

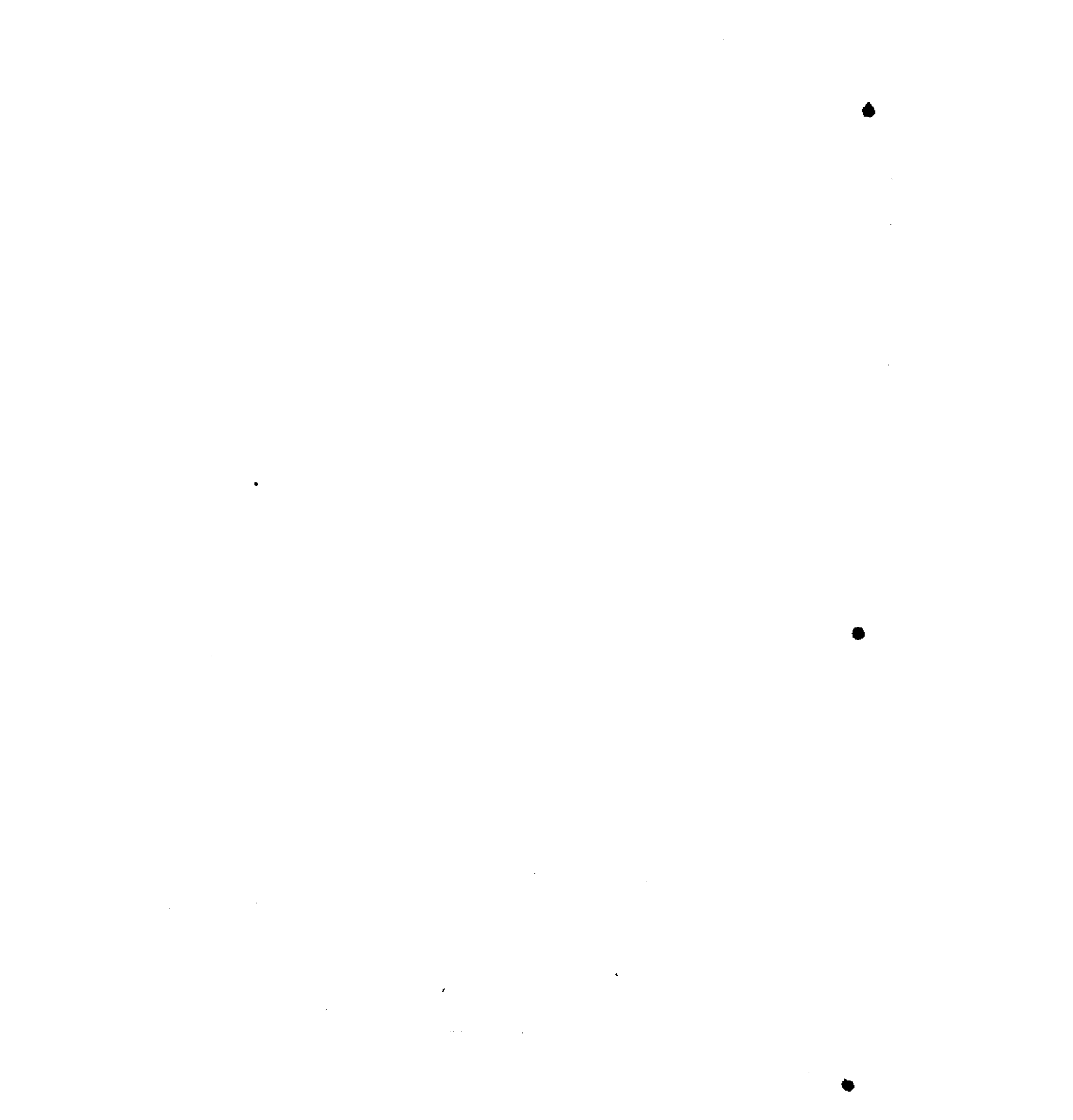
COMPARACION ENTRE DOS METODOS DE OBTENCION DE LA  
RESERVA ALCALINA Y CO<sub>2</sub> TOTAL.

— **Dr. H. Vázquez León. M. S.**

Cátedra de Farmacología.  
Facultad de Medicina.  
Universidad del Zulia.

— **Bioanalista E. Sánchez**

Cátedra de Bioquímica.  
Facultad de Medicina.  
Universidad del Zulia.



### **Introducción.**

Existe frecuentemente una confusión en cuanto al significado de los términos "reserva alcalina y  $\text{CO}_2$  total" de la sangre o el plasma.

