

Monitoreo no Invasivo del Bióxido de Carbono en Anestesia (Capnografía)

Ma. Antonieta Vélez Méndez

RESUMEN

Este artículo hace un análisis y una revisión de la utilidad en la práctica anestésica del monitoreo no invasivo del Bióxido de Carbono, llamado Capnometría y Capnografía. Así como la interpretación de la curva CO_2 y las posibilidades diagnósticas de acuerdo a los cambios en la morfología de la misma.

Palabras Clave: Bióxido de Carbono, Capnografía, Capnometría, Capnograma, presión de Bióxido de Carbono al final de la expiración.

SUMMARY

NON-INVASIVE MONITORING OF CARBON DIOXIDE IN ANESTHESIA (CAPNOGRAPHIE)

This paper reviews and analyze the utility and clinical applications in Anesthesia of Carbon Dioxide no-invasive monitoring. It is named Capnography and Capnometry. As well as the normal Capnograph waveform with approach to diagnosis agree with different waveform changes.

Key Words: Carbon Dioxide, Capnography, Capnometry, Capnogram, End Tidal Carbon Dioxide Pressure.

El monitoreo trasanestésico nos permite conocer mayor número de eventos que pueden ocurrir durante el acto quirúrgico. La tarea básica de nuestra profesión no ha cambiado desde que John Snow¹ se convierte en el primer médico dedicado completamente a la anestesia. Esperamos mantener a un paciente libre de dolor, durante la cirugía y lo debemos hacer efectiva y eficientemente.

Efectivamente significa: obtener condiciones quirúrgicas ideales, combinadas con la ausencia del dolor. Eficientemente significa: hacerlo con un mínimo de complicaciones. Para lograr ésto el anestesiólogo ha necesitado conocer y entender los efectos fisiológicos de la anestesia, tener buenas herramientas y técnicas de administración; conocer el significado del monitoreo y hacer una buena evaluación de los datos recogidos.

Desde la medición de la profundidad de la anestesia, a través del control de la respiración y la circulación en el esquema Guedel hasta nuestros días, el manejo completo de las funciones vitales del paciente y la resolución de los problemas que pudieran presentarse, son responsabilidad

del anestesiólogo. Transfusiones, Catéteres venosos, arteriales, medición de la T.A., pulso, temperatura, E.C.G., ventilación, tomadas cada 5-10 minutos o en forma continua, hace del monitoreo una necesidad para el manejo de las funciones vitales del paciente, haciendo como objetivos mayores identificar y eliminar los errores y accidentes.

Ahora bien, por lo que se refiere al monitoreo no invasivo del Bióxido de Carbono (CO_2) que después de 40 años de, tiempo durante el cual fue empleado ampliamente para la investigación se convierte ahora en una práctica de rutina en anestesia y constituye una importante fuente de información.

El (CO_2) puede ser muestreado continuamente de la vía aérea del paciente a través de un sensor donde la concentración del gas es medida por rayos infrarojos²⁻³ o por espectrometría de masas²⁻³ (métodos de medición), los sensores tienen un tiempo de respuesta de 300 a 500 mseg., lo cual les permite mostrar una meseta alveolar aún cuando el paciente tenga frecuencias respiratorias altas.

Por lo que se refiere a los sensores, éstos pueden estar colocados en la línea del tubo endotraqueal²⁻³ Hewlett Packard 78354A (aumentando el espacio muerto) y también

Jefe del Departamento de Anestesiología. Clínica Londres Río Soto Lamarina No. 6 Paseo de Churubusco, Delegación Iztapalapa 09030 México, D.F.

encontramos los analizadores por muestreo lateral en los cuales el aire es transportado a través de un sistema de succión hasta el analizador independiente del circuito del ventilador²⁻³ (Ohmeda, Fig. 1).

BASES FISIOLÓGICAS

La Capnografía es un método no invasivo de medición de CO_2 , ya que consiste en la medición del CO_2 expirado, tiene utilidad porque como sabemos, este gas no tiene problemas de difusión en condiciones normales, de esta forma se asume que la presión alveolar de CO_2 (PACO_2) es igual a presión arterial CO_2 de (PaCO_2), por lo que: $\text{PACO}_2 = \text{PaCO}_2$ y puede sustituir la medición de PaCO_2 .

