

11202
2e). 11



Universidad Nacional Autónoma de México

División de Estudios Superiores
Hospital General Centro Médico Nacional
Instituto Mexicano del Seguro Social

MONITOREO TRANSCUTANEO DE PO_2 Y PCO_2 DURANTE
LA ANESTESIA GENERAL INHALATORIA.

T E S I S

Que para obtener el título de:
ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGIA

presenta

DR. ANTONIO CASTELLANOS OLIVARES



IMSS
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

Asesor de Tesis:
Dr. Raúl Castañeda Trujillo

México, D. F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1986



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INTRODUCCION

Desde que se introdujo a la práctica clínica la determinación transcutánea de la presión parcial de oxígeno ($PtcO_2$) y bióxido de carbono ($PtcCO_2$) se han efectuado numerosos estudios encaminados a establecer los factores que pueden alterar esta lectura, así como su grado de asociación con la determinación arterial. Así, Rooth¹ y Eltr² reportan que la $PtcO_2$ es influenciada principalmente por la temperatura y la hemodinamia periférica, así como por la hiperoxia^{3,4} y la hiperventilación⁵. En relación con la $PtcCO_2$, Goldman y col.⁶ y Clutton⁷ encontraron que es afectada fundamentalmente por el flujo sanguíneo periférico. El grado de asociación de la $PtcO_2$ con la presión parcial arterial (PaO_2) guarda relación con la edad y el estado clínico de los pacientes, así Severinghaus y col.⁸ y Sergejen⁹ reportan un coeficiente de correlación (r) hasta de 0.98 en recién nacidos sanos, mientras que Hutchison y col.¹⁰ encontraron una r de 0.76 en pacientes adultos con diferentes alteraciones cardiopulmonares. En términos generales, la correlación de la $PtcCO_2$ con la presión parcial arterial ($Paco_2$) es mayor y más estable que la presión parcial de oxígeno (PO_2), así Goldman y col.⁶ y Clutton⁷ reportan una r hasta de 0.98 en pacientes con ventilación normal.

De acuerdo con estos antecedentes, se han estudiado los factores que pueden modificar la lectura de la PO_2 y de la presión parcial de bióxido de carbono (PCO_2), y por tanto, la asociación entre la determinación transcutánea y arterial; sin embargo, se ha estudiado poco la influencia que pueden tener los agentes inhalados y las condiciones de oxigenación y ventilación presentes durante el procedimiento anestésico.

Nosotros suponemos que durante el transanestésico se presentan otros factores que pueden afectar adversamente la lectura de la PO_2 y PCO_2 , disminuyendo la correlación entre la determinación transcutánea y la arterial.

La presente investigación tiene por objeto establecer la influencia de la oxigenación, ventilación y agentes anestésicos inhalados sobre la determinación transcutánea y arterial de la PO_2 y PCO_2 .

MÉTODOS

Después de obtener aprobación del Comité de Investigación Clínica y el consentimiento informado, se estudiaron 20 pacientes adultos, 12 hombres y 8 mujeres, con una edad promedio de 31 ± 4 años y un peso promedio de 62 ± 6 Kg, que fueron sometidos a diferentes procedimientos quirúrgicos con un riesgo anestésico-quirúrgico de I según calificación de la Sociedad Americana de Anestesiólogos.

Manejo anestésico

Todos los pacientes recibieron medicación preanestésica a base de diazepam-atropina IM 30 minutos antes de la anestesia. La inducción de la anestesia se hizo con tiopental IV. La intubación orotraqueal se realizó con tubo Rusch de diámetro adecuado, previa administración de succinilcolina IV. El mantenimiento de la anestesia se llevó con oxígeno-óxido nitroso-halotano en circuito semicerrado, y el bloqueo neuromuscular se mantuvo con bromuro de pancuronio IV en los casos indicados.

