



Capnografía en Pacientes conectados a VMI

EU Macarena Escobar Armijo.

Contenidos de la presentación

- Generalidades
- Fisiología del metabolismo del CO₂
- Algunas definiciones
- Importancia del espacio muerto
- Usos de la capnografía
- Análisis de curva y aplicaciones
- Implementación práctica
- Rol del enfermero
- Conclusiones



Algo de Historia..

Kapnos: Humo

Primeros estudios clínicos realizados por Smallhout y Kalenda en los comienzos de los años 70 en Europa, 80 en USA.

Desde 1991, la *American Society of Anesthesiologists(ASA)* considera que el estándar de atención en el quirófano es la monitorización conjunta de la capnografía y la pulsioximetría.

En Europa, desde el 2002, la *Intensive Care Society* considera que la capnografía es un estándar de atención en el transporte del paciente crítico adulto en el Reino Unido

Algo de Historia..

Desde 1995, el *American College of Emergency Physicians (ACEP)* indica el uso de rutina de la capnografía en el paciente intubado, tanto en el medio hospitalario como extrahospitalario.

En Europa, desde el 2002, la *Intensive Care Society* considera que la capnografía es un estándar de atención en el transporte del paciente crítico adulto en el Reino Unido

Desde el 2005, el *European Resuscitation Council (ERC)* recomienda su uso para verificar la correcta colocación del tubo endotraqueal (TET) durante la parada cardiorrespiratoria

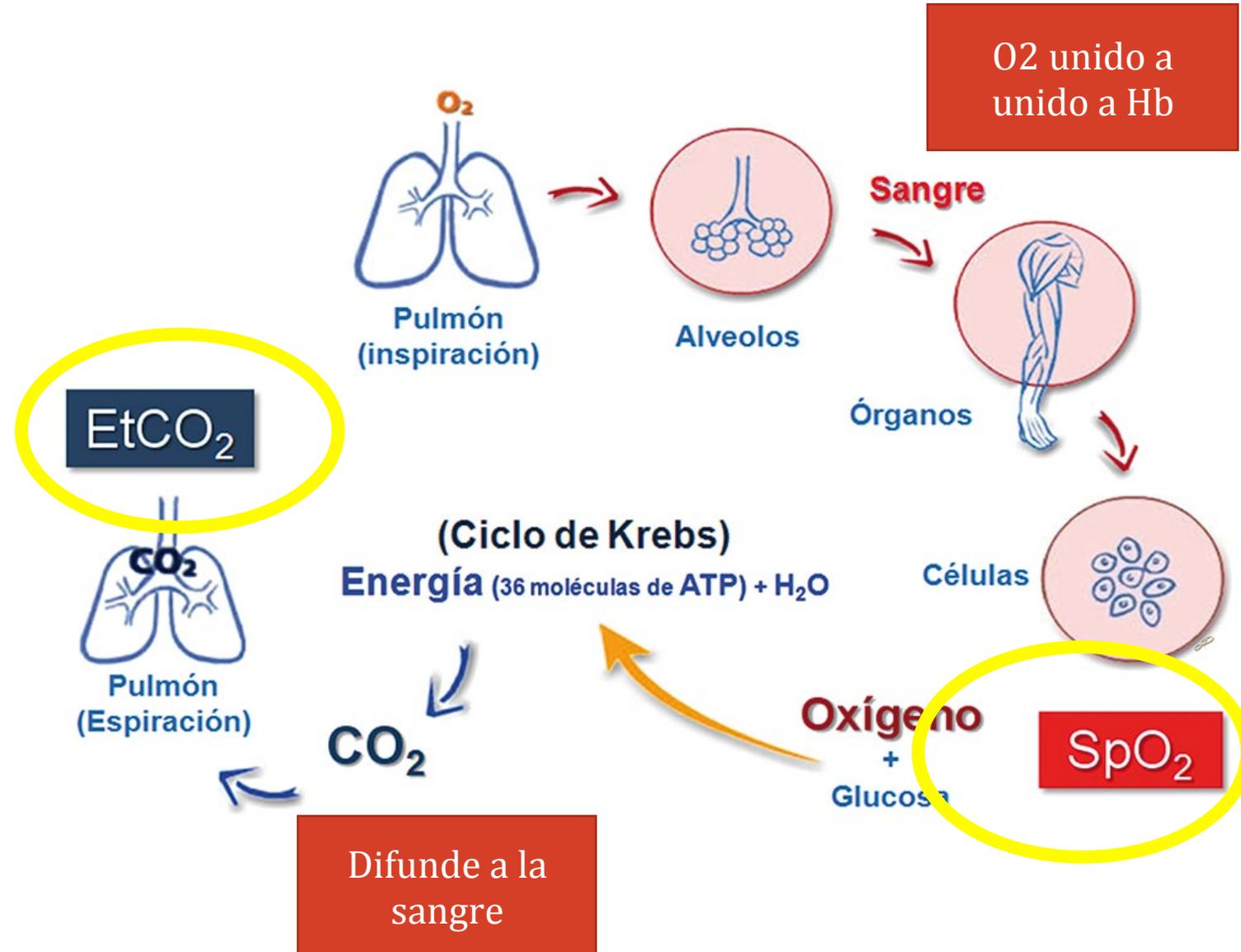
Finalmente, en el año 2007 el *European Committee for Standardization* elaboró los estándares europeos para las ambulancias terrestres, incluyendo un capnómetro dentro del equipamiento necesario de las ambulancias tipo C (unidades móviles de emergencia o UVI móviles)

Pero Que es la Capnografía??





Metabolismo CO2





Metabolismo CO₂

- Llegados a este punto, podemos comprender, por tanto, que la medición del CO₂ exhalado se podrá ver afectada por 3 factores:
 - a) el metabolismo (donde se produce)
 - b) la perfusión (el medio de transporte hasta el pulmón)
 - c) la ventilación (sistema de eliminación).

La alteración clínica de cualquiera de estos procesos producirá variaciones continuas y significativas en los valores exógenos obtenidos y medidos gracias a un “capnógrafo” (EtCO₂), del mismo modo que las alteraciones que puedan provocar un estado de hipoxemia se verán reflejados en los resultados alcanzados por la “oximetría de pulso” (SpO₂).



Definiciones

Espacio
Muerto
alveolar

Capnografía

ETCo₂

Capnometría

VD/VT

V/Q



Definiciones

- Capnometría: La capnometría indica la presión (o concentración) de CO₂ en el gas espirado durante el ciclo respiratorio (EtCO₂)
- Capnografía: La capnografía es la representación gráfica de los niveles de CO₂ durante todo el ciclo respiratorio. Incluye la medición continua del Co₂ exhalado.

La capnometría hace solo un análisis cuantitativo, mientras que la capnografía hace un análisis cuantitativo y cualitativo.

- EtCO₂: Medición no invasiva de la Pa de CO₂ al final de la espiración (end tidal). Corresponde al pico de concentración de Co₂ al final de la espiración.
- V/Q: Relación ventilación perfusión.



Definiciones

Espacio muerto





Espacio Muerto

La homogeneidad entre ventilación y perfusión determina el intercambio de gas normal.

Se define como la fracción del volumen corriente que no participa en el intercambio gaseoso.

Este es causado tanto por el "**volumen muerto**" de las vías aéreas conductoras, como por los compartimentos alveolares que no reciben flujo sanguíneo capilar y por lo tanto se caracterizan por una alteración del V/Q .

L. BLANCH 1, P. V. ROMERO 2, U. LUCANGELO Volumetric capnography in the mechanically ventilated patient .MINERVA ANESTESIOLOGICA 2006;72:577-85,.



¿Capnografía?



Capnografía



Técnica de investigación

Se inicia en años 50

Espectroscopía Infrarroja

- Procedimiento no invasivo que proporciona información en tiempo real del estado ventilatorio del enfermo crítico
- El CO₂ espirado puede ser graficado en función del tiempo o del volumen:
 - como presión parcial del gas respecto a una línea de tiempo **capnografía temporal o flujométrica**
 - como CO₂ v/s volumen , **capnografía volumétrica.**

L. BLANCH 1, P. V. ROMERO 2, U. LUCANGELO Volumetric capnography in the mechanically ventilated patient .MINERVA ANESTESIOLOGICA 2006;72:577-85,.

Capnografía



Niños y Adultos

Pacientes Ventilados y
No Ventilados

Temporal o
Volumétrica

Luis Barrado M et al, Capnografía: la evolución en la monitorización del paciente crítico, Revista de formación TES, 2013, Vol 2 Núm 1.



Técnicas de Medición



Colorimétrica:

- Método cualitativo
Amarillo/ Morado
- Fácil de utilizar
- Ideal para pre hospitalario
- Puede dar falsos positivos en PCR o baja perfusión su sensibilidad puede disminuir hasta 13 %
- Pacientes deben respirar 6 veces



Técnicas de Medición

Side Stream :

Sensor de Flujo en en
circuito lateral.

Ventajas

- Pacientes NO intubados
- Fácil conexión
- Fácil limpieza, no requiere esterilización
- Puede ser utilizado en posiciones no convencionales.

Desventajas

- Retraso en la grabación
- Obstrucción del tubo de muestreo
- No recomendado en niños.



