



UNIVERSIDAD DEL SURESTE

Alumno:
CARLOS MANUEL LAZARO VICENTE

PRIMER SEMESTRE EN LA LICENCIATURA DE MEDINA HUMANA

Tema:
Fisiología Renal

ASIGNATURA: Fisiología

DR. Fonseca Fierra Samuel Esau

fecha de entrega 10/05/2020

La ingestión y la pérdida de líquido están equilibradas durante las situaciones estables

Resulta llamativa la relativa constancia de los líquidos corporales ya que hay un intercambio continuo de líquido y solutos con el ambiente externo, así como dentro de los diferentes compartimientos del cuerpo. Por ejemplo, hay una ingestión muy variable de líquido que debe equipararse cuidadosamente con una salida igual de agua para evitar que aumenten o disminuyan los volúmenes corporales de líquido.

Ingestión diaria de agua

El agua ingresa en el cuerpo a través de dos fuentes principales: 1) se ingiere en forma de líquidos o de agua de los alimentos, que juntos suponen alrededor de 2.100 ml/día de líquidos corporales, y 2) se sintetiza en el cuerpo por la oxidación de los hidratos de carbono, en una cantidad de unos 200 ml/día.

Estos mecanismos proporcionan un ingreso total de agua de unos 2.300 ml/día

La pérdida insensible de agua a través de la vía aérea es de unos 300-400 ml/día. A medida que el aire entra en la vía aérea, se satura de humedad hasta una presión de agua de unos 47 mmHg hasta que se espira. Como la presión de vapor del aire inspirado suele ser menor de 47 mmHg, el agua se pierde continuamente a través de los pulmones con la respiración. En el clima frío, la presión de vapor atmosférica se reduce a casi 0, lo que provoca una pérdida pulmonar de agua incluso mayor a medida

que la temperatura desciende. Este proceso explica la sensación de sequedad en las vías aéreas en el clima frío.

Pérdida de líquido en el sudor

La cantidad de agua perdida por el sudor es muy variable dependiendo de la actividad física y de la temperatura ambiental. El volumen de sudor es normalmente de unos 100 ml/día, pero en un clima muy cálido o durante el ejercicio intenso, la pérdida de líquidos en el sudor aumenta en ocasiones a 1-2 l/h. Esta pérdida vaciaría rápidamente los líquidos corporales si la ingestión no aumentara mediante la activación del mecanismo de la sed expuesto en el .

Pérdida de agua en las heces

Solo se pierde normalmente una pequeña cantidad de agua (100 ml/día) en las heces. Esta pérdida puede aumentar a varios litros al día en personas con diarrea intensa. Por esta razón la diarrea intensa puede poner en peligro la vida si no se corrige en unos días.

Pérdida de agua por los riñones

El resto del agua perdida se excreta en la orina por los riñones. Múltiples mecanismos controlan la intensidad de la producción de orina. De hecho, el medio más importante por el que el cuerpo mantiene un equilibrio entre los ingresos y las pérdidas, así como el equilibrio entre el ingreso y la

salida de la mayoría de los electrolitos en el cuerpo, es controlando la intensidad con la que los riñones excretan estas sustancias. Por ejemplo, el volumen de orina puede ser tan solo de 0,5 l/día en una persona.

Compartimiento del líquido intracelular

Unos 28 de los 42 l de líquido corporal están contenidos de los 100 billones de células y se les denomina en conjunto *líquido intracelular*. Por tanto, el líquido intracelular constituye alrededor del 40% del peso corporal total en una persona «media».

El líquido de cada célula contiene una mezcla individual de diferentes constituyentes, pero las concentraciones de estas sustancias son similares de una célula a otra. De hecho, la composición de los líquidos celulares es muy similar incluso en animales diferentes, desde los microorganismos más primitivos a los seres humanos. Por esta razón, el líquido intracelular de todas las células en conjuntos se considera un solo gran compartimiento de líquido.

