

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
FACULTAD DE MEDICINA

INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS TRABAJADORES  
DEL ESTADO

HOSPITAL GENERAL "DR. DARO FERNANDEZ FIERRO"

**LA UTILIZACIÓN CAL CALCICA COMO ABSORBEDOR DE CO<sub>2</sub> CON BAJOS  
FLUJOS NOS DISMINUYE EL CONSUMO DE ANESTÉSICOS INHALADOS**

**TESIS**

PARA OBTENER EL TITULO DE:  
ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGÍA

PRESENTA:  
DR. IRVING ARTURO ARAUJO MONTES

MEXICO, D.F.

2008



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

## PROTOCOLO

**Unidad médica donde se desarrolla La investigación.  
HOSPITAL GENERAL “DR. DARIO FERNANDEZ FIERRO” ISSSTE.  
Área de Quirófano.**

## TÍTULO Y AUTORES DE LA TESIS

**LA UTILIZACIÓN CAL CALCICA COMO ABSORBEDOR DE CO2 CON BAJOS  
FLUJOS NOS DISMINUYE EL CONSUMO DE ANESTÉSICOS INHALADOS.**

## NOMBRES Y FIRMAS

Investigador responsable:

Dr. Irving Arturo Araujo Montes.

\_\_\_\_\_

Investigadores asociados:

Dra. Dalia Grissell Pliego Figueroa.

\_\_\_\_\_

Dra. Nieves Mercedes Chávez López.

\_\_\_\_\_

Titular del Curso de Anestesiología:

Dra. Nieves Mercedes Chávez López.

\_\_\_\_\_

Jefe de enseñanza e investigación:

Dra. Lourdes Norma Cruz Sánchez.

\_\_\_\_\_

## **DEDICATORIA**

- A Lucrecia por ser mi compañera estos años de mi vida, por estar conmigo en cada instante, por ser mi todo y mí siempre.
- A Constanza por llegar a mi vida con todo su amor y ser la fuerza que me inspira a ser mejor cada día.
- A Noemí y Luis por su amor, apoyo y comprensión en cada momento de mi vida.
- A Luis, Jorge y Rosy por su compañía y apoyo.
- A Luis Emilio Y Sofía por el amor que me tienen.
- A Arturo y a mi Abuela Socorro por sus bendiciones y ayuda incondicional.
- A Ernesto y Citlalí por estar ahí cuando más lo necesitaba.
- A Miguel y Rebeca por su comprensión y amistad.
- A Escamilla Y Castillo por su amistad y enseñanzas.
- A Jeanette y Ari por su amistad y cada día y noche de enseñanza.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a las siguientes personas quienes contribuyeron a en la realización de este trabajo y han estado presente durante el transcurso de la residencia:

A la Dra. Dalia Grissell Pliego Figueroa por pensar primero en mí para la realización de este trabajo, por sus consejos e instrucciones dados durante estos 3 años.

A la Dra. Nieves Mercedes Chávez López por la confianza que depósito siempre en mí; por su dedicación y entrega a sus residentes, por impulsarnos a ser los mejores.

A la Dra. Angélica Moreno por iniciarme en este camino, por su disciplina y enseñanzas.

A todos y cada uno de mis Adscritos por su tiempo, compañía, enseñanzas, regaños y amistad.

A mis compañeros por compartir estos años de trabajo, desvelo y aprendizaje.

## **PENSAMIENTOS**

Para todos los futuros pilotos de combate, los dejo con este pensamiento:

“Nunca olviden el sueño... y nunca, nunca, NUNCA... se den por vencidos.”

Jason W. Smith.

## INDICE

Portada.....	1
Título y autores de tesis.....	2
Dedicatoria.....	3
Agradecimientos.....	4
Pensamientos.....	5
Índice.....	6
Introducción.....	8
Prefacio.....	9
Prologo.....	10
Resumen.....	11
Abstract.....	12
Planteamiento del problema.....	13
Marco teórico.....	14
Objetivos.....	15
Hipótesis.....	15
Justificación.....	15
Alcance.....	15
Métodos estadísticos.....	16
Resultados y análisis.....	18
Discusión.....	23
Conclusiones.....	28
Recomendaciones.....	28

Anexos y Apéndices.....	29
Glosario.....	31
Bibliografía.....	32



## INTRODUCCIÓN.

La práctica de anestesia con flujos bajos es cada día más frecuente en nuestro entorno, debido al desarrollo de las modernas estaciones de trabajo, que incorporan circuitos circulares y sistemas de monitorización de gases espirados y de parámetros ventilatorios que hacen la técnica segura. Son escasas las contraindicaciones a su uso y puede llevarse a cabo en ventilación mecánica y espontánea, con tubo endotraqueal o mascarilla laríngea, en adultos y en niños. Las ventajas de la anestesia con flujos bajos son numerosas; económicas, docentes, ecológicas. Los riesgos vienen dados, en general, por la posibilidad de fugas en los aparatos, el acúmulo de sustancias extrañas, bien sea endógenas o exógenas y por el desconocimiento de la técnica.

Para la práctica segura de estas técnicas, es recomendable el conocimiento de algunas leyes físicas, así como los fundamentos de la anestesia inhalatoria, junto con el estudio de las características de los elementos de un sistema circular, su funcionamiento y en qué medida influye la reducción del flujo de gases en lo que se denomina comportamiento dinámico del circuito.

Desde el punto de vista práctico, hay varios métodos para hacer la anestesia con flujos bajos y mínimos fácil y asequible al principiante, sin olvidar que la base de estos métodos son los principios de la anestesia inhalatoria.

## **PREFACIO**

La presente tesis de Anestesiología está dirigida a quien busca mejorar de una u otra forma las técnicas anestésicas que usamos día a día. Se usa un componente básico para la anestesia general balanceada, el absorbente de CO<sub>2</sub>, comparando dos tipos de este, con la técnica de bajos flujos. El trabajo que se realiza día a día en este centro hospitalario permite que con el equipo en el área de anestesia se realicen trabajos de investigación con el fin de refinar dichas técnicas y avanzar por medio del aprendizaje.

Dos aspectos importantes subrayan esta tesis. Uno, la seguridad para el paciente a quien se le realizó un protocolo completo y análisis de cada caso que se selecciono, así como el uso de instrumentos y mediciones, que conjunto a la clínica, nos brindaba un margen de seguridad casi del 100%. Y dos, reducción del consumo de anestésicos inhalados, con el fin de reducir costos y dar un entorno más sano a quienes laboramos día con día en la sala de operaciones.

Los resultados de la tesis abren un campo nuevo a nivel institucional, más a segundo nivel, ya que este tipo de materiales es poco conocido por el personal y su uso-beneficio es conocido en otros países.

Solo el conocimiento de nuevas técnicas, seguras y con beneficio directo a los pacientes y al personal, nos permitirá avanzar día a día en la búsqueda de “LA TÉCNICA ANESTÉSICA IDEAL”.

Dr. Irving Arturo Araujo Montes R3A.

