

# Nomograma para la corrección de una acidosis y una alcalosis metabólica, basado en la fórmula de Mellemggaard y Astrup. Explicación

Por los Dres.:

Prof. NOEL GONZÁLEZ JIMÉNEZ, VLADISLAV  
CHISTYAKOV, HILARIO CORTINA, ALONSO, HUMBERTO  
SAINZ CABRERA, JULIO LLANES LLANES

El mantenimiento del equilibrio acidobásico dentro de los límites normales es una de las principales exigencias para mantener las condiciones ópticas del medio interior. Las alteraciones de este parámetro esencial conllevan a unas consecuencias muy graves, siendo las más importantes, una acidosis o una alcalosis metabólica.

Tanto en la cirugía general y sobre todo en las operaciones de las lesiones congénitas y adquiridas del corazón durante la anestesia, así como durante el período posoperatorio, el problema de una alcalosis o una acidosis metabólica resulta muy importante.

---

2 Profesor, Jefe del Dpto. de Cirugía del Inst. de Cardiología y Cirugía Cardiovascular de la Habana. Calle 17 y A, Vedado, Habana.

3 Médico Especialista Consultante en Anestesiología del Laboratorio de Anestesiología del Instituto de Trasplante del Prof. Solo- viev. Moseú.

4 Médico Especialista en Anestesiología Jefe del Laboratorio de Anestesiología del Inst. de Cardiología y Cirugía Cardiovascular, Habana.

5 Médico Anestesiólogo Auxiliar del Laboratorio de Anestesiología del Inst. de Cardiología y Cirugía Cardiovascular de la Habana.

(\*\*\*♦\*) Médico Residente de Anestesiología del Hospital Militar Carlos J. Finlay en entrenamiento en el Inst. de Card. y Cirugía Cardiovascular de la Habana.

Este fenómeno se revela sobre todo en los casos cuando es preciso determinar durante unos cuantos segundos la cantidad necesaria de iones de bicarbonato y administrarlos al organismo para la corrección de la acidosis.

Gracias a los trabajos de *Palmer, W. W., Van Slyke D. D.*,<sup>1</sup> 1917; *Singer R. B. et al.*,<sup>2</sup> 1956; *Astrup P. et al.*,<sup>3</sup> 1960; y *Mellemggaard K. y Astrup P.*,<sup>\*</sup> 1960, fue resuelto el problema de la corrección de una acidosis metabólica, es decir exceso de ácidos en sangre.

A partir del año 1960 cuando aparecieron los trabajos de *Mellemggaard K. y Astrup P.*, los anestesiólogos empezaron a utilizar la fórmula propuesta por estos autores para la corrección de una acidosis o una alcalosis metabólica:

0.  $3 X$  peso en Kg.  $X$  BE mEq/l:

donde el parámetro negativo de BE, refleja el exceso de los ácidos y el positivo el exceso de las bases. La cifra 0.3 es la magnitud que expresa el exceso de los ácidos o las bases en sangre y en el espacio extracelular.

Los anestesiólogos y reanimadores usan ampliamente la fórmula en su práctica. También durante la observación dinámica del estado del equilibrio acidobásico en la

sangre de los pacientes se calcula la cantidad necesaria de  $\text{NaHCO}_3$  de bicarbonato o de cloruro de amonio de acuerdo con la fórmula, lo que permite una corrección completa de una acidosis o una alcalosis metabólica.

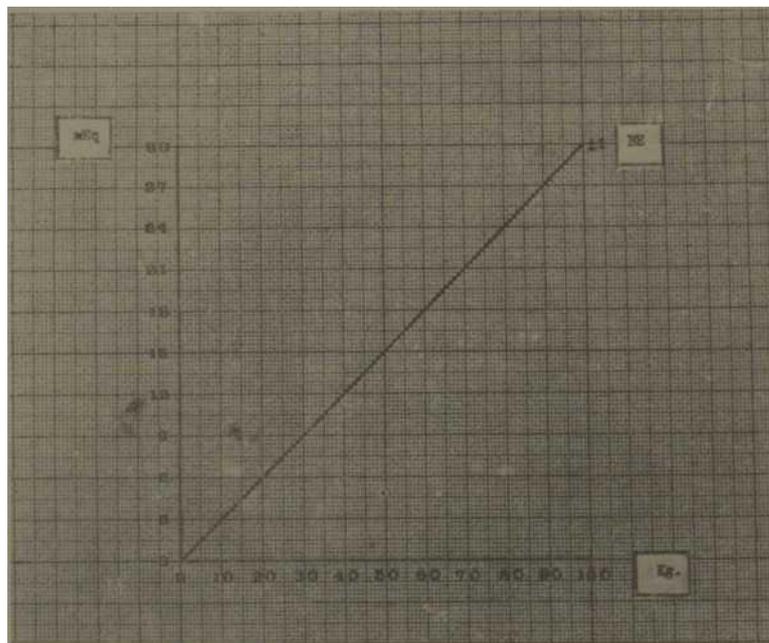
El objetivo del presente trabajo es proponer un nomograma para la corrección de una acidosis o una alcalosis metabólica, basada en la fórmula de *Mellemgard y Astrup* (1960). El nomograma hace más simples los cálculos y permite el uso no sólo para los médicos de distintas especialidades, sino también para las enfermeras anestesistas y las enfermeras de salón de recuperación, previa preparación.

