

INFLUENCIA DEL OXIDO NITROSO SOBRE LA LECTURA DE LA PaO_2

*RAÚL CASTAÑEDA
 *ANUAR DAVISH
 *ROSALINDA MEJÍA
 *ANGELA DÁVILA
 **RICARDO SÁNCHEZ

RESUMEN

Se estudia el efecto del N_2O sobre la lectura de PaO_2 manteniendo constante la ventilación y el estado ácido-base. La anestesia fue inducida con tiopental y mantenida con fentanyl, N_2O y relajante. En cada paciente se instaló un catéter arterial, cardioscopio y estetoscopio esofágico; lo que nos permitió determinar la PaO_2 , PaCO_2 , pH y BA; PAM y FC. La PaO_2 y la (N_2O) mantuvieron una relación inversa durante el transcurso del estudio. Se concluye que la técnica empleada para el procesamiento de las muestras sanguíneas influye significativamente sobre la lectura de PaO_2 .

Palabras clave: Oxido nitroso. Presión arterial de oxígeno.

SUMMARY

The effect of N_2O on PaO_2 readings is evaluated while constantly maintaining ventilation and acid-base balance. Anesthesia was induced with thiopental and maintained with fentanyl, N_2O and muscle relaxant. On each patient an arterial catheter was placed as well as an esophageal stethoscope and a cardioscope which allowed us to determine PaO_2 , PaCO_2 , pH, AB and MAP and HR. PaO_2 and N_2O bore an inverse relationship throughout the study. It was concluded that the technique employed for the blood samples processing modifies significantly PaO_2 readings.

Key words: Nitrous oxide, oxygen partial pressure.

LA determinación de gases en sangre arterial (DGSA) juega un papel muy importante en el diagnóstico y monitoreo de pacientes que presentan trastornos a nivel de la oxigenación, ventilación y estado ácido-base. En el paciente quirúrgico manejado con anestesia general inhalatoria o balanceada frecuentemente se monitorean los gases sanguíneos para valorar y tratar alguno de estos trastornos. Sin embargo, en la interpretación habitual de esta prueba no se considera la influencia que pueden tener el agente o agentes anestésicos inhalados sobre el valor de las variables que considera la DGSA y específicamente sobre la presión par-

cial de oxígeno (PaO_2). Así, Maekawa y col.¹ y otros^{2, 3} reportan que el halotano independientemente de la concentración puede dar sobrelecturas de PaO_2 hasta del 40 por ciento. Por otro lado, Evans y Cameron⁴ señalan que el electrodo de PO_2 es altamente sensible al óxido nitroso (N_2O), dando sobrelecturas muy importantes en relación con la concentración de dicho agente.

Según estos antecedentes se ha establecido la influencia de varios agentes anestésicos sobre la lectura de la PaO_2 . Sin embargo, durante el desarrollo de estos estudios se han utilizado al mismo tiempo más de un agente anestésico, con lo cual resulta difícil establecer la

*Médico Anestesiólogo.

**Médico Jefe del Departamento de Anestesiología y Terapia Respiratoria.

Trabajo realizado en el Hospital de Especialidades, Centro Médico Nacional IMSS.

Recibido: 15 de febrero de 1987. Aceptado: 12 de agosto de 1987.

Sobretiros: Raúl Castañeda, Hospital de Especialidades CMN. Ave. Cuauhtémoc 330, México 06725, D.F.

influencia real de un agente en particular.

Como la lectura de la PaO_2 es dada por una reacción de reducción en la punta del electrodo y este electrodo no es específico para el oxígeno, consideramos que cualquier compuesto que se reduzca puede activar el electrodo y modificar dicha lectura. Consecuentemente, el presente trabajo tiene por objeto establecer la influencia del N_2O en concentraciones diversas sobre la lectura de la PaO_2 .

MATERIAL Y METODO

Después de obtener la aprobación del Comité de Investigación Clínica correspondiente y el consentimiento informado estudiamos 10 pacientes adultos, 9 hombres y 1 mujer, con una edad promedio de 25 ± 4 años y un peso promedio de 63 ± 6 kg., Clase I (clasificación del estado físico de la Sociedad Americana de Anestesiólogos), sin patología cardiopulmonar ni otras contraindicaciones para el uso de N_2O durante su manejo anestésico, programados electivamente para diferentes procedimientos quirúrgicos (Cuadro I).

