

Gasometría arterial. obtención de la muestra e interpretación básica de sus resultados

Miranda-De la Torre Roberto^a, Ramírez-Ramírez Francisco Jaffet^b

Resumen

La toma de gasometría arterial (GA) es un procedimiento hospitalario común que debe ser dominado y entendido por el médico en entrenamiento. La gasometría permite valorar el estado respiratorio y ácido-base del paciente, mide los niveles en sangre de oxígeno (O₂), dióxido de carbono (CO₂), bicarbonato (HCO₃-), entre otros, permitiendo con su análisis identificar el tipo de los trastornos ácido-base (metabólico, respiratorio o mixto). La interpretación de los valores gasométricos a la par de otros parámetros como sodio (Na), potasio (K), cloro (Cl) y albúmina, pueden aportar una orientación diagnóstica mediante el uso de cálculos como la brecha aniónica plasmática (BAP). La presente revisión tiene como objetivo ayudar al clínico en formación a comprender de una manera sencilla los resultados de la gasometría arterial, así como describir la técnica para obtener y transportar la muestra.

Palabras clave: *brecha aniónica, gases arteriales, gasometría arterial, hipoxia, insuficiencia respiratoria, trastornos ácido-base.*

Arterial Gasometry. Basic result interpretation and sample gathering

Abstract

An arterial gas blood test is a common hospital procedure that must be mastered and understood by the physician in training. Arterial gas blood test gives information about the patient's respiratory and acid – base state. Oxygen, carbon dioxide and bicarbonate levels can be measured, among others. With these data, the type of the acid – base disorder can be identified (metabolic, respiratory or mixed). Value interpretation, along with other parameters such as Sodium (Na), Potassium (K), Chloride (Cl) and Albumin can help orient diagnosis as well as the anion gap. The main goal of this review is to illustrate in a simple manner to the training physician the use interpretation of arterial gasometry values, as well as describing the technique for sample gathering.

Key words: *acid base disorders, anion gap, arterial gas, arterial gasometry, hypoxia, respiratory insufficiency.*

a. Médico Pasante en Servicio Social, Universidad de Guadalajara asignado a la jurisdicción de Colotlán, Jalisco.

b. Médico Pasante en Servicio Social asignado a la consulta de Pediatría de 2º y 3er nivel del Hospital Civil Juan I. Menchaca. Instructor de Fisiología, Fisiopatología y Terapéutica Farmacológica del Departamento de Fisiología del CUCS.

Miranda-De la Torre R, Ramírez-Ramírez FJ. Gasometría arterial: interpretación básica de sus resultados y obtención de la muestra. *Rev Med MD* 2011; 2(3):180-185.

Introducción

La gasometría arterial (GA) mide los niveles de gases arteriales como oxígeno (O_2), dióxido de carbono (CO_2) y sustancias como el bicarbonato (HCO_3). Una correcta interpretación de los valores nos permite diagnosticar básicamente cuatro trastornos: acidosis metabólica, alcalosis metabólica, acidosis respiratoria y alcalosis respiratoria. Antes de profundizar en la interpretación de la GA, es de vital importancia recordar algunos conceptos básicos del equilibrio ácido-base. Un buffer o amortiguador es una sustancia capaz de unirse reversiblemente a los hidrogeniones (H^+), un ácido es una molécula que contiene átomos de hidrógeno que puede liberar iones hidrógeno, una base es un ion o molécula que puede aceptar hidrogeniones (H^+). El potencial de hidrogeniones (pH) normal en sangre humana se mantiene alrededor de 7.4, niveles bajos de H^+ nos hablan de un alcalosis ($pH > 7.45$) y una concentración elevada de H^+ reflejan una acidosis ($pH < 7.35$). El rango de pH con el que la vida es compatible unas cuantas horas es de 6.8-8.^{1,6}

Regulación del pH

Nuestro organismo regula la concentración de H^+ mediante tres vías, las dos primeras actúan de manera inmediata mientras la tercera lo hace de forma más lenta.

