

BIOLOGIA MOLECULAR EN LA CLINICA

UNIVERSIDAD DEL SURESTE

Medicina Humana

Alumna: Axel Guadalupe Ceballos Salas

Materia: Urgencias Medicas

Titular de la materia: Dr. Alfredo López López

Octavo semestre

Periodo: Agosto- Diciembre

Interpretación de gasometrías:

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 HendersonHasselbalch 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).

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:

- PaCO_2 esperada = $(1.5 \times \text{HCO}_3^-) + 8 \pm 2$ (acidosis metabólica).
- PaCO_2 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).

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 PaCO_2 ; si está alterada, ver la dirección de la alteración (acidosis respiratoria o alcalosis respiratoria); o si la PaCO_2 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.

- 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;5 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 colaboradores⁶ determinaron la correlación entre el descenso de HCO_3^- y los cambios en la PaCO_2 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 PaCO_2 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 HCO_3^- y la PaCO_2 . 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 HCO_3^- . Observaron que se elevará la PaCO_2 0.7 mmHg por cada 1 mEq/L de aumento del HCO_3^- . 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.⁸ Siguiendo la teoría de Stewart, los determinantes de los cambios de la concentración de H^+ son la diferencia de iones fuertes (donde cambios electrolíticos del sodio y cloro afectan el pH, así como el lactato), ácidos débiles totales (ATOT,

como albúmina y fosfato, ambos comprenden los cambios metabólicos) y la PaCO₂ como alteración respiratoria.

Se necesitaba un parámetro que pudiera determinar de manera más completa los cambios compensadores metabólicos.¹⁰ En 1948, Singer y Hastings propusieron el término «base amortiguadora» para definir la suma de HCO₃⁻ 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);¹¹⁻¹³ este no se ve afectado por los cambios de la PaCO₂, 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 grupo¹⁴ realizaron un metaanálisis en el cual elaboraron ecuaciones para determinar la compensación ácidobase en relación con el PaCO₂ con el EB. Concluyeron que durante los cambios agudos respiratorios, el EB no se ve alterado, obteniendo una relación $\Delta EB = 0 \times \Delta PaCO_2$; 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 $\Delta EB = 0.4 \times \Delta PaCO_2$. Existen fórmulas para calcular el HCO₃⁻ 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:

EB esperado = (PaCO₂-40) (0.4).

Utilizamos para la interpretación de la gasometría el método de Henderson-Hasselbalch (basado en pH, PaCO₂ y el HCO₃⁻) en combinación con el exceso de base descrito por Siggaard-Andersen, sistema sencillo, riguroso y práctico para clasificar y tratar de forma sistemática las alteraciones del equilibrio ácido-base.¹⁵ Otro punto importante a considerar son los valores estimados de gases sanguíneos (PaCO₂ y PaO₂), los cuales pueden ser de utilidad en diferentes lugares a diferentes alturas. Sin embargo, pueden diferir de los medidos debido a condiciones geográficas, atmosféricas y biológicas, por lo que deberán ajustarse a la altura, presión barométrica y exposición aguda del área local.

