

11202

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

24

FACULTAD DE MEDICINA  
UNIDAD DE POSGRADO

MONITOREO EN LA ELIMINACION DE CO<sub>2</sub> EN CIRUGIA  
LAPAROSCOPICA. ESTUDIO COMPARATIVO CON  
ISOFLURANO Vs. SEVOFLURANO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

A N E S T E S I O L O G O

P R E S E N T A :

**DRA. JACQUELINE CASTILLO VARGAS**

ASESOR: DR. EUGENIO LUIS AGUSTIL GUTIERREZ MEJIA

298996

AGOSTO 2001





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*[Handwritten signature]*

DR. EUGENIO LUIS AGUSTIN GUTIERREZ MEJIA  
ASESOR DE TESIS

*[Handwritten signature]*

DR. JOSE DE JESUS TREJO MADRIGAL  
JEFE Y TITULAR DEL CURSO DE  
ANESTESIOLOGIA



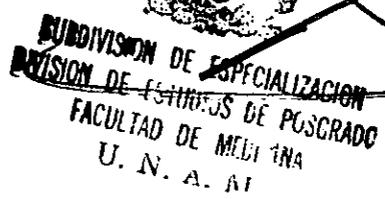
*[Handwritten signature]*

DR. JOSE GUADALUPE FLORES GALICIA  
COORDINADOR DE CAPACITACION  
INVESTIGACION Y DESARROLLO



DR. GREGORIO URBANO VALENZUELA  
JEFE DE INVESTIGACION

*[Handwritten signature]*



## **AGRADECIMIENTOS**

*A mis Padres Edmundo Castillo Monroy y Elena Vargas Herrera por brindarme su Amor y depositar en mí la esperanza y aliento firme durante mi formación profesional.*

*A mis Hermanos: Elena, Edmundo, Andrea, Elizabeth y Santiago por su cariño y comprensión.*

*A mi primo José Carmelo Melendez y su familia por su apoyo en los momentos difíciles.*

*A mis amigos, compañeros y todos aquellos que me han brindado su gran amistad en todo el tiempo de conocernos.*

*Al Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado por formarme con alta calidad profesional y humana.*

*A mi profesor y amigo Dr. Luis Eugenio Agustín Gutiérrez Mejía por creer en mí y darme la oportunidad de adentrarme al mundo inmenso de la Anestesia.*

*A la Dra. Araceli Espinoza y a todos aquellos que me ayudaron desinteresadamente para la realización de este trabajo de investigación.*

## RESUMEN

Actualmente la cirugía laparoscópica es realizada con mayor frecuencia por cirujanos en beneficio de sus pacientes; en nuestro estudio comparamos la eliminación de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), en los pacientes sometidos a cirugía abdominal laparoscópica, utilizando dos agentes anestésicos grupo 1 con isoflurano, grupo 2 con sevoflurano, por medio de capnografía se midió la cantidad de CO<sub>2</sub> en seis fases.

Se estudiaron 20 pacientes 10 en cada grupo de estudio, todos ellos se premedicaron con una benzodiacepina y atropina, la inducción anestésica fue la misma en ambos grupos; obteniéndose los datos de presión espiratoria de CO<sub>2</sub> (PECO<sub>2</sub>), en el momento de la evacuación del neumoperitoneo en el grupo 1 PECO<sub>2</sub> 43mmHg, grupo2 PECO<sub>2</sub> 66mmHg, P=0.2, (P=<0.05), cierre de vaporizador grupo 1 PECO<sub>2</sub> 50mmHg, grupo 2 PECO<sub>2</sub> 45mmHg, P=1.0 (P=0.05) al extubar paciente grupo 1 PECO<sub>2</sub> 50mmHg, grupo 2 PECO<sub>2</sub> 47mmHg P=0.5, (P=<0.05); en ambos grupos no se encontraron cambios significativos en la toma de las constantes vitales; también se compara la concentración alveolar mínima (MAC) de ambos agentes anestésicos en el cual se grupo 2 requirió un MAC mayor en comparación al grupo 1.

Como podemos observar los pacientes del grupo 1 cursan con una hipercarbia transitoria durante el transanestésico comparado con el grupo 2 que elimina CO<sub>2</sub> manteniéndose en normocapnia.

Palabras clave: cirugía laparoscópica, monitoreo, dióxido de carbono.

**SUMMARY**

Actually, laparoscopic surgery is fulfilled with more frequency by surgeons in their patients benefit; in our study we compared the carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) elimination, in patients underwent to laparoscopic abdominal surgery, using two anesthetic agents, group one with isoflurane, group two with sevoflurane, by capnographic's mean it was measured the quantity of CO<sub>2</sub> in six stages.