Sistemas de amortiguación de los líquidos orgánicos: actúan combinándose con un ácido o base de manera inmediata para regular la concentración de H^+ . El sistema de bicarbonato es el más importante a nivel extracelular, tiene relación estrecha con las concentraciones extracelulares tanto del bicarbonato como del CO_2 . Las alteraciones en las concentraciones de bicarbonato darán lugar a trastornos ácido-base de origen metabólico; si existe disminución en la concentración extracelular de bicarbonato la acidosis secundaria será denominada acidosis metabólica (AcM), por otro lado, la alcalosis secundaria al aumento de la concentración de bicarbonato se denominará alcalosis metabólica (AIM). El sistema del fósforo actúa a nivel de los líquidos intracelulares debido a su concentración más elevada en este que a nivel extracelular, también destaca su importancia en la amortiguación de los líquidos de los túbulos renales. El sistema de proteínas juega un papel importante por su elevada concentración intracelular, mostrando su máxima capacidad de amortiguación intracelular en respuesta a los cambios ácido-básico extracelulares, varias horas después, debido a la acción de las membranas. El esqueleto también juega un papel importante en la regulación del pH ácido ya que este es un reservorio de álcalis. La acidemia disuelve el hueso y libera sus sales alcalinas de calcio, lo que origina HCO_3 en la superficie del hueso y conduce los H^+ hacia la matriz de este.^{1,2}

Sistema de amortiguación por el centro respiratorio: este sistema posee una capacidad dos veces mayor para amortiguar que los sistemas de los líquidos corporales. Funciona eliminando el CO_2 del líquido extracelular mediante un incremento de la respiración, lo que disminuye la concentración de H^+ ; de manera contraria la disminución de la frecuencia respiratoria aumenta la concentración del CO_2 y con ello los niveles de H^+ en el líquido extracelular. El balance entre ambos se mantiene

gracias a un mecanismo de retroalimentación negativa. A nivel intracelular existe una producción continua de CO_2 resultado de procesos metabólicos, el cual se transporta por la sangre hasta los alveolos y es eliminado hacia la atmósfera con la respiración. De esta manera la frecuencia respiratoria y la velocidad de formación de CO_2 alteran las concentraciones de este último, reflejándose en la presión arterial de CO_2 (PCO_2). Si existe un aumento de la PCO_2 estaremos ante una acidosis respiratoria (AcR), mientras una disminución de la PCO_2 se denominará alcalosis respiratoria (AIR). Cuando hay adición de H^+ en el líquido extracelular que no se deben a alteraciones del sistema respiratorio, la eficacia de este sistema será de un 50% a 75%, con un tiempo de respuesta de 3 a 12 minutos. Si existen alteraciones en la ventilación pulmonar secundarias a enfermedad, se reducirá su capacidad compensatoria.^{1,2,3}

Sistema de amortiguación renal: requiere de horas a días para lograr sus efectos, sin embargo, es el sistema más efectivo. A nivel de los túbulos renales proximal y distal se puede eliminar orina ácida (por la absorción de bicarbonato filtrado y secreción de H^+) o alcalina (excretando el bicarbonato filtrado) de acuerdo con los niveles de H^+ , reduciendo así la tendencia ácida o alcalina en el líquido extracelular. Este sistema actúa de tres maneras: secreción de H^+ , reabsorción del bicarbonato filtrado y producción de bicarbonato. En este sistema cobran importancia amortiguadores como el fosfato y el ion amonio, teniendo el último mayor importancia, ya que juega un papel fundamental en la excreción de H^+ y la formación de bicarbonato. Este es el mecanismo dominante de eliminación de ácidos en los estados de acidosis crónica.^{2,3}

Obtención de la muestra sanguínea

La gasometría representa el estudio que más rápida y eficazmente puede informar sobre el estado global de la función primaria del aparato respiratorio y reflejar los trastornos ácido-base.

