

Material Imprimible

Curso Asistente en hemodiálisis

Módulo Anatomía y fisiología

**Contenidos:**

- Sistema urinario y anatomía y fisiología renal
- Circulación de fluidos y distribución corporal
- Riñón: generalidades fisiológicas, estructura anatómica y funciones
- Enfermedades asociadas al riñón
- Hormonas que intervienen en la formación de la orina

El cuerpo humano se encuentra cubierto por la piel, que brinda protección a los músculos y órganos; sumado a ello, este cuenta con diferentes elementos químicos vitales para su funcionamiento, como es el caso del oxígeno, el nitrógeno, hidrógeno, calcio, fósforo, entre otros.

Existen diferentes ciencias que se encargan de estudiar el cuerpo humano, como la fisiología humana, que se dedica a conocer las funciones tanto de los órganos como de los sistemas corporales; o la anatomía, que es una ciencia práctica que tiene el objetivo de comprender la clasificación, ubicación y estructura del cuerpo y de sus elementos microscópicos; o la antropometría, encargada del estudio de las medidas y proporciones del cuerpo, donde los elementos centrales son el peso, la altura, el grosor de la piel y las circunferencias corporales.

### **Sistema urinario**

Sabemos que el sistema cardiovascular presenta dos modos de regulación: una a nivel de los capilares, y otra a nivel del sistema renal.

El primero representa un espacio de intercambio entre el contenido del espacio intravascular y la célula, a fin de suministrar los nutrientes y el oxígeno provenientes del aparato digestivo y del respiratorio. Recordemos que la célula necesita de ellos para poder vivir, fundamentalmente para hacerlos ingresar a la mitocondria, donde se realizará la catálisis para obtener energía.

Por otro lado, este sistema permite que la célula elimine los productos de desecho que serán recolectados por el sistema venoso y devueltos al corazón para poder intercambiar, vía pulmonar o vía urinaria, con el ambiente externo. Estos procesos de intercambio hacen que se produzcan estados de desequilibrio en la concentración total del agua que se halla en el interior de los vasos sanguíneos, en forma de plasma.

Dicha concentración, denominada volemia, es decir, cantidad de sangre circulando, debe mantenerse constante; de lo contrario, estaríamos en presencia de estados patológicos.

Es por esto que este tipo de regulación se denomina equilibrio hídrico, y está íntimamente vinculado a la regulación renal y la formación de orina, dado que para regular el ambiente interno es necesario ajustar la cantidad de agua en la que se disuelven las sustancias. El agua se halla distribuida en compartimentos hídricos, conteniendo los líquidos corporales intra y extracelularmente.

En síntesis, el sistema capilar está formado por: Arteria - Arteriola - Metarteriola - Capilar - Vénula - Vena.

Así se mantiene la **homeostasis**, que es el equilibrio de los líquidos del organismo.

Los riñones excretan productos como la urea, generada del catabolismo de proteínas; el ácido úrico, producido a partir de ácidos nucleicos; la creatinina, derivada en gran medida de la actividad muscular; o productos finales de la degradación de la hemoglobina. También a través de los riñones se eliminan drogas y otras sustancias químicas, como los aditivos utilizados en alimentación.

Es agua es el componente principal y constituye poco más del 70% del peso corporal, dependiendo del sexo, edad y cantidad de tejido adiposo. La misma es incorporada a través de los alimentos y puede ser eliminada en la evapotranspiración de la piel, en forma de vapor al espirar el aire, en las heces y principalmente en la orina, proveniente del filtrado del plasma sanguíneo.

El agua corporal se distribuye en los siguientes compartimentos orgánicos:

- El fluido intracelular es el líquido contenido en el interior de las células, es decir, dentro del compartimento que delimitan las membranas celulares. No se trata de un espacio estático, sino en constante movimiento e intercambio con el espacio extracelular, lo que es vital para la célula y para todo el organismo. Los líquidos se difunden por las membranas celulares, y el agua en particular, se mueve por ósmosis. Constituye aproximadamente el 65% de los fluidos corporales.
- Por su lado, el fluido extracelular comprende al líquido intersticial que está entre los tejidos, rodeando a cada una de las células y por fuera de los vasos. Se caracteriza porque se difunde con facilidad en ambas direcciones por los poros de las membranas capilares, permitiendo continuos intercambios entre la sangre y los líquidos intersticiales.

De igual manera, podemos mencionar el fluido transcelular o líquido de regiones especiales, que se halla separado del compartimento extracelular por el tejido epitelial. Este incluye el líquido sinovial en las articulaciones, el líquido del tracto digestivo, la bilis, el líquido del pericardio, la pleura, etc.

Los riñones están situados en la región retroperitoneal a lo largo de los músculos psoas, el hilio renal corresponde aproximadamente a las apófisis transversas de la primera vértebra lumbar, y los polos superiores están algo más cerca de la línea media. El polo superior izquierdo queda a la altura de la undécima costilla, y el polo superior derecho un poco más abajo, por la posición del hígado.

