

La evaluación gasométrica en el Hospital Central Militar: análisis cualitativo de 5,169 gasometrías

Myr. M.C. Humberto Carrasco Vargas*

Hospital Central Militar. Ciudad de México.

RESUMEN. Se analizaron 5,169 gasometrías arteriales mediante el cálculo de concordancia, brecha aniónica, cálculo de respuesta compensatoria esperada y de gradiente alvéolo-arterial de oxígeno. Se revisaron además 400 expedientes clínicos para establecer si la información obtenida se incluyó en los mismos. Se encontró que 424 (8%) gasometrías no fueron interpretables por carecer de concordancia entre sus valores. Los servicios que más solicitaron el estudio fueron terapia intensiva, pediatría y urgencias de adultos. Las indicaciones más comunes fueron problemas metabólicos asociados a diabetes mellitus, insuficiencia renal y cirrosis. El trastorno ácido-básico más frecuente fue la alcalemia por acidosis metabólica y alcalosis respiratoria asociada a diabetes mellitus e insuficiencia renal crónica. Los demás trastornos ácido-básicos simples y complejos son poco frecuentes. Se encontraron 661 (13.9%) gasometrías normales, lo que sugiere que el médico indica adecuadamente el estudio. De los 400 expedientes clínicos revisados sólo en 10 (2.5%) se realizó una adecuada interpretación, lo que muestra que la gasometría arterial es un recurso subutilizado. La causa más frecuente de hipoxemia con gradiente alvéolo-arterial de oxígeno amplio fue la enfermedad broncopulmonar obstructiva crónica. Hipoxemia con gradiente alvéolo-arterial de oxígeno normal se asoció con enfermedad cerebrovascular. Se concluye que la gasometría arterial es un estudio confiable, generalmente bien indicado pero pobremente evaluado y esto hace que información valiosa se pierda.

Palabras clave: gasometría arterial, trastornos ácido-base.

SUMMARY. We analyzed 5,169 arterial blood gasometries. The calculus of value concordance, anion gap, expected compensatory response and alveolar-arterial oxygen gradient were made. We also reviewed 400 clinical records to investigate if the information obtained had been written down in them. Results: a total of 424 (8%) gasometries were not interpretable because they did not have value concordance. Intensive care unit, pediatrics and emergency room were the departments that used arterial blood gasometry more. The most common indications for it were: metabolic problems associated to diabetes mellitus, renal insufficiency and cirrhosis. The most frequent acid-base disorder was alkalemia due to metabolic acidosis; respiratory alkalosis in association to diabetes mellitus, and renal insufficiency. The other acid-base disorders were not frequent. We found 661 (13.9%) normal arterial blood gasometries, which suggest that the physician indicates this study correctly. A proper interpretation of arterial blood gasometry was made only in 10 (2.5%) out of 400 clinical reviewed records. This demonstrated that arterial blood gasometry is an undervalued study. The most frequent cause of hypoxemia with a widened alveolar-arterial oxygen gradient was obstructive pulmonary disease. Hypoxemia with normal alveolar-arterial oxygen gradient was associated with cerebrovascular disease. It is concluded that arterial blood gasometry is a reliable study, most of the times it is well indicated, but poorly evaluated. As a result, important information becomes lost.

Key words: arterial blood gasometry, acid-base disorders.

* Residente de tercer año del Curso de Especialidad y Residencia en Medicina Interna, Escuela Militar de Graduados de Sanidad, México, D.F.

Correspondencia:

Myr. M.C. Humberto Carrasco Vargas

Hospital Central Militar. Subsección de Residencia Médica

Periférico y Ejército Nacional. Lomas de Sotelo, México, D.F.

El análisis de los gases en la sangre arterial es quizá uno de los estudios de laboratorio más solicitados y tal vez uno de los más incomprensidos. Esta determinación se realiza generalmente para conocer el estado del intercambio de oxígeno y dióxido de carbono, así como el del equilibrio ácido-base. Para el efecto, la mayoría de los

equipos con que se dispone en la actualidad miden con electrodos especiales la presión parcial de oxígeno en sangre (PaO_2), la presión parcial de bióxido de carbono (PaCO_2) y el pH sanguíneo. La concentración de bicarbonato es determinada mediante un nomograma o bien mediante el uso de un programa de computación incluido en el equipo.

A partir de 1950, con la disponibilidad de mejores electrodos se lograron mediciones más precisas de los gases en la sangre arterial hasta la actualidad, en que contamos con equipos automatizados y computarizados capaces de realizar tales determinaciones en un minuto. El principal estímulo para este desarrollo tecnológico ha sido el interés que ha generado, por un lado una mayor comprensión del equilibrio ácido-básico, de la fisiología pulmonar y los efectos de los diversos padecimientos sobre éstos, además del desarrollo de las unidades de terapia intensiva con todos sus medios de soporte de funciones vitales, en particular los ventiladores, sin poder dejar de mencionar la cirugía de corazón abierto.¹

La mayoría de los médicos tienen un conocimiento al menos intuitivo de cuándo indicar una gasometría arterial. En este sentido, las indicaciones posibles son sumamente amplias pero, a pesar de ello, poca investigación clínica se ha realizado para establecer la validez de cada indicación. El estudio es solicitado fundamentalmente cuando el médico considera que el paciente puede tener una alteración significativa en el intercambio gaseoso o en el equilibrio ácido-básico.

