

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS

**VALORES PROMEDIO PARA pH, PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>2</sub> TOTAL Y P**

**(Estudio transversal en niños sanos de 1 mes a 2 años de edad en el  
Departamento de Pediatría del Hospital General del Instituto  
Guatemalteco de Seguridad Social a la altura de la Ciudad de Guatemala)**

**ANA GLADYS DURAN CASTILLO DE ORELLANA**

**GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 1985**

## INDICE

- I. INTRODUCCION
- II. DEFINICION Y ANALISIS DEL PROBLEMA
- III. OBJETIVOS
- IV. REVISION BIBLIOGRAFICA
- V. MATERIAL Y METODOS
- VI. RESULTADOS
- VII. ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS
- VIII. CONCLUSIONES
- IX. RECOMENDACIONES
- X. RESUMEN
- XI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS
- XII. APENDICE

## I. INTRODUCCION

Las complicaciones respiratorias de los niños han motivado que en los últimos años se incremente la investigación científica, con el propósito de conocer las cifras normales de la presión de los gases sanguíneos en la sangre arterial de los niños sanos.

En la presente investigación, se hizo un estudio para determinar los valores promedio de pH,  $\text{PaO}_2$ ,  $\text{PaCO}_2$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_2$  Total y BE, en un grupo de 100 niños catalogados como niños sanos de 1 mes a 2 años de edad, en el Departamento de Pediatría del I.G.S.S. a la altura de la ciudad de Guatemala.

La importancia y objetivo de este trabajo radica en determinar el promedio, su variabilidad y desviación standar de gases arterial a nuestra altura de 1500 mts. y presión barométrica promedio de 640 mm de Hg a la que se encuentra la ciudad de Guatemala; de acuerdo a un método estandarizado en la toma y procesamiento de la muestra.

Para ello, se estudiaron 100 niños catalogados en nuestro estudio como niños sanos, tomándoles: peso, talla, temperatura rectal, hemoglobina y sangre para gases arteriales. Ninguno de los niños presentó patología alguna que pudiera alterar los datos, se hizo énfasis en el aparato respiratorio.

La sangre fué obtenida por punción arterial directa, de la arteria radial.

## II. DEFINICION Y ANALISIS DEL PROBLEMA

Las diferencias anatómicas, fisiológicas e inmunológicas entre el adulto y el niño, así como la influencia de factores prenatales, perinatales y genéticos, colocan al niño en desventaja en la lucha por conservar la vida y explican la mayor incidencia y gravedad de la insuficiencia respiratoria en esa etapa de la vida, junto con sus secuelas y mortalidad.

La insuficiencia respiratoria ocurre cuando el sistema respiratorio está incapacitado para mantener la homeostasis de los gases respiratorios en sangre arterial y el metabolismo aeróbico tisular. (17)

La gasometría o medición de los gases y parámetros ácido base: pH,  $\text{PaO}_2$ ,  $\text{PaCO}_2$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_2$  Total y BE, en sangre arterial constituyen un método rápido y práctico en la valoración de las alteraciones de la función pulmonar en la insuficiencia respiratoria, ya que el niño es más hipoxémico que el adulto por que la difusión aumenta directamente proporcional al crecimiento del niño, por su inmadurez pulmonar, por el menor número de alveolos que posee y por las características histológicas de su unidad alveolo-arterial. (11)

La determinación puede hacerse en sangre arterial, capilar o venosa, siendo la primera la ideal por razón lógica para conocer la función pulmonar, ya que las cifras normales de estos gases dependen de una buena función pulmonar. (1-17).

Estos gases arteriales, van a tener variantes que estan de acuerdo a la fracción inspirada de  $\text{O}_2$  y, ésta va a tener relación con la presión barométrica de la ciudad en que se realiza el estudio, pues lo importante será la variabilidad en la  $\text{PAO}_2$ , y esto es válido para cada país y/o ciudad.

Es recomendable tener datos propios de valores promedio estandarizando el método de la toma y proceso de la muestra, así como utilizar el mismo gasómetro.

Los valores normales de gases arteriales que se han utilizado hasta ahora para evaluar a nuestros pacientes, no están de acuerdo a la realidad del Departamento de Pediatría, pues son normas extranjeras realizadas en otras altitudes y bajo otras condiciones.

### III. OBJETIVOS

- 1o. Determinar valores promedio de gases arteriales en niños de 1 mes a 2 años de edad, comprendidos en una muestra de 100 niños, en el Departamento de Pediatría del IGSS tomando en cuenta que la presión Barométrica promedio es de 640 mm de Hg. a una altura de 1,500 metros que se encuentra la ciudad de Guatemala.
- 2o. Obtener los valores promedio y su desviación Standar, en la muestra de 100 niños catalogados como sanos, para los parámetros de pH,  $\text{PaO}_2$ ,  $\text{PaCO}_2$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_2$  Total y BE, de acuerdo a un método estandarizado en el proceso de la muestra.

#### IV. REVISION BIBLIOGRAFICA

Es un hecho bien conocido que el oxígeno es un gas primordial para el metabolismo o respiración celular. El mecanismo por el cual se hace llegar oxígeno del ambiente externo hasta las células constituye la función respiratoria.

Los estudios de la función pulmonar conciernen a la ventilación o sea al movimiento de la masa de aire hacia y desde los pulmones. Los estudios de los gases sanguíneos conciernen a la respiración o sea al intercambio de gases entre el aire y la sangre y entre ésta y los tejidos. (1-6-17-18).

La atmosfera de la tierra esta formada principalmente por moléculas de gas, éstas tienen masa y son atraídas hacia el centro de la tierra por la gravedad. La distribución del gas en el aire ambiente y a nivel líquido están regidos por las leyes de gas en gas y gas líquido.

A nivel del mar, el peso de la atmósfera ejerce suficiente presión como para sostener una columna de mercurio de 760 mm de altura. Esta presión atmosférica afecta a todo lo que está en la superficie de la tierra, y los seres vivos no son la excepción.

Así, la concentración de  $PAO_2$  está determinada por muchos factores, la distribución de gas en la atmósfera:

$N_2$	=	Nitrógeno	$O_2$	=	Oxígeno
$Ar$	=	Argón	$CO_2$	=	Bióxido de Carbono

Estos están regidos por la ley de Boyle - Mariotte que dice: que a temperatura constante la presión de un gas es inversamente

proporcional a su volumen y la ley de Dalton, que dice: en una mezcla de gases, la presión total es igual a la suma de las presiones parciales de cada uno de ellos. (1-17-18-19).

Distribución del gas en la atmósfera:

CO <sub>2</sub>	=	0.03%
Ar	=	0.93%
O <sub>2</sub>	=	21%
N <sub>2</sub>	=	78.08%
OTROS		

Esto dará la característica de los gases en el pulmón, ya que no todo el PO<sub>2</sub> atmosférico será el que tendremos a nivel alveolar (PAO<sub>2</sub>), ni a nivel arterial (PaO<sub>2</sub>).

