**Cambios en la hidratación y función renal**

1. Introducción de la hidratación normal en el riñón.
   1. Ingresos diarios de agua
   2. Pérdidas diarias de agua
2. ¿Cuál es el rol de riñón en el mantenimiento de la hidratación?

**Introducción de la hidratación normal de riñón**

**Introducción**

Los ingresos y las pérdidas de líquidos corporales deben estar equilibrados en condiciones de estabilidad. La constancia relativa de los líquidos corporales llama la atención porque normalmente existe un intercambio continuo de líquidos y solutos con el medio externo, y también entre los distintos comportamientos del cuerpo. Por ejemplo, el ingreso de líquidos en el organismo es muy variable y debe igualarse cuidadosamente con unas pérdidas iguales de los mismos para evitar que aumente o disminuya el volumen de los líquidos corporales.

**Ingresos diarios de agua**

El agua que ingresa en el organismo procede de dos fuentes principales:

1. La que ingiere como líquidos o formando parte de alimentos sólidos que juntos en total suponen normalmente unos 2100mL/día que se suman a los líquidos corporales
2. La que sintetiza en el organismo como resultado de la oxidación de los hidratos de carbono, que representa unos 200mL/día.

La ingestión de agua varía mucho de unas personas a otras, y también en la misma persona de unos días a otros, dependiendo del clima, las costumbres y el grado de ejercicio físico que realizan.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Normal | Ejercicio intenso y prolongado |
| Ingresos   * Líquidos ingeridos * Del metabolismo   + Ingresos totales   Perdidas   * Insensibles (piel) * Insensible (pulmones) * Sudor * Heces * Orina   + Pérdidas totales | 2100  200  2300  350  350  100  100  1400  2300 | ?  200  ?  350  650  5000  100  500  6600 |

**Pérdidas diarias de agua**

* **Perdida insensible de agua**

Hay pérdidas de agua que no pueden regularse con precisión. Por ejemplo, hay una pérdida de agua continua por evaporación en el aparato respiratorio y por difusión a través de la piel, que en conjunto, representan unos 700mL/día de agua en condiciones formales. Esto se conoce como perdida insensible de agua porque ocurre sin que el individuo la perciba o sea consciente de ella, a pesar de que este produciéndose continuamente en todos los seres vivos.

Esta pérdida es independiente de la que se produce con el sudor. Este perdida de agua a través de la piel representa alrededor de 300mL/día a 400mL/día y es minimizada por la capa cornea de la piel que constituye una barrera contra la excesiva perdida de agua por difusión. La pérdida insensible de agua a través del aparato respiratorio es por término medio de 300mL/día a 400mL/día. Cuando el aire entra en las vías respiratorias, se satura de humedad alcanzando una presión de vapor de unos 47mm Hg, antes de ser expulsado. Como la presión de vapor en los inspirados suele ser menos de 47 mmHg, constantemente estamos perdiendo agua a través de los pulmones con la respiración. En tiempo frio, la presión del vapor atmosférica se reduce casi hasta 0, produciéndose una perdida mayor todavía de agua por los pulmones conforme la temperatura desciende. Esto explica la sensación de sequedad de las vías respiratorias cuando hace frio.

**Pérdidas de líquido por el sudor**

La cantidad de agua que se pierde por el sudor es muy variable y depende del ejercicio físico y de la temperatura ambiente. El volumen de sudor es normalmente de 100mL/día, pero en un clima muy cálido o con un ejercicio físico intenso, la pérdida de agua por el sudor se eleva en ocasiones hasta 1 a 2 litros/hora. Esto agotaría enseguida los líquidos corporales si al mismo tiempo, no aumentaría el ingreso de agua gracias al mecanismo de la sed

**Pérdida de agua por las heces**

Normalmente, se pierde solo una pequeña cantidad de agua con las heces (100mL/día) pero se puede aumentar a varios litros diarios en las personas con diarrea intensa.

