

Franco Simini
marzo de 1982

II CONGRESO URUGUAYO DE
ANESTESIOLOGIA

NUCLEO DE INGENIERIA BIOMEDIC
FACULTAD DE INGENIERIA
Y FACULTAD DE MEDICINA

DECLARADO DE INTERES NACIONAL POR
DECRETO DEL PODER EJECUTIVO

ORGANIZADO POR:

SOCIEDAD DE ANESTESIOLOGIA
DEL URUGUAY

PATROCINADO POR:

MINISTERIO DE SALUD PUBLICA
MINISTERIO DE EDUCACION Y CULTURA

AUSPICIADO POR:

FACULTAD DE MEDICINA
HOSPITAL DE CLINICAS
CATEDRA DE ANESTESIOLOGIA

DETERMINACION DE LA ELIMINACION DE CO₂ EN EL PACIENTE ANESTESIADO

Dres. H. Piriz (**), S. Demoro (***), J. Saralegui (**), W. Ayala (*),
J. Arcos (****), J. Katzenstein (*), J. Machado (**), e Ing. F. Simini.

INTRODUCCION

Las medidas no invasivas del intercambio gaseoso reciben cada vez mayor aplicación en anestesiología y en terapia intensiva. (2)

La determinación del volumen de CO₂ espirado (VCO₂) es un método rápido y reproducible para controlar a los pacientes durante el cuidado intensivo o la anestesia general.

La adecuada eliminación de CO₂ durante la anestesia indica que el nivel del metabolismo, la perfusión tisular, y el gasto cardíaco no están deprimidos y que la perfusión y la ventilación pulmonar cumplen con las demandas fisiológicas.

Los cambios agudos en el volumen de CO₂ espirado informan acerca de modificaciones a nivel de la circulación pulmonar como embolias o infartos. Cambios más lentos indican alteraciones a nivel del metabolismo y/o de los depósitos de CO₂.

El motivo de nuestro trabajo es analizar el comportamiento de la VCO₂ en sujetos anestesiados y ventilados artificialmente, obtener valores de referencia y ver la relación que tienen estos valores con las variaciones de volúmenes de aire intercambiado, la PECO₂ y la PaCO₂.

MATERIAL Y METODOS

Fueron estudiados 26 pacientes adultos (17 mujeres y 9 hombres) con edades entre 22 y 69 años con una media de 47 años. El peso promedio fue de 64.9 kilos.

Ninguno presentaba patología cardiorrespiratoria. El estado físico correspondía al grado 1 de la clasificación de la A.S.A. A todos se les practicó cirugía extratorácica de elección en posición de decúbito dorsal. La duración de los procedimientos osciló entre 30 y 190 minutos. La medicación preanestésica consistió en 8 diazepam 10 mg y sulfato de atropina 0,5 mg intramuscular 60 minutos antes de la operación. Los restantes pacientes solo recibieron atropina 0,5 mg por vía intravenosa, inmediatamente antes de la operación.

La anestesia fue inducida con tiopental sódico en dosis de 250 a 500 mg que corresponde a una dosis de 4.8 a 5.8 mg/k. Se administró succinilcolina 1.5 mg/k para facilitar la intubación tra-

(*) Profesor Adjunto de Anestesiología.

(**) Asistente de Anestesiología.

(***) Postgrado de Anestesiología.

(****) Ayudante de Fisiopatología.

Dpto. y Cátedra de Anestesiología. Prof. Dr. Martín Marx.

Dpto. y Cátedra de Fisiopatología. Prof. Dr. Raúl Ruggia.

Facultad de Medicina. Hospital de Clínicas - Montevideo - Uruguay

queal. La anestesia fue mantenida con halotane a concentraciones de 1 - 1.5%, fentanyl entre 50 y 110 microgramos y gallamina en dosis 80 a 220 mg (2.12 a 2.41 mg/k).

Todos los pacientes fueron ventilados artificialmente con oxígeno al 100% en un circuito sin reinhalación con válvula unidireccional. El patrón ventilatorio usado fue un volumen corriente de 10,2 a 10,88 ml/k durante los primeros 30 minutos y de 10,50 a 10,97 en los siguientes 30 minutos con una frecuencia promedio de 11 respiraciones por minuto.

