

ELECTROLITOS

Mg.Sc. Dra. Bustamante C. Gladys¹
Cuba Pardo Grover²

RESUMEN

Los electrolitos son sustancias cargadas eléctricamente con cargas positivas o negativas, capaces de transportar electricidad, cuando se encuentran libres. Estas sustancias se hallan diluidas en el plasma sanguíneo a manera de solutos, delimitando una concentración y osmolaridad capaz de mantener un pH óptimo para la función orgánica.

Los componentes electrolíticos, de acuerdo al tipo de carga eléctrica que poseen y a la ionización que tienen, pueden dividirse en fuertes y débiles en función a la ionización que tengan en una solución acuosa. De esta manera los electrolitos en el plasma sanguíneo, derivarán en concentraciones diferentes en cada compartimiento del cuerpo, estableciendo un equilibrio iónico que permite mantener el pH en 7.4, mismo que será modificado en función a los cambios de aniones o cationes que se produzcan en el medio.

Por lo tanto es importante la descripción individualizada de los componentes iónicos del cuerpo humano, que se resumen en los siguientes elementos fundamentales: sodio (Na⁺), potasio (K⁺), cloro (Cl⁻), magnesio (Mg⁺⁺) y calcio (Ca⁺⁺). Los cambios en las concentraciones plasmáticas de estos elementos, condicionaran a una serie de manifestaciones clínicas, que deben ser consideradas para su reposición

adecuada y evitar de este modo complicaciones en la salud del paciente.

PALABRAS CLAVE

Electrolito. Sodio. Potasio. Cloro. Calcio. Magnesio.

INTRODUCCION

Se define como electrolito a toda sustancia con iones libres, capaz de transportar la corriente eléctrica y que se encuentra en forma de sólido fundido o presente en una disolución.

En el cuerpo humano, los electrolitos se encuentran disueltos en el plasma y sus variaciones provocan movimiento de agua entre los compartimientos donde se encuentran, concentrándose de manera diferente y manteniendo un equilibrio de los fluidos en las células.^{1,2} Cabe mencionar que los más importantes son aquellos con carga positiva como el: sodio (Na⁺), potasio (K⁺), calcio (Ca⁺⁺) y magnesio (Mg⁺⁺); y los iones con carga negativa como el : cloro (Cl⁻), bicarbonato (HCO₃⁻) y fosfato (HPO₄⁻).¹

El de mayor concentración en el líquido extracelular es el Na⁺⁺, mientras que el K⁺ es el electrolito de mayor concentración del líquido intracelular, junto con el Mg⁺. De igual manera, se pueden identificar a la dextrosa, creatinina y urea que son consideradas *no electrolitos* debido a que no pueden disociarse, formando iones, como lo hacen las sustancias antes mencionadas.

De esta manera, cada compartimiento líquido tendrá su propia composición electrolítica, que se encuentra medida en miliequivalentes (mEq) que indican el

¹ Médico Especialista en Medicina Interna. Docente Emérito UMSA. Mg.Sc. Psicopedagogía y Educación Superior. MBL. Dirección de desarrollo Local. Mg.Sc. Gestión, planificación y evaluación de proyectos. Miembro CNB.

² Univ. Tercer Año Facultad de Odontología UMSA

número de cargas iónicas o uniones electrovalentes en la solución ionizada.^{1,4}

CLASIFICACION

Generalmente los electrolitos aparecen como soluciones de ácidos o bases, siendo resultado de la disolución de algunos polímeros como el ADN, polipéptidos, etc., o de algunas sales, disueltas en agua, lográndose una disociación de sus iones.²

De acuerdo al tipo de aniones o cationes pueden ser:

a) *Electrolitos fuertes*; presentes en forma de iones en solución acuosa, donde se encuentran ionizados por completo en estado sólido, de forma tal que cuando se intenta disolverlos o fundirlos se libera solamente los iones de las fuerzas que los mantienen fijos. En este grupo se encuentran:^{2,6}

- a. Ácidos fuertes: son sustancias que se disocian completamente en una solución acuosa, con el fin de ganar electrones.
- b. Bases fuertes: es aquella sustancia que se disocia completamente en una solución acuosa, y que es capaz de aceptar protones.
- c. Sales: es un compuesto cargado de cationes y aniones entrelazados mediante una reacción química.

b) *Electrolitos débiles*: son aquellos que se encuentran diluidos en equilibrio de iones y moléculas, con ionización parcial, y disociación incompleta cuando se diluyen en agua.^{2,6}

- a. Ácidos débiles: son sustancias que se disocian parcialmente en una solución, aportando H⁺, pero teniendo también la capacidad de aceptarlos.
- b. Bases débiles: es aquella que no se encuentra disociada completamente y tiene una baja ionización en el agua.

