III. CONTROL PRACTICO DE LA CONFIABILIDAD DE LOS ESTUDIOS ACIDO-BASICOS

Dr. Humberto Campana, Encargado Extensión Docente Cátedra de Clínica Médica I, Policlínico Ferroviario Mendoza, Argentina.

Dr. Ricardo Motta

Dr. Carlos Cuello

Dr. Guillermo Elías

Dr. Rodolfo Magni

Dr. Mario García

Dra. Isabel Martínez

Integrantes Extensión Docente

Dr. Humberto Campana, Cayetano Silva 3348, (5500) Mendoza, Teléfono 307129.

RESUMEN

Se analiza un método práctico para controlar la confiabilidad de los estudios ácido-básicos, basado en la ubicación de los valores obtenidos en la ecuación de Henderson.

SUMMARY

The authors analyze a practical method to control the results from the acid-base studies, consisting in comparing the three variables (H^+ , HCO_3^- and $pa\ CO_2$) in a modified Henderson-Hasselbalch equation.

Los aspectos que nos proponemos analizar son conocidos desde hace tiempo, sin embargo la experiencia nos ha evidenciado que estos conocimientos no se aplican frecuentemente en la práctica clínica.

Los trastornos ácido-básicos pueden expresarse sobre la base de la clásica ecuación logarítmica de Henderson-Hasselbalch o bien mediante la ecuación no logarítmica de Henderson (reestructurada por Kassirer y Bleich):

$$[H^+] = 24 \cdot \frac{pa\ CO_2}{[CO_3H^-]}$$

Esta última implica una expresión de gran utilidad clínica^{1,2,3,4} y en la misma la $[H^+]$ (concentración de hidrogeniones) se expresa en nEq/l (nanoequivalentes por litro), la $pa\ CO_2$ (presión parcial del anhídrido carbónico de la sangre arterial) en mm Hg (milímetros de mercurio) y la $[CO_3H^-]$ (concentración del bicarbonato plasmático real) en mEq/l (miliequivalentes por litro).

Destaca la interdependencia de los tres parámetros de la ecuación de Henderson-Hasselbalch y permite un cálculo rápido de la concentración de los hidrogeniones, la presión parcial del anhídrido carbónico y la concentración del bicarbonato. Lo anterior conociendo dos de estos tres datos.^{2,3}

Se recomienda el cálculo de una variable a partir de las otras dos, a manera de control, incluso cuando se hayan mediado las tres independientemente una de otra.^{2,3}

Ahora bien, a un pH arterial de 7,40 corresponde una concentración de hidrogeniones aproximada de 40 nEq/l; a partir de este valor, cada cambio de un centésimo (0,01) de unidades de pH corresponde más o menos a 1 nEq/l de cambio en la concentración de hidrogeniones (pero en dirección opuesta).

Lo anterior se cumple con importante aproximación para un pH situado entre 7,20 y 7,50.

Estas relaciones, fáciles de recordar, posibilitan la conversión de las medidas del pH más frecuentes en sangre en su equivalente concentración de hidrogeniones.

De todas maneras, y especialmente para valores del pH fuera del rango 7,20-7,50, puede consultarse la tabla correspondiente para convertir pH en concentración de hidrogeniones (en nEq/l).^{5,6}

Un estudio de "estado ácido-base" nos proporciona los valores de las tres variables que constituyen la ecuación logarítmica de Henderson-Hasselbalch:^{7,8} pH, $pa\ CO_2$ y $[CO_3H^-]$.