**Pérdida de agua por los riñones**

Las restantes pérdidas de agua por el cuerpo se producen con la orina excretada por los riñones. Hay muchos mecanismos que controlan la pérdida de cuantía de la excreción urinaria. De hecho el medio más importante del que dispone el organismo para mantener el equilibrio entre ingresos y las pérdidas tanto de agua como de la mayoría de los electrolitos, es regular la cantidad de estas sustancias que excretan los riñones.

Los riñones se enfrentan a la tarea de ajustar la excreción de agua y electrolitos para equipararlas exactamente a las cantidades de esas sustancias que ingresan en el organismo y, asimismo, de compensar las pérdidas excesivas de liquido y electrolitos que ocurren en algunos procesos patológicos.

**¿Cuál es el rol de riñón en el mantenimiento de la hidratación?**

Los riñones juegan un papel esencial en el mantenimiento de la hidratación corporal u homeostasis de los fluidos corporales. La función renal ajusta el volumen y composición de la orina en función de las señales endocrina y neural generadas por la osmolaridad y por los receptores de volumen que responden a los cambios en el agua corporal y la tonicidad. Si el cuerpo se encuentra en una situación en la cual existe déficit de fluidos (por ejemplo: deshidratación), se produce una reducción compensatoria en la producción de orina y lo poco que se produzca será extremadamente concentrada y de un color muy amarillo. Al contrario, si el consumo de líquidos es excesivo o si el cuerpo se encuentra sobrehidratado, los riñones intentan corregir la situación incrementando la producción de orina y la orina será muy diluida y de color amarillo muy claro.

La producción de orina de un adulto normal usualmente está entre uno y tres litros por día. Si es necesario se pueden excretar varios litros adicionales de orina por día así como disminuir su producción hasta menos de 500 mL diarios. En las unidades de filtrado glomerular del riñón, se forman más de 200 litros de filtrado urinario por día. Este volumen de filtración es necesario para enviar grandes cantidades de desechos metabólicos y toxinas hacia la orina para ser eliminados del cuerpo. Más del 99% de esta filtrado se reabsorbe por el aumento de la absorción de agua y sales en segmentos proximales y distales de las nefronas; el agua también es reabsorbida en los túbulos colectores de las nefronas

**¿Puede la deshidratación causada por el ejercicio o por el calor, dañar al riñón?**

El ejercicio origina cambios en la hemodinámica renal causando una disminución en el flujo plasmático renal y en la filtración glomerular.

La deshidratación severa asociada con un volumen sanguíneo bajo ocasionará un flujo sanguíneo renal pobre y un reducido aporte de oxígeno y glucosa, sobre todo a las células renales tubulares. Si no se mantiene un aporte mínimo de estas sustancias a las células renales, se da una lesión de las membranas celulares y las fuentes de energía dentro de las células tubulares se agotan.

La mayor parte de los estudios realizados sobre la composición de la orina derivadas de la práctica deportiva, han encontrado presencia de componentes anormales. El grado de alteración renal está en relación con el grado de intensidad relativa de trabajo físico desarrollado.

Con la pérdida marcada de fluidos corporales con la deshidratación severa (equivalente a una pérdida aguda de fluidos del 15% o más del peso corporal) se puede manifestar necrosis tubular aguda, que puede llevar a la imposibilidad de excretar los productos de desechos corporales, trastornos electrolíticos así como a la insuficiencia renal aguda.

FLUJO SANGUÍNEO RENAL DURANTE EL EJERCICIO FÍSICO En reposo, el flujo sanguíneo renal que llega a los riñones es muy elevado ya que como depurador de la sangre recibe volúmenes por unidad de tiempo muy considerables, para realizar su función correctamente.

Con el ejercicio los parámetros hemodinámicos sufren profundas modificaciones debido al **aumento del gasto cardíaco** en unas 5-6 veces respecto a su valor basal, en función de un mayor retorno venoso y del incremento de la frecuencia cardíaca. Por otra parte se produce un gran aumento del gasto cardíaco que se dirige al músculo, hasta un 85%y más que en reposo, debido a la vasodilatación arteriolar durante el ejercicio. Estos beneficios se producen con el daño de otros órganos como el riñón, que ve muy disminuido el flujo plasmático. El flujo plasmático renal disminuye de forma proporcional a la intensidad del ejercicio.

