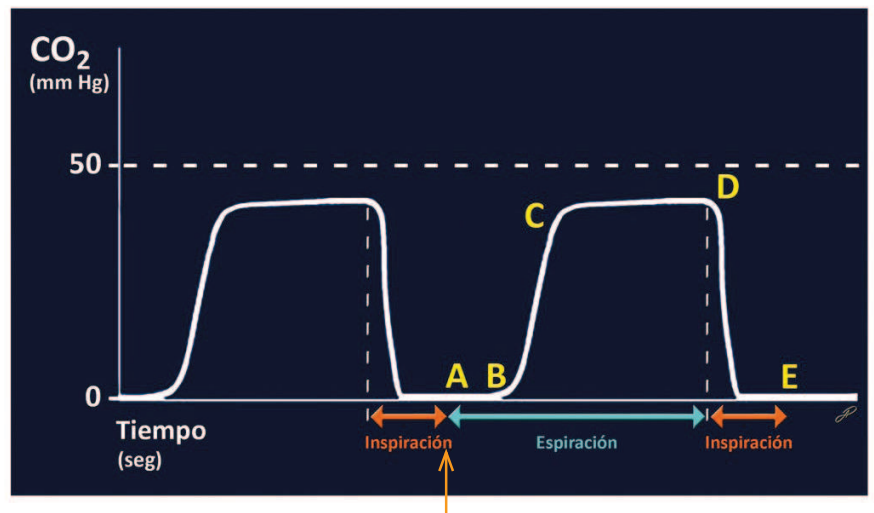


## Capnografía en procedimientos con sedación moderada

Mónica Mourelo Fariña  
Facultativo Especialista de Área. Servicio de Medicina Intensiva  
Xerencia de Xestión Integrada de A Coruña. A Coruña. España  
e-mail: [monica.mourelo.farina@sergas.es](mailto:monica.mourelo.farina@sergas.es)

La raíz griega *kapnos*, que significa humo, da origen a las palabras capnometría y capnografía (el CO<sub>2</sub> es "el humo" producido por las células). La capnometría indica la concentración cuantitativa de anhídrido carbónico o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en el gas espirado durante el ciclo respiratorio (EtCO<sub>2</sub>), y se relaciona con la concentración de CO<sub>2</sub> a nivel alveolar (PACO<sub>2</sub>) y arterial (PaCO<sub>2</sub>). La capnografía ofrece, además de todo lo anterior, la representación gráfica de dicha exhalación en función del tiempo haciendo un análisis *cuantitativo y cualitativo*, el capnograma (Figura 1). En condiciones

Figura 1. Fases del capnograma



VENTILACION DEL ESPACIO MUERTO  
(aire libre CO<sub>2</sub> similar aire atmosférico)