20 patients were studied 10 in each group of study, all of them were pre-medicated with a benzodiazepine and atropin, the anesthetic induction was the same for the both groups; obtaining expiratory pressure date of CO<sub>2</sub> (PECO<sub>2</sub>), at the neumoperitoneous evacuating moment in group 1 PECO<sub>2</sub> was 43mmHg, in group 2 PECO<sub>2</sub> was 66mmHg,  $P=0.2$  ( $P<0.05$ ), vaporizer lock group 1, PECO<sub>2</sub> was 50mmHg, group 2 PECO<sub>2</sub> was 45mmHg,  $P=1.0$  ( $P<0.05$ ), when patient one was extubed, group 1 PECO<sub>2</sub> was 50mmHg, group 2 was 47mmHg  $P=0.5$ , ( $P<0.05$ ); in the both groups there was found no significative changes in the took of vital constants; also we compares the minimal alveolar concentration (MAC) in both anesthetic agents in which group 2 required a major minimal alveolar concentration, compared as group 1.

As we can observe, patients in group 1, curses with a transient hipercarbic during the transanesthetic, compared with group 2 that eliminates the carbon dioxide mantaning in normocapnia.

Key words: laparoscopic surgery, monitoring, carbon dioxide.

## INTRODUCCION

El resurgimiento de la laparoscopia en la década de los ochentas con el desarrollo de una cámara de televisión con chip computarizado, permitió que la técnica empleada por ginecólogos desde 1937, extendiera sus fronteras hacia la práctica de una gran variedad de procedimientos tales como adrenalectomía, nefrectomía, apendicectomía, hernioplastia hiatal y hernioplastia.

La cirugía laparoscópica combina las ventajas de una hospitalización corta, recuperación rápida, reincorporación pronta a las actividades normales, menor dolor e ileo postoperatorio así como disminución en la náusea y el vómito postoperatorios (1).

Esta técnica fue rápidamente aceptada, por lo que se realizaron algunas revisiones puntualizando las consideraciones anestésicas necesarias para estos procedimientos ya que la creación de un neumoperitoneo por insuflación en la cavidad abdominal, los cambios de posición, implican algunas consecuencias desde el punto de vista hemodinámico y respiratorios.

Las metas más importantes del anestesiólogo en este tipo de cirugía son mantener la estabilidad hemodinámica y respiratoria, proporcionar una adecuada relajación muscular para controlar los movimientos del diafragma y permitir una recuperación rápida del paciente empleando para ello fármacos que se eliminen rápidamente del organismo. (2).

La diferencia más importante entre la cirugía tradicional y la laparoscópica es la necesidad de establecer un neumoperitoneo, para ello se han utilizado varios gases como: oxígeno, bióxido de carbono, óxido nítrico, nitrógeno y helio.

Cuando se selecciona el gas para la insuflación se deben considerar varios factores como, efectos cardiovasculares y respiratorios, irritación peritoneal, y si el gas apoya la combustión, el aire y el oxígeno deben ser evitados porque tienen un alto riesgo de provocar una embolia gaseosa y además apoyan la combustión, entre estos tenemos al óxido nitroso.

El bióxido de carbono es el gas preferido para la mayoría de los procedimientos laparoscópicos, ya que es 20 veces más soluble que el oxígeno y 40 veces más que el nitrógeno.

Las principales determinantes de la absorción de gas en una cavidad corporal son la diferencia de presión parcial entre los dos compartimentos (peritoneo y corriente sanguínea), y el coeficiente de difusión del gas.

Dada su alta solubilidad el bióxido de carbono alcanza un rápido equilibrio con la sangre circulante en la superficie de la cavidad peritoneal. Una vez absorbido el bióxido de carbono en la sangre sólo una pequeña fracción transita en solución. La mayoría está ligada a la hemoglobina y es finalmente eliminada por los pulmones.

El cuerpo humano responde a la hipercapnia movilizándolo a varios sitios de almacenamiento. No todo el dióxido de carbono es eliminado por los pulmones durante periodos de hipercapnia. La capacidad total de almacenamiento del dióxido de carbono del cuerpo es aproximadamente de 120 litros; cuando se rebasa este límite se pone en marcha el sistema buffer de la hemoglobina, para la captación del dióxido de carbono y transportarlo a otros sitios de almacenamiento y disminuir los niveles circulantes del mismo. Los periodos cortos de hipercapnia tales como los producidos por

maniobras de Valsalva pueden resultar en solo, elevaciones a nivel alveolar y sanguíneo, pero periodos mayores (20-60min), como aquellos vistos durante la insuflación para procedimientos endoscópicos, pueden resultar en niveles elevados de dióxido de carbono en el músculo esquelético y otras vísceras de almacenamiento. (3).

La hipercarbia y la acidosis son secuelas bien documentadas del neumoperitoneo con CO2 usado en cirugía endoscópica paradójicamente los quimiorreceptores de la aorta y el cuerpo carótideo son altamente sensibles a la hipercarbia. Los impulsos aferentes de los quimiorreceptores estimulan al hipotálamo posterior, a la sustancia reticular mesencefálica de los receptores tanto respiratorios y vasomotor, produciendo hiperventilación, activación cortical, flujo simpático elevado y actividad muscular esquelética incrementada.