La gráfica No. 1, nos indica la elaboración principal de la fórmula en lo que respecta a su uso práctico, o sea donde se señala, peso del cuerpo es igual a 1 Kg. y donde se señala BE es igual a 1 unidad (lo cual se obtiene a través del nomograma de *Siggard-Anderson y Engel*,<sup>5</sup> 1960).

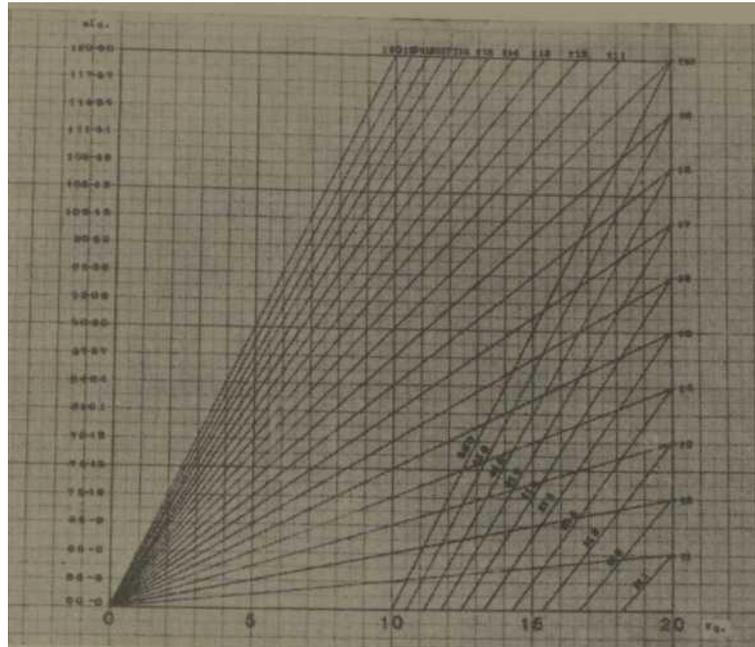
La presente fórmula se utilizó a los efectos de neutralizar el exceso de ácidos o bases. Debe tenerse en cuenta que se le deben suministrar al enfermo 0.3 mEq de  $\text{NaHCO}_3$ . Cuando el paciente pesa 10 Kg. dicha cifra corresponde a 3 mEq y cuando pesa 20 Kg., corresponden a 6 mEq, cuando pesa 30 Kg., corresponde a 9 mEq y así sucesivamente.

Como la fase del equilibrio de iones de bicarbonato y de cloruro de amonio entre la sangre y el espacio extracelular se restablece bastante rápido (*Mellemgard K. y Astrup P.*, 1960), se puede suponer que precisamente 0.3 mEq de iones de  $\text{NaHCO}_3$  o  $\text{NH}_4\text{Cl}$  bastaría para neutralizar  $\text{BE} = 1$  dado el peso de 1 Kg.

Por esta razón fue construido un nomograma (gráfica No. 2) que tiene por un lado (eje de abscisas) el peso en Kg. hasta 20 Kg. y por el eje de ordenadas los parámetros de la cantidad de iones de bicarbonato o cloruro de amonio en mEq que hace falta suministrar de



Gráfica No. 1.—Gráfica del Aumento de  $\text{NaHCO}_3$ , mEq por cada kg por  $\pm 1 \text{ BE}$ .



Gráfica No. 2.—Correcta aplicación en  $mEq$  de  $NaHCO_3$  y  $NH_4Cl$  para la acidosis y alcalosis metabólica en niños.

acuerdo con BE para la corrección de una acidosis o una alcalosis metabólica.

Los parámetros de unos u otros iones están dispuestos en dos columnas.

