

Capnografía volumétrica: herramienta por excelencia para evaluar la ventilación alveolar en tiempo real

Volumetric capnography: an excellent tool to assess the alveolar ventilation in real time

Marina Huamán Robles¹

RESUMEN

La capnografía volumétrica es una herramienta de monitoreo que brinda información de la distribución del aire que ingresa al pulmón. Permite evaluar la relación ventilación/perfusión, siendo útil para la detección de colapso pulmonar y el establecimiento de un PEEP óptimo luego del reclutamiento pulmonar. Se presenta el caso de una paciente en shock séptico por corioamnionitis, que desarrolla síndrome de distrés respiratorio agudo en el postoperatorio inmediato de un parto por cesárea. En la unidad de cuidados intensivos, ante la no mejoría del cuadro respiratorio ni de los parámetros gasométricos, se inicia monitoreo con capnografía volumétrica, para medir el espacio muerto fisiológico y realizar un manejo óptimo de los parámetros ventilatorios. Por la inestabilidad hemodinámica y alteración de la coagulación, se instaura tratamiento vasopresor y se administran hemoderivados.

DeCS: capnografía; síndrome de dificultad respiratoria del adulto; relación ventilación-perfusión; respiración con presión positiva

ABSTRACT

The volumetric capnography is a monitoring tool that provides information about the distribution of air entering the lungs. Allow to assesses the ventilation/perfusion ratio, being useful for the detection of lung's collapse and establishing optimal PEEP after lung recruitment. We present a patient in septic shock by chorioamnionitis, which develops acute respiratory distress syndrome in the immediate postoperative period of cesarean delivery. In the intensive care unit, considering that there was no respiratory symptoms improved neither the gasometric parameters, then the volumetric capnography monitoring was started, to measure the physiological dead space and making perform an optimal management of the ventilatory parameters. Due to hemodynamic instability and impaired coagulation, vasopressor therapy instituted and blood products administered.

MeSH: capnography; respiratory distress syndrome, adult; ventilation-perfusion ratio; positive-pressure respiration

INTRODUCCIÓN

Las complicaciones más frecuentes en una puérpera postcesareada con diagnóstico de sepsis por corioamnionitis son hemorragia, shock séptico, absceso pélvico, tromboembolismo y endometritis.¹ La sepsis predispone al síndrome de distrés respiratorio del adulto (SDRA), un cuadro de inflamación e incremento de la permeabilidad alveolocapilar, asociado con una constelación de anormalidades clínicas, radiológicas, y fisiológicas por elevaciones en la presión auricular izquierda o capilar pulmonar. Se considera SDRA cuando la relación $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ es ≤ 200 .

La capnografía volumétrica (CV) además de medir la presión exhalatoria de dióxido de carbono (CO_2), cómo lo hace la

capnografía estándar, también calcula el volumen de dióxido de carbono espirado en un volumen corriente, un dato primordial a la hora de calcular la eliminación de CO_2 corporal y determinar el espacio muerto respiratorio. Presenta las mismas ventajas y usos que la capnografía estándar, a lo cual se le agrega otros datos muy útiles para monitorizar la ventilación mecánica, como son:

1. El volumen de CO_2 exhalado, el cual nos guía sobre la actividad metabólica en pacientes con ventilación asistida crónica.
2. Calcular la ventilación alveolar (VA), siendo $\text{VA} = (\text{volumen tidal [VT]} - \text{espacio muerto anatómico [VD}_{\text{anat}}]) \times \text{frecuencia respiratoria}$. La mejor manera de evaluar la relación eficacia/ineficiencia ventilatoria es mediante el análisis del espacio

¹ Anestesióloga, Departamento de Anestesiología del Hospital IV Guillermo Almenara Irigoyen
Correspondencia: Marina Huamán. E-mail: marina-hr1@hotmail.com Recibido el 6 de noviembre del 2012.
Aceptado para publicación el 11 de agosto del 2013. Revisión por pares.

