CAPÍTULO 26

Formación de la orina por los riñones: I. Filtración glomerular, flujo sanguíneo renal y su control

Los riñones tienen una función importante en la eliminación de materiales de desecho ingeridos o producidos por el metabolismo y en el control del volumen y composición de los líquidos corporales.

Además los riñones mantienen el equilibrio entre los ingresos y salidas de agua y casi todos los electrólitos.

Los riñones realizan sus funciones más importantes filtrando el plasma y eliminando sustancias del filtrado dependiendo de las necesidades del cuerpo.

Los riñones ejercen funciones homeostáticas, entre ellas:

* Excreción de productos metabólicos de desecho y sustancias químicas extrañas
* Productos metabólicos como urea, ácido úrico, productos finales del metabolismo de la hemoglobina (bilirrubina) y metabolitos de varias hormonas
* Regulación de los equilibrios hídrico y electrolítico
* Permite que los riñones ajusten su excreción con respecto a su ingestión, ya que la excreción de agua y electrólitos debe corresponderse con su ingreso.
* Durante el aumento de la ingestión de Na se da una adaptación renal de 2 a 3 días, en este tiempo se produce una acumulación modesta de Na que incrementa ligeramente el volumen de LEC y desencadena cambios hormonales y otras respuestas compensadoras que indican a los riñones que aumenten la excreción de Na.
* Regulación de la osmolalidad del líquido corporal y de las concentraciones de electrólitos
* Regulación de la presión arterial
* Participan en la regulación a largo plazo de la P/A al excretar cantidades variables de Na y agua.
* Contribuyen a la regulación de corto plazo de la P/A mediante la secreción de hormonas y factores o sustancias vasoactivos, como renina.
* Regulación del equilibrio ácido básico
* Participan mediante la excreción de ácidos y la regulación de depósitos de amortiguadores en el líquido corporal.
* Secreción, metabolismo y excreción de hormonas
* Gluconeogenia
* Los riñones sintetizan glucosa a partir de AA y otros precursores durante el ayuno prolongado.
* Regulación de la producción de eritrocitos
* Debido a que los riñones secretan eritropoyetina, que estimula la producción de eritrocitos por células madre hematopoyéticas en la médula ósea
* La hipoxia estimula la secreción de eritropoyetina por los riñones
* Regulación de la producción de 1,25-dihidroxivitamina D3
* Los riñones producen calcitriol (1,25-dihidroxivitamina D3), que es la forma activa de la vitamina D.
* El calcitriol es importante para la regulación de Ca y K
* Calcitriol es esencial para depositar normalmente Ca en los huesos y reabsorción de Ca en el aparato digestivo.

Irrigación renal

EL RIEGO SANGUÍNEO DE LOS DOS RIÑONES ES NORMALMENTE DE ALREDEDOR DEL 22% DEL GASTO CARDÍACO, O 1100 ml/min.

La circulación renal cuenta con dos lechos capilares, capilares glomerulares y peritubulares que se disponen en serie y están separados por las arteriolas eferentes.

Las arteriolas eferentes, que se forman por los extremos distales de los capilares glomerulares, ayudan a regular la presión hidróstática en los dos grupos de capilares. Una presión hidróstatica alta en CAPILARES GLOMERULARES permite FILTRACIÓN rápida, mientras que una presión hidrostática baja en CAPILARES PERITUBULARES permiten REABSORCIÓN rápida.

Al ajustar la resistencia de las arteriolas aferente y eferente los riñones pueden regular la presión hidrostática en los capilares glomerulares y peritubulares, cambiando el filtrado glomerular y la reabsorción tubular o ambas en respuesta a las demandas homeostáticas del cuerpo.

Nefrona es la unidad funcional del riñon

Las nefronas son capaces de formar orina, éstas no se pueden regenerar por ello después de los 40 años el número de nefronas funcionales se reduce alrededor de 10% cada 10 años.