Técnicas de Medición

Main Stream:	Sensor de Flujo en el circuito principal
Ventajas: <ul style="list-style-type: none">• Técnica adecuada en niños y recién nacidos• EtCO₂ en tiempo real• No es afectado por caídas de presión en el circuito ni cambios de presión por vapor de agua	Desventajas: <ul style="list-style-type: none">• Tracción del TET y cable eléctrico largo• Quemaduras faciales• Sesgos del sensor por secreciones• Difícil en posiciones inusuales.



Capnografía

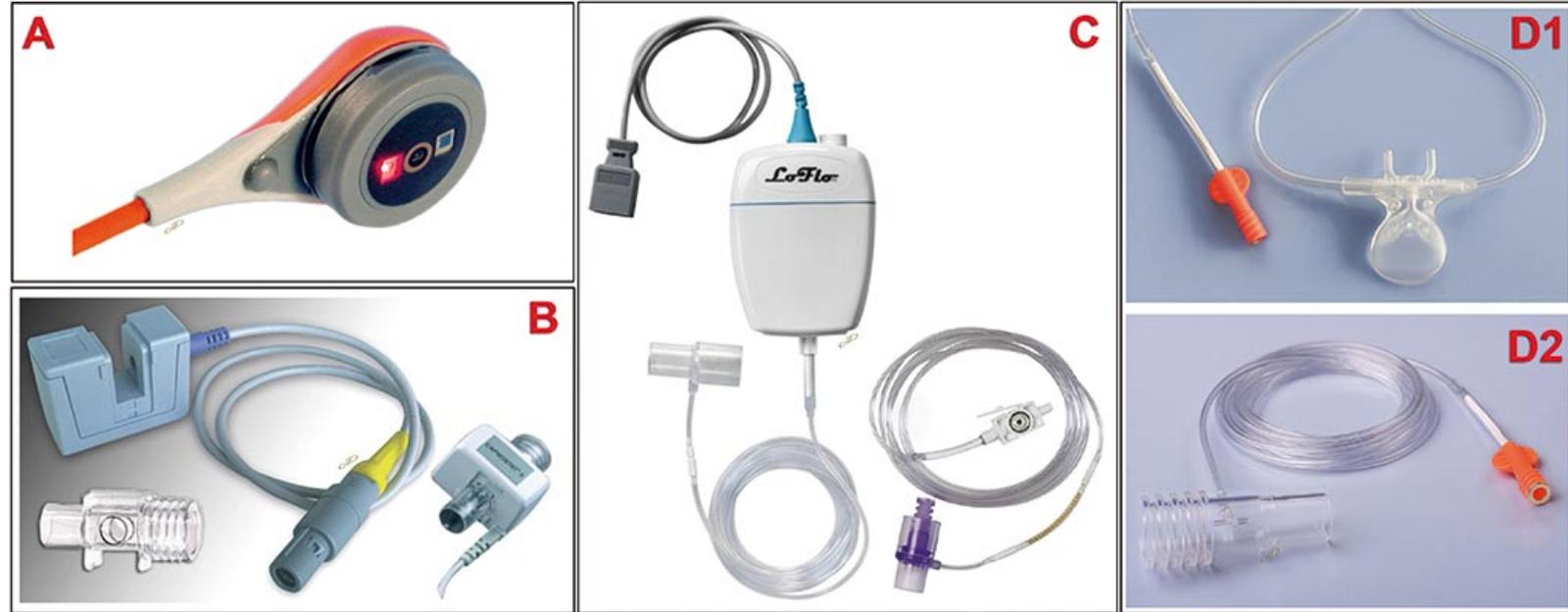


Figura 1. Sensores de medición del dióxido de carbono (CO_2): A. Transcutáneo tipo Severinghaus. B. *MainStream* o flujo principal. C. *SideStream* o flujo lateral. D. *MicroStream* o microcorriente de flujo lateral. D1. Sonda para pacientes no intubados. D2. Sonda para pacientes intubados o con ventilación manual tipo Ambu



Capnografía

- Nos informa sobre :
 - Concentración de CO₂ al final de la espiración
 - Frecuencia y ritmo respiratorio
 - Cálculo del espacio muerto
 - Gasto cardíaco
 - Confirmación en la colocación y obstrucción del tubo endotraqueal
 - Presencia de enfermedad obstructiva de las vías aéreas
 - Ajuste del ventilador mecánico inmediato
 - Metabolismo del paciente

Dantzker DR, Brook CJ, Dehart P. Ventilation perfusion distribution in the adult respiratory distress syndrome. Am Rev Respir Dis 1979;120:1039-1052



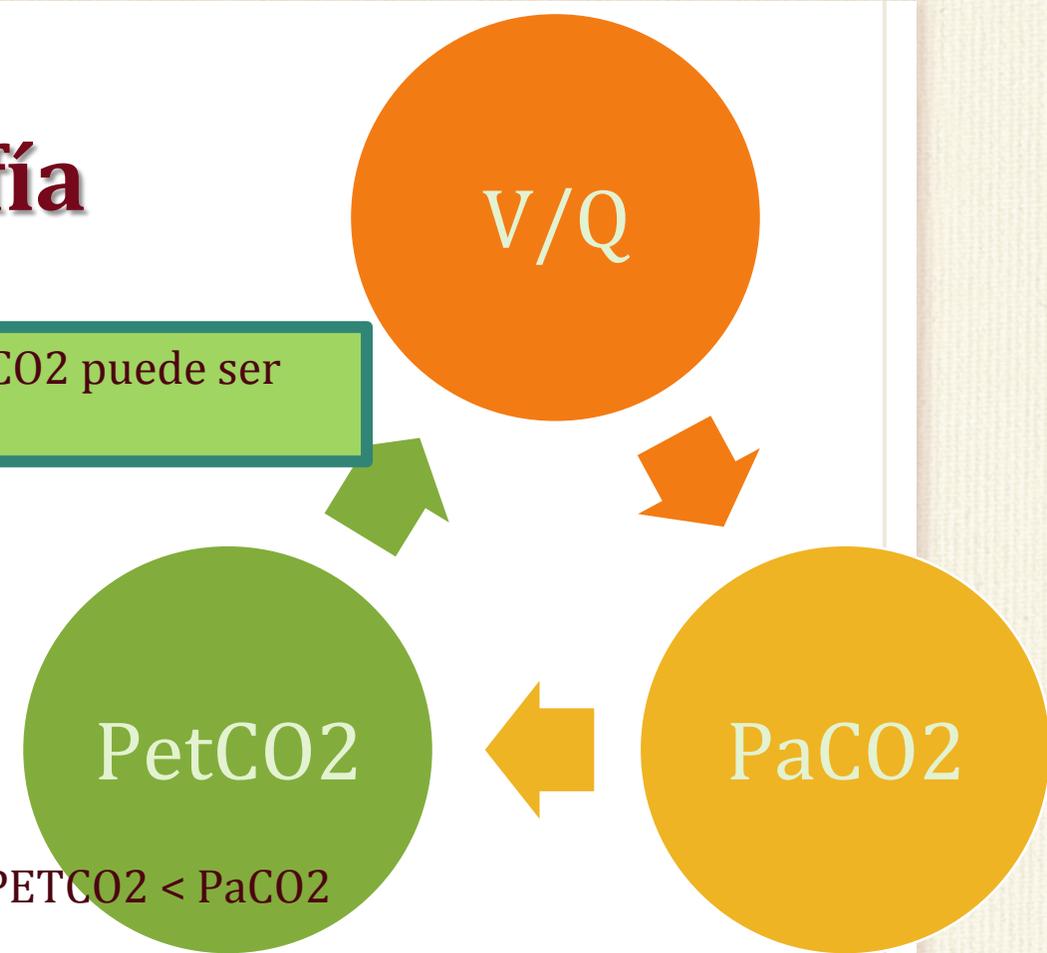
Capnografía

Gradiente $\text{PaCO}_2 - \text{PETCO}_2 < 5 \text{ mmHg}$ PETCO_2 puede ser sustituto de la PaCO_2

V/Q Normal → $\text{PETCO}_2 = \text{PaCO}_2$

V/Q ALTO (ESPACIO MUERTO) → $\text{PETCO}_2 < \text{PaCO}_2$

V/Q BAJO → $\text{PETCO}_2 = \text{PCO}_2 \text{ VENOSA MIXTA}$





La curva de capnografía en función de tiempo (Figura 1) se divide en una fase inspiratoria (fase 0) y en fases espiratorias (I, II, III) así como en ángulos alfa y beta y ocasionalmente

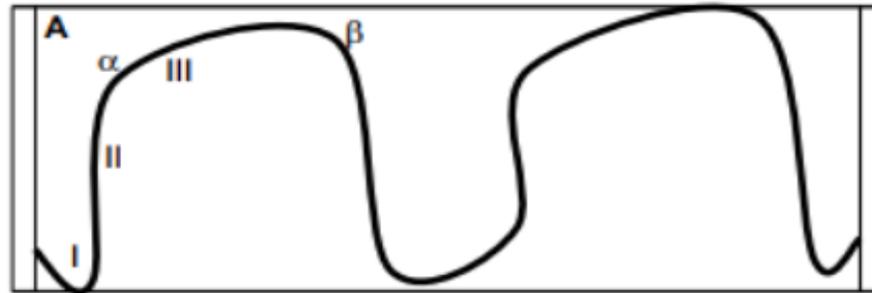
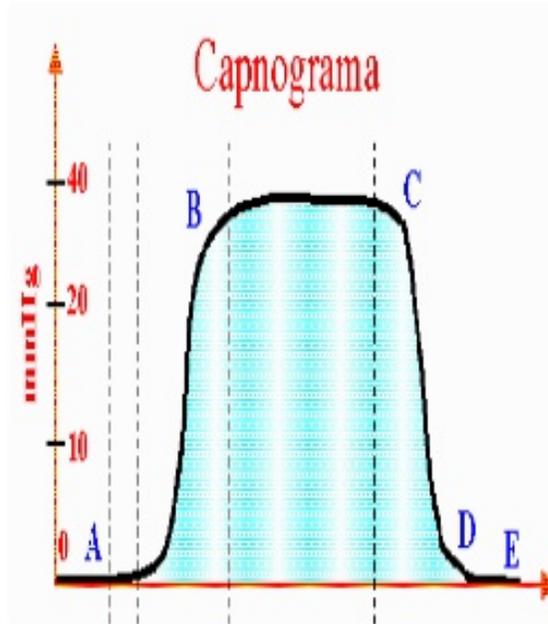


Figura 1. A: Esquema de curva de capnografía en función de tiempo normal. **B:** Boceto en donde se muestra la representación de la boa que se comió un elefante y su analogía con la morfología de la curva de monitoreo de EtCO₂.