Compartimiento del líquido extracelular

Todos los líquidos del exterior de las células se denominan en conjunto *líquido extracelular* y

constituyen alrededor del 20% del peso corporal, o unos 14 l en un hombre adulto de 70 kg. Los dos compartimientos más grandes del líquido extracelular son el *líquido intersticial*, que supone hasta más de tres cuartas partes (11 l) del líquido extracelular, y el *plasma*, que supone casi una cuarta parte del líquido extracelular o unos 3 l.

Volumen sanguíneo

La sangre contiene líquido extracelular (el líquido del plasma) y líquido intracelular (el líquido de los eritrocitos). Sin embargo, la sangre se considera un compartimiento líquido separado porque está contenida en su propia cámara, el aparato circulatorio. El volumen sanguíneo es especialmente importante en el control de la dinámica cardiovascular.

El volumen sanguíneo medio de los adultos es de alrededor del 7% del peso corporal (unos 5 l).

Alrededor del 60% de la sangre es plasma y el 40% son eritrocitos, pero estos porcentajes pueden variar considerablemente en diferentes personas dependiendo del sexo, el peso y otros factores.

Hematocrito (volumen del conjunto de los eritrocitos)

El hematocrito es la fracción de la sangre compuesta de eritrocitos, lo que se determina centrifugando

la sangre en un «tubo de hematocrito» hasta que todas las células se acumulan en el fondo. Dado que el centrifugado no compacta completamente los eritrocitos, alrededor de un 3-4% del plasma permanece atrapado entre las células, y el hematocrito verdadero es solo de alrededor de un 96% del hematocrito medido.

Regulación del intercambio de líquido y del equilibrio osmótico entre los líquidos intracelular y extracelular

Un problema frecuente al tratar a pacientes con enfermedades graves es mantener los líquidos adecuados en el compartimiento intracelular, en el extracelular o en ambos. y más adelante se hará en este capítulo, las cantidades relativas de líquido extracelular distribuidas entre los espacios plasmático e intersticial están determinadas sobre todo por el equilibrio entre las fuerzas hidrostática y coloidosmótica a través de las membranas capilares.

La distribución del líquido entre los compartimientos intracelular y extracelular, en cambio, está determinada sobre todo por el efecto osmótico de los solutos más pequeños (en especial el sodio, el cloro y otros electrólitos) que actúan a través de la membrana celular. La razón de esto es que la membrana celular es muy permeable al agua pero relativamente impermeable incluso a iones

pequeños, como el sodio y el cloro. Luego el agua se mueve rápidamente a través de la membrana celular, y el líquido intracelular permanece isotónico con el líquido extracelular.

En el siguiente apartado expondremos las interrelaciones entre los volúmenes de los líquidos intracelular y extracelular y los factores osmóticos que causan los desplazamientos de líquido entre estos dos compartimientos.

Principios básicos de la ósmosis y la presión osmótica

Los principios básicos de la ósmosis y la presión osmótica -.Aquí revisaremos los aspectos más importantes de estos principios en su aplicación a la regulación del volumen.

Debido a que las membranas celulares son relativamente impermeables a la mayoría de los solutos pero muy permeables al agua (es decir, son permeables selectivamente), donde quiera que haya una mayor concentración de soluto a un lado de la membrana celular, el agua se difundirá a través de la membrana hacia la región de mayor concentración de soluto. Así, si se añade un soluto como el cloruro de sodio al líquido extracelular, el agua difundirá rápidamente desde las células a través de las

membranas celulares hacia el líquido extracelular hasta que la concentración de agua en los dos lados se iguale. Por el contrario, si se extrae un soluto como el cloruro de sodio del líquido extracelular, el agua difunde desde el líquido extracelular a través de las membranas celulares y hacia el interior de las células. La velocidad de la difusión del agua se denomina *velocidad de la ósmosis*.