La definición de algunos conceptos se hace necesaria en esta revisión:

CAPNOMETRO.- Es un instrumento o monitor que mide el CO_2 respiratorio. Nos proporciona únicamente valores numéricos de la concentración mínima y máxima del CO_2 .

CAPNOGRAFO.- Puede darnos además del valor numérico, una curva que sigue la concentración del CO_2 en la inspiración y la expiración en función de tiempo, o sea un Capnograma.

CAPNOMETRIA.- Valor digital de la mínima y máxima concentración de CO_2 respiratorio.

CAPNOGRAMA.- Representación gráfica de la concentración de CO_2 respiratorio en función de tiempo.

PRESION PARCIAL MINIMA DE CO_2 INSPIRADO.- PiCO_2 min. es la medición de la concentración mínima de CO_2 en la vía aérea.

PRESION PARCIAL MAXIMA DEL CO_2 EXPIRADO.- En muchas referencias es llamado presión del CO_2 al final de la expiración (PetCO_2).

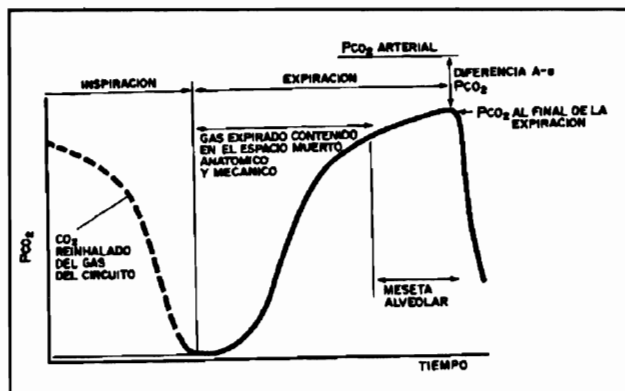


Figura 2

La primera parte del aire expirado es la última parte del aire que fue inspirado en la respiración anterior (el aire del espacio muerto de las vías aéreas superiores y contiene muy poco CO_2)²

Gradualmente el aire de los alveolos empieza a ingresar en este espacio muerto y la PCO_2 se eleva, para que al final de la expiración todo este aire del espacio muerto ha salido del pulmón y los últimos mililitros son únicamente aire alveolar, esto corresponde a la presión de CO_2 . Al final de la expiración (PetCO_2) y es aproximadamente de 38 mm. de Hg.²⁻¹⁶ el cual es el mismo que la PACO_2 , que para fines prácticos es igual a la PaCO_2 , de acuerdo a la igualdad establecida anteriormente (Fig. 2) Al inicio de la siguiente inspiración, el CO_2 vuelve a su valor atmosférico de casi 0 mmHg. debido al escaso contenido de CO_2 del aire inspirado.

La PetCO_2 está en función de múltiples procesos como son la ventilación alveolar, perfusión de los capilares pulmonares y el metabolismo del organismo. Las alteraciones de cualquiera de estos factores pueden alterar este resultado.

Quizá los mayores errores en la medición verdadera de la PACO_2 sea en pacientes con severa enfermedad pulmonar, donde de las alteraciones de la relación ventilación perfusión resulte un aumento en el espacio muerto⁴, en estos casos la PetCO_2 será más baja que la PACO_2 .

APLICACIONES CLÍNICAS.

A.- EVITAR ERRORES.

Las fallas en el equipo de anestesia, la desconexión del circuito ventilatorio; la inadecuada ventilación pulmonar; intubación esofágica⁵⁻⁶⁻⁸ (los únicos métodos confiables de la colocación correcta del tubo endotraqueal, son la visualización directa del tubo entre cuerdas vocales y la capnografía.)

