



Monitoreo transanestésico de la fracción espirada final de bióxido de carbono en la anestesia regional

Eduardo Cruz-González,* Patricia López-Herranz*

RESUMEN

Es de importancia para el anestesiólogo, conocer y analizar la concentración de la fracción espirada final de CO_2 (FEFCO₂), mediante la vigilancia continua de esta variable en el paciente sometido a anestesia regional con bloqueo peridural lumbar, ya que se observa que el paciente bajo anestesia regional más sedación con benzodiazepinas, presenta en ocasiones, alteraciones clínicas que no corresponden al curso clínico esperado en el transanestésico. **Pacientes y métodos:** Fueron estudiados 142 pacientes en dos grupos de 71 sujetos en cada uno. Al grupo I se le instaló anestesia regional lumbar, y al grupo II anestesia regional lumbar más sedación con midazolam. En ambos grupos los pacientes estuvieron en decúbito dorsal, con monitoreo transanestésico de capnografía y capnometría. **Resultados:** Se obtuvo incremento importante de las cifras de la FEFCO₂ a los 20, 30 y 45 minutos después de haber instalado el bloqueo peridural en los pacientes del grupo II. En los pacientes del grupo I, sólo hubo incremento leve de las cifras de la FEFCO₂. **Conclusiones:** La depresión respiratoria que se produce por la benzodiazepina, aunada a la posición la cirugía, hace imperativa la monitorización de la FEFCO₂ en el paciente bajo anestesia regional más sedación. La utilización de un dispositivo adaptado especialmente para este estudio (puntas nasales modificadas), que toma la muestra directamente de las narinas del paciente, más la administración de oxígeno suplementario, hace que nuestra muestra sea real y confiable, lo que nos orienta a la necesidad de la monitorización de la FEFCO₂ durante el periodo transanestésico en este tipo de procedimientos.

Palabras clave: Bióxido de carbono, capnometría, anestesia regional, sedación.

ABSTRACT

*It's important to the anaesthesiologist to know and parse the concentrations of the end tidal carbon dioxide (ETCO₂), by means of a continuous survey of this variable in the patient under regional anaesthesia by a peridural lumbar blockade, because it has been seen that in the patient under regional anaesthesia plus sedation with benzodiazepines sometimes shows clinical alterations not corresponding with the clinical course expected during transanaesthesia. **Patients and methods:** 142 patients were studied in two groups of 71 each one. The group I received lumbar regional anaesthesia, and group II midazolam as sedation, was added. In both groups the patients were in dorsal decubitus, and monitoring with capnography and capnometry. **Results:** In patients of group II an important increase of the values of ETCO₂ at 20, 30 and 45 minutes was gotten. In patients of group I only and slight increase of such values was seen. **Conclusions:** This can be explained by the respiratory depression provoked by the benzodiazepine join to the patient's position during surgery, so that it is mandatory the ETCO₂ monitorization in the patient undergone regional anaesthesia plus sedation.*

Key words: Carbon dioxide, capnometry, regional anaesthesia, sedation.

INTRODUCCIÓN

Desde el advenimiento de la alta tecnología médica, cuya finalidad es la de proporcionar seguridad en

procedimientos de riesgo importante, las diferentes especialidades médicas se colocan a la vanguardia, para ofrecer los beneficios tecnológicos que el naciente siglo nos ofrece. Dentro de estos adelantos la vigilancia de la ventilación, en anestesiología, se convierte en una necesidad imperativa para el médico que trabaja en esta área.

* Servicio de Anestesiología. Hospital General de México, OD.

Para que la función de intercambio gaseoso se efectúe adecuadamente, debe ocurrir una correcta ventilación y distribución del aire inspirado, así como perfusión sanguínea a nivel alveolar. Si el equilibrio entre estas dos funciones no es correcto, conducirá a hipoxemia e hipercapnia mediante el efecto de espacio muerto o cortocircuito.¹

La ventilación debe representar un parámetro importante durante el procedimiento anestésico, ya que exclusivamente la posición del paciente durante la cirugía (decúbito dorsal en la mayoría de éstos) provocará que la capacidad residual funcional y la capacidad vital disminuyan de 10 a 15%,² y da por resultado, consecuentemente, acumulación de gases que normalmente se eliminan en la espiración. El más importante de éstos es el bióxido de carbono (CO₂).