La presión en la vía aérea de 10 a 20 cm de H₂O y una relación inspiración/expiración de 1:2.

Se realizaron las siguientes determinaciones: espirometría con espirómetro de Wright con medida del volumen corriente, frecuencia respiratoria y volumen minuto. Se recolectó el aire espirado en una bolsa de Douglas durante 3 minutos. El circuito utilizado (fig 1) consistió en una pieza bucal (en el paciente despierto) o una sonda oro-traqueal (en el paciente anestesiado), una válvula unidireccional a cuya salida se conectó el espirómetro y la bolsa de Douglas. Se tomaron muestras simultáneas de sangre por punción arterial y de aire espirado. Las muestras de sangre y gas se analizaron en un aparato Radiometer BMS 33 (medida 37°). Las determinaciones fueron hechas en el preoperatorio con el paciente en decúbito dorsal respirando espontáneamente, en el intraoperatorio a los 30 y 60 minutos de iniciada la ventilación controlada y en el postoperatorio a los 30 minutos de terminada la ventilación artificial con el paciente despierto en decúbito dorsal respirando espontáneamente.

La $\dot{V}CO_2$ fue calculada por medio de la ecuación siguiente:

$$\dot{V}CO_2 = \frac{PECO_2}{760} V_{em}$$

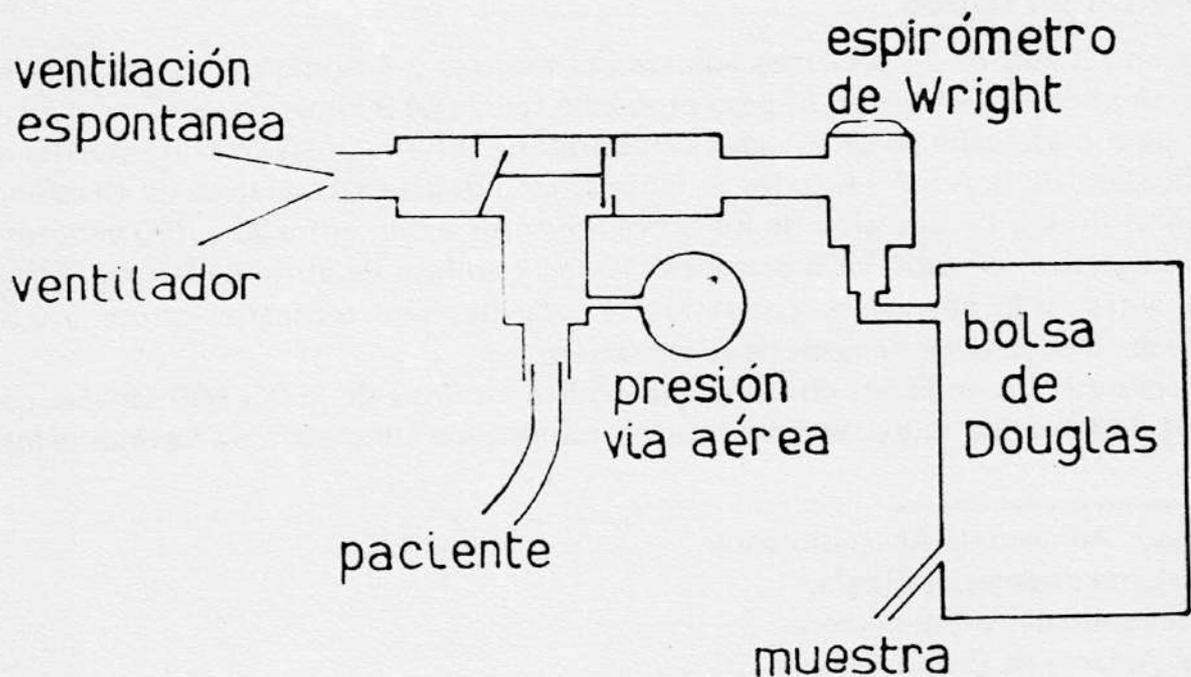
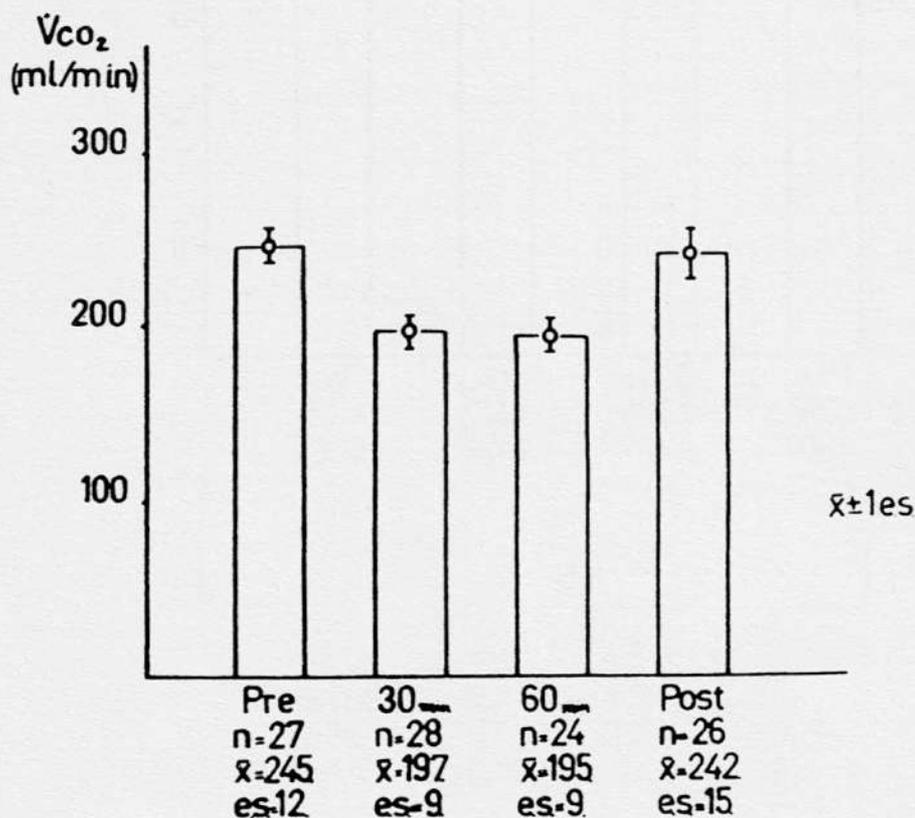