Las concentraciones plasmáticas de los iones son:

IONES	LEC	LIC
Sodio	135-145 mEq/l	8-10 mEq/l
Potasio	3,5-4,5 mEq/l	140-150 mEq/l
Cloro	90-100 mEq/l	4 mEq/l
Calcio	8,0-10,0 mEq/l	0,01 mg/
Magnesio	2,0-2,5 mEq/l	26 mEq/L
HCO ₃ ⁻	24 mEq/L	10 mEq/L

LEC= líquido extracelular. LIC= líquido intracelular.
Fuente: Elaboración propia.

MECANISMO DE REGULACION ELECTROLITICA

El paso del agua a través de la membrana celular es libre, dejando pasar solamente a moléculas no cargadas iónicamente como la urea, creatinina, etc. De esta forma, el Na⁺, K⁺ y Mg⁺⁺, pasan de un lado a otro por la membrana celular, mediante un paso activo con liberación de energía (ATP), conservando la neutralidad eléctrica. Para ello, el ingreso o salida de un catión o anión, depende de la salida o entrada de otro, acompañándose del movimiento hídrico consiguiente. De manera que si el Na⁺ aumenta en el líquido extracelular, se producirá la salida de agua del interior de las células

para lograr el equilibrio de la presión osmótica entre ambos compartimientos.

El K^+ tiene dos procesos distintos de balance externo y el equilibrio interno, regulando su ingreso con la dieta y el consumo de hasta 120 mEq/d, mientras que el equilibrio interno mediante su redistribución dentro y fuera de la célula, se constituye en la forma más importante de regulación. El gradiente químico generado por transporte iónico activo, se constituye en la “*bomba de Na^+/K^+ ATP asa*”, donde por cada 3 iones activos de sodio al espacio extracelular, ingresan 2 iones de potasio al espacio intracelular, seguido de un proceso pasivo, donde el K^+ sale al líquido extracelular por el gradiente químico y la permeabilidad de la membrana de la célula.^{2,5,7}

La regulación del cloro, depende de su consumo y reabsorción renal, considerándose un requerimiento diario de 750 mg/d, que ingresan junto con la ingesta de sodio en la dieta, eliminándose en escasa cantidad por heces. Como el cloro y el sodio se encuentran estrechamente relacionados, las modificaciones de uno afectarán a las concentraciones del otro, por intervención de la aldosterona reteniendo o eliminando moléculas de sodio. El cloro de esta forma es reabsorbido y excretado en proporción inversa al bicarbonato regulando de esta forma el mecanismo ácido base del cuerpo.

El calcio a su vez, regula su existencia, a través del consumo diario del mismo en la dieta, representando la concentración ósea, el 99% de su distribución, mientras que el 1% se localiza en el espacio intracelular y el 0,1% en el espacio extracelular, por lo que las alteraciones de este electrolito se manifiestan por compromiso óseo.

Su absorción intestinal es promovida por la vitamina D activa, además de la reabsorción túbulo renal de calcio en función a las necesidades orgánicas y la acción de la paratohormona y vitamina D. Las proteínas en el espacio intravascular ligan al calcio haciéndolo no ionizable, por lo que su difusión es nula, mientras que el calcio libre iónico, se concentra en forma simétrica en ambos espacios.^{5,9}

De esta forma, la concentración iónica de calcio intracelular se regula por la presencia de troponina C en el músculo estriado y cardíaco, que promueven posteriormente el acoplamiento de actina y miosina, provocando contracción muscular, activándose la calmodulina, que elevará el calcio intracelular, activándose la fosfolipasa A2, mecanismo por el que se activaran las gonadotrofinas. La elevación de calcio, identificada por las mitocondrias celulares, lleva a desacoplamiento de la fosforilación oxidativa y llevando a déficit de oxígeno celular que dan origen a las manifestaciones clínicas consiguientes.⁹