CUADRO I
DIAGNOSTICO PREOPERATORIO

Diagnóstico	Número
Otitis media crónica	8
Perforación timpánica	1
Desviación septal	1
Total	10

Manejo anestésico. Todos los pacientes recibieron medicación preanestésica con diazepam (10 mg) y atropina (0.5 mg) IM 30 a 45 minutos antes de la cirugía, y en el quirófano una narcosis inicial a base de droperidol (150 mcg/kg) y fentanyl (3 mcg/kg) IV. La inducción de la anestesia se hizo con tiopental (5 mg/kg) IV. Para facilitar la intubación orotraqueal y mantener el bloqueo neuromuscular se administró pancuronio (80 mcg/kg) IV. El mantenimiento de la anestesia se llevó con dosis fraccionadas de fentanyl (según requerimientos) y oxígeno-óxido nitroso a concentraciones variables, con respiración controlada en circuito circular semicerrado. La recuperación anestésica fue espontánea o mediante reversión específica de algunos de los efectos residuales del fentanyl o pancuronio.

De acuerdo con los objetivos del estudio se modificó la concentración del N_2O (N_2O) cada 10 minutos, aumentando progresivamente la concentración desde 0 ($\text{FiO}_2 = 1.0$) hasta el 60 por ciento ($\text{FiO}_2 = 0.4$) y después disminuirla en la misma forma hasta 0 por ciento ($\text{FiO}_2 = 1.0$).

Monitoreo transanestésico. Para fines de monitoreo transanestésico se instaló en cada paciente un catéter en

arteria radial (previa prueba de Allen), cardioscopio y estetoscopio esofágico. Lo que nos permitió determinar la presión arterial media (PAM), gases sanguíneos (PaO_2 y PaCO_2) y estado ácido-base (pH y BA); frecuencia cardíaca (FC) y otras características electrocardiográficas y de los ruidos cardíacos. Los valores para análisis fueron incluidos solamente cuando la PAM y PaCO_2 no tenían variaciones mayores que el 20 por ciento de su valor control.

Análisis estadístico. El análisis estadístico de los datos incluyó los valores absolutos (media $\pm$ desviación estandar) de la PAM (mm Hg), PaO_2 (KPa) y PaCO_2 (KPa); pH (U), BA (mmoles/L) (BA denota bicarbonato actual 1 KPa (unidad SI) = 7.5 mm Hg) y FC (/min) determinados en el control (0 por ciento de N_2O) y después de 10 minutos de cambiarse la concentración del N_2O . El contraste de las diferencias se hizo mediante la prueba F (ANOVA) y la asociación entre la PaO_2 y la concentración de N_2O se expresó con el coeficiente de correlación de Pearson (r).⁵

RESULTADOS

La PaO_2 y la (N_2O) mantuvieron una relación inversa durante el transcurso del estudio. Cuando aumentamos progresivamente la (N_2O) de 0 a 60 por ciento, la PaO_2 disminuyó desde un valor medio de 46.4 ± 1.56 KPa a 20.58 ± 0.58 KPa; la asociación entre los valores de la PaO_2 y la (N_2O) nos dio una $r = 0.9969$ ($p < 0.01$) y la recta de regresión de la PaO_2 sobre la (N_2O) quedó definida por la siguiente ecuación: $\text{PaO}_2 = 47.3 - 0.44 (\text{N}_2\text{O})$. Después, conforme disminuimos la (N_2O) de 60 a 0 por ciento, la PaO_2 aumentó desde un valor medio de 20.58 ± 0.58 KPa a 42.9 ± 2.06 KPa; el grado de asociación entre la PaO_2 y la (N_2O) en esta segunda etapa del estudio nos dio una $r = 0.9949$ ($p < 0.01$) y la ecuación de regresión quedó determinada por $\text{PaO}_2 = 42.01 - 0.37 (\text{N}_2\text{O})$ (cuadro II y figura).

El pH, PaCO_2 y BA mantuvieron valores compatibles con una alcalosis respiratoria que no cambió significativamente con las diferentes concentraciones de N_2O . Así mismo, la PAM y FC tampoco tuvieron cambios significativos en el transcurso del estudio (cuadro II).