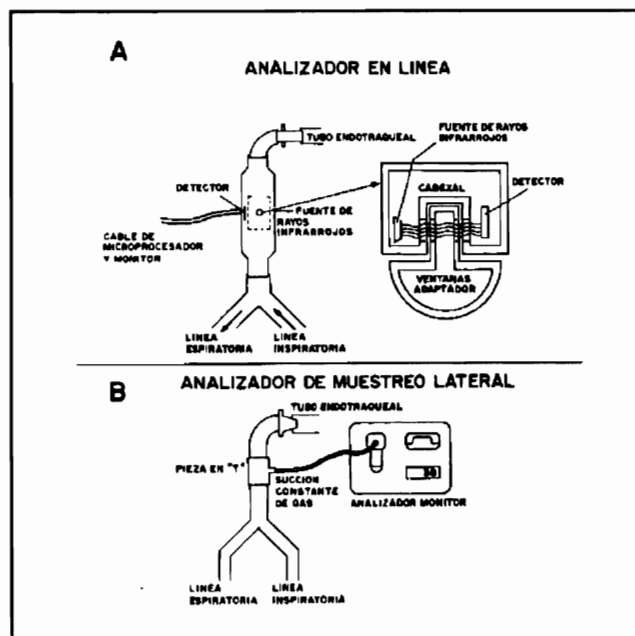


Figura 1

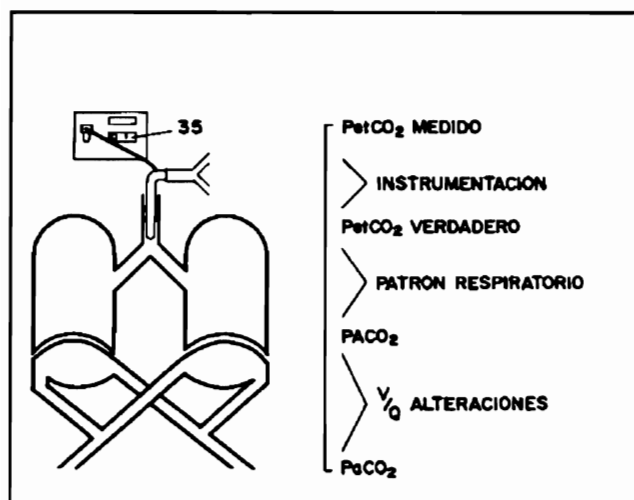


Figura 3

La ventilación pulmonar adecuada es muy importante en el transtésico ya que una mala ventilación puede ser causa de paros cardíacos. Algunos estudios demostraron que 12 de 24 paros cardíacos transtésicos, fueron ocasionados por mala ventilación⁵.

B.- MANTENIMIENTO DE LA NORMOCAPNIA.

Sabemos las consecuencias fisiológicas de la hipercapnia y la hipocapnia, las cuales ocasionan cambios en el equilibrio ácido-base, en el flujo sanguíneo cerebral⁶ (control de edema cerebral) y en la concentración de potasio sérico.

La hiperventilación prolongada (durante la anestesia general) ocasiona hipocapnia y al concluir la anestesia, con los efectos residuales de los anestésicos endovenosos e inhalados conlleva a hipoxia, que aunada a disminución de CO_2 ocasiona mayor depresión respiratoria.

C.- PREDICCIÓN DEL RESULTADO DE LA RESUCITACIÓN CARDIOPULMONAR.

Sabemos que a través del alveolo se elimina el CO_2 que se produce en el organismo, siempre que exista flujo sanguíneo pulmonar, por lo que durante la resucitación cardiopulmonar la capnografía puede usarse como parámetro de una adecuada compresión torácica, para indicar fatiga del resucitador y para indicar resucitación exitosa⁶⁻⁸.

Hasta ahora, durante la resucitación un PEtCO_2 de 10 a 15 mmHg o mayores, sugieren compresiones cardíacas que producen suficiente flujo sanguíneo pulmonar y las maniobras de resucitación pueden continuar con un nivel constante y apropiado de ventilación alveolar.

D.- DESTETE DE LA VENTILACIÓN MECÁNICA

Se ha hecho correlacionando PaCO_2 y PetCO_2 ⁷, observando el efecto del volumen corriente y la ventilación mecánica y espontánea sobre el gradiente entre PaCO_2 y PetCO_2 ⁷.