Figura 1.

Los resultados fueron analizados mediante el test de "t" de Student y el test de correlación regresión.

RESULTADOS

La eliminación de CO₂ ($\dot{V}CO_2$) (fig 2) en el intranestésico descendió. Este descenso fue igual a los 30 y 60 minutos volviendo a valores del preoperatorio a los 30 minutos del postoperatorio. Este descenso no se acompañó (fig 3) de disminución del volumen minuto respiratorio ni de la ventilación alveolar, que fue similar a la del extraoperatorio.



$p < 0.005$

Figura 2.

La expresión gráfica de la fórmula $\dot{V}CO_2 = \frac{P_{ECO_2}}{760} \cdot V_{Em}$ nos permite ver (fig 4) que en am-

bas situaciones (intra y extraoperatoria) la $\dot{V}CO_2$ es función lineal del V_m difiriendo las pendientes debido a la diferente P_{ECO_2} .

Los promedios de las presiones parciales de CO₂ en sangre arterial y en aire espirado mezclado fueron menores en el intraoperatorio con relación al extraoperatorio (fig. 5).

Los valores de HCO₃ y TCO₂ calculados en el preoperatorio fueron de 23.5 mM/lit. y 24.5 mM/lit. y de 21.5 mM/lit. y 22.5 mM/lit. en el intraoperatorio. Estos descensos son estadísticamente significativos con una $p < 0.01$. (fig 6).

No encontramos correlación entre las cifras de $\dot{V}CO_2$ y la PaCO₂.

DISCUSION

La medida de $\dot{V}CO_2$ es un indicador del intercambio gaseoso, de la ventilación como así tam-

bién de la perfusión pulmonar.