COMENTARIO

Electrodos para la determinación de la PaO_2 . Principios de operación. La técnica se basa en la reducción del oxígeno en la punta del microelectrodo catódico, el cual genera una corriente proporcional a la tensión de oxígeno en el medio que rodea la punta. En la punta del electrodo, el oxígeno difunde a la superficie activa polarizada, donde es reducido y es formado H_2O , con H_2O_2 como intermedio activo. La liberación de electrones desde el oxígeno genera una pequeña corriente, la cual

CUADRO II
VALORES ABSOLUTOS (MEDIA ± DESVIACION ESTANDAR) DE LAS VARIABLES CONSIDERADAS EN EL ESTUDIO,
EN RELACION CON LAS DIFERENTES CONCENTRACIONES DE OXIDO NITROSO UTILIZADAS
PARA EL MANTENIMIENTO ANESTESICO

Variables	Oxido nitroso (%)						
	0	20	40	60	40	20	0
PaO ₂	46.4 ± 1.56	39.8 ± 0.84	29.3 ± 1.04	20.58 ± 0.58	26.66 ± 1.11	33.6 ± 1.75	42.9 ± 2.06
PaCO ₂	3.12 ± 0.01	3.08 ± 0.13	3.22 ± 0.16	3.06 ± 0.13	3.32 ± 0.14	3.38 ± 0.12	3.56 ± 0.21
pH	7.51 ± 0.01	7.51 ± 0.01	7.51 ± 0.01	7.50 ± 0.01	7.48 ± 0.01	7.50 ± 0.01	7.49 ± 0.01
BA	18.6 ± 0.48	18.4 ± 0.51	19.2 ± 0.43	18.1 ± 0.54	18.6 ± 0.55	19.3 ± 0.35	19.5 ± 0.68
FC	83.4 ± 3.3	83.5 ± 3.2	83.2 ± 2.9	80.7 ± 3.4	79.6 ± 3.2	78.1 ± 2.9	80.7 ± 1.7
PAM	80.0 ± 3.2	80.5 ± 3.8	77.2 ± 2.9	77.7 ± 2.4	82.7 ± 2.6	82.2 ± 1.9	86.6 ± 2.3

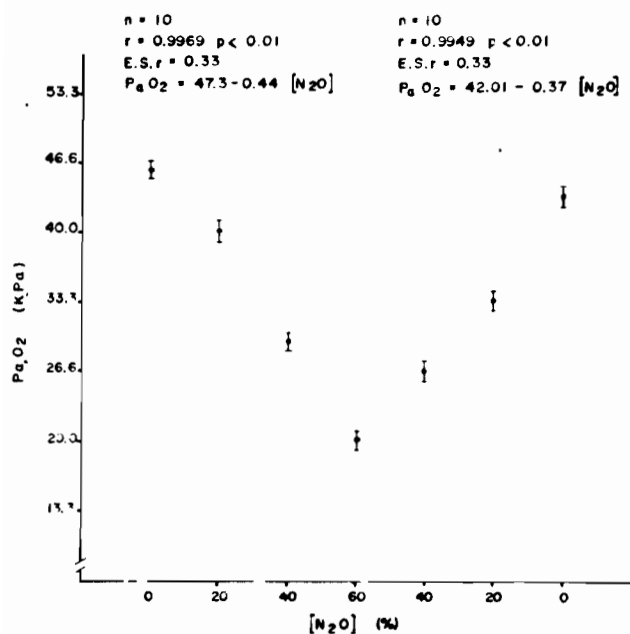


Figura 1 Correlación entre la PaO₂ y la concentración del N₂O en 10 pacientes adultos durante el mantenimiento anestésico (variando la concentración del N₂O). n = pares de estimaciones. r = coeficiente de correlación. E.S.r = error estandar de r. p = significación de los cambios. PaO₂ = a - b (N₂O) es la ecuación de regresión que define la relación lineal.

puede ser medida con un ammetro sensible. Ya que la medida depende de la reducción de una sustancia en la punta del electrodo, es posible que otros compuestos pudieran ser reducidos y generar una corriente similar.⁵⁻⁷