La primera columna de cifras (de 0 a 60) que se encuentra directamente junto al eje de ordenadas sirve para determinar la cantidad e iones en  $mEq$  para las líneas de BE que se dispersan en forma de abanico desde el punto de intersección de los ejes de abscisas y ordenadas. La segunda columna de cifras (de 60 a 120) sirve para las líneas de BE que caminan por la porción derecha inferior del memograma de abajo hacia arriba en forma oblicua.

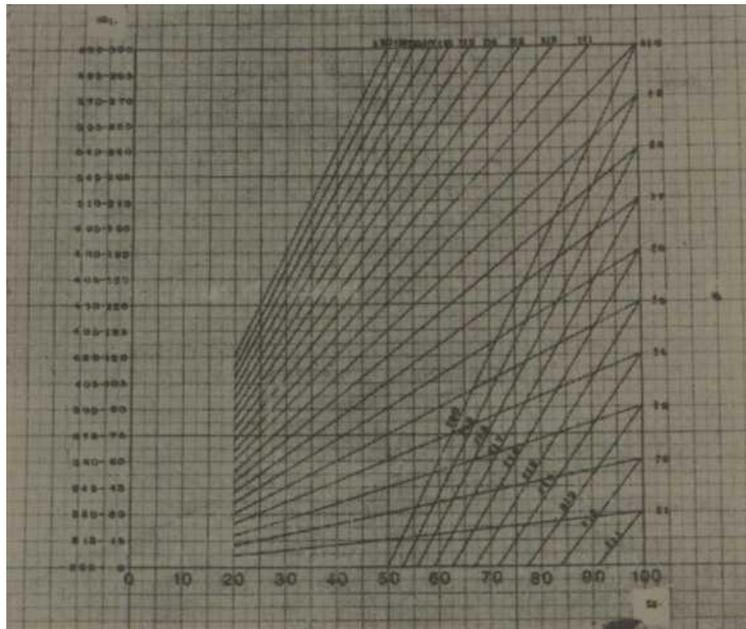
Las líneas oblicuas corresponden a los parámetros de BE. El punto de intersección de la línea del peso del paciente con la línea de BE proyectada sobre el eje de ordenadas demuestra la cantidad exacta de unos u otros iones en  $mEq$  necesaria para la corrección.

Las líneas de BE que se encuentran en la porción derecha inferior del no

mograma representan la continuación de las líneas de BE desde  $\pm 11$  y el punto de intersección de estas líneas de BE con el peso del cuerpo proyectado sobre el eje de ordenadas, demuestra la cantidad exacta de bicarbonato o de cloruro de amonio en  $mEq$  cuyos parámetros  $6e$  encuentran en la segunda columna de cifras.

El gráfico No. 3 presenta un nomograma para calcular exactamente en  $mEq$  los iones de bicarbonato o cloruro de amonio en pacientes con más de 20 Kg. de peso. El principio de la construcción (del diseño de este nomograma no se diferencia del primero descrito.

También las líneas de BE se dispersan desde el punto de intersección de los ejes de abscisas y ordenadas y las líneas de BE en la porción derecha inferior del nomograma son continuación de las líneas de Be a partir de  $\pm 11$ . Es el mismo principio de los cálculos de la cantidad de iones en  $mEq$ .



Gráfica No. 3.—Correcta aplicación en mEq de  $\text{NaHCO}_3$  y  $\text{NH}_4$  para la Acidosis y Alcalosis Metabólica en adultos.

Ejemplo para ilustrar lo expuesto:

1- a) : El análisis del equilibrio ácido-básico en un paciente de 20 Kg. de peso demuestra:  $\text{BE} = -5$ . Buscamos el punto de intersección de las líneas de  $\text{BE} = \pm 5$  que se dispersan desde el punto de intersección de los ejes de abscisas y ordenadas y del peso de 20 Kg.; luego al proyectarlo sobre el eje de ordenadas recibimos el parámetro en la primera columna de cifras (junto al eje de ordenadas) que iguala a 30 mEq. De manera que es necesario administrar 30 mEq de cloruro de amonio para la corrección de la alcalosis metabólica.

b) El análisis del equilibrio acidobásico en un paciente de 20 Kg. demuestra:  $\text{BE} = -13$ .

La línea de  $\text{BE} = \pm 13$  que va desde el punto de intersección de abscisa y ordenada no cruza la línea del peso de 20 Kg. Para este caso en la porción derecha inferior se encuentran las líneas de  $\text{BE} = \pm 11$  que continúan las líneas de

$\text{BE}$  que empiezan en el punto de la intersección de los ejes. De manera que al encontrar el punto de intersección de las líneas de  $\text{BE} = \pm 13$  y del peso de 20 Kg., y al proyectarlo sobre el eje de ordenadas tenemos el parámetro de la cantidad de iones de bicarbonato en mEq que se encuentra en la segunda columna de cifras e igual a 70 mEq.