Indicaciones para la toma de gasometría arterial

La punción arterial es el método más exacto para obtener los niveles de gases en sangre. La principal indicación es la necesidad de conocer los valores de PO_2 , PCO_2 y pH en sangre, para así determinar el estado ácido-base y el balance del intercambio gaseoso (alteraciones respiratorias agudas o severas). Otra indicación es la necesidad de conocer la oximetría para determinar los niveles de metahemoglobina y carboxihemoglobina. Por lo tanto la gasometría arterial como método diagnóstico está indicada en todos aquellos padecimientos que alteren el equilibrio ácido-base del paciente (Tabla 1).⁷

Antes de la obtención de la muestra

Preparar el equipo necesario: guantes, gafas de seguridad, cubrebocas, torunda de algodón con alcohol y una jeringa para gasometría o en su defecto una jeringa de insulina impregnada en su interior con heparina. (Imagen 1)

Realizar limpieza y desinfección de manos, así como del equipo necesario para la punción.

Se recomienda que la extracción se realice con el paciente

Tabla 1. Causas de alteraciones en la gasometría arterial

Componente metabólico	Componente respiratorio
<i>Acidosis con aumento de la Brecha aniónica</i>	
<i>Acidosis</i>	<i>Acidosis</i>
<i>Cetoacidosis</i>	<i>Enfermedad pulmonar</i>
Diabetes mellitus	EPOC
Alcohólica	Neumonía grave
Uremia	Edema pulmonar
Insuficiencia renal crónica	Fibrosis intersticial
Ingestión de Toxinas	<i>Obstrucción de la vía respiratoria</i>
Paraldehído	Cuerpo extraño
Metanol	Broncoespasmo severo
Salicilatos	Laringoespasmo
Etilenglicol	<i>Trastornos de la caja torácica</i>
Dieta con alto contenido graso (acidosis leve)	Neumotórax
<i>Acidosis con brecha aniónica normal (acidosis hiperclorémica)</i>	Tórax en quilla
<i>Acidosis tubular renal (incluida acidosis por deficiencia de aldosterona)</i>	Cifoscoliosis
<i>Perdida intestinal de HCO₃</i>	<i>Alteraciones en la musculatura respiratoria</i>
Diarrea	Miastenia gravis
Fistula pancreática	Hipopotasemia
<i>Inhibidores de la anhidrasa carbónica (acetazolamida)</i>	Distrofia muscular
<i>Acidosis dilucional (resultado de suero salino isotónico limpio de bicarbonato)</i>	<i>Alteraciones en el sistema Nervioso Periférico</i>
<i>Ingestión de ácidos exógenos</i>	Esclerosis lateral amiotrófica
Cloruro de amonio, metionina, cistina, cloruro cálcico	Poliomielitis
<i>Ileostomía</i>	Sx Guillan-Barre
<i>Ureterosigmoidostomía</i>	Botulismo
<i>Fármacos</i>	Tétanos
Amilorida, triamtereno, espironolactona, B-bloqueadores	Envenenamiento por organofosforados
	Lesión medular espinal
	<i>Depresión del centro respiratorio</i>
	Anestesia
	Narcóticos
	Sedantes
	Embolismos o trombosis de la arteria vertebral
	Incremento de la presión intracraniana
	<i>Fallo del ventilador mecánico</i>
<i>Alcalosis</i>	
<i>Sensibles al cloro</i>	<i>Alcalosis</i>
Vómitos	<i>Hipoxemia:</i>
Succión naso gástrica	Neumonía
Diuréticos	Embolismo pulmonar
Alcalosis post hipercapnica	Atelectasia
Perdidas fecales (abuso de laxantes, fibrosis quística, adenoma veloso)	Vivir a gran altitud
Transfusión sanguínea masiva	<i>Fármacos</i>
Administración exógena de álcalis	Salicilatos, xantinas, progesteronas, adrenalina, tiroxina, nicotina.
<i>Resistente al cloro</i>	<i>Enfermedades del Sistema Nervioso Central</i>
Estado hiperadrenocorticoide	Tumor, accidente cerebro vascular, trauma, infecciones.
Sx de Cushing	<i>Hiperventilación psicógena</i>
Hiperaldosteronismo primario	<i>Encefalopatía hepática</i>
Mineralcorticoidismo secundario (regaliz, tabaco de mascar)	<i>Sepsis por gram negativos</i>
	<i>Hiponatremia</i>
	<i>Recuperación súbita de una acidosis metabólica</i>
	<i>Ventilación asistida</i>