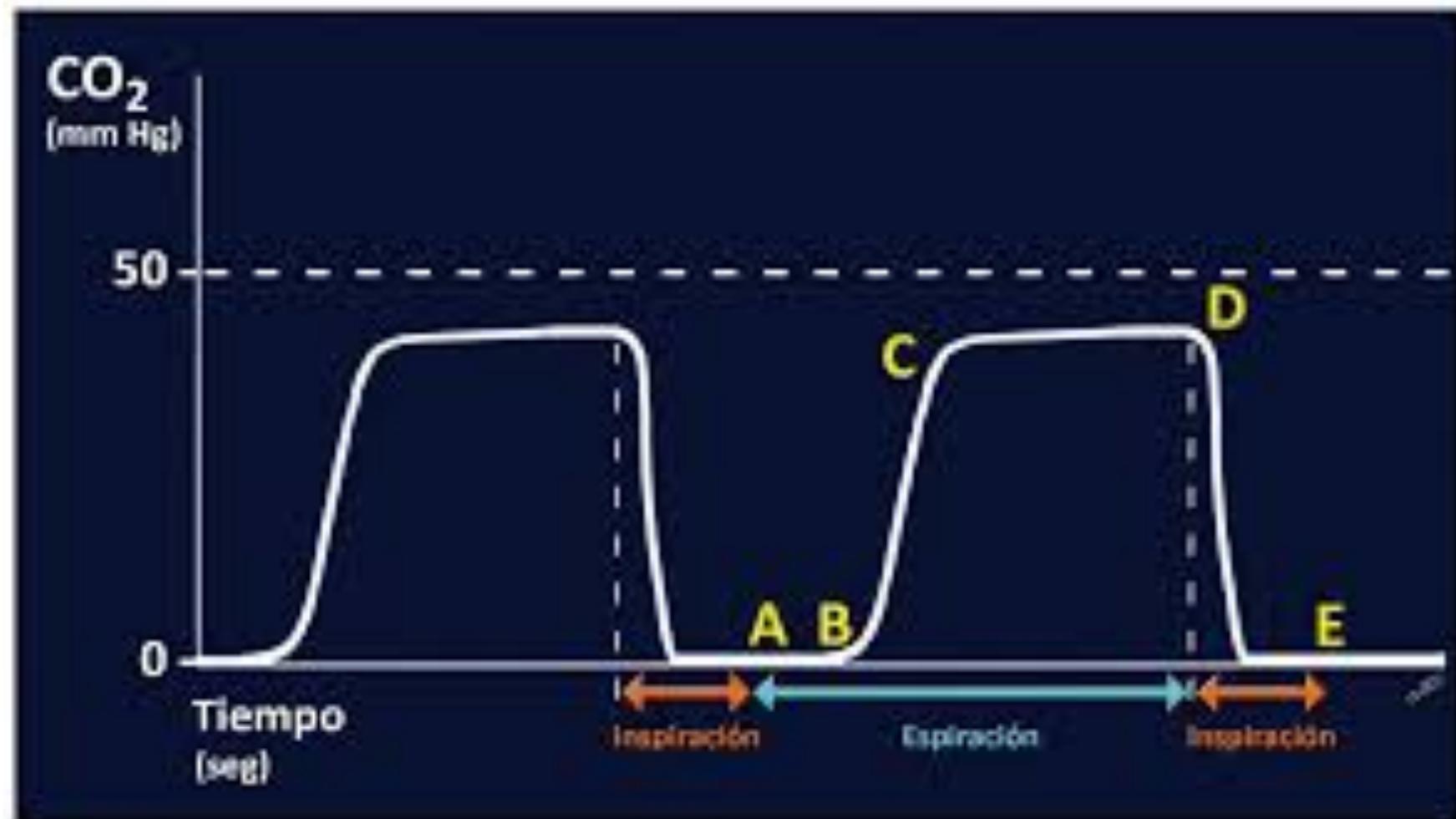
Fases

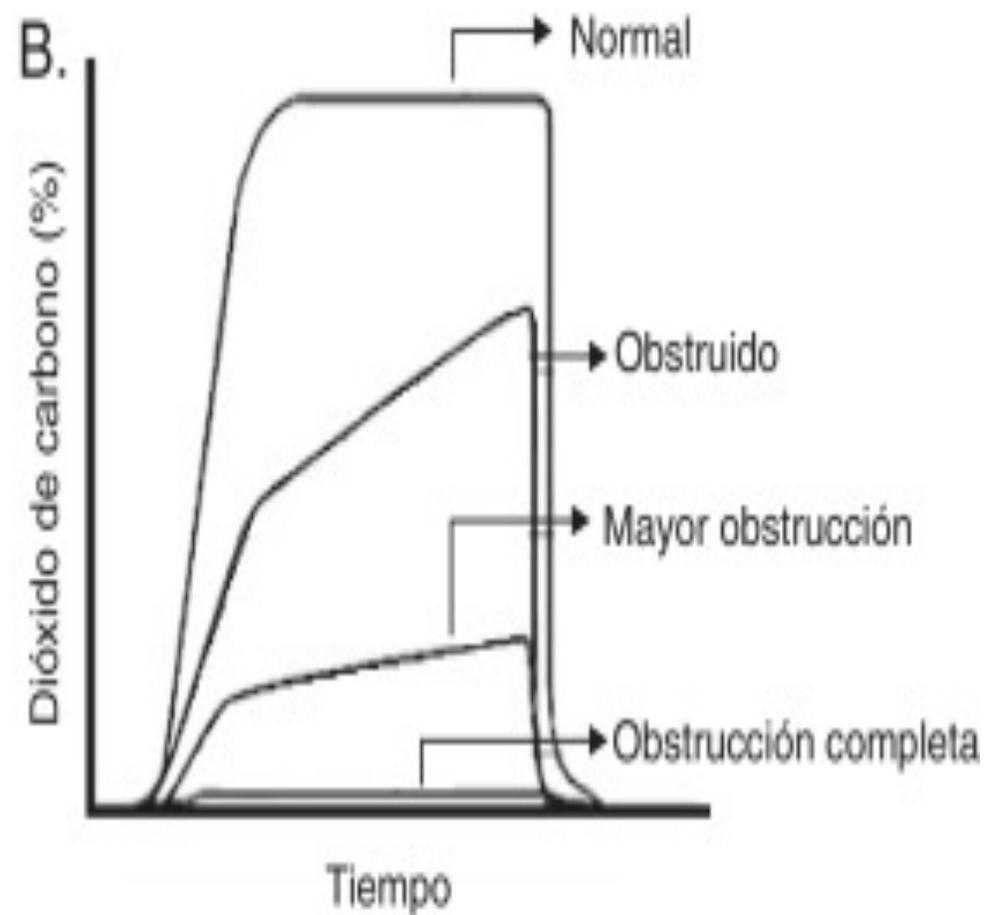
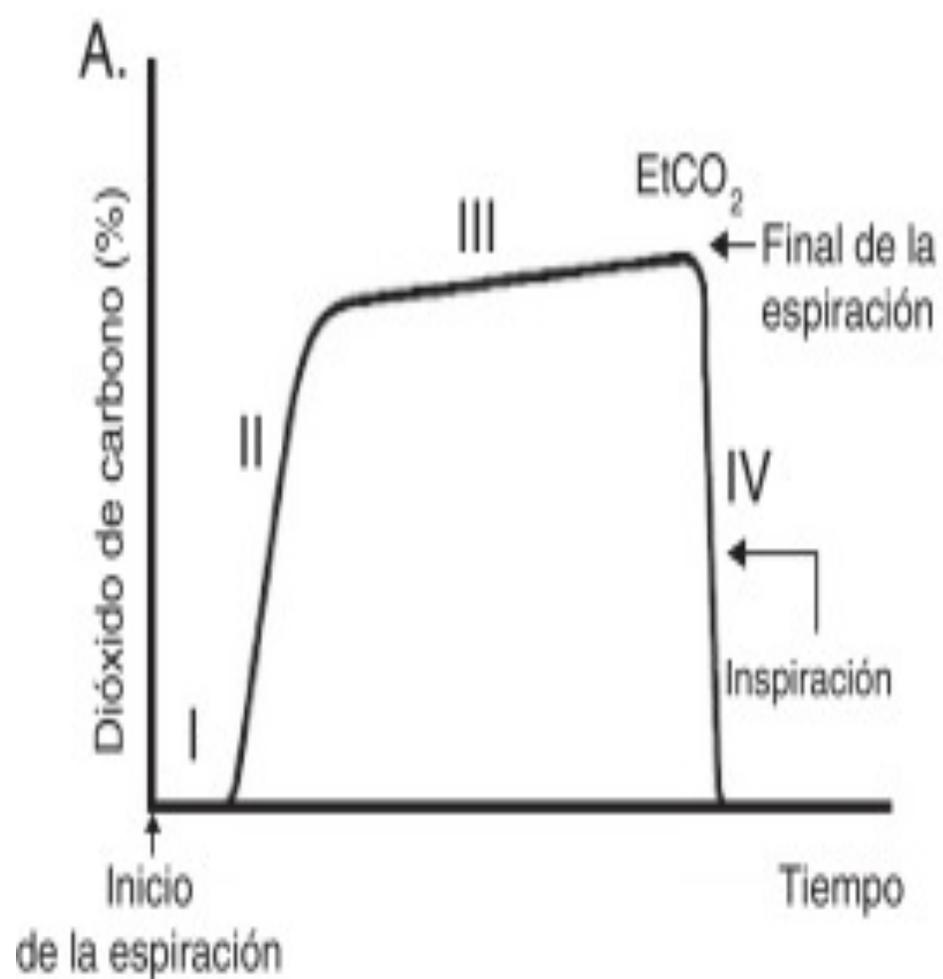