## PROLOGO

El absorbente de dióxido de carbono amsorb o cal cálcica es no degrada los anestésicos inhalados a monóxido de carbono, formaldehído o Compuesto A, haciéndolo seguro para técnicas de bajos flujos por lo que es esencial en la práctica moderna de la anestesia.

La cal cálcica es un absorbente de dióxido de carbono de nueva generación, libre hidróxidos de metales alcalinos fuertes. Utiliza hidróxido de calcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), como base activa con componentes menores que promueven la velocidad y capacidad de absorción. Diseñado para una anestesia de bajo o mínimo flujo. Su intensidad, capacidad de absorción y uniformidad en el cambio de color han sido la mejor pauta de seguridad para su uso.

La composición química permanece inalterable, pero el proceso de fabricación ha sido cuidadosamente desarrollado para proporcionar una capacidad de absorción mejorada. Se mantiene como el único absorbente de dióxido de carbono en el mundo capaz prevenir la degradación del anestésico.

Mucha de la cal sodada disponible en el mercado, e inclusive algunas de las nuevas generaciones de absorbentes, claman que son seguras para utilizar bajo flujo de anestesia. Sin embargo, muchos de éstos aún contienen hidróxido de sodio (NAOH) y algo de Hidróxido de potasio (KOH).

Todo esto aunado con el uso de la técnica de bajos flujos en anestesia general balanceada nos da la pauta para una anestesia segura, confiable y con menos contaminación ambiental.

## RESUMEN

En los últimos años el manejo de la anestesia general balanceada a tenido un “boom” hacia el uso de bajos flujos de O<sub>2</sub>, esto con el fin de disminuir el consumo de anestésicos inhalados, tanto por seguridad del paciente como por economía. El uso de cal calcica como absorbente de CO<sub>2</sub> es una opción segura para el uso de anestésicos inhalados en anestesia general balanceada de bajos flujos.

Este estudio se realizó con el objetivo de disminuir el consumo de sevoflurano con el uso de anestesia general balanceada con flujos bajos.

**MATERIAL Y METODO:** Se realizó cirugía abdominal por diversas patologías a un total de 40 pacientes, todas del sexo femenino, entre 28 y 65 años, ASA I y II, divididos en dos grupos de 20 pacientes cada uno, donde el grupo 1 se realizó la anestesia general balanceada con absorbente amsorb, y el grupo 2 con el mismo número de paciente con absorbente convencional cal sodada.

**RESULTADOS:** Se demostró que gasométricamente el uso de ambas técnicas, tanto flujo normal y flujo bajo son seguras, dentro de parámetros gasométricos

Se cuantifico el consumo de anestésico inhalado Sevoflurano por ml/min, donde las pacientes del grupo amsorb tuvieron un consumo promedio de 0.2135 ml/min, con un promedio de consumo total de 26.075 ml por cirugía; el grupo de cal sodada tuvo un consumo minuto de .3470 ml/min y promedio total de consumo de 39.77 ml por cirugía.

Estadísticamente se encuentran puntos con significancia consumo por minuto en ambos grupos con  $P=0.000$  y consumo total con  $P=0.000$ , demostrando que el estudio muestra una significancia estadística importante.

**CONCLUSIONES:** El uso de la anestesia general balanceada con flujos bajos, disminuye el consumo de anestésico inhalado de una manera significativa, con un margen de seguridad gasométrica.

## ABSTRACT

In the last years the handling of the general anesthesia balanced had had a " boom " toward the use of low flows of O<sub>2</sub>, this with the purpose of diminishing the consumption of inhaled anesthetics, so much for the patient's security as for economy. The use of calcic lime as absorbent of CO<sub>2</sub> is a sure option for the use of anesthetics inhaled in balanced anesthesia general of low flows.

This study was carried out with the objective of diminishing the sevoflurane consumption with anesthesia general's use balanced with low flows.

**MATERIAL AND METHOD:** was carried out abdominal surgery for diverse pathologies to a total of 40 patients, all of the feminine sex, between 28 and 65 years, it ASA I and II, divided in two groups of 20 patients each one, where the group 1 was carried out the general anesthesia balanced with absorbent amsorb, and the group 2 with the same number of patient with absorbent conventional lime sode.

**RESULTS:** It was demonstrated that gasometric the use of both techniques, so much normal flow and low flow are safe, inside parameters gasometrics

You quantifies inhaled anesthetic's consumption Sevoflurane for ml/min, where the patients of the group amsorb had a consumption average of 0.2135 ml/min, with an average of total consumption of 26.075 ml for surgery; the group of lime sode had a consumption minute of .3470 ml/min and total average of consumption of 39.77 ml for surgery.

Statistically they meet points with significancia consumption per minute in both groups with  $P=0.000$  and total consumption with  $P=0.000$ , demonstrating that the study shows an important statistical significancia.

**CONCLUSIONS:** The use of the general anesthesia balanced with low flows, diminishes the consumption of inhaled anesthetic in a significant way, with a margin of security gasometric.

## PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

### Pregunta especifica que dio origen a este estudio.

¿Puede reducir el consumo de los agentes anestésicos la utilización de un absorbente de dióxido de carbono libre de alcalinos fuertes como son sodio bario y potasio, en anestesia con bajos flujos?

## MARCO TEÓRICO

Actualmente se sabe y reconoce que la utilización de flujos bajos está restringida, por la seguridad del paciente y del personal, cuando se utiliza sevoflurano ya que este reacciona con los absorbente de dióxido de carbono (cal sodada) produciendo algunos compuestos vinílicos siendo el más conocido el compuesto A ( $\text{CF}_2=\text{C}(\text{CF}_3)\text{OCH}_3\text{F}$ ), el cual se a demostrado que es nefrotóxico en ratas y con forme incrementa la temperatura de la cal sodada el riesgo es mayor y esto sucede cuando se utiliza flujos menores de 2lts/min por esta razón la FDA advierte que no se debe utilizar con flujos menores a estos (1).

Se han reportado existe el riego de lesiones por calentamiento ocasionado por la desecación de los absorbentes clásicos ya que se pueden producir aumentos de la temperatura \*\*, y al incrementar la temperatura se puede producir fuego en el sistema anestésico, el cual puede ocasionar lesiones importantes a los pacientes (2) (3).

La cal baritada ha sido desecada y calentada directamente a la aplicación de oxígeno a 10 lts/min a través de un absorbente, aproximadamente 1200 gr del absorbente desecado fue usado en el absorbente usado en un circuito anestésico con un flujo directo de oxígeno a 6 lts /min con un MAC de 1.5 a 3 MAC desflurano, isoflurano y sevoflurano. Con desflurano e isoflurano a un MAC de 1.5 y 3 la temperatura se incremento en 30 a 70 min llegando a 100° C, y disminuía, y con sevorane con un MAC de 1.5 las temperaturas se incrementaron arriba de 200°C en 2 de 5 estudios apareciendo flamas en circuito anestésico (4).