La unidad funcional del riñón es el nefrón, que está formado por túbulos que tienen funciones secretoras y excretoras. La porción secretora está contenida en gran parte en

la corteza, y consta de un corpúsculo de Malpighi y de la parte secretora del túbulo. La porción excretora de este túbulo está en la médula.

Asimismo podemos mencionar a los glomérulos, que son diminutos ovillos de capilares situados en el riñón donde se filtra la sangre y se elabora la orina.

El número total de glomérulos en el ser humano es de aproximadamente dos millones.

El glomérulo se continúa con el túbulo contorneado proximal, conducto fuertemente flexuoso arrollado sobre sí mismo, luego el Asa de Henle con su porción ascendente y descendente y el túbulo contorneado distal, llamado tubo de Bellini.

Estos tubos, a medida que descienden al espesor de las pirámides de Malpighi, se reúnen entre sí, de lo que resulta que los 4.000 a 6.000 túbulos colectores que se encuentran en la base de una pirámide de Malpighi sólo forman en el vértice de la misma de 15 a 20 conductos, teniendo cada uno su orificio en el área cribosa.

Todas las partes rectilíneas del tubo urinario están alojadas en la sustancia medular y en la corteza a nivel de las pirámides de Ferrein; de ahí la estriación de estas pirámides. Además, las partes contorneadas están en la sustancia cortical.

Los **riñones** son órganos que filtran la sangre extrayendo de ella las sustancias tóxicas procedentes del metabolismo celular, el exceso de sales y el de toda otra sustancia que se encuentra en la sangre por encima de los valores normales.

Este filtrado proveniente de la sangre desde el glomérulo, es recibido por los túbulos de la nefrona y modificado para producir orina, que desemboca en la pelvis renal y es expelida del riñón a través del uréter.

Aproximadamente unos 180 litros de sangre del filtrado glomerular ingresan a la cápsula de Bowman diariamente.

Cada minuto, aproximadamente un litro de sangre, una quinta parte de toda la sangre bombeada por el corazón, ingresa a los riñones a través de las arterias renales. Una vez que la sangre se limpia, regresa al cuerpo a través de las venas renales.

Asimismo, cada riñón contiene alrededor de un millón de unidades diminutas llamadas nefronas, que son las responsables de la purificación de la sangre. Por eso, el volumen de fluido, luego de atravesar el resto de la estructura del nefrón, sería perdido como orina si no regresara a la sangre.

El riñón puede diluir o concentrar orina de acuerdo con las necesidades del organismo, dependiendo de la ingesta de líquidos y de las reservas de cada individuo. El volumen normal aproximado de orina diaria que se elabora es de 1,5 litros.

Este órgano está envuelto por una cápsula renal, fibrosa, delgada y resistente, y al corte longitudinal observamos el parénquima renal, compuesto por la sustancia medular central formada por 8 a 12 pirámides cónicas de Malpighi en cada riñón.

Las bases de las pirámides quedan en contacto con la corteza y sus vértices, que en su seno produce una eminencia denominada papila, perforada por 15 a 20 orificios por los que se abren los conductos colectores a los cálices menores. Cada 4 a 7 pirámides, forman una papila, es decir, un cáliz menor.

Rodeando las pirámides, excepto en la papila, se encuentra la sustancia cortical, formada por una gruesa capa periférica que separa las pirámides de Malpighi de la periferia del riñón, y por otra parte se hunde y penetra entre las pirámides mediante las columnas de Bertin.

Los riñones son órganos esenciales que, además de actuar a modo de filtro eliminando productos metabólicos y toxinas de la sangre, participan en el control integrado del líquido extracelular, del equilibrio electrolítico y del equilibrio ácido-básico. Además producen hormonas como el calcitriol o la eritropoyetina, y en ellos se activan metabolitos como la enzima renina. Por ello, al describir la fisiología renal, hay que recordar que va mucho más allá del estudio del órgano que regula la excreción de productos de desecho.

Desde un punto de vista macroscópico, los riñones son dos órganos ovalados con una indentación medial. Miden aproximadamente 11 x 7 x 3 centímetros y pesan unos 150 gramos, siendo normalmente el riñón izquierdo algo mayor que el derecho.

Los riñones se localizan en la zona retroperitoneal, en la pared posterior del abdomen a ambos lados de la columna vertebral, desde la altura de la última vértebra dorsal hasta por encima de la tercera vértebra lumbar. El riñón derecho suele estar algo más bajo que el izquierdo, debido a la ocupación del espacio derecho por otros órganos abdominales, como el hígado.

La cara medial de cada riñón contiene una región con una muesca, llamada hilio, por la que pasan la arteria y las venas renales, los vasos linfáticos, la inervación y el uréter.