Sobre la base de lo expresado anteriormente supongamos el siguiente estado ácido-base:

$$\begin{aligned} pH &= 7,40 \\ pa\ CO_2 &= 40\ mm\ Hg \\ [CO_3H^-] &= 24\ mEq/l \end{aligned}$$

Ubiquemos estos valores en la ecuación no logarítmica de Henderson (previa conversión del pH en concentración de hidrogeniones):

$$40 = 24 \cdot \frac{40}{24}$$

de donde se deduce:

$$40 = 40$$

La igualdad derivada de este cálculo proporciona un control, en este caso satisfactorio, de "compatibilidad interna".⁹

Veamos este segundo ejemplo:

$$\begin{aligned} pH &= 7,38 \\ pa\ CO_2 &= 38\ mm\ Hg \\ [CO_3H^-] &= 23\ mEq/l \end{aligned}$$

Procediendo como en el caso anterior (también aquí convirtiendo pH en concentración de hidrogeniones, según la regla práctica explicada):

$$42 = 24 \cdot \frac{38}{23}$$

se obtiene:

$$42 = 39,7$$

También en esta situación el citado control es satisfactorio, ya que prácticamente se cumple con la igualdad entre ambos términos de la ecuación (pequeñas diferencias no interesan en la práctica clínica).

Analícemos ahora estos otros hipotéticos resultados:

$$\begin{aligned} \text{pH} &= 7,30 \\ \text{pa CO}_2 &= 60 \text{ mm Hg} \\ [\text{CO}_2/\text{H}^+] &= 20 \text{ mEq/l} \end{aligned}$$

Aplicando el mismo método:

$$50 = 24 \cdot \frac{60}{20}$$

es decir:

$$50 = 72$$

El control aquí demuestra que los valores obtenidos no son congruentes entre sí: existe inexactitud en la determinación de los mismos.¹³⁾

Llegados a este punto, consideramos de interés destacar cuanto sigue.

Teniendo en cuenta parámetros intervinientes, como coeficiente de solubilidad del anhídrido carbónico, unidades de medida, etc., se trata evidentemente

de cálculos aproximados aunque de definida utilidad para la práctica clínica.

Por otra parte, se desprende de la ecuación de Henderson que la concentración de las hidrogeniones es una función de la relación entre la presión parcial del anhídrido carbónico y la concentración del bicarbonato plasmático, no dependiendo del valor absoluto de ambas.¹⁴⁾

Es decir que, en nuestro primer ejemplo, si la presión parcial del anhídrido carbónico fuese de 60 mm Hg y la concentración del bicarbonato de 36 mEq/l, también hubiesen correspondido a un pH de 7,40 con "control de compatibilidad interna" satisfactorio.

Obviamente se trataría de un estado ácido-base diferente a los dos primeros (ambos normales): correspondería a una situación patológica, compensada.

Consideramos de interés recordar estos conceptos y aplicar rutinariamente estos sencillos cálculos, tanto por parte del profesional que realiza este tipo de estudios como del médico a quien llegan para ser incluidos en el contexto de la problemática de un determinado caso clínico.

Finalmente, enfatizamos que el mejor control de confiabilidad consiste en la concordancia del resultado obtenido con la situación clínica del paciente.

Eventuales discordancias, al margen de la existencia o no de controles no satisfactorios, implican la conveniencia de repetir el estudio.

BIBLIOGRAFIA

1. Bidani, A.: "Acid-base disorders", Med. Clin. N. Amer., 70:10,26-1015, 1986.
2. Lovosio, C. y col.: "Equilibrio ácido-base". "Homeostasis del medio interno en cirugía y cirugía". Primera edición. Pedro García S. A. Buenos Aires, Editorial El Ateneo, 1983, 42-47.
3. Narins, R. G.; Laurence, B. G.: "Simple acid-base disturbances" Med. Clin. N. Amer., 65: 321-346, 1981.
4. Laiki, M. E.: "Regulación normal del equilibrio de ácidos y bases: respuesta renal y pulmonar y otros mecanismos amortiguadores extrarrenales", Med. Clin. N. Amer., 7:77-780, 1983.
5. Cohen, J. J.; Kassirer, J. P.: "Evaluación clínica de los trastornos ácido-básicos". "El equilibrio ácido-básico y sus trastornos". Primera edición. Salvat Editores S.A., Barcelona, 1985: 395-408.
6. Katz, J.; Ferder, L.; Cadoppi, N.: "Trastornos del equilibrio ácido-base". "Bases fisiopatológicas para la terapéutica del medio interno y del estado ácido-base". Primera edición. Lamadrid S. R. L. Buenos Aires, Editorial Celcius J. J. Vallory, 1980: 143-181.