Con sevoflurano también se ha encontrado que con la desecación y flujos bajos además de la formación del compuesto A,\*\*\* y durante la anestesia con desflurano, enflurano e isoflurano con cal sodada desecada se produce un aumento de la producción del monóxido de carbono.(5) la reacción química del absorbente lo deshidrata hasta aproximadamente 4-5% \*\*\*( $\text{H}_2\text{O}$  w/w) gránulos a esta hidratación o por debajo de esta , están suficientemente secos para comenzar para comenzar la producción de monóxidos de carbono, aunque a niveles más bajos que si el absorbente estuviera totalmente seco.(8)

El sevoflurano se degrada en formaldehído cuando pasa por absorbentes de CO2 desecados que contienen alcalinos fuertes, y la inhalación de este aún en cantidades diminutas provocara aumento de nauseas y vómito considerable hasta por 48 hrs. (6)(7)

La cal sodada y la cal baritada son absorbentes de CO2 que contienen zeolitas que han sido relacionados con fenómenos conocidos como absorción o captura del anestésico inhalado durante la inducción y retardo en su eliminación durante la recuperación (6)(7)(16). Este efecto es más objetivo cuando se utilizan e el circuito de anestesia estos absorbente de CO2 secos, total o parcialmente, lo que puede ocasionar clínicamente que se de una concentración anestésica inhalada inadecuada durante la inducción o mantenimiento (menor a la programada en el vaporizador) lo que para el paciente podría tener efectos deletéreos.(18)

Desde 1999 Armstrong a promovido un producto absorbente de CO2 (Amsorb plus) que no degrada el anestésico inhalatorio, ya que no reacciona con estos, se ha comprobado que no produce CO ni compuesto A, ni formaldehído o cualquier otro agente degradante \*\*\* (9)(10)(11)(12)(13)(14).

Asi de esa forma obtenemos beneficios principalmente para el paciente como para el personal y en forma indirecta se disminuyen los costos al evitarse efectos colaterales en el postoperatorio y en el consumo de anestésicos inhalados. (9)(10)(11)(12)

La calcica tiene una característica que es que al agotarse el absorbente de CO2 no vuelve a cambiar de color ya que este es permanente, lo cual reduce el riesgo de accidentes por no cambio de canister. (15)

## **OBJETIVO**

Evaluar la disminución en consumo de anestésicos inhalados en la aplicación de anestesia general balanceada con un absorbente de CO<sub>2</sub> que permite utilizar flujos bajos (libre de alcalinos y de bases fuertes tales como el hidróxido de sodio, bario y potasio).

## **HIPÓTESIS**

La utilización de flujos bajos aunada a un absorbente libre de alcalinos fuertes disminuye el consumo del anestésico inhalado

## **JUSTIFICACIÓN**

Debido a que la única razón por la que se utilizan altos flujos en la anestesia es la inseguridad que se devenga de la utilización de cales sodadas tradicionales que a su vez implican un muy elevado consumo de agentes anestésicos.

El contar actualmente con tecnología que nos permite poder monitorizar a nuestros pacientes y usar flujos bajos con un nuevo absorbente de CO<sub>2</sub>, y así disminuir el consumo de agentes anestésicos, para demostrar ahorro en el consumo de los agentes anestésicos y en el tiempo de recuperación anestésica con una estancia hospitalaria más corta.

Por otro lado, la utilización de altos flujos en la anestesia inhalada equivale a un desperdicio de aproximadamente 70% a 80 % del gas fresco suministrado durante la anestesia inhalada, que se va al medio ambiente. Además de desperdiciar el 70 %a 80% del costoso fármaco el cual a su vez contribuye a la contaminación del ambiente y del personal presente.

## **ALCANCE**

El alcance que tiene este estudio para el anestesiólogo de nuestro Hospital es el de conocer la técnica de bajos flujos con un absorbente seguro para el paciente manteniendo un plano anestésico adecuado disminuyendo el consumo de anestésicos inhalados y compararlo con la técnica actual que se usa a diario en el hospital.



## **MÉTODO ESTADISTICO**

### **DISEÑO**

Observacional  
Experimental  
Longitudinal  
Prospectivo  
Descriptiva  
Abierto

### **GRUPO DE ESTUDIO**

Previa autorización del comité local de investigación, se localizará en la consulta de valoración pre anestésica y en la sala de urgencia del Hospital Dr. Darío Fernández Fierro Fernández de ISSSTE a los pacientes que se les realizara para cirugía de abdomen y que se manejaran bajo anestesia general, a los cuales se valorará y se verificará que cumpla con los criterios de selección del proyecto si es así se les invitará a participar en el estudio y si acepta se le pedirá que firmen la hoja de conocimiento informado, esto se hará a través del médico residente adscrito a ese paciente.

### **GRUPO PROBLEMA**

20 casos para el grupo problema ( 1)siendo este donde se utilizara cal cálcica como absorbente de CO<sub>2</sub>.

### **GRUPO TESTIGO**

20 para el grupo control (2), en donde se utilizara cal sodada como absorbente de CO<sub>2</sub>.

### **TAMAÑO DE LA MUESTRA**

El tamaño de la muestra constara de un total de 40 pacientes

### **CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

1. Pacientes de ambos sexos
2. Edad entre 18 a 60 años
3. Pacientes ASA I a ASA II
4. Pacientes programados para cirugía abdominal con anestesia general

### **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

1. Pacientes con patología renal o hepática descontrolados
2. Pacientes con alergia a alguno de los componentes a utilizar.
3. Pacientes que se nieguen a participar en el protocolo previa información sobre el mismo.

### **CRITERIOS DE ELIMINACIÓN.**

Pacientes que presenten durante el transanestésico alteraciones fisiológicas relacionadas con el método de anestesia.

### **CEDULA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**

Formatos de anestesia para conducción de paciente del ISSSTE consentimiento informado del protocolo y hoja de recolección de datos (apéndice 1 y 2).

## RESULTADOS Y ANALISIS

En los últimos años el manejo de la anestesia general balanceada a tenido un “boom” hacia el uso de bajos flujos de O<sub>2</sub>, esto con el fin de disminuir el consumo de anestésicos inhalados, tanto por seguridad del paciente como por economía. Es sabido que este tipo de técnica no es segura con absorbentes de CO<sub>2</sub> como cal sodada o baritada, ya que estos absorbentes aunados al uso de sevoflurano, el uso prolongado, desecación y calentamiento, producen compuestos vinílicos (compuesto A) que pueden producir nefrotoxicidad. El uso de amsorb como absorbente de CO<sub>2</sub> es una opción segura para el uso de anestésicos inhalados en anestesia general balanceada de bajos flujos.

Previa autorización del comité local de investigación y firma de consentimiento informado. Se formaran dos grupos de 20 pacientes. En el grupo 1 se manejo con el absorbedor de CO<sub>2</sub> bajo en libre de alcalinos de bases fuertes tales como el hidróxido de sodio, bario y potasio (AMSORB) y el grupo 2 se manejo con el absorbedor de CO<sub>2</sub> de cal sodada.