A su vez, cada nefrona, es decir, la célula renal, está formada por un agrupamiento de vasos capilares llamado glomérulo, por el que se filtran grandes cantidades de líquido desde la sangre, y por un túbulo largo en el que el líquido filtrado se convierte en orina en su trayecto hacia la pelvis renal.

La irrigación renal se produce a través de las arterias renales y de las venas renales.

Las arterias renales nacen de la aorta a la altura de la primera lumbar y llegan horizontalmente al hilio del riñón. Cada una de ellas está cubierta por la vena renal correspondiente. Estas se dividen en varias ramas dentro del riñón en arterias interlobulares, arciformes e interlobulillares, y terminan en las arteriolas aferentes del glomérulo. De este, la sangre “depurada” pasa por las arterias capilares eferentes del glomérulo entre los túbulos renales y finalmente llegan al sistema colector venoso.

Por su lado, las venas del parénquima renal convergen hacia la base de las pirámides en donde se resumen en algunas venas eripiramidales, que se reúnen en el seno del riñón y constituyen la vena renal. La vena renal de cada riñón va a la vena cava inferior pasando por delante de la arteria correspondiente.

El proceso de filtrado glomerular está condicionado por la presión hidrostática capilar, que tiene que ser constante para garantizar una actividad funcional eficaz de los riñones. Sin embargo, la presión sanguínea glomerular depende de la presión sanguínea sistémica, y ambas presiones no siempre van a ir paralelas.

Por ejemplo, si aumenta la presión hidrostática glomerular, se producirá más filtrado y, en consecuencia, más orina y una reducción en la volemia con el consiguiente descenso de la presión sistémica. Por lo tanto, el mantenimiento de la presión capilar renal depende de la regulación nerviosa y endócrina que regula la presión sistémica, pero también cuenta con un sistema de autorregulación local o intrínseca que garantiza su mantenimiento.

### **Funciones de los riñones**

En primer lugar vamos a decir que se encargan de la mantención del medio interno, puesto que los riñones regulan la cantidad de agua en el organismo, sobre todo la presente en el plasma, medida como la volemia o volumen sanguíneo, que debe mantenerse constante; el exceso es eliminado en la orina.

No obstante, no solo regulan la cantidad de agua, sino también el equilibrio iónico, puesto que hay una serie de electrolitos cuyas concentraciones deben mantenerse constantes, como por ejemplo, la relación sodio-potasio. Los riñones supervisan las concentraciones de por lo menos 30 productos químicos que hay en la sangre, eliminando algunos, conservando otros y ajustando los niveles de otros, para que la sangre pueda cumplir sus tareas eficientemente.

La segunda función de los riñones es ser reguladora o antitóxica, dado que son los encargados de la formación de orina, en la que se eliminan productos metabólicos tóxicos, como por ejemplo, los provenientes de los ácidos que se producen, y también de los medicamentos que son metabolizados en el hígado.

Como tercera función podemos mencionar que regulan el equilibrio ácido-base de la sangre, mediante la secreción de protones y la reabsorción de bicarbonato.

A su vez podemos decir que regulan el metabolismo del calcio, ya que el riñón interviene en la hidroxilación de la provitamina D, es decir, poli hidroxicalciferol. Ésta se realiza para almacenar al precursor, que en contacto con la luz solar se transforma en vitamina D, que interviene en la reabsorción de calcio a nivel óseo. El 25 poli hidroxicalciferol se pierde si no es hidroxilado.

La vitamina D ayuda al cuerpo a absorber el calcio, uno de los principales elementos que constituyen los huesos. Por eso, su deficiencia puede llevar a enfermedades de los huesos, como la osteoporosis o el raquitismo. Asimismo, la vitamina D juega un papel importante en los sistemas nervioso, muscular e inmunitario.

Hay muy pocos alimentos que contienen vitamina D de forma natural. La mejor fuente es el pescado graso, como el salmón, el atún y la caballa, y también podemos mencionar alimentos fortificados, como la leche, que constituyen la fuente principal de vitamina D. Como dijimos, esta vitamina es clave para la salud ósea, pero sus bajos niveles en un enfermo de riñón pueden empeorar el pronóstico y acelerar el deterioro renal y cardiovascular. Por esto, dichos pacientes deben prestar especial atención a esta vitamina.

Además, los riñones se encargan de la eritropoyesis, puesto que el 85% de la eritropoyetina se sintetiza en riñón, y el 15% restante en el bazo.

Pero... ¿qué es la eritropoyesis? Es la producción de eritrocitos, que tiene lugar en la médula ósea bajo el control de la hormona eritropoyetina. Las células yuxttaglomerulares del riñón producen eritropoyetina en respuesta a la disminución del aporte de oxígeno, como en la anemia o la hipoxia, o los mayores niveles de andrógenos.