Cada nefrona contiene:

* Glomerulo🡪penacho de capilares glomerulares, filtra grandes cantidades de líquido desde la sangre. Está cubierto por la cápsula de Bowman.
* Túbulo🡪en el que el líquido filtrado se convierte en orina en su camino a la pelvis del riñon

Hay dos tipos de nefronas:

* Corticales🡪tienen glomérulos localizados en la corteza externa. Tienen asas de Henle cortas. Son irrigadas por capilares peritubulares.
* Yuxtaglomerulares🡪tienen glomérulos que se disponen en la profundidad de la corteza renal cerca de la médula. Tienen asas de Henle grandes. Reciben irrigación de vasos rectos, los cuales se forman porque las arteriolas eferentes largas se extienden desde los glomérulos hasta la médula externa y después se dividen en estos capilares peritubulares especializados.

# Micción

La micción ES EL PROCESO POR EL CUAL LA VEJIGA URINARIA SE VACÍA CUANDO ESTÁ LLENA.

Se realiza en dos pasos:

* La vejiga se llena progresivamente hasta que la tensión en sus paredes aumenta por encima de un umbral.
* Al alcanzar el umbral se desencadena un reflejo nervioso, llamado reflejo miccional que permite el vaciamiento de la vejiga.

El reflejo miccional es un reflejo medular autónomo, pero puede ser inhibido o facilitado por centros presentes en la corteza cerebral o el tronco encefálico.

# Anatomía fisiológica de la vejiga

La vejiga urinaria es una cámara de músculo liso compuesta por dos partes principales:

* Cuerpo🡪parte en la que se acumula la orina
* Cuello🡪que pasa hasta el triángulo yrogenital y se conecta con la uretra. Su parte inferior se llama uretra posterior.

El músculo liso de la vejiga se llama MÚSCULO DETRUSOR y su contracción es un paso iportante en el vaciamiento de la vejiga.

En la pared posterior de la vejiga, encima del cuello, hay una pequeña zona llamada TRÍGONO. En la parte más inferior del vértice del trígono, el cuello de la vejiga se abre en la uretra posterior y los urétres entran en la vejiga en los ángulos más superiores del trígono.

El cuello de la vejiga tiene músculo que es llamado esfínter interno. El tono natural del esfínter interno mantiene normalmente el cuello de la vejiga y la uretra posterior vacías de orina e impide el vaciamiento de la vejiga hasta que la presión en la parte principal de la vejiga aumenta por encima de un umbral crítico.

El diafragma urogenital contiene el esfínter externo, éste está bajo control voluntario del sistema nervioso y puede usarse para impedir conscientemente la micción incluso cuando los controles involuntarios intentan vaciar la vejiga.

Inervación de la vejiga

LA PRINCIPAL INERVACIÓN NERVIOSA DE LA VEJIGA ES A TRAVÉS DE LOS NERVIOS PÉLVICOS.

En los nervios pélvicos discurren fibras nerviosas sensitivas y motoras. Las sensitivas detectan el grado de distensión de la pared de la vejiga.

Las señales de distensión de la uretra posterior son fuertes y son responsables de iniciar los reflejos que provocan el vaciado de la vejiga.

Los NERVIOS MOTORES transmitidos en los nervios pélvicos son FIBRAS PARASIMPÁTICAS.

Nervio pudendo lleva fibras motoras esqueléticas al esfínter vesical externo.

La vejiga recibe inervación simpática de la cadena simpática a través de los nervios hipogástricos. Estas fibras simpáticas estimulan principalmente los vasos sanguíneos y tienen poco que ver con la contracción de la vejiga.

# Transporte de orina desde el riñón hasta los uréteres y la vejiga

La orina que fluye desde los conductos colectores hacia los cálices renales estira los cálices e incrementa su actividad de marcapasos intrínseca, lo que a su vez inicia las contracciones peristálticas que se propagan a la pelvis renal y después a lo largo de la longitud del úreter, forzando así la orina desde la pelvis renal hacia la vejiga.

LAS CONTRACCIONES PERISTÁLTICAS EN EL URÉTER SE POTENCIAN CON ESTIMULACIÓN PARASIMPÁTICA Y SE INHIBEN CON ESTIMULACIÓN SIMPÁTICA.

El tono normal del músculo detrusor en la pared de la vejiga tiende a comprimir el uréter, lo que impide el retroceso de orina desde la vejiga cuando la presión aumenta en ella durante la micción o la compresión de la vejiga.