El efecto promedio de esas acciones centralmente mediadas por la hipercarbia se asocian con un incremento de la descarga adrenomedular generalmente responsable de la producción de taquicardia, mejoramiento de la contractilidad miocárdica, vasoconstricción e hipertensión arterial.

De esta manera las acciones mediadas centralmente por el CO2 anatomizan sus efectos directos en el miocardio y el sistema vascular periférico.

La insuflación de la cavidad abdominal y la elección de la presión intrabdominal tienen tres efectos mecánicos predominantes:

- a) Aumento de la post-carga
- b) Aumento de las resistencias venosas
- c) Aumento de la presión sistémica media.

La elevación aislada de la presión intraabdominal produce compresión de la circulación esplácnica, incremento de la postcarga y depresión del miocardio.

El funcionamiento cardíaco en relación con los efectos mecánicos del neumoperitoneo, dependen en mayor proporción del estado de volemia, pero también está influenciado por el nivel de presión intrabdominal. (4).

De las técnicas disponibles en anestesia se encuentra la anestesia general con intubación y ventilación mecánica, siendo de elección ya que el incremento de la presión intraabdominal por el neumoperitoneo, aumenta el riesgo de regurgitación y broncoaspiración.

La anestesia epidural también se ha empleado en cirugía ginecológica. Las pacientes han tolerado bien los procedimientos y habitualmente son capaces de elevar la frecuencia respiratoria y el volumen minuto para eliminar CO<sub>2</sub> que absorben desde el abdomen. Es inconveniente de esta técnica en colecistectomía laparoscópica la duración del procedimiento, necesitando un nivel de bloqueo más alto lo que da lugar a un bloqueo motor de los músculos accesorios de la ventilación, que se ve afectada por la insuflación de CO<sub>2</sub>. (5).

Las complicaciones por el neumoperitoneo, más comunes a todos los procedimientos en las que se insufla la cavidad peritoneal, con gas para lograr la distensión de la pared abdominal y poder efectuar el procedimiento laparoscópico son: insuflación extra peritoneal, hipercarbia, embolia gaseosa, disminución del retorno venoso y enfisema subcutáneo.

La acumulación del CO<sub>2</sub> en sangre y en los tejidos puede dar lugar a hipercarbia y acidosis, por lo que se deberá monitorizar cuidadosamente a todo paciente sometido a un neumoperitoneo.

Si se tiene una vigilancia adecuada de todas las constantes vitales durante el procedimiento será posible detectar y corregir este fenómeno administrando oxígeno suplementario, combatiendo las arritmias que se presenten y suspendiendo la insuflación de CO<sub>2</sub>.

La disminución del retorno venoso se puede dar por el aumento inadvertido y exagerado de la presión intraperitoneal del gas. Para evitar esta complicación, se deberá trabajar siempre con presiones que no excedan los 15mmHg. (6)

De las muchas alteraciones de la función pulmonar provocada por los anestésicos, las alteraciones de la ventilación minuto son las más evidentes. El índice de respuesta ventilatoria puede ser el volumen minuto espirado, frecuencia respiratoria, presión parcial de CO<sub>2</sub> en sangre arterial.

El volumen de gas que entra y sale de los pulmones es proporcional al oxígeno consumido y el CO<sub>2</sub> producido los cuales varían ampliamente durante la enfermedad, el ejercicio y las alteraciones ambientales.

Un sistema de control que modifica la ventilación resulta por tanto, necesario a fin de mantener la estabilidad de las presiones parciales de gas en sangre y el equilibrio ácido-básico, así como para integrar la frecuencia y el volumen corriente de tal forma que el

trabajo respiratorio sea el mínimo posible como respuesta a las variaciones en los requerimientos ventilatorios totales.(7).

El sistema responsable de la recepción y la integración de las múltiples señales aferentes y que producen finalmente el movimiento del aire hacia el interior y la salida del mismo de los pulmones, se compone de sensores, que pueden ser químicos (quimiorreceptores periféricos y centrales) o mecánicos (receptores de distorsión localizados en las vías aéreas, los alvéolos y los músculos respiratorios).

Un sistema de control respiratorio, que integra las señales aferentes de los receptores, centros de conciencia y otras influencias que origina un nivel y un patrón de estimulación nerviosa de los músculos y un sistema motor, formado por la pared torácica y los músculos intercostales, diafragmáticos y abdominales, todos los cuales responden a las señales que reciben del centro de control a través de los nervios frénicos y espinales.

El centro de control localizado en la médula y la protuberancia, consisten en dos grupos de neuronas, el grupo respiratorio dorsal (GRD), compuesto de células activas durante la inspiración y los grupos respiratorios ventrales (GRV), que tienen tanto neuronas inspiratorias como espiratorias. El GRD puede ser el origen del ritmo y el centro apnéustico GRV puede determinar la frecuencia y la profundidad de la ventilación, y funcionar como interruptor de la desconexión para la inspiración.

