

SECCION DE TERAPIA INTENSIVA

Valores normales de gasometría arterial en niños de la Ciudad de México

DRA. MA. LOURDES RANGEL CARRILLO. *
Q.F.B. JOVITA BAÑUELOS VÁZQUEZ MERCADO. **

DURANTE la última década ha habido numerosos avances en el diagnóstico y tratamiento del enfermo grave, gracias a los cuales se ha logrado abatir considerablemente la mortalidad y la morbilidad.

Entre esos procedimientos diagnósticos se cuenta con la determinación de gases en sangre arterial para la valoración del grado y tipo de insuficiencia respiratoria y de la alteración en el equilibrio ácido-base.

Los valores normales de la presión de gases respiratorios en sangre arterial (PaO_2 y PaCO_2) reportados en la literatura mundial sobre fisiología pulmonar, corresponden a los determinados al nivel del mar en donde la presión barométrica es de 760 mm. Hg.

La Ciudad de México se encuentra a 2240 metros sobre el nivel del mar y su presión barométrica varía entre 584 y 590 mm. Hg., por lo que la presión parcial de los gases respiratorios inhalados es mucho menor que al nivel del mar¹ (cuadro I).

En el Hospital de Enfermedades de Tórax del Centro Médico Nacional del Instituto Mexicano del Seguro Social, el doc-

tor Bonfiglio Muñoz Bojalil hizo el estudio de los valores normales de gasometría arterial en adultos de la Ciudad de México² (cuadro I).

VALORES NORMALES DE GASOMETRIA ARTERIAL EN ADULTOS

	A nivel del mar	En la ciudad de México
PaO_2	80 a 100 mmHg	67.8 ± 4.3 mmHg
PaCO_2	35 a 45 mmHg	29.6 ± 2.2 mmHg
HCO_3^- act.	24 ± 2 mEq/l.	
pH	7.35 a 7.45	7.429 ± 0.028
(H ⁺)	44.67 a 35.48	nanoEq/l.

CUADRO I

Mireles V.M. y colaboradores reportaron los valores de gasometría en sangre capilar del lóbulo auricular, pero no determinaron presión de oxígeno sino saturación³. Actualmente se requiere del valor de la presión de oxígeno aún más o además de la saturación de oxígeno para determinar con precisión el contenido de oxígeno, la posición de la curva de disociación de oxígeno por la hemoglobina y para valorar la insuficiencia respiratoria adecuadamente.

* Del Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional. Asesor médico de inhaloterapia. Instituto Mexicano del Seguro Social.

** De la División de Investigación Científica. Instituto Mexicano del Seguro Social.

Resano F.P. y colaboradores en el Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional del mismo Instituto determinaron los valores normales en niños de la Ciudad de México pero en sangre capilar arterIALIZADA⁴, cuyos valores se aproximan a los arteriales siempre y cuando la técnica se realice con la acuciosidad que amerita y que el área escogida para la punción sea muy vascularizada. Esta técnica no es aceptable en pacientes con disminución de la perfusión periférica ni para un diagnóstico preciso de insuficiencia respiratoria o para decidir el inicio de asistencia de la ventilación.

En consideración a las diferencias anatómicas y por tanto fisiológicas respiratorias entre el adulto y el niño⁵, más notables en niños menores de seis años; los autores de este trabajo que nos dedicamos a la práctica de la pediatría consideramos necesario estudiar los valores normales de gasometría arterial en niños de diferentes edades de la Ciudad de México.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se eligieron 104 niños originarios de la Ciudad de México, normales por interrogatorio y exploración física, quienes además tenían concentración de hemoglobina y hematocrito normales. Se hicieron tres grupos según la edad:

- Ia) Lactantes (de un mes a 23 meses de edad).
- Ib) Preescolares (de 24 meses a cinco años 11 meses de edad).
- II Escolares (de seis a 16 años de edad).

Se analizaron muestras heparinizadas de sangre arterial obtenidas anaeróbicamente

de las arterias humeral y femoral; la muestra se mantuvo en hielo y la determinación se hizo dentro de la primera hora, por duplicado y se determinaron:

Presión arterial de oxígeno (PaO_2).