Como consecuencia el cerebro induce la **sed** que es un mecanismo esencial de regulación del contenido de [agua](http://es.wikipedia.org/wiki/Agua) en el cuerpo y uno de los primeros síntomas de [deshidratación](http://es.wikipedia.org/wiki/Deshidrataci%C3%B3n). Se produce por una carencia de [hidratación](http://es.wikipedia.org/wiki/Bebida_isot%C3%B3nica) o por un aumento de la [concentración](http://es.wikipedia.org/wiki/Concentraci%C3%B3n) de [sales minerales](http://es.wikipedia.org/wiki/Sales_minerales).

**¿Qué es un cálculo renal? y ¿puede la deshidratación causar cálculos renales?**

Los cálculos renales son cuerpos sólidos formados por la agregación de minerales en el aparato urinario superior (riñones y uréter). Se forman dentro del riñón a partir de las sustancias que están en la orina. Pueden quedarse en el riñón o desprenderse y bajar por los conductos urinarios. Si el tamaño de la piedra o cálculo es muy pequeño, puede eliminarse con la orina sin causar síntomas, pero si el tamaño es suficiente queda  atrapada en los uréteres, en la vejiga, o en la uretra produciendo un cólico nefrítico. Al dificultar o impedir el flujo de  orina desde el riñón a la vejiga, aumenta la presión dentro de los conductos urinarios, lo que activa las terminaciones nerviosas de la mucosa y provoca dolor.

Los cálculos renales suelen ser de calcio, y con menor frecuencia de magnesio, de ácido úrico o de cistina.

El mayor **factor de riesgo** para los cálculos renales es la [deshidratación](http://es.wikipedia.org/wiki/Deshidrataci%C3%B3n). Al concentrarse la orina aumenta la probabilidad de que se formen cálculos.

La **recomendación** más importante para la prevención de cálculos renales es ingerir fluidos más de dos litros por día para mantener la orina diluida. Entre las recomendaciones **nutricionales** podemos indicar la utilización de alimentos con mayor contenido de potasio (que reduce la excreción urinaria de calcio), reducir la ingesta de alimentos ricos en oxalatos (Té, chocolate y nueces), evitar el consumo de grandes dosis de vitamina C (En la orina parte de la vitamina C, se transforma en oxalato) y reducir el contenido proteico de origen animal en las comidas.

**Alteraciones clínicas del volumen de los líquidos: hiponatremia e hipernatremia**

*Alteraciones clínicas de la regulación del volumen de los líquidos:*

La primera determinación que el clínico puede obtener fácilmente cuando está evaluando el estado de hidratación del paciente es la concentración de sodio en el plasma.

Cuando la concentración de sodio en plasma desciende por debajo de lo normal, se dice que una persona tiene hiponatremia. Cuando la concentración de sodio en plasma se eleva por encima de lo normal, se dice que esa persona tiene hipernatremia.

**Causas de hipernatremia: pérdida de agua o exceso de sodio**

El aumento de la concentración de sodio en el plasma, que produce también un aumento de la osmolaridad, puede deberse bien a una pérdida de agua del líquido extracelular, con la consiguiente concentración de los iones sodio, o bien a un exceso de sodio en el líquido extracelular.

* Cuando la alteración primaria es la pérdida de agua del espacio extracelular, se produce una deshidratación hiperosmótica (hipertónica). Este proceso puede aparecer cuando hay una incapacidad para la secreción de la hormona **antidiurética**, necesaria para que los riñones conserven el agua. Cuando falta esta, los riñones secretan grandes cantidades de orina diluida que produce deshidratación y aumento de la concentración de cloruro sódico en el líquido extracelular.
* También puede aparecer hipernatremia como consecuencia de un exceso de cloruro sódico añadido al líquido extracelular. Esto se produce con frecuencia por una sobrehidratación hiperosmótica, porque el exceso de cloruro sódico extracelular suele asociarse también a la retención de agua por los riñones. Por ejemplo, la secreción excesiva de aldosterona puede producir una ligera hipernatremia y sobrehidratación.
* Una causa más frecuente de hipernatremia asociada a una disminución del volumen del líquido extracelular es la deshidratación producida por una ingestión de agua inferior al agua que pierde el cuerpo, como ocurre con la sudoración que se produce con el ejercicio físico intenso.