Si se incluyera una lista a los padecimientos o situaciones clínicas en que podría estar indicada una gasometría arterial ésta fácilmente abarcaría la mayoría del índice de los libros de medicina interna o de neumología. Sin embargo, a excepción posiblemente de los pacientes con falla ventilatoria aguda o crónica, no hay criterios para decidir cuando indicar o no una gasometría, lo que expone a esta importante herramienta de valoración a una gran sobreutilización o subutilización. Se calcula que cada gasometría puede costar en promedio de 300 a 400 pesos y si multiplicamos esto por el número de estudios que se realizaron en el periodo de este estudio, las cifras pueden ser exorbitantes.

La adecuada evaluación gasométrica, el diagnóstico y la clasificación de los trastornos ácido-básicos simples y complejos requiere de una clara comprensión de los mecanismos compensatorios que se desarrollan en respuesta a los desequilibrios ácido-básicos simples, así como la realización de una serie de cálculos matemáticos que derivan del principio de que la respuesta compensatoria es precisa, predecible y ocurre dentro de ciertos márgenes de normalidad. La ecuación de Henderson, conocida como la forma no logarítmica de la ecuación de Henderson-Haselbach describe dicha respuesta mediante la interrelación de los tres componentes ácido-básicos primarios: la concentración de iones hidrógeno (H^+), la presión parcial de CO_2 (PCO_2) y la concentración de bicarbonato (HCO_3^-).²

$$(\text{H}^+)(\text{neq / litro}) = \frac{24(\text{PCO}_2)(\text{mmHg})}{(\text{HCO}_3^-)(\text{meq / litro})}$$

La correcta interpretación de la gasometría arterial se fundamenta, en primer lugar, en el hecho de que los valores que se reportan sean interpretables y que exista concordancia entre ellos ya que una muestra mal realizada o un tiempo excesivo entre la toma y la medición, necesariamente producirán alteraciones difíciles de valorar. Es por ello que toda gasometría arterial debe ser evaluada en primer lugar para la concordancia de sus valores, por medio de la siguiente ecuación:

$$(\text{H}^+) = 24 (\text{PCO}_2)/(\text{HCO}_3^-)$$

de la que se obtiene la concentración de hidrogeniones y en la que para convertir a valores de pH, es necesario obtener el logaritmo de la misma, y restarlo a 9. El valor obtenido, debe ser igual al pH medido en la muestra.

El primer paso en el diagnóstico de los padecimientos ácido básicos, es el cálculo de la brecha aniónica cuando se está en presencia de acidosis metabólica, ya que dicho cálculo permite hacer la distinción de acidosis metabólica de brecha aniónica normal o amplia, con las implicaciones diagnósticas de cada una y se realiza de la siguiente manera:³⁻⁶

$$\text{Brecha aniónica} = \text{Na} + \text{K} - (\text{Cl} + \text{HCO}_3^-) \text{ Rango normal} = 14 \pm 2$$

Posteriormente se han derivado una serie de ecuaciones que permiten la detección de los problemas ácido-básicos, basados en que, como ya se mencionó, la respuesta compensatoria ocurre dentro de ciertos márgenes, si se encuentra más allá es porque existe algún factor que impide tal compensación⁷ (*Cuadro 1*).

Por otro lado, es necesario el cálculo de la relación existente entre el aumento de la brecha aniónica con respecto al valor normal ($\Delta \text{AG} = \text{brecha aniónica medida menos } 14$), y el descenso del bicarbonato con respecto al valor normal ($\Delta \text{HCO}_3^- = 22 - \text{bicarbonato medido}$) mediante el cálculo del cociente: $\Delta \text{AG} / \Delta \text{HCO}_3^-$, ya que del resultado de éste se pueden interpretar trastornos ácido-básicos más complejos (*Cuadro 2*).

Cuadro 1. Cálculo de la respuesta compensatoria esperada para CO_2 y bicarbonato.

Trastorno primario	Fórmula
Acidosis metabólica	$\text{PaCO}_2 = (1.5 \times \text{HCO}_3^-) + 8 \pm 2$
Alcalosis metabólica	$\text{PaCO}_2 = (0.7 \times \text{HCO}_3^-) + 21 \pm 1.5$
Acidosis respiratoria aguda	$\text{HCO}_3^- = (\text{PaCO}_2 - 30)/10 + 24$
Acidosis respiratoria crónica	$\text{HCO}_3^- = (\text{PaCO}_2 - 30)/3 + 24$
Alcalosis respiratoria aguda	$\text{HCO}_3^- = (30 - \text{PaCO}_2)/5 + 24$
Alcalosis respiratoria crónica	$\text{HCO}_3^- = (30 - \text{PaCO}_2)/2 + 24$

PaCO_2 : Presión parcial de bióxido de carbono; HCO_3^- : Concentración de bicarbonato. Los valores a utilizar son los que se obtienen directamente de la gasometría arterial o venosa.

Cuadro 2. Valor del delta AG/Delta HCO₃⁻.

< 0.4:	Acidosis de brecha aniónica normal (hiperclorémica)
0.4-0.8:	Acidosis mixta
0.8-1.0:	Acidosis de brecha aniónica amplia
> 1.0:	Acidosis metabólica de brecha aniónica amplia y alcalosis metabólica.