Se enlistan las causas más frecuentes de alteraciones en los valores de la gasometría arterial de acuerdo a su categorización en acidosis, alcalosis, ya sea de origen metabólico o respiratorio.

sentado o acostado en caso de pacientes hospitalizados. Se recomienda observar que el paciente no ha consumido medicamentos o realizado alguna actividad que interfiera con la función pulmonar. Debe explicarse detalladamente el procedimiento a realizar.

Sitio de la punción

El lugar de primera elección para la punción es la arteria radial en el túnel carpiano, ya que esta área es menos sensible al dolor y no presenta venas satélites importantes. Como

segunda elección se puede realizar la extracción de la arteria humeral, a nivel de la fosa ante cubital, inmediatamente por dentro del tendón del bíceps. La arteria femoral solo se utilizará en caso que no sea posible la extracción de las vías anteriores. No es recomendable la extracción de la zona por debajo del ligamento inguinal, ya que no existe circulación colateral que actúe adecuadamente.

La punción representa una agresión directa a la arteria por lo que puede generar un vasoespasmo o trombo intramural, provocando isquemia distal o formación de un hematoma periarterial, pudiendo causar incluso un síndrome

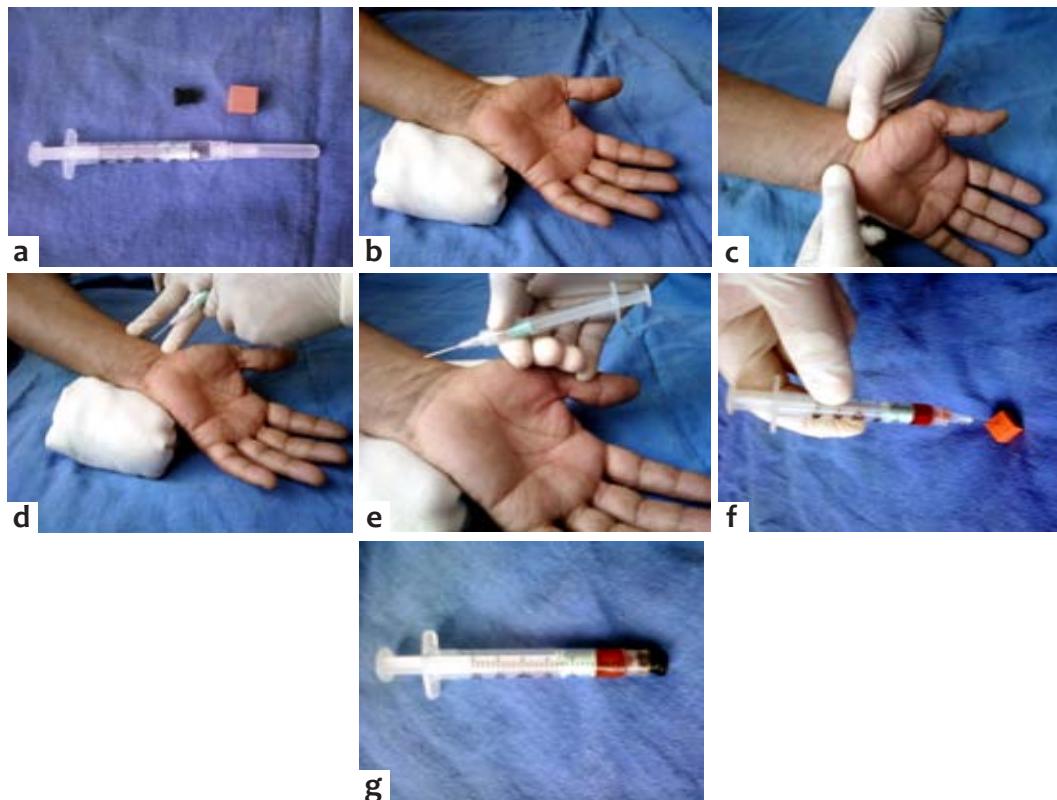


Figura 1. Técnica correcta para la obtención de una gasometría arterial. a) Equipo básico para gasometría b) Muñeca en hiperextensión para facilitar la toma c) Maniobra de Allen, identificación de los pulsos radial y cubital, aplicar digitopresión, y posterior a esto retirar la presión y observar la coloración d) Identificación del sitio de punción e) Posicionar la aguja a 45° en sentido opuesto al flujo arterial f) Uso del material extra para manejo de punzocortantes y g) Evitar el contacto de la muestra con el aire.

compartimental.^{7,8}

Técnica de la punción

- Elegir zona de punción (arteria radial, humeral o femoral).
- Si no se cuenta con una jeringa especial para la toma de gasometría, debemos impregnar el interior de la jeringa de insulina y su émbolo con heparina sódica de bajo peso molecular (1 U/mL), teniendo cuidado de que no quede heparina libre ya que puede interferir con los resultados.
- Utilizar agujas de calibre mayor a 20 G.