Reflujo vesicoureteral🡪se produce cuando la distancia que el uréter discurre a través de la pared vesical es menor de lo normal, esto provoca que al contraerse la vejiga el uréter no se ocluya completamente, como resultado se impulsa hacia atrás parte de la orina de la vejiga hasta los uréteres.

Reflejo ureterorrenal🡪se desencadena cuando un uréter se bloquea y por ello se produce una contracción refleja intensa acompañada de dolor intenso. El dolor provoca reflejo simpático hacia el riñón, que contrae las arteriolas renales para reducir la producción renal de orina.

Llenado de la vejiga y tono de la pared vesical

Cuando no hay orina en la vejiga, la presión intravesical es aprox 0, pero cuando se han acumulado 30-50 ml de orina, la presión aumenta a 5-10 cm de H20.

El nivel constante de la presión se debe al tono intrínseco de la pared de la vejiga.

Por encima de 300 a 400 ml la acumulación de orina en la vejiga provoca un aumento rápido de la presión.

Ondas de micción🡪se deben al reflejo miccional y son cambios agudos periódicos de la presión tónica, duran segundos o hasta más de 1 min.

# Reflejo miccional

A medida que se llena la vejiga empiezan a aparecer muchas contracciones miccionales sobrepuestas, como se muestra en los picos en línea discontinua. Éstas se deben al reflejo de distensión iniciado por los receptores sensitivos de distensión en la pared de la vejiga, en especial por los receptores situados en la uretra posterior cuando esta zona comienza a llenarse de orina a presiones vesicales altas.

Las señales sensitivas de los receptores de distensión viajan a los segmentos sacros de la médula por los nervios pélvicos y después vuelven a la vejiga a través de fibras parasimpáticas a través de estos mismos nervios.

A medida que la vejiga continúa llenándose, los reflejos miccionales se hacen más frecuentes y provocan contracciones mayores del músculo detrusor.

El reflejo miccional es autorregenerativo, ya que la contracción inicial de la vejiga activa los receptores de distensión que causan un mayor incremento en los impulsos sensitivos que van desde la vejiga y la uretra posterior, lo que aumenta más la contracción refleja de la vejiga.

El reflejo miccional es un solo ciclo completo de:

* Aumento rápido y progresivo de la presión
* Períodos de presión mantenida
* Retorno de la presión al tono basal de la vejiga

El reflejo miccional origina otro reflejo que permite inhibir la acción del esfínter externo, dicho reflejo llega por los nervios pudendos.

Facilitación o inhibición de la micción por el encéfalo

Los centros encefálicos que pueden inhibir o facilitar el reflejo miccional son:

* Centros facilitadores e inhibidores situados en el tronco encefálico, sobre todo en la protuberancia.
* Varios centros localizados en la corteza cerebral, son principalmente inhibidores pero pueden actuar como excitadores.

Los centros superiores ejercen control sobre la micción de la siguiente manera:

* Los centros superiores mantienen el reflejo miccional inhibido parcialmente, excepto cuando se desea la micción.
* Los centros superiores pueden impedir la micción, incluso aunque se produzca el reflejo miccional, mediante contracción tónica del esfínter vesical externo hasta que se presente el momento adecuado.
* Cuando llega el momento de la micción, los centros corticales pueden facilitar que los centros de la micción sacros ayuden a iniciar el reflejo miccional y al mismo tiempo inhibir el esfínter urinario externo para que la micción pueda tener lugar.

La micción voluntaria se inicia de la siguiente forma:

* La persona contrae voluntariamente músculos abdominales.
* Contracción de los músculos abdominales aumenta la presión en la vejiga y permite entrar una cantidad extra de orina en el cuello de la vejiga y la uretra posterior bajo presión.
* La entrada de la cantidad extra de orina estira las paredes del cuello de la vejiga y uretra posterior para estimular los receptores de distensión.
* Los receptores de distención excitan el reflejo miccional.
* El reflejo miccional inhibe el esfínter uretral externo.

Anomalías en la micción

La contracción refleja miccional no puede tener lugar si se destruyen las fibras nerviosas sensitivas que van de la vejiga a la médula espinal, lo que impide la transmisión de las señales de distensión de la vejiga.

Incontinencia por rebosamiento🡪la vejiga en vez de vaciarse periódicamente se llena al máximo y unas pocas gotas rebosan a través de la uretra.