Cuadro 3. Combinaciones de los trastornos ácido-base complejos y su efecto en el pH sanguíneo.**Combinaciones aditivas:**

Acidosis respiratoria más acidosis metabólica
Alcalosis respiratoria más alcalosis metabólica

Combinaciones opuestas:

Acidosis respiratoria y alcalosis metabólica
Alcalosis respiratoria y acidosis metabólica
Acidosis metabólica y alcalosis metabólica

Trastornos triples:

Acidosis respiratoria, alcalosis y acidosis metabólicas
Alcalosis respiratoria, acidosis y alcalosis metabólicas

Nota: el diagnóstico de las diversas combinaciones sólo puede efectuarse mediante el cálculo de la brecha aniónica/delta bicarbonato, y las respuestas compensatorias esperadas.

De lo antes expuesto, deriva el hecho de que existen varias combinaciones posibles para los trastornos ácido-básicos complejos, el pH sanguíneo final dependerá de cuál es el que predomina. Dichos trastornos se pueden agrupar en tres grupos² (Cuadro 3).

Intercambio gaseoso. Para el estudio de la hipoxemia, es fundamental realizar el cálculo del gradiente alvéolo-arterial (GA-a), por lo que debe obtenerse primero la presión alveolar de oxígeno:

$$PAO_2 = PB - PVH_2O \times FiO_2 - PaCO_2/0.8$$

...donde PB es la presión barométrica en mmHg que a la altura de la Ciudad de México es de 583, PVH₂O es la presión de vapor de agua a 37° C y con el aire saturado, cuyo valor es de 47, FiO₂ es la fracción inspirada de oxígeno que al aire ambiente es de 0.21, PaCO₂ es la presión parcial de bióxido de carbono que se reporta en la gasometría y 0.8 es el coeficiente respiratorio, que resulta del consumo de oxígeno y la producción de CO₂. Esto depende de la dieta, ya que para carbohidratos es 1, para grasas es de 0.7 y proteínas 0.8, por lo que para una dieta equilibrada se asume que es 0.8.

Una vez obtenida la PAO₂ se obtiene el GA-a:

$$GA-a = PAO_2 - PaO_2$$

El gradiente alvéolo-arterial varía en función de la postura y la edad, para la edad; el gradiente alvéolo-arterial precedido es de:

$$Edad/4 + 4 \text{ o bien: } Edad \times 0.21 + 2.5$$

De lo anterior, se tiene que puede existir hipoxemia con gradiente alvéolo-arterial bajo, normal o alto y en cada grupo con valor diagnóstico⁸ (Cuadro 4).

La gasometría arterial es un estudio muy solicitado, pero poco valorado. El personal médico frecuentemente lo envía sin un conocimiento sólido de qué es lo que se espera encontrar y de qué manera sus resultados modificarán el tratamiento de los pacientes. A menudo, no se realiza una adecuada evaluación de los trastornos ácido-básicos ni de los problemas de intercambio gaseoso, tampoco se efectúa un seguimiento de las anomalías encontradas para verificar su resolución con la terapéutica establecida. Esto resulta en diagnósticos erróneos e incompletos, la mayoría de las ocasiones por desconocimiento de la forma adecuada de realizar dicha evaluación y estipendio de recursos con pérdida de información valiosa, además del detrimento en la calidad de la atención de los militares y sus derechohabientes.

El presente estudio es de tipo prospectivo y retrospectivo, longitudinal, abierto y se realizó con los siguientes objetivos:

1. Establecer la confiabilidad del estudio gasométrico en el Hospital Central Militar.
2. Conocer las indicaciones más frecuentes de la gasometría arterial en el Hospital Central Militar.
3. Identificar los servicios que más realizan gasometrías arteriales.
4. Establecer si existe sobreutilización del estudio gasométrico o no con base en el número de estudios normales.
5. Establecer la frecuencia de los padecimientos ácido-básicos simples y complejos y sus causas más frecuentes.
6. Determinar cuáles trastornos ácido-básicos son diagnosticados y asentados en el expediente clínico modificando la conducta terapéutica.
7. Mediante el cálculo del gradiente alvéolo-arterial, conocer las causas más frecuentes de hipoxemia.

Cuadro 4. Gradiente alvéolo-arterial de oxígeno (GA-a O₂) y sus implicaciones diagnósticas.

GA-a bajo:	Baja fracción inspirada de O ₂
GA-a normal con hipocapnia:	Trauma a sistema nervioso central Accidente vascular cerebral Intoxicación por salicilatos
Con hipercapnia:	Hipoventilación alveolar
GA-a alto con hipocapnia:	Tromboembolia pulmonar Sepsis Falla hepática Edema pulmonar, neumonía
Con hipocapnia:	Enfermedad pulmonar obstructiva Asma Fibrosis pulmonar

Nota: para el cálculo del GA-a O₂ es indispensable contar con la fracción inspirada de oxígeno. La presión parcial arterial de oxígeno se obtiene directamente de la gasometría arterial, la presión alveolar de oxígeno se determina mediante el cálculo que se menciona en el texto.