BREVE EXPLICACIÓN DE LOS MECANISMOS QUE INTERVIENEN EN LOS GRADIENTES DE CO_2 ENTRE LA SANGRE, EL ALVEOLO Y EL MONITOR⁶⁻¹⁶

Para una buena interpretación de la Capnometría, es necesario entender las causas que en un momento dado pueden aumentar el gradiente entre la PaCO_2 y el PetCO_2 , es lo que se explica a continuación (Fig. 2).

DIFERENCIA ENTRE PetCO_2 Y LA PaCO_2

En sujetos normales la diferencia entre PaCO_2 y PetCO_2 se encuentra entre 3 a 5 mm de Hg. Algunos autores reportan diferencias entre 4 y 13 mm de Hg. Para entender mejor estas diferencias entre PaCO_2 y PetCO_2 , se ha dividido la diferencia total en tres compartimientos (Fig. 3). La PaCO_2 es de 3 a 5 mm de Hg más alta que la PetCO_2 .

DIFERENCIA ARTERIAL Y ALVEOLAR DE CO_2 ($\text{PaCO}_2 - \text{PACO}_2$)

La diferencia ($\text{PaCO}_2 - \text{PACO}_2$) se incrementa con las alteraciones de la relación ventilación perfusión. Es la causa más común de las diferencias entre el CO_2 arterial y el CO_2 exhalado. La disminución en la relación ventilación perfusión (intubación endobronquial, shunt) y los aumentos en la relación ventilación perfusión (embolia pulmonar "espacio muerto") aumentan la diferencia entre PaCO_2 y PACO_2 , pero el efecto es mucho mayor con los aumentos de la relación ventilación perfusión²⁻⁶⁻⁷.

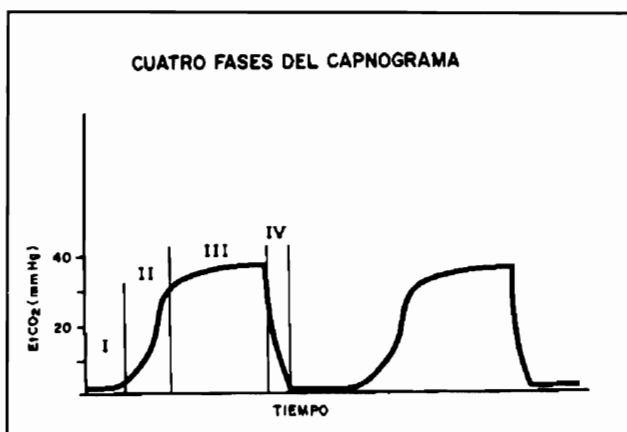


Figura 4

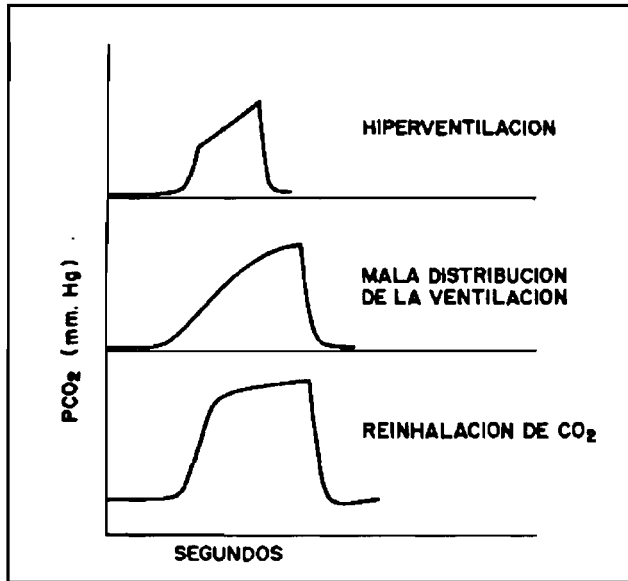


Figura 5

DIFERENCIA ENTRE PCO_2 ALVEOLAR Y PCO_2 EXPIRADO ($PACO_2$ - $PetCO_2$)