- Antisepsia en el sitio de punción.
- Utilizar el equipo de seguridad necesario antes y durante la punción (guantes desechables, gafas y cubrebocas).
- Colocar la muñeca del paciente en hiperextensión, se puede colocar una toalla por debajo de la muñeca para mejorar la posición. (Imagen 1b)
- Realizar la maniobra de Allen. Consiste en identificar los pulsos radial y cubital a nivel de la muñeca, para obstruir el flujo de ambas arterias mediante digitopresión, después de unos pocos segundos se retira la presión ejercida sobre la arteria cubital y el explorador debe observar la adecuada coloración (y por tanto la irrigación) de la mano. Sirve para saber si la arteria cubital es lo suficientemente competente para mantener la irrigación a la mano en caso de que la punción a la arteria radial provoque alguna complicación. (Imagen 1c)
- Identificar con dos dedos una parte proximal y una distal

de la arteria radial a nivel de la muñeca, el centro entre ambos puntos será el sitio a puncionar. Otra técnica que conlleva menos riesgos para quien realiza la punción, es identificar con el dedo índice el pulso de la arteria radial, retirar el dedo explorador y realizar la punción. (Imagenes 1d)

- Formar un ángulo de aproximadamente 45° entre la aguja y la piel, de manera que la aguja entre en sentido contrario a el flujo sanguíneo. (Imagen 1e)
- Idealmente debe obtenerse un flujo de sangre pulsátil, en las jeringas especiales para gasometría el émbolo no se encuentra en la parte más inferior, si no que deja un espacio de unos ml de aire, en este caso la sangre arterial llenará dicho espacio de manera automática. En las agujas de insulina heparinizadas, la sangre debería ser capaz de elevar el émbolo de forma pasiva obteniéndose entre 1 y 2 ml. La cantidad de la muestra necesaria dependerá del equipo que se utilice para analizar la sangre.⁷
- Después de tomar la muestra se debe retirar la aguja y presionar el sitio de punción de 2 a 3 minutos para prevenir la formación de hematoma.
- La jeringa con aguja y con la muestra deben ser manejadas con extrema precaución. Algunas jeringas especiales para gasometría incluyen un cubo de goma en el cual puede ser insertada la aguja para evitar punciones accidentales y un tapón especial para cubrir el orificio de la jeringa para su

