

VALORES DE REFERENCIA DE PH Y GASES ARTERIALES EN NIÑOS Y ADULTOS DE SAN JOSÉ, COSTA RICA

Marta Sánchez Molina*

RESUMEN

Es muy frecuente en Costa Rica utilizar intervalos de referencia reportados en la literatura para pruebas químicas de laboratorio.

Debido a que los valores de gases sanguíneos varían considerablemente con la edad y presión barométrica, es muy importante conocer los valores de referencia locales en la población de niños y de adultos.

Se analizó un total de 200 niños y 100 adultos sin enfermedades aparentes, utilizando sangre arterial obtenida y mantenida en anaerobiosis a 4°C por no más de dos horas.

Los valores promedio obtenidos en la determinación de pH, pCO₂, HCO₃ y PO₂ fueron los siguientes:

Niños de 2 a 5 años: pH 7.425, pCO₂ 29.4 mmHg, HCO₃ 18.9 mmHg, PO₂ 74.2 mmHg.

Adultos de 18 a 50 años: pH 7.416, pCO₂ 35.2 mmHg, HCO₃ 22.5 mmHg PO₂ 83.1 mmHg.

Estos datos muestran una diferencia significativa entre ambas poblaciones, datos semejantes a los reportados en la literatura.

También se confirmó que la altitud de 1200 metros, con una presión barométrica de 667 mmHg, tiene intervalos de referencia diferentes a aquellos obtenidos al nivel del mar, como ha sido demostrado en otros trabajos. [Rev. Cost. Cienc. Méd. 1986; 7(4):343-348].

INTRODUCCIÓN

El análisis de gases arteriales hoy día es esencial para el diagnóstico de múltiples entidades clínicas. (3, 4,10). Es sorprendente que a pesar de que dichos exámenes son muy solicitados para diagnosticar y evaluar tratamiento de pacientes con trastornos o disturbios clínicos del equilibrio ácido-base, no se cuenta con intervalos de referencia autóctonos.

La mayoría de los hospitales en nuestro medio, utilizan valores de referencia reportados en la literatura extranjera, sin considerar la edad, la altitud y la presión barométrica. Además el personal de laboratorio generalmente no se apega

a las normas establecidas para la obtención, manejo, transporte y análisis cuantitativo de las muestras.

Es nuestro objetivo dar a conocer los valores de pH y gasometría en niños y adultos de San José, considerando las variables anteriormente citadas y la metodología recomendada (1, 7, 8, 9, 11, 13, 14).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizó sangre arterial de un total de 200 niños aparentemente sanos, caucásicos, con edades comprendidas entre las 24 horas y los 12 años, provenientes de varias Unidades Sanitarias y de la Sección de Neonatología del Hospital San Juan de Dios. Todos los niños mostraron un peso mayor de 2.500 g al nacer y un APGAR igual o mayor a nueve. En vista de que el recién nacido requiere de 1 a 2 horas para adaptar su ventilación, los valores de pH y gases sanguíneos son variables, por lo que no se incluyeron en este trabajo.

El estudio comprendió también el análisis de 100 adultos sanos, caucásicos, de 18 a 50 años, sin disturbios clínicos del equilibrio ácido-base. En este grupo se analizó a 50 hombres y 50 mujeres.

Las muestras fueron obtenidas de la arteria radial o femoral, utilizando un catéter intracraneal con aguja 23 G x 3/4", (Terumo Corporation Tokyo, Japan), incorporado a una jeringa de 5 ml. Las paredes internas de la jeringa y del catéter se recubrieron con Heparina Liquemine (5.000 UI/ml F. Hoffman La Roche y Co) diluida 1:2 con agua destilada y desionizada. El volumen total de la solución de heparina no debe contener más de 100 U/ml de sangre. Mediante este procedimiento se garantiza que no se utilizará excesos de heparina. Recomendamos no extraer menos de 2 ml de sangre. Las muestras no deben contener aire (burbujas) y deben mantenerse anaeróticamente en baño de hielo (4°C), por un período no mayor de 2 horas.