Hay muchos factores que intervienen en el camino que recorre el O<sub>2</sub> para llegar al pulmón, entre ellos está la presión barométrica (PB) que a nivel del mar es de 760 mm de Hg, la cual disminuye con la altitud, lo cual hará que baje la PAO<sub>2</sub>. En la ciudad de Guatemala tenemos un PB promedio de 640 mm de Hg correspondiente a una altitud de 1,500 metros, por lo que nuestra PAO<sub>2</sub> esperada debería de ser: 88.69 mm de Hg, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$PAO_2 = PB - PH_2O (FiO_2) - PaCO_2. (1-17-18-19).$$

Un factor que interviene en el camino del PO<sub>2</sub> hacia el alveolo es la presión de vapor de agua (PH<sub>2</sub>O). La presentación del agua

en su forma gaseosa es vapor, conocida como humedad; la cual se rige por la ley de Charles, que dice: el volumen de un gas a presión constante es proporcional a la temperatura absoluta. El ingreso del gas a la vía aérea, se satura normalmente con humedad al 100% y a la temperatura corporal (37°). La PH<sub>2</sub>O a esa temperatura será de 47 mm de Hg, por lo tanto deberá restarse este 47 mm de Hg a la PO<sub>2</sub> que ingresa a la vía aérea; disminuyendo así la PO<sub>2</sub> a nivel atmosférico, que es constante.

El porcentaje de O<sub>2</sub> en la atmósfera se llama concentración de O<sub>2</sub> (21%) o fracción inspirada de O<sub>2</sub> (FiO<sub>2</sub> = 0.21). La FiO<sub>2</sub> es de 0.21 a cualquier altitud, lo que varía es la PO<sub>2</sub> (presión parcial de O<sub>2</sub>), que está en relación con la presión barométrica.

La PAO<sub>2</sub>, también se encuentra modificada por los espacios muerto anatómico y espacio muerto fisiológico. El espacio muerto anatómico, está formado por el volumen de gas que al final de una inspiración ocupa las vías aéreas de conducción y que no participa en el intercambio gaseoso. El espacio muerto fisiológico, es el volumen del pulmón que no elimina CO<sub>2</sub>. En una persona normal ambos volúmenes son casi iguales, pero durante una enfermedad pulmonar, el espacio muerto fisiológico puede ser mayor. (1-17-18-19).

Alveolo en reposo.

Inspiración.

Espiración.

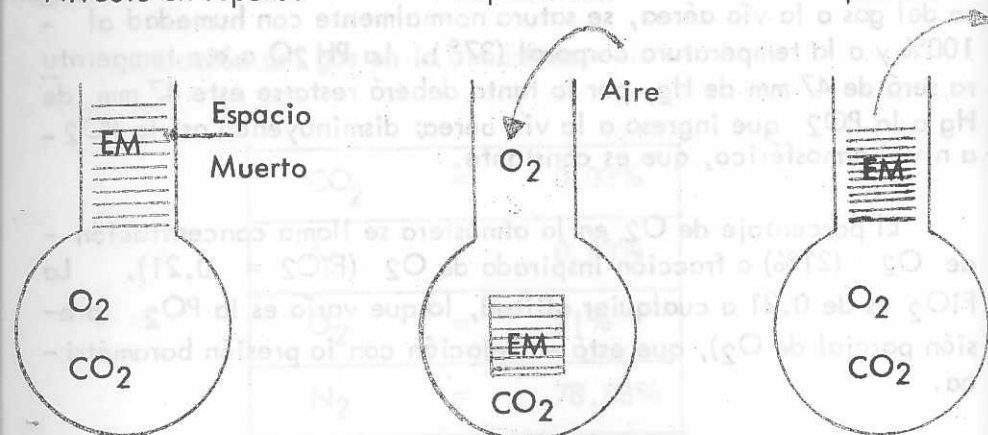


Fig. 1 Espacio Muerto Alveolar. Tomado de West. (p.38) (18).

En la inspiración, gran parte del aire nuevo llena las zonas del espacio muerto anatómico (vías nasales, faringe, traquea y bronquios), antes de llegar a los alveolos, luego en la espiración todo el aire del EM es expulsado antes que el aire alveolar, teniendo las concentraciones gaseosas del aire alveolar, con  $\text{CO}_2$  más elevado que el atmosférico y  $\text{O}_2$  mucho menor, que reingresará al espacio alveolar en el siguiente ciclo respiratorio, modificando así el aire que ingresará aumentando la  $\text{PACO}_2$  y bajando la  $\text{PAO}_2$  por dilución.

A nivel sanguíneo la  $\text{PO}_2$  tendrá valores diferentes si se mide a nivel capilar, arterial, o venoso y esto se debe a que existe un cortocircuito fisiológico  $\text{V}/\text{Q}$ . El  $\text{V}/\text{Q}$ , es el intercambio de gas y sangre en proporciones adecuadas entre los alveolos y los capilares, denominada Relación Ventilación/Perfusión ( $\dot{\text{V}}/\text{Q}$ ) ó cociente respiratorio (CR),  $\text{CR} = \frac{\text{volumen de } \text{CO}_2 \text{ que se produce}}{\text{volumen de } \text{O}_2 \text{ que se consume}}$ . Así tenemos: que  $\dot{\text{V}} = 200 \text{ ml} \times \text{Kg} \times \text{minuto}$ .  $\dot{\text{Q}} = 240 \text{ ml} \times \text{Kg} \times \text{minuto}$ ; por lo tanto:  $\text{CR} = 200/240 = 0.8$ . (en un adulto sano no fumador).

En la práctica, el CR es aproximadamente de 0.8, de acuerdo a las divisiones en zonas pulmonares hechas por el Dr. West, que el pulmón no está uniformemente ventilado ni uniformemente perfundido.

En un humano en posición vertical, también la distribución de  $\dot{\text{V}}/\dot{\text{Q}}$  está condicionada por la Presión Barométrica.

