

TRASTORNOS CIRCULATORIOS

1. DESHIDRATACION

“Mientras la dependencia del hombre hacia el agua sea total por razones de elemental supervivencia...la mejor opción es tener buena voluntad de legar a nuestros descendientes un recurso sino mejor y más abundante que el que recibimos de quienes nos precedieron, por lo menos no más deteriorado y mermado por nuestra causa” J.Raynal 1998

La deshidratación se define como la pérdida de líquidos y electrolitos en un proceso patológico. Este proceso inicialmente tiene su origen en el espacio intravascular y consecuentemente en los espacios intersticial e intracelular.

A. Homeostasia normal del agua

Una gran parte de la composición de todos los organismos vivos es el agua, alcanzando un 60% en humanos jóvenes, en niños hasta un 75% y en ancianos de 45%. De ese total de agua del organismo, se divide en dos compartimentos: el espacio intracelular y extracelular, con una distribución de 55:45; además el volumen extracelular se divide en líquido intersticial y sanguíneo.

El potasio (K^+) es el catión intracelular más importante, en tanto que el sodio (Na^+) lo es en el extracelular, cabe recordar que la encargada de mantener esta división es la bomba Na-K que se localiza en todas las membranas. Los aniones del espacio intracelular (fosfatos y aniones orgánicos), también difieren de los que se localizan en el espacio extracelular (cloruro y bicarbonato).

La distribución del agua en el organismo comienza por la ingestión: cerca del 85% del agua ingerida proviene de los alimentos o del metabolismo de las grasas. La ingestión directa de agua depende de las condiciones del individuo, su alimentación y del medio ambiente. La absorción se da a nivel intestinal y es transportada en la sangre hacia las células. En las células el agua se distribuye según la concentración de Na y K en los dos compartimentos, diluyendo los constituyentes de manera proporcional. Cerca de un tercio de la cantidad de agua ingerida compensa las pérdidas fijas insensibles de agua (heces, exhalación y sudor), el resto se excreta por la orina cuyo volumen está influenciado directamente por la ingesta de líquidos y por otras condiciones fisiopatológicas.

B. Control hormonal de la hidratación

La ADH (hormona antidiurética) o vasopresina es un péptido producido por las neuronas del hipotálamo y almacenada en la neurohipófisis. Un desequilibrio en la concentración plasmática del Na, ya sea por agua o por el Na mismo, es detectado por las células osmorreguladoras del hipotálamo quienes además de estimular la sed, estimulan a las células productoras de ADH y esta es excretada. También es estimulada su excreción por acción de los receptores de presión del cayado aórtico y del seno carotídeo o inclusive se ha visto es estimulada por la náusea, la hipoglucemia y la hipercapnia así como algunos fármacos.

La aldosterona es producida en la zona glomerular de la corteza adrenal, su función principal es el control de los electrolitos principalmente Na y K; si esta el K extracelular se elevara y las de Na y Cl disminuyeran provocan disminución del gasto cardiaco. El efecto de ésta hormona se da sobre los túbulos renales, glándulas sudoríparas, salivales y el epitelio intestinal. En los túbulos distales y colectores la aldosterona aumenta la reabsorción de Na y la excreción de K mediante la estimulación de la bomba; al mismo tiempo aumenta la permeabilidad al sodio, lo cual conlleva a una absorción osmótica de cantidades equivalentes de agua. El estímulo necesario para la producción de la hormona es el aumento de la concentración de K extracelular y la activación del sistema renina-angiotensina por disminución del volumen circulatorio efectivo.