Osmolalidad y osmolaridad

La concentración osmolal de una solución se denomina *osmolalidad* cuando la concentración se expresa en *osmoles por kilogramo de agua*; se llama *osmolaridad* cuando se expresa en *osmoles por litro de solución*. En soluciones diluidas, como los líquidos corporales, estos dos términos pueden usarse casi de forma sinónima porque las diferencias son pequeñas. En la mayoría de los casos es más fácil expresar las cantidades de líquido corporal en litros de líquido en lugar de hacerlo en kilogramos de agua. La mayoría de los cálculos usados en la clínica y los cálculos expresados en los siguientes capítulos se basan en osmolaridades en lugar de en osmolalidades.

Consecuencias DE LA hiponatremia: inflamación celular

Los rápidos cambios en el volumen celular como consecuencia de la hiponatremia pueden tener

efectos profundos en la función de los tejidos y los órganos, especialmente el encéfalo. Por ejemplo,

una rápida reducción en la concentración de sodio en plasma puede provocar un edema de las células

encefálicas y síntomas neurológicos, como cefalea, náuseas, letargo y desorientación. Si la

concentración de sodio en plasma disminuye rápidamente por debajo de 115-120 mmol/l, la

inflamación encefálica puede conducir a convulsiones, coma, daño cerebral permanente y muerte.

Como el cráneo es rígido, el encéfalo no puede aumentar de volumen más de un 10%,

aproximadamente, sin verse forzado a extenderse hacia el cuello (*hernia*), lo que puede producir una

lesión cerebral permanente y la muerte.

Cuando la hiponatremia evoluciona más lentamente durante varios días, el encéfalo y otros tejidos

responden mediante el transporte de sodio, cloruro, potasio y solutos orgánicos, como glutamato,

desde las células al compartimiento extracelular. Esta respuesta atenúa el flujo osmótico de agua a las

células y la inflamación de los tejidos

Causas de hipernatremia: pérdida de agua o exceso de sodio

El aumento de la concentración plasmática de sodio, que también aumenta la osmolaridad, puede deberse a una pérdida de agua del líquido extracelular, lo que concentra los iones sodio, o a un exceso de sodio en el líquido extracelular. La pérdida primaria de agua del líquido extracelular, esto da lugar a una *hipernatremia y deshidratación*. Este trastorno puede deberse a una incapacidad para secretar hormona antidiurética, que es necesaria para que los riñones conserven el agua. Como resultado de la pérdida de hormona antidiurética, los riñones excretan grandes cantidades de orina (una enfermedad denominada *diabetes insípida «central»*) y dan lugar a una deshidratación y un aumento de la concentración de cloruro de sodio en el líquido extracelular. En ciertos tipos de nefropatías, los riñones no pueden responder a la hormona antidiurética y provocan también un tipo de *diabetes insípida «nefrógena»*. Una causa más común de hipernatremia asociada a una reducción del volumen de líquido extracelular es la simple *deshidratación* causada por una ingestión de agua que es inferior a su pérdida, como puede ocurrir en la sudoración durante un ejercicio intenso y prolongado.

La hipernatremia también puede deberse a un exceso de cloruro de sodio añadido al líquido extracelular. Esto da lugar a menudo a una *hipernatremia-sobrehidratación*, porque el exceso de cloruro de sodio extracelular suele asociarse al menos a cierto grado de retención de agua por los riñones. Por ejemplo, la *secreción excesiva de la hormona ahorradora de sodio aldosterona* puede causar un grado leve de hipernatremia o sobrehidratación. La razón de que la hipernatremia no sea más intensa es que la retención de sodio causada por la mayor secreción de aldosterona estimula también la secreción de hormona antidiurética y hace que los riñones reabsorban mayores cantidades de agua.

El sistema urinario: anatomía funcional y formación de orina en los riñones.

La mayoría de las personas saben que los riñones tienen una función importante: eliminar del cuerpo

los materiales de desecho que se han ingerido o que ha producido el metabolismo.

Una segunda

función que es especialmente crítica es controlar el volumen y la composición de los electrolitos de

los líquidos corporales. En lo que respecta al agua y casi todos los electrolitos del cuerpo, el equilibrio

entre los ingresos (debidos a la ingestión y a la producción metabólica) y las salidas (debidas a la

excreción o al consumo metabólico) lo mantienen en gran medida los riñones.