Ambos términos son diferentes, refiriéndose la reserva alcalina a la cantidad de  $\text{CO}_2$  liberada después de acidificar el plasma o el suero, que previamente ha sido equilibrado con  $\text{CO}_2$  a una presión parcial de 40 mmHg. El  $\text{CO}_2$  total mide el  $\text{CO}_2$  liberado por acidificación del plasma, suero o la sangre total, recogidos y almacenados en forma anaeróbica. La reserva alcalina mide, pues, la cantidad de bicarbonato y  $\text{CO}_2$  disueltos a la presión parcial de  $\text{CO}_2$  considerada como normal en el humano. El  $\text{CO}_2$  total mide el bicarbonato y  $\text{CO}_2$  disueltos a la presión parcial de  $\text{CO}_2$  que tiene el enfermo en el momento de la venipuntura, la cual puede ser normal, superior a lo normal o inferior a lo normal según las condiciones ácido-básicas del enfermo.

Una reserva alcalina baja en relación a lo normal, podría corresponder a una acidosis metabólica, o también a una alcalosis respiratoria, en la cual la compensación renal hubiera eliminado gran cantidad de bicarbonato. Una reserva alcalina alta en relación a lo normal, podría corresponder a una alcalosis metabólica, o a una acidosis respiratoria cuya compensación renal hubiera sido importante.

El  $\text{CO}_2$  total es la medición preferida para evaluar el estado ácido-básico de los pacientes cuando se lleva a cabo conjuntamente con la medición de pH de la sangre. En este caso ambos valores sirven para calcular la  $\text{pCO}_2$ , puesto que conocemos la constante de solubilidad molar de este gas y además sabemos que todos estos datos se relacionan entre sí de acuerdo con lo expresado por la ecuación de Henderson Hasselbach según la modificación a que se refieren Singer y Hastings.<sup>1</sup> Hasta 1959 el método preferido para medir la reserva alcalina o el  $\text{CO}_2$  total ha sido el método manométrico de Van Slyke-Neill.<sup>2</sup> Astrup y colaboradores (1960) reportan otros métodos para determinar el  $\text{CO}_2$  total y el equivalente de la reserva alcalina, el bicarbonato standard.<sup>3</sup>

En la acidosis respiratoria compensada, se acepta que el  $\text{CO}_2$  total debe tener un valor mayor que la reserva alcalina.<sup>5</sup>

El objeto de este trabajo es el de comparar los valores obtenidos con el método manométrico de Van Slyke-Neill y los respectivos valores obtenidos con el método de "equilibración de Astrup" en enfermos con acidosis respiratoria crónica.

### **MATERIAL Y METODOS**

Se tomó sangre de 10 enfermos con acidosis respiratoria crónica bajo condiciones anaeróbicas. Se depositó bajo una capa de parafina líquida, se dividió en dos porciones: la primera para analizarlas por duplicado con el método manométrico de Van Slyke-Neill<sup>2</sup> para determinar reserva alcalina del plasma y  $\text{CO}_2$  Total de la sangre íntegra. Se usó un aparato manométrico de Van Slyke con agitador magnético.

La otra porción de sangre se utilizó para determinar  $\text{CO}_2$  total y bicarbonato standard por el método de Astrup y el diagrama de Siggaard-Anderson;<sup>4</sup> utilizando el microequipo de Astrup.

### **RESULTADOS**

En la tabla N° 1 se consignan los valores en mEq/l del  $\text{CO}_2$  total y reserva alcalina por el método de Van Slyke. La tabla N° 2 expresa los resultados del  $\text{CO}_2$  total y bicarbonato standard por el método de equilibración de Astrup. La tabla N° 3 muestra valores de pH y  $\text{pCO}_2$ .

**TABLA I**

	Nombre	CO <sub>2</sub> total mEq/l	Reserva alcalina mEq/l
1)	C.P.	25.13	30.06
2)	M.R.	26.92	26.48
3)	P.G.	23.27	27.00
4)	G.J.	19.97	22.83
5)	G. de O.	23.86	25.28
6)	M.O.	28.36	29.74
7)	J.P.	25.29	32.29
8)	A.B.	26.79	31.22
9)	C. de U.	17.90	20.77
10)	A. de Ch.	23.00	25.12

Tabla Nº 1 Valores en mEq/l del CO<sub>2</sub> total y reserva alcalina  
(Método de Van Slyke)