Efecto de los agentes anestésicos inhalados sobre la lectura de la PO₂. Los agentes anestésicos inhalados pueden dar sobrelecturas muy significativas de la PO₂ en relación directa con su grado de reducción. Así, Douglas y col.² encontraron que el electrodo de PO₂ del analizador de gases sanguíneos ABL 1 (Radiometer) puede dar sobrelecturas del 30-40 por ciento en muestras sanguíneas con halotano. McHugh y col.³ probaron microelectrodos de platino y oro con membranas de polistirolo, colodión y Rhoplex en presencia de halotano encontrando importantes alteraciones en la medida polarográfica de oxígeno, independientemente del tipo de

electrodo o material de la membrana. Así mismo, Mac-kawa y col.¹ reportan que el electrodo para oxígeno tipo Clark (platino, membrana de teflón) también es sensible a bajas concentraciones de halotano (0.34%) dando sobrelecturas mayores que el 10% en los primeros 10 minutos y hasta el 40% a los 56 minutos. Por otro lado, Lane y col.⁸ reportan que el halotano aumenta significativamente la lectura de PO₂ cuando se utiliza membrana de polipropileno pero no cuando se aplica una membrana de teflón.

En contraste al halotano, el enflurano no afecta los electrodos para oxígeno^{3, 9} y el metoxiflurano (0.3 por ciento) da sobrelecturas pequeñas (< 6.0%) que no aumentan en el transcurso de la exposición.¹

Los electrodos de oxígeno también son sensibles al óxido nitroso. Evans y Cameron,¹ encontraron que el electrodo de oxígeno del analizador de gases sanguíneos Corning 165 es altamente sensible al N₂O dando lecturas de PO₂ incluso sin estar administrando oxígeno. Estos resultados también son apoyados por los estudios de otros autores.^{3, 9}

Recientemente Castañeda y col.¹⁰ estudiaron la asociación entre la presión parcial arterial y transcutánea de oxígeno encontrando que la correlación disminuye en presencia de agentes anestésicos inhalados.

En nuestro estudio utilizamos un electrodo para oxígeno tipo Clark (platino, membrana de polipropileno) que aparentemente no fue sensible al N₂O, ya que la PaO₂ varió inversamente a la (N₂O), lo cual está en desacuerdo con la mayor parte de los estudios que se han realizado a este respecto, utilizando electrodos con características similares. Estos resultados inesperados probablemente estén relacionados con la técnica de procesamiento de la muestra sanguínea que sistemáticamente se lleva en nuestro laboratorio, la cual incluye entre otras cosas la calibración adecuada del analizador con cada muestra.

De acuerdo con nuestros resultados y los reportados por otros autores, debemos tener en mente la posibilidad de que la PaO₂ reportada puede no coincidir con las verdaderas condiciones de nuestro paciente.

RECONOCIMIENTO

Los autores agradecen a la QFB María Luisa Mira el haber realizado las determinaciones de los gases sanguíneos arteriales.

REFERENCIAS

1. MAEKAWA T, OKUDA Y, McDOWALL G D. *Effect of low concentrations of halothane on the oxygen electrode*. Br J Anaesth 1980; 52:585-587.
2. DOUGLAS S H I, MCKENZIE J P, LEDINGHAM MCA I, SMITH G. *Effect of halothane on PO_2 electrode*. Lancet 1978; 23:1370-1371.
3. MCHUGH D R, EPSTEIN M R, LONGNECKER E D. *Halothane mimics oxygen in oxygen microelectrodes*. Anesthesiology 1979; 50:47-49.
4. EVANS C M, CAMERON R I. *Oxygen electrodes sensitive to nitrous oxide*. Lancet 1978; 23:1371.
5. DOWNIE M A, HEATH W R. *Métodos estadísticos aplicados*. Harper and Row Latinoamericana, 1973.
6. SERGEJEV P I. *Monitoring of respiratory function during anesthesia*. Int Anesth Clin 1980; 6:31-59.
7. SEVERINGHAUS W J, PEABODY L J, THUNSTROM M A, ET AL. *Transcutaneous oxygen measurements: calibration analysis and electrode stabilization methods*. Acta Anaesth Scand 1978; Suppl. 70: 180-182.
8. LANE L G, SAMRA K S, TASI R A, ET AL. *How reliable is transcutaneous PO_2 during anesthesia?* Anesthesiology 1980; 53:S329.
9. GOITGEN I, DEGN H, JACOBSEN E, ET AL. *Transcutaneous oxygen measurements during thoracic anaesthesia*. Acta Anaesth Scand 1980; 24:491-494.
10. CASTAÑEDA R, SANCHEZ R, DAVILA A, OCHOA P. *Monitoreo transcutáneo de PO_2 y PCO_2 durante la anestesia general inhalatoria*. Rev Mex Anest 1986; 9:149-153.