Material y métodos

- Equipo de análisis.** Todas las gasometrías se realizaron con el equipo con que cuenta el laboratorio de la Unidad de Terapia Intensiva del Hospital Central Militar. Para la determinación de gases en sangre se utilizó el gasómetro CIBA-CORNING Mod. 238, 1991, y la determinación de electrolitos con el equipo CIBA-CORNING Mod. 644.
- Valores normales.** Se utilizaron los siguientes valores como parámetros de normalidad de acuerdo a la altura de la ciudad de México y el propio laboratorio de la Unidad de Terapia Intensiva: pH: 7.35-7.45, pCO_2 : 30-36 torr, pO_2 : 60-70 torr, Sat.Hb.: más 90%, TCO_2 : 20-24 mEq, HCO_3^- : 19-23 mEq y EB: ± 4 .
- Cálculo de concordancia y respuesta compensatoria esperada.** La concordancia entre los valores de la gasometría se efectuó mediante la ecuación de Henderson ya mencionada; el cálculo de la respuesta compensatoria esperada se realizó de acuerdo a las fórmulas presentadas en el *cuadro 1*.
- Cálculo del gradiente alvéolo-arterial.** Se realizó mediante el cálculo de la presión alveolar de oxígeno y el valor de la presión arterial de oxígeno directamente obtenido de la gasometría: $\text{GA-a: PAO}_2\text{-PaO}_2$
- Obtención y procesamiento de la información.** Se analizaron todas las gasometrías arteriales efectuadas en el Hospital Central Militar en el período comprendido entre el 14 de noviembre de 1996 al 8 de marzo de 1997 (retrospectiva y prospectiva). De cada gasometría se realizó:
 - Prueba de concordancia de valores de acuerdo con la ecuación de Henderson. Aquellas que carecieron de concordancia se consideraron no interpretables.
 - Cálculo de la brecha aniónica en presencia de acidosis cuando se contó con niveles de electrolitos séricos así como de $\Delta\text{AG}/\Delta\text{HCO}_3^-$ cuando correspondiera.
 - Para el diagnóstico de trastornos complejos, se realizó el cálculo de las respuestas compensatorias de acuerdo con el trastorno primario más evidente.
 - En los casos de hipoxemia, se calculó el gradiente alvéolo-arterial, siempre y cuando se conociera la fracción inspirada de oxígeno.
 - En cada caso se identificó el diagnóstico o motivo de envío de la gasometría y el servicio solicitante.
 - Se revisaron 400 expedientes clínicos tomados al azar de pacientes hospitalizados o no con el fin de establecer: si se documentó en el expediente el trastorno ácido-básico, si se efectuó una correcta interpretación de la gasometría y si se tomaron las medidas adecuadas para corregir la o las anomalías de los parámetros gasométricos.
- Valoración estadística.** Dada la naturaleza del estudio, se utilizaron métodos de estadística descriptiva para el reporte de los resultados.

Resultados

Se analizaron 5,169 gasometrías arteriales en el período del estudio. Mediante el cálculo de la ecuación de Henderson se descartaron 424 (8%), por no existir concordancia entre sus valores, es decir, el pH reportado no correspondió al resto de los valores de la gasometría, dejando un total de 4,745 gasometrías interpretables. Las indicaciones más frecuentes se mencionan a continuación.

Problemas metabólicos. Con un total de 825 gasometrías (17.38%). De éstas, la indicación más frecuente fue la diabetes mellitus y sus complicaciones en un 60% de los casos, insuficiencia renal crónica en 25%, cirrosis hepática en el 5 % y otros en el 10% restante.

Patología pulmonar. Se encontraron 735 gasometrías (15.48%) con esta indicación. Las entidades más frecuentes fueron: enfermedad broncopulmonar obstructiva crónica en 45% de los casos, asma bronquial en 25%, falla ventilatoria aguda sin especificarse la causa en 20% y neumonías o infecciones de las vías aéreas en el 10% restante.

Problemas cardiovasculares. En total fueron 643 gasometrías (13.55%) por esta razón. Causas más frecuentes: insuficiencia cardíaca congestiva y edema pulmonar en 37%, infarto agudo del miocardio en 28%, estado de choque en 25%, cardiopatías congénitas en 7% y pacientes postoperados del corazón en el 3% de los casos.

Problemas infecciosos. Se registraron 416 gasometrías (8.76%) enviadas por este motivo. De ellas el 86% correspondió a cuadros de gastroenterocolitis aguda, sepsis en 12% y neuroinfecciones en 2% de los casos.

Otros. Con un total de 1,100 gasometrías (23.18%). Aquí se incluyeron problemas variados como trauma en 25%, depresión neonatal en 28%, enfermedad de membrana hialina 2%, síndrome de aspiración de meconio en 8%, pacientes con complicaciones postoperatorias en 18%, complicaciones obstétricas en 5% y otras en el 14%.

Se ignora motivo de envío. No se pudo determinar la razón del envío de 1,026 gasometrías, ya que no fue anotada en la solicitud. Esto arroja un 21.62% del total (*Figura 1*).

