

# Factores que Afectan la Concentración del Anestésico Vaporizado en Marmitas de Cobre

(EN REFERENCIA ESPECIAL A CAMBIOS DE ALTURA)

*Dr. J. Antonio Aldrete Salcedo \**

EL uso de vaporizadores de marmita de cobre (Cooper Kettle) permite la administración precisa y cuantitativa de vapores anestésicos en la clínica diaria (1). Desde el punto de vista económico es más ventajoso, ya que permite usar los sistemas cerrado o semi-cerrado, disminuyendo así considerablemente las cantidades de gases usados.

Los nombres empleados por los fabricantes son varios: (Verni-Trol, Cooper Kettle, etc.); sin embargo, el mecanismo de acción es el mismo, ya descrito por Morris (2).

Por otra parte, diversas tablas, reglas y métodos breves de cálculo se han puesto a la venta con el afán de facilitar la estimación aproximada de la concentración anestésica deseada, sin ser absolutamente exactos (3).

De acuerdo con algunos autores (2, 4), entre los factores prácticos que afectan la cantidad de anestésico vaporizado al pasar un flujo de oxígeno por el líquido anestésico se encuentran:

- 1º La presión barométrica del lugar en que se usa.
- 2º La temperatura ambiente.
- 3º La presión de vapor del anestésico en particular.

De estas variables, las dos primeras son inherentes del sitio de uso y la tercera depende de la temperatura ambiente. La se-

gunda es en general alrededor de 20°C en quirófanos con aire acondicionado; sin embargo, pueden anticiparse variaciones en instituciones que carecen de esta comodidad, o cuando se eleve la temperatura con el propósito de prevenir la hipotermia observada en recién nacidos e infantes.

La siguiente fórmula permite el cálculo de porcentajes de anestésicos volátiles, dividiendo la presión de vapor ( $P_v$ ), entre la presión barométrica ( $P_B$ ) del sitio geográfico, a la cual se le resta la presión de vapor. El resultado de este primer paso es una constante ( $K$ ), que desde luego es diferente para cada anestésico. A continuación, esta constante se multiplica por el número de centímetros cúbicos de oxígeno que se hacen pasar por el vaporizador; el resultado es la cantidad de centímetros cúbicos de anestésico (en forma gaseosa) que salen del vaporizador. Finalmente, para obtener el porcentaje exacto, la cantidad de centímetros cúbicos de anestésico volatilizados, se divide entre el flujo total, que es la suma del volumen del agente más otros gases ( $O_2$  y  $N_2O$ ), a los cuales se les debe agregar la cantidad  $O_2$  circulado a través del vaporizador.

$$\frac{P_v}{P_B - P_v} = K \times \text{cc. de } O_2 \text{ pasados por el vaporizador} = \text{cc. de anestésico volatilizado por minuto. De donde el porcentaje}$$

\* Jefe del Servicio de Anestesiología del Hospital de Veteranos de la Ciudad de Denver, Colorado.

de anestésico volatilizado sería igual al número de c.c. volatilizados del anestésico dividido por el flujo total.

El flujo total incluye la cantidad de oxígeno que pase por el vaporizador más la cantidad de anestésico volatilizado a la que se le agrega el flujo de gases (oxígeno y óxido nitroso).

A continuación se citan 3 ejemplos de cálculos usando diferentes agentes anestésicos y flujos totales en diferentes sitios geográficos.

A nivel del mar: 400 cc./min. de O<sub>2</sub> a través de un vaporizador conteniendo fluoroxeno, diluido con 1.5 L./min. de O<sub>2</sub> y 286

3.5 L./min. de N<sub>2</sub>O:  $\frac{\quad}{760-286} = 0.60 \times$   
 400 = 240 cc./min. de fluoroxeno .....  
 240 cc./min. de fluoroxeno = 4.2%

5640 cc./min. de flujo total

En Denver, Colorado: a una altitud de 1,633 metros (5280 pies), 20 cc de O<sub>2</sub> a través de un vaporizador conteniendo halothane y mezclándolo con 500 cc./min. de O<sub>2</sub>

más 500 cc./min. de N<sub>2</sub>O:  $\frac{\quad}{630-246} =$   
 0.64 x 20 = 12.8 cc./min. de halothane  
 12.8 cc de halothane = 1.2%

1032.8 cc./min. de flujo total

En la Ciudad de México: a 2,240 metros (7,300 pies) de altura (5, 6), si 100 cc/min. de O<sub>2</sub> a través del vaporizador conteniendo éter, se mezclan con 2 L./min. de O<sub>2</sub> más 2 L./min. de N<sub>2</sub>O, resultaría lo siguiente:

450  
 $\frac{\quad}{580-450} = 3.4 \times 100 = 340$  cc./min. de  
 340 cc./min de éter = 7.6%  
 éter

4440 cc./min. de flujo total

Estos cálculos se basan en la presión de vapor de los anestésicos a 20°C (que desde luego tendría que ser diferente si se vaporizase a temperaturas mayores o me-

nores), de acuerdo con los valores tabulados en la Figura 1. En esta gráfica, se representan las curvas de vaporización de ciertos agentes anestésicos, desde el más volátil de ellos, el cloruro de etilo, hasta el menos volátil, que es el metoxiflurano el cual posee una curva paralela al agua.

#### PRESIONES DE VAPOR DE ANESTÉSICOS VOLÁTILES

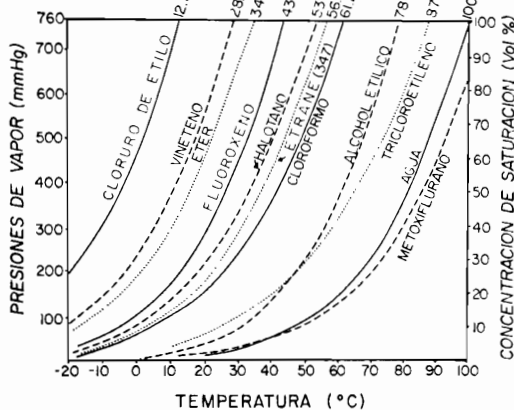


FIG. 1.—Curvas de presión de vapor de los anestésicos volátiles. Modificada de la publicada por Macintosh, R., Mushin, W. W. and Epstein H. G.: *Physics for the anesthetist*. Ed. 3, F. A. Davis, 1963.

Desde el punto de vista didáctico, la fórmula permite utilizar los anestésicos volátiles, a temperaturas variables, siempre y cuando se consideren la presión de vaporización y la presión barométrica correspondientes.

#### REFERENCIAS

- 1.—MORRIS, L. E.—*New vaporizer for liquid anesthetic agents*.—*Anesthesiology*, 13:587, 1952.
- 2.—MORRIS, L. E. AND FELDMAN, S. A.—*Considerations in the design and function of anesthetic vaporizers*. *Anesthesiology*.—19:642, 1958.
- 3.—LÓPEZ, A. G.—*Algunos procedimientos básicos en Anestesiología*.—*Rev. Mex. Anes.* 9:19, 1960.
- 4.—PÉREZ, T. L.—*Vaporización: en Conferencias para Médicos becarios del Curso de Especialización en Anestesiología*.—Tomo I, pág. 170, 1967.
- 5.—VOGEL, J. H. K.—*Altitude and the cardiovascular system*.—*Bull. Col Heart Assoc.* 3:1, 1967.
- 6.—CHÁVEZ, R. I.—*La altitud de la Cd. de México (2,240 mts. sobre el nivel del mar) y su importancia en el rendimiento del atleta*.—*Arch. Inst. Card. Méx.* 38:33, 1968.