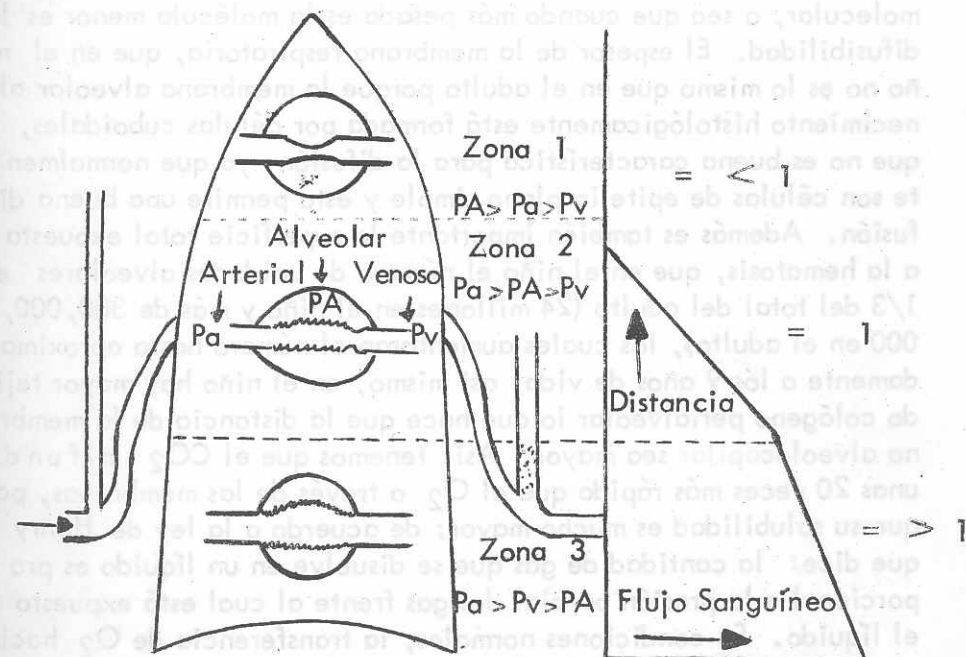


Fig. 2. Distribución del flujo sanguíneo. Zonas pulmonares del Dr. West. (p.28) (18).

Donde se demuestra que en áreas superiores (zona 1) hay disminución de la perfusión, pero por ser el área superior hay mejor ventilación, de donde  $\dot{V}/\dot{Q}$  será de  $< 1$ . El área central, llamada área ideal, es donde está la  $\dot{V}/\dot{Q}$  en 1, pues la  $\dot{V}/\dot{Q}$  esta adecuada por razón de presiones y altitud pulmonar, y en la (zona 3) encontramos que la ventilación es menor y su perfusión es mayor y la  $\dot{V}/\dot{Q}$  es  $> 1$ ; de donde haciendo las mediciones fisiológicas se ha visto que teniendo la relación de las 3 zonas el  $\dot{V}/\dot{Q}$  es  $= 0.8$ . (1-17-18-19).

La difusión de los gases, está determinada por: la característica del gas, según la ley de Graham que dice: la difusibilidad de un gas es inversamente proporcional a la raíz cuadrada de su peso molecular, o sea que cuando más pesada es la molécula menor es la difusibilidad. El espesor de la membrana respiratoria, que en el niño no es lo mismo que en el adulto porque la membrana alveolar al nacimiento histológicamente está formada por células cuboidales, que no es buena característica para la difusión, ya que normalmente son células de epitelio plano simple y esto permite una buena difusión. Además es también importante la superficie total expuesta a la hematosis, que en el niño el número de unidades alveolares es  $1/3$  del total del adulto (24 millones en el niño y más de 300,000,000 en el adulto), los cuales aumentarían el número hasta aproximadamente a los 9 años de vida, así mismo, en el niño hay mayor tejido colágeno perialveolar lo que hace que la distancia de la membrana alveolocapilar sea mayor. Así, tenemos que el  $\text{CO}_2$  difunde unas 20 veces más rápido que el  $\text{O}_2$  a través de las membranas, porque su solubilidad es mucho mayor; de acuerdo a la ley de Henry que dice: la cantidad de gas que se disuelve en un líquido es proporcional a la presión parcial del gas frente al cual está expuesto el líquido. En condiciones normales, la transferencia de  $\text{O}_2$  hacia el capilar pulmonar se halla limitada por la magnitud del flujo sanguíneo disponible, pero algunas veces puede limitarse la difusión.

Una difusión incompleta puede causar una diferencia de  $\text{PO}_2$  entre el gas alveolar y la sangre capilar terminal, también puede darse el caso de que cierta cantidad de sangre no realice intercambio gaseoso formando cortocircuito. Hay un cortocircuito fisiológico formado por la sangre que irriga y nutre al pulmón y que no participa en la hematosis y que drena a su retorno a las venas pulmonares; otro sería la circulación de retorno de las arterias coronarias que a través de las venas de Tebesio drenan al ventrículo izquierdo; dando ambas una pequeña mezcla de sangre venosa, haciendo una pequeña caída de la  $\text{PaO}_2$  en relación a la presión capilar de  $\text{O}_2$  formándose así el cortocircuito fisiológico.

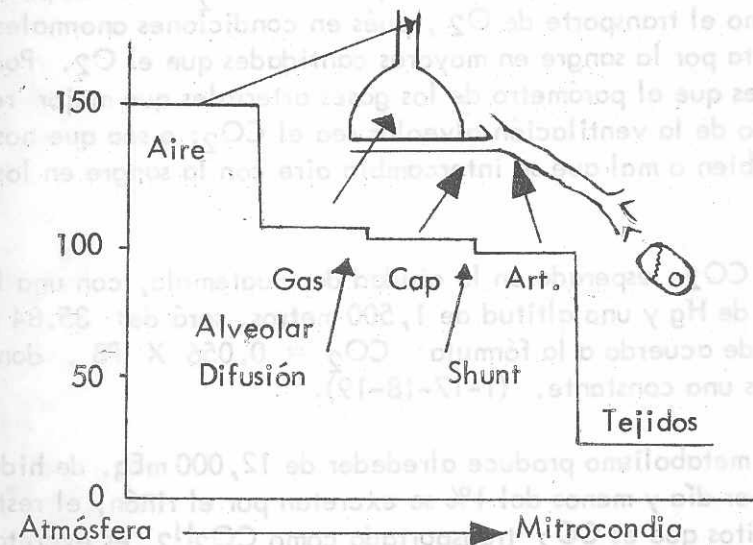


Fig. 3 Caída de la  $\text{PaO}_2$  causada por difusión y Shunt. Tomado de West. (p.54) (19).

El transporte de  $O_2$  se lleva a cabo unido a la hemoglobina y otra parte disuelto en el plasma. El eritrocito se satura de  $O_2$  al entrar en contacto con la membrana alveolar en un tiempo de 0.25 segundos, pero el tiempo total de contacto de éste con la membrana alveolocapilar es de 0.75 segundos.

El 97% de  $O_2$  es transportado por la hemoglobina en forma de  $HbO_2$  (oxihemoglobina) y el 3% es transportado disuelto en el plasma. La hemoglobina posee mucha afinidad con el  $O_2$ , así tenemos que cuando la  $PO_2$  es alta el  $O_2$  se une con la hemoglobina, pero cuando la  $PO_2$  es baja el  $O_2$  se libera de la hemoglobina. Esto, constituye la base para el transporte de la hemoglobina de los pulmones a los tejidos.

El transporte de  $CO_2$  por la sangre se lleva a cabo de tres maneras: disuelto como bicarbonato y combinado con proteínas como compuestos carbamínicos. El transporte de  $CO_2$  no es tan problemático como el transporte de  $O_2$ , pues en condiciones anormales se transporta por la sangre en mayores cantidades que el  $O_2$ . Por esta razón, es que el parámetro de los gases arteriales que mejor refleja el estado de la ventilación alveolar sea el  $CO_2$ ; o sea que nos indica lo bien o mal que se intercambia aire con la sangre en los pulmones.