La eritropoyetina se sintetiza en los riñones y se libera a la circulación en respuesta a la disminución de la concentración de oxígeno en sangre, conocida como hipoxemia. Esta se transporta a la médula ósea, donde ejerce su función, estimulando la producción de hematíes.

¿Cuál es la diferencia entre hematopoyesis y eritropoyesis? La **eritropoyesis** es el proceso de generación de eritrocitos, las células encargadas del transporte de oxígeno a los tejidos. Forma parte de la **hematopoyesis**, proceso mediante el que se generan todas las células sanguíneas con diferentes funciones: eritrocitos, leucocitos, linfocitos y plaquetas.

Bien. La sexta función de los riñones es regular la glucemia. En condiciones normales, la concentración de glucosa se mantiene por la ingesta y por la intervención del hígado y del páncreas. En ayunos prolongados, el riñón actúa como un órgano gluconeogénico, es decir, sintetiza glucosa a partir de otros precursores que no son hidratos de carbono, como los ácidos grasos. Es por ello que la diabetes o la hiperglucemia son dañinas para los riñones.

Un nivel alto de azúcar en la sangre, también conocido como glucosa en la sangre, puede dañar los vasos sanguíneos de los riñones, y cuando estos se dañan, no funcionan muy bien. Además, muchas personas con diabetes tienen presión arterial alta, que también puede dañar los riñones.

La última función de los riñones es regular la presión arterial a través del sistema renina-angiotensina-aldosterona y la acción vasodilatadora a nivel periférico.

El sistema renina-angiotensina-aldosterona consiste en una secuencia de reacciones diseñadas para ayudar a regular la presión arterial. Cuando la presión arterial disminuye, los riñones liberan la enzima renina en el torrente sanguíneo.

La renina divide el angiotensinógeno, una proteína grande que circula por el torrente sanguíneo, en dos fragmentos. El primer fragmento es la angiotensina I, que es relativamente inactiva, y es dividida, a su vez, en fragmentos por la enzima convertidora de la angiotensina.

El segundo fragmento es la angiotensina II, una hormona muy activa que provoca la constricción de las paredes musculares de las arteriolas, aumentando la presión arterial. Esta también desencadena la liberación de la hormona aldosterona por parte de las glándulas suprarrenales y de la vasopresina, que es la hormona antidiurética, por parte de la hipófisis, o sea, la glándula pituitaria.

La aldosterona y la vasopresina provocan la retención de sodio por parte de los riñones. La aldosterona, a su vez, provoca que los riñones retengan potasio. El incremento de los niveles de sodio provoca retención de agua, aumentando así el volumen de sangre y la presión arterial.

Como verán, las funciones del riñón son múltiples, ya que no es solo un órgano que asociamos con la formación de orina, sino que cumple muchas tareas importantes que lo relacionan con el resto de los sistemas del cuerpo humano. De allí la idea de que el riñón es el que depura la sangre, devuelve a la misma los elementos importantes y deshecha por la orina todas las sustancias que no deben atenerse en circulación.

Y... ¿qué ocurre con la reabsorción de glucosa y otras moléculas importantes para el organismo? La glucosa, los aminoácidos, los glóbulos rojos y las vitaminas son también reabsorbidos en su práctica totalidad en el túbulo proximal por un mecanismo de transporte activo secundario, mediante cotransporte con el sodio.

Este mecanismo de transporte utiliza bombas y otras unidades de transporte específicas situadas principalmente en la membrana luminal de la célula tubular, que son diferentes a las encontradas en la membrana basolateral. Esta distribución polarizada de transportadores permite un desplazamiento transcelular neto de sustancias.

En general, la máxima absorción de estos elementos se produce en la primera porción del túbulo contorneado proximal. En la cara apical de las células del túbulo, y más concretamente a nivel del borde en cepillo de las mismas, transportadores de sodio ionizado, cotransportan estos elementos al interior de la célula tubular. Desde aquí, los aminoácidos salen por difusión pasiva o facilitada hacia el líquido intersticial. De allí que si encontramos alguno de estos elementos, ya sea glucosa, proteínas o glóbulos rojos en orina, nos está diciendo que hay una falla renal.

La presencia de proteínas se llama proteinuria, la presencia de glucosa se denomina glucosuria, muy característica de los pacientes diabéticos, y la presencia de glóbulos rojos hematuria, lo que da su color rojo. Estos últimos muestran el cambio de color de la orina de rojo a amarillo, ya que los eritrocitos deben volver a circulación central.

El rango normal para el volumen de orina de 24 horas es de 800 a 2000 mililitros por día, con una ingesta normal de líquidos de aproximadamente 2 litros por día, teniendo en cuenta que la vejiga tiene una capacidad de entre 400 y 450 mililitros de reserva.

Al igual que ocurría con los restantes elementos útiles para el organismo que nombramos recién, el agua, y la mayor parte de los iones, son recuperados. De hecho, más del 90% del agua y del cloruro sódico filtrado son reabsorbidos. El 10% restante tendrá una reabsorción condicionada a las necesidades del organismo.