Monitoreo transanestésico

Para fines de monitoreo transanestésico se instaló en cada paciente un catéter arterial, catéter de Swan-Ganz, analizador transcutáneo de gases (Radiometer TCM-1), termómetro esofágico y cardioscopio. Lo que nos permitió deter

minar la presión arterial media (PAM), PaO_2 y $PaCO_2$; presión venosa central (PVC) y presión capilar pulmonar en cuña (PCPC), $PtcO_2$ y $PtcCO_2$, temperatura y frecuencia cardíaca (FC).

Los gases sanguíneos arteriales fueron obtenidos en el control y cada 30 minutos durante el transanestésico. Al mismo tiempo que fueron obtenidos los gases sanguíneos , se registraron los valores transcutáneos de la PO_2 y PCO_2 . Los valores para análisis fueron incluidos solamente cuando la temperatura esofágica permaneció dentro de $2^\circ C$ de la temperatura inicial y cuando la PAM, PVC, PCPC y FC no tenían variaciones mayores que el 20 % de su valor control.

Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos incluyó los valores absolutos (media \pm error estándar) de la PAM (mm Hg), PaO_2 (KPa) y $PaCO_2$ (KPa), PVC (cm H_2O) y PCPC (mm Hg), $PtcO_2$ (KPa) y $PtcCO_2$ (KPa), temperatura ($^\circ C$) y FC (/min) determinados durante el control y el mantenimiento (Cuadro 1). El contraste de las diferencias se hizo con la prueba de t para datos correlacionados, y la correlación de los valores transcutáneos con los arteriales se expresó mediante el coeficiente de correlación (r) de Pearson¹¹.

1 KPa = 7.5 mm de Hg.

RESULTADOS

La relación entre las determinaciones transcutánea y arterial de la PO_2 y la PCO_2 , fué lineal con pendiente positiva en las diferentes condiciones que se estudiaron.

Relación entre la $PtcO_2$ y la PaO_2

En el control, la asociación de estas variables nos dió una r de 0.86 ($p < 0.01$), y la recta de regresión de la $PtcO_2$ sobre PaO_2 queda definida por la siguiente ecuación: $PtcO_2 = 0.87 PaO_2 + 1.86$ (figura 1). Durante el transanestésico, la correlación fué de 0.63 ($p < 0.05$), y la ecuación de regresión correspondiente es: $PtcO_2 = 1.03 PaO_2 + 2.07$ (figura 2)

Relación entre la $PtcCO_2$ y la $PaCO_2$

En el control se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.90 ($p < 0.01$), y la ecuación de la recta de regresión queda determinada por: $PtcCO_2 = 1.40 PaCO_2 + 1.06$ (figura 3). Durante el mantenimiento, el coeficiente r fué de 0.80 ($p < 0.01$), y la ecuación de regresión queda expresada por: $PtcCO_2 = 1.32 PaCO_2 + 1.44$ (figura 4).

No hubo diferencias significativas entre el control y mantenimiento de la temperatura, PAM, PVC, PCPC y FC (cuadro

Se concluye que la determinación transcutánea de gases no sustituye a la determinación arterial, ya que durante el transanestésico se presentan condiciones que pueden alterar significativamente la sensibilidad de los electrodos.

DISCUSION

Electrodos para la determinación de gases. Principios de operación.

La determinación de la PO_2 se basa en la reducción de oxígeno en la punta del microelectrodo catódico, donde genera una corriente proporcional a la tensión de oxígeno en el medio que lo rodea. En la punta del electrodo, el oxígeno difunde a la superficie activa polarizada, donde es reducido y se forma H_2O con H_2O_2 como intermedio activo. La liberación de electrones desde el oxígeno genera una pequeña corriente, que puede ser medida con un ampermetro sensible¹². El CO_2 liberado desde la piel difunde a través de la membrana de plástico del electrodo, a la solución electrolítica, donde reacciona con H_2O para formar ácido carbónico (H_2CO_3) que se disocia en iones H^+ y HCO_3^- . Los iones H^+ crean un potencial entre el electrodo de vidrio pH-sensible y el electrodo de referencia Ag-AgCl. Este potencial es medido con un voltímetro de alta impedancia y es proporcional al logaritmo de la PCO_2 . De acuerdo con los principios de operación, los electrodos están midiendo una reacción de óxido-reducción, y por tanto, cualquier compuesto que sea significativamente oxidado o reducido puede generar una corriente y activar los electrodos⁷.