**Insuficiencia renal aguda**

La [insuficiencia renal](http://www.baptisthealth.org/education_healthResources_nutrition.aspx?chunkiid=103615) aguda es la pérdida repentina de la función renal.

La insuficiencia renal repentina puede ser causada por problemas con el flujo de sangre al riñón, lo cual puede ser originado por pérdida de sangre o **deshidratación**. También puede ser el resultado de condiciones como [infecciones](http://www.baptisthealth.org/education_healthResources_nutrition.aspx?chunkiid=103613) que interfieren con el trabajo del riñón.

La causa más común de insuficiencia renal repentina ocurre dentro del riñón. Conocida como necrosis tubular aguda, ésta es la muerte de las células dentro del riñón que actúan como el filtro de la sangre. Estas células mueren cuando son privadas de oxígeno, con frecuencia debido a complicaciones quirúrgicas o a los efectos secundarios de ciertos medicamentos. Los problemas físicos, como glándulas prostáticas inflamadas o [cálculos renales](http://www.baptisthealth.org/education_healthResources_nutrition.aspx?chunkiid=103612) que evitan que la orina se traslade fácilmente desde fuera del riñón hacia adentro de los uréteres, también pueden causar insuficiencia renal repentina.

*Figura: Túbulos con lesiones iniciales de NTA. Hay proyecciones de fragmentos de citoplasma hacia la luz de túbulos y desprendimiento de algunas de estas microvesículas; el borde en cepillo se ha perdido y se ven algunas células libres en la luz (flecha). (Tricrómico de Masson).*

**Intoxicación por agua.**

1. **Introducción. Intoxicación por agua**

El 70% de nuestro peso corporal es agua. Existe una gran campaña de marketing para que todos bebamos agua. Por un lado, para enriquecer a determinados empresarios, por otro, con la idea equivocada de que bebiendo mucha agua se eliminan las arrugas y que ayuda en la limpieza del organismo. En todo caso, lo que provocamos es que el riñón trabaje sin necesidad, ocasionando con ello el envejecimiento prematuro. Además, arrastrando sodio y otros minerales, estaremos desmineralizándonos y causando graves perjuicios a la salud.

El flujo urinario máximo que puede producirse durante la diuresis del agua es cercano a 16 mL/min. Si se ingiere agua a un ritmo mayor que éste durante cierto tiempo, la hinchazón de las células por la captación de agua a partir del líquido extracelular hipotónico se vuelve grave y en raras ocasiones aparecen síntomas de **intoxicación por agua**. El edema de las células cerebrales causa convulsiones y coma, y finalmente conduce a la muerte.

La ingestión exagerada de agua, siempre que los riñones funcionen normalmente, no representa peligro, a pesar de que se produce disminución de la concentración osmótica y aumento del volumen de los líquidos corporales . Se acompaña de baja de la temperatura corporal, vómitos, calambres y eventualmente de la muerte.

1. **Intoxicación por agua en el deporte**

A los atletas y deportistas se les induce a beber antes del ejercicio. Cuando un atleta se colapsa o muere en un maratón, suele deberse a intoxicación por agua. El buen atleta, el que gana la carrera, bebe mucho menos que el que llega último, el cual ha bebido continuamente y está intoxicado por agua. Los buenos atletas beben poco, permaneciendo algo deshidratados, no sobre hidratados.

En el maratón de Boston del año 2002, se obtuvieron muestras de sangre de 488 corredores antes y después del mismo, comprobándose que la mayoría de ellos, al haber bebido en exceso, se encontraban bajos de sodio. Todos los que colapsaban, perdían el conocimiento o estaban confusos, sufrían de intoxicación por agua. En cambio, ninguno de los deshidratados tenía problemas de confusión ni de síncope. En este caso, lo que mata no es la deshidratación, sino la intoxicación por agua.