La diferencia entre $PACO_2$ - $PetCO_2$, se incrementa cuando la muestra de la mezcla de gas alveolar no es entregada a la vía aérea superior, como sucede en patrones respiratorios anormales y frecuencias respiratorias rápidas (ventilación de alta frecuencia), o en pacientes pediátricos. Diferencias importantes entre $PACO_2$ - $PetCO_2$ comunmente se observan durante la capnografía pediátrica, en parte ocasionadas por:

- 1) volúmenes corrientes bajos en relación con el espacio muerto del circuito respiratorio.
- 2) frecuencias respiratorias altas y altos flujos de gases frescos.
- 3) altas frecuencias de muestreo en relación al flujo respiratorio. La muestra de gas alveolar es diluida por el flujo de gases frescos en el circuito de Mapleson D, por lo que el gas debe ser muestreado lo más cerca posible del tubo endotraqueal en sujetos menores de 12 kgs. para obtener $PetCO_2$ más cercano al $PACO_2$ ⁶⁻⁷

DIFERENCIA ENTRE $PetCO_2$ Y EL $PetCO_2$ MEDIDO ($PetCO_2$ - $PetCO_2$ MEDIDO)

Esta relación aumenta cuando hay problemas en el capnógrafo, quizá el más común sea problema de calibración o en la manufactura del capnógrafo, como sucede con capnógrafos con tiempo de respuesta lento (que es la capacidad del monitor para registrar y detectar un cambio en la concentración de CO_2), pueden ser incapaces de detectar cambios con frecuencias respiratorias rápidas^{7,10}

$PetCO_2$ MAYOR QUE $PaCO_2$ (GRADIENTE INVERSO).

Se pueden observar en pacientes con disminución de la Capacidad Residual Funcional como en pacientes obesos, embarazadas, etc. También puede ocurrir como resultado de una mala calibración del capnógrafo o del analizador de gases arteriales por incorrecta corrección de temperatura o compensación de vapor de agua.

MORFOLOGIA DEL CAPNOGRAMA

Por lo que se refiere a la morfología del capnograma, debe de conocerse como sucede con las ondas del electrocardiograma. Esta se describe como una onda que tiende a ser cuadrada o rectangular y que tiene cuatro fases¹¹⁻¹³ (Fig. 4):

- FASE I.- Línea basal, la cual deberá ser esencialmente cero (.03 mm de Hg), esta fase representa el final de la inspiración pausa inspiratoria y lavado del espacio muerto durante el inicio de la espiración.
- FASE II.- Representa un rápido incremento del CO_2 , ocasionado por el inicio de la espiración del gas alveolar.
- FASE III.- Es la fase de meseta, representa la verdadera concentración de CO_2 alveolar, debido a la variación de tiempo de vaciamiento alveolar, nunca es una fase verdaderamente horizontal.
- FASE IV.- Representa el inicio de la inspiración, es el punto de intersección con la fase I de la siguiente respiración, no necesariamente refleja la cesación de la inspiración, refleja únicamente el punto más bajo de la tensión de CO_2 .

La valoración del capnograma puede ser una guía de donde se está presentando un problema y éste se puede detectar en un momento dado, analizando las cuatro fases.

INTERPRETACION

El análisis del capnograma o la capnografía se debe de efectuar en una forma sistematizada para obtener un diagnóstico rápidamente y de corregir el problema de la misma forma⁶⁻¹²⁻¹⁶.

El análisis debe efectuarse cubriendo los siguientes puntos:

- 1.- Existe o no exhalación de CO_2 (CAPNOGRAMA). Si existe exhalación de CO_2 analizar la cifra recordando que la $PaCO_2$ es de 3 a 5 mm de Hg mayor que $PetCO_2$ en condiciones normales.
- 2.- Al mismo tiempo analizar la morfología del capnograma, que es una curva que tiende a ser cuadrada en sus cuatro fases.
- 3.- Establecer el gradiente ($PaCO_2$ - $PetCO_2$) por comparación de PCO_2 sanguíneo, una vez establecidos

tienden ser constantes, siempre y cuando no haya cambios ventilatorios y hemodinámicos significativos.