Un analizador de gases sanguíneos IL-213, con un termorregulador IL-329 (Instrumentation Laboratory Lexington, Massachusetts, 02173. IL) fue utilizado para todos los análisis. El electrodo

* Laboratorio de Nefrología, Hospital San Juan de Dios, San José, Costa Rica.

de pH fue calibrado usando soluciones amortiguadores (pH: 7.384 y 6.840) de I.L. y los electrodos de pCO₂ y pO₂ se calibraron con dos mezclas de gases preparadas y certificadas por la misma casa (Gas bajo 5% CO₂, 12% O₂ y gas alto 10% CO₂ — balance N₂). El instrumento se calibró las veces que fuera necesario, con un mínimo de dos veces diarias. El análisis de pH, PCO₂ y pO₂ fue controlado utilizando ampollas certificadas con diferentes intervalos (normal—acidosis—alcalosis) y mediante sangre tonometreada (2, 6, 8, 16). El CO₂ total derivado del nomograma de Siggard Anderson se controló periódicamente con un microgasómetro de Natelson (Scientific Industries, INC, Springfield, Mass. 01103).

Las muestras una vez homogenizadas y equilibradas a temperatura ambiente (25°C) fueron analizadas en el gasómetro I.L., siguiendo estrictamente la metodología del instructivo de la casa comercial. Para la determinación manométrica del CO₂ total en plasma, se centrifugó anaerómicamente la jeringa con la sangre remanente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Es ampliamente conocido que la presión barométrica y la altitud, son factores determinantes en los valores de PCO₂, PO₂ y HCO₃ (4,15).

El cuadro 1 muestra el promedio y desviación estándar (D.S.) de los valores de pH, pCO₂, HCO₃ y

PO₂ obtenidos de diferentes ciudades, agrupados de acuerdo a la altitud y la presión barométrica de residencia. Los valores de pCO₂, HCO₃ y PO₂ disminuyen inversamente a la altura sin observarse variación de pH (4). Este fenómeno se debe a la disminución de la presión parcial de oxígeno en el aire inspirado reduciendo la pO₂ de la sangre arterial, lo que estimula la respiración produciéndose una hiperventilación que reduce la pCO₂ arterial, como la compensación renal es completa para esta alcalosis respiratoria crónica leve, el pH se mantiene dentro de los límites normales independientemente de la altura y presión barométrica (4).

Es muy importante usar nuestros propios valores de referencia, ya que San José con una altura de 1.200 metros presenta valores significativamente menores a los reportados al nivel del mar (12,15), que son frecuentemente usados en Costa Rica.

En el Cuadro 1 se puede observar la diferencia estadísticamente significativa entre ciudades como México, San José Costa Rica y Los Angeles California, mientras que Salt Lake City y San José Costa Rica, al tener alturas similares, muestran valores de referencia muy semejantes.

El Cuadro 2 muestra valores de pH, pCO₂, HCO₃ y de PO₂ en sangre arterial de adultos y niños a diferentes edades. Se observa que al aumentar la edad, aumenta el pCO₂, HCO₃ y pO₂, datos semejantes a los reportados en la literatura (4,12,15).

Los valores promedio de pCO₂, pO₂ y HCO₃ del

CUADRO 1

VALORES DE pH, pCO₂, HCO₃, pO₂ EN SANGRE ARTERIAL DE ADULTOS SEGÚN ALTITUD Y PRESIÓN BAROMÉTRICA (P.B)

CIUDAD	ALTURA	P.B. (mts)	pH (mmHg)	pCO ₂ (mmHg)	HCO ₃ (mmol/l)	pO ₂ (mmHg)
México (12)	2.270	578	7.4 (0.030)*	27.8 (3.63)*	17.0 (1.9)*	64.0 (6.4)*
Salt Lake City (4)	1.372	650	7.4 (0.030)*	34.0 (2.0)*	20.0 (1.5)*	—
San José Costa Rica	1.200	667	7.4 (0.026)*	35.6 (2.9)*	21.9 (1.5)*	78.2 (6.9)*
Los Angeles California (15)	Nivel del mar	760	7.4 (0.025)*	41.5 (3.2)*	25.5 (1.3)*	85.6 (6.9)*

* Valor de 1 D.S.

CUADRO 2

VALORES NORMALES DE pH, pCO₂, HCO₃, pO₂ EN SANGRE ARTERIAL DE ADULTOS Y NIÑOS DE SAN JOSÉ, COSTA RICA

EDADES	n	pH	pCO ₂ (mmHg)	HCO ₃ (mmol/l)	pO ₂ (mmHg)
24 hrs– 1 año	42	7.39 (0.045)*	29.6 (4.39)*	17.7 (1.96)*	69.1 (6.2)*
2–5 años	76	7.425 (0.038)*	29.4 (3.20)*	18.9 (1.89)*	74.2 (7.2)*
6–12 años	82	7.425 (0.032)*	31.8 (2.15)*	20.5 (1.28)*	79.5 (5.3)*
13–17 años	40	7.40 (0.026)*	35.6 (2.90)*	21.9 (1.47)*	80.5 (6.0)*
18–50 años	60	7.416 (0.024)*	35.2 (3.22)*	22.5 (1.97)*	83.1 (7.0)*

* Valores de 1 D.S.

grupo de niños menores de 5 años difiere estadísticamente del grupo de los adultos, hallazgo también observado por Rangel (12).