En todos los pacientes a su ingreso a sala se les realizo monitoreó de tensión arterial no invasiva, frecuencia cardiaca, cardioscopio en DII , saturación de oxígeno, capnografía y BIS.

A todos los pacientes se les medica con midazolam a 30mcg por Kg. de peso, atropina a 10 mcg por Kg. de peso, y fentanyl a 3 mcg por kg de peso. Se realiza inducción con propofol a 2mgs/Kg. de peso, se administra relajante muscular no despolarizante tipo rocuronio a dosis de 0.6mgs por Kg. de peso previa oxigenación con mascarilla oronasal y oxígeno al 100% a razón de 4 L/min. se realiza laringoscopia directa y se intubará la tráquea con sonda orotraqueal tipo Murphy conectándose a circuito anestésico semicerrado, de la máquina de anestesia tipo DATEX OHMEDA AESTIVA-5 con monitor S-5 Datex, la cual cuenta monitoreo para concentraciones de gases anestésicos al final de la espiración de acuerdo a la norma vigente

El manejo es para el grupo control con sevorane a concentraciones alveolar mínima de 2% a 3% con flujos de gas fresco de oxígeno al 100% que serán de 1000 ml. para el grupo de cal clásica y de 3000 ml. para el grupo de cal sodada ventilación mecánica controlada a frecuencias de 10 por minuto con un volumen tidal de 10 ml por kg de peso y se administrará fentanyl en bolos de 1.5 mcg/Kg. cada 30 minutos o cuando se requiere (cuando las variables hemodinámicas estén por arriba de 15% de los valores basales). La reposición de volumen se realiza de acuerdo al balance de líquidos cuantificando ingresos y egresos

Se toman dos muestras para gasometría arterial la primera 30 minutos posterior a la intubación, y la otra 1 hora después, se monitoriza CO<sub>2</sub> al final de la expiración.

También se administra como medicamentos complementarios ondasetron a 100 mcg por Kg. de peso IV, cinco minutos después de iniciar el procedimiento quirúrgico, la emersión por lisis y si es necesario revertir el relajante muscular se utiliza atropina a 10 mcg por Kg. de peso y neostigmina a 10 mcg por Kg. Se administra ketorolaco 30 mgan terminar el procedimiento quirúrgico se extuba al paciente previa aspiración de secreciones y posteriormente pasa a la unidad de cuidados posanestésicos.

Se cuantifica el consumo transanestésico de fentanyl en mcg/Kg./hora y el consumo de sevoflurano de acuerdo a la siguiente fórmula de consumo de anestésico en ml. por hora = (flujo de gas X 3 X peso molecular de gas anestésico) por minutos de anestesia.

Las constantes vitales se registran cada cinco minutos durante el transanestésico

El análisis de los datos se utiliza una escala de radio o razón en la cual se realizaran promedio  $\pm$  desviación estándar, se empleará análisis para métrico con una prueba para comparación de promedios para grupos independientes a través de la distribución t de Student, y  $X^2$ . El nivel de significancia estadístico será con una probabilidad menor a 0.05.

Estadísticos de grupo					
	ABSORBENTE	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
EDAD	1	20	48.55	7.660	1.713
	2	20	41.95	10.610	2.373
TALLA	1	20	155.25	3.823	.855
	2	20	154.45	3.426	.766
PESO	1	20	68.70	9.039	2.021
	2	20	62.40	7.155	1.600
CONSUMOTOTAL_A	1	20	26.0750	8.41806	1.88234
	2	20	39.7700	11.23800	2.51289
DURACION ANESTESIA	1	20	119.50	27.188	6.080
	2	20	108.25	25.458	5.693
DURACION CIRUGÍA	1	20	99.40	29.233	6.537
	2	20	92.10	24.853	5.557
CONSUMINUTO_A	1	20	.2135	.05824	.01302
	2	20	.3470	.07665	.01714
TASAFENTANIL_A	1	20	3.8200	.79908	.17868
	2	20	3.9550	.72073	.16116
PO21_A	1	20	293.13	51.171	11.442
	2	20	289.40	48.316	10.804
PCO2 1	1	20	27.53000	2.081523	.465443
	2	20	27.22000	1.319330	.295011
PH1_A	1	20	7.4270	.02536	.00567
	2	20	7.4270	.02203	.00493
SO2 1	1	20	99.00	.000(a)	.000
	2	20	99.00	.000(a)	.000
DEF B 1	1	20	6.820	.9339	.2088
	2	20	6.580	.8224	.1839
HCO31_A	1	20	16.7550	1.87265	.41874
	2	20	16.2850	2.81617	.62971
PO2 2	1	20	269.25	56.580	12.652
	2	20	266.20	47.073	10.526
PCO22_A	1	20	26.4900	3.03660	.67900
	2	20	25.9300	2.63481	.58916
SO2 2	1	20	99.00	.000(a)	.000
	2	20	99.00	.000(a)	.000
DEF B 2 ?	1	20	7.370	1.4038	.3139
	2	20	7.220	1.1781	.2634
PH2_A	1	20	7.4140	.01603	.00358
	2	20	7.4175	.01743	.00390
HCO32_A	1	20	16.3200	1.16330	.26012
	2	20	15.4550	3.10797	.69496

a No puede calcularse T porque las desviaciones típicas de ambos grupos son 0.