Esta función reguladora

de los riñones mantiene el ambiente interno estable necesario para que las células desempeñen sus

diversas actividades.

Los riñones realizan sus funciones más importantes filtrando el plasma y eliminando sustancias del

filtrado con una intensidad variable, dependiendo de las necesidades del cuerpo.

Finalmente, los

riñones «aclaran» las sustancias no deseadas del filtrado (y por tanto del cuerpo)

excretándolas a la

orina mientras devuelven las sustancias necesarias de nuevo a la sangre.

Aunque este capítulo y los siguientes se centrarán sobre todo en el control de la excreción renal de

agua, electrolitos y productos de desecho metabólico, los riñones ejercen numerosas funciones

homeostáticas, entre ellas las siguientes:

- Excreción de productos metabólicos de desecho y sustancias químicas extrañas.
- Regulación de los equilibrios hídrico y electrolítico.

- Regulación de la osmolalidad del líquido corporal y de las concentraciones de electrólitos.
- Regulación de la presión arterial.
- Regulación del equilibrio acidobásico.
- Regulación de la producción de eritrocitos.
- Secreción, metabolismo y excreción de hormonas.
- Gluconeogenia.

Excreción de productos metabólicos de desecho, sustancias químicas extrañas,

fármacos y metabolitos de hormonas

Los riñones son los principales medios de eliminación de los productos de desecho del metabolismo

que ya no necesita el cuerpo. Estos productos son la *urea* (del metabolismo de los aminoácidos), la

creatinina (de la creatina muscular), el *ácido úrico* (de los ácidos nucleicos), los *productos finales del*

metabolismo de la hemoglobina (como la bilirrubina) y los *metabolitos de varias hormonas*. Estos

productos de desecho deben eliminarse del cuerpo tan rápidamente como se producen. Los riñones

también eliminan la mayoría de las toxinas y otras sustancias extrañas que el cuerpo produce o

ingere, como los pesticidas, los fármacos y los aditivos alimentarios.

Regulación de los equilibrios hídrico y electrolítico

Para el mantenimiento de la homeostasis, la excreción de agua y electrólitos debe corresponderse de

forma precisa con su ingreso. Si los ingresos superan a la excreción, la cantidad de esa sustancia en el

cuerpo aumentará

Los riñones sintetizan glucosa a partir de los aminoácidos y otros precursores durante el ayuno

prolongado, un proceso denominado *gluconeogenia*. La capacidad de los riñones de añadir glucosa a la sangre durante períodos prolongados de ayuno rivaliza con la del hígado. En las nefropatías crónicas o en la insuficiencia renal aguda, estas funciones homeostáticas se interrumpen y aparecen con rapidez anomalías intensas en los volúmenes del líquido corporal y en su composición. Ante una insuficiencia renal completa se acumulan en el cuerpo suficiente potasio, ácidos, líquido y otras sustancias como para causar la muerte en unos días, a no ser que se inicien intervenciones clínicas como la hemodiálisis para restablecer, al menos parcialmente, los equilibrios de los líquidos y los electrolitos corporales.

La nefrona es la unidad funcional del riñón

Cada riñón humano contiene alrededor de 800.000 a 1.000.000 de *nefronas*, cada una de las cuales es capaz de formar orina. El riñón no puede regenerar nefronas nuevas. Por tanto, en la lesión, la enfermedad o el envejecimiento renal normal, el número de nefronas se reduce gradualmente. Después de los 40 años de edad, el número de nefronas funcionantes suele reducirse alrededor de un 10% cada 10 años de forma que a los 80 años muchas personas tienen un 40% menos de nefronas funcionantes que a los 40. Esta pérdida no pone en peligro la vida porque los cambios adaptativos en el resto de las nefronas les permiten excretar las cantidades adecuadas de agua, electrolitos y productos de desecho, Cada nefrona contiene: 1) un penacho de capilares glomerulares llamado *glomérulo*, por el que se

filtran grandes cantidades de líquido desde la sangre, y 2) un *túbulo* largo en el que el líquido filtrado se convierte en orina en su camino a la pelvis del riñón

El glomérulo contiene una red de capilares glomerulares que se ramifican y anastomosan y que, comparados con otros capilares, tienen una presión hidrostática alta (de unos 60 mmHg). Los capilares glomerulares están revestidos de células epiteliales y todo el glomérulo está cubierto por la *cápsula de Bowman*.)

