

CORRELACION DE LA PaCO_2 CON LA PRESION INTRAOCULAR DURANTE LA INDUCCION DE LA ANESTESIA. EFECTO DE LA DOSIS PREPARATORIA DE BROMURO DE VECURONIO

*GERARDO E. ALVAREZ-RESENDIZ
 *GRACIELA A. CAMACHO-S.
 **RICARDO SÁNCHEZ-MARTÍNEZ
 *PATRICIA OCHOA-GRIJALVA
 ***MIGUEL CERVANTES-ALFARO

RESUMEN

La importancia de las modificaciones de la PIO inducidas por variaciones de la PaCO_2 asociadas a maniobras o fármacos usados en procedimientos anestésico-quirúrgicos ha sido señalada por diversos autores. En el presente estudio, los valores de PaCO_2 y PIO obtenidos en diferentes momentos de la inducción de la anestesia se correlacionaron significativamente en forma directa en 10 pacientes (ASA I a II) sometidos a cirugía electiva; en los cuales la administración de "dosis preparatoria" (priming dose) de bromuro de vecuronio, 0.015 mg/kg IV seguida por una dosis complementaria, 0.085 mg/kg IV, no se asoció con modificaciones significativas de la PaCO_2 ni de la PIO, permitió intubación endotraqueal excelente (8 casos) o buena (2 casos) y acortó la latencia para el bloqueo neuromuscular. Los resultados enfatizan la importancia del control de la PaCO_2 durante procedimientos anestésico-quirúrgicos oftalmológicos y sustentan el empleo de la "dosis preparatoria" de bromuro de vecuronio y posiblemente otros bloqueadores neuromusculares no despolarizantes en estos casos.

Palabras clave: Gases en sangre: PaCO_2 — modificaciones de la presión intraocular.
 Relajantes musculares: vecuronio, dosis preparatoria.

SUMMARY

Alterations of intraocular pressure induced by modifications of PaCO_2 which can be associated with manoeuvres or drug administration during anesthesia and surgical ophthalmologic procedures have been reported. In the present study, values of PaCO_2 and intraocular pressure were directly and significantly correlated at different moments of the induction of anesthesia performed in 10 patients (ASA I to II) submitted to elective surgery. Administration of a priming dose of vecuronium bromide, 0.015 mg/kg IV followed by a complementary dose, 0.085 mg/kg IV was not associated with significant modifications of either PaCO_2 or intraocular pressure, leading to excellent (8 patients) or good (2 patients) tracheal intubation and shortening of latency for neuromuscular blockade. The experimental results emphasize the relevance of adequate control of PaCO_2 during anesthesia and ophthalmologic surgery and support the use of priming dose of vecuronium bromide and possible other non depolarizing neuromuscular blockers, in these conditions.

Key words: Blood arterial gas: PaCO_2 modifications of intraocular pressure
 Muscle relaxants: Vecuronium — priming dose.

*Médico Anestesiólogo.

**Médico Jefe.

***Investigador Asociado. División de Neurociencias. Unidad de Investigación Biomédica. CMN, IMSS.

Trabajo realizado en el Departamento de Anestesiología e Inhaloterapia del Hospital de Especialidades, CMN, IMSS.

Recibido: 30 de noviembre de 1987. Aceptado 3 de marzo de 1988.

Sobretiros: Gerardo Esteban Alvarez-Resendiz. Yajalen No. 45, Fracc. Cafetales, Coyoacan, D.F.

La presión intraocular (PIO) normal así como sus fluctuaciones, incluyendo las que rebasan los límites de normalidad, son fenómenos de la mayor importancia durante la realización de procedimientos quirúrgicos oftalmológicos; los cuales en un gran número de casos se llevan a cabo bajo anestesia general.^{1,2} En estas condiciones adquiere relevancia el conocimiento y el control de aquellos factores capaces de modificar la PIO, en vista de la importancia del mantenimiento estable de ésta durante la inducción de la anestesia y en el transcurso de los diferentes procedimientos quirúrgicos intraoculares, así como, las posibilidades de modificarla de manera intencionada durante éstos.^{3,4}