La Figura 1 muestra gráficamente el estado ácido-base del grupo de niños y adultos. Como se puede observar, la distribución de ambas poblaciones es significativamente diferente.

Debido a que el análisis de gases y pH sanguíneo debe cumplir con ciertos requisitos, es importante considerar lo siguiente:

- La muestra: Debe ser sangre arterial o capilar. La sangre venosa es generalmente usada para la medida del contenido de CO₂, si se desea usar para determinar el pH y PCO₂, se debe disminuir el efecto del metabolismo local mediante la arterilización por calentamiento a 37°C de la mano o antebrazo durante 30 minutos. No debe utilizarse torniquete durante la venoclis.
- El anticoagulante de elección es la heparina. Se debe usar no más de 100 u/ml sangre para evitar el efecto de dilución (1). Otros anticoagulantes como EDTA, oxalato y citrato pueden alterar significativamente el pH sanguíneo.
- Debe ser analizada dentro de 20 minutos si se mantiene a temperatura ambiente (25°C) o dos horas a 4°C, ya que el pH baja y el pCO₂ aumenta con el tiempo. Estas variaciones dependen de la temperatura (el pH baja

0.015 U/cada grado centígrado que sube) y del número de leucocitos. El pH baja por la glicólisis anaeróbica de los leucocitos y eritrocitos y la consecuente acumulación de ácidos orgánicos (14).

El análisis manométrico de CO₂ total en el microgasómetro de Natelson es un sistema de control de calidad muy importante para que el operador pueda detectar fallas en el gasómetro tales como: el estado de la membrana, de los empaques, contaminación del electrolito o presencia de burbujas de aire en los electrodos, y otros (2,5,6,9,11,13).

La Figura 2 demuestra la excelente correlación que se obtiene entre ambos métodos, manométrico y gasométrico lo que se logra solo cuando el estado del gasómetro es óptimo. Recomendamos que todos los laboratorios utilicen valores de referencia para gases sanguíneos, considerando las variables anteriormente citadas y una metodología apropiada para el análisis de los mismos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco la colaboración del personal del Laboratorio de Nefrología y en especial a la asistente Juanita Miranda Angulo, así como el Dr. José R. Araya Rojas del Servicio de Neonatología del Hospital San Juan de Dios.