Micción

La micción es el proceso mediante el cual la vejiga urinaria se vacía cuando está llena. Este proceso se realiza en dos pasos. Primero, la vejiga se llena progresivamente hasta que la tensión en sus paredes aumenta por encima de un umbral. Esta tensión desencadena el segundo paso, que es un reflejo nervioso, llamado *reflejo miccional*, que vacía la vejiga o, si esto falla, provoca al menos un deseo de orinar. Aunque el reflejo miccional es un reflejo medular autónomo, centros presentes en la corteza cerebral o en el tronco del encéfalo pueden inhibirlo o facilitarlo.

Filtración, reabsorción y secreción de diferentes sustancias

En general, la reabsorción tubular es cuantitativamente más importante que la secreción tubular en la formación de la orina, pero la secreción es importante para determinar las cantidades de iones potasio e hidrógeno y algunas otras sustancias que se excretan por la orina. La mayoría de las sustancias que

deben eliminarse de la sangre, en especial los productos finales del metabolismo, como la urea, la creatinina, el ácido úrico y los uratos, se reabsorben mal y por ello se excretan en grandes cantidades en la orina. Ciertas sustancias extrañas y fármacos se reabsorben mal pero, además, se secretan desde la sangre a los túbulos, de manera que su excreción es alta. Por el contrario, los electrólitos, como los iones cloro, sodio y bicarbonato, se reabsorben mucho, de manera que solo se detectan en la orina pequeñas cantidades. Ciertas sustancias nutritivas, como los aminoácidos y la glucosa, se reabsorben completamente de los túbulos y no aparecen en la orina, aunque los capilares glomerulares filtren grandes cantidades.

Cada uno de los procesos (filtración glomerular, reabsorción y secreción tubular) está regulado de acuerdo con las necesidades del cuerpo. Por ejemplo, cuando hay un exceso de sodio en el cuerpo, la intensidad con la que el sodio se filtra normalmente aumenta y se reabsorbe una fracción menor del sodio filtrado, lo que da lugar a una mayor excreción en la orina.

Para la mayoría de las sustancias, la filtración y la reabsorción son muy intensas comparadas con la excreción. Por tanto, incluso cambios ligeros en la filtración o la reabsorción pueden dar lugar a cambios grandes en la excreción renal. Por ejemplo, un aumento de la filtración glomerular (FG) de solo un 10% (de 180 a 198 l/día) aumentaría el volumen de orina 13 veces (de 1,5 a 19,5 l/día) si la

reabsorción tubular permaneciera constante. En realidad, los cambios en la filtración glomerular y en la reabsorción tubular suelen

¿Por qué se filtran y después se reabsorben grandes cantidades de solutos en los riñones?

Podría cuestionarse la utilidad del hecho de filtrar grandes cantidades de agua y solutos y después reabsorberlos en su mayoría. Una ventaja de un FG alto es que permite a los riñones eliminar con rapidez productos de desecho del cuerpo que dependen sobre todo de la filtración glomerular para su excreción. La mayoría de los productos de desecho se absorben mal en los túbulos y, por ello, dependen de un FG alto para extraerlos eficazmente del cuerpo. Una segunda ventaja de un FG alto es que permite que el riñón filtre y procese todos los líquidos corporales muchas veces al día. Debido a que el volumen de plasma es de 3 l, mientras que el FG es de 180 l/día, todo el plasma puede filtrarse y procesarse unas 60 veces al día.