En 1851, John Snow demostró que durante los procedimientos anestésicos la eliminación de CO₂ disminuía de forma importante, lo que condiciona retención y origina la aparición de alteraciones fisiológicas tales como:

- a) Hipertensión arterial, con incremento hasta del 25%.
- b) A nivel cardíaco produce disminución de la fuerza contráctil del miocardio e incremento del gasto cardíaco, con aumento del consumo metabólico de oxígeno (O₂) del 10 al 20%.
- c) En los vasos sanguíneos pulmonares del paciente con neumopatía, el aumento de las cifras de CO₂ incrementa la presión de las arterias pulmonares y de la presión capilar pulmonar.
- d) Alteraciones en el equilibrio ácido-básico, el más común es la acidosis respiratoria.³

Todas estas alteraciones son fácilmente identificadas en la anestesia general, porque la utilización de capnometría y capnografía detectan cualquier trastorno en la eliminación de gases espirados.

Pero en los pacientes bajo anestesia regional, que no reciben este tipo de monitoreo de forma rutinaria, la elevación en las cifras de CO₂ puede manifestarse con datos de desorientación, disnea, ansiedad y alteraciones conductuales, así como depresión de la corteza cerebral que podría condicionar pérdida del estado de despierto. Además, si se asocia con disminución de O₂, condicionan paro respiratorio y crisis convulsivas secundarias a la hipoxia cerebral.⁴

En estudios realizados en 1961, Eger y Severinhaus demostraron que los niveles de CO₂ se incrementan de forma súbita posterior a depresión respiratoria moderada de la siguiente manera:

- a) Incremento inicial de CO₂ durante los primeros 15 a 45 segundos que poco a poco disminuyen al finalizar el primer minuto. El incremento en este primer minuto es de 13.4 mm Hg, con límites de 8 a 16 mm Hg, y
- b) Un segundo periodo con incremento más lento de CO₂ con un promedio de 2.5 a 3 mm Hg por minuto.⁵

En la actualidad, la capnografía y capnometría son los métodos de vigilancia de la fracción espirada final de CO₂ (FEFCO₂) con los que cuenta el anestesiólogo. La eficacia de este tipo de monitoreo se demuestra plenamente en los innumerables trabajos de investigación que al respecto se realizan y que apoyan la importancia de monitorizar la FEFCO₂ en los pacientes bajo anestesia general. Sin embargo, no hay estudios en los que se demuestre la necesidad de monitorizar esta variable en los pacientes sometidos a anestesia regional de conducción (bloqueo peridural lumbar) en los que además sea necesario la administración de fármacos depresores del sistema respiratorio, como son las benzodiazepinas, para producir ansiolisis, amnesia e hipnosis.⁶

Existen en la actualidad diferentes dispositivos para la monitorización de la FEFCO₂ en el paciente despierto, al colocarlos directamente en las narinas.⁷⁻¹⁰ Sin embargo, la precisión de los mismos no se ha probado aún en un trabajo de investigación.

El objetivo del presente estudio fue determinar la FEFCO₂ en pacientes con anestesia regional con y sin sedación mediante un dispositivo de diseño particular modificado, útil y de bajo costo.

PACIENTES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio de cohorte, prospectivo, longitudinal y comparativo, durante un periodo de ocho meses, en pacientes del genero masculino y femenino, de 18 a 50 años de edad en estado físico I-II según la clasificación de la *American Society of Anaesthesiology* (ASA), programados para cirugía electiva, bajo anestesia regional de conducción (bloqueo peridural lumbar L₂-L₃) en el Servicio de Anestesiología del Hospital General de México. El estudio fue autorizado por el Comité de Ética del mismo hospital y se solicitó por escrito el consentimiento válidamente informado de cada uno de los pacientes seleccionados.