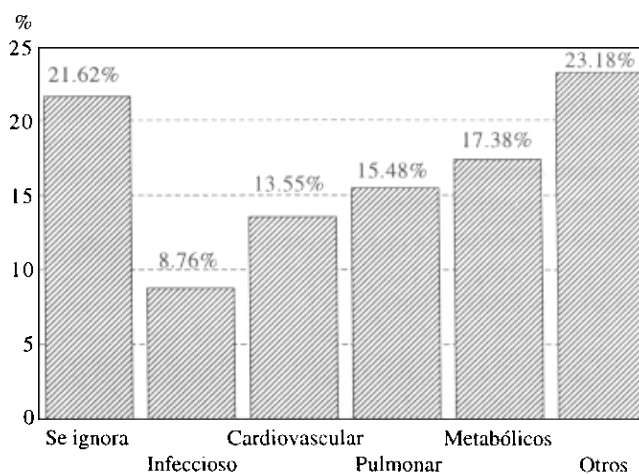


Figura 1. Indicaciones de los estudios gasométricos.

Los servicios que con mayor frecuencia solicitaron el análisis gasométrico fueron: la unidad de terapia intensiva de adultos con 1,396 (29.42%) gasometrías, el servicio de pediatría en que se incluyó urgencias de pediatría y las salas del área, con un total de 1,013 (21.34%) gasometrías, urgencias de adultos con un total de 810 (17%) estudios solicitados, la unidad de terapia intensiva de pediatría con 550 (11.59%) gasometrías, el servicio de medicina interna en sus diferentes salas con 348 (7.33%) gasometrías, la unidad de cuidados coronarios con 270 (5.69%) estudios, el servicio de cirugía en sus diversas salas con 142 (2.99%) gasometrías y otros, (ginecología, ortopedia, inhaloterapia, hemodinamia, etc.) con 640 (13.48%) gasometrías (Figura 2).

Distribución por pH. En general, es posible distribuir en primera instancia los padecimientos ácido-básicos de acuerdo con el pH. De ello resulta que lo más frecuente es que los trastornos ácido-básicos se presenten con un pH anormal siendo la alcalemia (pH mayor de 7.45) el primer lugar con 1,575 gasometrías (33.19%) seguida de la acide-mia (pH menor de 7.35) con 1,305 gasometrías (27.5%).

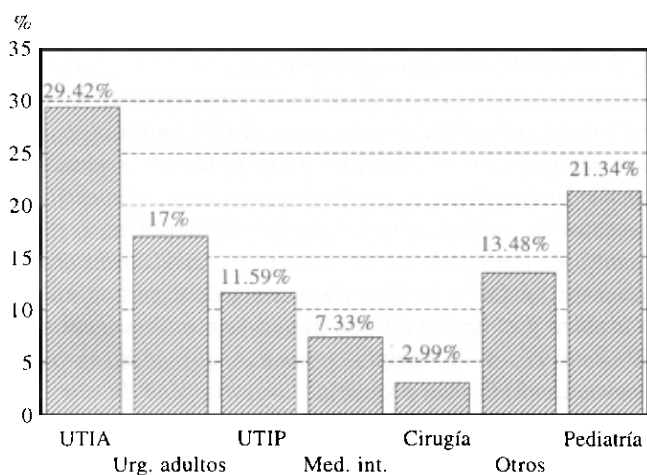


Figura 2. Servicios que utilizaron estudios gasométricos.

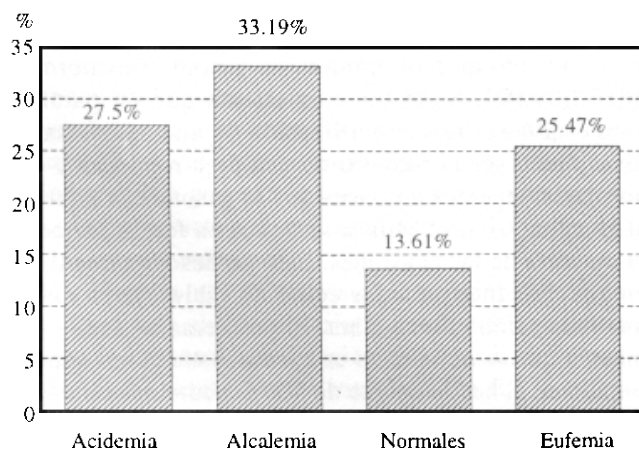


Figura 3. Distribución por pH y gasometrías normales.

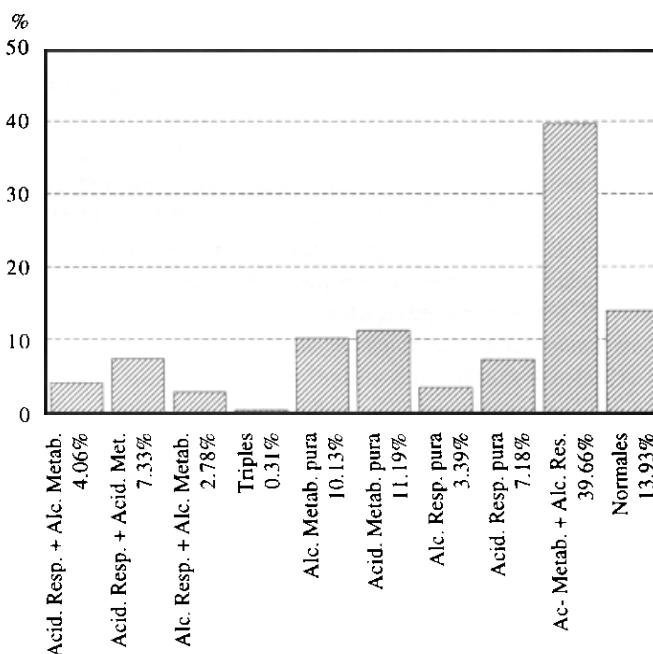


Figura 4. Frecuencia de los trastornos ácido básicos.