Tabes dorsal🡪 debido a que la sífilis puede causar una fibrosis constrictiva alrededor de las fibras de las raíces dorsales que entran en la médula espinal, destruyéndolas.

Vejiga tabética🡪causada por tabes dorsal.

Si la médula espinal se lesiona por encima de la región sacre, pero los segmentos medulares sacros continúan intactos, todavía pueden aparecer reflejos miccionales típicos, pero ya no están controlados por el encéfalo.

Vejiga neurógena sin inhibición🡪da lugar a micción frecuente y relativamente incontrolada. Se debe a una lesión parcial de la médula espinal o del tronco encefálico que interrumpe la mayoría de las señales inhibidoras.

# Formación de orina

La intensidad con la que se excretan diferentes sustancias en la orina representa la suma de tres procesos renales:

* FILTRACIÓN GLOMERULAR
* REABSORCIÓN TUBULAR🡪reabsorbe sustancias de los túbulos renales hacia la sangre
* SECRECIÓN DE SUSTANCIAS🡪desde sangre hacia los túbulos renales

La formación de orina comienza cuando una gran cantidad de líquido que casi no dispone de proteínas se filtra desde los capilares glomerulares a la cápsula de Bowman.

A medida que el líquido abandona la cápsula de Bowman y pasa a través de los túbulos, se modifica por la reabsorción de agua y solutos específicos de nuevo hacia la sangre o por la secreción de otras sustancias desde los capilares peritubulares hacia los túbulos.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Sustancia | Filtración | Absorción | Secreción | Excreción |
| Creatinina | Sí | No | No | Igual a la filtración |
| Sodio | Sí | Parcialmente | No | Menor que la filtración (excreción=filtración - absorción) |
| Cloro | Sí | Parcialmente | No | Menor que la filtración (excreción=filtración - absorción) |
| Glucosa | Sí | Sí | No | No hay, porque toda la sustancia filtrada se reabsorbe |
| Aminoácidos | Sí | Sí | No | No hay, porque toda la sustancia filtrada se reabsorbe |
| Ácidos | Sí | No | Sí | Excreción=filtración + secreción tubular |
| Bases | Sí | No | Sí | Excreción=filtración + secreción tubular |

La reabsorción tubular es más importante cuantitativamente que la secreción tubular en la formación de la orina, pero la secreción es importante para determinar cantidades de iones K e H y algunas sustancias excretadas por la orina.

LA MAYORÍA DE SUSTANCIAS QUE DEBEN ELIMINARSE DE LA SANGRE, ESPECIALMENTE PRODUCTOS FINALES DEL METABOLISMO (como urea, ácido úrico y uratos), SE REABSORBEN MAL Y POR ELLO SE EXCRETAN EN GRANDES CANTIDADES EN LA ORINA.

Los electrólitos, como Na, Cl y HCO3, se reabsorben mucho d manera que sólo aparecen en la orina pequeñas cantidades.

Los cambios en el filtrado glomerular y en la reabsorción tubular suelen actuar de manera coordinada para producir los cambios necesarios en la excreción renal.

Un filtrado glomerular (FG) alto permite a los riñones eliminar con rapidez productos de desecho del cuerpo que dependen sobre todo de la filtración glomerular para su excreción.

FG alto también permite que el riñón filtre y procese todos los líquidos corporales muchas veces al día y permite a los riñones controlar de modo preciso y rápido el volumen y composición de los líquidos corporales.

# Filtrado glomerular: el primer paso para la formación de orina

Composición del FG

La formación de orina comienza con la filtración de grandes cantidades de líquido a través de los capilares glomerulares hacia la cápsula de Bowman.

El FG carece prácticamente de proteínas y elementos celulares, incluidos los eritrocitos. Y las concentraciones de sales y moléculas orgánicas son similares a las concentraciones del plasma.

El FG está determinado por:

* Equilibrio entre fuerzas hidrostáticas y coloidosmóticas que actúan a través de la membrana capilar
* Coeficiente de filtración capilar, el producto de la permeabilidad por el área superficial de filtro de los capilares.

EN EL ADULTO MEDIO, EL FG ES DE 125 ml/min O 180 l/día.

ALREDEDOR DEL 20% DEL PLASMA QUE FLUYE A TRAVÉS DE LOS CAPILARES GLOMERULARES.