- transporte al laboratorio. (Imágenes 1f y 1g)
- No debe de haber burbujas en la muestra por lo que deben ser eliminadas dando golpes suaves con el dedo y la aguja en posición vertical.
 - Tras haber eliminado el aire del interior se procede a realizar un ligero movimiento de rotación entre ambas manos sin llegar a generar calor o espuma, todo esto para asegurar que el efecto de la heparina se encuentra en el embolo y las paredes de la jeringa. No se debe agitar de manera energética la jeringa.
 - Etiquetar la muestra con el nombre del paciente.
 - Entre la extracción de la muestra y su análisis no deben pasar más de 10- 15 min. Si el traslado de la muestra sobrepasa este límite de tiempo, la muestra debe guardarse en hielo triturado, para hacer más lento el metabolismo de los eritrocitos y evitar una disminución de la PO_2 y aumento de la PCO_2 , que se produce con el paso del tiempo a temperatura ambiente.

Contraindicaciones

Las contraindicaciones son las infecciones de la piel en el sitio de punción, problemas de circulación colateral; la prueba de Allen no es un predictor de complicaciones como la isquemia, pero debe realizarse para disminuir en lo posible el riesgo, el tratamiento con anticoagulantes y coagulopatías.⁷

Condiciones que alteran los resultados

Las principales causas de resultados alterados es la punción venosa accidental, el exceso de heparina en la jeringa, la presencia de burbujas en la muestra, el contacto de la muestra con el aire (sin tapón), el retraso en la extracción y el análisis de la muestra mayor a 15 min. Otras incluyen la exposición de la muestra al calor, no haberse agitado o agitación excesiva de la muestra, leucocitosis superior a 50,000 leucos/mL.

Interpretación de los valores de la gasometría arterial

Para interpretar los resultados de la GA podemos evaluarlos de manera secuencial:

1. Identificar si el pH es alcalino o ácido.
2. Observar la saturación arterial de O_2 .
3. Si existe una alteración, debemos identificar si tiene componente metabólico, respiratorio o mixto:
 - a. Metabólico: alteraciones principalmente en los niveles de HCO_3^- y si tiene un proceso compensatorio (elevación o disminución de la PCO_2).
 - b. Respiratorio: las alteraciones se observan en los niveles de PCO_2 ; y si se acompañan de proceso compensatorio (elevación o disminución de HCO_3^-).
 - c. Mixto: hay alteraciones tanto en el HCO_3^- como en la PCO_2 .

Cuando el organismo se enfrenta a un trastorno metabólico, ya sea acidosis o alcalosis, el mecanismo compensatorio es la frecuencia respiratoria, por otro lado si el origen del trastorno es respiratorio será compensado por el sistema metabólico (los riñones a nivel de los túbulos renales).

Los valores normales de los diferentes parámetros antes mencionados se encuentran en el cuadro 1.

Los trastornos ácido-base más frecuentes se describen a continuación (Tabla 2):

Acidosis metabólica simple: pH disminuido por un aumento de H^+ ; el HCO_3^- es el componente afectado y estará disminuido, al igual que la PCO_2 de manera secundaria, por el aumento de la frecuencia respiratoria como mecanismo compensador de la acidosis.

Alcalosis metabólica simple: pH elevado por disminución de H^+ ; el HCO_3^- estará aumentado, secundariamente la PCO_2 también se encontrará aumentada por la disminución de la frecuencia respiratoria como respuesta compensadora.

Acidosis respiratoria simple: pH disminuido por elevación en la concentración de H^+ ; el componente afectado es la PCO_2 , que se encuentra aumentada, con la consecuente elevación de HCO_3^- como mecanismo compensador, al mismo tiempo se aumenta la reabsorción y síntesis de bicarbonato.

Alcalosis respiratoria simple: pH elevado con disminución en la concentración de H^+ ; PCO_2 disminuida al igual que los niveles de HCO_3^- disminuido por excreción renal para evitar que se reabsorba y mantenga la alcalosis.