El  $CO_2$  esperado en la ciudad de Guatemala, con una PB de 640 mm de Hg y una altitud de 1,500 metros, será de: 35.84 mm de Hg, de acuerdo a la fórmula:  $CO_2 = 0.056 \times PB$ . donde 0.056 es una constante. (1-17-18-19).

El metabolismo produce alrededor de 12,000 mEq. de hidrogeniones por día y menos del 1% se excretan por el riñón, el resto de metabolitos que es  $CO_2$  transportado como  $CO_2H_2$ , es excretado por vía pulmonar. El papel esencial de la respiración, es el mantenimiento del equilibrio ácido-base minuto a minuto, ya que cuando

existe un aumento de hidrogeniones se produce acidosis respiratoria y la disminución de hidrogeniones produce alcalosis respiratoria.

Para poder estimar el equilibrio ácido-base hay que saber medir los parámetros de la ecuación de Henderson-Hasselbalch:



Que nos indica la relación entre el ácido carbónico y el ion bicarbonato. Por lo tanto, el desequilibrio ácido-base es una disfunción ventilatoria. (1-17-18-19).

## V. MATERIAL Y METODO

### A) MATERIALES:

#### Humanos:

- 1o. Niños de 1 mes a 2 años de edad.
- 2o. Personal Auxiliar de Enfermería.
- 3o. Personal de laboratorio clínico.

#### No humano:

- 1o. Pericraneales No. 23
- 2o. Jeringas descartables de 3 cc.
- 3o. Algodón.
- 4o. Alcohol.
- 5o. Heparina.
- 6o. Bandeja de plástico.
- 7o. Hielo.
- 8o. Laboratorio clínico
- 9o. Gasómetro.
- 10o. Papeletas de resultados de gases.
- 11o. Libros referentes al tema.

## B) METODO:

Es un estudio transversal, llevado a cabo durante los meses de enero, febrero, marzo y abril de 1985, en los cuales se recolectaron 100 muestras de sangre arterial, tomándose sólo 100 muestras debido al costo que representa la toma y procesamiento de gases arteriales.

Se tomaron niños que consultaron a clínica de Niño Sano y niños hospitalizados para cirugía electiva (corrección de hernias inguinales, circuncisión) comprendidos entre las edades de 1 mes a 2 años, que no presentaran y no hubieran padecido cuadro pulmonar ni agudo o crónico hace 30 días, así como otra patología morbosa que pudiera alterar la gasometría normal, (diarrea, desnutrición, anemia, etc.).

A cada niño se le tomó muestra de sangre para Hg. por micrométodo, tomándose sólo los niños que tenían 10 g de Hg. o más. La reducción en la cantidad de hemoglobina circulante disminuye la capacidad de transporte de  $O_2$  de la sangre; son pocos los trastornos fisiológicos que se producen hasta que el nivel de Hg. desciende de 7 a 8 g. Las adaptaciones fisiológicas con una Hg. baja incluyen taquicardia, aumento del débito cardíaco, una desviación en la curva de disociación que hace que el  $O_2$  llegue más fácilmente a los tejidos y órganos vitales. También, la Hg. baja altera los resultados de los gases arteriales. (10-19).

Se les tomó peso y talla para determinar valores adecuados a su edad utilizando las tablas publicadas de peso y talla del Department of Health, and Welfare, public Health Service, National Center for Health Statistics; tomándose así niños que no presentaron ningún grado de desnutrición.

Se tomaron 50 niños del primer año de vida y 50 del segundo año de vida, los niños de 1 1/2 meses, 2 1/2 meses, se tomaron como de 1 y 2 meses y así sucesivamente para poder clasificarlos mejor ya que no hay variación de resultados de gases arteriales entre estas edades de 1 mes a 2 años de edad, lo cual verificamos con el presente trabajo.

La muestra fué tomada exclusivamente de la arteria radial, la cual además de ser la más fidedigna en cuanto a datos bioquímicos, es la que menos complicaciones presenta al puncionarla.

## OBTENCION DE LA MUESTRA:

El estudio de una muestra de sangre arterial nos da una aproximación más real del grado, extensión y evolución de la alteración pulmonar y como tiene una gran importancia, debe ser motivo de verdadera preocupación dominar el método de tomar la muestra y su procesamiento.

Como para recoger la muestra hay que violar la integridad del vaso, es razonable que nos preocupe los problemas que pueden ocasionar tal invasión. Los tres problemas son: hemorragia, obstrucción del vaso e infección.

La arteria radial, a nivel de la muñeca, es un vaso que está en la superficie de la muñeca y no la acompañan venas importantes, es la más segura y accesible para la punción arterial. Debe hacerse compresión en el lugar de la punción durante 5 minutos.

Suele haber una adecuada circulación colateral por la arteria cubital y si no se punza el periostio, el procedimiento es bastante indoloro.

1o. Se usó una jeringa de plástico de 3 cc. adaptada a un pericra

neal No. 23, con un máximo de 1 mg. (100 U) de heparina só-  
dica por cada ml. de sangre. La heparina puede afectar el pH.  
El pH de la heparina es de 7 más o menos.

2o. Durante la punción arterial debe evitarse la entrada de burbu-  
jas de aire; en caso de haberlas deben extraerse inmediatamente  
y sellar la jeringa. Las burbujas de aire deprimen mucho la  
 $PCO_2$  de la muestra. Se descartó toda muestra que contenía  
burbujas de aire.

3o. Se colocó la muestra en una bandeja con hielo y se procesó de  
inmediato, de lo contrario, se almacenó no más de 30 minutos.  
Al colocarla en hielo, la temperatura desciende en seguida por  
debajo de  $4^{\circ}C$  y los cambios de la  $PCO_2$  y pH son insignifican-  
tes pero si no se coloca en hielo los cambios pueden ser impor-  
tantes.

La muestra fue analizada por el mismo gasómetro del Hospital Gene-  
ral del IGSS, el cual es de tipo I.L 813, uno de los más modernos  
y completos; se calibra automáticamente antes de procesar una mues-  
tra de sangre y está programado para dar los valores de los gases ar-  
teriales con hemoglobina y temperatura ya estandarizada, razón por  
la cual no hay necesidad de tomar tablas específicas para hacer la  
corrección, pero en el presente trabajo sí se les tomó la Hg. a los  
niños por micrométodo y la temperatura rectal antes de tomarles san-  
gre para los gases arteriales.

Para recolectar los datos se utilizaron los que el Gasómetro  
proporcionó al analizar la muestra y se guardaron en un archivo con  
los datos del niño (edad, sexo, Hg, Tem. R. peso y talla).

Los resultados fueron tabulados exclusivamente por el asesor y  
el estudiante, sin requerir papelería especial, teniendo presentes  
curvas de otros países únicamente como dato comparativo. Luego

de codificadas las papeletas se procedió a analizarlas por grupos de  
edad y posteriormente se sacó un promedio y su desviación standar,  
la cual está representada en un cuadro y gráficas con los datos fina-  
les de la investigación.