La depresión del estímulo ventilatorio por parte de los anestésicos ha sido cuantificado utilizando principalmente con los principios fisiológicos de la función de los quimiorreceptores, consiste habitualmente en la variación del estímulo químico (presión parcial de bióxido de carbono o de oxígeno) , la medida de la respuesta ventilatoria frente

a esta variación y la recepción de esta prueba tras la administración de un fármaco anestésico.

La variación entre las respuestas antes y después de la administración del fármaco proporciona una medida del potencial depresor del agente. Puede por tanto caracterizarse el estímulo respiratorio mediante la respuesta ventilatoria al bióxido de carbono (PaCO<sub>2</sub> en reposo, umbral apnéico y respuestas ventilatorias a un aumento de la presión parcial de CO<sub>2</sub>), o frente a la reducción de oxígeno. (8).

Es de considerar importante que en la actualidad se utilizan de forma habitual dos formas para la absorción del dióxido de carbono: la cal sodada y el baralyme.

El proceso de absorción del bióxido de carbono por parte de la cal sodada es un proceso químico y no físico. El bióxido de carbono se une al agua para formar carbonato sódico y agua. El bióxido de carbono acepta el carbonato para formar carbonato cálcico e hidróxido sódico. La cantidad máxima de bióxido de carbono que puede absorberse es de 26 litros por cada 100grs de absorbedor. (9).

Desde el punto de vista farmacológico es importante conocer que un gas anestésico ideal debe tener una acción predecible e inicio de inducción y emergencia rápidos, debe proporcionar relajación muscular, cardioestabilidad y broncodilatación no desencadenar hipertermia maligna u otros efectos colaterales importantes, no debe ser inflamable.

La potencia de los gases anestésicos se compara con el uso de la concentración alveolar mínima (CAM), la cual es la concentración a una atmósfera que suprime la respuesta motora al estímulo doloroso en 50% de los pacientes.

La CAM no sólo permite predecir la dosis de anestésico que requiere un paciente, también permite comparar los efectos de otros factores sobre la CAM misma. Los valores más altos se encuentran en lactantes de término y hasta los seis meses de edad; disminuyen tanto con la edad como con la prematuridad. Se sabe que la hiponatremia, opiáceos, barbitúricos, bloqueadores de los canales de calcio y embarazo disminuyen la CAM. Los factores que no afectan la CAM incluyen hipocapnia, hipercapnia, género, función tiroidea e hiperpotasemia. (10).

También es importante conocer el coeficiente de partición de los anestésicos inhalatorios el cual describe la distribución de un agente específico en equilibrio entre dos sustancias a la misma temperatura presión y volumen. De esta manera, el coeficiente sangre/gas describe la distribución del anestésico entre la sangre y el gas a la misma presión parcial. Un coeficiente sangre/gas mayor correlaciona con una mayor concentración de anestésico en sangre. Por tanto, pasa una mayor cantidad de anestésico a la sangre, la cual actúa como reservorio del fármaco, lo que ocasiona que no este disponible en el sitio de acción y hace más lento el ritmo de inducción.

### **ISOFLURANO.**

Es 1-cloro-2,2,2 trifluoroetil difluorometil ether. No es inflamable en presencia de aire u oxígeno, su presión de vapor alta.

Las propiedades del isoflurano permiten al administrarlo, una inducción de anestesia general y recuperación. Tiene un coeficiente de solubilidad sangre/gas de 1.4, y cerebro/sangre de 2.6 son más bajos que el enflurano por tanto debe transferirse un volumen más pequeño de vapor anestésico para lograr la misma tensión en la sangre o el

cerebro. Se puede lograr la inducción anestésica en menos de 10 minutos con una concentración inhalada de 3% de isoflurano en oxígeno, concentración que por lo general se reduce a un nivel 1.5 a 2.5% para la conservación de la anestesia.

La presión arterial disminuye progresivamente al incrementarse la profundidad de la anestesia con isoflurano, se conserva el gasto cardiaco y la hipotensión que ocurre se debe a disminución de la resistencia vascular, en particular con vasodilatación a nivel de piel y músculo.

Los vasos coronarios se dilatan al máximo cuando se alcanza cerca del 1.5 de MAC de isoflurano. Se conserva el flujo sanguíneo coronario a pesar de la disminución del consumo miocárdico de oxígeno, lo que sugiere que el isoflurano puede tener un margen más amplio de seguridad cardiovascular.

El isoflurano incrementa la frecuencia cardiaca, pero no desencadena arritmias, tampoco interfiere con la conducción auriculoventricular ni sensibiliza al corazón a las catecolaminas.

El isoflurano deprime de manera progresiva la respiración conforme se incrementa su concentración. Con una concentración de un CAM se incrementa la tensión arterial de bióxido de carbono a cerca del mismo nivel que con halotano (aproximadamente 50mmHg). Con la respiración espontánea, la presión de la ventilación se caracteriza por reducción del volumen de ventilación pulmonar, con pocos cambios en la frecuencia respiratoria.