En condiciones normales, la excreción renal de agua compensa la ingestión de agua menos las pérdidas sensibles. Diferentes factores regulan los índices de excreción de electrolitos como Na, K, H, Ca, P y Mg que con frecuencia responden a diferentes necesidades fisiológicas. El agua se filtra libremente en los glomérulos y cerca del 45% se reabsorbe en una manera relativamente fija en el túbulo contorneado proximal, otro 40 % se reabsorben una forma no regulada en el asa de Henle, por la alta concentración de Na y urea (hipertonicidad) del espacio intersticial de la médula y 5 % se reabsorbe en el túbulo contorneado distal; el 10% restante no se absorbe cuando la ADH está ausente, ocasionando diuresis o se reabsorbe por el túbulo colector cuando la ADH está presente en la antidiuresis.

B. Principios de osmolaridad

La osmosis es la difusión final de agua desde una zona con baja concentración de solutos (con mayor concentración de agua) a otra que tiene una concentración elevada de solutos (con menor concentración de agua). La concentración osmolal de una solución se llama osmolaridad. La osmosis puede contrarrestarse aplicando una presión en dirección opuesta, la magnitud de esa presión se llama presión osmótica, ésta es directamente proporcional a la concentración de partículas osmóticamente activas de la solución, por lo tanto, cuanto mayor es la presión osmótica de una solución, menor es la concentración de agua pero mayor la de solutos.

La osmolaridad plasmática e intersticial, está dada principalmente por el Na y Cl, sin embargo otros electrolitos así como la glucosa y la urea también participan en la osmolaridad del plasma aunque en menor proporción. Por otro lado la osmolaridad intracelular está dada principalmente por el ion K y otras sustancias. Sin embargo la osmolaridad en los tres compartimentos es aproximadamente la misma 287 ± 7 mOsm/L.

El hecho de que la célula se encuentre en una osmolaridad igual a la suya le da la capacidad para desarrollarse de manera que la célula ni se encongerá (como ocurre en una solución hipertónica) ni se hinchará (como ocurre en una solución hipotónica)

C. Tipos de deshidratación.

Deshidratación isotónica: es la deshidratación más común y se refiere a la pérdida de agua y electrolitos en forma similar de modo que la concentración de Na sigue siendo la misma. Esta pérdida isotónica se puede deber a la excreción de agua vía renal (insuficiencia renal), digestiva (diarrea) o por formación de edema o por hemorragias.

Deshidratación hipertónica: Esta ocurre como consecuencia de la pérdida de agua predominantemente con el consecuente aumento de la concentración de Na sérico. Las causas de este tipo de deshidratación son muy variadas:

- Disminución de la ingesta de agua por falta de disponibilidad, por lesión en el SNC que provoque trastornos en el mecanismo de la sed, parálisis laríngea o faríngea o por obstrucciones faríngeas, laríngeas o por vómito.
- Pérdida excesiva de agua en alteraciones de la ADH (diabetes insípida), sudoración excesiva o por malabsorciones a nivel de recto.

Deshidratación hipotónica: Es el tipo de deshidratación menos común y se define por una pérdida excesiva de Na y menor cantidad de agua. Solamente se puede ver en ciertas condiciones como insuficiencia renal con pérdida de soluciones salinas (vómito) y la administración de líquidos (soluciones con dextrosa).

2. TRASTORNOS ACIDO-BASE

A. Homeostasis ácido-base

La concentración sanguínea normal del ión H^+ es de 40nmol/L (0.00004 mEq/L), expresado en términos de su logaritmo negativo, tiene un pH de 7.4. Esta concentración se conserva en condiciones fisiológicas normales dentro de límites estrechos y cambios ligeros (de 0.1 ó 0.2 unidades de pH) pueden causar alteración en la función cardiopulmonar y en las neurológicas. Cambios más extremos pueden ser mortales. Comúnmente se toma como referencia el pH arterial, sin embargo el pH intracelular (6.0-7.4) es el crítico para la viabilidad celular, la función enzimática y otros procesos metabólicos y a pesar de que la célula tiene sus propios mecanismos de control de pH, cambios en el medio extracelular interfiere con el metabolismo celular.