Se recibió orientación del Departamento de Investigación so-  
bre la metodología estadística a utilizar: la Media, Desviación  
Standar y Límites de confianza al 95% de confiabilidad.

MEDIA: es el promedio más importante, ya que desde el punto de  
vista teórico, o bien desde el práctico; es un valor que es típico o  
representativo de un conjunto de datos.

DESVIACION STANDAR: representa el promedio cuadrático de las  
observaciones con relación a su promedio aritmético.

LIMITES DE CONFIANZA: los números extremos del intervalo:  $S \pm$   
 $1.96 S$ ; son llamados límites de confianza del 95% de S. En el  
presente estudio, se le dió a los datos un 95% de confiabilidad.

CUADRO No. 1

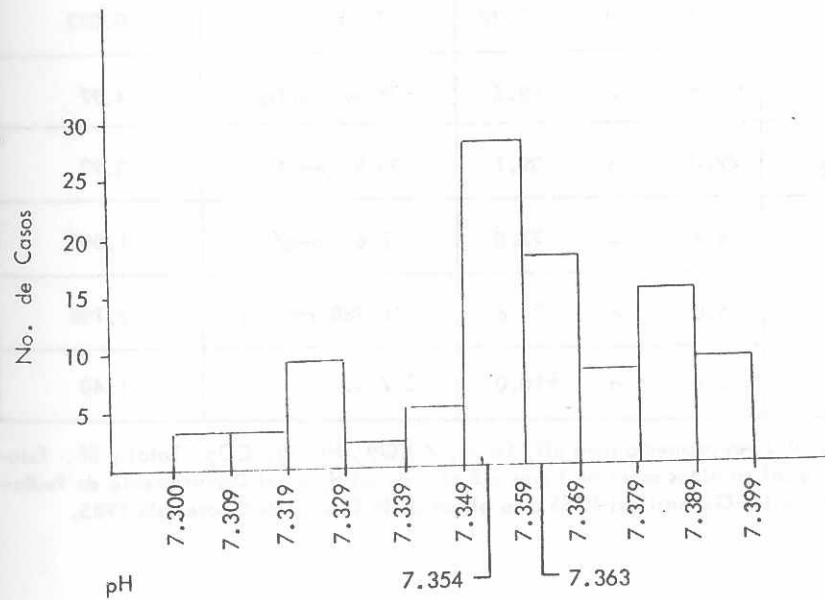
VALORES ENCONTRADOS DE GASES ARTERIALES, SU PROMEDIO Y DESVIACION  
STANDAR, EN NIÑOS SANOS DE 1 MES A 2 AÑOS DE EDAD EN EL  
DEPARTAMENTO DE PEDIATRIA DEL IGSS A LA ALTURA  
DE LA CIUDAD DE GUATEMALA 1985

DATOS	Límites encontrados		PROMEDIO	Desviación Standar
	Bajo	Alto		
pH	7.30	a 7.39	7.359	0.023
PaO <sub>2</sub>	65.8	a 88.5	78.37 mm Hg	4.97
PaCO <sub>2</sub>	29.0	a 39.1	33.87 mm Hg	3.92
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	14.4	a 23.0	17.62 meq/l	1.805
CO <sub>2</sub> T	15.0	a 24.6	18.788 mmol/l	2.108
BE	± 3.4	a ± 10.0	± 7.33	1.40

FUENTE: Valores promedio para pH, PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>2</sub> Total y BE. Estudio transversal en niños sanos de 1 mes a 2 años de edad, en el Departamento de Pediatría del Hospital General del IGSS a la altura de la Ciudad de Guatemala 1985.

GRAFICA No. 1

VALORES ENCONTRADOS DE pH EN NIÑOS SANOS DE 1 MES A 2 AÑOS  
DE EDAD EN EL DEPARTAMENTO DE PEDIATRIA DEL IGSS A  
LA ALTURA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA 1985

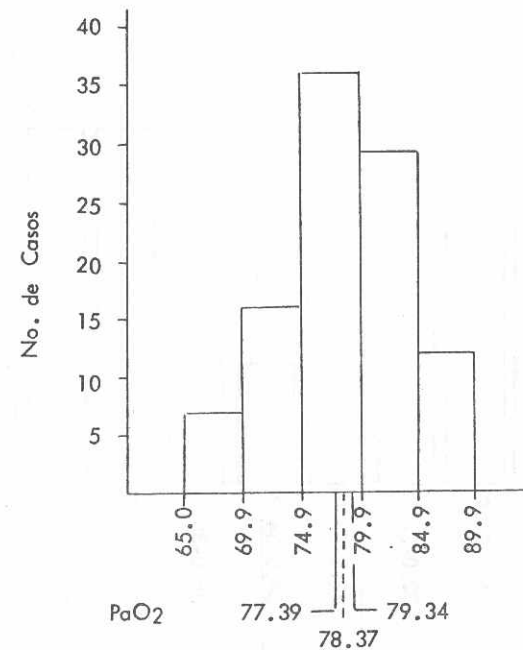


FUENTE: Idem C. No. 1.

$\bar{X}$  = 7.359  
 $Z_c$  = 7.354 a 7.363 (intervalo de confianza).  
 $\sigma$  = 0.023  
 pH = Concentración de hidrogeniones.

GRAFICA No. 2

VALORES ENCONTRADOS DE  $PaO_2$  EN NIÑOS SANOS DE 1 MES A 2 AÑOS  
DE EDAD EN EL DEPARTAMENTO DE PEDIATRIA DEL IGSS A LA  
ALTURA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA 1985

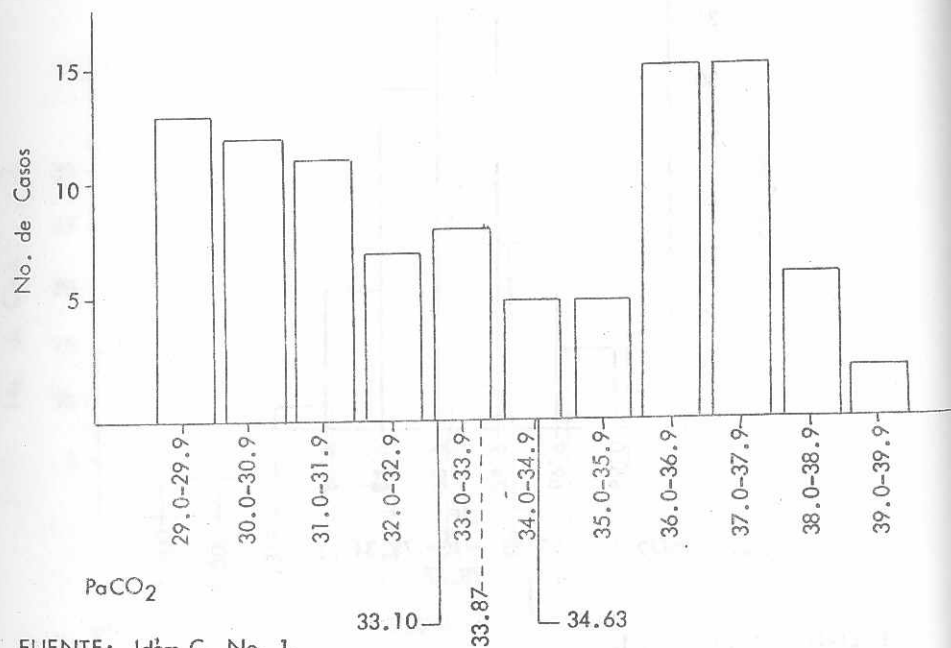


FUENTE: Idem C. No. 1.