Se conoce que la PIO está determinada directamente por la relación entre los volúmenes de los diferentes componentes intraoculares que ejercen presión hacia fuera, la distensibilidad intrínseca del globo ocular y otros factores que ejercen fuerzas compresoras externas sobre éste.^{5, 6} Los componentes intraoculares cuya variación puede dar lugar a cambios significativos de la PIO incluyen el volumen del humor acuoso y el volumen sanguíneo intraocular; por lo tanto el tono vascular intraocular resulta entonces un factor principal cuyas modificaciones pueden afectar la PIO cuando existe una relación adecuada entre la presión arterial media (PAM) y la presión venosa central (PVC).^{5, 6-10} Asimismo, existe evidencia que indica que el tono vascular intraocular puede ser afectado de manera importante por las modificaciones de la PaCO_2 y provocar en consecuencia variaciones de la PIO.^{5, 11-12}

Durante la anestesia general existen factores farmacológicos, técnicos y quirúrgicos que pueden alterar la PIO actuando en forma directa sobre el ojo o de manera indirecta a través de cambios de la circulación y de la respiración. En esas condiciones, la ventilación puede afectar la PIO mediante la modificación de la PaCO_2 , PVC y presión intratorácica.^{2, 5, 11-14} Por otra parte, se ha descrito el incremento de la PIO provocada por fármacos bloqueadores neuromusculares despolarizantes,^{15, 18} a diferencia de los fármacos bloqueadores neuromusculares no despolarizantes, tales como el bromuro de vecuronio que no elevan la PIO.¹⁹⁻²¹ En particular, este fármaco se ha utilizado recientemente en su esquema de administración con "dosis preparatoria" (priming dose) en aquellos casos que requieren inducción rápida; como ocurre en los pacientes con lesión intraocular y estómago lleno;^{22, 23} sin embargo, no se ha descrito si dicho procedimiento de administración a bases de "dosis preparatoria" del relajante muscular no despolarizante es capaz de inducir modificaciones de la PIO.

Por estas razones, se ha diseñado el presente estudio con el propósito de establecer la correlación entre las variaciones de la PaCO_2 y la PIO durante la inducción

de la anestesia general con referencia a la intubación endotraqueal y a la utilización de "dosis preparatoria" de bromuro de vecuronio.

MÉTODOS Y MATERIALES

Se estudiaron 10 pacientes que fueron sometidos de manera electiva a cirugía abdominal alta que fueron informados acerca de las características del estudio y dieron su consentimiento para participar en el mismo. Seis pacientes del sexo masculino y cuatro del sexo femenino, peso corporal de 71.2 ± 10 kg ($X \pm DE$) y edad de 50 ± 14 años (edad mínima y máxima: 33 y 75 años), con estado físico ASA I a II; sin patología ocular y/o neurológica, trastornos hidroelectrolíticos, desequilibrio ácido-base, ni administración de medicamentos con efectos conocidos sobre la PIO.

Se administró a cada paciente atropina, 10 $\mu\text{g/kg}$ IM como medicación preanestésica 1 h antes de ingresar al quirófano. En éste se registraron en forma continua la frecuencia cardíaca, el electrocardiograma (D II) y la PAM.

Se realizaron mediciones de la PIO en el ojo derecho por medio de un tonómetro de Shiotz, utilizando un peso de 5.5 g. previa administración corneal de tetracaína 0.5% en las siguientes condiciones:

A. Control, antes de cualquier maniobra anestésica o quirúrgica;

B. Seis minutos después de la "dosis preparatoria" del relajante muscular;

C. 60 segundos después de la inducción con tiopental, 6 mg/Kg IV en un periodo de 1 min.;

D, E, F y G. 30, 60, 120 y 300 segundos después de la intubación traqueal.

Todas las mediciones de PIO fueron efectuadas por el mismo investigador, con el paciente en posición supina con la cabeza en posición horizontal apoyada en la mesa de operaciones. Los valores de PIO obtenidos fueron convertidos a cifras de presión en MM de Hg mediante la escala de calibración para tonómetros de Shiotz.

Los valores de FC y PAM así como muestras de sangre arterial para análisis de gases fueron obtenidos en cada uno de los momentos señalados anteriormente.