Al analizar los resultados, habrá trastornos ácido-base que no contarán con mecanismo compensadores adecuados, creando confusión al momento de decidir el tipo de trastorno del que estamos hablando, a éstos los denominamos trastornos ácido-base de tipo mixto, es decir, tienen los componentes respiratorio y metabólico alterados.¹

Podemos evaluar los trastornos ácido-base calculando la brecha aniónica plasmática (BAP), también conocida como anión Gap o Hiato Aniónico, mediante la realización de una fórmula que toma en cuenta los cationes (Na) y aniones ($Cl^-+HCO_3^-$) séricos medidos, y cuyos valores normales oscilan entre 12 ± 4 mmol/L. La BAP nos orienta a diferenciar el tipo de acidosis metabólica y su causa, sin embargo, la BAP es un cálculo matemático basado en tres determinaciones de laboratorio que individualmente tienen errores, por lo que siempre debemos hacer una correlación con la clínica (tabla 4).³

Una brecha aniónica elevada puede ser causa de: cetosis, acidosis láctica, insuficiencia renal y acumulación de ácidos orgánicos como metanol y salicilatos traduciéndose en una acidosis orgánica (>18 mmol/L).⁴⁹

Cuadro 1. Valores de la gasometría normales en sangre

Presión ejercida por el oxígeno que se halla disuelta en el plasma (PO_2)

En individuos sanos, su valor disminuye con la edad, respirando aire ambiente y a nivel del mar su valor siempre debe de ser > 80 mmHg, menor de 60 mmHg se considera hipoxemia.

Presión ejercida por el CO_2 libre en el plasma (PCO_2)

Valores normales de 35-45 mmHg, no hay variaciones con la edad. <35 mmHg es hipocapnia, >45 mmHg es hipercapnia

Bicarbonato (HCO_3^-)

Valor normal de 24 mEq/L

Saturación de oxihemoglobina (SO%), porcentaje de hemoglobina que se haya unida reversiblemente al oxígeno.

$>90\%$ en individuos sanos respirando al medio ambiente y a nivel del mar

Tabla 2. Trastornos ácido-base

Trastorno	pH	H ⁺	HCO ₃ ⁻	PCO ₂	Mecanismo compensador
Normal	7.35-7.45				Ninguno
Acidosis metabólica	↓	↑		↓	Aumento de la frecuencia respiratoria
Alcalosis metabólica	↑	↓	↑	↑	Disminución de la frecuencia respiratoria
Acidosis respiratoria	↓	↑	↑	↑	Reabsorción y síntesis de nuevo HCO ₃ ⁻
Alcalosis respiratoria	↑	↓	↓	↓	Se excreta por la orina el HCO ₃ ⁻
Acidosis mixta	↓	↑	↓	↓	
Alcalosis mixta	↑	↓	↑	↑	

Se enlistan los valores normales de una gasometría así como la tendencia hacia la disminución o aumento de acuerdo a trastorno ácido-base, y su mecanismo compensador principal.

Cuando la BAp esta elevada por arriba de 30mEq/L, la probabilidad de identificar el anión responsable es cercana al 100% y es en esta donde la BAp alcanza su real valor diagnóstico. La fórmula para determinar la BAp es la siguiente:

Bap = La concentración del catión Na en el plasma, menos, la suma de los aniones Cl⁻ + HCO₃⁻ = 12 mmol/L.

$$\text{Na}^+ - (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-) = 12 \text{ mmol/L}$$

En el plasma hay cationes y aniones medidos y no medidos que cumplen con el principio de electroneutralidad, que dice que las cargas eléctricas de los cationes y aniones se encuentran en equilibrio (Cuadro 2). Las variaciones en los cálculos de la BAp son el resultado de alteraciones en la concentración de los cationes y aniones no medidos o por error del laboratorio.³