Las moléculas que contienen átomos de hidrógeno que pueden liberar iones en una solución reciben el nombre de ácidos. Una base o álcali es un ión o molécula que puede aceptar iones de H .

B. Sistemas amortiguadores

Los tres sistemas primarios que regulan la concentración de iones de H en los líquidos orgánicos para evitar tanto la acidosis como la alcalosis: 1) Los sistemas de amortiguamiento de los líquidos orgánicos que se combinan de forma inmediata con un ácido o con una base, 2) el sistema respiratorio y 3) el sistema renal.

Dentro los sistemas amortiguadores orgánicos están las proteínas que por su abundancia es de los sistemas más importantes, sin embargo necesitan muchas horas para equilibrar el pH. La proteína más importante es la Hb ya que actúa en forma rápida uniéndose a H^+ libres. Otro sistema es el de los fosfatos, el cual interviene en el amortiguamiento del líquido de los túbulos renales y de los líquidos intracelulares; los elementos principales de este sistema son H_2PO_4 para amortiguar los álcalis y HPO_4 para amortiguar los ácidos. El sistema más importante es el sistema amortiguador del bicarbonato, el cual consiste en un ácido H_2CO_3 (ácido carbónico) y una base HCO_3^- (bicarbonato); este sistema necesita la presencia de la enzima anhidrasa carbónica, la cual es abundante en los alveolos pulmonares, en las células epiteliales del túbulo renal y en células epiteliales del ap. digestivo



Anhidrasa carbónica

El ácido carbónico H_2CO_3 se ioniza débilmente por lo que su disociación es rápida hacia la derecha o hacia la izquierda, De ahí que un aumento en la concentración de iones de bicarbonato provoca una elevación del pH. Un aumento de la PCO_2 (presión de bióxido de carbono) hace que el pH disminuya. La concentración de bicarbonatos está regulada fundamentalmente por los riñones, mientras que la PCO_2 se controla a través de la frecuencia respiratoria. La homeostasia ácido base fisiológica es consecuencia de los esfuerzos coordinados de éstos dos órganos y cuando uno de estos dos fracasan se producen trastornos del equilibrio ácido base.

C. Regulación Respiratoria

Los procesos metabólicos intracelulares dan lugar a la producción continua de CO_2 el cual difunde hacia la sangre y de allí a los pulmones para durante la espiración pasar a la atmósfera. La PCO_2 dependerá directamente de la producción metabólica de CO_2 . De la misma forma cuando aumenta la ventilación el CO_2 es expulsado de los pulmones y la PCO_2 del líquido extracelular baja. Por lo tanto, los cambios tanto de la ventilación pulmonar como de la velocidad de formación metabólica puede modificar la PCO_2 del líquido extracelular, lo que a su vez modifica la concentración de CO_2 , de H_2CO_2 y la de H^+ y por lo tanto la del pH sanguíneo. De la misma forma la concentración de H^+ influye sobre la ventilación. La F.R aumenta su valor normal cuando el pH disminuye y viceversa; la razón es que cuando la ventilación disminuye a causa del aumento de pH, desciende también la cantidad de O_2 y su presión, lo que estimula el aumento de la FR.

El control respiratorio del estado ácido base presenta una eficacia del 50-75%, por lo que no es total, pero se produce en 3-12 minutos no permitiendo que el pH cambie mucho en lo que los riñones de respuesta mucho más lenta puede eliminar el desequilibrio.

D. Regulación Renal

Los riñones controlan el equilibrio ácido –base excretando orina ácida o básica. El mecanismo global se debe a que los glomérulos filtran continuamente grandes cantidades de bicarbonato, su paso provoca pérdida para el organismo de bases; por otro lado las células epiteliales de los túbulos también secretan hacia las luces grandes cantidades de H^+ , lo que supone una pérdida de ácido en sangre. En condiciones normales casi la totalidad del bicarbonato filtrado es reabsorbido por las células epiteliales. De esta forma los riñones regulan el pH mediante tres mecanismos básicos: secreción de H^+ , reabsorción de HCO_3^- y la producción de nuevos iones de HCO_3^- .

