

1. MEDIO INTERNO

María Isabel Ostabal Artigas

DEFINICIÓN

En el siglo XIX, C. Bernard introdujo el término *medio interno*, definiéndolo como un medio estable que baña a todas las células, del que estas, toman las sustancias que necesitan y al que arrojan los productos de desecho que producen. Es decir, el medio interno equivale al líquido extracelular.

Posteriormente, Cannon, introdujo el término *homeostasis* para referirse a la uniformidad y estabilidad del mismo frente a un entorno cambiante. Siendo, precisamente, este mantenimiento del organismo dentro de unos límites lo que le permite desempeñar sus funciones de forma equilibrada y adecuada. Para ello, la naturaleza nos proveyó de una serie de órganos o sistemas, cuya disfunción puede conllevar el deterioro de la estabilidad clínica e incluso la muerte.

SISTEMAS REGULADORES

El organismo, como ya hemos referido, dispone de una serie de mecanismos reguladores, intrincados unos con otros, que intentan evitar cualquier desequilibrio en la homeostasis frente a cualquier noxa patógena o dañina. Dentro de los cuales, y siendo conscientes que dejamos de mencionar muchos, *contamos con:*

- *Tegumentos:* Piel y mucosas, que cubren todas las superficies en un intento de mantenernos parcialmente aislados del medio ambiente. Se trata de unas estructuras histológicas ideadas para este fin y colonizadas por microorganismos conocidos como microbiota, que actúan como comensales, protegiendo y restaurando el pH de la piel.

- *Sistema renal*: Es el encargado de eliminar sustancias tóxicas y desechos del metabolismo celular que se encuentran en la sangre. También, son los riñones los que mantienen constante el volumen de agua y las concentraciones electrolíticas. Participan en la activación de la vitamina D y la producción de eritropoyetina.
- *Sistema digestivo*: Transfiere sustancias nutricionales a la sangre, debidamente procesadas para que sean transportadas por la misma y las células dispongan de nutrientes (hidratos de carbono, grasas y proteínas, así como oligoelementos y vitaminas).
- *Sistema circulatorio*: Transporta O₂ y nutrientes para ser utilizados por las células y el CO₂ y otros desechos para ser expulsados del organismo.
- *Sistema respiratorio*: Es el encargado del intercambio de gases, aportando O₂ y eliminando CO₂.
- *Sistema neuroendocrino*: El sistema nervioso regula el medio interno mediante el control de la función del:
 - » Sistema nervioso autónomo.
 - » Sistema endocrino a través del hipotálamo, que a su vez regula la secreción de otras glándulas mediante el control de la hipófisis, dividiéndose esta en:
 - Hipófisis anterior que segrega hormonas adenohipofisarias:
 - * Hormona de crecimiento.
 - * Tirotropina.
 - * Prolactina.
 - * Adrenocorticotropina.
 - * Hormonas sexuales.
 - Hipófisis posterior que segrega hormonas neurohipofisarias:
 - * Vasopresina.
 - * Oxitocina.

Dentro de las *funciones* que tienen estas hormonas y en las que se sustenta el equilibrio del medio interno se encuentran:

- ADH o vasopresina:
 - » Vasoconstricción.
 - » Reabsorción de agua por los riñones.
- TSH:
 - » Hormona estimulante del tiroides.
 - » Producción de T3 y T4 en el tiroides.

- ACTH:
 - » Glucocorticoides.
 - » Aldosterona.
 - » Testosterona.
- GH u hormona del crecimiento:
 - » Actúa sobre todas las células.

COMPOSICIÓN DEL LÍQUIDO EXTRACELULAR E INTRACELULAR

El agua corporal se distribuye en dos grandes compartimentos: el líquido intracelular (LIC) y el extracelular (LEC). El primero es el que está dentro de las células y supone el 65% del agua corporal.

El *compartimento extracelular* es el que está fuera de las células y representa el 35% del agua corporal, dividiéndose en:

- El plasma o líquido plasmático.
- El intersticio o líquido intersticial.
- El transcelular o líquido transcelular.

El plasma es el líquido que está en los vasos y el corazón, lo podríamos definir como la porción líquida de la sangre.