SODIO

El Na^+ es el catión más abundante del cuerpo, localizándose principalmente en el líquido extracelular en forma libre (67%), siendo escaso en el líquido intracelular (3%), y en forma fija, no intercambiable localizada en el hueso, cartílago y tejido conectivo (30%).⁴

El consumo de Na^+ diario ingerido (150 mEq/l) en forma de hidratos de carbono, sal común, etc., aporta la cantidad necesaria de este electrolito para el mantenimiento de los sistemas orgánicos, de manera tal que el total consumido iguala al total excretado por los riñones (140 mEq/l), sudoración (5 mEq/l), heces (5 mEq/l), fiebre o tensión emocional.^{3,4}

POTASIO

El potasio es uno de los principales iones del organismo alcanzando una concentración de cerca a 3500 mEq y a diferencia del sodio, se localiza (98%), mientras que su concentración plasmática alcanza a los 5 mEq/l.¹ La eliminación del K⁺ por vía fecal es de 5 a 10 mEq/d, y por sudor se pierde al menos 10 mEq/d.

La principal función del potasio es la generación del potencial de reposo de la membrana celular, siendo particularmente importante en el proceso de excitabilidad del tejido nervioso, corazón y músculos (liso y esquelético), encontrándose en estos últimos, así como en el hígado el mayor reservorio de este elemento.

CLORO

Es el principal anión del líquido extracelular y se encuentra casi siempre unido al sodio en forma de cloruro de sodio (ClNa), lo que favorece al mantenimiento de la presión osmótica de la sangre.

El cloro se excreta en pequeñas cantidades a partir de la transpiración insensible y al igual que el Na⁺ se elimina en grandes cantidades en caso de sudoración profusa. Este anión tiene poca reabsorción renal, misma que se encuentra determinada por la reabsorción de sodio (Na⁺), controlada por la acción de la aldosterona. De esta forma por cada cloruro de sodio reabsorbido, se reabsorbe una molécula de bicarbonato, participando de esta forma en la neutralización de pH sanguíneo y el mantenimiento del equilibrio ácido base.^{3,5}

El cloro regula también la producción de ácido clorhídrico en el estómago e interviene en la contractilidad muscular,

además de favorecer el transporte del dióxido de carbono por los hematíes.³⁻⁸

CALCIO

Este electrolito requiere una ingesta diaria de 500 a 1000 mg de calcio elemental, eliminándose 100 a 200 mg por riñones, y 400 a 800 mg/d por heces.

El calcio (Ca⁺⁺) es un ion importante para la formación del hueso, interviniendo de manera activa en la coagulación sanguínea, reabsorción de la vitamina B12, transmisión sináptica y excitabilidad de las membranas. Sus valores plasmáticos dependen de la contracción muscular y se mantienen constantes, aun a expensas de extraer Ca⁺⁺ de los huesos.¹

MAGNESIO

Es el segundo catión más importante en el interior de las células, interviniendo en procesos como la adhesión celular, regulación de la estructura ribosómica, transporte de membrana, síntesis de proteínas, ácidos nucleicos, generación y transmisión del impulso nervioso, y contracción muscular.¹

TRASTORNOS ELECTROLITICOS

Los trastornos hidroelectrolíticos pueden ser secundarios a alteraciones en la concentración electrolítica, como:

- a. Hiponatremia: se define a la hiponatremia como la disminución de sodio plasmático menor a 135 mEq/l, constituyéndose en el trastorno más frecuente, producto de la pérdida por el aparato gastrointestinal, renal o edema.⁴
- b. Hipernatremia, definida como la concentración plasmática de sodio mayor a 145 mEq/l, provocado por