Contribuyen también a la ineficacia del intercambio de gases, que se produce con todos los anestésicos volátiles las reducciones de la adaptabilidad pulmonar y de la capacidad

funcional residual, lo mismo que la inhibición de la vasoconstricción pulmonar hipóxica además produce broncodilatación semejante al halotano.

El flujo sanguíneo cerebral se incrementa ligeramente durante la anestesia con isoflurano, en tanto que el metabolismo cerebral, se reduce en una proporción sólo un poco mayor que el halotano. La circulación cerebral sigue reaccionando al bióxido de carbono y el flujo sanguíneo y el metabolismo cerebrales, así como la presión intracraneal, se reducen por efecto del isoflurano.(11)

### **SEVOFLURANO.**

Es un derivado fluorado del metil-isopropil-éter. La farmacocinética del sevoflurano depende de sus características físicas y coeficientes de solubilidad, sangre/gas de 0.65 y cerebro/sangre 1.7. Una solubilidad menor en tejidos y sangre indica: Un aumento más rápido de la concentración alveolar del anestésico, durante la inducción, una disminución más rápida en la concentración alveolar del anestésico, durante la eliminación, un equilibrio más rápido entre los tejidos y la sangre, un control más preciso de la concentración alveolar de anestésico durante el mantenimiento.

La potencia de CAM de un anestésico inhalatorio se relaciona inversamente con la solubilidad lipídica. Como el sevoflurano es menos soluble en los lípidos que los anestésicos tradicionales, la potencia de este inhalatorio está reducida o la CAM aumentada.(12).

La captación sanguínea del anestésico depende de tres factores: gasto cardiaco, coeficiente de partición sangre/gas y el gradiente alvéolo venoso de la presión parcial del anestésico.

La eliminación pulmonar del anestésico dependerá del gasto cardiaco, el coeficiente de solubilidad sangre/gas y del gradiente de presión parcial venoso/alveolar del anestésico. Después de cesar la administración del sevoflurano, la última concentración espirada disminuye dos veces más rápidamente que la del isoflurano.

El sevoflurano deprime la ventilación, que se manifiesta por un descenso del volumen minuto con disminución importante del volumen corriente y aumento de la frecuencia respiratoria. Como los demás inhalatorios produce un desplazamiento, dependiente de la dosis hacia la derecha de la curva de respuesta al dióxido de carbono. A los 20 minutos de la extubación la curva de respuesta al dióxido de carbono retorna al valor normal. (13).

El monitoreo transanestésico 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 Snow 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.

Ahora bien por lo que se refiere al monitoreo no invasivo del bióxido de carbono 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 fuente de información.

El dióxido de carbono puede ser muestreado continuamente de la vía aérea del paciente a través de un sensor donde la concentración del gas es medida por rayos infrarrojos o por espectrometría de masas, 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.

La capnografía es un método no invasivo de medición del dióxido de carbono ya que consiste en la medición del dióxido de carbono 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<sub>2</sub> (PACO<sub>2</sub>), es igual a la presión arterial de CO<sub>2</sub> (PaCO<sub>2</sub>), por lo que la PACO<sub>2</sub> = PaCO<sub>2</sub> y puede sustituir la medición de PaCO<sub>2</sub>.

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

Gradualmente el aire de los alvéolos empieza a ingresar en este espacio muerto y la PaCO<sub>2</sub> se eleva, para que al final de la expiración todo este aire del espacio muerto salido del pulmón y los últimos mililitros son únicamente aire alveolar, esto corresponde a la presión de CO<sub>2</sub> al final de la expiración (PetCO<sub>2</sub>) y es aproximadamente de 38mmHg, el cual es el mismo que la PACO<sub>2</sub> que para fines prácticos es igual a la PaCO<sub>2</sub>, de acuerdo a la igualdad establecida anteriormente. Al inicio de la siguiente inspiración, el CO<sub>2</sub> vuelve a su valor atmosférico de casi 0 mmHg debido al escaso contenido de CO<sub>2</sub> del aire inspirado.

La PECO<sub>2</sub> 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<sub>2</sub> sea en pacientes con severa enfermedad pulmonar, en donde las alteraciones de la relación ventilación perfusión resulta, en un aumento en el espacio muerto, en estos casos la PECO<sub>2</sub> será más baja que la PACO<sub>2</sub>.

En sujetos normales la diferencia entre la PaCO<sub>2</sub> y PECO<sub>2</sub> se encuentra entre 3 a 5 mmHg. Algunos autores reportan diferencias entre 4 y 13mmHg. La PaCO<sub>2</sub> es de 3 a 5 mmHg más alta que la PECO<sub>2</sub>. (14).