1. **Fase I:** final de la inspiración e inicio de la espiración, se ventila el EM, PCO₂ ambiental "autocero"
2. **Fase II:** ↑ del CO₂ al inicio de la espiración por la eliminación del CO₂ del EM mezclado con el CO₂ alveolar
3. **Fase III:** meseta alveolar-exhalación de CO₂ procedente de los alveolos ascenso lento hasta alcanzar presión parcial de CO₂ máxima al final de la espiración EtCO₂
4. **Fase IV:** PCO₂ decrece al iniciarse la inspiración

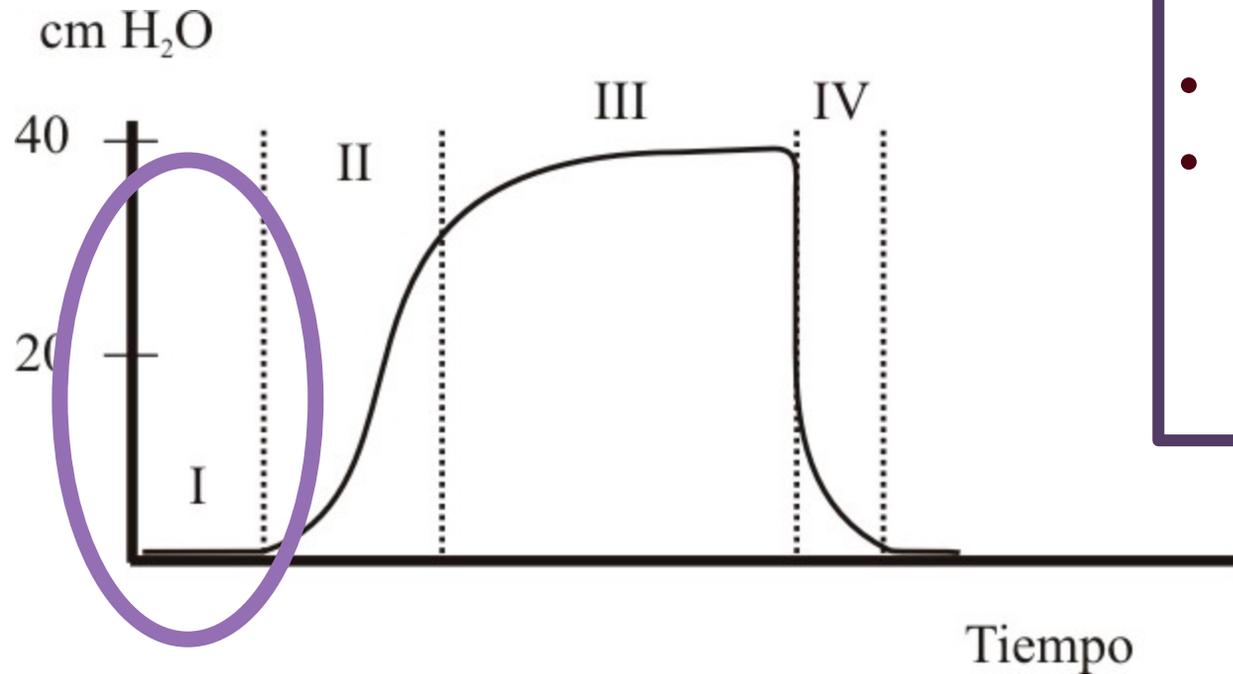
Al conectar el capnógrafo, éste reconoce esta presión de CO₂ ambiental y la asimila al valor "cero", proceso conocido como "auto cero", creando una línea isoelectrica en el gráfico







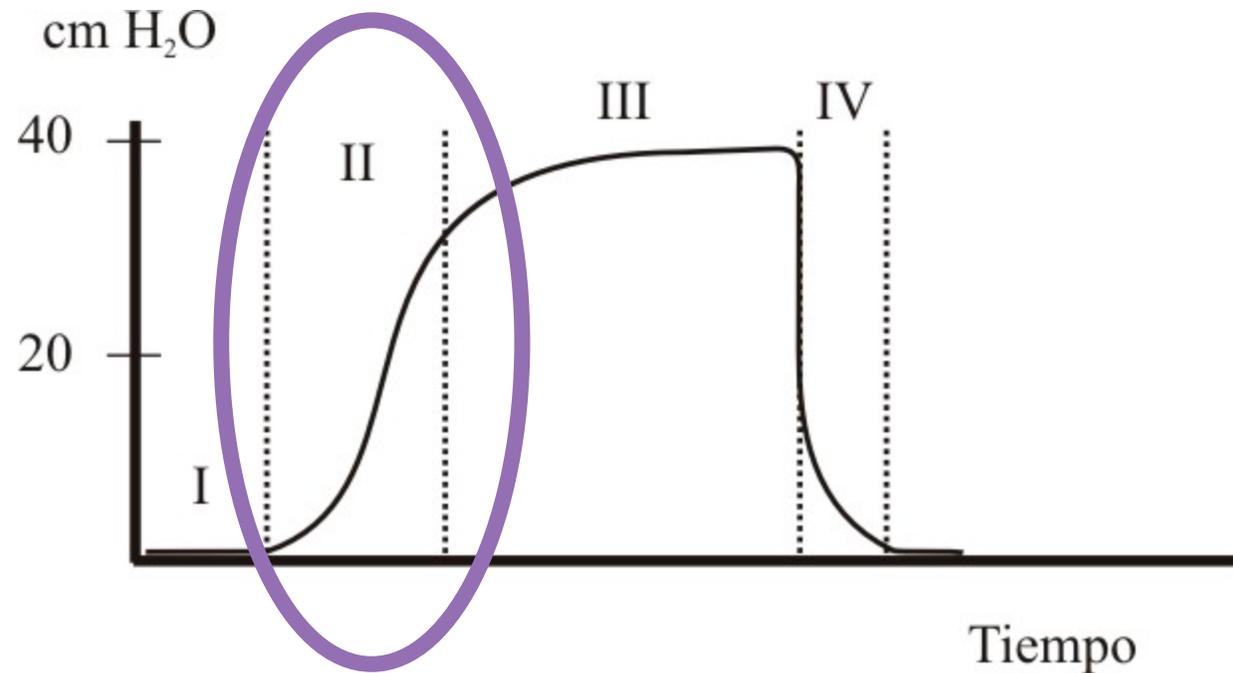
Fase I



Fallos de la Fase I (Reinhalación)