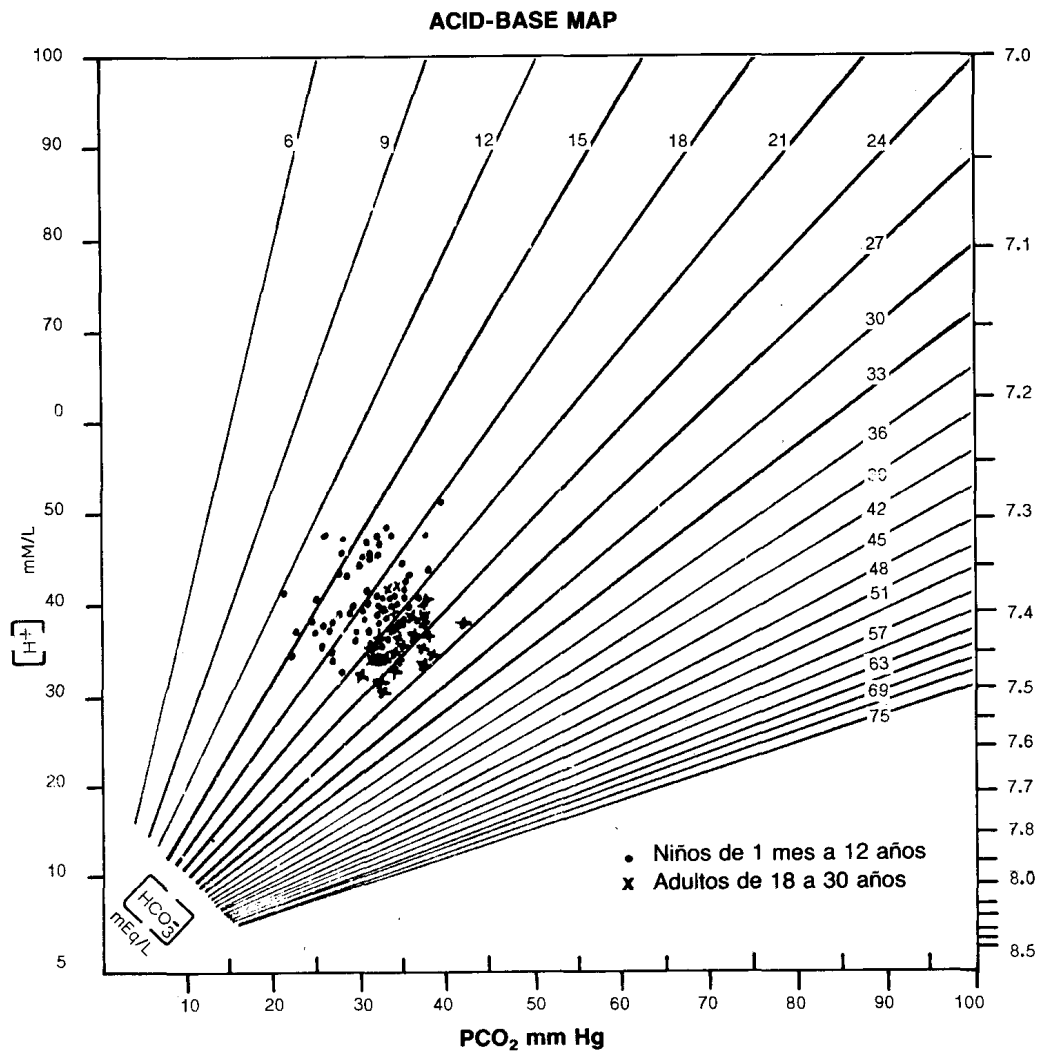
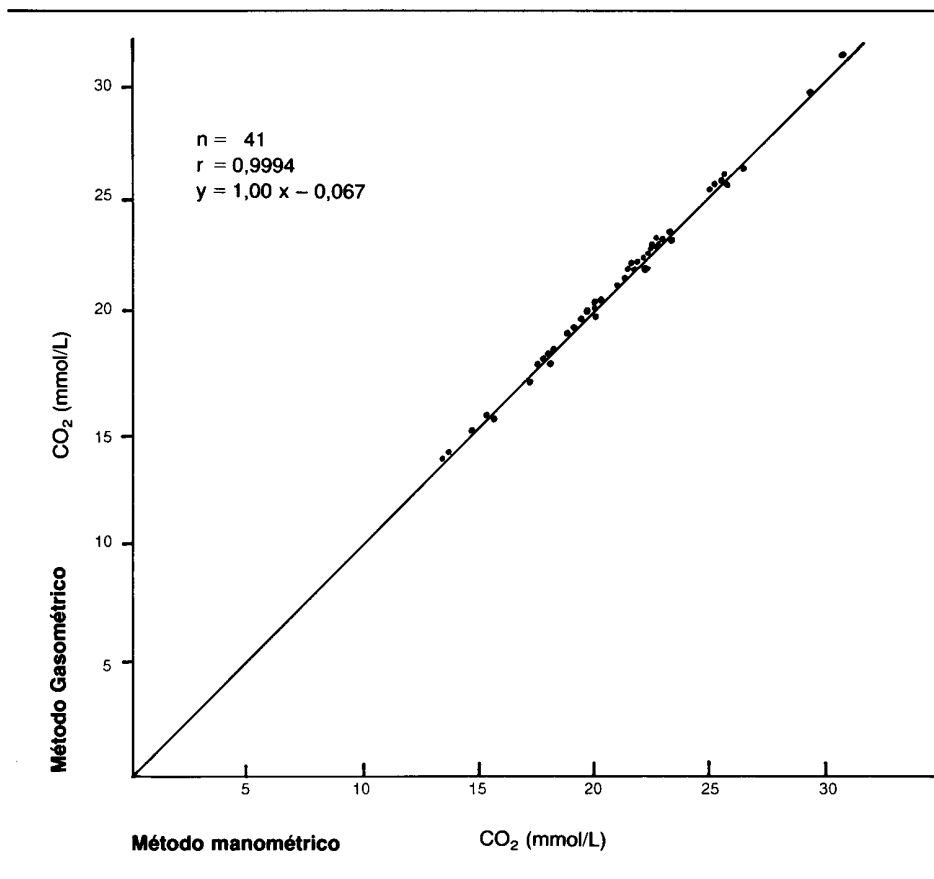