Basándonos en la BAp la acidosis metabólica puede encontrarse de tres maneras: a) acidosis metabólica con BAp aumentada, lo que indica un incremento en la producción endógena de ácidos orgánicos, por ejemplo la administración de penicilina a grandes dosis. b) acidosis metabólica con BAp normal (hipercloremica) que es causada por pérdidas de bicarbonato secundario a la administración de ácidos exógenos, en esta situación cada 1 mEq de Cl sustituye a 1 mEq de HCO₃⁻ por lo que aumentan los niveles de cloro. c) acidosis metabólica con BAp disminuida, la cual es poco frecuente y suele producirse en el síndrome nefrótico a causa de la disminución de albúmina y en el mieloma múltiple.²

La interpretación de la BAp se ve influenciada por factores como los niveles de albúmina, por lo que requiere de una fórmula matemática de corrección para calcular el verdadero grado de acidosis orgánica. La BAp corregida de acuerdo al nivel de albúmina sérica es un método útil, fácil de realizar y confiable.

Podemos utilizar la fórmula de Figge para la corrección de la BAp a partir de los niveles de albúmina:

$$\text{BAp corregida} = \text{BAp} + 0.25 \text{ (Albúmina sérica normal x albúmina real)}$$

En la literatura también encontramos que por cada g/dL de albúmina por encima de 4 se suma a la BAp calculada 2 puntos y por cada g/dL por debajo de 4 se le restan 2 puntos a la BAp.^{4,10}

Referencias bibliográficas

1. Guyton A., Capítulo 30. Regulación del equilibrio acidobásico publicado en Medical Physiology, 11^a Edición, editorial Mosby.
2. Hidalgo A., Mena M., et al, acidosis metabólica: un reto para los intensivistas, *Rev Cubana Pediatr*, 2005, 77(2).
3. Ramírez J., Brecha Aniónica Plasmática, *Arch Argent pediatr* 2005, 103(1), 51-56
4. Blas M., Nava M., Brecha aniónica e hipalbuminemia, *Revista de la asociación Mexicana de Medicina Crítica y Terapia Intensiva*, 2006, vol. 20 núm. 4, 193-195
5. Grocott M., Martin D., et al, Arterial Blood Gases and Oxygen Content in Climbers on Mount Everest, *N Engl J Med*, 2009, 360, 140-149
6. Eltzsching H., Carmeliet P., Hypoxia and Inflammation, *N Engl J Med*, 2011, 364, 656-665
7. Dev S., Hillmer M., et al, Arterial Puncture for blood gas analysis, *N Engl J Med*, 2011, 364;5, e7
8. Rodríguez R., García A., et al, Gasometría Arterial, grupo de trabajo de la SEPAR para la práctica de la gasometría arterial. *Arch Bronconeumol* 1998; 34: 142 – 153, Disponible en línea: http://www.separ.es/doc/publicaciones/normativa/normativa_006.pdf
9. Casas Q., Contreras Z., et al, Diagnóstico y manejo de la insuficiencia respiratoria aguda, neumología y cirugía de tórax, 2008, vol. 67(1), 24-33
10. Carrillo S., Carrillo C., Carrillo C., Abordaje del Equilibrio ácido-base de acuerdo al modelo físico químico de Stewart, *Medigraphic*, 2007, volumen 14, núm. 2, 56-63

Cuadro 2. Electroneutralidad

Aniones y cationes medidos mediante la brecha aniónica (BAp)	Aniones y cationes no medidos
Na ⁺ 140	Proteínas 16
Cl ⁻ 114	PO ₄ ²⁻
HCO ₃ ⁻ 24	SO ₄ ²⁻
Na ⁺ -(Cl ⁻ +HCO ₃ ⁻) = 12 mEq/L	Ácidos orgánicos 4
	Cationes
	K ⁺ 4.5
	Ca ⁺⁺ 5.0
	Mg ⁺⁺ 1.5
	Aniones-Cationes= 12mEq/L