- Sonda acodada
- Fallo válvula espiratoria

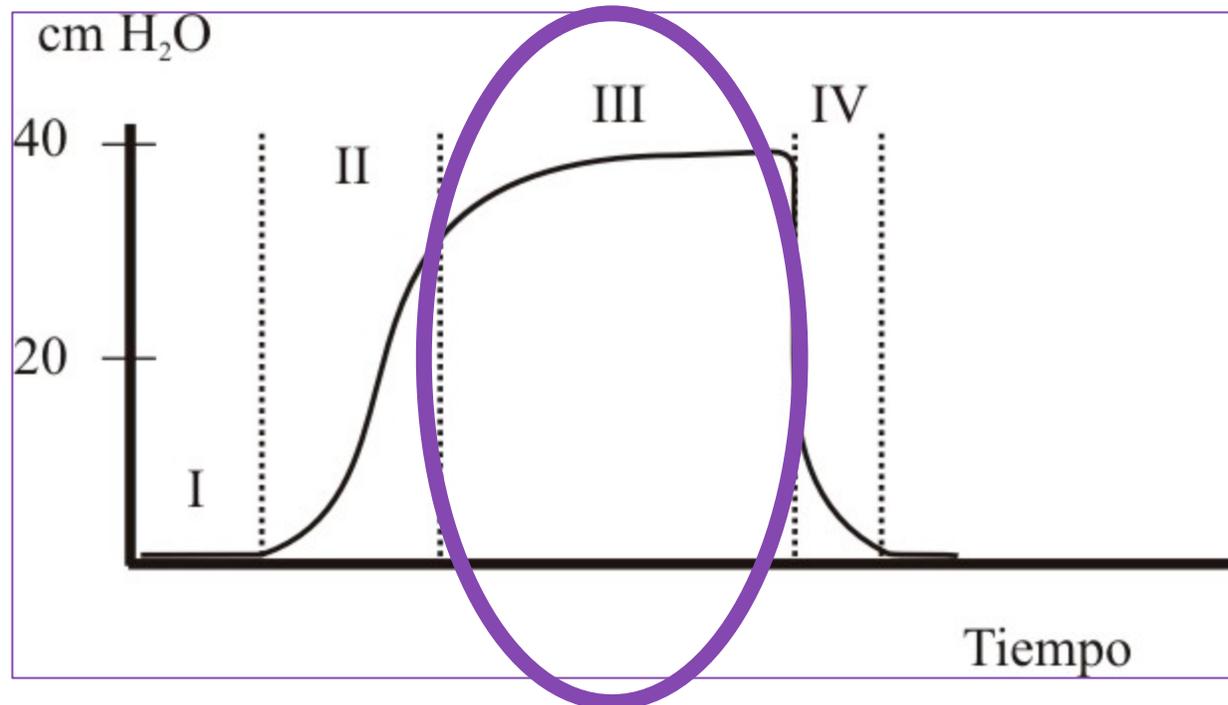
Fase II



Fallos de la Fase II (Prolongaciones o inclinaciones)

- Broncoespasmo
- Tubo acodado
- Fugas del circuito

Fase III



Fallos de la Fase III (Fisiología ventilatoria y mecánica)

- Alteración del gasto cardiaco
- Alteración ventilación/perfusión
- Esfuerzos respiratorios espontáneos.

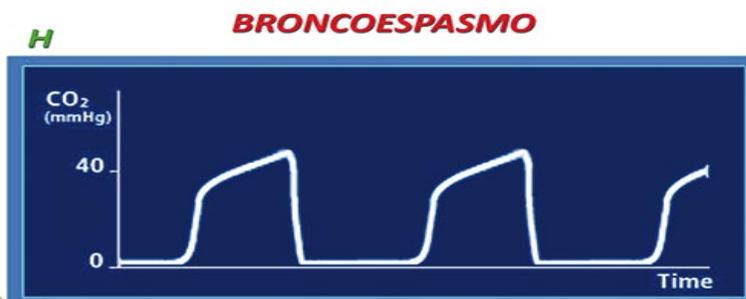
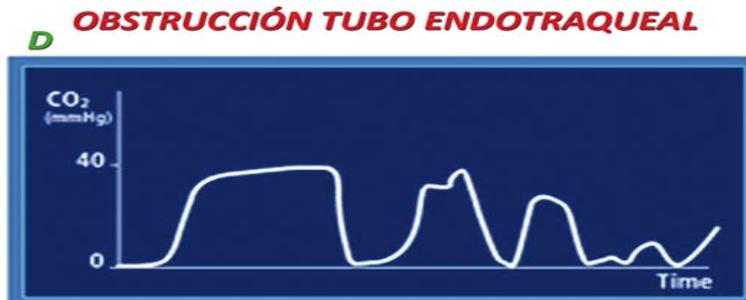
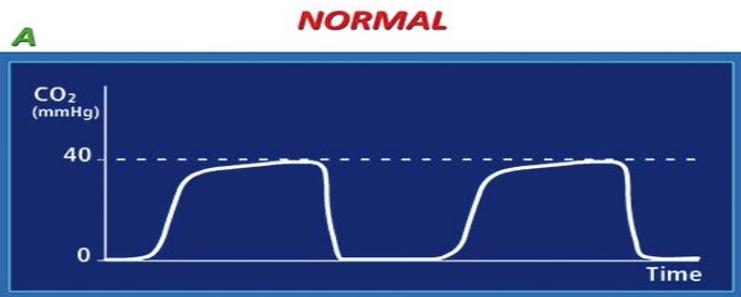
Usos de la Capnografía



Usos de la Capnografía

Aumento	Disminución	Ausencia
Hipoventilación	Hiperventilación	Intubación esofágica 15 %
Aumento del metabolismo	Disminución del metabolismo	Desconexión del sistema
Aumento del gasto cardiaco	Disminución del gasto cardiaco	Obstrucción completa
Reinhalación	ventilación de espacio muerto	Paro cardiorespiratorio
	Atelectasia pulmonar	

Timmermann A, Russo SG, Eich C, Roessler M, Braun U, Rosenblatt WH, et al. The out-of-hospital esophageal and endobronchial intubations performed by emergency physicians. *Anesth Analg.* 2007;104:619-23.

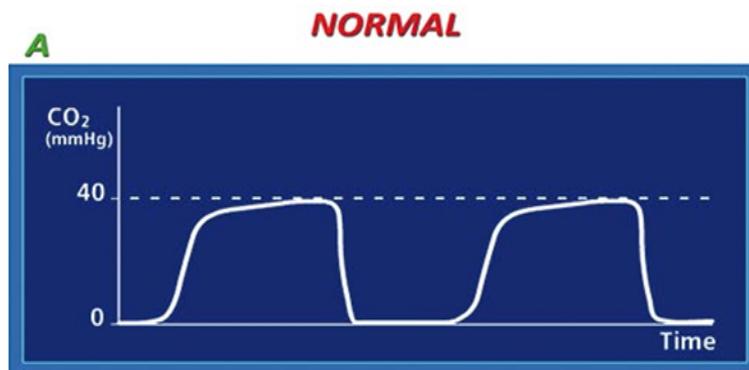


Handwritten signature



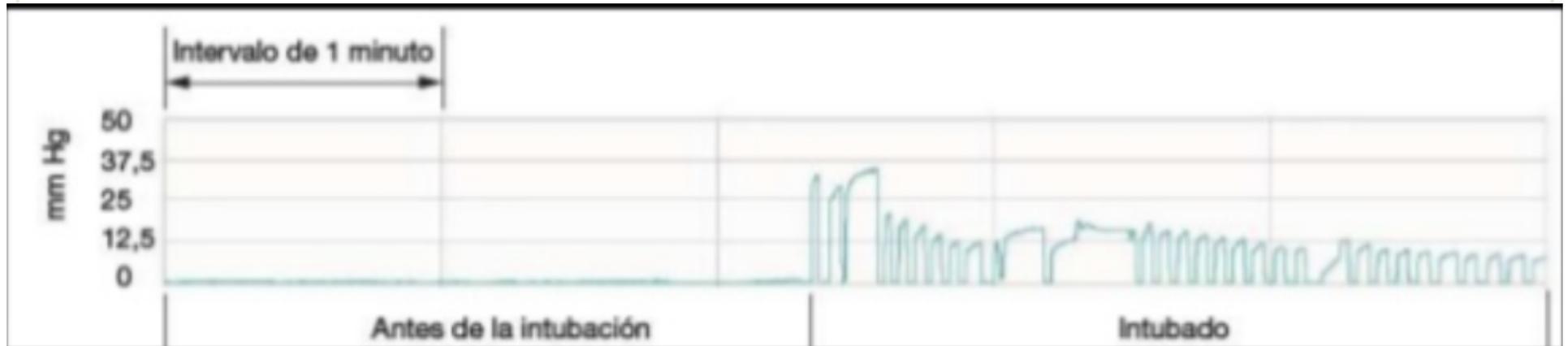
Uso en IOT

- Importancia de complementar métodos clásicos (es decir, la auscultación epigástrica y pulmonar, la observación de movimientos torácicos o la presencia de vaho en el interior del tubo) con métodos más objetivos, como la capnografía, donde la correcta colocación del TET, se constata por el mantenimiento de los niveles capnométricos y un capnograma normal a lo largo del tiempo
- Intubación esofágica: de valores capnométricos y curvas capnográficas muy bajos y decrecientes hasta llegar a cero en un intervalo muy corto de tiempo