* Presentado en el Concurso de Casos Clínicos del XXIV Congreso Peruano de Anestesiología

muerto (VD) o ventilación ineficaz. El espacio muerto se mide habitualmente con la CV usando la fórmula de Borh-Engghoff modificado por Fowler:

$$\begin{aligned} VD/VT &= (PaCO_2 - PECO_2)/PaCO_2 \\ VD \text{ fisiológico (VD}_{fisiol}) &= VD/VT \\ VD \text{ alveolar (VD}_{alv}) &= VD_{fisiol} - VD_{anat} \end{aligned}$$

Donde la VD/VT es la relación entre la ventilación ineficaz y el volumen corriente, y la PECO₂ es la concentración o presión parcial de CO₂ promedio en el gas espirado. Es necesario conocer la PaCO₂ para poder obtener este valor.

- Valor pronóstico en SDRA, los valores de VD/VT < 0.4 son considerados normales; valores > 0.65 se han asociado a un aumento en la mortalidad en el SDRA y puede ser utilizado como factor pronóstico en estos pacientes.^{2,3}

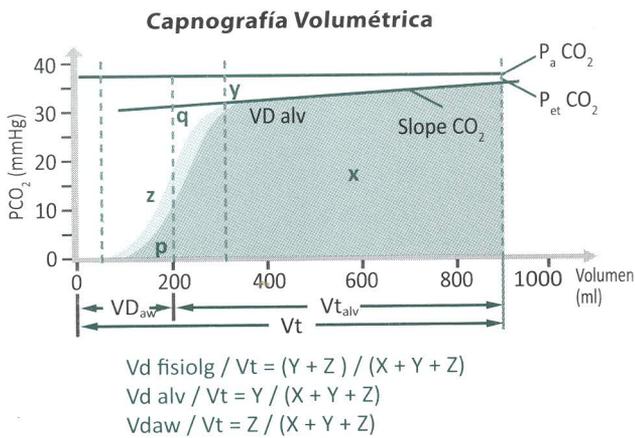


Figura 1

- Calcular el nivel óptimo de PEEP, el efecto positivo de presión espiratoria final (PEEP) es reclutar unidades alveolares colapsadas que resulta en una mejora de la oxigenación; el espacio muerto alveolar puede disminuir, mientras

que la PEEP inducida por sobredistensión alveolar tiende a aumentar el espacio muerto (figura 2).⁴

- Valorar de forma dinámica la ventilación y perfusión pulmonar, que pueden variar notablemente en cada ciclo respiratorio y cardiaco.⁵

Estos hallazgos han incrementado de manera exponencial el valor clínico de esta herramienta de monitorización.

CASO CLÍNICO

Paciente de 32 años, con 37 semanas de gestación, que ingresa por dolor abdominal en cuadrante superior derecho, evolucionando con movimientos fetales disminuidos y taquicardia fetal. Se programa para cesárea por sufrimiento fetal agudo y corioamnionitis.

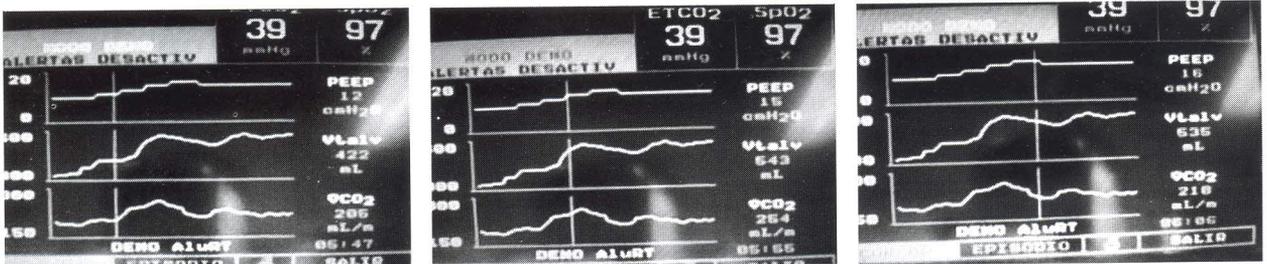
En el postoperatorio inmediato cursa con inestabilidad hemodinámica, SDRA (PaO₂/FiO₂ = 164), alteración de la coagulación y lactato aumentado, requiriendo ingreso a la unidad de cuidados intensivos (UCI) para apoyo ventilatorio mecánico, vasopresores, transfusión sanguínea y terapia antibiótica. En los exámenes auxiliares, presentaba acidosis mixta en el AGA, leucocitosis con desviación izquierda en el hemograma, perfil de coagulación prolongado, fibrinógeno disminuido, hipoalbuminemia (1.8 mg/dl) y dímero D = 4.0 ng/ml. Durante su estancia en UCI cursa con insuficiencia renal aguda, que requirió hemodiálisis, y presentó una hemorragia digestiva alta.