Por todo lo anterior efectuamos un estudio clínico observacional, longitudinal, comparativo para determinar por medio de monitoreo la eliminación de dióxido de carbono con dos agentes anestésicos isoflurano y sevoflurano, así como los cambios cardiovasculares, saturación de oxígeno, monitoreo de la CAM en pacientes sometidos a cirugía abdominal laparoscópica, en el momento de la evacuación del neumoperitoneo, cierre vaporizador y a la extubación.

## **MATERIAL Y METODOS.**

Se realiza monitoreo de dióxido de carbono en su eliminación a pacientes programados para cirugía laparoscópica en los meses de junio y julio del año 2001, con riesgo anestésico ASA I-II, entre 18.-60 años de edad; se excluyeron a pacientes con enfermedad pulmonar previa, ASA III-IV, pacientes sometidas a cirugía laparoscópica ginecológica y pacientes pediátricos.

Se realiza monitoreo a cada uno de los pacientes con un monitor DATEX con frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, tensión arterial media, saturación de oxígeno, presión espiratoria de dióxido de carbono y concentración alveolar mínima.

Todos los pacientes son premedicados con diazepam a 100mcg/kg, atropina 10mcg/kg; la técnica anestésica fue la misma para todos los pacientes, inducción anestésica se realizó con fentanyl 2mcg/kg, propofol 2mg/kg, relajante no polarizante vecuronio a 100mcg/kg para facilitar la intubación orotraqueal. todos los pacientes fueron ventilados con oxígeno al 100% con un ventilador de volumen marca OHMEDA, empleando un volumen corriente de 10ml/kg, con una relación inspiración espiración 1 a 2, en el grupo 1 se mantiene la anestesia con isoflurano y el grupo 2 con sevoflurano, así como la adición suplementaria intravenosa fentanyl en bolos de 1mcg/kg.

La recopilación de datos se realiza por medio de monitoreo en 6 fases 1) llegada al quirófano, 2) administración del neumoperitoneo, 3) evacuación de neumoperitoneo, 4) cierre del vaporizador, 5) extubación, y 6) al minuto de extubar, así mismo se toma la presión a la que ingresa el neumoperitoneo y los litros totales de gas administrados para el neumoperitoneo estos tomados al finalizar el procedimiento laparoscópico.

## RESULTADOS

Los pacientes incluidos en el estudio con edad 21-60 años con promedio de 43, 16 (80%) mujeres y 4(20%) masculino, peso 47-91kg, promedio 68kg, talla 1.44-1.78m promedio 1.58m, presión de neumoperitoneo 3-16, promedio 7.7, litros totales de dióxido de carbono administrados en cavidad 37.8-189lts, promedio 98.8lts, tiempo de neumoperitoneo en cavidad 30-95min, promedio 54min, tiempo quirúrgico 40-135min, promedio 72min, tiempo anestésico 60-175min, promedio de 93min, ver Tabla 1.

La toma de presión espiratoria de dióxido de carbono con isoflurano grupo I y sevoflurano grupo II, se realiza en la evacuación del neumoperitoneo grupo I 43mmHg, grupo II 66mmHg, (0.2),  $P < 0.05$ , cierre vaporizador grupo I 50mmHg, grupo II 45mmHg, (1.0),  $P < 0.05$ , al extubar grupo I 500mmHg, grupo II 47mmHg, (0.4),  $P < 0.05$ , ver Tabla 2.

La CAM se registra al cierre del vaporizador grupo I CAM= 0.6, grupo II CAM= 0.7, extubación grupo I CAM= 0.2, grupo II CAM=0.3, posterior a extubar en ambos grupos CAM= 0, ver Tabla 3.

En ambos grupos no se presentan cambios hemodinámicos significativos se toma tensión arterial media (TAM), frecuencia cardíaca(FC) y saturación de oxígeno (SPO2), ver Tabla 4.

TABLA 1 Características de pacientes sometidos a cirugía abdominal laparoscópica en H.R. "Gral Ignacio Zaragoza" en los meses de junio y julio del 2001-08-22

	ISIFLURANO	SEVOFLURANO
	n=10	n= 10
EDAD	32-60 (43)	21-60 (43)
PESO	65-91 (74.7)	47-85 (64.7)
TALLA	1.50-1.70 (1.6)	1.44-1.78 (1.57)
SEXO (F/M)	7/3	9/1
PRESIÓN NEUMOPERITONEO	3-16 (7.7)	4-15 (7.8)
LITROS DE CO2 ADMINISTRADOS	38.4-189 (90)	37.8-187 (106)
TIEMPO NEUMOPERITONEO	30-80 min.	40-95 min.
TIEMPO QUIRURGICO	40-90 min.	50-135 min.
TIEMPO ANESTESICO	60-130 min.	75-175 min.

TABLA 2 monitoreo de la PECO2 por medio de capnografía comparando isoflurano, sevoflurano, en pacientes sometidos a cirugía laparoscópica.