## Capnografía en procedimientos con sedación moderada

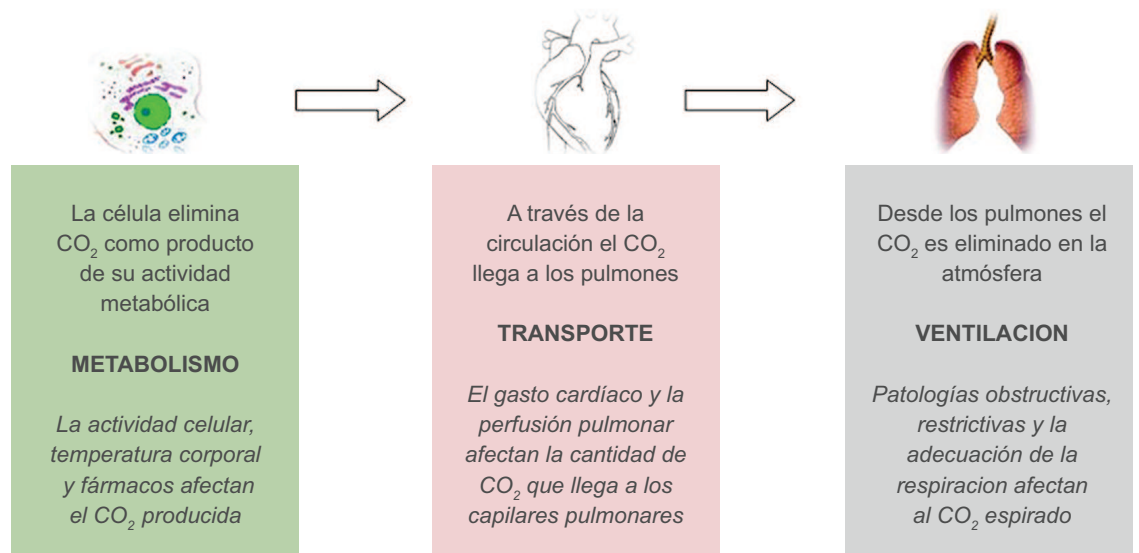
normales  $\text{EtCO}_2$  es igual a la  $\text{PaCO}_2$  ( $\pm 5$  mmHg), pero en general podemos asumir que  $\text{EtCO}_2 < \text{PaCO}_2$ . Los valores normales de  $\text{CO}_2$  están en el rango de 35-45 mmHg.

La medición del  $\text{CO}_2$  exhalado a lo largo del tiempo nos permite una valoración continua y no invasiva del metabolismo, perfusión y ventilación (Figura 2). De tal forma que, junto con la oximetría de pulso o electrocardiografía, aporta objetividad, fiabilidad y rapidez diagnóstica en la atención del paciente crítico. Por dicho motivo, su uso se ha generalizado en la monitorización de la ventilación, tanto en el

paciente intubado como en el que mantiene respiración espontánea.

La medición del  $\text{CO}_2$  exhalado se puede realizar de dos formas diferentes: a) como volumen, típico de pacientes intubados en unidades de cuidados intensivos y/o quirófanos, y b) como presión parcial del gas respecto a una línea de tiempo ( $\text{EtCO}_2$ ), éste último es el que se usa habitualmente. Existen diferentes métodos no invasivos capaces de medir el  $\text{CO}_2$  eliminado por el organismo (estimación PH, espectrofotometría, espectroscopia de correlación molecular...), siendo el más utilizado la

Figura 2. Producción del dióxido de carbono



capacidad del  $\text{CO}_2$  de absorber luz infrarroja proporcionalmente a su concentración. Los primeros dispositivos que se usaron fueron los capnómetros sublinguales/transcutáneos con importantes limitaciones (necesidad de recalibraciones frecuentes, deterioro piel/tejido subcutáneo, infraestimación de los valores en zonas mal perfundidas...) por lo que cayeron en desuso. Actualmente, el gas es analizado directamente a nivel del sistema respiratorio (corriente principal o "mainstream") o más comúnmente mediante un microprocesador situado en el monitor (corriente lateral o "sidestream"), ésta última también se puede medir con cánulas nasales especiales. La validez de las mediciones capnográficas se pueden mejorar si se utilizan simultáneamente otras técnicas para medir el dióxido de carbono (análisis de gasometría arterial, medición transcutánea).

### **Indicaciones clínicas de la capnografía**

La capnografía se empezó a utilizar como estándar para monitorizar a pacientes intubados en salas de quirófano europeas, y posteriormente en Estados Unidos. En la actualidad podemos monitorizar a todo tipo de pacientes, desde neonatos a adultos, con respiración es-

pontánea o ventilación asistida, y de forma no invasiva. Todo ello le confiere una gran versatilidad con muchas utilidades clínicas entre las cuales podemos destacar:

- Confirmación y control de la adecuación del tubo endotraqueal
- Control de la terapia respiratoria
- Control, progreso y pronóstico de la reanimación cardiopulmonar
- Monitorización diagnóstica y terapéutica del asma y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica reagudizada
- Monitorización de estados de baja perfusión o metabólicos alterados
- Monitorización de la ventilación en la sedación/analgesia moderada

La concentración de  $\text{CO}_2$  varía en función de la situación clínica, lo que nos permite decidir actuaciones terapéuticas adecuadas (Tabla 1).