Se excluyeron de este estudio los fumadores de más de tres cigarros diarios, pacientes neumópatas y en quienes su índice de masa corporal fuera mayor

de 30 kg/m². Los criterios de eliminación se aplicaron a pacientes en quienes el bloqueo peridural se complicó durante su instalación, y a quienes fue necesario la administración de narcóticos por cualquier vía.

Se formaron dos grupos de 71 pacientes seleccionados de forma aleatoria. Previa colocación de catéter para venoclisis con solución de Hartman en vena del antebrazo, en la sala de preanestesia.

Al grupo I, previa monitorización tipo I y en sala de operaciones con el paciente en posición de decúbito lateral, se instaló bloqueo peridural lumbar en L2-L3, con lidocaína al 2%, con epinefrina al 1:200,000 a dosis de 5 mg/kg de peso y catéter peridural inerte cefálico. En el grupo II se aplicó bloqueo peridural de la misma manera, pero además, a los 10 minutos después de instalado el bloqueo se administró 50 µg/kg de midazolam para producir sedación, valorando el nivel y/o grado de sedación según la escala de Ramsay.¹¹ En ambos grupos se mantuvo la posición de decúbito dorsal.

La monitorización consistió en la colocación de baumanómetro y estetoscopio para la toma de tensión arterial no invasiva (TANI), frecuencia cardíaca, electrocardiografía de superficie en derivación DII, saturación de oxígeno por pulsometría (SpO₂) con un monitor Datex Satlite Plus, frecuencia respiratoria. En este estudio se prefirió valorar la tensión arterial media que se obtuvo para evitar las variaciones aisladas de la tensión arterial sistólica y diastólica, por lo tanto, los resultados expresados en este rubro se dan en tensión arterial



Figura 1. Dispositivo modificado para determinar la fracción espirada final de bióxido de carbono (FEFCO₂), las flechas señalan la adaptación de la punta nasal a un punzocath núm. 14 y la punta de conexión tipo Luer Lock que se conectará al monitor.

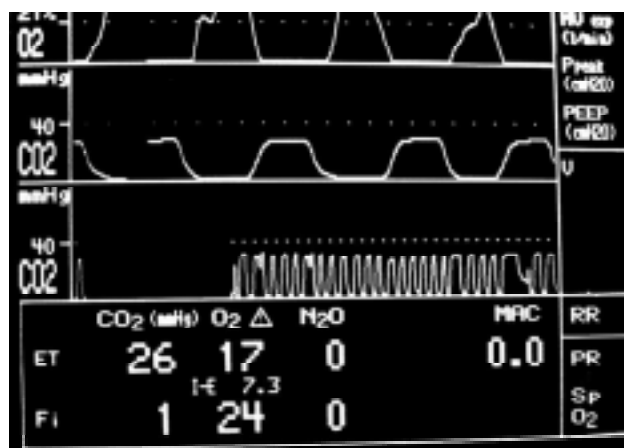


Figura 2. Curva capnográfica, la cual contiene todos sus componentes: a) espiración, b) final de la espiración, c) mezcla espiratoria y d) inspiración.

media (TAM), la cual se obtiene mediante la siguiente fórmula: $2(TAD) + TAS/3$.

Se monitorizó la FEFCO₂ mediante un dispositivo especial que consistió en la modificación de las puntas nasales de un catéter de administración de oxígeno (oxipack), en el cual se insertó un catéter de venopunción núm. 14 (punzocath) en una de las puntas nasales, se cortó el excedente del extremo hacia el paciente; la punta contraria nos permitió la administración de oxígeno suplementario a tres litros por minuto, el extremo distal del punzocath se adaptó a un capnógrafo marca Datex modelo Satlite Plus mediante un conector tipo Luer Lock y la punta nasal modificada hace la función de sensor para la determinación de la FEFCO₂ (Figura 1).

Con la aplicación de este dispositivo especial modificado se obtuvo una curva capnográfica, la cual se ilustra en la figura 2, y que permite observar la efectividad de este instrumento y su confiabilidad en el muestreo de la FEFCO₂.

En la hoja de recolección de datos se registraron los siguientes valores clínicos: TANI, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, SpO₂ y FEFCO₂ en un tiempo basal, a los 10, 20, 30, 45, 60 y 90 minutos posteriores a la instalación del bloqueo peridural lumbar en ambos grupos.