	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
EDAD	2.135	0.152	2.255	38	0.03	6.6	2.926	0.676	12.524
			2.255	34.576	0.031	6.6	2.926	0.657	12.543
TALLA	0.835	0.367	0.697	38	0.49	0.8	1.148	-1.524	3.124
			0.697	37.55	0.49	0.8	1.148	-1.525	3.125
PESO	0.998	0.324	2.444	38	0.019	6.3	2.578	1.082	11.518
			2.444	36.099	0.02	6.3	2.578	1.073	11.527
CONSUMOTOTAL_A	1.054	0.311	-4.362	38	0	-13.695	3.13972	-20.05103	-7.33897
			-4.362	35.216	0	-13.695	3.13972	-20.06757	-7.32243
DURACION ANESTESIA	0.33	0.569	1.351	38	0.185	11.25	8.329	-5.61	28.11
			1.351	37.837	0.185	11.25	8.329	-5.613	28.113
DURACION CIRUGIA	1.261	0.268	0.851	38	0.4	7.3	8.58	-10.069	24.669
			0.851	37.041	0.4	7.3	8.58	-10.084	24.684
CONSUMINUTO_A	2.571	0.117	-6.202	38	0	-0.1335	0.02153	-0.17708	-0.08992
			-6.202	35.456	0	-0.1335	0.02153	-0.17718	-0.08982
TASAFENTANIL_A	0.526	0.473	-0.561	38	0.578	-0.135	0.24062	-0.62211	0.35211
			-0.561	37.602	0.578	-0.135	0.24062	-0.62228	0.35228
PO21_A	0.653	0.424	0.237	38	0.814	3.73	15.737	-28.128	35.588
			0.237	37.875	0.814	3.73	15.737	-28.131	35.591
PCO2 1	2.706	0.108	0.563	38	0.577	0.31	0.551061	-0.805565	1.425565
			0.563	32.145	0.578	0.31	0.551061	-0.812277	1.432277
PH1_A	0.18	0.674	0	38	1	0	0.00751	-0.01521	0.01521
			0	37.27	1	0	0.00751	-0.01522	0.01522
DEF B 1	0.637	0.43	0.862	38	0.394	0.24	0.2783	-0.3233	0.8033
			0.862	37.402	0.394	0.24	0.2783	-0.3236	0.8036
HCO31_A	4.246	0.046	0.622	38	0.538	0.47	0.75623	-1.0609	2.0009
			0.622	33.055	0.539	0.47	0.75623	-1.06846	2.00846
PO2 2	0.155	0.696	0.185	38	0.854	3.05	16.458	-30.267	36.367
			0.185	36.783	0.854	3.05	16.458	-30.303	36.403
PCO22_A	0.114	0.737	0.623	38	0.537	0.56	0.89898	-1.25988	2.37988
			0.623	37.259	0.537	0.56	0.89898	-1.26107	2.38107
DEF B 2 ?	0.563	0.458	0.366	38	0.716	0.15	0.4098	-0.6796	0.9796
			0.366	36.89	0.716	0.15	0.4098	-0.6804	0.9804
PH2_A	0.346	0.56	-0.661	38	0.513	-0.0035	0.0053	-0.01422	0.00722
			-0.661	37.734	0.513	-0.0035	0.0053	-0.01422	0.00722
HCO32_A	11.261	0.002	1.166	38	0.251	0.865	0.74205	-0.6372	2.3672
			1.166	24.221	0.255	0.865	0.74205	-0.66577	2.39577

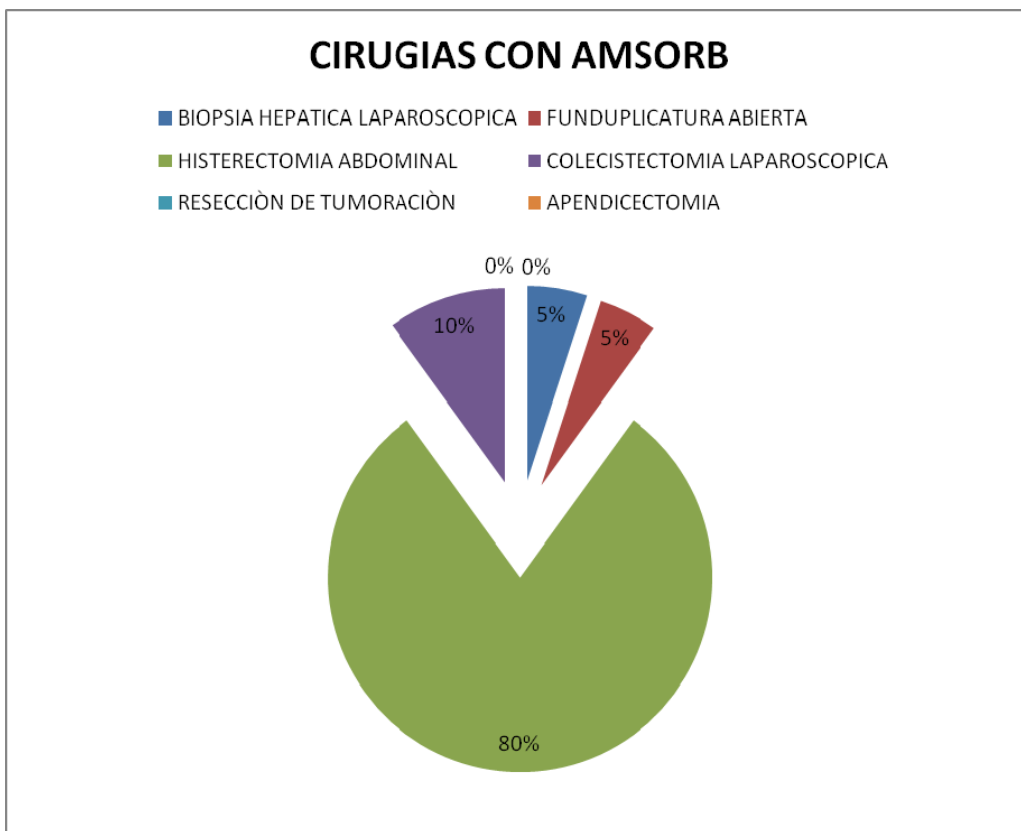
<b>Resumen del procesamiento de los casos</b>						
	<b>Casos</b>					
	<b>Válidos</b>		<b>Perdidos</b>		<b>Total</b>	
	<b>N</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>N</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>N</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>ASA * ABSORBENTE</b>	40	100.0%	0	.0%	40	100.0%
<b>DIAGNOSTICO * ABSORBENTE</b>	40	100.0%	0	.0%	40	100.0%
<b>TIPO DE CIRUGÌA * ABSORBENTE</b>	40	100.0%	0	.0%	40	100.0%

<b>Tabla de contingencia</b>				
Recuento				
		<b>ABSORBENTE</b>		<b>Total</b>
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>ASA</b>	<b>1</b>	14	16	30
	<b>2</b>	6	4	10
<b>Total</b>		20	20	40

## DISCUSIÓN

Este estudio se realizó con el objetivo de disminuir el consumo de sevoflurano con el uso de anestesia general balanceada con flujos bajos, usando un absorbente libre de agentes alcalinos como es el amsorb, esto con el fin de disminuir consumos de anestésico inhalado de una manera segura.

Se realizó cirugía abdominal por diversas patologías a un total de 40 pacientes, todas del sexo femenino, entre 28 y 65 años, ASA I y II, divididos en dos grupos de 20 pacientes cada uno, donde el grupo 1 se realizó la anestesia general balanceada con absorbente amsorb, y el grupo 2 con el mismo número de paciente con absorbente convencional cal sodada.(grafica 1, 2)



