediante contracciones peristálticas, que ocurren de 1 a 5 veces por minuto. La orina así transportada llega a la vejiga, donde penetra con cada contracción. A pesar de que en los uréteres no existen esfínteres uretrales, tienden a mantenerse cerrados excepto durante cada onda peristáltica. De este modo, no hay reflujo de orina desde la vejiga hasta los uréteres.

La vejiga posee también músculo liso llamado detrusor, dispuesto en haces espirales, circulares y longitudinales. Las contracciones de éste van a ser la causa principal del vaciamiento de la vejiga durante la micción. La vejiga presenta dos esfínteres: el esfínter uretral interno y el esfínter uretral externo (que ya está situado en la uretra). La uretra es el conducto de evacuación que conecta la vejiga con el exterior. A medida que la orina va penetrando en la vejiga la presión en la vejiga sufre un incremento, pero por ser músculo liso, la presión vuelve prácticamente a su punto primitivo, hasta que llega un momento en que debido al volumen de orina acumulado la presión interna de la vejiga se dispara y sufre un incremento muy rápido, con lo que sufrimos contracciones de tipo doloroso y tiene lugar la micción.

Este es un acto involuntario en niños y en ciertas enfermedades, pero en adultos se inicia voluntariamente porque en la vejiga existen unos receptores de distensión que a través de unos nervios llevan los estímulos a la médula y de ahí a centros nerviosos superiores. Por lo tanto, nosotros mediante el aprendizaje podemos actuar a nivel central para que los esfínteres permanezcan cerrados. Cuando la vejiga se va llenando aparecen muchas contracciones miccionales dolorosas. Son producidas por el reflejo de distensión iniciado en los receptores sensitivos de distensión que existen en la pared vesical. Estas señales generadas en estos receptores llegan a los segmentos sacros de la médula a través de los nervios pelvianos y vuelven de forma refleja a la vejiga a través de nervios para simpáticos.

Si la vejiga está parcialmente llena estas contracciones miccionales se relajan espontáneamente y por lo tanto el músculo detrusor deja de contraerse, pero a medida que la vejiga se va llenando estos reflejos se vuelven más frecuentes y provocan contracciones cada vez de mayor intensidad. Una vez desencadenado el reflejo de la micción este reflejo es autogenerado, es decir, cada vez es más intenso. Pero este reflejo se fatiga, por lo tanto se termina el ciclo y la vejiga se relaja. Sin embargo, la vejiga se sigue llenando y cuando el reflejo de la micción alcanza una potencia suficiente se provoca otro reflejo que va por los nervios al esfínter externo, al que inhibe. En los niños en este momento se produce la micción. En los adultos si esta inhibición es más potente en el encéfalo que las señales voluntarias de contracción del esfínter se produciría la micción, pero si las señales voluntarias de contracción del esfínter son más potentes, podemos controlar el reflejo de inhibición y la micción no se produciría. Este reflejo de la micción puede ser inhibido o facilitado por centros encefálicos que:

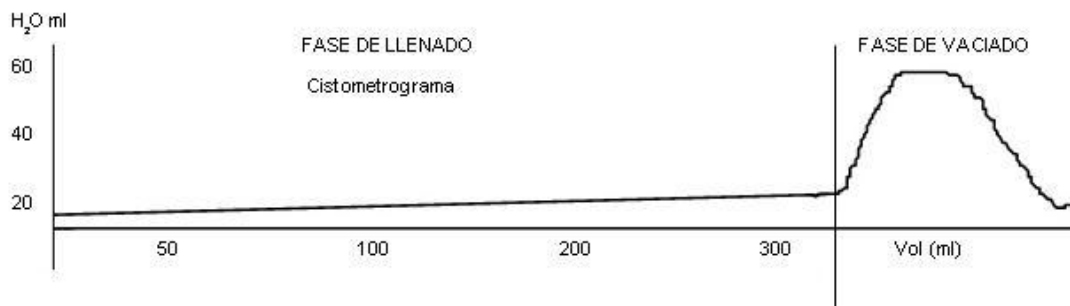
- Mantienen inhibido parcialmente el reflejo de la micción, salvo que deseemos realizarlo.
- Pueden evitar la micción incluso en presencia del reflejo, manteniendo el esfínter uretral externo contraído.
- Facilitan la micción cuando consideramos que es el momento adecuado.

La micción voluntaria

En ella contraemos voluntariamente los músculos abdominales, y de este modo penetra en nuestra vejiga una nueva cantidad de orina. Esto estimula a los receptores y por lo tanto se excita el reflejo miccional y al mismo tiempo se inhibe el esfínter uretral externo y la orina sale. Por lo tanto, la micción voluntaria la situamos simplemente en una capacidad aprendida para mantener el esfínter externo en estado de contracción.

Por consiguiente, la micción voluntaria es la capacidad que poseemos los adultos para retrasar la evacuación de orina de la vejiga hasta que se presente la oportunidad para hacerlo. Después de la micción de la orina, la uretra femenina se vacía por gravedad y la uretra masculina se vacía mediante contracciones del músculo vulvo-uretral.

Existe una curva que se llama cistometrograma que relaciona la presión intravesical con volumen urinario. Esta presión es prácticamente constante hasta un determinado volumen (400 ml) que es cuando se disparan los reflejos. Al mismo tiempo nos dice que las contracciones dolorosas empiezan en este volumen y que cada vez se hacen más intensas.



Patrón urodinámico normal. El cistometrograma registra un ligero aumento de presión vesical en el curso de llenado (no mayor de 10 ml de agua) y contractilidad sostenida del detrusor durante el vaciado (no mayor de 40 ml de agua).