El análisis estadístico se llevó a cabo con medidas de tendencia central y *t* de Student.

RESULTADOS

Se estudiaron un total de 142 pacientes, 71 de los cuales se incluyeron en el grupo I y los otros 71 en el

grupo II con distribución aleatoria en cada uno de ellos. No existió diferencia estadísticamente significativa en cuanto a la distribución por género, edad, peso, talla e índice de masa corporal, entre cada grupo de los pacientes estudiados. La distribución por sexo en el grupo I fue 45 mujeres (63.3%) y 26 hombres (36.7%) y en el grupo II 43 mujeres (60.6%) y hombres (39.4%). En el grupo I la edad promedio fue de 33 ± 5.6 años y en el grupo II fue de 41 ± 4.3 años. El peso para el grupo I fue de 65 ± 8.4 kg y para el grupo II fue de 66 ± 7.07 kg. La talla para el grupo I fue 158 ± 5.6 cm y para el grupo II fue de 164 ± 4.2 cm. El índice de masa corporal para el grupo I fue de 25.6 ± 0.4 kg/m² y para el grupo II de 24.7 ± 0.63 kg/m². Los pacientes del grupo I correspondieron a 48.3% ASA I y 51.7% ASA II; en el grupo II, 47.6% fueron ASA I y 52.4% ASA II. El tiempo promedio de cirugía fue de 63 minutos en el grupo I y 65.8 minutos en el grupo II. Para el grupo II el grado de sedación según la escala de Ramsay correspondió a un nivel grado 4 en el 76% de los pacientes y en el 24% restante a un nivel grado 5. El tipo de cirugía por especialidad se muestra en el *cuadro I*.

De la correlación de los datos clínicos (TAM, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, SpO₂) con

los valores obtenidos de la FEFCO₂, a los 20, 30 y 45 minutos, se obtuvieron cifras estadísticamente significativas con $p < 0.05$. A los minutos 10 y 60 los datos fueron estadísticamente no significativos (*Cuadro II*). Esto se ilustra en detalle en las *figuras 3 y 4*.

DISCUSIÓN

En este estudio se encontró disminución de la frecuencia respiratoria en los pacientes del grupo II después de la administración de midazolam; con un consecuente incremento en las cifras de la FEFCO₂ que se hace más importante a los 20, 30 y 45 minutos después de haber instalado la anestesia regional, lo que conduce a que los otros parámetros clínicos monitorizados, también se alteren con incremento leve de la TAM y de la frecuencia cardíaca. En el grupo I también aumentan las cifras de la FEFCO₂, sin que ello incremente los valores de los otros parámetros monitorizados; esto se puede explicar, porque la sola posición de decúbito dorsal deprime la función ventilatoria por sí misma.

Es importante hacer énfasis que en este estudio los pacientes seleccionados no tenían compromiso en la función ventilatoria y, aun así, se observó cambio en la eliminación de los gases espirados y sus consecuentes repercusiones clínicas (incremento en TAM y frecuencia cardíaca). Sin embargo, en los pacientes obesos, fumadores, enfisematosos o con otra condición clínica que repercuta en el sistema respiratorio y que deban ser sometidos a cirugía bajo anestesia regional, la monitorización de la FEFCO₂ debe ser imperativa, puesto que los incrementos y cambios clínicos mencionados podrían ser más severos.

La aplicación de la anestesia regional de conducción (bloqueo peridural lumbar) en procedimientos

Cuadro I. Procedimientos quirúrgicos por especialidades.

Especialidad	Grupo I		Grupo II	
	n	%	n	%
Cirugía general	23	32.3	29	40.8
Ginecoobstetricia	27	38.0	33	46.4
Ortopedia	21	29.7	9	12.8
Total	71	100.0	71	100.0

Cuadro II. Valores promedio a los diferentes tiempos.