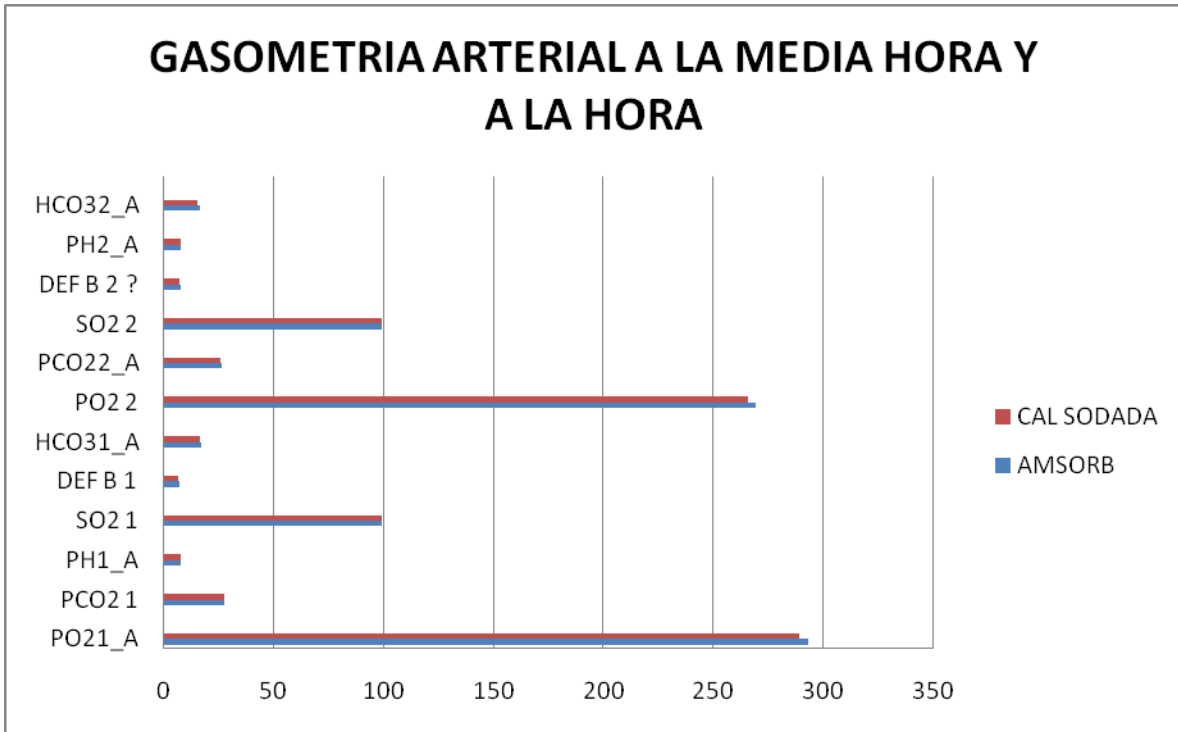
Grafica 1





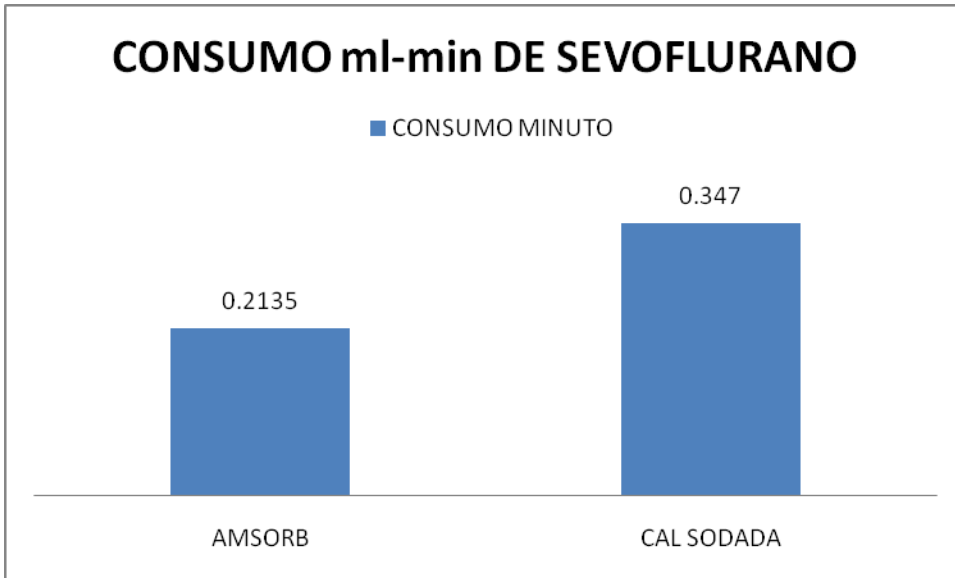
Grafica 2

El grupo de amsorb se manejo con anestesia general balanceada con flujos bajos de O2 de 1 lt/min y el grupo de cal sodada con anestesia general balanceada con flujos normales de 3 lts/min, se realizan dos gasometrías de control para establecer un margen de seguridad dentro de las gases arteriales, donde se comprobó que no hubo diferencias entre las dos gasometrías tomadas, manteniendo la gasometría arterial sin modificaciones y en rangos seguros entre la primera muestra y la segunda los parámetros de PO2, PCO2, pH, BE, HCO3. Demostrando que gasométricamente el uso de ambas técnicas, tanto flujo normal y flujo bajo son seguras, dentro de parámetros gasométricos, para los pacientes. (grafica 3)