	ISOFLURANO	SEVOFLURANO
	PECO2	PECO2
	N=10mmHg	N= 10mmHg
EVACUACION NEUMOPERITONEO	43mmHg	66mmHg
CIERRE VAPORIZADOR	50mmHg	45mmHg
EXTUBACION	50mmHg	47mmHg

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

TABLA 3 respuesta del CO2 de acuerdo a la frecuencia respiratoria y a la concentración alveolar mínima.

	Cierre Vaporizador			Extubación			Posterior Extubación		
	MAC	FC	PECO2	MAC	FC	PECO2	MAC	FC	PECO2
Isoflurano	0.6	14	50	0.2	16	50	0	15	46
sevoflorano	0.7	15	45	0.3	16	47	0	15	43

TABLA 4 variables hemodinámicas durante dos fases de estudio, administración y evacuación de dióxido de carbono, en pacientes sometidos a cirugía abdominal laparoscópica.

	ISO	SEVO	ISO	SEVO	ISO	SEVO
	TAM	TAM	FC	FC	SPO2	SPO2
ADMINISTRACION DEL CO2	73+- 14	73+-12	70+-15	68+-9	99+-1	97+-2
EVACUACIÓN DE CO2	94+-9	93+-10	85+-9	76+-10	98+-1	99+-1

## DISCUSION

Durante la cirugía laparoscópica es importante realizar un monitoreo completo el cual incluye TA, FC, FR, SPO<sub>2</sub>, PECO<sub>2</sub> y el MAC del anestésico; en este procedimiento se administra dióxido de carbono como el gas que ayuda a la insuflación de un neumoperitoneo, gas que es 20 veces más difundible que el oxígeno

Este estudio realizó el monitoreo en sala de quirófano por medio de un capnógrafo, el cual mide la cantidad de dióxido de carbono espirado en los últimos mililitros que son aire alveolar los cuales son registrados y éstos corresponden a la PECO<sub>2</sub> que aproximadamente es de 38mmHg, así pues tenemos que PACO<sub>2</sub>= PaCO<sub>2</sub>, por lo tanto PaCO<sub>2</sub>es de 35-45 mmHg considerandose normal. Nuestro estudio mide la eliminación de CO<sub>2</sub> en forma comparativa con dos anestésicos isoflurano y sevoflurano.

Los pacientes del grupo 1 que se administra isoflurano presentan hipercarbia desde el cierre del vaporizador hasta el minuto posterior de extubar; en el grupo 2 se administra sevoflurano observamos una hipercarbia en el cierre del vaporizador, pero en la extubación y posterior e la extubación se alcanzan niveles normales de CO<sub>2</sub>, lo cual posiblemente se debe a su menor coeficiente de partición sangre/gas de 0.65 comparado con el de isoflurano de 1.4.

Lo referente al estado hemodinámico no se encontró diferencias significativas entre el grupo 1 y 2 tomando la TAM, FC, FR y SPO<sub>2</sub>; ambos grupos se comportaron estables.

Para medir el grado de confiabilidad de nuestra muestra de estudio se realizó el análisis estadístico de Chi cuadrada y t de student obteniendo en ambos estudios una P<0.05, siendo este estudio confiable y aplicable.

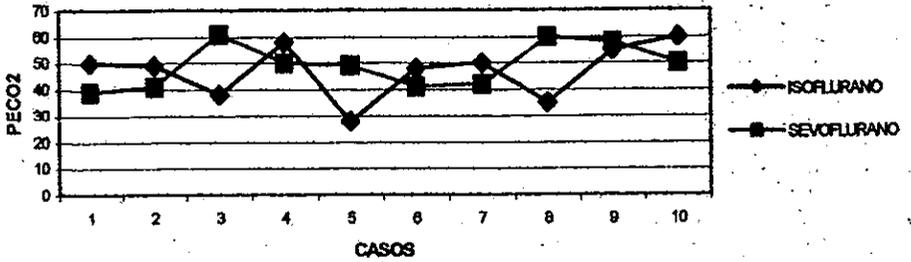
## CONCLUSIONES

Como podemos observar en nuestro estudio es importante realizar monitoreo por capnografía para poder detectar alteraciones con la saturación de dióxido de carbono y poder realizar ajustes en la ventilación y de esa manera evitar la hipercapnia; en nuestro estudio observamos que los pacientes a los que se administro sevoflurano como agente anestésico se mantienen con tendencia a la normocapnia, a diferencia de los pacientes que se administra isoflurano presentan hipercapnia en el transoperatorio

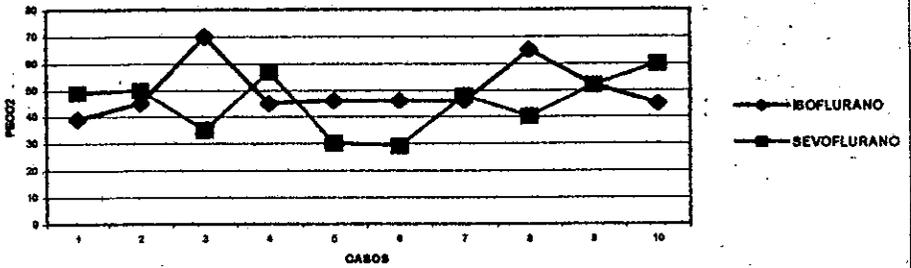
Nuestro estudio a pesar de contar con una muestra muy pequeña de pacientes, logramos observar que con sevoflurano mantienen sus niveles de dióxido de carbono casi dentro de parámetros normales.