1. **Cuánta agua debemos beber**

La moda de tomar agua continuamente, consumiendo de 2 a 3 litros diarios, es una barbaridad. La persona que hace vida normal, que no realiza ningún ejercicio físico importante, tiene que beber lo que le indique la sed. Si los riñones, el corazón y el hipotálamo, que es el centro donde se encuentra la sed, funcionan correctamente, debe beber sólo cuando tenga sed.

Muchas personas tienen bajo el sentido de percepción de la sed, permaneciendo deshidratadas de forma crónica. Si comemos alimentos que contienen altos índices de sal, a los cinco minutos necesitaremos beber. La cantidad que el cuerpo nos pide beber, será la cantidad de agua exacta que se necesita para disolver la sal.

Una bebida isotónica no es sólo agua con sal, sino que incluye muchos otros componentes que ayudan a la absorción del agua. La función principal de las bebidas isotónicas reside en reabastecer el agua y los minerales que se perdieron al ser arrastrados por la orina, la respiración intensa y el sudor, los cuales no pueden restituirse en suficiente cantidad por el solo hecho de beber agua mineral.

Evitar las aguas que contengan flúor. Si se desconoce la posible fluoración del suministro de agua, evitar beber de la llave del grifo es lo más sensato, así como renunciar a beber agua embotellada que en su etiquetaje muestre contener flúor. Nos hace beber más agua porque no nos quita la sed sino que la aumenta.

Ante el frío, hay que permanecer hidratado, evitando consumir alcohol y tabaco para no perder agua y minerales durante su eliminación. Son sustancias perjudiciales que el organismo trata de eliminar.

1. **Hiperhidratación e hiponatremia causas**

La **hiperhidratación** de los tejidos (**intoxicación por agua**) no es tan común. Cuando ocurre, se establece un nuevo equilibrio osmótico entre el plasma y los tejidos, y las células se hinchan. Esto conduce a su vez a un aumento en la presión intracraneal con alteración de la función cerebral. Los signos clínicos consisten en nauseas cefalea convulsiones y coma. La causa más común de hiperhidratación es la **insuficiencia renal oligúrica aguda**, en la que no es posible excretar el agua ingerida.

Se conoce como **hiperhidratación** al fenómeno que se da cuando hay un exceso de [agua](http://es.wikipedia.org/wiki/Agua) en el cuerpo. Aparece cuando se consume más agua de la que se puede eliminar. En condiciones normales se puede beber hasta 7.5 litros de agua al día, a razón de 1.5 litros por hora.

Si se superan esos valores, se produce una excesiva dilución del [sodio](http://es.wikipedia.org/wiki/Sodio) en la [sangre](http://es.wikipedia.org/wiki/Sangre) ([**hiponatremia**](http://es.wikipedia.org/wiki/Hiponatremia)) y se deja de producir la [hormona antidiurética](http://es.wikipedia.org/wiki/Hormona_antidiur%C3%A9tica). En casos extremos, con niveles de sodio inferiores a 100 mmol/l, se pueden producir [edemas cerebrales](http://es.wikipedia.org/wiki/Edema), [comas](http://es.wikipedia.org/wiki/Coma_(medicina)), o incluso morir, ya que el cerebro es el órgano que más se ve afectado. Se da por:

* Pérdidas de sodio
* Exceso de agua

También puede asociarse hiponatremia a un **exceso de retención de agua**, la cual diluye el sodio del líquido extracelular, un proceso que se denomina **sobrehidratación hiposmótica**. Por ejemplo, la secreción excesiva de hormona antidiurética, que hace que los túbulos renales reabsorban más agua, puede dar lugar a hiponatremia y sobrehidratación.