**TABLA 2**

	Nombre	CO <sub>2</sub> total mEq/l	Bicarbonato standard mEq/l
1)	C.P.	28.50	21.20
2)	M.R.	24.42	21.00
3)	P.G.	26.84	21.00
4)	G.J.	31.08	19.00
5)	G. de O.	34.27	24.80
6)	M.O.	41.32	25.00
7)	J.P.	24.10	22.50
8)	A.B.	54.45	28.50
9)	C. de U.	21.18	20.00
10)	A. de Ch.	22.20	19.50

Tabla Nº 2. Valores del CO<sub>2</sub> total y del bicarbonato standard  
(Método de Equilibración de Astrup)

**TABLA 3**

Nombre	pH	pCO <sub>2</sub> (mmHg)
1) C.P.	7.28	87
2) M.R.	7.24	55
3) P.G.	7.23	64
4) G.J.	7.24	70
5) G. de O.	7.30	68
6) M.O.	7.23	95
7) J.P.	7.36	41
8) A.B.	7.29	110
9) C. de U.	7.31	43
10) A. de Ch.	7.24	50

Tabla N° 3. Valores de pH y pCO<sub>2</sub>

#### DISCUSION

En la tabla N° 1 observamos que de las 10 reservas alcalinas consignadas, nueve tienen valores mayores que el CO<sub>2</sub> respectivo, el único valor menor corresponde a una reserva alcalina que, para los fines prácticos y debido a las causas de error de este método, puede considerarse igual al CO<sub>2</sub> total.

En la tabla N° 2 observamos que todos los valores del CO<sub>2</sub> total son mayores que los respectivos de bicarbonato standard. La tabla 3 muestra que el pH de todas las muestras de sangre se encuentra por debajo de los límites de la normalidad y todos los valores de pCO<sub>2</sub> excepto dos, eran anormalmente altos, lo que demuestra que los enfermos estaban en estado de acidosis.

Si interpretáramos los hallazgos de CO<sub>2</sub> total y reserva alcalina de acuerdo a lo expresado en la Tabla N° 1, los enfermos tendrían acidosis metabólica.<sup>5</sup> Si interpretáramos los nuestros de acuerdo con los resultados de la Tabla N° 2, pensaríamos en acidosis respiratoria.

Los 10 enfermos eran asmáticos crónicos o enfisematosos, en los cuales existe un aumento de la pCO<sub>2</sub>. (En 8 los valores fueron anormalmente altos) la historia clínica nos induce a pensar que estos enfermos se encuentran en acidosis respiratoria crónica, por lo tanto los resultados de la Tabla N° 2 se ajustan al

cuadro clínico mientras que los resultados de la Tabla N° 1, no. Lo anterior confirma lo expresado por Davenport<sup>6</sup> en relación a la dificultad de obtener resultados fidedignos con el método de Van Slyke.

La variación y los errores intrínsecos más serios del método de reserva alcalina se deben: 1) El suero o el plasma del enfermo se equilibra con CO<sub>2</sub> a una presión parcial de 40 mmHg. La pendiente (tangente del ángulo) de la línea de las soluciones amortiguadoras del plasma separado, es menor que la pendiente de la línea de las soluciones amortiguadoras de la sangre completa o del plasma que ha sido separado de los eritrocitos bajo condiciones anaeróbicas rígidas,<sup>6</sup> el resultado de lo cual se refleja en el valor de la reserva alcalina que tiende siempre a ser más grande de lo que realmente es, en los casos de acidosis respiratoria. En los casos de acidosis metabólica el valor de la reserva alcalina tiende a ser más pequeño por la razón anterior, las posibilidades de error por este solo hecho son muy grandes. 2) La equilibración con aire expirado, que no siempre tiene 40 mmHg de presión parcial de CO<sub>2</sub>. 3) La temperatura de equilibración, pues al disminuir ésta el coeficiente de solubilidad molar se hace más grande.

En general, en el laboratorio clínico y en los análisis de rutina no se tiene en cuenta lo anterior al efectuar estas determinaciones y la suma de los errores del método puede darnos una variación que en un momento dado no corresponde, como en el presente caso, con el cuadro clínico.

En el método de Astrup, todos estos errores han sido corregidos ya que se hace la determinación a partir de sangre completa, a 38°C y con dos equilibraciones con mezclas de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>, en las cuales la cantidad de oxígeno es suficiente para saturar casi al 100% de su capacidad a la hemoglobina, lo cual, se asemeja más a las condiciones fisiológicas de la sangre arterial, esto último es importante tomarlo en consideración, ya que la saturación de O<sub>2</sub> influye en la afinidad de la hemoglobina por el hidrógeno y por lo tanto influye en la capacidad de la sangre de oponerse a cambios de pH.

