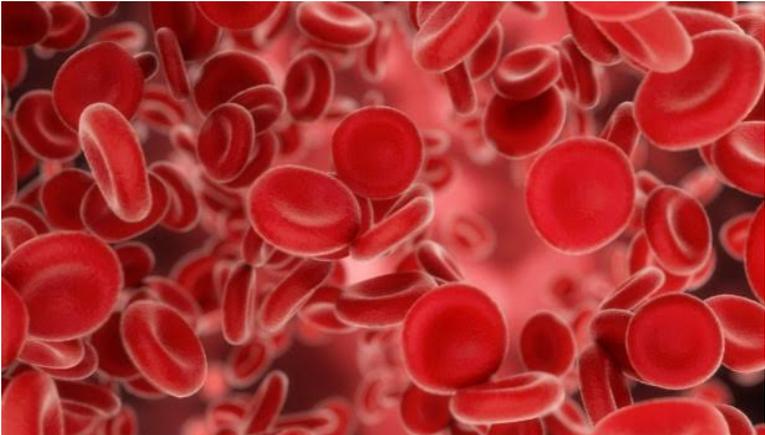




INTERPRETACIÓN DE GASES ARTERIALES



Alumno: Marco Antonio Domínguez Morales
Dr. Alfredo Lopez lopez

INTERPRETACIÓN DE GASES ARTERIALES

La gasometría es la medición de los gases disueltos en la sangre, que se realiza mediante la cuantificación de pH, presión de dióxido de carbono ($p\text{CO}_2$), bicarbonato sérico (HCO_3^-), lactato y electrolitos séricos: sodio (Na), potasio (K) y cloro (Cl). Es útil para llevar a cabo un diagnóstico, complementar la etiología y establecer tratamiento en el paciente críticamente enfermo. Las alteraciones ácido-base generalmente son consecuencia de una patología preexistente, aunque en raras ocasiones tienen un carácter primario. Los trastornos mixtos son los más comunes; para poder identificarlos, el médico debe evaluar la respuesta fisiológica compensadora para cada trastorno, si los valores se encuentran fuera del rango esperado, se traduce en un trastorno «mixto» o «agregado». Si conocemos el grado de compensación metabólica o respiratoria podremos realizar diagnósticos más precisos. «Estimar» y realizar cálculos incorrectos conduce a diagnósticos erróneos y se traduce en malos tratamientos. Tener la disponibilidad de ecuaciones confiables y fáciles de utilizar a la cabecera del paciente es fundamental. Hace más de 100 años que Henderson Hasselbalch determinaron el enfoque tradicional para describir los cambios en el pH, los cuales corresponden a procesos respiratorios a través de la presión parcial de dióxido de carbono (PaCO_2) y a procesos metabólicos a través del bicarbonato (HCO_3^-), así como la disociación del ácido carbónico (H_2CO_3). Con el venir de los años se han agregado complementos que ayudan a determinar mayores diagnósticos gasométricos, como son Siggaard-Andersen y el exceso de base (EB), Emmett y Narins con la brecha de aniones. Son múltiples las formas de interpretar una gasometría, aunque ninguna mejor que la otra.

Los tres pasos, en orden de frecuencia, que se deben utilizar para interpretar una gasometría son:

- Paso 1. pH (7.35-7.45).
- Paso 2. PaCO_2 (35-45 mmHg a nivel del mar).
- Paso 3. Base (-2 a +2 mEq/L).

Las tres fórmulas que se deben emplear para calcular la compensación esperada después de identificar el primer trastorno metabólico o respiratorio son:

- PaCO₂ esperada = $(1.5 \times \text{HCO}^-) + 8 \pm 2$ (acidosis metabólica).
- PaCO₂ esperada = $(0.7 \times \text{HCO}_3^-) + 21 \pm 2$ (alcalosis metabólica).
- Base esperada: $(\text{PaCO}_2 - 40) \times 0.4$ (acidosis y alcalosis respiratoria crónica).

Recuerde que los trastornos respiratorios agudos (< 24 horas) no modifican la base, por lo que no será necesario calcular compensación esperada.

Paso 1. Determinar el pH; si está alterado, ver la dirección de la alteración (acidosis o alcalosis); o si el pH es normal, ir al paso 2.

Paso 2. Determinar la PaCO₂; si está alterada, ver la dirección de la alteración (acidosis respiratoria o alcalosis respiratoria); o si la PaCO₂ es normal, ir al paso 3.

Paso 3. Determinar la base o EB; si está alterada, ver la dirección de la alteración (acidosis metabólica o alcalosis metabólica). También es de utilidad para determinar si un trastorno respiratorio es agudo o crónico (EB normal = trastorno respiratorio agudo; EB anormal = trastorno respiratorio crónico). Si los tres pasos son normales, se considera una gasometría normal.

Para entender lo anterior, veamos a continuación:

- Evaluar el pH; si es normal, valore la PaCO₂; si es normal, evalúe el EB; si es normal, entonces la gasometría es normal.
- Evaluar el pH; si es normal, valore la PaCO₂; si es normal, evalúe el EB; si es anormal, entonces existe una alteración metabólica (negativo = acidosis metabólica, positivo = alcalosis metabólica).
- Evaluar el pH; si es normal, valore la PaCO₂; si es anormal (> 45 mmHg = acidosis respiratoria, < 35 mmHg = alcalosis respiratoria), evalúe el EB; si es normal, entonces existe un trastorno respiratorio agudo; si es anormal, existe un trastorno respiratorio crónico.