Uso en IOT





Usos de la Capnografía

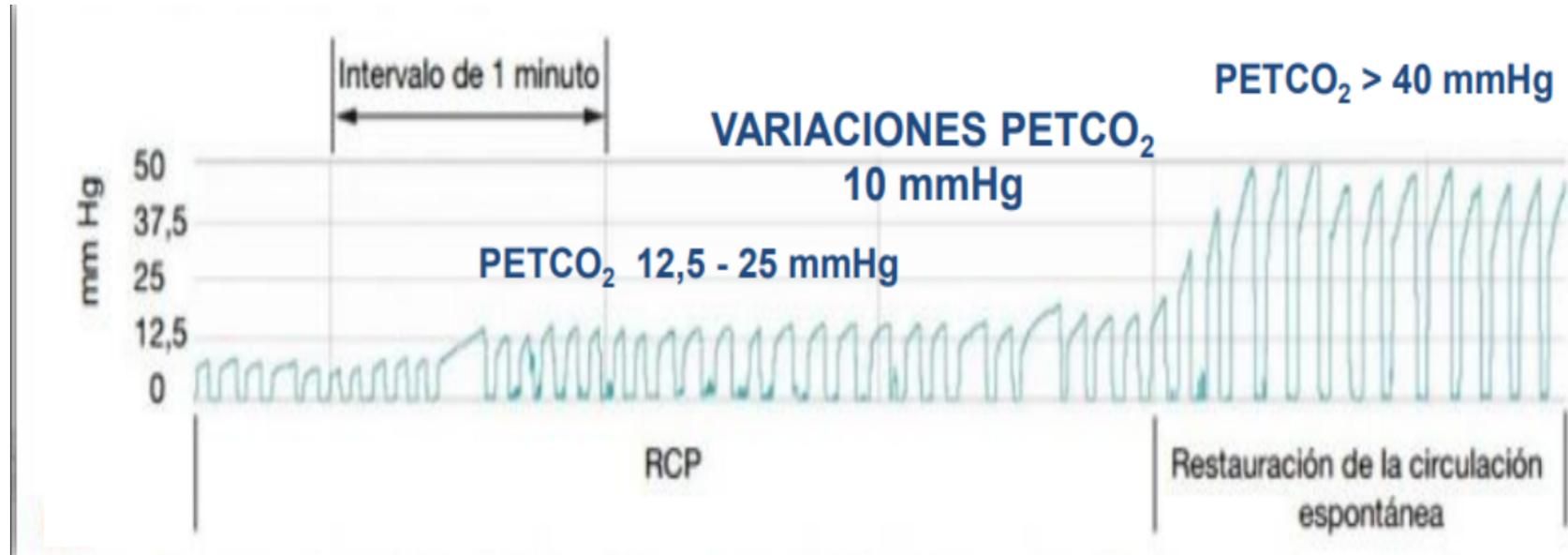
- Control de la terapia ventilatoria





Usos de la Capnografía

PCR



ORIGINAL RESEARCH | OPEN ACCESS

End-tidal carbon dioxide monitoring may be associated with a higher possibility of return of spontaneous circulation during out-of-hospital cardiac arrest: a population-based study

Jiun-Jia Chen, Yi-Kung Lee, Sheng-Wen Hou, Ming-Yuan Huang, Chen-Yang Hsu and Yung-Cheng Su ✉

Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine 2015 23:104 | <https://doi.org/10.1186/s13049-015-0187-y>

© Chen et al. 2015

Received: 19 February 2015 | Accepted: 15 November 2015 | Published: 24 November 2015

Download PDF

Export citations ▾

Table of Contents ▾

Abstract

Introduction

Methods

Results

Discussion

PCR

Durante el paro cardiaco, se recomienda monitorizar el dióxido de carbono (ETCO₂) como un indicador de rendimiento de compresión torácica. Sin embargo, su frecuencia de uso durante el paro cardiaco extrahospitalario (OHCA) y sus beneficios nunca han sido evaluados en situaciones clínicas reales.

Se investigaron los pacientes OHCA en Taiwan para evaluar la frecuencia de monitorización ETCO₂ y sus efectos sobre el retorno sostenido de la circulación espontánea (ROSC).

Se tomó una muestra de la base de datos de reclamaciones del Seguro Nacional de Salud de Taiwán, que contiene 1 millón de beneficiarios. Todos los beneficiarios adultos mayores de 18 años que se presentaron con OHCA y recibieron compresión torácica entre el 1 de enero de 2005 y el 31 de diciembre de 2012 fueron inscritos

Los pacientes que recibieron ETCO₂ monitoreo durante OHCA tenían una mayor posibilidad de ROSC sostenido, pero el uso general de ETCO₂ monitoreo es todavía bajo a pesar de las recomendaciones para su uso.



TEP

Annals of Emergency Medicine An International Journal

Artículos y Temas ▾ Colecciones ▾ Imágenes Para los autores ▾ Información del Diario ▾ Acc

Todo el contenido ▾ [Búsqueda](#)

<Artículo anterior **Diciembre de 2013** Volumen 62, Número 6, Páginas 584-591

Para leer este artículo en su totalidad, revise sus opciones para obtener acceso en la parte inferior de la página.

Capnografía como herramienta diagnóstica para la embolia pulmonar: un metanálisis

Presentado como resumen en el VI Congreso Mediterráneo de Medicina de Emergencia (MEMC VI), septiembre 2011, Kos, Grecia.

[Alessandro Manara](#), MD , [William D'hoore](#), MD, PhD, [Frédéric Thys](#), MD, PhD



DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.annemergmed.2013.04.010>

Se incluyeron 14 ensayos con 2.291 sujetos totales, con un 20% de prevalencia global de embolia pulmonar. La precisión diagnóstica combinada para la capnografía fue sensibilidad 0.80 (intervalo de confianza del 95% [IC] 0.76 a 0.83), especificidad 0,49 (IC del 95%: 0,47 a 0,51), relación de verosimilitud negativa 0,32 (IC del 95%: 0,23 a 0,45) (IC del 95%: 1,70 a 3,46) y odds ratio de 10,4 (IC del 95%: 6,33 a 17,1). El área bajo la curva característica de funcionamiento del receptor sumario fue 0.84. Para alcanzar la embolia pulmonar, las probabilidades de post-prueba inferiores al 1%, 2% o 5%, la prevalencia de embolismo pulmonar o la probabilidad de pretest debían ser inferiores al 3%, 5% o 10%, respectivamente. Debido a las diferencias entre estudios en las metodologías de medición de espacio muerto,

Los datos agrupados sugieren un posible papel diagnóstico para la capnografía cuando la probabilidad de pre test de la embolia pulmonar es de 10% o menos, tal vez después de un resultado positivo de la prueba de dímero D.



TEC

J Neurol Neurosurg Psiquiatría. 2010 Jul; 81 (7): 793-7. doi: 10.1136 / jnnp.2009.174425. Epub 2009 Dic 3.

Hiperventilación espontánea y hipoxia del tejido cerebral en pacientes con lesión cerebral grave.

Carrera E ¹ , Schmidt JM , Fernandez L , Kurtz P , Merkow M , Stuart M , Lee K , Claassen J , Sander Connolly E , Maver SA , Badiatia N .

⊕ Información del autor

Abstracto

FONDO: Se ha demostrado que la hiperventilación está asociada con la vasoconstricción cerebral y un mayor riesgo de infarto. Nuestro objetivo fue determinar si la reducción espontánea de CO (2) (EtCO (2)) se asoció con un aumento de la hipoxia del tejido cerebral (BTH).

MÉTODO: Se estudiaron 21 pacientes consecutivos (edad media 50 ± 16 años, 15 mujeres) sometidos a monitorización continua para la oxigenación del tejido cerebral (PbtO 2), presión intracraneal (ICP), presión de perfusión cerebral (CPP) y EtCO (2); los valores medios se registraron por hora BTH se definió como tejido cerebral tensión de oxígeno (PbtO (2)) <15 mm Hg.

RESULTADOS: Los diagnósticos incluyeron hemorragia subaracnoidea (67%), hemorragia intracraneal (24%) y lesión cerebral traumática (10%). En general, BTH se produjo durante el 22,5% del período de estudio (490/2179 datos por hora). La frecuencia de BTH aumentó progresivamente de 15.7% en pacientes con EtCO normal (2) (35-44 mm Hg) a 33.9% en pacientes con EtCO (2) <25 mm Hg (p <0.001). El volumen tidal medio y la ventilación minuto fueron de 7 +/- 2 ml / kg y 9 +/- 2 l / min, respectivamente. La hipocapnia se asoció con mayores tasas respiratorias medidas que establecidas y valores máximos de ventilación minuto, sugestivos de hiperventilación espontánea. Utilizando una ecuación estimada generalizada (GEE) y después del ajuste para GCS, ICP y temperatura central, las variables asociadas independientemente con eventos de BTH fueron EtCO (2) (OR: 0,94; IC del 95%: 0,90 a 0,97; p & lt; 0,001) y CPP OR: 0,98; IC del 95%: 0,97 a 0,99;

CONCLUSIÓN: El riesgo de hipoxia en los tejidos cerebrales en pacientes críticamente con lesión cerebral aumenta cuando se reducen los valores de EtCO (2). La hiperventilación espontánea involuntaria puede ser una causa común y poco reconocida de hipoxia en los tejidos cerebrales después de una lesión cerebral grave.

PMID: 19965840 DOI: [10.1136 / jnnp.2009.174425](https://doi.org/10.1136/jnnp.2009.174425)

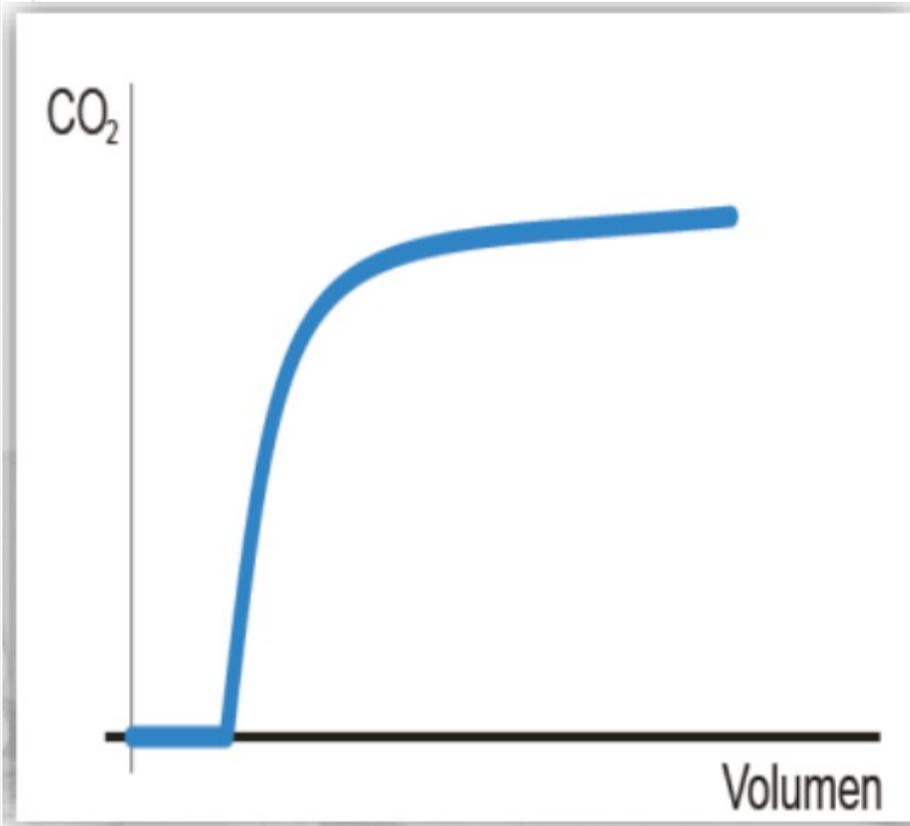
[Indexado para MEDLINE]

CAPNOGRAFIA



Capnografía Volumétrica

Capnografía Volumétrica



Fase I: Porción del volumen corriente libre de CO_2 .