- exceso de aporte, o reducción de agua libre.
- c. Hipopotasemia o hipocaliemia con potasio plasmático menor a 3,5 mEq/l, provocado por déficit de consumo o pérdida gastrointestinal y urinaria.^{3,5} Esta deficiencia puede llevar a severas alteraciones en el músculo esquelético y liso, así como el sistema nervioso y músculo cardíaco.^{2,7}
 - d. Hiperpotasemia o hiperkaliemia, con niveles de potasio sérico mayor a 5,5 mEq/l, provocado por aumento de la ingesta o reducción de la excreción urinaria de K^+ . Las arritmias cardíacas resultantes, pueden poner en peligro la vida del paciente.^{2,7}
 - e. Hipocalcemia, con hallazgos de Ca sérico menores a 8,5 mEq/l o calcio ionizado menor a 4 mg/dl, provocado por insuficiencia renal, hipoparatiroidismo, hipomagnesemia, pancreatitis aguda, sepsis, alcalosis o transfusiones sanguíneas masivas con consumo de Ca^{++} .^{2,7}
 - f. Hipercalcemia, donde el Ca ++ sérico supera los 10 mEq/l, o el calcio ionizado es mayor a 4 mg/dl, producto de la presencia de tumores, hiperparatiroidismo, inmovilización, depleción de fósforo, uso de diuréticos tiazidicos o vitamina D, insuficiencia suprarrenal, hipertiroidismo, etc.¹⁻³
 - g. Hipomagnesemia: donde el magnesio sérico (Mg^{++}) alcanza valores menores de 1,7 mg/dl, producto del uso de diuréticos, diabetes descompensada, hipertiroidismo, hiperparatiroidismo, sepsis, quemaduras, etc.
 - h. Hiper magnesemia: con hallazgos de magnesio sérico mayores a 2,5 mg/dl, producto de sobrecarga alimenticia de magnesio en pacientes con lesión renal.^{2,3}
 - i. Hipocloremia, se define así a la disminución de cloro plasmático menor a 96 mEq/l. La disminución de este electrolito afecta los niveles de sodio, potasio y calcio séricos. Este cuadro se presenta por disminución en la ingesta o aumento de pérdidas por el aparato gastrointestinal o riñones, que se manifiesta por alcalosis hipoclorémica.⁸
 - j. Hipercloremia, es el cuadro donde el nivel de cloro plasmático supera los 106 mEq/l, y se asocia a disminución del bicarbonato sérico, presentándose en procesos de hiperparatiroidismo, hiperaldosteronismo, toxicidad al salicilato, etc.

BIBLIOGRAFIA

1. Corea Grisales E. Líquidos y electrolitos . URL disponible en: http://e-learning.hptu.org.co/file.php/79/LIQUIDOS_Y_ELECTROLITOS.def.pdf. Accedido en fecha 26 de octubre del 2013.
2. Anónimo. Electrolitos. URL disponible en: <http://bioquespecializada.files.wordpress.com/2009/04/electrolitos.pdf> Accedido en fecha 26 de octubre del 2013.
3. Alarcón J., Líquidos y electrolitos. URL disponible en: <http://www.reeme.arizona.edu/materials/Liquidos%20y%20electrolitos.pdf> Accedido en fecha 26 de octubre del 2013.
4. Piña Garza E. Metabolismo del Agua y electrolitos. URL disponible en: http://www.facmed.unam.mx/publicaciones/libros/pdfs/laguna_41-56.pdf

- Accedido en fecha 26 de octubre del 2013.
5. Monckeberg F., Peretta M., Corvalan H. Balance del Potasio en la deshidratación aguda del lactante. URL disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/rcp/v27n1/art02.pdf> Accedido en fecha 26 de octubre del 2013.
 6. Meza García M. Disturbios del estado ácido-básico en el paciente crítico. Acta Med Per 2011;28(1); 46-53.
 7. División Clínica Médica-Hospital General. Trastornos del metabolismo del potasio. Libro virtual IntraMed. URL disponible en: http://www.intramed.net/sitios/libro_virtual/pdf/36.pdf Accedido en fecha 26 de octubre del 2013.
 8. Anónimo. Cuándo y cómo el cloro interviene en el balance electrolítico. URL disponible en: <http://www.tecnin.com/files/interpretacion-clinica-del-ion-cloro.pdf> Accedido en fecha 26 de octubre del 2013.
 9. Cipriani E. Metabolismo del calcio. URL disponible en: <http://www.upch.edu.pe/famed/rmh/1-2/v1n2tr1.pdf> Accedido en fecha 26 de octubre del 2013.