El líquido intersticial es el líquido de los espacios intercelulares, incluyendo también la linfa circulante, el tejido conectivo y el hueso. El líquido intersticial está fuera de los vasos y en contacto con las membranas celulares. Siendo la linfa, el líquido intersticial que ha penetrado en los vasos linfáticos. Juntos, tejido intersticial y linfático representan la mayor proporción de agua dentro del líquido del compartimento extracelular, conteniendo en su composición aniones y cationes como sodio, calcio, fosfato, cloro, potasio y proteínas.

Las diferencias entre el LIC y LEC es lo que permite establecer gradientes, de esta forma en reposo el interior de la célula es negativo con respecto al exterior que es positivo. Debido a que dentro de la célula hay gran cantidad de aniones orgánicos como por ejemplo las proteínas y el potasio; mientras que en el exterior hay más cantidad de cloro y de sodio. Si no existieran estos gradientes no sería posible el intercambio celular.

El líquido transcelular está separado del resto de líquidos, incluyéndose en él, los líquidos de secreciones digestivas y urinarias y los contenidos en membranas serosas como la sinovial, el líquido cefalorraquídeo, la pleura o el pericardio, el humor acuoso, etcétera. Todo el líquido transcelular representa el 2,5% de todo el contenido de agua del organismo.

CAUSAS DE ALTERACIÓN DEL MEDIO INTERNO

Existen múltiples causas que alteran la homeostasis del medio interno y por lo tanto producen enfermedades.

Podemos *clasificar* las mismas en:

- *Externas:*
 - » Calor extremo.
 - » Frío extremo.
 - » Traumas mecánicos.
 - » Escasez de oxígeno.
- *Internas:*
 - » Dolor.
 - » Tumores.
 - » Hipertensión arterial.
 - » Estrés.
 - » Inflamación.
- *Situaciones extremas:*
 - » Intervenciones quirúrgicas u otras maniobras terapéuticas intervencionistas.
 - » Infecciones graves o sepsis.
 - » Hemorragias.
 - » Exposición a dosis excesivas de radiaciones.
 - » Intoxicaciones por drogas, medicamentos, productos químicos o ambientales.
 - » Otros.

Formación Alcalá

2. BALANCE HIDROSALINO

María Isabel Ostabal Artigas

DEFINICIÓN

El balance hidrosalino es el equilibrio existente en el medio interno con respecto al agua, electrolitos y otros solutos que en ella se disuelven. El agua corporal total es el 60-65% del peso de una persona, aunque en el caso del sexo femenino al disponer de más cantidad de tejido adiposo, esta proporción es algo menor. Variando también su porcentaje según el grupo etario del que estemos hablando:

- 80% en recién nacidos y primeros años de vida.
- 70% en adultos.
- 60-50% en ancianos.

De este volumen, las $\frac{2}{3}$ partes corresponden al agua intracelular y el $\frac{1}{3}$ que resta a la extracelular. A su vez el espacio extracelular se distribuye del siguiente modo: $\frac{3}{4}$ partes corresponde al espacio intersticial y la parte restante al espacio intravascular.

En cuanto a la composición electrolítica de los compartimentos intravascular e intersticial, esta es prácticamente la misma o, dicho de otra forma, es la misma para todo el espacio extracelular; la única diferencia entre estos 2 compartimentos mencionados, es la presencia de proteínas en el espacio intravascular, que no se dan en el intersticial, además de, por supuesto, la existencia del componente celular correspondiente a la sangre; dichas proteínas, gracias a su poder oncótico, son las responsables del mantenimiento del agua y de los electrolitos dentro de los vasos; de hecho, en presencia de hipoalbuminemia, existe fuga del agua y de los iones del espacio intravascular al intersticial, lo cual posteriormente

dará origen a la formación de edemas. La barrera que separa los 2 compartimentos del espacio extracelular es la pared capilar.

Actualmente, se sabe que en el correcto mantenimiento de esta barrera que separa el espacio intravascular del intersticial y; por tanto, en el mantenimiento del balance hidro-salino, interviene una estructura hasta ahora poco conocida y a la que no se le había reconocido la importancia que tiene. Es el Glucocálix. Este está formado por 3 tipos de *componentes*:

- Proteoglicanos.
- Glucosaminoglicanos.
- Glucoproteínas.