Membrana capilar glomerular

La membrana capilar glomerular tiene tres capas principales:

* Endotelio del capilar🡪posee fenestraciones. Además sus células endoteliales están dotadas de muchas cargas negativas fijas que dificultan el paso de las protínas plasmáticas.
* Membrana basal🡪consta de una red de colágeno y fibrillas de proteoglucanos que tienen grandes espacios a través de los cuales pueden filtrarse grandes cantidades de agua y solutos.
* Capa de células epiteliales (podocitos)🡪rodean la superficie externa de los capilares, están separados por espacios llamados poros en hendidura a través de los cuales se mueve el filtrado glomerular.

Juntas esas capas forman la barrera de la filtración.

La membrana capilar glomerular evita normalmente la filtración de proteínas plasmáticas.

La albumina no se filtra debido a su carga negativa y a la repulsión electrostática ejercida por las cargas negativas de los proteoglucanos d la pared capilar glomerular.

Las moléculas con cargas positivas se flitran con mayor facilidad que las moléculas con carga negativa. Debido a que las cargas negativas de la membrana basal y los podocitos proporcionan un medio importante para restringir a las moléculas grandes con cargas negativas.

Nefropatía de cambios mínimos🡪 se produce por pérdida de la carga negativa que hay sobre la membrana basal y permite el paso de proteínas de bajo peso molecular, lo que desencadena proteinuria.

Determinantes del FG

El FG está determinado por:

* Presión de filtración neta🡪es la suma de las fuerzas hidrostática y coloidosmótica a través de la membrana glomerular.
* Coeficiente de filtración capilar glomerular🡪medida del producto de la conductividad hidráulica y el área superficial de los capilares glomerulares.

Las fuerzas que determinan la presión de filtración neta y favorecen o se oponen a la filtración son:

* Presión hidrostática glomerular🡪FAVORECE filtración. 60 mmHg.
* Presión hidrostática en cápsula de Bowman fuera de los capilares🡪OPONE a filtración. 18 mmHg.
* Presión coloidosmótica capilar glomerular🡪OPONE a filtración. 32 mmHg
* Presión coloidosmótica en la cápsula de Bowman🡪FAVORECE filtración. 0 mmHg

LA PRESIÓN DE FILTRACIÓN NETA ES +10 mmHg

EL COEFICIENTE DE FILTRACIÓN ES 4.2 ml/min/mmHg por 100 gr de tejido o 12.5 ml/min/mmHg.G

La hipertensión incontrolada y la diabetes mielitus reducen gradualmente el coeficiente de filtración al aumentar el espesor de la membrana basal capilar glomerular y finalmente, dañanado los capilares de forma tan grave que se pierde la función capilar.

El aumento de la presión hidrostática en la cápsula de Bowman reduce el FG, mientras que la reducción de dicha presión aumenta el FG.

El aumento de la presión coloidosmótica capilar glomerular reduce el FG. Esta presión está determinada por la presión coloidosmótica del plasma arterial y la fracción del plasma filtrada por los capilares glomerulares. Por ello el aumento de la presión coloidosmótica del plasma arterial o la fracción de filtración aumenta la presión coloidosmótica capilar glomerular.

FLUJO SANGUÍNEO AUMENTADO= AUMENTA FG

FLUJO SANGUÍNEO DISMINUIDO= DISMINUYE FG

El aumento de la presión hidrostática capilar glomerular incrementa el FG. De hecho los cambios en esta presión son la PRINCIPAL FORMA DE REGULAR FISIOLÓGICAMENTE EL FG.

La presión hidrostática capilar está determinada por:

* Presión arterial🡪su aumento eleva presión hidrostática capilar y a su vez FG
* Resistencia arteriolar aferente🡪su aumento reduce la presión hidrostática capilar y a su vez el FG
* Resistencia arteriolar eferente🡪tiene efecto bifásico sobre el FG, con niveles moderados de constricción hay ligero incremento del FG pero con constricción intensa hay reducción del FG.

# Flujo sanguíneo renal

22% del gasto cardíaco o 1100 ml/min en los dos riñones.