- 4.- Investigar las causas de la hipercapnia y la hipocapnia, si éstas se encuentran presentes.

ANORMALIDADES DEL CAPNOGRAMA

FASE I.

- 1.- Adición de CO_2 al gas fresco.
- 2.- Saturación del sistema de absorción del CO_2 o mala colocación del mismo en el sistema circular.
- 3.- Incompetencia de la válvula espiratoria.
- 4.- Bajos flujos de gas en circuitos semiabiertos.

FASE II

- 1.- Tiempos variables de vaciamiento alveolar.
- 2.- Espiración prolongada por enfermedad obstructiva o broncoespasmo.
- 3.- Obstrucción y/o torción del tubo endotraqueal.

FASE III

- 1.- Pueden ser las mismas de la fase II.
- 2.- Esfuerzo de ventilación espontánea.
- 3.- Movimientos de presión y tracción del cirujano.
- 4.- Latidos cardíacos.
- 5.- Taquipnea.
- 6.- Aumento del espacio muerto.
- 7.- Administración de bicarbonato.

FASE IV

- 1.- Muestreo lento.
- 2.- Bajos flujos inspiratorios.
- 3.- Agua atrapada.
- 4.- Diferentes flujos de gas en la línea de muestreo.
- 5.- Presión de vapor de agua.

OTRAS ANORMALIDADES

- 1.- Embolia pulmonar, ej: (gaseosa).
- 2.- Apnea.
- 3.- Paro cardíaco.
- 4.- Hipertermia maligna.
- 5.- Intubación esofágica.

FASE I.

Si la línea basal no retorna a cero, ocurre que hay reinhalación de CO_2 , las posibles etiologías pueden ser la adición de CO_2 al aire inspirado, absorbedores de cal que no sirven o totalmente saturados, circuitos sin válvulas, tales como el Mapleson D donde la reinhalación es inversamente proporcional al flujo de gases frescos (Fig. 5).

FASE II

Si la pendiente de la fase II disminuye; por definición la

elevación de la concentración de CO_2 en el gas espirado está enlentecida. Este enlentecimiento puede ser causado por variaciones en el vaciamiento alveolar o por una prolongada fase espiratoria en una enfermedad obstructiva o por broncoespasmo¹², también por retardo en el flujo expiratorio inducido por un problema mecánico como sería torcedura u obstrucción parcial del tubo endotraqueal.

FASE III

Normalmente tenderá hacia la horizontalidad; un aumento de la pendiente en esta fase es ocasionado por un retardo en el flujo expiratorio con los mismos diagnósticos diferenciales que para la disminución de la pendiente en la fase II; ondulaciones irregulares en la meseta de la fase III pueden ser atribuidas a sobreposición de ventilación espontánea del paciente con ventilación mecánica; el hipo, también puede dar esta morfología (Fig. 6-A). Otra causa de irregularidad en la fase III pueden ser movimientos ocasionados por el cirujano en el abdomen o en el tórax, en este caso la presión puede representarse como una deflexión positiva en la meseta de la curva, ya que el CO_2 es forzado a salir de los pulmones, de la misma forma las tracciones pueden ocasionar entrada de gas fresco en forma momentánea con disminución de la concentración de CO_2 en la muestra del gas.

También en esta fase se pueden encontrar patrones sinusoidales que pueden correlacionarse con la frecuencia cardíaca. La fase III es la fase de meseta¹² (Fig. 6-B).