Presión arterial de bióxido de carbono (PaCO_2).

pH (expresado en concentración de hidrogeniones $[\text{H}^+]$).

Bicarbonato (HCO_3^-).

Acido carbónico (H_2CO_3).

Contenido total de CO_2 .

La presión arterial de oxígeno se determinó con el electrodo de Clark⁶.

El pH por medio de un microelectrodo de vidrio estandar termoestabilizado a 38°C.

La presión arterial de bióxido de carbono por el método de Astrup⁷ que consiste en la obtención de la curva de titulación del bióxido de carbono en sangre total *in vitro* sobre un sistema de coordenadas, en el que las abscisas representan el valor creciente del pH relacionado con las ordenadas de escala logarítmica de presión de bióxido de carbono. La curva se traza mediante dos puntos (A y B), cuyos valores se obtienen determinando el pH en dos muestras de sangre del mismo individuo, las cuales se han equilibrado previamente con mezclas a concentraciones conocidas de bióxido de carbono (5 y 10 por ciento aproximadamente).

La medición directa del pH de una tercera muestra de sangre anaeróbica del mismo sujeto, permite obtener el punto C sobre la curva de titulación y derivar la presión de bióxido de carbono por interpolación de este punto a la línea de las ordenadas en escala logarítmica de PCO_2 .

Teniendo establecido el valor de pH y

**VALORES NORMALES DE GASOMETRIA ARTERIAL
EN NIÑOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

Grupo	Edad	Núm.	PaO ₂ mm. Hg.	PaCO ₂ mm. Hg.	[H ⁺] nanoEq.	HCO ₃ ⁻ st. mEq.	HCO ₃ ⁻ act. mEq.	B.E. mEq.	CO ₂ mEq.
Ia	Un mes a 23 meses	23	70.32 ±7.45	26.67 ±3.87	40.18 ±2.75	18.65 ±1.15	16.05 ±1.49	6.88 ±1.51	16.84 ±1.54
Ib	24 meses a 5 años 11 meses	20	69.72 ±6.84	27.63 ±3.69	41.00 ±2.89 39.66	18.66 ±1.37 20.38	16.19 ±1.88 17.92	6.88 ±1.86 4.73	17.01 ±1.98 18.83
II	6 a 16 años	41	72.96 ±5.64	28.53 ±3.26	±5.56 40.12	±1.30 19.50	±1.63 16.99	±1.86 5.78	±1.74 17.85
TOTAL	Un mes a 16 años	84	71.47 ±6.55	27.80 ±3.58	±4.43	±1.53	±1.86	±2.06	±1.97
Ia vs. Ib:			N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

CUADRO II

**VALORES NORMALES DE GASOMETRIA ARTERIAL
EN NIÑOS DE LA CIUDAD DE MEXICO**

Grupo	Edad	Núm.	PaO ₂ mm. Hg.	PaCO ₂ mm. Hg.	[H ⁺] nanoEq.	HCO ₃ ⁻ st. mEq.	HCO ₃ ⁻ act. mEq.	B.E. mEq.	CO ₂ tot. mEq.
I	Un mes a 5 años, 11 meses	43	70.04 ±7.09	27.12 ±3.77	40.56 ±2.81	18.65 ±1.24	16.11 ±1.64	-6.88 ±1.66	16.92 ±1.74
II	6 a 16 años	41	72.96 ±5.64	28.58 ±3.26	39.66 ±5.56	20.38 ±1.30	17.92 ±1.63	-4.73 ±1.80	18.83 ±1.74
I vs. II:			p<0.05	N.S.	N.S.	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001

CUADRO III

PCO₂ pueden calcularse por la fórmula de Henderson-Hasselbach, o en el nomograma de Sigaard Andersen⁸ el bicarbonato actual y el bicarbonato estandar.

El bióxido de carbono total se puede calcular sumando al bicarbonato actual la cifra resultante de multiplicar la PaCO₂ por 0.03 (factor de proporcionalidad del bióxido de carbono disuelto en el plasma) para convertirlo en ácido carbónico.