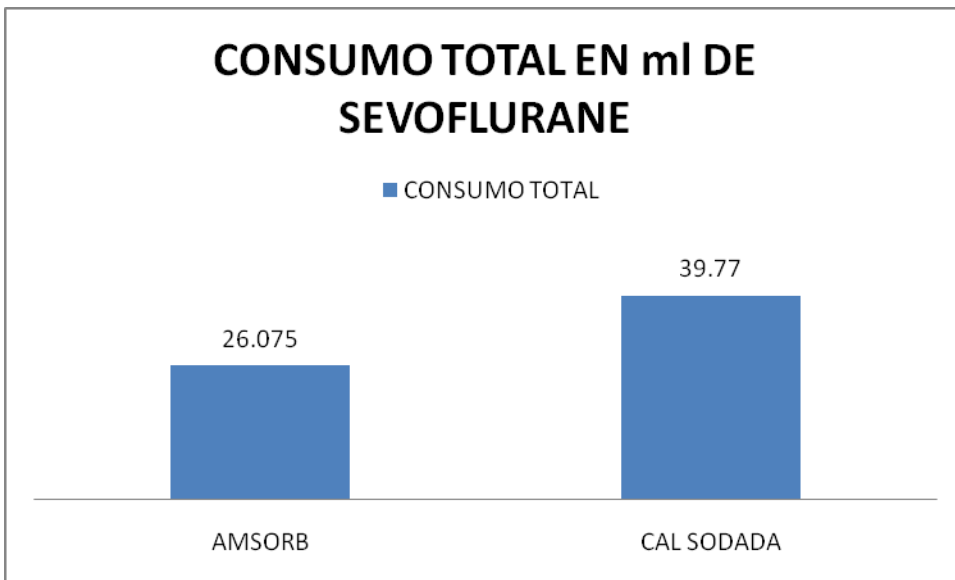


Grafica 3

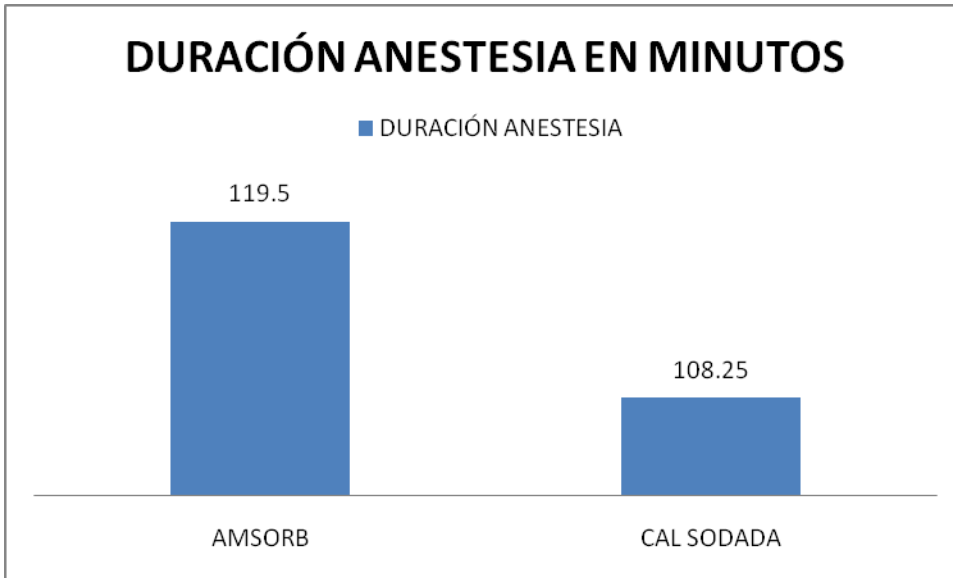
Se cuantifico el consumo de anestésico inhalado Sevoflurano por ml/min, donde las pacientes del grupo amsorb tuvieron un consumo promedio de 0.2135 ml/min, con un promedio de consumo total de 26.075 ml por cirugía; el grupo de cal sodada tuvo un consumo minuto de .3470 ml/min y promedio total de consumo de 39.77 ml por cirugía. La duración de la anestesia fue entre 119.50 y 108.25 minutos. Demostrando el objetivo principal de la tesis, el uso de anestesia general balanceada con bajos flujos disminuye el consumo de anestésicos inhalados de manera significativa en contra parte a la técnica habitual de anestesia general balanceada. (grafica 4, 5, 6)



Grafica 4

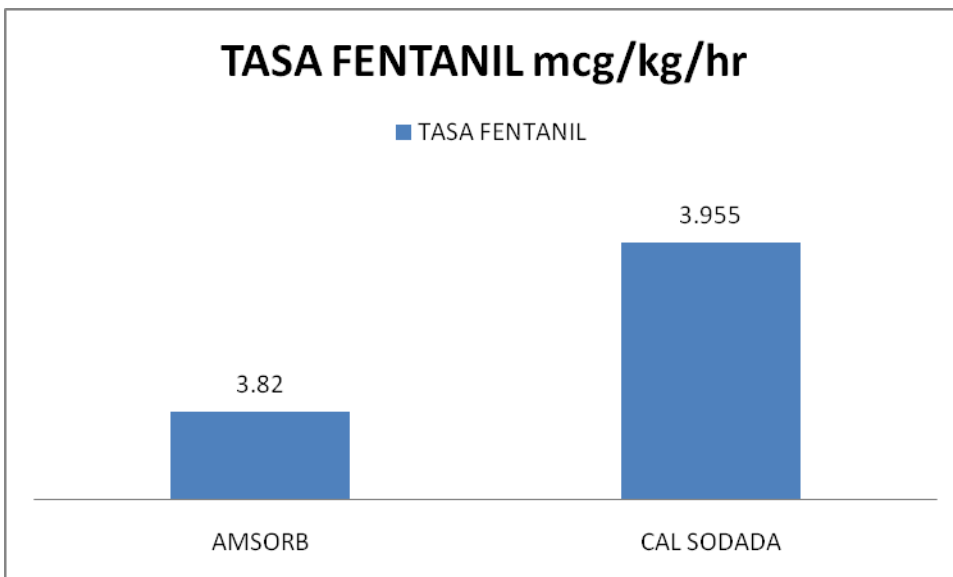


Grafica 5



Grafica 6

Al ser una anestesia de tipo balanceada se uso fentanil como narcotico, el grupo amsorb tuvo una tasa de consumo de 3.820 mcg/kg/hr y el grupo de cal sodada 3.955 mcg/kg/hr. En el estudio no se disminuye la tasa de fentanil con técnica de bajos flujos ya que se maneja el promedio de la tasa de fentanil es muy similar en ambos grupos. (grafica 7 )



Grafica 7

Estadísticamente se encuentran puntos con significancia consumo por minuto en ambos grupos con  $P=0.000$  y consumo total con  $P=0.000$ , demostrando que el estudio muestra una significancia estadística importante.

## **CONCLUSIONES.**

Se concluye que el uso de la anestesia general balanceada con flujos bajos, disminuye el consumo de anestésico inhalado de una manera significativa, en comparación con la técnica habitual de flujo normal o de 3 lts min, la reducción fue del 38.2% con respecto al gasto ml min y del 34.5% con respecto al gasto total, aún cuando el tiempo anestésico fue mayor en las cirugías donde se utilizó la cal sodada.

A pesar de la creencia común de que los flujos bajos nos darán alteraciones gasométricas por el bajo volumen de O<sub>2</sub> que de maneja (.5 a 1 lt), se comprobó que gasométricamente ambas técnicas mantienen parámetros adecuados, lo cual demuestra la seguridad de la anestesia con bajos flujos.

El consumo del opioide se mantuvo en una tasa muy similar en ambos grupos, pero hay que recordar que su administración fue en bolos establecidos, abriendo la posibilidad de disminuir el consumo del mismo.

## **RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS.**

El estudio se baso en cirugías abdominales, pero estos resultados se pueden dar en las distintas cirugías donde se use la técnica general balanceada, abriendo el campo de investigación a cirugías de tercer nivel como cardio-torácicas, neurocirugía y toda aquella donde el uso prolongado de anestésicos inhalados se practique.

Pese a que en este estudio se dio la limitante del uso de una máquina, esta técnica se puede utilizar con máquinas de anestesia con características similares, aún prescindiendo el uso de BIS o del TOF, economizando mas el procedimiento.

Es preciso que las nuevas generaciones inicien el manejo de este tipo de técnica y conocer los nuevos componentes que salen al mercado cada día, esto con el fin de revolucionar o evolucionar la práctica diaria en hospitales de gran concentración como son los de nuestro medio.

## ANEXOS Y APENDICES

### APENDICE 1

#### CONSENTIMIENTO INFORMADO

Fecha \_\_\_\_\_

Por medio de la presente en pleno uso de mis facultades mentales libre y espontáneamente YO \_\_\_\_\_ acepto

participar en el estudio de investigación : La utilización de un absorbente de CO2 libre de hidróxido de sodio, bario y potasio con bajos flujos nos disminuye el consumo de anestésicos inhalados. Previamente autorizado por el comité local de investigación y de ética del hospital Dr. Darío Fernández Fierro del ISSSTE con número \_\_\_\_\_, en donde se me ha informado que la finalidad es utilizar un absorbedor de CO2 en anestesia general balanceada para así disminuir el consumo de anestésicos inhalados, sin efectos colaterales entre otros como reacciones alérgicas, y sus beneficios potenciales como una mejor recuperación y en caso de exponerse mi vida se me cambiara de procedimiento anestésico

Estoy conciente de que puedo ser asignado a alguno de los dos grupos de estudio lo cual será al azar

El investigador principal me ha dado la seguridad de que no se me identificará en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y los datos relacionados con mi privacidad serán manejados en forma confidencial.