Esta tenue estructura del endotelio que lo cubre en su cara luminal, tiene un importante papel en la fisiología vascular, ya que regula la permeabilidad de líquidos y moléculas y, la distribución del flujo sanguíneo en la microcirculación. Además, participa con las células endoteliales en la coordinación de la vasomoción, previene la formación local de coágulos a través de acciones anticoagulantes y pro-fibrinolíticas locales, evita la adhesión de las plaquetas y leucocitos a la pared vascular y en general defiende a la pared vascular en contra de diversas condiciones nocivas.

En la degradación, de glucocálix endotelial, pueden participar *estímulos físicos* como la presión sobre la pared vascular o químicos, como:

- Hiperglucemia.
- Hipernatremia.
- Hipercolesterolemia.
- Estrés oxidativo y ciertas moléculas inflamatorias.

El daño en el glucocálix origina una *alteración de sus funciones*, incluyendo:

- Incremento de la permeabilidad a líquidos, solutos y lipoproteínas.
- Aumento de la adherencia leucocitaria a la pared vascular y disfunción endotelial.

OSMOLARIDAD

Es la concentración de solutos o partículas de un líquido. La osmolaridad del líquido intracelular, en condiciones fisiológicas, es igual a la osmolaridad del líquido extracelular. La osmolaridad normal del plasma es de 280-295 mOsmoles/kg.

La osmolaridad del plasma está determinada por la concentración de los siguientes elementos: sodio, potasio, glucosa y nitrógeno ureico y su cálculo se efectúa con la siguiente *fórmula*:

$$\text{Osmolaridad plasmática} = 2 (\text{Na}^+ + \text{K}^+) + \text{glucosa}/18 + \text{BUN}/2,8$$

El cálculo de la osmolaridad efectiva se obtiene al considerar los mismos elementos mencionados, excepto el nitrógeno ureico porque atraviesa la membrana celular.

Para que este desequilibrio no se rompa es necesaria una serie de mecanismos reguladores.

MECANISMOS REGULADORES DEL LÍQUIDO EXTRACELULAR

Existen mecanismos o receptores aferentes, en distintos órganos, que detectan cambios de la volemia y lo transmiten al sistema nervioso central. Los principales *receptores* son los barorreceptores que pueden ser:

- *De baja presión:*
 - » Situados en grandes venas centrales y aurículas.
- *De alta presión:*
 - » Situados en el arco aórtico y el seno carotídeo y el aparato yuxtaglomerular.

La información es procesada y, se ponen en marcha mecanismos eferentes para corregir las deficiencias y reestablecer la homeostasis, regulando el volumen extracelular. Para ello, *actúan*, fundamentalmente, sobre el sodio y el agua, a través de:

- La filtración glomerular.
- La reabsorción de sodio a nivel tubular.
- La secreción de hormona antidiurética, también conocida como vasopresina o ADH.

Si la osmolaridad aumenta, aumenta la sensación de sed y la secreción de ADH.

Si la osmolaridad disminuye se produce una inhibición de la sed y de la secreción de ADH.

La sed se desencadena por la disminución del agua celular, que detectan unas células especializadas del cerebro, llamadas osmorreceptores. Estas también provocan la liberación de hormona antidiurética, que actúa sobre el riñón para disminuir la pérdida de agua a través de la orina. Si se bebe agua, esta se intro-

duce en el torrente circulatorio una vez es absorbida por el intestino y reduce el gradiente de concentración y, hace disminuir consecuentemente la liberación de hormona antidiurética. Si no se bebe enseguida o si la cantidad no es suficiente, se libera cada vez más hormona antidiurética y se reduce la producción de orina.

Por otra parte, si se pierde demasiada agua, por ejemplo; tras vómitos incoercibles o hemorragias moderadas-severas, se produce una disminución del volumen sanguíneo. Hay unas células especializadas del sistema cardiovascular que detectan esta disminución y envían una señal al cerebro para que libere hormona antidiurética y para que aumente la concentración de otra hormona llamada angiotensina.

La angiotensina tiene varias *funciones*:

- Estimula la liberación de hormona antidiurética y el consumo de agua.
- Produce vasoconstricción.
- Estimula la liberación de aldosterona. Siendo el principal efecto de la aldosterona disminuir la cantidad de sodio excretado en la orina, mediante su reabsorción, para que el sodio arrastre agua y con ello aumente el volumen intravascular.



Formación Alcalá