También podemos observar alteraciones de la morfología cuadrangular del capnograma, como sería una

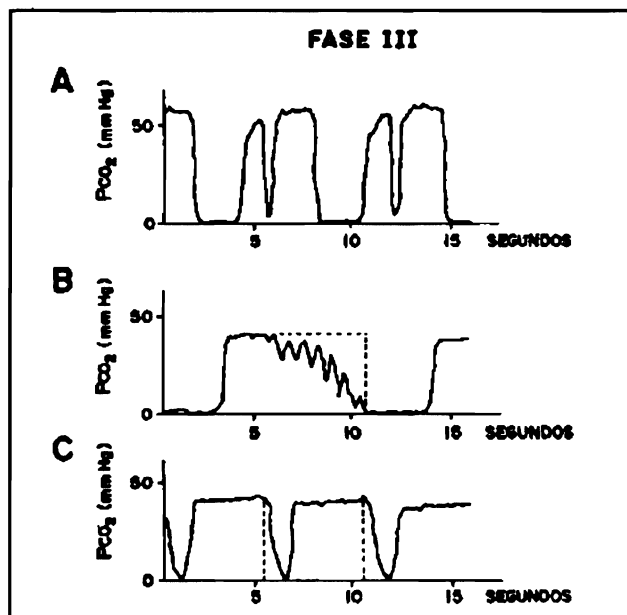


Figura 6

curva redondeada en pacientes ventilados con mascarilla, donde aumenta el espacio muerto y además con frecuencias rápidas como sucede en algunos pacientes pediátricos.

FASE IV

Cuando la pendiente de la fase IV se hace menos vertical, se pueden considerar varias etiologías. Capnógrafo de lenta respuesta, flujos inspiratorios muy bajos y parcial reinhalación, algunos artefactos se han encontrado en la fase IV por aumentos de la presión de la vía aérea, aunado a atrapamiento de agua en línea de muestreo, también la longitud de los catéteres de muestreo pueden ocasionar artefactos³⁻⁹⁻¹⁰ (Fig. 6-C).

HIPERCAPNIA PetCO₂ AUMENTADO

- 1.- Ventilación alveolar inadecuada. Etiología: disminución de la frecuencia respiratoria o volumen corriente disminuido.
 - 2.- Reinhalación de CO₂. Etiología: válvula exhalatoria incompetente, válvula inhalatoria incompetente, saturación de cal sodada, todo esto ocasiona reinhalación de gases espirados o CO₂ agregado a los gases inspirados.
 - 3.- Aumento de la producción de CO₂. Etiología: sepsis, tiro toxicosis, hipertermia maligna, el aumento de PetCO₂ es quizá el indicador más temprano de esta enfermedad que solo se manifiesta durante la anestesia.
- Otros.- Liberación de torniquetes ortopédicos, clamps vasculares, insuflación de CO₂ en abdomen como sucede en la cirugía laparoscópica, después de la administración endovenosa de bicarbonato.

HIPOCAPNIA O PetCO₂ DISMINUIDO.

- 1.- Ventilación alveolar aumentada. Etiología: frecuencia respiratoria aumentada, volumen corriente aumentado.
- 2.- Disminución de la producción de CO₂. Etiología: hipotermia.
- 3.- Aumento del espacio muerto. Etiología: embolia pulmonar, embolia gaseosa, shock.
- 4.- Errores técnicos. Etiología: contaminación con aire del circuito anestésico, mala calibración del monitor.

Los cambios lentos en la PetCO₂ son raramente alarmantes¹², ya que pueden ser interpretados como

cambios metabólicos debido a enfriamiento del paciente, fiebre. Los cambios agudos son más importantes, una caída brusca aun acompañada de curva, puede representar embolismo pulmonar, una caída brusca sin curva puede ser señal de que no hay ventilación o de paro cardíaco. Una elevación rápida y brusca puede indicar una reciente aplicación de bicarbonato o es signo temprano de hipertermia maligna³⁻⁶⁻¹¹

En caso de Ausencia de Capnograma el Anestesiólogo debe pensar en varias posibilidades:

- 1) Intubación esofágica.
- 2) Desconexión del circuito ventilatorio.
- 3) Apnea:
 - a) Problema del ventilador
 - b) Paro respiratorio si el paciente se encuentra con ventilación espontánea.
- 4) Falla del monitor:
 - a) Repetir la laringoscopia
 - b) Espirar en el sensor para verificar si es problema del monitor.

En este caso hay que repetir la laringoscopia o el anestesiólogo puede él mismo respirar dentro del sensor para verificar si es problema del monitor. También se puede presentar ausencia de curva cuando existe fuga alrededor del tubo endotraqueal.