$\bar{X}$  = 78.37 mm de Hg.  
 $Z_c$  = 77.39 a 79.34.\*  
 $\sigma$  = 4.97  
 $PaO_2$  = Presión arterial de oxígeno.

GRAFICA No. 3

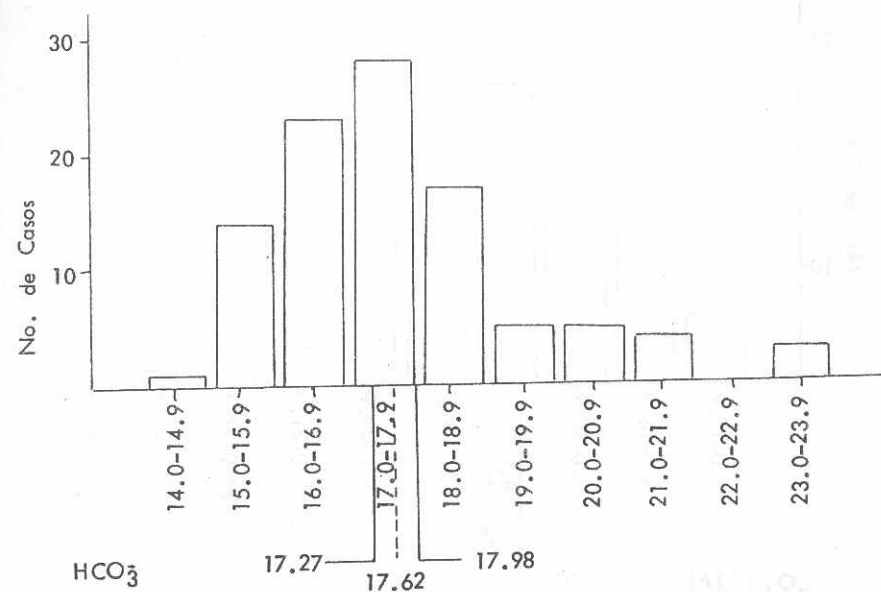
VALORES ENCONTRADOS DE  $\text{PaCO}_2$  EN NIÑOS SANOS DE 1 MES A 2 AÑOS DE EDAD EN EL DEPARTAMENTO DE PEDIATRIA DEL IGSS A LA ALTURA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA 1985



$\bar{X}$  = 33.87 mm de Hg.  
 $Z_c$  = 33.10 a 34.63 \*  
 $\sigma$  = 3.92  
 $\text{PaCO}_2$  = Presión arterial de bióxido de carbono.

GRAFICA No. 4

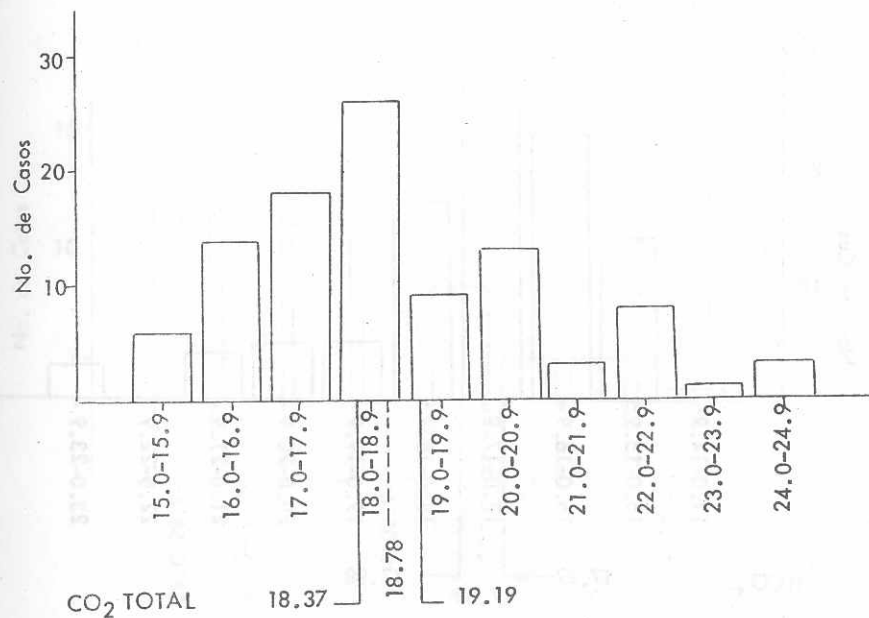
VALORES ENCONTRADOS DE  $\text{HCO}_3$  EN NIÑOS SANOS DE 1 MES A 2 AÑOS DE EDAD EN EL DEPARTAMENTO DE PEDIATRIA DEL IGSS A LA ALTURA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA 1985



$\bar{X}$  = 17.62 meq/l  
 $Z_c$  = 17.27 a 17.98 \*  
 $\sigma$  = 1.805  
 $\text{HCO}_3$  = Bicarbonato.

GRAFICA No. 5

VALORES ENCONTRADOS DE CO<sub>2</sub> TOTAL EN NIÑOS SANOS DE 1 MES A 2 AÑOS DE EDAD EN EL DEPARTAMENTO DE PEDIATRIA DEL IGSS A LA ALTURA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA 1985

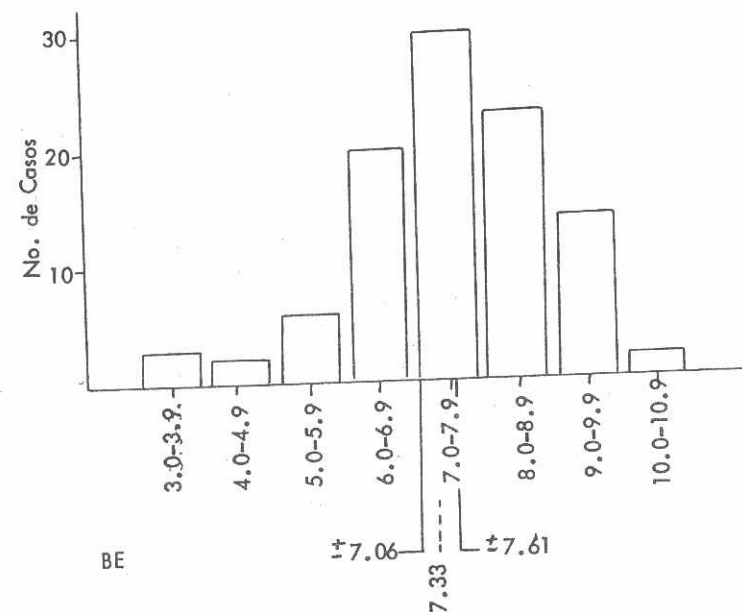


FUENTE: Idem C. No. 1.