Se administró bromuro de vecuronio, 0.015 mg/kg IV como "dosis preparatoria" y otra dosis complementaria de 0.085 mg/kg IV seis minutos después. Durante este intervalo de 6 min. se permitió la respiración espontánea del paciente. Se midió el tiempo de latencia del bloqueo neuromuscular desde el momento de la administración de la dosis complementaria de bromuro de vecuronio hasta el momento de la desaparición de la respuesta contractil provocada por la aplicación de estímulos eléctricos sobre el nervio radial mediante un estimulador de nervios periféricos.

La intubación traqueal se llevó a cabo 90 seg. después de la inducción con tiopental de sodio 6 mg/kg y se evaluaron sus características de acuerdo con los criterios de Mahesh y col.¹⁹

Los datos de PaCO₂ y PIO fueron analizados mediante correlación y regresión lineal de Pearson. El análisis estadístico de los valores de PIO, PAM, FC y gases en sangre arterial en las diferentes situaciones experimentales se realizó mediante prueba de t pareada.²⁴

Se consideraron significativas las diferencias en los valores numéricos cuando el resultado del análisis estadístico correspondiente fue: $P < 0.05$.

RESULTADOS

La figura 1 ilustra la correlación entre los valores de PaCO₂ y PIO ($n = 70$ para cada una de las dos variables) correspondientes a los 7 momentos del proceso anestésico comprendidos en las cuatro situaciones experimentales en los 10 pacientes. La correlación es significativa con coeficiente de correlación $r = 0.76$ y línea de regresión con $m = 0.38$ y $b = 5.42$.

En el cuadro I se consignan los valores de PIO, pH y gases en sangre arterial en los diferentes tiempos comprendidos en las situaciones experimentales. Puede

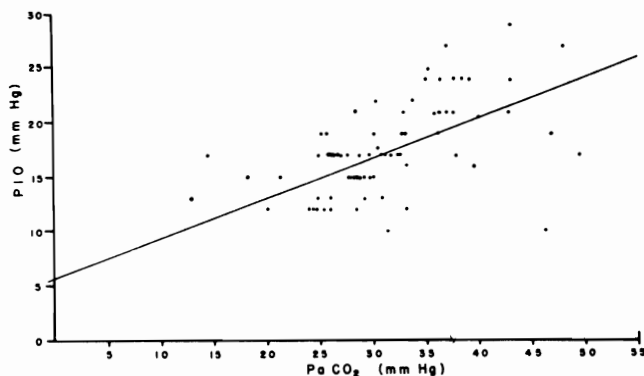


Figura 1. Gráfica de correlación entre los valores de PaCO₂ y PIO obtenidos en diferentes momentos de la inducción de la anestesia en 10 pacientes.

observarse que no existen diferencias significativas en la PIO en condiciones de control con respecto a los diferentes momentos del procedimiento anestésico considerados en el estudio. Lo mismo ocurre con la PaCO₂ y los otros componentes de la sangre arterial con excepción de la Pa/O₂ que mostró un incremento significativo a partir de los 60 seg. después de la inducción hasta los 300 seg. post-intubación, tiempo en que se efectuó la última determinación.

Los valores de PAM y FC en los diferentes tiempos del procedimiento anestésico considerados en el estudio, no difirieron significativamente del control.

El periodo de latencia para el bloqueo neuromuscular fue 124 ± 3.2 seg ($X \pm DE$) a partir de la administración de la dosis complementaria de bromuro de vecuronio. Las características de la intubación en los 10 pacientes se muestran en el cuadro II.

CUADRO II
CARACTERISTICAS DE INTUBACION ENDOTRAQUEAL

Grado de intubación*	No. de Casos
Excelente	8
Buena	2
Regular	0
Imposible	0
TOTAL	10

*Criterio de Mahesh P. y cols.