Las gasometrías con pH normal sumaron 1,865 (39.50%) de las cuales 661 en total fueron completamente normales, por lo que la eufemia fue la tercera manifestación de trastorno ácido básico con 1,204 gasometrías (25.47%) (Figura 3).

Trastornos ácido básicos. La frecuencia de los trastornos ácido-básicos fue la siguiente:

- Trastornos simples:** acidosis respiratoria pura 341 casos (7.18%), alcalosis respiratoria pura 531 casos (3.39%), acidosis metabólica pura 481 casos (11.19%) y alcalosis metabólica pura 161 casos (10.13%).
- Trastornos mixtos dobles:** acidosis metabólica más alcalosis respiratoria 1,862 casos (39.66%), acidosis respiratoria más alcalosis metabólica 193 casos (4.06%), acidosis respiratoria más acidosis metabólica 348 casos (7.33%) y alcalosis respiratoria más alcalosis metabólica 132 casos (2.78%).
- Trastornos triples.** Acidosis respiratoria con acidosis metabólica y alcalosis metabólica 10 casos (0.21%), alcalosis respiratoria con acidosis metabólica y alcalosis metabólica 5 casos (0.10%) (Figura 4).

Causas de los trastornos ácido básicos más frecuentes. Con acidosis respiratoria pura, se encontraron 150 (43.98%) casos identificados como falla ventilatoria, 80 (23.46%) casos de pacientes de terapia intensiva en ventilador, 30 (8.79%) pacientes con enfermedad broncopulmonar obstructiva crónica y 20 (5.86%) con asma.

En alcalosis metabólica pura se presentaron 80 casos de vómito o intolerancia a la vía oral (49.68%) y 40 casos de intoxicación alimentaria (24.84%).

Con alcalosis respiratoria pura se presentaron 120 casos de trastornos conversivos (21.59%) y cirrosis hepática en 77 casos (14.0%).

Con acidosis metabólica pura se detectaron 253 casos de gastroenterocolitis en niños (52.59%), diabetes mellitus descontrolada en 120 (24.94%) y 10 casos con acidosis láctica probable (2.07%).

Las causas más frecuentes de acidosis metabólica y alcalosis respiratoria fueron diabetes mellitus en 735 casos (39.05%) e insuficiencia renal crónica en 243 casos (12.9%).

Acidosis respiratoria más acidosis metabólica se presentó más frecuentemente en pacientes diabéticos, 123 casos (35.34%) y en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica con 85 casos (24.42%).

Alcalosis metabólica y alcalosis respiratoria se asociaron con gastroenterocolitis en 55 casos (41.66%), intoxicaciones alimentarias en 30 casos (22.72%) y trastornos convulsivos en 40 casos (30.3%).

Los trastornos ácido-básicos triples fueron raros y la asociación de acidosis respiratoria con acidosis metabólica y alcalosis metabólica se encontró en 10 casos, 5 en pacientes diabéticos descontrolados y 5 en pacientes con insuficiencia renal crónica. La combinación alcalosis respiratoria con acidosis metabólica y alcalosis metabólica sólo se encontró en 5 casos de insuficiencia renal crónica.

Es conveniente señalar que la acidosis metabólica de brecha aniónica amplia fue el tipo más común de acidosis (97% del total), independientemente del trastorno de que se tratase. La acidosis de brecha aniónica normal sólo se encontró en 3% de los casos, frecuentemente asociada a pacientes diabéticos que ya recibieron tratamiento con hidratación parenteral.

Hipoxemia y sus causas. Se encontraron 850 casos de hipoxemia, definida ésta como una presión parcial de O_2 menor de 60 torr.

La distribución de acuerdo con el gradiente alvéolo-arterial de oxígeno fue: no interpretables (por carecer de fracción inspirada de oxígeno) 325 (38.23%); con gradiente alvéolo-arterial amplio 397 (46.70%), distribuidas como

sigue: enfermedad broncopulmonar obstructiva crónica en 250 casos, asma 30 casos, enfermedad por membrana hialina 10 casos, gastroenterocolitis 50 casos, síndrome de aspiración de meconio en 30 casos y desconocida en 17 casos. Se documentaron 10 casos de probable tromboembolia pulmonar.

Con gradiente alvéolo-arterial normal 128 (15.05%) pacientes: intoxicación por salicilatos 3 casos, enfermedad cerebrovascular 40 casos y desconocida en 85 casos (*Figura 5*).

Seguimiento de los casos. Se seleccionaron 400 expedientes clínicos al azar (200 encamados en la unidad de terapia intensiva y 200 en las diversas salas del hospital) de pacientes encamados o no, con la finalidad de determinar si se realizó interpretación de la gasometría, si dicha interpretación quedó asentada en el expediente clínico y si se modificó la conducta terapéutica. Se encontró que frecuentemente no se asienta en el expediente clínico la interpretación de la gasometría, y rara vez se da seguimiento a las anomalías detectadas, principalmente en pacientes encamados en salas diferentes a la unidad de terapia intensiva.