2- a) Un paciente de 70 Kg. de peso y  $\text{BE} = -8$  encontramos el punto de intersección de las líneas del peso de 70 Kg. y de  $\text{BE} = \pm 8$  que empieza desde la línea del peso de 20 Kg. y lo proyectamos sobre el eje de las ordenadas, obteniendo de este modo que para neutralizar la alcalosis metabólica es necesario suministrar 168 mEq de cloruro de amonio (esta columna de cifras se encuentra junto al eje de ordenadas).

b) Un paciente de 90 Kg. de peso y  $\text{BE} = -12$ , hay que buscar el punto de intersección de la línea de  $\text{BE} = \pm$

12 que está en la porción derecha inferior del nomograma y proyectarlo sobre el eje de ordenadas.

La respuesta —324 mEq de bicarbonato (la segunda columna de cifras). El nomograma es muy simple y cómodo en el uso. Tomando en consideración que el anesthesiólogo y el reanimador tienen que acordarse de muchos cálculos y fórmulas, el nomograma siempre facilitará el trabajo y esperamos que encontrará su uso en la práctica cotidiana.

#### RESUMEN

En el presente artículo son propuestos dos nomogramas con el cálculo exacto de iones de bicarbonato ( $\text{HCO}_3$ ) y Cloruro de Amonio ( $\text{C1NH}_4$ ) para la corrección de una acidosis o una alcalosis metabólica según la fórmula de Mellengaard K. y Astrup P.

Uno de ellos está destinado para pacientes de 20 Kg. o menos y el otro para pacientes de 20 Kg. y más.

La razón de esta división consiste en la presencia de más o menos iones.

El principio de la construcción de estos nomogramas, es el mismo. El propósito de esto es facilitar el trabajo de los reanimadores y anesthesiólogos.

#### SUMMARY

In the present item two nomograms are proposed in order to compute accurately the presence of bicarbonate ions ( $\text{HCO}_3$ ) or

ammonium chloride ( $\text{C1NH}_4$ ) with a view to correcting a metabolic acidosis or a metabolic alkalosis, founding it in Mellengaard K. and Astrup P. formula.

One of them is utilized for patients who weigh less than 20 Kgs. and the other one for those who weigh 20 Kgs. or more.

The actual reason for that division depends on a more or less significant amount of ions.

The principle of these nomograms is just the same. The one proposed here makes the anesthesiologist and reanimators' work more easily.

#### RESUME

Dans cet article on propose deux nomogrammes conçus pour dresser le calcul précis des ions bicarbonate ( $\text{HCO}_3$ ) et chlorure d'ammonium ( $\text{C1NH}_4$ ) en vue d'un traitement pour l'acidose ou l'alcalose métabolique, d'après la formule de Mellengaard K. et Astrup P.

L'un d'eux se rapporte aux patients dont le poids atteint jusqu'à 20 Kg., tandis que l'autre concerne les données pour ceux dont le poids est en dessous. On a fait cette division en raison des différences en concentration ionique.

Le principe appliqué pour construire tous a été le même. Le but est celui d'aider aux anesthésistes et infirmiers dans sa tâche de réanimation.

#### BIBLIOGRAFIA

1. —Palmer, XV. XV., and Van Slyke, D. ü.: Studies in Alkalosis. IX] Relationship between Alkali retention and Alkali reserve in normal and pathological individuals. J. Biol. Chem. 32, 499. 1917.
2. —Singer R. B., Clark, J. K., Barker, R. S. Crosley, A. P. and Elkinton, J. R.: The Acute effects in man of rapid intravenous infusions of hypertonic Sodium Bicarbonate Solution. Medicine, 34, 51. 1955.
3. —Astrup P. Jorgensen K., Siggaard Andersen, O., Engel, K.: The acid-base Metabolism. A new approach. Acta Medica Scandinavica 1033. 1960.
4. —Mellemgard K. and Astrup, P.: The quantitative determination of surplus amounts of acid or base in the human body. Scand. J. Clin. and Invest. 12, 187. 1960.
5. —Siggaard Andersen, O. and Engel, K.: A new acid-base Neniogram. An improved method for the calculation of the relevant blood Acid-Base date. Scand. J. Clin. and Invest. 12, 177. 1960.