DISCUSION

Los resultados del presente estudio muestran que las modificaciones de la PaCO₂ son capaces de inducir variaciones en la PIO de tal manera que los valores correspondientes a la medición de ambos fenómenos se correlacionaron en forma directa. Esta observación está de acuerdo con los hallazgos que han sido reportados por otros autores.^{1, 2, 5, 8, 11-15}

Asimismo, es evidente que dicha correlación puede establecerse tanto, cuando los valores de PaCO₂ se encuentran dentro de los límites considerados como nor-

CUADRO I

VALORES DE PIO Y GASES EN SANGRE ARTERIAL ($X \pm DE$) EN DIFERENTES MOMENTOS DE LA INDUCCION DE LA ANESTESIA. PIO, PaO₂, PaCO₂, mmHG; EB, CO₂ y BA: mmEq/L. * $P < 0.05$. A; CONTROL, B; 6 MM DESPUES DE LA DOSIS PREPARATORIA CON BROMURO DE VECURONIO; D, E, F y G: 30, 60, 120, 300 SEG. DESPUES DE LA INTUBACION ENDOTRAQUEAL

	A	B	C	D	E	F	G
PIO	17.8 ± 3.3	16.9 ± 2.8	17.3 ± 4.1	19.6 ± 4.4	17.8 ± 3.9	16.5 ± 4.9	17 ± 4.6
PH	7.44 ± 0.02	7.40 ± 0.10	7.42 ± 0.03	7.42 ± 0.003	7.43 ± 0.05	7.45 ± 0.06	7.46 ± 0.04
PaCO ₂	61.2 ± 5.5	$79.8 \pm 40.3^*$	$165.4 \pm 71.4^*$	201 ± 66.7	$214.9 \pm 56^*$	$222.3 \pm 60.8/$	$225.6 \pm 48.8^*$
PaO ₂	31.2 ± 4.7	30.6 ± 7	33.1 ± 5.9	25.1 ± 7.2	32.2 ± 7.2	28.6 ± 8.9	29 ± 7
E.B.	0.84 ± 2.2	-0.84 ± 2.1	-1.48 ± 2.3	-0.6 ± 3.2	-1.92 ± 2.5	-2.48 ± 2.9	-1.48 ± 2.9
Coct	22.1 ± 2.9	21.2 ± 4.4	22.3 ± 3.0	23.4 ± 4.1	21.7 ± 3.2	20 ± 4.3	21 ± 3.9
B.A.	21.2 ± 2.7	20.3 ± 4.2	21.3 ± 2.8	22.4 ± 3.9	20.8 ± 3	19.2 ± 4.1	20 ± 3.7

males como cuando se encuentran fuera de éstos. Así, los valores más altos de PIO correspondieron con valores de PaCO_2 cercanos o mayores al límite superior de normalidad; mientras que los menores valores de PIO correspondieron a valores de PaCO_2 por abajo del límite inferior de normalidad.

Diversos autores han obtenido evidencia que indica que las modificaciones de la PIO atribuibles a las variaciones de la PaCO_2 son mediadas por ajustes inmediatos del calibre de los vasos intraoculares (coroidales).^{5, 11, 12.} Esta observación permite explicar la estrecha relación temporal (simultaneidad) de las variaciones de PaCO_2 y PIO en el presente estudio y sugiere la importancia del control de PaCO_2 durante los procedimientos anestésico-quirúrgicos en función de la PIO deseada en cada caso.

Se han destacado las variaciones de la PIO asociadas a la administración de bloqueadores neuromusculares,

despolarizantes y la ausencia de estos efectos con el uso de procedimientos convencionales de administración de bloqueadores neuromusculares no despolarizantes.¹⁵⁻²¹

Los resultados del presente estudio indican la ausencia de cambios significativos de la PaCO_2 y de la PIO atribuibles a la administración de bromuro de vecuronio por el método de dosis preparatoria (priming dose) y el acortamiento del periodo de latencia usualmente observado para el bloqueo neuromuscular inducido por la administración del fármaco mediante el procedimiento convencional.

El presente estudio confirma la correlación entre la PIO en función de la PaCO_2 , durante los procedimientos anestésico-quirúrgicos. Asimismo, proporciona evidencia acerca del uso de la dosis preparatoria (priming dose) de bromuro de vecuronio como un procedimiento que no se asocia a modificaciones significativas de la PaCO_2 ni de la PIO.