$\bar{X}$  = 18.78 mmol/l  
 $Z_c$  = 18.37 a 19.19 \*  
 $\sigma$  = 2.108  
 CO<sub>2</sub>T = Bióxido de carbono total.

GRAFICA No. 6

VALORES ENCONTRADOS DE BE EN NIÑOS SANOS DE 1 MES A 2 AÑOS DE EDAD EN EL DEPARTAMENTO DE PEDIATRIA DEL IGSS A LA ALTURA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA 1985



FUENTE: Idem C. No. 1.

$\bar{X}$  = ±7.33  
 $Z_c$  = ±7.06 a 7.61 \*  
 $\sigma$  = 1.40  
 BE = Exceso de base.

## VII. ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

Al concluir el presente estudio de gasometría arterial en 100 - niños catalogados como niños sanos, comprendidos entre 1 mes a 2 años de edad en el Departamento de Pediatría del IGSS a la altura y Presión Barométrica de la ciudad de Guatemala, encontramos que:

Se tomó como valor mínimo de hemoglobina 10 gramos, por - considerar que con éste valor no modifican los valores de gases sanguíneos; ya que el 97% de  $O_2$  es transportado por la hemoglobina - en forma de  $HbO_2$  y el 3% es transportado disuelto en el plasma. La hemoglobina posee mucha afinidad con el  $O_2$  así cuando la  $PO_2$  es alta el  $O_2$  se une con la hemoglobina y cuando la  $PO_2$  es baja - se libera el  $O_2$  de la hemoglobina, constituyendo esto la base para el transporte de la hemoglobina de los pulmones a los tejidos.

La temperatura corporal, no se tomó como indicador de variabilidad para los gases sanguíneos, debido a que todos los niños presentaron una temperatura rectal entre límites normales.

Los valores de peso, talla y edad, tampoco se tomaron como - indicadores de variabilidad, pues todos estaban dentro del percentil normal, obteniéndose un percentil promedio de: 60.75 Th. y de - acuerdo a las tablas publicadas de peso y talla del Department of Health, and Welfare, public Health Service National Center for - Health Statistics; a partir del percentil 10 al 95 ó más son considerados como normales.

Los valores encontrados sobre los parámetros: pH,  $PaO_2$ ,  $PaCO_2$ ,  $HCO_3^-$ ,  $CO_2$  Total y BE, referidos en Cuadro No. 1; de acuerdo a nuestra bibliografía consultada y nuestros cálculos efectuados con - las fórmulas:

$$PAO_2 = PB - PH_2O (FiO_2) - PaCO_2 \text{ y}$$

$$CO_2 = 0.056 \times PB$$

nuestra  $PAO_2$  esperada es de 88.69 mm de Hg y de  $CO_2$  de 35.84 mm de Hg; encontrando en nuestro estudio límites de:

$$PaO_2 = 65.8 \text{ a } 88.5 \text{ mm de Hg. y}$$

$$PaCO_2 = 29.0 \text{ a } 39.1 \text{ mm de Hg.}$$

los cuales están dentro de los límites normales tomando en nuestra altura y Presión Barométrica, las cuales influyen en el camino que recorren el  $O_2$  y  $CO_2$  para llegar al pulmón, ya que no todo el  $O_2$  y  $CO_2$  atmosférico será el que tendremos a nivel alveolar, ni a nivel arterial.

Los valores estadísticos: Media, Desviación Standar e Intervalos de confianza, se utilizaron para llegar a conocer los valores promedio de cada uno de los parámetros de los gases arteriales, su desviación standar, que representa el promedio cuadrático de los datos con relación a su promedio, utilizando un 95% de confiabilidad para sus intervalos de confianza, encontrándose en nuestro estudio dentro de los límites normales.

## VIII. CONCLUSIONES

1. En el presente estudio de 100 niños catalogados como sanos, comprendidos entre 1 mes a 2 años de edad, en el Departamento de Pediatría del IGSS, a la altura y presión Barométrica en que se encuentra la Ciudad de Guatemala, encontramos los valores gasométricos de:

	LIMITES		PROMEDIO
pH	7.30	a 7.39	7.35
$PaO_2$	65.8	a 88.5 mm de Hg	78.37 mm de Hg
$PaCO_2$	29.0	a 39.1 mm de Hg	33.87 mm de Hg
$HCO_3$	14.4	a 23.0 meq/l	17.62 meq/l
$CO_2T$	15.0	a 24.6 mmol/l	18.78 mmol/l
BE	$\pm 3.4$	a 10.0	$\pm 7.33$

2. Los valores de peso, talla, edad, hemoglobina y temperatura rectal, no se tomaron como indicadores de variabilidad en ninguno de los parámetros estudiados, ya que en este estudio se tomaron valores standar en la muestra.

## IX. RECOMENDACIONES

1. Continuar el estudio a fin de establecer, los valores normales de gases arteriales en niños sanos de todas las edades de acuerdo a nuestra presión Barométrica y altura a nivel del mar.
2. Dar a conocer este estudio para que sea tomado en cuenta como un precedente, para futuras investigaciones sobre gases arteriales.

## X. RESUMEN

El presente trabajo constituye un estudio transversal de gasometría arterial para los parámetros pH, PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>2</sub><sup>-</sup> Total y BE, en 100 niños catalogados como sanos comprendidos entre 1 mes a 2 años de edad en el Departamento de Pediatría del IGSS.

El objetivo, fué determinar los valores promedio de gasometría arterial en niños sanos de 1 mes a 2 años de edad, tomando en cuenta que la Presión Barométrica es de 640 mm de Hg a una altitud de 1,500 metros que se encuentra la Ciudad de Guatemala.

Los valores encontrados de gasometría arterial en niños sanos - de 1 mes a 2 años de edad son:

<u>Promedios encontrados</u>		<u>Promedios utilizados</u>
pH	7.359	7.40
PaO <sub>2</sub>	78.37 mm de Hg	89.00 mm de Hg
PaCO <sub>2</sub>	33.87 mm de Hg	40.00 mm de Hg
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	17.62 meq/l	26.00 meq/l
CO <sub>2</sub> <sup>T</sup>	18.78 mmol/l	27.00 mmol/l
BE	±7.33	±1.00

Lo anterior expuesto se cumple independientemente de peso, - talla, temperatura rectal y hemoglobina, media vez éstos parámetros se encuentren entre valores standarizados.