Efectos de la oxigenación, ventilación y agentes anestésicos.

Durante el mantenimiento disminuyó el coeficiente de correlación r de la PO_2 y PCO_2 , lo cual puede interpretarse como una disminución en el grado de asociación entre la determinación arterial y transcutánea de estos gases. Estos efectos pueden estar relacionados con las condiciones de oxigenación y ventilación presentes en el mantenimiento anestésico y también con el efecto de los agentes anestésicos utilizados. Estudiando el efecto de la oxigenación y ventilación sobre la correlación de la PaO_2 con la $PtcCO_2$, Patel y col.⁴ y Messner y col.³ encontraron que la hiperoxia ($PaO_2 > 100$ torr) y la hipocapnia ($PaCO_2 < 30$ torr) disminuyen significativamente el grado de asociación entre la determinación arterial y transcutánea de la PO_2 ; lo cual según Gothgen y col.⁵ se debe a las modificaciones que sufre la curva de disociación de la oxihemoglobina.

En relación con la PCO_2 , la correlación de la $PaCO_2$ con la $PtcCO_2$ es más resistente que la PO_2 y solamente cambios profundos en la circulación periférica y metabolismo tisular pueden afectar adversamente esta correlación. Los agentes anestésicos inhalados también afectan la leg

tura de la PO_2 y PCO_2 , así Maekawa y col.¹³ y Douglas y col.¹⁴ reportan que el halotano, independientemente de la concentración, puede dar sobrelecturas de PO_2 hasta del 40 %, lo cual según McHugh y col.¹² se debe a que el halotano siendo un hidrocarburo brominado fácilmente es reducido, y en esta forma activa los electrodos. Por otro lado, Evans y Cameron¹⁵ señalan que el electrodo de PO_2 es altamente sensible al N_2O , dando sobrelecturas muy significativas de acuerdo con la concentración del agente.

Lane¹⁶ y Sergejev⁹ estudiando la influencia de los agentes anestésicos sobre la PO_2 y PCO_2 recomiendan utilizar una membrana de teflón en la punta del electrodo, utilizar un voltaje de polarización ligeramente más bajo y recalibrar frecuentemente el aparato, con el objeto de minimizar la interferencia de los agentes anestésicos.

De acuerdo con nuestros resultados podemos concluir que la determinación transcutánea de gases durante el transanestésico, no sustituye a la determinación arterial, ya que, a pesar de mantener estables la temperatura y la hemodinamia central y periférica, disminuye significativamente la correlación transcutánea y arterial por influencia de otros factores inherentes al procedimiento anestésico, como son la hiperoxia e hipocapnia, así como el efec

to per se de los agentes anestésicos inhalados sobre la sensibilidad de los electrodos. Sin embargo, debemos considerar que la determinación transcutánea nos ofrece la posibilidad de llevar un monitoreo continuo y no invasivo de la PO_2 y PCO_2 .

RESUMEN

Se estudian los efectos de la oxigenación, ventilación y agentes anestésicos inhalados, sobre el grado de asociación entre la determinación arterial y transcutánea de la PO_2 y PCO_2 , manteniendo constantes la temperatura y la hemodinamia central y periférica. La anestesia fué inducida con tiopental y mantenida con halotano-óxido nítrico. En cada paciente se instaló un catéter arterial, catéter de Swan-Ganz, analizador transcutáneo de PO_2 y PCO_2 , termómetro esofágico y cardioscopio; lo que nos permitió determinar la presión arterial media, PaO_2 y $Paco_2$; presión venosa central y presión capilar pulmonar en cuña; $PtcO_2$ y $PtcCO_2$; temperatura y frecuencia cardiaca, en el control y durante el mantenimiento anestésico.