La actividad del túbulo depende en gran medida de mantener una presión osmótica del fluido similar a la del plasma. Puesto que proteínas y otros elementos que participan en el mantenimiento de la presión osmótica plasmática no atraviesan la barrera glomerular,

en el túbulo, la presión isoosmótica con el plasma está condicionada fundamentalmente por el contenido de agua y sal del ultrafiltrado.

## **Enfermedades asociadas al riñón**

Las enfermedades que conoceremos son las siguientes:

- Insuficiencia renal aguda
- Insuficiencia renal crónica
- Síndrome nefrótico
- Síndrome nefrítico
- Gota
- Litiasis renal
- Enfermedad renal en etapa terminal
- Síndrome urémico hemolítico

La **insuficiencia renal aguda** es un deterioro rápido del filtrado glomerular, ya sea en horas o semanas. Lo que ocurre es una retención de los desechos nitrogenados, es decir, un aumento de la urea y de la creatinina. Ambas sustancias derivan de los metabolitos de las proteínas.

La urea es una sustancia orgánica tóxica resultante de la degradación de sustancias nitrogenadas en el organismo de muchas especies de mamíferos, que se expulsa a través de la orina y del sudor. Debido a que el riñón es el principal encargado de la excreción de la urea, es importante que ante la presencia de dolor para orinar, se analice la orina.

Los niveles de urea en constante aumento generan daño renal, que puede provocar un deterioro de la función renal, asociados a lesión, enfermedad o fallo renal agudo o crónico. El médico considerará otros factores, como el historial médico y examen físico, para determinar qué enfermedad, si la hay, puede estar afectando los riñones.

La creatinina, por su lado, es un producto de desecho generado por los músculos como parte de la actividad diaria. Normalmente, los riñones filtran la creatinina de la sangre y la expulsan del cuerpo por la orina, pero cuando hay un problema con los riñones, esta se puede acumular en la sangre y salir menos por la orina.

Los niveles anormales de creatinina en la sangre o en la orina pueden ser signo de la presencia de una enfermedad renal. La prueba de creatinina se usa para averiguar si los riñones están funcionando bien y dicho desecho se puede analizar en la sangre o en la orina.

En general, los niveles de creatinina altos en la sangre y bajos en la orina indican una enfermedad renal o que afecta el funcionamiento de los riñones, como enfermedades autoinmunes, infecciones bacterianas de los riñones, algunas propias y otras iniciadas en la vejiga o uretras, como las clásicas infecciones urinarias, bloqueo de las vías urinarias por presencia de cálculos, insuficiencia cardiovascular y complicaciones que puedan surgir por la diabetes.

La insuficiencia renal aguda puede presentarse en 3 estadios: prerrenal, intrínseca o postrenal.

La prerrenal es la forma más común de la insuficiencia renal y corresponde al 55% de los casos. Si bien acá no hay lesión en el parénquima renal, se produce una profusión leve o moderada.

Esta puede ser causada por varios factores: hemorragias, quemaduras, deshidratación, diuréticos, en pacientes diabéticos, pancreatitis, arritmias, sepsis, hipoalbuminemia, peritonitis.

En este caso se produce una hipovolemia con aumento de función del simpático que aumenta la liberación de la adrenalina y de la hormona antidiurética, lo que produce una vasoconstricción con pérdida de sal y aumento de retención de líquidos por el riñón. Es por eso que se deben administrar líquidos en forma paulatina según la indicación del médico.

En la etapa intrínseca se producen alteraciones en la morfología de los riñones, representa un 40% de los casos y su principal razón es la nefrotoxicidad a causa del síndrome urémico hemolítico. Para el tratamiento se debe restaurar la ingesta de agua de a poco, ya que en muchos casos esta falla renal puede producir anuria, que es una enfermedad consistente en la no excreción de orina.

Por último, la fase postrenal corresponde solo al 5% de los casos y su etiología puede deberse a una obstrucción ureteral uni o bilateral, obstrucción entre los uréteres y la vejiga, coágulos y cálculos en las vías urinarias, uretritis, tumores o enfermedades prostáticas en el hombre. En este caso también hay oliguria, es decir, menos producción de orina que lo normal, que debe ser controlada, y una hipovolemia por disminución en la excreción de agua y solutos, lo que induce a una acidez metabólica. Para su

tratamiento se recomienda antibióticos, calcio, resinas, y control en la ingesta de agua y minerales.

Por su parte, la **insuficiencia renal crónica** corresponde a la pérdida de las funciones renales. Esta es progresiva, evolutiva, global e irreversible, y se produce por una esclerosis, es decir, un endurecimiento en el glomérulo, lo que impide que se filtre adecuadamente la sangre para formar la orina. Esto trae, a consecuencia, alteraciones metabólicas y del equilibrio del agua y los electrolitos.