Discusión

Los resultados obtenidos permiten observar que del total de gasometrías arteriales analizadas (5,169), 424 (8%) no fueron interpretables por carecer de concordancia entre sus valores. Las razones que podrían haber originado esta situación son dos: 1) una inadecuada toma y manejo de la muestra de sangre, con un exceso de heparina o bien un tiempo de transporte al laboratorio excesivo, o 2) error del laboratorio. Dada la baja frecuencia de estudios no interpretables y el hecho de que generalmente los técnicos del laboratorio son las mismas personas, considero la primera opción como la más probable.

Debido a que no existen antecedentes publicados acerca de este hecho no es posible comparar este resultado con el de otras instituciones, y serían necesarios estudios comparativos entre diferentes laboratorios para establecer con claridad este fenómeno. Sin embargo, a la vista del enorme volumen de estudios gasométricos realizados en este periodo consideramos que la cifra es aceptable.

Se detectó un bajo número de gasometrías normales: 661 (13.93%). Si se toma en cuenta que un parámetro para establecer la sobreutilización de un análisis paraclínico puede ser el número de estudios reportados como normales, tenemos entonces que la gasometría arterial en el Hospital Central Militar se indica en forma correcta en la mayoría de las ocasiones. Esto no descarta que incluso en aquellas interpretadas como normales, haya existido una indicación clínica clara. El problema es que la información que se obtiene no es aprovechada como queda reflejado en el hecho de que de 400 expedientes clínicos revisados al azar sólo en 10 (2.5%) de ellos se efectuó una adecuada interpretación de la gasometría y en ninguno de los expedientes revisados se hizo un seguimiento de

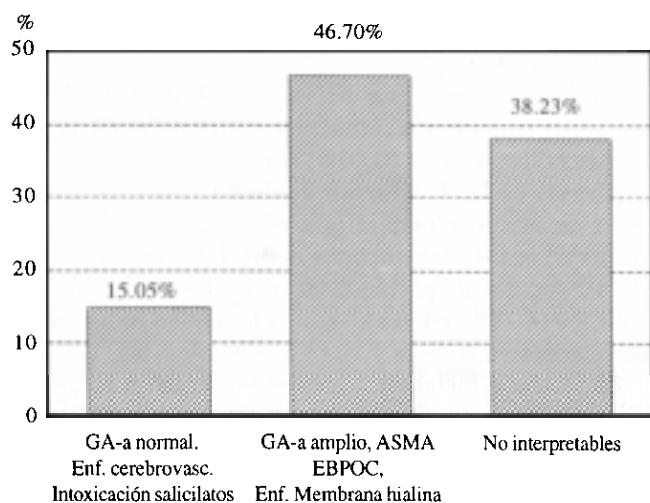


Figura 5. Hipoxemia y sus causas.

las anomalías encontradas, tampoco se apreció cambio alguno en la conducta terapéutica a pesar de que en algunos casos había anomalías graves, como acidosis metabólica severa (30 casos) o hiperoxemia en niveles tóxicos en pacientes con apoyo mecánico ventilatorio (125 casos).

No hay duda de que la gasometría arterial es un estudio muy solicitado en el HCM. La unidad de terapia intensiva (UTIA) fue el servicio en que más gasometrías se solicitaron, debido a que dicho análisis se ha convertido en una parte muy importante del seguimiento de los pacientes ahí encamados. Llamó la atención que a pesar de su importancia no se asentó la interpretación del estudio en los expedientes de los 200 casos revisados. El segundo lugar lo ocupó el servicio de pediatría en que se incluyeron las áreas de urgencias, neonatología y las diversas salas. Urgencias de adultos fue el tercer lugar en frecuencia en número de estudios realizados en virtud de que la gasometría arterial es una importante herramienta para la evaluación de los pacientes graves aunque, como se ha visto, no se aprovecha todo su potencial.

El trastorno ácido-básico más frecuente en el HCM es la alcalemia, que en la mayoría de los casos es ocasionada por acidosis metabólica de brecha aniónica amplia con alcalosis respiratoria. Las causas más frecuentes fueron diabetes mellitus y sus complicaciones e insuficiencia renal crónica. Los trastornos simples y el resto de los problemas complejos no fueron frecuentes. Llamó la atención, que de los pacientes con acidosis metabólica pura, la mayoría fueron del área de pediatría en pacientes con gastroenterocolitis.

Finalmente, se encontraron 850 casos de hipoxemia, de los cuales se descartaron 325 por no contar con la fracción inspirada de oxígeno, lo que imposibilita el cálculo del gradiente alvéolo-arterial. Se encontraron 397 casos de hipoxemia con gradiente alvéolo-arterial amplio y la causa más frecuente de dicha complicación fue la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y asma, hecho que está bien reconocido en la literatura. Sin embargo, incidentalmente se encontraron algunos casos de gastroenterocolitis aguda, que en teoría no debería ampliar el gradiente. Una posible explicación es que se haya tratado de pacientes con alguna neumopatía de base. Se encontraron 10 casos de probable tromboembolia pulmonar, que cursaron con hipoxemia con gradiente alvéolo arterial amplio. Estos datos sugieren que una de las indicaciones más claras para la evaluación del intercambio gaseoso sea precisamente la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, el asma y la sospecha de tromboembolia pulmonar.