En el control hubo buena correlación entre la determinación transcutánea y arterial de estos gases; sin embargo, durante el transanestésico disminuyó significativamente la correlación de la PO_2 y en forma menos importante la de la PCO_2 . La temperatura y las otras variables hemodinámicas no variaron en forma significativa del control al mantenimiento.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

REFERENCIAS

1. Rooth G : Continuous transcutaneous monitoring of PO_2 and PCO_2 . Acta anaesth scand 1978; Suppl. 70: 175 - 179.
2. Eletr S : Cutaneous gas measurements. En: Gravens - tein S J Newbower S R, Ream Y A, Smith T A: Essential noninvasive monitoring in anesthesia. New York. Grune and Stratton, Inc. 1980. pp 163-181.
3. Messner T J, Loux C P, Grossman B L: Intraoperative transcutaneous PO_2 monitoring in infants. Anesthesiology 1979; 51: S319.
4. Patel P K, Venus B, Pratap S K, Konchigeri N H: Cutaneous PO_2 monitoring during pediatric cardiac surgery. Anesthesiology 1980; 53: S343.
5. Gothgen I, Degn H, Jacobsen E, Rasmussen P J: Transcutaneous oxygen measurement during thoracic anaesthesia. Acta anaesth scand 1980; 24:491-494.
6. Goldman D M, Gribbin R H, Martin J R, Loh L: Transcutaneous PCO_2 in adults. Anaesthesia 1982; 37: 944-946.
7. Clutton-Brock H T , Rithalia S V S: Transcutaneous carbon dioxide monitoring. Br J Hosp Med 1984; 31: 225-229.
8. Sergejev P I: Monitoring of respiratory function du -

- ring anesthesia. *Int Anesth Clin* 1980; 6: 31-59.
9. Severinghaus W J, Peabody L J, Thunstrom M A, Stafford M: Transcutaneous oxygen measurements: calibration analysis and electrode stabilization methods. *Acta Anaesth scand* 1978; Suppl. 70: 180-182.
 10. Hutchison S C D, Rocca G, Honeybourne: Estimation of arterial oxygen tension in adult subjects using a transcutaneous electrode. *Thorax* 1981; 36: 473-477.
 11. Downie M N, Heath W R: Métodos estadísticos aplicados. 1a. Ed., México. Harper and Row Latinoamericana. 1973.
 12. McHugh D R, Epstein M R, Longnecker E D: Halothane mimics oxygen in oxygen microelectrodes. *Anesthesiology* 1979; 50: 47-49.
 13. Maekawa T, Okuda Y, McDowall G D: Effect of low concentrations of halothane on the oxygen electrode. *Br J Anaesth* 1980; 52: 585-587.
 14. Douglas S H I, McKenzie J P, Ledingham McA I, Smith G : Effect of halothane on PO₂ electrode. *Lancet* 1978; 1370-1371.
 15. Evans C M, Cameron R I: Oxygen electrodes sensitive to nitrous oxide. *Lancet* 1978; 1371.

16. Lane L G, Samra J S, Tait R A, Bolles E R: How reliable is transcutaneous PO₂ during anesthesia ?. *Anesthesiology* 1980; 53: S329.