Nombre y firma del paciente \_\_\_\_\_

Testigo \_\_\_\_\_

Testigo \_\_\_\_\_

Nombre y firma del investigador \_\_\_\_\_

## APENDICE 2

### HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

**La utilización de un absorbente de CO2 libre de hidróxido de sodio, bario y potasio con bajos flujos disminuye el consumo de anestésicos inhalados.**

FECHA \_\_\_\_\_ No. \_\_\_\_\_

CUMPLE CRITERIOS DE INCLUSIÓN SI  NO

NOMBRE DEL PACIENTE \_\_\_\_\_

EXPEDIENTE \_\_\_\_\_

EDAD \_\_\_\_\_ GENERO M  F  PESO \_\_\_\_\_ Kg

TALLA \_\_\_\_\_ CAMA \_\_\_\_\_ ASA \_\_\_\_\_

SERVICIO \_\_\_\_\_ DIAGNOSTICO \_\_\_\_\_

CIRUGÍA \_\_\_\_\_

SIGNOS VITALES: BÁSALES: TA \_\_\_\_\_ FC \_\_\_\_\_ FR \_\_\_\_\_

Temp. \_\_\_\_\_ SAT O2 \_\_\_\_\_

ABSORVEDOR APLICADO 1  2

HORA INICIO DE A. \_\_\_\_\_ HORA DE TERMINO A. \_\_\_\_\_

HORA INICIO Qx \_\_\_\_\_ HORA DE TERMINACIÓN Qx. \_\_\_\_\_

ALDRETE \_\_\_\_\_

CONSUMO DE SEVORANE EN EL TRANSOPERATORIO \_\_\_\_\_

Y HOJA DE REGISTRO ANESTESICO (COPIA) CON SIGNOS VITALES Y

REGISTRO DE CO2 AL FINAL DE LA EXPIRACION CADA 5 MIN

GASES ARTERIALES

## GLOSARIO

Amsorb: Es un absorbente de dióxido de carbono de nueva generación, libre hidróxidos de metales alcalinos fuertes. Utiliza hidróxido de calcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), como base activa con componentes menores que promueven la velocidad y capacidad de absorción.

BIS: Índice Biespectral monitoreo avanzado derivado del electroencefalograma y que ha demostrado una correlación directa con la profundidad de la sedación y la pérdida de la conciencia. Sus parámetros de seguridad son de 40 a 60.

TOF: Método sencillo y preciso para medir el nivel de relajación muscular de los pacientes que se encuentran bajo la influencia de agentes de bloqueo neuromuscular. Los parámetros proporcionan una indicación objetiva de la transmisión neuromuscular (TNM) utilizando un estímulo eléctrico de un nervio periférico, que le permite realizar una valoración basada en pruebas acerca del estado del bloqueo neuromuscular del paciente. Los datos de TNM resultan valiosos antes, durante y después de la anestesia en el quirófano y también cuando se utiliza la ventilación mecánica en la unidad de cuidados intensivos.



## Bibliografía

- 1 Di Filippo A *et al.* Sevoflurane low-flow anaesthesia: best strategy to reduce compound A concentration. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, **2002**; vol. 46.
- 2 Eger E *et al.* Baralyme dehydration increases and soda lime dehydration decreases the concentration of compound A resulting from sevoflurane degradation in standar anesthetic circuit. *Anesthesia and Analgesia*. 1997; 85: 892-8.
- 3 Holak Ej *et al.* carbon monoxide production from sevoflurane breakdown: modeling of exposures under clinical conditions. *Anesthesia and Analgesia* 2003; 96: 757-64.
- 4 Laster M *et al.* fires from interaction of Anesthetic with Desiccated Absorbent. *Anesthesia Analgesia* 2004; 99: 794-74.
- 5 F. Struys M *et al.* Production of compound A and carbon monoxide in cicle systems: an in vitro comparision of two carbon dioxide absorbent. *Anaesthesia*, **2004**, 59 pp 584-589.
- 6 Grodin Wk *et al.* Soda lime absorption of Isoflurane and Enflurane. *Anesthesiology* 1985; vol. 62(1); pp 60-64.
- 7 Knolle E *et al.* Small Carbon Monoxide Formation in Absorbents Does Not Correlate with Small Carbon Dioxide Absorption. *Anesth. Analg.* 2002; vol. 95; pp650-655.
- 8 Bedi A *et al.* The In Vitro Degradation of Sevoflurane to Formaldehyde Following Exposure to CO<sub>2</sub> Absorbents. Poster Presentation. The Queen's University of Belfast, Northern Ireland
- 9 Kharasch ED. Putting the Brakes on Anesthetic Breakdown. *Anesthesiology* 1999; vol. 91; pp1192-1194
- 10 Berry PD *et al.* Severe Carbon Monoxide Poisoning during Desflurane Anesthesia. *Anesthesiology* 1999; vol. 90: pp613-616 (Case report).
- 11 Stabernack CR *et al.* Absorbents Differ Enormously in Their Capacity to Produce Compound A and carbon Monoxide. *Anesth. Analg.* 2000; vol. 90; pp 1428-1435.
- 12 Higuchi *et al.* The Carbon Dioxide Absorption Capacity of Amsorb is Half That of Soda Lime. *Anesth. Analg.* 2001; vol. 93; pp221-225
- 13 Murray JM *et al.* Amsorb - A New Carbon Dioxide Absorbent for Use in Anesthetic Breathing Systems. *Anesthesiology* 1999; vol. 91; pp1342-1348.
- 14 Schuler HG *et al.* Duration of Activity and Regeneration Potential of a New Carbon Dioxide Absorbent (Amsorb) Compared to Four Other Currently Used Absorbents. *Anesthesiology* 2001; vol. 95; A510. Abstract from ASA 2001, New Orleans.
- 15 Archivos de Armstrong Medical.

16 Knolle E *et al.* Amsorb Changes Colour on Drying Because of the Absence of Strong Base. *Anesthesiology* 2002; vol. 97; no. 3; A1155. Abstract from ASA 2002, Orlando

17 Mchaourab A *et al.* Lack of Degradation of Sevoflurane by a New Carbon Dioxide Absorbent in Humans. *Anaesthesiology* 2001; vol. 94; pp1007-9.

18 Liu J *et al.* Absorption and Degradation of Sevoflurane and Isoflurane in Conventional Anesthetic Circuit. *Anesth. Analg.* 1991; vol. Jun 72(6); pp785-789.