REFERENCIAS

1. DUNCALF D, WEITZNER S W. *The influence of ventilation and hypercapnia on intraocular pressure during anesthesia.* *Anesth Analg* 1963; 42:232-437.
2. ADAMS A P, FREEDMAN A, HENVILLE J D. *Normocapnic anesthesia for intraocular surgery.* *Br J Ophthalmol* 1979; 63:204-210.
3. MURPHY D T. *Anesthesia and intraocular pressure.* *Anesth Analg* 1985; 64:520-530.
4. FOLLMAN P, MUCSI G, GATI J. *Distribution of normal intraocular pressures.* *Trans. Ophthalmol Soc United Kingdom* 1977; 97: 683-685.
5. SMITH R B, AASS A A, NEMOTO E M. *Intraocular and intracranial pressure during respiratory alkalosis and acidosis.* *Br J Anaesth* 1981; 53:967-972.
6. MACRI F J. *Vascular and intraocular pressure.* *Arch Ophthalmol* 1961; 65:571-574.
7. SCHREUDER M, LINSSEN G H. *Intraocular pressure and anesthesia.* *Anesthesia* 1971; 27:165-170.
8. COOPER R L, BEALE D G, CONSTABLE I J, GROSS E G C. *Continuous monitoring of intraocular pressure: effect of central venous pressure, respiration and eye movements on continual recordings of intraocular pressure in the rabbit, dog and man.* *Br J Ophthalmol* 1979; 63:799-804.
9. MACRI F J. *Acetazolamide and the venous pressure of the eye.* *Arch Ophthalmol* 1960; 63:953-959.
10. MACRI F J. *Interdependence of venous and eye pressure.* *Arch Ophthalmol* 1961; 65:442-449.
11. PETOUNIS A D, CHONDRELI S, VDALUKA-SEKIOTI A. *Effect of hypercapnia and hyperventilation and hyperventilation on human intraocular pressure during general anesthesia following acetazolamide administration.* *Br J Ophthalmol* 1980; 64:422-425.
12. HVIDBERG A, KESSING S V V, FERNANDES A. *Effect of changes in PCO_2 and body position on intraocular pressure during general anesthesia.* *Acta Ophthalmol* 1981; 59:465-475.
13. SPALTER H F, TENEICK R E, NAHAS G G. *Effect of hypercapnia on retinal vessel size at constant intracranial pressure.* *Am J Ophthalmol* 1964; 557:741-745.
14. SAMUEL J R, BEAUGIE A. *Effect of carbon dioxide on the intraocular pressure in man during general anaesthesia.* *Br J Ophthalmol* 1974; 58:62-67.
15. MILLER R D, WAY L, HICKEY R F. *Inhibition of succinylcholine induced increased intraocular pressure by non-depolarizing muscle relaxants.* *Anesthesiology* 1968; 29:123-126.
16. CRUL J F. *Depolarizing and non-depolarizing muscle relaxants for endotracheal intubation.* En: Agoston S, *Clinical experiences with norcuron.* Excerpta Medica, Amsterdam. 1980 pag 52-57.
17. PANDLEY K, BADOLA R P, KUMAR S. *Time course of intraocular hypertension produced by suxamethonium.* *Br J Anaesth* 1972; 44: 191-196.
18. BADRINATH S K, VAZZERY A, MC CARTHY R J, IVANKOVICH A D. *The effect of different methods of inducing anesthesia on intraocular pressure.* *Anesthesiology* 1986; 65:431-435.
19. George R, Nursingh A, Downing J W, Welsh N H. *Non-depolarizing neuromuscular blockers and the eye. A study of intraocular pressure.* *Br J Anesth* 1979; 51:789-792.
20. BADRINATH S K, VAZZERY A K, IVANKOVICH A D. *Effect of vecuronium on intraocular pressure.* *Anaesth Analg* 1968; 65 (Supple): 510.
21. RICH A L, WITHERSPOON C D, MORRIS R, FEIST R. *Use of non-depolarizing anesthetic agents in penetrating ocular injuries.* *Anesthesiology* 1986; 65:108-109.
22. MEHTA M P, CHOI W W, GERGIS S D, SOKOLL M D, ADOLPHSON A J. *Facilitation or rapid endotracheal intubation with divided doses of nondepolarizing neuromuscular blocking drugs.* *Anesthesiology* 1985; 62:392-395.
23. SCHWARZ S, ILIAS W, LACKNER F, MAYROHOFER O, FOLFES F F. *Rapid tracheal intubation with vecuronium: the priming principle.* *Anesthesiology* 1985; 62:388-391.
24. DOWNIE N M, HEATH R W. *Métodos estadísticos aplicados.* México. Ed. Harla. 1973.