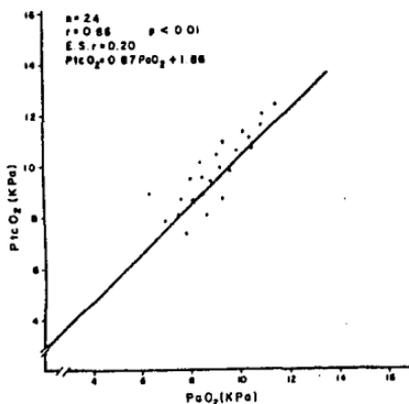


Figura 1. Correlación entre PO_2 transcutánea ($PtcO_2$) y PO_2 arterial (PaO_2) en 20 pacientes adultos durante el control (bajo medicación preanestésica a base de diazepam y atropina IM y respirando espontáneamente una $FiO_2 = 0.21$). n = pares de estimaciones. r = coeficiente de correlación. E.S.r. = error estándar de r . p = significancia de los cambios. $PtcO_2 = 0.87 PaO_2 + 1.86$ a es la ecuación de regresión que define la relación lineal.

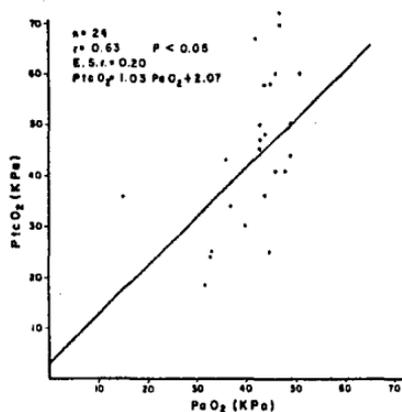


Figura 2. Correlación entre la $PtcO_2$ y PaO_2 durante el mantenimiento anestésico con halotano y oxígeno-óxido nítrico al 50% en circuito semicerrado y respiración controlada. Los estadígrafos son los mismos que en la figura 1.

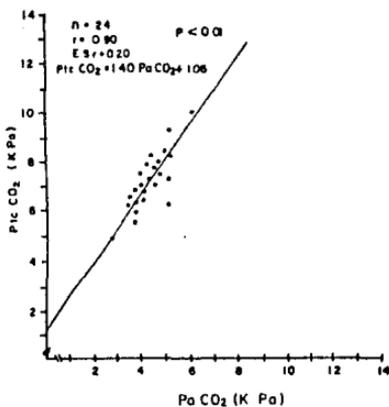


Figura 3. Correlación entre la $PtcCO_2$ y $PaCO_2$ en el control.

Las condiciones y estadígrafos son los mismos que en la figura 1.

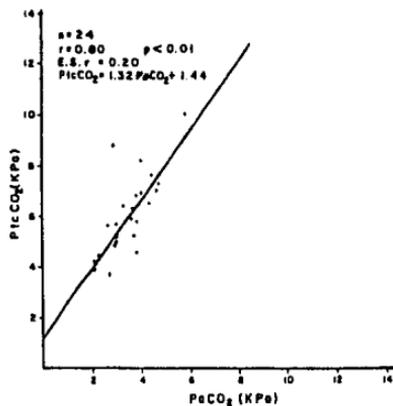


Figura 4. Correlación entre la $PtcCO_2$ y $PaCO_2$ durante el mantenimiento. Las condiciones y estadígrafos son los mismos que en la figura 2.

Cuadro I. Valores absolutos (media \pm error estándar) de las variables consideradas en el estudio durante el control y mantenimiento.

PAM	85.80 \pm 0.47	82.60 \pm 0.35
PaO ₂	8.51 \pm 0.38	42.11 \pm 1.61**
PaCO ₂	4.12 \pm 0.22	3.55 \pm 0.17*
PVC	8.54 \pm 0.07	8.62 \pm 0.10
PCPC	10.93 \pm 0.10	9.86 \pm 0.13
PtcO ₂	12.11 \pm 1.79	45.80 \pm 3.10**
PtcCO	6.88 \pm 0.38	6.11 \pm 0.32*
TEMP	37.60 \pm 1.00	36.20 \pm 1.40
FC	81 \pm 6	90 \pm 9

* P < 0.05

** P < 0.01