Los iones de H^+ se secretan por transporte activo secundario, es decir debe de ingresarse un anión para poder ser excretado o puede ser excretado por secreción activa primaria gracias a la acción de una proteína específica.

El riñón puede utilizar el sistema de los bicarbonatos, el de los fosfatos o el de la urea para poder controlar el sistema ácido base. (Ver copia anexa)

E. Intervención del sist. Digestivo en el pH sanguíneo.

Aunque no es propiamente un sistema que sirva para la compensación de los desequilibrios ácido base, es necesario conocer como se da el intercambio de iones en este sistema para poder comprender como las alteraciones van a influir directamente en el pH. Durante todo el tracto digestivo va teniendo lugar la secreción de diversas sustancias que difieren en composición, cantidad y pH. La saliva contiene grandes cantidades de K y HCO_3 y un pH de 6-7, además aquí se reabsorbe gran cantidad de Cl y Na.

En el estómago la secreción de HCl con un pH de 0.8-1.5; para la secreción de HCl por parte de las células parietales el Cl es transportado en forma activa hacia la luz y esto induce a su vez la difusión pasiva de K y de Na^+ ; el agua de la célula se disocia en iones H^+ y OH^- , los primeros son secretados activamente hacia la luz donde se intercambiarán por K; el agua penetra a la luz por ósmosis secundaria a la secreción de iones; finalmente los OH^- mediante varios pasos forman bicarbonatos que difunden a la sangre.

A nivel de duodeno se abre el orificio de Vater que recibe la secreción pancreática, la cual tiene un pH de 8.0-8.3 y la secreción biliar de pH 7.8, ambas ricas en bicarbonato que sirve para neutralizar el ácido vertido en el duodeno desde el estómago. Aquí el CO_2 difunde desde la sangre hacia el interior de la célula para formar bicarbonato e H^+ . El HCO_3 sale hacia el lumen por intercambio de Cl^- ; los iones de H^+ se intercambian por Na^+ sanguíneo y mediante transporte activo sale a la luz para neutralizar eléctricamente al bicarbonato, el bicarbonato de sodio que se forma atrae osmóticamente al agua. Al unirse el NaHCO_3 con el HCl se forma NaCl y H_2CO_3 el cual filtra hacia sangre.

Ya propiamente en el intestino se secreta por parte de los enterocitos un líquido alcalino con pH de 7.5-8.0, esta secreción resulta absorbida con gran rapidez por las vellosidades pero aporta un vehículo acuoso para la absorción de sustancias presentes en el quimo. A nivel del intestino grueso la secreción principal es un moco que contiene grandes cantidades de bicarbonato y que alcanza un pH de 7.5-8.0, el cual es reabsorbido parcialmente por las mismas vellosidades y una parte es excretada comúnmente por las heces.

F. Disturbios Acido Base

Ácido: Es una sustancia que puede producir iones hidrógeno (H^+)

Base o Alkali: Es una sustancia que puede aceptar iones hidrógeno (H^+)

La acidez de una sustancia se mide por su concentración de H^+ . La concentración de H^+ en los sistemas biológicos es muy pequeña ($[10^{-9}\text{M}]$ por litro) por lo que para su manejo práctico se utiliza el logaritmo negativo de la conocida como pH. La escala de pH va de 1 a 14 siendo un pH neutral 7, 1-6 es ácido y 8-14 es básico. En el organismo el pH sanguíneo es el parámetro para saber el estado de homeostasis, con el pH sanguíneo lo que se está midiendo es el líquido extracelular, además de que en la sangre se encuentran los principales mecanismos amortiguadores. Los límites en los que se maneja el pH sanguíneo es de 7.2 a 7.6 siendo el óptimo 7.4