FIGURA 1

FIGURA 2

REGRESIÓN LINEAL DEL ESTUDIO COMPARATIVO
ENTRE UN MÉTODO MANOMÉTRICO Y EL GASOMÉTRICO



ABSTRACT

In Costa Rica, the use of normal reference intervals obtained sin other parts of the world is quite common. Because in the case of arterial blood gases these values vary with age and barometric pressure, it is important to determine local reference values in infant and adult populations.

Arterial blood was obtained from of 200 children and 100 adults. Who had no apparent disease. The samples were kept under anaerobic conditions at 4°C, for no longer than two hours before analysis. The mean values obtained for pH,

pCO₂, HCO₃ and pO₂ were as follows:

Children 2 to 5 yrs. of age: pH 7.425, pCO₂ 29.4 mmHg, HCO₂ 18.9 mmHg, pO₂ 74.2 mmHg.

Adults 18 to 50 yrs. of age: pH 7.416, PCO₂ 35.2 mmHg, HCO₂ 22.5, mmHg, PO₂ 83.1 mmHg.

These figures show a significant difference between the two groups, as has been reported in the literature. It was also shown that at an altitude of 1200 meters, with a mean barometric pressure of 667 mmHg, reference intervals for arterial blood gases are different from those at sea level, as has been shown by other investigators.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bloom S.A., Cangelino V.J. Strom J.A. and Madias N.E. Spurious assessment of Acid-Base Status Due to Dilutional Effect of Heparin. *Am J Med.* 1985; 79; 528-530.
2. Brantigan, J.W., Accuracy of clinical blood gas measurements. *JAMA* 1974; 229:1723.
3. Byrne-Quinn E, Sodal IE, Weil, J.V. Hipoxic and hipercapnic ventilatory drives in children native to high altitude. *J. Applied Physiol* 1972; 32:44-46.
4. Davenport, H.W. *The ABC of Acid-Base Chemistry* 6ta ed. The University of Chicago Press, Chicago y London, 1974; 72-77.
5. Delaney C.J. Leary E.T. Raisys V.A. and Kenny M.A. Proficiency Testing for Blood - Gas Quality Control. *Clin. Chem* 1976; 22:1675-1684.
6. Evans, J.R. A comparison of two methods of quality control of pH, pCO₂ and pO₂ measurements. *Ann Clin. Biochem*, 1978; 15:168-171.
7. Gambino, S.R. Chauman P, Astrup P., Bates R.G., Campbell E.J., Chinard F.P. et al. Report of the ad hoc committer on Acid-Base methodology. *Ann N.Y. Acad Scienci.* 1966; 133:259-267.
8. Gambino S.R., Chauman P, Astrup P., Bates R.G., Campbell E.J., Chinard F.P. et al: Report of the ad hoc committee on acid-base methodology. *Am. J. Clin. Pathol* 1966; 46:376-381.
9. Mellor L.D. Innanen V.T. A source of error in determination of blood gases *Clin. Chem.* 1983; 29:395.
10. Moore A, Ansell C. and Barrie H. Metabolic acidosis and infant freeing. *Brit. Med. J.* 1977; 1:129-131.
11. Mueller, R. G., Lang G.E., Beam. J.M. Bubbles in samples for blood gas determinations. *Am. J. Clin. Pathol* 1976; 65:242-249.
12. Rangel, L.C. Valores normales de gasometría en sangre arterial en niños de la ciudad de México. *Rev. Mex Anestesiay Terapia Int.* 1975; 24:191-194.
13. Siggard-Anderson O: *The acid-base status of the blood*, 4th ed, Baltimore: Williams and Wilkins, 1974; 145-191.
14. Siggard-Anderson O: Sampling and storing of blood for determination of acid-base status. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* 1961; 13:196-204.
15. Weil, J.V. Jamieson G, Brown D.W., Grover R.F. The red cell mass-arterial oxygen relation ship in normal man. *J. Clin. Invest.*, 1968; 47:1627-1639.
16. Weisbrot I.M, Kambli V.B., Gorton L. an evaluation of clinical laboratory performance of pH - blood gas analyses using whole-blood tonometer appecimens. *Am. J. Clin. Pathol.* 61:923-935.