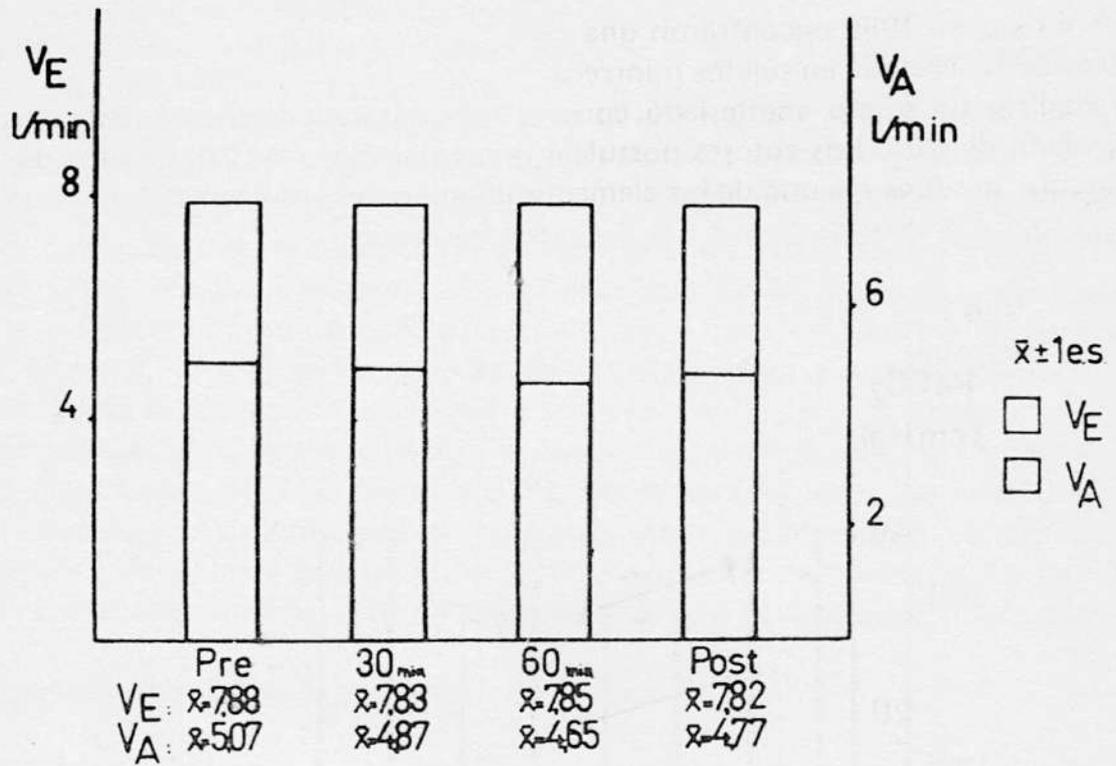


Figura 3

NS.