El flujo sanguíneo aporta a los riñones nutrientes y se lleva productos de desecho. Debido a que es elevado con respecto a sus necesidades pretende aportar suficiente plasma para la elevada filtración glomerular necesaria para una regulación precisa de los volúmenes del líquido corporal y las concentraciones de solutos.

En los riñones el consumo de O2 se encuentra relacionado con la reabsorción de sodio. De tal forma que si el flujo renal y el FG se reducen y se filtra menos Na, se reabsorber menos Na y el consumo de O2 es menor. Además si la filtración glomerular cesa por completo, también lo hará la reabsorción renal de Na y el consumo de O2 se reducirá a la cuarta parte de lo normal.

MAYOR REABSORCIÓN RENAL DE Na= MAYOR CONSUMO DE O2

MENOR REABSORCIÓN RENAR DE Na= MENOR CONSUMO DE O2

Determinantes del flujo sanguineo renal

Flujo sanguíneo renal está determinado por

* Gradiente de presión a través de los vasos renales🡪diferencia entre las presiones hidrostáticas en arteria y vena renal
* Resistencia vascular total renal

La presión en la arteria renal es aprox igual a la presión arterial sistémica. La presión en la vena renal es d 3-4 mmHg como media.

La mayor parte de la resistencia vascular renal reside en las arterias interlobulillares, arterias aferentes y arteriolas eferentes. Esta resistencia es controlada por los nervios del SNS, hormonas y mecanismos de control locales. Un aumento en la resistencia en cualquiera de los segmentos vasculares de los riñones tiende a reducier el flujo sanguíneo renal, ya que se reduce el flujo sanguíneo al aumentar la resistencia vascular.

Los riñones tienen mecanismos de autoregulación que permiten mantener relativamente constantes el flujo sanguíneo renal y el FG entre los 80 y 170 mmHg, de esta manera los cambios en la P/A tienen sólo cierta influencia sobre el flujo sanguíneo renal.

LA CORTEZA RENAL RECIBE MAYOR FLUJO SANGUÍNEO QUE LA MÉDULA RENAL, esta última sólo recibe por medio de los vasos rectos el 1-2% del flujo sanguíneo renal.

Los vasos rectos son importantes para que los riñones puedan formar una orina concentrada.

# Control fisiológico de la filtración glomerular y del flujo sanguíneo renal

Los determinantes del FG más variables y sujetos a control fisiológico son la presión hidrostática glomerular y la presión coloidosmótica capilar glomerular. Éstas a su vez están influenciadas por el SNS, hormonas, autacoides y otros controles de retroalimentación que son intrínsecos a los riñones.

Casi todos los vasos sanguíneos de los riñones incluidas las arteriolas aferentes y eferentes, están muy inervados por fibras nerviosas simpáticas. La fuerte activación de los nervios simpáticos renales puede contraer la arteriolas renales y reducir el flujo sanguíneo renal y el FG.

En una persona sana en reposo, el tono simpático ejerce poca influencia sobre el flujo sanguíneo renal. Sin embargo reduce el FG durante trastornos agudos y graves que duran varios min a unas pocas horas, como los provocados por reacciones de defensa, isquemia encefálica o hemorragia grave.

Las hormonas que constriñen las arteriolas aferentes y eferentes son la noradrenalina y adrenalina liberadas por la médula suprarrenal. Éstas reducen el FG y el flujo sanguíneo renal, debido a la vasoconstricción.

Endotelina puede ser liberada por las células endoteliales vasculares lesionadas de los riñones y puede contribuir a la hemostasia cuando se secciona un vaso sanguíneo, lo que lesiona el endotelio y libera este poderoso vasoconstrictor.

La angiotensina II tiene efecto sobre arteriolas aferentes y eferentes. Sobre las arteriolas eferentes su efecto es contrarrestado debido a la liberación de vasodilatadores como óxido nítrico y prostaglandinas. Pero en las arteriolas eferentes la angiotensina aumenta la presión hidrostática glomerular mientras se reduce el flujo sanguíneo renal.

Además la mayor formación de angiotensina II suele tener lugar en circunstancias que se acompañan de una reducción de la P/A o una pérdida de volumen, que tienden a reducir el FG. En este caso la angiotensina II ayuda a evitar reducciones de la presión hidrostática glomerular y el FG, al mismo tiempo reduce el flujo sanguíneo renal y el flujo a través de los capilares peritubulares para aumentar la reabsorción de Na y agua.