En cuanto al cuadro respiratorio, la utilización de PEEP alta conllevó a un PaO₂/FiO₂ ≤ 300 e hipercapnea, motivo por el cual se acude a la CV como herramienta para la titulación del PEEP óptimo, además de ser predictor de mortalidad en el SDRA.²

La paciente evoluciona a falla multiorgánica y fallece en el tercer día postoperatorio.

DISCUSIÓN

El SDRA se caracteriza por un edema pulmonar no cardiogénico responsable de un deterioro significativo del intercambio de gases con aumento pulmonar del espacio muerto, debido a



A. Con PEEP = 12 cm H₂O, VT_{alv} = 422 ml y VCO₂ = 205 ml/min

B. Con PEEP = 15 cm H₂O, VT_{alv} = 543 ml y VCO₂ = 254 ml/min

C. Con PEEP = 16 cm H₂O, VT_{alv} = 535 ml y VCO₂ = 210 ml/min

Figura 2

una alteración en la distribución del flujo sanguíneo pulmonar. El cálculo del espacio muerto, aplicando la ecuación de gas alveolar que tiene en cuenta el peso, la edad y la talla del paciente, podría conducir a esta medición. La CV estima el aumento del espacio muerto alveolar y consecuentemente la presencia y la extensión de lesión pulmonar. En el SDRA el aumento de la relación VD/VT es característica de los no sobrevivientes, así mismo más allá de las primeras 24 horas puede tener valor pronóstico.^{2,3}

CONCLUSIONES

La monitorización de la ventilación engloba información proveniente del análisis del intercambio gaseoso. La CV constituye la herramienta por excelencia para evaluar la eficacia de la ventilación alveolar en la cabecera del enfermo. Refleja cambios ventilatorios, hemodinámicos y metabólicos a través de la morfología del registro capnográfico. Es la manera más simple y efectiva de monitoreo de la eficiencia ventilatoria en los pacientes con lesión pulmonar grave.

AGRADECIMIENTOS

A la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen, que apoyaron con esta revisión.

CONFLICTOS DE INTERÉS

La autora declara no tener conflictos de interés en la publicación de este artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rouse DJ, Landon M, Leveno KJ, Leindecker S, Varner MW, Caritis SN, et al.; National Institute of Child Health And Human Development, Maternal-Fetal Medicine Units Network. The Maternal-Fetal Medicine Units cesarean registry: chorioamnionitis at term and its duration-relationship to outcomes. *Am J Obstet Gynecol.* 2004;191:211-6.
2. Nuckton TJ, Alonso JA, Kallet RH, Daniel BM, Pittet JF, Eisner MD, et al. Pulmonary dead-space fraction as a risk factor for death in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med.* 2002;346:1281-6.
3. Kallet RH, Alonso JA, Pittet JF, Matthay MA. Prognostic value of the pulmonary dead-space fraction during the first 6 days of acute respiratory distress syndrome. *Respir Care.* 2004;49:1008-14.
4. Blanch L, Romero PV, Lucangelo U. Volumetric capnography in the mechanically ventilated patient. *Minerva Anes-tesiol.* 2006;72:577-85.
5. Tusman G, Areta M, Climente C, Plit R, Suarez-Sipmann F, Rodríguez-Nieto MJ, et al. Effect of pulmonary perfusion on the slopes of single-breath test of CO₂. *J Appl Physiol (1985).* 2005;99:650-5.