La exactitud de las medidas de la presión de bióxido de carbono y del bicarbonato

dependen principalmente de la exactitud en las determinaciones de pH en las muestras equilibradas con bióxido de carbono y de la estabilidad de las soluciones amortiguadoras usadas para calibrar el potenciómetro.

RESULTADOS

En el cuadro II se muestran los valores de siete parámetros de la gasometría obtenidos en los tres grupos y en el total.

La comparación estadística entre el grupo Ia con 23 casos y el grupo Ib con 20 casos no indicó diferencia significativa en ninguno de los parámetros estudiados por lo que se integraron los 43 casos en un solo grupo denominado Grupo I (cuadro III); de esta manera fue posible compararlo con los 41 casos del grupo II mediante regla estadística, operación en la cual sí se encontró diferencia significativa, excepto en la concentración de hidrogeniones y en la PaCO_2 .

De los 104 casos se descartaron veinte quedando 84 en el análisis estadístico debido a que se encontraron cifras importantes de hipocapnia que podrían explicarse por hiperventilación por llanto intenso que presentaron esos sujetos durante la toma de la muestra; lo que llama más la atención es el hallazgo de datos de acidosis metabólica concomitante, como si ocurriera una acidosis compensadora a la alcalosis respiratoria que es motivo de otro estudio que se está realizando actualmente, ya que es

extraño un fenómeno de compensación metabólica tan rápido.

RESUMEN

Con el objeto de conocer las cifras normales de los gases respiratorios en los niños que viven en la Ciudad de México se estudiaron ciento cuatro de ellos, aparentemente sanos tanto por interrogatorio como por exploración física y con cifras normales de hemoglobina y hematocrito. En la sangre arterial se determinaron: presión de oxígeno, presión de bióxido de carbono, pH, bicarbonato, ácido carbónico y contenido total de bióxido de carbono.

Las edades variaron entre 1 mes y 16 años pero para fines de análisis se agruparon en: lactantes, de 1 a 23 meses de edad 23 casos; preescolares de 2 hasta 6 años 20 casos, y escolares de 6 a 16 años, 41 casos. Del grupo total de 104 sólo fueron objeto de análisis 84 que completaron el estudio.

Se establecen comparaciones entre los grupos y con las cifras obtenidas en adultos y se explican las diferencias.

BIBLIOGRAFIA

1. Shapiro, B.A.: Interpretation of blood gases measurement. En: Clinical application of blood gases. Year Book Medical Publishers, Inc. Chicago, 1974, p. 91.
2. Muñoz Bojalil, B.; Díaz, M.G. y Villalpando, G. B.: Límites de variación y de confianza de algunos estudios de la función respiratoria. Rev. Neumol. Cir. Tórax, Méx., 35:331, 1974.
3. Mireles, V.M., Sánchez, M.R. y Mira, A.M.: Valores normales pH, PCO_2 , saturación, déficit y exceso de base, base buffer, bicarbonato estandar y actual en la Ciudad de México. Rev. Med. I.M.S.S. (Méx.), 8: 25, 1969.
4. Resano, F.P.: Valores normales de gasometría capilar en niños de la Ciudad de México. Presentado en el Congreso Mundial de Patología Clínica. Munich, Alemania. Sept. 1972.
5. Hogg, J.C. y Williams, J.: Age as a factor in the distribution of lower airway conduction and in the pathologic anatomy of obstructive lung disease. New Eng. J. Med., 282: 1283, 1970.
6. Astrup, P.: Ultra micro methods for determining pH, PCO_2 and standard bicarbonate in capillary blood. Manuscript of a lecture by Poul Astrup to the Ciba Foundation Research Forum "Acid Base Balance". The Department of Clinical Chemistry Rigshospitalet. Copenhagen, Denmark. 1958.
7. Siggaard Andersen O.: Blood acid base alignment nomogram. Scandinav. J. Clin. and Lab. Invest. 15: 215, 1963.