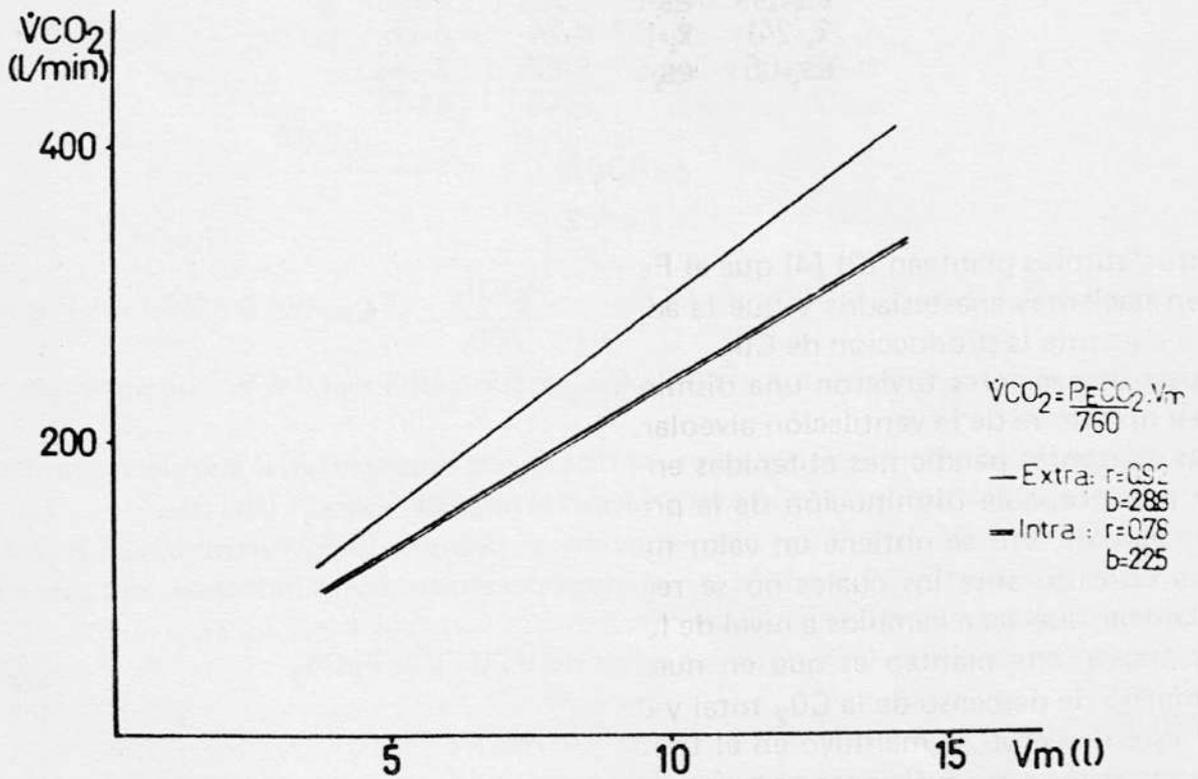
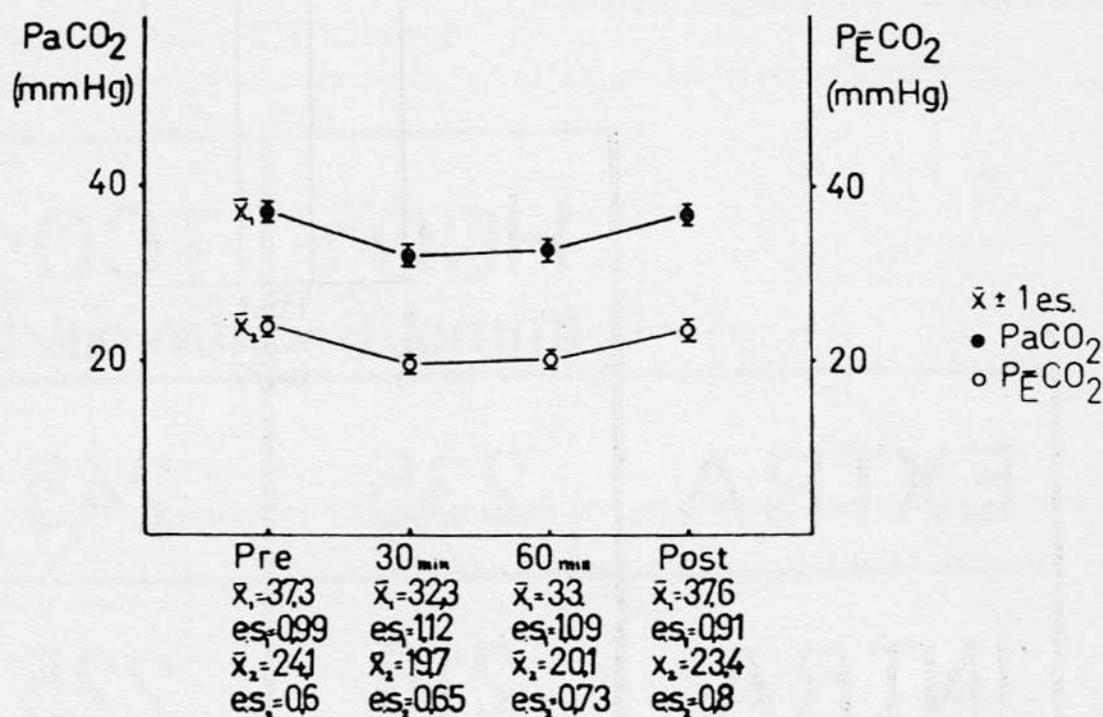


Figura 4

Durante la anestesia general una disminución de la eliminación de CO_2 ha sido descrita por Nunn y cols. en el año 1960.

Noe y cols. en 1980 encontraron una disminución progresiva de la eliminación de CO_2 en el transcurso de la anestesia en sujetos miorraelajados y ventilados artificialmente.