Para haber hiponatremia se requiere la asociación de la incapacidad del riñón para excretar una carga de agua libre y la ingestión de agua en exceso. Esto lo hace a través de permitir o no que la orina que alcanza la porción terminal del nefrón (túbulo distal y túbulo colector) sufra una reabsorción final de agua si hay HAD, o que se elimine dicha orina en forma hipotónica si la hormona no ha sido liberada o no actúa en los receptores tubulares renales. En la mayoría de los pacientes hiponatrémicos, este trastorno es inducido iatrogénicamente por ingestión exagerada de agua en presencia de un defecto para excretar agua libre.

1. **Manifestaciones clínicas y tratamiento**

Cefalea, náusea, vómito, debilidad, incoordinación, temblores, delirio y finalmente convulsiones y posturas de descerebración. Las manifestaciones clínicas observadas en hiponatremia aguda, derivan fundamentalmente del libre paso de agua sin solutos del espacio extracelular al intracelular. El edema intracelular provoca disfunción celular, sobre todo en el sistema nervioso central.

El tratamiento es con suero oral o con soluciones salinas intravenosas, y en enfermos con edema, utilizar diuréticos, restricción salina si es necesario. Casi todos los pacientes con hiponatremia, deben manejarse con restricción acuosa drástica, generalmente menos de 400 ml/m2 de superficie corporal/día, excepto los deshidratados. Cuando la hiponatremia es leve o moderada y el paciente tiene manifestaciones neurológicas importantes, puede ser suficiente la restricción acuosa. En presencia de hiponatremia grave y, la utilización de soluciones isotónicas o hipertónicas está justificada en pacientes sin edema. Administración de soluciones salinas. En este tipo de casos es aconsejable el empleo de diuréticos. En casos extremos de pacientes edematosos con hiponatremia y síntomas neurológicos, se utiliza la ultrafiltración con hemodiálisis o con diálisis peritoneal para corregir la hiposmolaridad y disminuir el edema.

1. **Casos famosos de hiperhidratación**

* [Jennifer Strange](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Jennifer_Strange&action=edit&redlink=1): una mujer de 28 años de edad de [Sacramento](http://es.wikipedia.org/wiki/Sacramento_(California)), [California](http://es.wikipedia.org/wiki/California) murió probablemente a causa de hiperhidratación después de tomar parte en un concurso "*Hold Your Wee for a [Wii](http://es.wikipedia.org/wiki/Wii" \o "Wii)*" ("*aguanta tu pipí por una Wii*") de la [radiodifusora](http://es.wikipedia.org/wiki/Estaci%C3%B3n_de_radio) KDND 107.9 "*The End*". El concurso consistía en beber la mayor cantidad de agua posible cada 15 minutos sin tener que ir a orinar. Se desconocen las cantidades de agua que consumió Jennifer Strange, pero se sabe que las botellas eran de 250 ml (1/4 de litro). Hay que hacer notar que están por determinarse las causas definitivas de su muerte por autoridades competentes. De acuerdo con los resultados preliminares de la autopsia, Strange murió a causa del consumo excesivo de agua, más de 7,5 litros en un corto espacio de tiempo.
* Un caso muy publicitado, que sucedió el [2 de febrero](http://es.wikipedia.org/wiki/2_de_febrero) de [2005](http://es.wikipedia.org/wiki/2005) en [Chico](http://es.wikipedia.org/wiki/Chico), [California](http://es.wikipedia.org/wiki/California), fue el de la novatada que sufrió el estudiante Matthew Carrington en la [California State University](http://es.wikipedia.org/wiki/California_State_University), por cuatro miembros de Chi Tau House, que lo forzaron a beber excesivas cantidades de [agua](http://es.wikipedia.org/wiki/Agua) mientras ejecutaba ejercicios [calisténicos](http://es.wikipedia.org/wiki/Calistenia" \o "Calistenia) en un sótano extremadamente frío. Carrington se colapsó y murió por hiperhidratación.
* [Craig Barrett](http://es.wikipedia.org/wiki/Craig_Barrett): atleta [neozelandés](http://es.wikipedia.org/wiki/Neozeland%C3%A9s) se colapsó durante los últimos kilómetros de la carrera de 50 km en los [Commonwealth Games](http://es.wikipedia.org/wiki/Commonwealth_Games) de 1998, pudiendo ser rescatado a tiempo.