Fase II: Representa el CO_2 procedente de las unidades de pulmón con diferentes tasas de la ventilación y la perfusión.

Fase III: Gas alveolar puro. Intercambio Gaseoso

Ventilación Alveolar Minuto: V'_{alv}

Aumenta: Se aprecia después de una maniobra de reclutamiento eficiente y muestra un aumento $V'\text{CO}_2$.

Disminuye: Su disminución puede indicar que un menor número de alveolos están participando en el intercambio gaseoso (EPA)

La capnografía volumétrica (CV) además de medir la presión exhalatoria de dióxido de carbono (CO₂) 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 CO₂ 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 CO₂ exhalado, el cual nos guía sobre la actividad metabólica en pacientes con ventilación asistida crónica.
- 2. Calcular la ventilación alveolar (VA), siendo:

VA = (volumen tidal [VT] - espacio muerto anatómico [VDanat]) x frecuencia respiratoria.

TABLE I.—Variations in end-tidal PCO_2 ($PetCO_2$) in mechanically ventilated patients.

<i>PetCO₂ increase</i>	
CO ₂ output	
—	Fever
—	Sodium bicarbonate
—	Tourniquet release
—	Venous CO ₂ embolism
Pulmonary perfusion	
—	Increased cardiac output
—	Increased blood pressure
Alveolar ventilation	
—	Hypoventilation
—	Bronchial intubation
—	Partial airway obstruction
—	Rebreathing
Apparatus malfunctioning	
—	Exhausted CO ₂ absorber
—	Inadequate fresh gas flows
—	Leaks in ventilator tubing
—	Ventilator malfunctioning
<i>PetCO₂ decrease</i>	
CO ₂ output	
—	Hypothermia
Pulmonary perfusion	
—	Reduced cardiac output
—	Hypotension
—	Hypovolemia
—	Pulmonary embolism
—	Cardiac arrest
Alveolar ventilation	
—	Hyperventilation
—	Apnea
—	Total airway obstruction
—	Extubation
Apparatus malfunctioning	
—	Circuit disconnection
—	Leaks in sampling tube
—	Ventilator malfunctioning

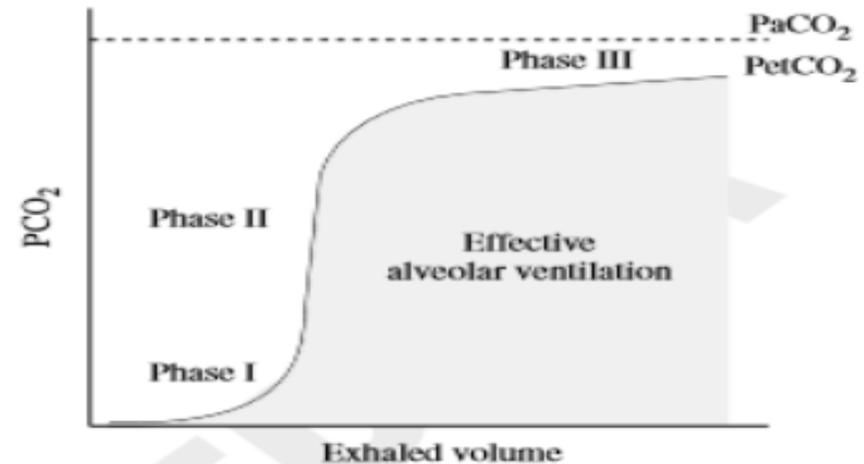
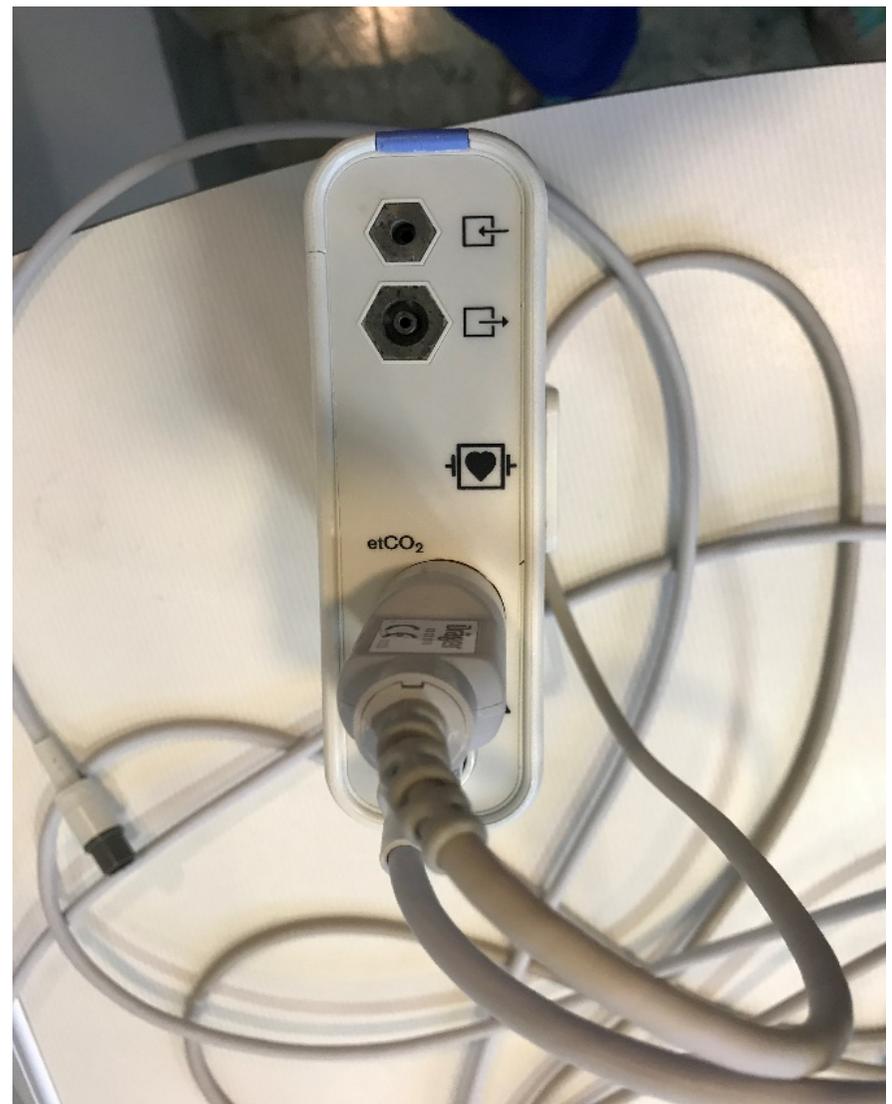
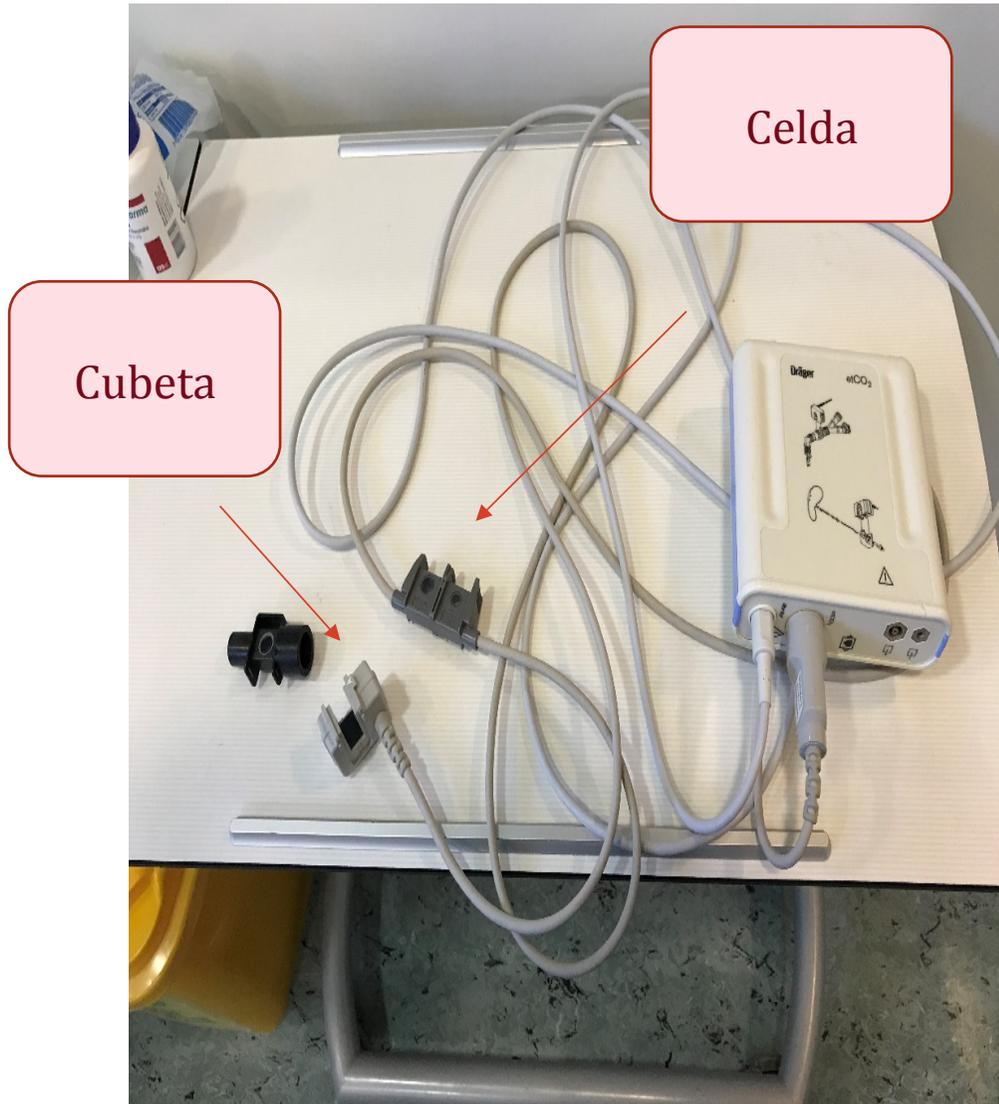