Grupo	Basal		10 min		20 min		30 min		45 min		60 min	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
FEFCO ₂ (mm Hg)	32	31	33	35	33	36*	34	43*	34	38*	35	35
TAM (mm Hg)	106	113	63	58	88	93	88	101	96	108	96	97
FC (x minuto)	97	85	110	119	111	120	111	117	99	96	98	99
FR (x minuto)	17	15	22	19	21	12	19	10	17	16	15	16
SpO ₂ (%)	94	96	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99

* $p < 0.05$. *Abreviaturas:* min = Minutos. FEFCO₂ = Fracción espirada final de bióxido de carbono. TAM = Tensión arterial media. FC = Frecuencia cardíaca. FR = Frecuencia respiratoria. SpO₂ = Saturación de oxígeno por pulsometría.

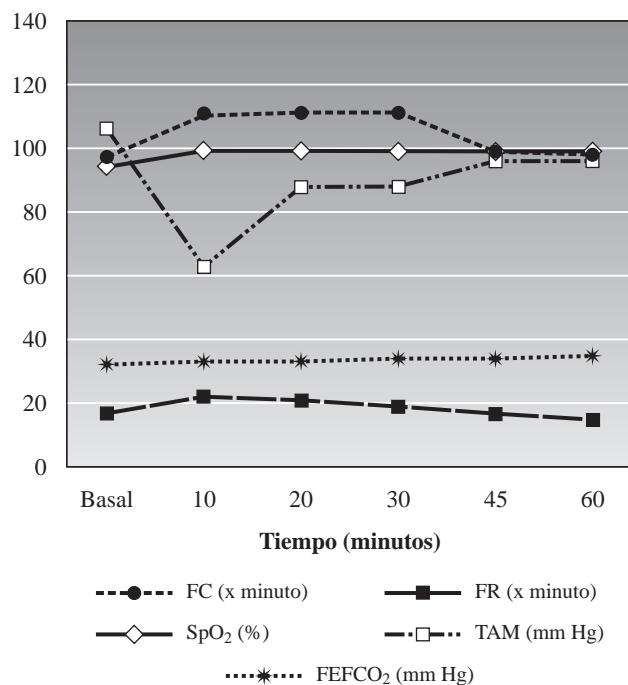


Figura 3. Cambios clínicos en el grupo I. Nótese que los valores de la fracción espirada final de bióxido de carbono (FEFCO₂) no han variado a lo largo del tiempo quirúrgico, la hipotensión señalada es un efecto secundario del bloqueo peridural, la frecuencia cardiaca es compensatoria; la frecuencia respiratoria y saturación de oxígeno (SpO₂) presentan leves modificaciones.

quirúrgicos que así lo ameriten es muy utilizada por el anestesiólogo. Este método anestésico puede asociarse, o no, con la administración de tranquilizantes de tipo benzodiacepínicos, que se utilizan como ansiolíticos e hipnóticos. Sin embargo, no es costumbre el monitoreo continuo de la ventilación, mediante la FEFCO₂, en este tipo de intervenciones.

Desafortunadamente, no existen otros estudios que cuantifiquen la FEFCO₂ en el paciente bajo anestesia regional con o sin sedación que apoyen nuestro estudio.

CONCLUSIONES

- 1) La posición de decúbito dorsal en el paciente bajo anestesia regional de conducción, provoca incremento leve en los valores de la FEFCO₂, sin mayores alteraciones clínicas.
- 2) La administración de una benzodiacepina del tipo mencionado en estos pacientes deprime la función ventilatoria y provocan incremento im-