En 128 pacientes se demostró la presencia de hipoxemia y gradiente alvéolo-arterial normal. En la mayoría de ellos no se encontró la indicación de la gasometría, pero la causa más frecuente de esta complicación fue la enfermedad cerebrovascular en 40 casos, muy probablemente por hipoventilación. Se identificaron 3 casos de intoxicación por salicilatos.

Los datos obtenidos en este estudio muestran que si bien la gasometría arterial es un estudio confiable, muy solicitado y generalmente indicado en forma correcta, no se analiza adecuadamente y la valiosa información que proporciona no se asienta en el expediente clínico, por lo que tampoco se percibe una influencia en el tratamiento de los pacientes. Sería conveniente hacer conciencia entre el personal médico del hospital de la importancia de dicho estudio con difusión de las técnicas adecuadas en su interpretación por medio de talleres y cursos, para que este recurso tan accesible y valioso no quede desaprovechado.

Se concluye con los siguientes conceptos:

1. La evaluación gasométrica en el HCM es un estudio confiable, al menos para la concordancia de los valores, pero la precisión, la reproductividad y comparabilidad de los resultados sólo se puede establecer comparándolos con los de otras instituciones.
2. Los servicios que con mayor frecuencia utilizan la gasometría arterial son la UTIA, el área de pediatría y urgencias de adultos.
3. El médico conoce bien las indicaciones generales del estudio gasométrico, ya que sólo 13.93% de las mismas fueron normales. Esto no descarta que aún en estos pacientes haya existido una justificación clínica clara.
4. La información que se obtiene de la gasometría arterial frecuentemente no se utiliza en forma correcta, en particular en salas diferentes a la unidad de terapia intensiva, por lo que la información que se obtiene no se utiliza adecuadamente, y no se registra en el expediente clínico.
5. El trastorno ácido-básico más frecuente es la alcalemia, la cual generalmente es debida a trastornos ácido-básicos mixtos, de los cuales, la causa más frecuente es la acidosis metabólica con alcalosis respiratoria. Los padecimientos que con mayor frecuencia condicionaron estas alteraciones fueron la diabetes mellitus y sus complicaciones, insuficiencia renal crónica, cirrosis hepática, seguidos de obstructiva crónica y asma. En los pacientes pediátricos se encontró que la acidosis metabólica pura es lo más frecuente, generalmente asociada a gastroenterocolitis.
6. Los trastornos ácido-básicos simples y otros trastornos complejos no son frecuentes y se presentan en situaciones clínicas muy específicas. Sin embargo, la diabetes mellitus con complicaciones agudas o crónicas continúa siendo una causa importante.
7. La hipoxemia con gradiente alvéolo-arterial amplio es la más frecuente y la causa más común es enfermedad pulmonar obstructiva crónica y asma. La causa más frecuente de hipoxemia con gradiente alvéolo-arterial normal es la enfermedad vascular cerebral.
8. Dada la alta frecuencia con que se relacionan las alteraciones del equilibrio ácido-básico y del intercambio gaseoso se debe realizar evaluación gasométrica a pacientes: diabéticos descontrolados, con insuficiencia renal crónica, con cirrosis hepática, con gastroenterocolitis severa,

en particular niños, con EBPOC descompensado y en los casos de cualquier padecimiento en que el médico sospeche alteraciones en el intercambio gaseoso o equilibrio ácido-básico.

Referencias

1. Raffin TA. Indications for arterial blood gas analysis. *Arch Intern Med* 1986; 105: 390-398.
2. Narins RG. Acid-base disorders: definitions and introductory concepts. In: Robert G. Narins (ed): *Clinical disorders of fluid and electrolyte metabolism*. New York: McGraw-Hill, Inc, 1994: 755.
3. Emmett M, Narins RG. Mixed acid-base disorders. In: Robert G Narins (ed): *Clinical disorders of fluid and electrolyte metabolism*. New York: McGraw-Hill, Inc. 1994: 991.
4. Toto RD. Metabolic acid-base disorders. In: Kokko JP, Tannen RL (eds): *Fluids and electrolytes*. Philadelphia: W.B. Saunders Company 1986: 229.
5. Jacobson HR, Molony DA. Respiratory acid-base disorders. In: Kokko JP, Tannen RL (eds): *Fluids and electrolytes*. Philadelphia: W.B. Saunders Company 1986: 305.
6. Hamm L, Jacobson HR. Mixed acid base disorders. In: Kokko JP, Tannen RL (eds): *Fluids and electrolytes*. Philadelphia: W.B. Saunders Company 1986: 382.
7. Androgué HJ, Wesson DE. Acid-base. Boston: Blackwell Scientific Publications 1994: 1-200.
8. Dubose TD. Clinical approach to patients with acid-base disorders. *Med Clin North Am* 1983; 67(4): 799-813.
9. Braunwald E. Approach to the patient with disease of the respiratory system. In: Braunwald E et al. (eds): *Harrison's Principles of Internal Medicine*. New York: McGraw-Hill Company, 1994: 1047.