Al analizar un sujeto anestesiado con ventilación espontánea no encuentran disminución de la eliminación de CO_2 . Los autores postulan que probablemente la parálisis muscular que la relajación muscular produce sea uno de los elementos responsables de la disminución de $\dot{V}\text{CO}_2$.



$P < 0.005$

Figura 5.

Otros autores plantean (2) (4) que el Fentanyl y otros opiáceos son los depresores del metabolismo en pacientes anestesiados y que la administración de Naloxona el revertir esta depresión metabólica aumenta la producción de CO_2 .

Nuestros pacientes tuvieron una disminución de la $\dot{V}\text{CO}_2$ en el intraoperatorio sin cambios del volumen minuto ni de la ventilación alveolar.

Las diferentes pendientes obtenidas en el análisis de correlación regresión entre V_m y $\dot{V}\text{CO}_2$ sugiere una probable disminución de la producción de CO_2 en el intraoperatorio, ya que para el mismo valor de V_m se obtiene un valor menor de $\dot{V}\text{CO}_2$. Esta disminución se encontró a los 30 y 60 minutos durante los cuales no se registraron cambios hemodinámicos bruscos, lo que nos hace plantear que sean cambios a nivel de los depósitos y/o de la producción de CO_2 . Otro elemento que apoya este planteo es que en nuestro estudio se observó que la disminución de $\dot{V}\text{CO}_2$ se acompañó de descenso de la CO_2 total y del HCO_3^- . Estos descendieron en relación al preoperatorio y este descenso se mantuvo en el transcurso de la anestesia. Debido a que el tiempo de duración de la misma sería suficiente para compensar una posible remoción de los depósitos (1), nos in-

clinamos a pensar que probablemente las modificaciones encontradas sean debidas a una disminucion de la produccion de CO₂ con el establecimiento de un nuevo estado de equilibrio.

La poca correlacion entre la PaCO₂ y la $\dot{V}CO_2$ confirma lo planteado por Noe y cols. que la $\dot{V}CO_2$ es un mejor indicador de la produccion de CO₂ que de la CO₂ disuelta.

En el intraoperatorio nuestros pacientes estaban discretamente hipocapnicos a pesar que el V_m y la V_A eran similares a las del preoperatorio; esto nos ha permitido sugerir de que en el intranestésico con el paciente con relajación muscular y ventilación artificial hay factores extra-ventilatorios de variación de la PaCO₂ que deben ser considerados para evitar severas hipocapnias.

Esto debe hacerse extensivo a las áreas de cuidado intensivo, cuando se efectúa la ventilación mecánica en sujetos curarizados y/o terapéuticas que deprimen el metabolismo como por ejemplo el uso de barbitúricos para protección cerebral.

	HCO ₃ ⁻ (mmol/l)	TCO ₂ (mmol/l)
EXTRA	23,5	24,5
INTRA	21,5	22,5

$p < 0,01$

Figura 6.

CONCLUSIONES

Se estudió la eliminación de CO₂ en el sujeto anestesiado sin patología cardiorrespiratoria, miorrelajado y ventilado mecánicamente. La medida continua o intermitente de la eliminación de CO₂ puede servir para la evaluación global, no invasiva del sujeto anestesiado, por lo que es un útil estimador fisiológico. Es necesario recalcar que los valores promedio del sujeto anestesiado son menores que los del sujeto no anestesiado.

BIBLIOGRAFIA

1. Farhi, L and Rahn, H.
Dinamics of changes in carbon dioxide stores.
Anesthesiology 21: 604-614; 1960.

2. Noe, F; Whitty, A; Davies, K; Wickham, B.
Noninvasive measurement of pulmonary gas exchange during general anesthesia.
Anesth analg. 59: 245-249; 1980.

3. Nunn, J.F.;
Elimination of carbon dioxide by the lung.
Anesthesiology 21: 620-633; 1960.

4. Tigerstedt, I and Tammisto, T.
Effect of Naloxone reversal on CO₂ output, oxigen uptake and cardiac index during recovery from Fentanyl. supplemented anaesthesia.
Acta Anaesth. Scan. 22: 158-166; 1978.

* * * * *