

Alteraciones del equilibrio ácido-base en el adulto

C. Ichai, H. Massa, S. Hubert

El concepto clásico de Henderson-Hasselbalch explica las variaciones del pH plasmático a través de las del bicarbonato plasmático, de la presión parcial de anhídrido carbónico (PaCO_2), o de ambos, pero se basa en dos variables totalmente dependientes e ignora la intervención de los ácidos plasmáticos débiles. Según el concepto de Stewart, el pH plasmático depende del grado de disociación del agua plasmática, sobre la que influyen tres variables independientes que son: la diferencia iónica fuerte (SID, strong ion difference) o diferencia entre todos los cationes y aniones plasmáticos fuertes, la cantidad de ácidos débiles en el plasma (albuminato y fosfatos) y la PaCO_2 . Este concepto, aunque más difícil de aplicar a la práctica clínica, parece más adecuado para el diagnóstico de las alteraciones complejas del equilibrio ácido-base de los pacientes en reanimación. Las acidosis metabólicas orgánicas más frecuentes son la acidosis láctica, la cetoacidosis diabética y la acidosis de la insuficiencia renal aguda. Las acidosis metabólicas hiperclorémicas también son frecuentes y, a menudo, de origen iatrogénico en el período postoperatorio, en relación con la perfusión de solutos no equilibrados (suero fisiológico). En las acidosis metabólicas orgánicas no está indicada la administración de bicarbonato, salvo que el pH sea muy bajo, inferior a 7. Las alcalosis metabólicas hipocloropotasémicas de origen digestivo son asimismo frecuentes en anestesia-reanimación. Su tratamiento consiste en el aporte de KCl y de NaCl. Para hacer el diagnóstico de las alteraciones complejas del equilibrio ácido-base es necesario comparar la variación del bicarbonato con la de la cloremia, del hiato aniónico plasmático o ambos.

© 2007 Elsevier Masson SAS. Todos los derechos reservados.

Palabras Clave: Acidosis; Albúmina; Alcalosis; Cloro; Henderson-Hasselbalch; Lactato; Stewart; «Strong ion difference»; hiato aniónico

Plan

■ Introducción	1	■ Alcalosis metabólicas puras	11
■ Datos generales sobre el equilibrio ácido-base	2	Diagnóstico positivo	11
Definiciones	2	Diagnóstico etiológico	11
Regulación del equilibrio ácido-base	2	Tratamiento	13
■ Interpretación de una alteración del equilibrio ácido-base	2	■ Alteraciones del equilibrio ácido-base de causa respiratoria simple	14
Principales conceptos fisiopatológicos	2	Acidosis respiratoria	14
Herramientas de diagnóstico	3	Alcalosis respiratoria (AlcR)	15
■ Definición y clasificación de las alteraciones del equilibrio ácido-base	5	■ Diagnóstico de las alteraciones mixtas y complejas del equilibrio ácido-base	16
Definición de las alteraciones del equilibrio ácido-base	5	■ Conclusión	16
Fisiopatología de las alteraciones del equilibrio ácido-base	7		
■ Acidosis metabólicas puras	8		
Signos clínicos	8		
Signos biológicos	8		
Diagnóstico etiológico	8		
Tratamiento	9		

■ Introducción

El organismo posee numerosos mecanismos reguladores que permiten mantener el pH dentro de unos límites muy estrechos. La interpretación de una acidosis o de una alcalosis requiere un gran conocimiento de los conceptos fisiopatológicos y de los instrumentos necesarios para su diagnóstico. Al concepto clásico de

Henderson-Hasselbalch sucedió años más tarde el de Stewart que, aunque difícil de aplicar en la práctica habitual a la cabecera del enfermo, permite un enfoque más preciso y reflexivo de las complejas alteraciones del equilibrio ácido-base (AEAB). Aunque las AEAB metabólicas y respiratorias puras son frecuentes, no hay que olvidar las mixtas y las complejas, cuyo diagnóstico orienta hacia distintos mecanismos implicados y hacia el tratamiento más adecuado.

■ Datos generales sobre el equilibrio ácido-base

Definiciones [1]

En la década de 1980, Arrhenius definió a los ácidos como sustancias que, cuando se disocian en el agua, aumentan la concentración de protones. Medio siglo después, Bronsted y Lowry definieron como ácido toda sustancia susceptible de donar protones según la fórmula: $HA \rightarrow H^+ + A^-$ (anión). Estas dos definiciones son totalmente aplicables al plasma, pues el agua plasmática puede disociarse en protones e iones hidroxilo según la fórmula $H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$.

Regulación del equilibrio ácido-base

En una persona sana, el pH sanguíneo varía sólo dentro de límites muy estrechos, $7,40 \pm 0,02$. El metabolismo celular del organismo produce alrededor de 70 mmol/día de aniones H^+ , pero, en condiciones fisiológicas, la concentración de protones permanece estable gracias a varios sistemas de regulación [2, 3]. Uno, de tipo fisicoquímico y de acción inmediata, es el de los sistemas de amortiguación plasmáticos y globulares. El tampón extracelular más importante es el ion bicarbonato HCO_3^- , que se combina con el ion H^+ de la siguiente forma: $H^+ + HCO_3^- \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow H_2O + CO_2$.