Para su tratamiento es importante controlar los síntomas y reducir las complicaciones. Los diuréticos son una buena opción para aumentar la diuresis y el suplemento de calcio, hierro, ácido fólico y vitaminas del complejo B.

El **síndrome nefrítico** corresponde a una insuficiencia renal, ya que se manifiesta con oliguria. También otros signos son la hematuria, es decir, sangre en la orina, la hipertensión arterial, los edemas y un sedimento urinario anormal, con proteinuria moderada, cilindruria y piuria. La causa fundamental es la glomerulonefritis, pero también puede causarse por vasculitis o nefritis intersticiales.

La glomerulonefritis es una inflamación de los glomérulos del nefrón. Su causa puede ser el estafilococo Beta hemolítico, la sífilis, y el virus de la hepatitis B y C. Se recomienda siempre una dieta baja en sodio con control de líquidos.

El **síndrome nefrótico**, por su lado, tiene su origen por valores de proteinuria mayores a 3 gramos de proteína por hora. En estos casos se producen edemas matutinos, hipoalbuminemia, lípidos en orina y una hipercoagulabilidad. Se relaciona principalmente con la insuficiencia renal crónica.

La **gota** es una enfermedad que produce la inflamación de las articulaciones por falla del metabolismo de las proteínas. Esta se da por un aumento considerable de ácido úrico en sangre, siendo los valores normales entre 3 y 5 miligramos por decilitro.

La hiperuricemia es el estadio previo a la gota, y se produce por una disminución en la función renal, donde se depositan cristales de urato de sodio en las articulaciones que pueden ocasionar deformaciones y destruir las articulaciones y luego depositarse en el riñón.

Para calmar la inflamación y el dolor de gota se debe realizar una dieta hipopurínica, disminuyendo el aporte de los alimentos altos en proteínas. También se recomienda

ingerir más de dos litros de agua al día para facilitar la función renal y limitar el consumo de bebidas alcohólicas.

Las patologías asociadas a las vías urinarias son diversas y complejas. Por ejemplo, la **litiasis renal** es una de las enfermedades más frecuentes en la que hay una saturación de sólidos insolubles que se precipitan, tales como el calcio, los oxalatos y los fosfatos.

Los tipos de cálculos pueden ser variados. El 70% corresponden a cálculos de calcio que generan infecciones urinarias recurrentes, acidosis tubular y síndrome alcalino. Entre el 15 y el 20% corresponden a cálculos de magnesio que son más frecuentes en las mujeres por las infecciones bacterianas y su etiología es un aumento del amoníaco.

Los cálculos de ácido úrico oscilan entre el 5 y el 15%, y son los que pueden desencadenar la gota, como ya estudiamos. Por último, un 1% corresponde a cálculos de cistina, que es un defecto congénito en la reabsorción tubular de los aminoácidos.

La **enfermedad renal en etapa terminal**, también conocida como insuficiencia renal en etapa terminal, se produce cuando la enfermedad renal crónica, es decir, la pérdida gradual de la función renal, alcanza un estado avanzado.

En la enfermedad renal en etapa terminal, los riñones ya no trabajan al nivel que demanda el cuerpo, y puesto que pierden la capacidad para filtrar los desechos y el exceso de líquidos que hay en la sangre, pueden acumularse niveles nocivos de líquido, electrolitos y desechos en el cuerpo.

En la enfermedad renal en etapa terminal, las personas necesitan diálisis o un trasplante de riñón para mantenerse con vida. Sin embargo, también se puede optar por cuidados médicos conservadores para controlar los síntomas con el objeto de lograr la mejor calidad de vida durante el tiempo que le reste vivir.

En el inicio de la enfermedad renal crónica, es posible que la persona no tenga signos ni síntomas. A medida que la enfermedad evoluciona hasta su etapa terminal, los signos y síntomas pueden incluir lo siguiente:

- Náuseas
- Vómitos
- Pérdida de apetito
- Fatiga y debilidad
- Cambio en la cantidad de orina
- Dolor de pecho si se acumula líquido en el revestimiento del corazón

- Falta de aire si se acumula líquido en los pulmones
- Hinchazón de pies y tobillos
- Presión arterial alta, que es difícil de controlar
- Dolores de cabeza
- Dificultad para dormir
- Disminución de la agudeza mental
- Sacudidas y calambres musculares
- Picazón constante
- Sabor metálico en la boca

A menudo, los signos y síntomas de la enfermedad renal no son específicos, lo que significa que también los pueden causar otras enfermedades. Debido a que los riñones pueden compensar la pérdida de función, los signos y síntomas podrían aparecer recién después de que se produzca el daño irreversible.