La producción basal de óxido nítrico parece importante para mantener la vasodilatación de los riñones. Esto permite a los riñones excretar cantidades normales de Na y agua.

Prostaglandinas y bradicina son hormonas y autacoides que producen vasodilatación y aumentan el flujo sanguíneo renal y el FG. Cuando las prostaglandinas evitan la vasoconstricción de las arteriolas aferentes ayudan a impedir reducciones excesivas del FG y del flujo sanguíneo renal.

Autoregulación del FG y del flujo sanguíneo renal

Los mecanismos de retroalimentación intrínsecos de los riñones mantienen normalmente el flujo sanguíneo renal y el FG relativamente constantes, a pesar de cambios acentuados en la presión arterial sistémica.

La constancia relativa del FG y del flujo sanguíneo renal se denomina autorregulación. La principal función de la autorregulación en los riñones es mantener un FG relativamente constante que permita un control preciso de la excresión renal de agua y solutos.

El flujo sanguíneo renal se autorregula en paralelo con el FG.

EL FG ES NORMALMENTE 180 l/día Y LA REABSORCIÓN TUBULAR DE 178.5 l/día, LO QUE DEJA 1.5 l/día DE LÍQUIDO QU SE EXCRETA EN LA ORINA.

Los cambios en la P/A suelen ejercer efecto mucho menor sobre el volumen de orina por dos razones, la autorregulación renal impide los grandes cambios en el FG que de otra forma se producirían y el equilibrio glomerulotubular.

Equilibrio glomerulotubular🡪mecanismos adaptativos adicionales en los túbulos renales que provocan incremento en la reabsorción cuando el FG aumenta.

Para realizal la autorregulación los riñones tienen un mecanismo de retroalimentación que acopla los cambios al control de la resistencia arteriolar renal, que ayuda a asegurar una llegada relativamente constante de cloruro de sodio al túbulo distal y ayuda a evitar fluctuaciones falsas en la excreción renal que de otro modo tendrían lugar.

El mecanismo de retroalimentación tubuloglomerular tiene dos componentes que actúan juntos en el control del FG

* Mecanismo de retroalimentación arteriolar aferente
* Mecanismo de retroalimentación arteriolar eferente

Mácula densa es un grupo especializado de células epiteliales en los túbulos distales que entra en contacto con las arteriolas aferente y eferente. Estas células perciben cambios en el valumen que llega al túbulo distal.

La reducción del FG disminuye la velocidad del flujo que llega al asa de Henle, lo que aumenta la reabsorción de iones sodio y cloruro en la rama ascendente del asa, hecho que disminuye la concentración de cloruro de sodio en la mácula densa.

La disminución de la concentración de cloruro de sodio inicia una señal que parte de la mácula densa y tiene dos efectos:

* Reducción de la resistencia al flujo sanguíneo en las arterilas aferentes
* Aumento de la liberación de renina en las células yuxtaglomerulares de las arteriolas aferentes y eferentes.

VER FIGURA 26-19

Mecanismo miógeno🡪contribuye al mantenimiento del flujo sanguíneo renal y del FG ralativamente constantes debido a la capacidad de cada vaso sanguíneo de resistirse al estiramiento durante el aumento de la P/A.

La ingestión elevada de proteínas aumenta el flujo sanguíneo renal y el FG. Esto se debe al crecimiento de los riñones. El FG y el flujo sanguíneo aumentan un 20-30% en las 1 a 2 h siguientes a la ingestión de una comida rica en proteínas.

Cuando las proteínas o la glucosa se presentan en mayor cantidad se produce reducción de la llegada de cloruro de sodio a la mácula densa, debido a que el sodio se reabsorbe en los túbulos proximales junto con los AA y la glucosa, lo cual provoca que la retroalimentación tubuloglomerular descienda la resistencia de las arteriolas aferentes.

El principal objetivo de la retroalimentación tubuloglomerular es asegurar una llegada constante de cloruro de sodio al túbulo distal, donde tiene lugar el procesamiento final de la orina.

Los trastornos que tienden a aumentar la reabsorción de cloruro de sodio en el túbulo antes de la mácula densa tienden a desencadenar aumentos del flujo sanguíneo renal y FG.