Cuatro órganos, el pulmón, el hígado, el músculo y el riñón, pueden actuar como sistemas de amortiguación, gracias a determinadas vías metabólicas. Los dos órganos considerados clásicamente como implicados en la eliminación de los iones H^+ son el pulmón y el riñón. La vía respiratoria que depura el ácido volátil CO_2 es un sistema abierto. Es mayoritario desde el punto de vista cuantitativo y depende de la oxidación completa de los aniones en el ciclo de Krebs. La eliminación de los iones H^+ producidos en el metabolismo de los aminoácidos se efectúa por los riñones, a través de la formación de urea o de ion amonio NH_4^+ , al mismo tiempo que se elimina un protón en forma de acidez valorable y se regenera un ion bicarbonato [3, 4]. Este concepto clásico de regulación renal única ha sido sustituido en la actualidad por una visión más moderna de funcionamiento integrado muscular, hepático y renal (Fig. 1) [5, 6]. El hígado participa en la neutralización de las bases fuertes generadas en el catabolismo de los aminoácidos a través del ciclo de la ureogénesis. El músculo esquelético, que es el productor de la mayor parte de la glutamina, permite la transferencia de NH_4^+ sin consumo paralelo de bicarbonato. Sin embargo, la eliminación final de este NH_4^+ sólo puede hacerse mediante su metabolismo en el riñón, en el que la glutamina se hidroliza a glutamato + NH_4^+ en las células tubulares. Al contrario que el ciclo de la urea, puede considerarse que esta vía es alcalinizante, ya que permite la eliminación neta de NH_4^+ sin consumo de bicarbonato. Aunque el hígado dispone del material enzimático necesario para la síntesis de glutamina, es probable que su participación en la regulación del pH plasmático a través de esta vía sea modesta, en comparación con la del músculo [6, 7].

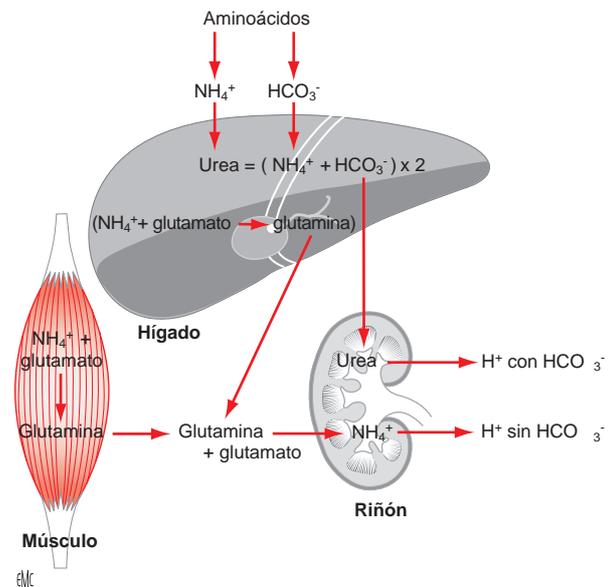


Figura 1. Regulación del pH a través del funcionamiento integrado del músculo, el hígado y el riñón. La regulación del pH implica la cooperación entre los órganos: el hígado, por medio de la génesis de urea, elimina NH_4^+ consumiendo bicarbonato, mientras que el músculo elimina NH_4^+ por la vía de la glutamina sin consumir bicarbonato. En este esquema, el riñón aparece como un simple efector para eliminar los iones H^+ , bien en forma de urea, bien en forma de NH_4^+ procedente de la glutamina.

■ Interpretación de una alteración del equilibrio ácido-base

Principales conceptos fisiopatológicos

Aunque durante mucho tiempo la referencia fue el enfoque tradicional de Henderson-Hasselbalch, los conceptos más recientes de Sigaard-Andersen y de Stewart merecen una atención especial que permita una reflexión más profunda.

Ecuación de Henderson-Hasselbalch

El enfoque tradicional de Henderson-Hasselbalch, próximo a la definición de Bronsted y Lowry, se basa en la aplicación de la ley de acción de masas en equilibrio del CO_2 y en la relación existente entre las variaciones del bicarbonato plasmático y la concentración de ácidos fuertes [2, 8, 9]. Esta aplicación conduce a la famosa ecuación de Henderson-Hasselbalch: [Fórmula].

$$pH = 6,10 + \log \left[\frac{HCO_3^-}{0,03 \times PaCO_2} \right]$$

En condiciones de equilibrio, la cantidad de ácidos excretados y la de bicarbonatos producidos por el riñón es igual a la producción metabólica de protones, lo que permite mantener el pH. La pérdida de este equilibrio provoca acidosis o alcalosis. Según este concepto, los cambios del pH se deben a las variaciones de los bicarbonatos plasmáticos (alteración metabólica) o de la $PaCO_2$ (alteración respiratoria). A pesar de su exactitud matemática, esta ecuación no tiene en cuenta:

- la dependencia matemática que existe entre los bicarbonatos y la $PaCO_2$;
- la presencia de amortiguadores no volátiles y distintos del bicarbonato, tales como las proteínas plasmáticas;
- la intervención de los ácidos débiles (fosfato, albuminado).

«Exceso de base» (EB) de Sigaard-Andersen

En la década de 1950, Sigaard-Andersen desarrolló el concepto de EB, que se define como la cantidad de

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/2756810>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/2756810>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)