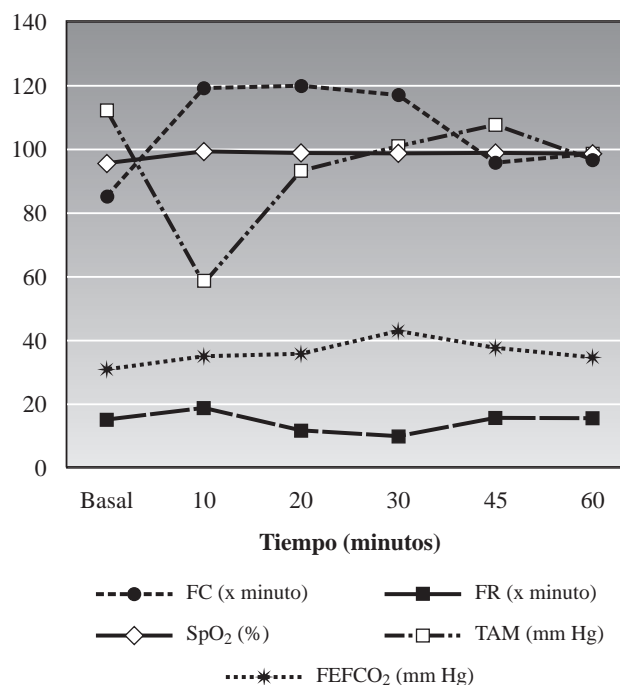


Figura 4. Cambios clínicos en el grupo II. Nótese el aumento importante en la fracción espirada final de bióxido de carbono (FEFCO₂) durante los minutos 20, 30 y 45. La hipotensión corresponde a efecto secundario del bloqueo peridural, pero se observa un ligero incremento al minuto 45, lo que corresponde a la hipercarbia, el aumento de la frecuencia cardiaca es compensatorio, la frecuencia respiratoria sufre un descenso desde los minutos 20 hasta el 45, lo que corresponde al efecto de la benzodiacepina, la saturación de oxígeno (SpO₂) no sufre modificación.

portante en los valores de la FEFCO₂ con alteraciones clínicas.

- 3) Es importante monitorizar la función ventilatoria en el paciente bajo anestesia regional de conducción, ya que sólo la administración de O₂ suplementario (lo cual se realiza de forma rutinaria) no es capaz de evitar cambios en la FEFCO₂ de los pacientes bajo sedación.
- 4) Se observó efecto sinérgico entre la posición de decúbito dorsal y la administración de midazolam, lo que condujo a incrementar los valores de la FEFCO₂ y sus repercusiones clínicas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Espinal GM. Fisiología respiratoria aplicada a la anestesia. En: Aldrete JA. *Texto de anestesiología teórico-práctico*. México: Salvat, 1994: 134.
2. De la Torre CJ, López HG. Posiciones en anestesia. En: Aldrete JA. *Texto de anestesiología teórico-práctico*. México: Salvat, 1994: 1553.

3. Collins VJ. Dinámica y farmacología del bióxido de carbono. En: Collins VJ, *Anestesiología*. 2a ed. México: Interamericana, Mc. Graw-Hill, 1980: 838-45.
4. Safar P. Reanimación cardiopulmonar-cerebral. En: Shoemaker WC. *Terapia intensiva* (vol I). 2a ed. México: Panamericana, 1991: 55.
5. Eger EI, Severinghaus JW. The rate of rise of PaCO₂ in the apneic patient. *Anaesthesiology* 1961; 22: 419.
6. Stoelting RK. Benzodiazepines. In: Stoelting RK. *Pharmacology & physiology in anaesthetic practice*. 2nd ed. Philadelphia: JB Lippincott, 1991: 127-9.
7. Ibarra E, Lees DE. Mass spectrometer monitoring of patients with regional anaesthesia. *Anaesthesiology* 1985; 63: 572-573.
8. Norman EA, Zeig NJ. Better design for mass spectrometer monitoring of awake patient. *Anaesthesiology* 1986; 64: 664.
9. Huntington CT, King HK. A simpler design for mass spectrometer monitoring of the awake patient. *Anaesthesiology* 1986; 65: 565-566.
10. Desmarattes R, Kennedy R. Inexpensive capnography during monitories anaesthesia care. *Anesth Analg* 1990; 71: 100-101.
11. Lockrem JD, Roser JR. Sedación en la unidad de cuidados intensivos. En: Duke J, Rosenberg SG. *Secretos de la Anestesia*. México: Mc Graw-Hill-Interamericana, 1999: 690.

Dirección para correspondencia:

Dr. Eduardo Cruz-González
Servicio de Anestesiología
Hospital General de México OD
Dr. Balmis 148 Col. Doctores
México D.F. 06726
Tel. 55 78 42 54
E-mail: eduardocglez@terra.com.mx