### **Capnografía: facilitando la detección temprana de problemas en la ventilación durante la *sedación/analgesia moderada***

Tanto las guías americanas como europeas de sedación y analgesia del año 2018 destacan la necesidad de monitorización continua de la función ventilatoria mediante capnografía en

Tabla 1. Variación de la concentración de CO<sub>2</sub> en función de la situación clínica

	Dióxido de Carbono	
	↑	↓
<b>Metabolismo y Consumo O<sub>2</sub></b>	Aumentando: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infección/Sepsis</li> <li>• Hipertermia maligna</li> <li>• Dolor</li> <li>• Aumento actividad muscular</li> </ul>	Disminuido: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hipotermia</li> <li>• Cetoacidosis</li> <li>• Hipotiroidismo</li> </ul>
<b>Perfusión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento gasto cardíaco</li> <li>• Alteración autorregulación (Ej: Hipertensión Intracraneal)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hipotensión arterial</li> <li>• Hipovolemia</li> <li>• Parada cardiorespiratoria</li> <li>• Tromboembolismo pulmonar</li> </ul>
<b>Ventilación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insuficiencia respiratoria</li> <li>• Sedación/analgesia</li> <li>• Hipoventilación</li> <li>• Obstrucción vía aérea leve</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hiperventilación</li> <li>• Acumulación mucosidad</li> <li>• Obstrucción flujo aéreo</li> <li>• Aumento fisiológico espacio muerto (ventilación muy superficial)</li> </ul>
<b>Fallos en el equipo</b>	Reinhalación de CO <sub>2</sub> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Válvula inhalación/exhalación defectuosa</li> <li>• Excesivo espacio muerto (tubuladuras muy largas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fugas del sistema</li> <li>• Colocación inadecuada de la cánula</li> <li>• Tamaño y posición tubo orotraqueal</li> <li>• Desconexión respirador</li> <li>• Fallo en el flujo aire/oxígeno</li> </ul>

**sedo-analgesia para procedimientos (SAP)** o, lo que es lo mismo, **sedación moderada**. SAP sustituye el término de “*sedación consciente*”, el cual constituye un término contradictorio, dado que una sedación efectiva reduce la consciencia. Por lo tanto, se denomina **SAP** al uso de hipnóticos y/o medicación analgésica

para ser capaz de realizar de forma efectiva procedimientos diagnósticos o terapéuticos, mientras que se realiza una estrecha monitorización del paciente para detectar posibles efectos adversos. Bien tolerado SAP resulta en la preservación de la permeabilidad de la vía aérea y ventilación espontánea a pesar de un

*Capnografía en procedimientos con sedación moderada*

nivel de consciencia deprimido. No podemos olvidar que el SAP, incluso cuando se realiza adecuadamente, puede aumentar riesgo de morbilidad y mortalidad.

En la evaluación de los niveles de sedación y analgesia existen diferentes escalas, como la escala modificada de Ramsay de cinco niveles (1: despierto; 2: somnoliento; 3: Dormido, responde a la llamada; 4: Dormido, respondiendo a estímulos físicos y 5: comatoso); o la definición que realiza de los diferentes niveles de sedación la Sociedad Americana de Anestesia (Tabla 2).

La **sedación/analgesia moderada** es el nivel que se busca para la realización de los procedimientos diagnóstico-terapéuticos en la

mayoría de los pacientes, como ocurre con la aplicación de Nexobrid® o realización de las curas en el paciente quemado; no podemos olvidar que a mayor grado de sedación mayor riesgo de complicaciones. Muchas de las complicaciones pueden evitarse si las respuestas adversas a los medicamentos se detectan y tratan de manera oportuna (es decir, antes el desarrollo de la descompensación cardiovascular o hipoxia cerebral), para lo que es necesario un entorno monitorizado.