El monitoreo de CO₂ en paciente no intubado, se han podido llevar a cabo mediante adaptaciones a mascarillas, cánulas nasales para pacientes que se encuentran bajo anestesia regional, pero ninguno de estos aditamentos permiten una buena correlación entre PetCO₂ y PaCO₂¹⁴⁻¹⁵

Finalmente el anestesiólogo debe ser capaz y tener las destrezas clínicas para el cuidado del paciente, cuando el capnógrafo falla. Debe ser capaz de interpretar el capnograma y también de entender la diferencia entre la concentración del CO₂ arterial y el espirado y los factores que incrementan esta diferencia. Una inadecuada ventilación del paciente puede ser el resultado de no entender esta diferencia. No debemos olvidar que si la situación clínica del paciente no coincide con el PetCO₂ en el capnograma, se debe realizar una gasometría arterial o venosa para medir la diferencia con el PCO₂ espirado.

REFERENCIAS

1. Bendixen HH. The Tasks of the Anesthesiologist. En: Saidman LJ, Smith NTy: Monitoring in Anesthesia. 1a. Ed. U.S.A. John Wiley & Sons Inc. 1978. Pag. IX - XIII.
2. Nunn JF. Infrared Analysis of Respired CO₂ Capnography. En: General an Anesthesia. 5a. Ed. USA. Butterworth International. 1989 Pag. 485-486.
3. Blanch L. Capnografía. En: Net A. Función Pulmonar en el Paciente Ventilado. 1a. Ed. España. Ed Doyma 1990. Pág. 206 - 217.
4. Martin L. PaCO₂ and Alveolar Ventilation. En: All you Really Need to Know to Interpret Arterial Blood Gases. 1a. Ed. U.S.A. Lea & Febiger 1992. Pag. 38 - 41.
5. Cooper JB, Newbower RS, Kits RJ. An Analysis of Mayor Errors and Equipment Failures in Anesthesia Management: Consideration for Prevention and Detection. *Anesthesiology*. 1984;60:34-42.
6. Good Michael L. Principles and Practice of Capnography.

- Annual Refresher Course Lectures. *American Society of Anesthesiologists*. 1991. 431- 447.
7. **Bone R, Gravenstein N.** Monitoring Respiratory and Hemodynamic. En: **Kirby R.** Function in the Patient with Respiratory Failure. 1a. Ed. USA. Library of Congress 1990. Pag. 311-314.
 8. **Higgins D, Hayes M, Denman W.** Effectiveness of Using end Tidal Carbon Dioxide Concentration to Monitor Cardiopulmonary Resuscitation *Br Med J* 1990;300:581.
 9. **Berk AM, Pace N:** Use of the Capnography to Detect Leaks in Anesthesia Circuit. *Anesthesiology* 1992;62:836-837.
 10. **Badgwell M.** Oximetry and Capnography Monitoring *Anesthesiology Clinics of North America*. 1991. Pag. 821-833.
 11. **Shapiro H.** Capnografía. En: Manejo Clínico de Gases Sanguíneos 4a. Ed. Editora Panamericana. 1991. Pag. 200-204
 12. **Heyneker Th J.** Capnography. En: **Gafford RE.:** Problems in Anesthesiology Approach to Diagnosis. 1a. Ed. U.S.A. Library of Congress. 1992. Pag. 283 - 290.
 13. **Herrera E.** Capnografía en Anestesia. **Rev Mex Anest** 1988;11:190:194.
 14. **Strunin L. Tudor W.** The FEF end tidal Carbon Dioxide Detector. *Anesthesiology* 1989;71:621-622.
 15. **Bonsu AK, Tramilarasan A.** Nasal Catheter for Monitoring tidal carbon dioxide in spontaneously breathing patients.
 16. **Redd AP, Klapton J.A.** Non invasive monitoring: mass Spectrometry an oximetry EN: Clinical cases in anesthesia. 1° Ed. New York Churchill Livingstone 1989 pag 309-16