Los métodos modernos de evaluación del equilibrio ácido-básico no consideran muy importante solamente la determina-

ción de  $\text{CO}_2$  total y reserva alcalina o su equivalente el bicarbonato standard.

Se recomienda la medición del pH de la sangre junto con la determinación del  $\text{CO}_2$  total<sup>6</sup> o la determinación del PH y del  $\text{pCO}_2$  junto con el exceso de base y bicarbonato standard<sup>3, 4</sup> pues estos son los mejores parámetros de laboratorio para evaluar correctamente el estado ácido-básico de un paciente. Ya hemos observado que la sola determinación de la reserva alcalina y el  $\text{CO}_2$  total puede dar datos falsos e inclusive orientar al médico en los casos no muy claros a tomar resoluciones terapéuticas contrarias al cuadro clínico del paciente.

### RESUMEN

Debido a que algunos métodos clínicos de evaluación de equilibrio ácido-básico utilizan únicamente los valores de reserva alcalina y  $\text{CO}_2$  total para el diagnóstico, se decidió comparar dos métodos de obtención de los mencionados valores: el método de Van Slyke-Neill y el método de Astrup.

A 10 enfermos con acidosis respiratoria crónica, se les tomó sangre dividiéndola en dos porciones a fin de utilizar los dos métodos arriba mencionados.

Con el método de Astrup, los valores de  $\text{CO}_2$  total fueron siempre superiores a los valores de bicarbonato standard, que es el equivalente de este método a la reserva alcalina. Con el método de Van Slyke-Neill, los valores de reserva alcalina fueron superiores a los de  $\text{CO}_2$  total en 9 de los enfermos.

Como en la acidosis respiratoria crónica el valor de  $\text{CO}_2$  total debe ser mayor que el de reserva alcalina, concluimos que el método de Astrup da valores que reflejan fielmente el estado clínico del paciente, mientras que el de Van Slyke no. Tomando en cuenta lo anterior se recomienda la medición del pH de la sangre junto con la del  $\text{pCO}_2$  como un método con menos posibilidades de error en el diagnóstico de los desequilibrios ácido-básicos.

El presente trabajo ha sido posible gracias a una subvención de las Cátedras de Farmacología y Bioquímica de la Facultad de Medicina de la Universidad del Zulia.

Los autores, desean expresar su agradecimiento al Dr. Paulo E. Márquez por su valiosa colaboración al facilitar el diagnóstico y las historias clínicas de los pacientes estudiados. Igualmente al Sanatorio Antituberculoso de Maracaibo por las facilidades prestadas en la realización del mismo.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. SINGER, R. B., and HASTING, A. B.: An improved Clinical Method for The Estimation of the Acid-base balance of Human Blood. *Medicine*, 27; 223 (1948).
2. SIMMONS, J. S., and GENTZKOW, C. J.: Medical and Public Health Laboratory Method, p. 392. Fifth Ed. Lea & Febiger, Philadelphia (1955).
3. ASTRUP, P.: A New Approach to Acid-base Metabolism. Association of Clinical Chemists and The Canadian Society for Clinical Chemistry. Aug. 29, Montreal Canadá, (1960).
4. ASTRUP, P., SIGGAARD-ANDERSON, O., JERGENSEN, K., and ENGEL, K.: The Acid-base Metabolism, A New Approach. *Lancet* 1: 1035, (1960).
5. GOLDBERGER, E.: A Primer of Water Electrolyte and Acid-base Syndromes. p. 154, Second Ed. Lea & Febiger, Philadelphia. (1958).
6. DAVENPORT, W. H.: The ABC of Acid-base Chemistry. 4 th Ed. The University of Chicago Press. (1958).

---

### ANDRÉS B. MARFAN

1859 - 1942

Renombrado pediatra. Sus trabajos sobre higiene, alimentación y clínica de la primera infancia le atrajeron la consideración mundial.

Su Tratado de la lactancia, persiste como una de las obras más valiosas de su género.

Le corresponde el mérito de haber dado a la clínica pediátrica una jerarquía de ciencia completa.

-"Médicos Célebres". Imprenta Torres Aguirre, S.A. Lima"

**CESAR LOMBROSO**

1835 - 1909

Sabio en el más puro sentido del vocablo. En su famosa obra "El hombre delincuente", presenta la conclusión de que los delincuentes son una variedad de locos, que pueden llamarse atávicos, en tanto reproducen los caracteres propios de sus antepasados.

Su obra principal la Antropología Criminal dio nacimiento a una rama inédita de la ciencia: la Criminología.

- "Médicos Célebres". Imprenta Torres Aguirre, S.A. Lima -