La monitorización básica del paciente incluye estrategias de:

- Monitorización del nivel de consciencia
- Control hemodinámico, que incluye presión arterial, frecuencia cardíaca y electro-

Tabla 2. Definición general de anestesia, y niveles de sedación/analgesia

	Mínima sedación	Sedación/Analgesia Moderada (PSA)	Sedación/Analgesia Profunda	Anestesia General
Respuesta	Respuesta normal a estímulos verbales	Respuesta adecuada a la estimulación verbal/táctil*	Respuesta adecuada tras la estimulación repetida o dolorosa*	Sin respuesta, incluso tras estímulo doloroso
Vía aérea	No afectada	No requiere intervención	Puede requerir intervención	Requiere intervención
Ventilación espontánea	No afectada	Adecuada	Puede ser inadecuada	Inadecuada frecuentemente

\*La retirada refleja tras un estímulo doloroso no se considera adecuada

cardiografía

- Monitorización de la ventilación y oxigenación, mediante la observación de signos clínicos cualitativos, capnografía y pulsioximetría.

La literatura es insuficiente para evaluar si la observación del paciente, auscultación, excursión del tórax o pletismografía se asocian con menores riesgos relacionados con la sedación moderada. A diferencia de la monitorización del EtCO<sub>2</sub>, el cual en teoría es más sensible a la hipoventilación alveolar que la saturación de oxígeno, y ya ha demostrado que la detección de la apnea e hipoxemia es más precoz que con la pulsioximetría, lo que da como resultado un menor número de episodios. También se ha visto que en aquellas situaciones clínicas en las que se precisa sedación/analgesia moderada, como endoscopia gastrointestinal alta o sedación con propofol en la atención de emergencias en adultos, la capnografía redujo y mejoró la detección temprana de episodios hipóxicos. Dichos resultados se confirman en un reciente metanálisis realizado en situaciones clínicas que precisan **sedación moderada o SAP**, en el que la monitorización de CO<sub>2</sub> al final de la espiración (es decir, capnografía) tiene una

probabilidad de 17,6 veces para detectar episodios de depresión respiratoria en comparación con la monitorización estándar, lo que se asocia a una frecuencia reducida de eventos hipoxémicos (es decir, saturación de oxígeno inferior al 90%).

Por todo ello, en las últimas guías de analgesia/sedación de la *American Society of Anesthesia*, incluye como nueva recomendación la capnografía en la monitorización básica si el paciente se tiene que someter a SAP (nivel de evidencia categoría A1-B). De la misma forma, la *European Society of Anesthesiology* establece que en la sedación moderada la capnografía facilita la detección temprana de problemas en la ventilación, por lo que se debe utilizar en todos los pacientes sometidos a la misma como complemento de la monitorización básica (grado de recomendación fuerte).

#### En resumen,

La capnometría/capnografía es una monitorización sencilla, fiable y útil, cuyo uso se ha generalizado para la monitorización de la ventilación tanto en el paciente intubado como con ventilación espontánea.

Por lo tanto, en la monitorización básica se in-

cluye:

- Observación visual de los signos clínicos cualitativos (nivel consciencia, respiración)
- Frecuencia cardíaca con ECG y presión arterial no invasiva
- Monitorización continua de la ventilación y oxigenación con capnografía y oximetría

**Más información en:**

Practice Guidelines for Moderate Procedural Sedation and Analgesia 2018: A Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Moderate Procedural Sedation and Analgesia, the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons, American College of Radiology, American Dental Association, American Society of Dentist Anesthesiologists, and Society of Interventional Radiology. *Anesthesiology*. 2018;128:437-479.

Hinkelbein J, Lamperti M, Akeson J, et al. European Society of Anaesthesiology and European Board of Anaesthesiology guidelines for procedural sedation and analgesia in adults. *Eur J Anaesthesiol*. 2018; 35:6-24.