## XII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1o. Alvarado, H. **et al.** Valores gasométricos normales y de pH en la paciente con embarazo a término y el recién nacido. **Rev Médica del IMSS** 1979 may-jun; 18(3):199-209
- 2o. Arellano, M. **Cuidados intensivos en pediatría**. 2. ed. México, Interamericana, 1983. 383p. (pp. 43-53)
- 3o. Brien, D. y F.A. Ibbot. **Manual de laboratorio pediátrico**. 3. ed. Madrid, Atika, 1976. 400p. (pp. 64-73)
- 4o. Bruce, R.P. Pulmonary metabolic function in the awake - lamb: effect of development and hypoxia. **J Appl Physiol** 1983 Mar; 55(2):383-391
- 5o. Denis, W. G. **et al.** **Terapéutica respiratoria**. México, Manual Moderno, 1981. 623p. (pp. 233-243)
- 6o. Duc, M.D. Assessment of hypoxia in thy newborn. **Pediatrics** 1971 Sep; 48(3):469-480
- 7o. Heaf, D.P. **et al.** Postural effects on gas exchange in infants. **N Eng J Med** 1983 Jun 23; 308(25):1505-1508
- 8o. Johansson, U.B. Determination of respiratory gases with - gas solid chromatography. **Scand J Clin Lab Invest** 1983 Sep; 43(4):91-94
- 9o. Lawson, E.E. Central origin of biphasic breathing pattern during hypoxia in newborns. **J Appl Physiol** 1983 Mar; 55(2):483-488

- 10o. Lynch, M. et al. **Métodos de laboratorio**. 3. ed. México, Interamericana, 1976. 1522p. (pp. 409-420)
- 11o. Mackintosh, T.F. et al. Blood viscosity in the newborn. **Arch Dis Child** 1973 Dic; 48(4):547-552
- 12o. Mei, L.P. et al. Neonatal cardiorespiratory physiology. **Anesthesiology** 1975 Aug; 43(2):171-196
- 13o. Porcelli, R.J. Effects of chronic hipoxia on pulmonary responses to biogenic amines. **J Appl Physiol** 1983 Mar; 55(2):534-540
- 14o. Ralph, M.D. et al. Thyroid function in respiratory distress syndrome (RDS) of the newborn. **Pediatrics** 1974 Oct; 54(4):423-427
- 15o. Rangel, M.L. **Insuficiencia respiratoria en pediatría**. 2. ed. México, La Prensa Mexicana, 1976. 312p. (pp. 85-103, 110-11)
- 16o. Rivera, C.F. **Valores esperados de gasometría sanguínea en pacientes normales residentes en la ciudad capital de Guatemala, comprendidos entre 18 a 25 años de edad**. Tesis (Médico y Cirujano)-Universidad de San Carlos, Facultad de Ciencias Médicas. Guatemala, 1984. 40p.
- 17o. Shapiro, B.A. et al. **Manejo clínico de los gases sanguíneos**. 2. ed. Buenos Aires, Panamericana, 1979. 271p.

- 18o. West, J.B. **Ventilación/perfusión alveolar e intercambio gaseoso**. 3. ed. Buenos Aires, Panamericana, 1979. 105p.
- 19o. West, J.B. **Fisiología respiratoria**. Buenos Aires, Panamericana, 1977. 150p.

Do Bo  
E. Sanguinetti

Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS  
OPCA — UNIDAD DE DOCUMENTACION

## ABREVIATURAS

P	Presión parcial de un Gas (mm de Hg)
PB	Presión Barométrica (Atmosférica) (mm de Hg)
A	Alveolar
a	Arterial
v	Venosa
O <sub>2</sub>	Oxígeno
CO <sub>2</sub>	Bióxido de carbono
N <sub>2</sub>	Nitrógeno
PaCO <sub>2</sub>	Presión arterial de bióxido de carbono (mm de Hg)
$\dot{V}/\dot{Q}$	Relación ventilación $\neq$ perfusión
EM/VC	Relación espacio muerto / volumen corriente
FiO <sub>2</sub>	Fracción inspirada de oxígeno (concentración X100)
PCO <sub>2</sub>	Presión parcial de bióxido de carbono (mm de Hg)
HCO <sub>3</sub>	Bicarbonato (meq/l)
CO <sub>2</sub> T	Bióxido de carbono Total

EB Exceso de base

CR Cociente respiratorio

## LA GASOMETRIA ARTERIAL NOS MUESTRA LOS SIGUIENTES DATOS:

**pH:** Es una medida de la concentración de hidrogeniones en la sangre (normal de 7.35 a 7.45) con una presión barométrica de 760 a nivel del mar en un adulto joven sano no fumador.

**PaCO<sub>2</sub>:** Componente respiratorio, que nos da el diagnóstico de acidosis o alcalosis respiratoria, ya sean primarias (iniciales) o secundarias (compensadoras) también de acuerdo al pH.

**HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>:** Componente metabólico que nos da el diagnóstico de acidosis o alcalosis, también de acuerdo al pH. Las concentraciones de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> son un reflejo de la cantidad de base disponible en el cuerpo en comparación con los ácidos no carbónicos.

**BE:** Es la forma más satisfactoria y útil de estimar la porción no respiratoria del equilibrio ácido-base. Cuantifica el exceso o déficit de base total, y el cálculo se hace por el pH, - PaCO<sub>2</sub> y hematocrito, ya que los eritrocitos contienen los principales reguladores de la sangre. Se expresa en mEq/l de base ya sea por encima o por debajo de los límites normales de base buffer. En la acidosis metabólica tenemos un exceso de base negativo o un déficit de base.

**CO<sub>2</sub> TOTAL:** La mayor parte de CO<sub>2</sub> TOTAL, es bicarbonato. El CO<sub>2</sub> total, es igual a la suma de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> meq/l más H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> meq/l.

El transporte de CO<sub>2</sub> por la sangre se lleva a cabo en los eritrocitos y en el plasma; 3 ml son compuestos carbamínicos y 45 se transforman bicarbonato del plasma. El contenido de CO<sub>2</sub> en la sangre está en relación directa con la

$\text{PaCO}_2$  lo que no ocurre con la del  $\text{O}_2$ .

$\text{PaO}_2$ : Indica el estado de oxigenación de la sangre. El oxígeno y la hemoglobina están químicamente combinados, cada molécula de hemoglobina hace circular cuatro moléculas de oxígeno, así, la capacidad  $\text{O}_2$  en la sangre varía de acuerdo a la concentración de hemoglobina.

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LAS CIENCIAS

DE LA SALUD

(C I C S)

CONFORME:

Dr.

ASESOR.

Dr. OSCAR AMILCAR AMADO ARAGON  
Médico y Cirujano  
Colegiado No. 2527

SATISFECHO:

Dr.

REVISOR.

Dr. FEDERICO MORALES  
Médico y Cirujano  
Colegiado No. 2008

APROBADO:

DIRECTOR DEL CICS



Dr. Mario René Moreno Cámara  
DECANO  
FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS.  
U S A C .

Guatemala, 20 de Agosto de 1985.

Los conceptos expresados en este trabajo son responsabilidad únicamente del Autor. (Reglamento de Tesis, Artículo 44).