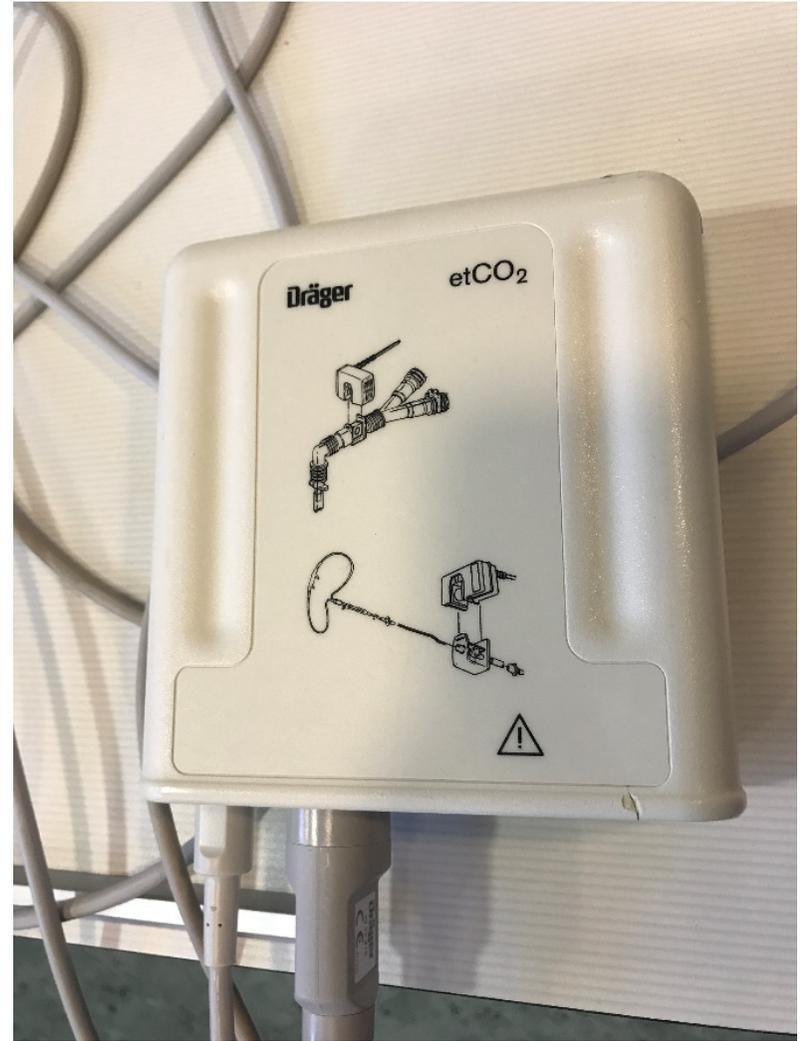
Figure 1.—Normal volumetric capnogram.

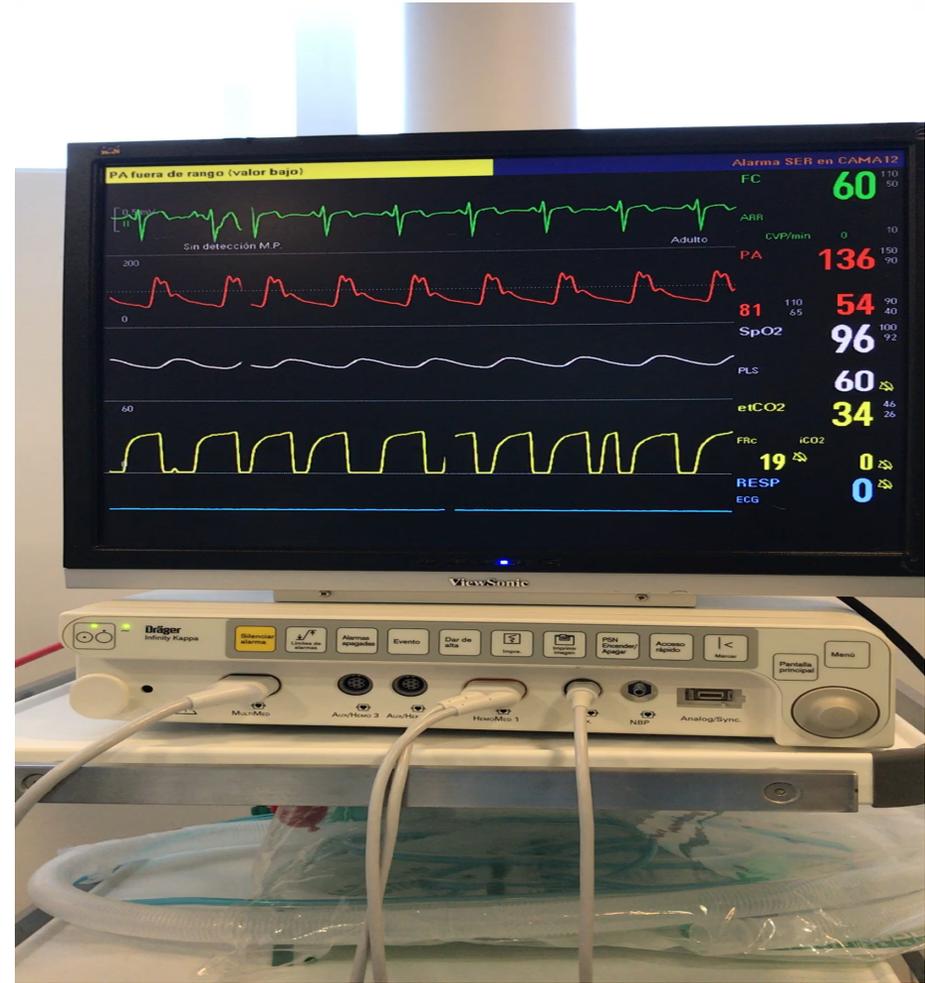
culuation of the arterial minus end-tidal PCO_2 gradient could be performed. When all this information is analyzed, we can search for causes of hypo or hypercapnia if present, such as inadequate alveolar ventilation, CO₂ rebreathing or excessive CO₂ output (Table D). Changes in the morphology of the capnographic curve often indicate ventilatory maldistribution. In order to quantify these troubles, several indexes based on the geometrical analysis of the curve have been developed, and among them alveolar plateau slope is the most frequently used.^{2, 4-6}

To correctly analyze a capnogram the following steps must be systematically evaluated. First, it is important to recognize whether or not there is exhaled CO₂. This is very important for early recognition of esophageal intubations. The capnogram represents total

Implementación práctica









Enfermería





Conclusiones

- Herramienta clínica relativamente nueva
- Práctica y no invasiva
- Seguro
- Puede prevenir alteraciones sobre ventilación y perfusión en forma inmediata
- La combinación de tecnología avanzada de monitorización del flujo de las vías respiratorias y capnografía convencional permite el cálculo del espacio muerto pulmonar y la eliminación de CO₂ por el aliento.
- El uso de la capnografía puede proporcionar a los médicos información fisiológica importante, evaluación pronóstica y realizar un seguimiento del efecto de una intervención terapéutica en pacientes críticamente enfermos que reciben ventilación mecánica.

- Una adecuada interpretación de la curva capnográfica en relación al estado pulmonar y hemodinámico del enfermo grave es una herramienta de gran utilidad para el diagnóstico integral y un abordaje terapéutico racional, por este motivo es recomendable el empleo de este sistema de monitoreo en la UTI.



Gracias