La t de Student fue el análisis estadístico que se realizó en este estudio para una muestra pequeña y en donde se encontraron un nivel de confiabilidad de  $P < 0.05$ , esto se corrobora con la Chi cuadrada por lo que nuestro estudio es confiable, no obstante de ser una muestra pequeña.

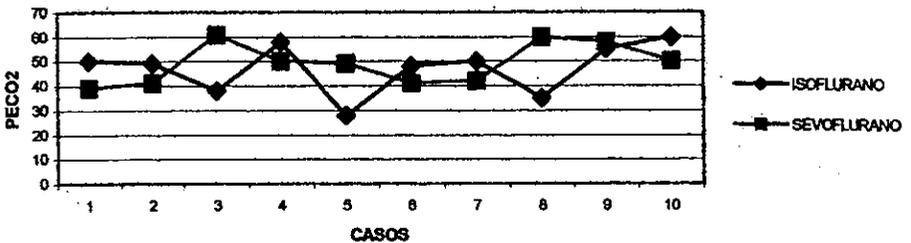
**PRESION ESPIRATORIA DE CO2 A LA EXTUBACION  
COMPARANDO ISOFLURANO VS SEVOFLURANO.**



**PRESION ESPIRATORIA DE CO2 AL CIERRE DEL  
VAPORIZADOR COMPARANDO ISOFLURANO VS  
SEVOFLURANO.**



**PRESION ESPIRATORIA DE CO2 A LA EXTUBACION  
COMPARANDO ISOFLURANO VS SEVOFLURANO.**



## BIBLIOGRAFÍA

- 1.-Dominguez Ch, Guillermo, Borunda N. Delia, Anestesia en cirugía laparoscópica Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubiran Cirugía Laparoscópica y Toracoscopica; mayo 1998,1-3.
- 2.- Díaz Garzón Chavelas Angel, Aguirre Rivero Rafael Cambios en la ventilación durante la colecistectomía por laparoscopia; Cirujano General; 1994;16:2,85-87.
- 3.- Ortega Adrián, H Peters Jeffrey, Las bases fisiológicas de la cirugía laparoscópica; Cirujano General. 1995; 17:2,123-135.
- 4.- T.Kazama, K. Ikeda. Carbon dioxide output in laparoscopic cholecystectomy. British Journal of Anaesthesia 1996;76:530-535.
- 5.- Ramírez Guerrero Alfonso, Anestesia y respuesta cardiopulmonar en cirugía laparoscópica. Cirujano General 1993;15:4,9-10.
- 6.- Cervantes Castro Jorge, Complicaciones de colecistectomía laparoscópica Cirujano General. 1996;18:3,215-220.
- 7.- Joris J.L., Hincque V.L.; Pulmonary function and pain after gastroplasty performed via laparotomy or laparoscopy in morbidly obese patients. Br.J. Anaesth 1998; 80:283-88.
- 8.- D. Miller Ronald, MD, Anestesia; Segunda edición Editorial Doyma;1993, Tomo I; pp103-108.

- 9.- D. Miller Ronald, MD Anestesia; Segunda edición Editorial Doyma; 1993, Tomo I, pp 177-178.
  
- 10.- Duke James, MD. Secretos de la Anestesia, primera edición 1996;Editorial Mc Graw-Hill interamericana; pp. 62-63
  
- 11.-Goodman Gilman Alfred, Las Bases Farmacologicas de la Terapéutica , novena edición Editorial Mc Graw-Hill Interamericana; 1996 pp.336-338.
  
- 12.- Elsen Den Van M., Sarton E. Inffence of 0.1 minimun alveolar concentracion of sevoflurane, desflure y isoflurane on dynamic ventilatory response to hypercapnia in humans. Br.J.Anaesth 1998; 80:174-82.
  
- 13.-Gilsanz F.; Celemin R, Sevoflurano; Rev Esp Anesthesiol Reanim: 1996;43,243-248.
  
- 14.- Vélez Méndez Ma. Antonieta, Monitoreo no invasivo del CO2 en Anestesia (Capnografía); Rev Mex Amest; 1993:16,230-236.

## INDICE

<i>Contenido</i>	<i>Pag</i>
RESUMEN .....	2
SUMARY .....	3
INTRODUCCION .....	4
MATERIA Y METODOS .....	17
RESULTADOS .....	18
DISCUSION .....	21
CONCLUSIONES .....	22
BIBLIOGRAFIA .....	24