- Evaluar el pH; si es anormal, valore la PaCO₂; si es normal, evalúe el EB; si es anormal, entonces existe una alteración metabólica (negativo = acidosis metabólica, positivo = alcalosis metabólica).

Lo siguiente a realizar es valorar el grado de compensación para cada trastorno: lo respiratorio es compensado con lo metabólico y lo metabólico con lo respiratorio. Un error frecuente es suponer que un trastorno está compensado cuando el pH se encuentra en valores de referencia; en realidad, los cambios en el pH ocurren en segundos, por lo que difícilmente compensará un trastorno, solo lo amortiguará en lo que los sistemas respiratorio y metabólico cumplen con su objetivo.

Acidosis metabólica

En 1967, Albert y sus colaboradores determinaron la correlación entre el descenso de HCO₃⁻ y los cambios en la PaCO₂ en pacientes con acidosis metabólica no complicada para establecer la adecuada compensación respiratoria. De esta correlación lineal obtuvieron la siguiente fórmula:

$$\text{PaCO}_2 \text{ esperado: } 1.5 [\text{HCO}_3^-] + 8 \pm 2$$

Es decir, una vez detectado un trastorno de acidosis metabólica, el siguiente paso es determinar la compensación respiratoria producto de la PaCO₂ esperada para ese trastorno; en este paso, ya no hay que utilizar los valores de referencia, sino los esperados.

Alcalosis metabólica

La forma en la que el organismo responde a esta alteración es con la hipoventilación para mantener una adecuada relación entre el HCO₃⁻ y la PaCO₂. Podemos evaluar esta relación a través del estudio realizado por Javaheri y su grupo,⁷ donde determinaron la respuesta respiratoria y su correlación con los cambios en el HCO₃⁻. Observaron que se elevará la PaCO₂ 0.7 mmHg por cada 1 mEq/L de aumento del HCO₃⁻. Se obtuvo la siguiente fórmula por medio de una correlación lineal:

$$\text{PaCO}_2 \text{ esperado: } 0.7 [\text{HCO}_3^-] + 21 \pm 2$$

Los valores obtenidos usando esta fórmula que se encuentren fuera de rangos esperados denotarán un trastorno ácido-base agregado.

Trastornos respiratorios

Estos se dividen en agudos y crónicos dependiendo del grado de compensación metabólica; en la fase aguda es a través del HCO_3^- por los amortiguadores intracelulares y, en menor cantidad, los H^+ por amortiguadores no HCO_3^- (como proteínas, hemoglobina); aunque esto limita la concentración de hidrogeniones, no restaura el pH. Sin embargo, ante trastornos crónicos, predomina el componente metabólico. El HCO_3^- es el amortiguador más importante hasta en 75%; sin embargo, una solución con HCO_3^- es demasiado simple como único parámetro metabólico debido a la presencia de tampones no HCO_3^- como albúmina, hemoglobina, fosfato y otros iones. Se necesitaba un parámetro que pudiera determinar de manera más completa los cambios compensadores metabólicos. En 1948, Singer y Hastings propusieron el término «base amortiguadora» para definir la suma de HCO_3^- y ácidos débiles no volátiles (proteínas, fosfato intracelular, hemoglobina, entre otros). Más tarde, en 1958, Siggaard-Andersen y sus colegas propusieron el término «exceso de base» (EB); este no se ve afectado por los cambios de la PaCO_2 , por lo que su alteración solo denota un trastorno metabólico (acidosis o alcalosis metabólica). Anteriormente no se conocían las modificaciones producidas en el EB por los cambios agudos respiratorios, hasta 1998, cuando Schlichtig y su grupo realizaron un metaanálisis en el cual elaboraron ecuaciones para determinar la compensación ácido base en relación con el PaCO_2 con el EB. Concluyeron que durante los cambios agudos respiratorios, el EB no se ve alterado, obteniendo una relación $\Delta\text{EB} = 0 \times \Delta \text{PaCO}_2$; por ello, ante trastornos respiratorios agudos, el EB no se ve modificado. Sin embargo, en los trastornos respiratorios crónicos, el EB se encuentra alterado en una relación $\Delta\text{EB} = 0.4 \times \Delta \text{PaCO}_2$. Existen fórmulas para calcular el HCO_3^- esperado ante los trastornos respiratorios crónicos; su complejidad las hace poco prácticas para la clínica, por lo que la ecuación realizada por Schlichtig y sus colaboradores es de fácil aprendizaje:

$$\text{EB esperado} = (\text{PaCO}_2 - 40) (0.4)$$

Por lo anterior, una manera efectiva de diferenciar los trastornos respiratorios agudos de los crónicos es verificar el EB; si este se encuentra dentro de rangos normales, se trata de un trastorno agudo y no se buscará la compensación; sin embargo, si el EB se encuentra alterado, se tratará de un trastorno respiratorio crónico y lo siguiente será determinar la compensación por medio del EB esperado.

El abordaje diagnóstico de los trastornos ácido-base con el método tradicional de Henderson-Hasselbalch no permite explicar todos los trastornos, pero en combinación con el exceso de base descrito por Siggaard- Andersen, facilita el diagnóstico; además, esta combinación es sencilla, rigurosa y práctica.

BIBLIOGRAFÍA

Sánchez DJS et al. Interpretación de gasometrías: solo tres pasos, solo tres fórmulas, Med Crit 2018;32(3):156-159

Sánchez-Díaz JS, Martínez-Rodríguez EA, Méndez-Rubio LP, Peniche-Moguel KG, Huanca-Pacaje JM, López-Guzmán C, et al. Equilibrio ácido-base. Puesta al día. Teoría de Henderson-Hasselbalch. Med Int Mex. 2016;32(6):646-660.