La enfermedad renal terminal se produce cuando una enfermedad o afección médica daña la función renal y causa daño a los riñones, que empeora con el paso de los meses o años. Para algunas personas, el daño renal puede seguir avanzando, incluso después de que haya desaparecido la afección subyacente.

Entre las enfermedades y afecciones que pueden provocar enfermedad renal se incluyen las siguientes:

- Diabetes tipo 1 o tipo 2
- Presión arterial alta
- Glomerulonefritis, que es una inflamación de las unidades de filtración de los riñones
- Nefritis intersticial, que es una inflamación de los túbulos del riñón y las estructuras circundantes
- Enfermedad renal poliquística u otras enfermedades renales hereditarias
- Obstrucción prolongada de las vías urinarias, derivada de afecciones como el agrandamiento de próstata, cálculos renales y algunos tipos de cáncer
- Reflujo vesicoureteral, que es una afección que hace que la orina regrese a los riñones
- Infección renal recurrente, también denominada pielonefritis

Por su lado, el **síndrome urémico hemolítico** es una de las enfermedades más graves a nivel de los más pequeños y causante, muchas veces, de paro renal y posterior diálisis.

La Escherichia Coli productor de toxina Shiga, también conocida como STEC, se encuentra frecuentemente en la materia fecal de animales bovinos sanos, como terneros y vacas, y también puede encontrarse en la de ovejas, cabras y ciervos. Los cerdos, aves, perros y gatos pueden excretarse menos frecuentemente.

La STEC llega a la superficie de las carnes por contaminación con materia fecal durante el proceso de faena o su posterior manipulación. Las carnes picadas son uno de los productos de mayor riesgo debido a que durante el picado, la bacteria pasa de la superficie de la carne al interior del producto, donde es más difícil que alcance la temperatura necesaria para eliminarla durante la cocción.

En estos casos se presenta un cuadro de diarrea, generalmente con sangre, y puede acompañarse de fiebre, vómitos y dolor abdominal. Si además el niño tiene disminución de la cantidad de orina y decaimiento, debe consultarse inmediatamente al centro de salud u hospital, puesto que puede llevar a la muerte.

El síndrome urémico hemolítico es una enfermedad grave, caracterizada por daño agudo de los riñones, asociado a alteraciones en las células de la sangre, como trombocitopenia, es decir, una reducción de plaquetas, necesarias para formar los coágulos, y anemia, causada por ruptura anormal de glóbulos rojos.

Este síndrome es uno de los motivos más frecuentes por los que muchos de los niños llegan a la diálisis, ya que la bacteria escherichia coli lastima muy profundamente a los riñones y estos mismos dejan de funcionar. De allí la necesidad de que se pueda depurar el cuerpo mediante las máquinas de diálisis o la diálisis peritoneal. Hablaremos de esto más en detalle en los próximos módulos.

El síndrome urémico hemolítico se puede transmitir por el contacto con otra persona enferma o con un portador de la bacteria que no lo está.

Una persona con diarrea o con síndrome urémico hemolítico puede continuar eliminando la bacteria a través de su materia fecal hasta tres semanas o más en los niños, y una semana en los adultos, luego del inicio de los síntomas. Esta eliminación en la materia fecal puede suceder en personas que tengan la infección por STEC, pero que no hayan sufrido diarrea ni otros síntomas.

¿Qué medidas de prevención pueden adoptarse? Cocinar completamente las carnes, especialmente las preparaciones con carne picada, como hamburguesas, albóndigas, o pastel de carne. La cocción es completa cuando se observa que no hay zonas rosadas en el interior y que los jugos son claros. Además el color tiene que ser homogéneo. Tengan

en cuenta que la cocción es la única medida que elimina a la STEC en el caso de estar presente en un alimento.

Por todo lo dicho no se recomienda bajo ningún concepto la utilización y el consumo de carne picada en menores de 5 años, pero sobre todo más estrictamente en menores de 2 años.

Determinados factores aumentan el riesgo de que la enfermedad renal crónica avance más rápidamente hasta su etapa terminal, entre ellos:

- Diabetes con poco control del nivel de glucosa en la sangre
- Enfermedad renal que afecta a los glomérulos, que como sabemos, son las estructuras de los riñones que filtran los desechos de la sangre
- Enfermedad renal poliquística
- Presión arterial alta
- Consumo de tabaco
- Ascendencia negra, hispana, asiática, de las islas del Pacífico o india americana
- Antecedentes familiares de insuficiencia renal
- Edad avanzada
- Uso frecuente de medicamentos que podrían ser perjudiciales para el riñón

El daño renal, una vez que sucede, no puede revertirse. Además, las posibles complicaciones pueden afectar casi cualquier parte del cuerpo y pueden ser, entre otras, las siguientes:

- Retención de líquidos, que podría provocar hinchazón en los brazos y las piernas, presión arterial alta o líquido en los pulmones
- Un aumento repentino en los niveles de potasio en la sangre, que podría afectar la capacidad del corazón para funcionar y podría poner en riesgo la vida
- Enfermedades cardíacas
- Debilidad de los huesos y mayor riesgo de fracturas
- Anemia
- Disminución del deseo sexual, disfunción eréctil o reducción de la fertilidad
- Daño al sistema nervioso central, que puede ocasionar dificultad para concentrarse, cambios en la personalidad o convulsiones
- Menor respuesta inmunitaria, lo que hace que la persona sea más propensa a contraer infecciones

- Pericarditis, que es la inflamación de la membrana sacular que envuelve el corazón
- Complicaciones del embarazo que implican riesgos para la madre y el feto en desarrollo
- Desnutrición
- Daño irreversible a los riñones, que tarde o temprano requiere diálisis o un trasplante de riñón para sobrevivir

Si saben de alguien que ya curse una enfermedad renal, podrían retrasar su progreso mediante elecciones saludables en su estilo de vida. Algunos de los tips son:

- Alcanzar y mantener un peso saludable
- Hacer actividad física la mayoría de los días
- Limitar el consumo de proteína y llevar una alimentación equilibrada de alimentos nutritivos y con bajo contenido de sodio
- Controlar la presión arterial
- Tomar los medicamentos según las indicaciones
- Controlar los niveles de colesterol todos los años
- Controlar el nivel de glucosa sanguínea
- No fumar ni consumir productos de tabaco
- Hacer chequeos médicos periódicos

Asimismo, es importante tener en consideración que con la diálisis se trata la insuficiencia renal terminal. Este procedimiento elimina los residuos de la sangre cuando los riñones ya no pueden hacer su trabajo, que generalmente sucede cuando a la persona solo le queda del 10 al 15% de su función renal.

Esto último que hemos visto es solo una breve introducción al tema de diálisis que estudiaremos en profundidad próximamente.

### **Hormonas que intervienen en la formación de la orina**

Existen muchas hormonas que tienen la función de crear la orina. La más conocida es la hormona antidiurética, o también llamada vasopresina, secretada por la glándula hipofisaria.

Como su nombre indica, la hormona antidiurética inhibe la secreción de agua, y con ello la producción de orina al regular la cantidad de acuaporinas permeables para la reabsorción de agua.

Cuando el cuerpo está sobrehidratado, desciende la osmolaridad del líquido extracelular, y en paralelo, desciende la secreción de hormona antidiurética en la secreción por la hipófisis posterior. Como consecuencia, a nivel de túbulos colectores, la actividad de las acuaporinas desciende y se excreta más agua. Junto a esta actividad sobre las acuaporinas, la hormona antidiurética aumenta la reabsorción de urea a nivel de túbulos colectores.

La segunda hormona es la aldosterona, que actúa modulando la reabsorción del sodio que ha llegado hasta la región terminal de la nefrona. De hecho, hasta el 5% del sodio filtrado puede ser reabsorbido gracias a la acción de la aldosterona.

Aunque desde una perspectiva fisiológica la función de la aldosterona se relaciona con la regulación de la presión arterial, para ejercer esta actividad, esta hormona que se sintetiza en la corteza de las glándulas suprarrenales, tiene su efecto principalmente en el riñón, específicamente a nivel del túbulo contorneado distal y del túbulo colector donde se expresan receptores de mineralocorticoides.

Tras su unión a estos receptores, la aldosterona provoca la actividad de bombas de sodio-potasio, logrando la reabsorción de sodio y con el de cloro y agua en aquellas regiones con acuaporinas; y la salida de potasio hacia la zona luminal del túbulo que será excretado en la orina.

¿Conocen el péptido natriurético atrial o auricular? Este forma parte de una familia de al menos tres péptidos con actividad hipotensora. El péptido natriurético auricular es sintetizado fundamentalmente en los miocitos auriculares y ventriculares, y tiene un efecto natriurético, disminuyendo la reabsorción del sodio a nivel de nefrona terminal, e inhibiendo la expresión de los transportadores de sodio en esta región.

Junto a esta actividad, modulando la reabsorción de sodio, y con él, los elementos que pueden acompañarle, a nivel renal, el péptido natriurético auricular actúa sobre el músculo liso vascular disminuyendo su actividad en respuesta a sustancias vasoconstrictoras. Asimismo disminuye la secreción de aldosterona, e inhibe la secreción de la hormona antidiurética, así como la secreción de renina. Además, dilata la arteria aferente glomerular, contrae la arteriola eferente glomerular, y relaja las células mesangiales, con incremento de la tasa de filtrado glomerular.

Bien. La última de las hormonas se llama hormona paratiroidea, que también actúa a este nivel, aumentando la reabsorción de calcio principalmente en el tubo contorneado distal. Esta hormona es producida por las glándulas paratiroideas que son un total de 4, y que están ubicadas en la región posterior de la glándula tiroides en relación directa con la laringe.