

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

DIRECCIÓN REGIONAL SIGLO XXI

DELEGACIÓN N°3 SUROESTE DEL DISTRITO FEDERAL

HOSPITAL DE ESPECIALIDADES “DR BERNARDO SEPÚLVEDA G.”

CENTRO MÉDICO NACIONAL “SIGLO XXI”

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN MÉDICA

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGÍA

TESIS DE POSGRADO

“PRODUCCION DE MONOXIDO DE CARBONO CON EL USO DE SEVORANE,
AMSORB PLUS Y CAL SODADA”

PRESENTA.

DR SAUCEDO GUTIERREZ ALAN

ASESOR DE TESIS

DR ABDIEL ANTONIO OCAMPO



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.

DRA. LEONOR ADRIANA BARILE FABRIS
DIRECTORA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN LA SALUD DE LA
UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES “DR BERNARDO SEPÚLVEDA G”
CMNSXXI

DR. ANTONIO CASTELLANOS OLIVARES
JEFE DEL SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA Y PROFESOR TITULAR DEL
CURSO UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES “DR BERNARDO SEPÚLVEDA
G” CMNSXXI

DR. ABDIEL ANTONIO OCAMPO
MÉDICO ESPECIALISTA ADSCRITO AL SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA
UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES “DR. BERNARDO SEPÚLVEDA G”
CMNSXXI

Agradecimientos:

A mi padre y hermanas, gracias por todo.

A mis maestros, médicos adscritos y r3, por continuar con la tradición de la enseñanza médica y transmitirme su experiencia y habilidades.

A mi asesor de tesis Dr Abdiel Antonio, por ese apoyo tan grande.

Al Dr Duran médico adscrito del Hospital UMAE Oncología CMNSXXI, por que su ayuda fue determinante en mi especialidad.

INDICE

RESUMEN	5
INTRODUCCION	6
JUSTIFICACION	13
OBJETIVO	13
MATERIAL Y METODOS	13
RESULTADOS	14
DISCUSION	17
CONCLUSION	18
REFERENCIAS	18

I. RESUMEN:

El monóxido de carbono (CO) es un gas que resulta de la combustión incompleta de la materia orgánica y cerca del 10 % del CO atmosférico resulta de fuentes tecnológicas. Los signos y síntomas de la intoxicación por CO depende del porcentaje de saturación y se presentan desde 11% que van desde cefalea leve y dilatación de vasos cutáneos, hasta coma, insuficiencia respiratoria y muerte con 50 a 80%.

Wanken UH et al, encontraron que con hexafluoroisopropanol un producto de degradación del sevoflurano al reaccionar con absorbentes de CO₂ secos producen CO a temperaturas de 70 grados C, sin embargo cuando los absorbedores se encuentran completamente disecados, el desflurano produjo un pico mayor en los primeros 30 min, en contraste con un pico mayor de CO con sevoflurano después de 60 min (6,7).

Material y métodos. Se obtuvo una muestra de 17 pacientes sometidos a anestesia general balanceada con sevoflurano para neurocirugía electiva, previo consentimiento informado por escrito, en 10 de ellos se usó cal sodada y en 7 Amsorb plus, fueron monitorizados y después de la intubación se les colocó una línea arterial de donde se obtuvo una muestra sanguínea para determinación de carboxihemoglobina al inicio y otra 90 a 120 min después. El grupo A formado por siete pacientes en quienes se usó Amsorb plus se encontró una carboxihemoglobina (COHb) inicial promedio de 1.471, y una COHb final de 0.86, que contrasta con los resultados obtenidos en el grupo B correspondiente a diez pacientes en quienes se usó cal sodada, y se encontró una COHb inicial promedio de 1.5 y una final de 1.66. Estos resultados son estadísticamente

significativos y demuestran clínicamente que el Amsorb plus a diferencia de la cal sodada no produce CO.

II. INTRODUCCIÓN:

El Monóxido de Carbono (CO) es un gas incoloro, inodoro, insípido y no irritante, que resulta de la combustión incompleta de la materia orgánica. Junto con el Dióxido de Carbono (CO₂) son los contaminantes más abundantes en las capas inferiores de la atmósfera. La concentración media es de 0.1 ppm (partes por millón). Las fuentes naturales, como la oxidación atmosférica del metanol, los incendios forestales, la oxidación de la terpina y la descomposición orgánica por microorganismos del océano son responsables del 90% del CO; la actividad humana, a través de las fuentes tecnológicas produce cerca del 10%. (1)

Los signos y síntomas de la intoxicación por monóxido de carbono dependen del porcentaje de saturación como siguen a continuación:

% de saturación de COHb	Signos y Síntomas
0-10	Ninguno
11-20	Cefalea leve, dilatación de vasos cutáneos
21-30	Palpitación en las sienes
31-40	Debilidad, mareos, visión borrosa, náuseas, y cefalea intensa
41-50	Colapso o síncope, Taquipnea y taquicardia
51-60	Coma o convulsiones; Cheyne-Stokes
61-70	Depresión de las funciones cardíacas y respiratorias
71-80	Insuficiencia respiratoria y muerte.

Los tejidos más afectados son los más sensibles a la falta de oxígeno, como el cerebral y el cardíaco, y las lesiones son predominantemente hemorrágicas. En el paciente

anestesiado el reconocimiento de la intoxicación es difícil, debido a que todos estos síntomas pueden estar enmascarados por efecto de los fármacos anestésicos que se han administrado. Algunos signos que pueden sugerir este tipo de intoxicación (luego de descartar las causas más comunes) son hipotensión, hipoxemia, y color rojo cereza en la piel y mucosas.

Se mencionan cuatro mecanismos de toxicidad 1) la combinación con la hemoglobina para formar carboxihemoglobina (COHb). En esta forma la hemoglobina no puede transportar oxígeno, ya que ambos gases reaccionan con el mismo grupo de moléculas de la hemoglobina. Ésta tiene una afinidad mayor (240 veces) por el CO que por el oxígeno, pero hay que tener en cuenta que aunque la capacidad de transporte de oxígeno esté afectada, la presión arterial de oxígeno (PaO₂) no, de ahí que no se presente estimulación de los quimiorreceptores carotídeos y aórticos, y las variables hemodinámicas sólo se afectan con las concentraciones altas de COHb. (1) Otro efecto del CO para disminuir la cantidad de oxígeno tisular es por la influencia inhibitoria de la COHb sobre la disociación de la oxihemoglobina todavía presente (desviación de la curva de disociación de Hb a la izquierda); (1,2) algunos denominan este mecanismo como CO-hipoxemia. 2) El metabólico, que está mediado por la unión del CO a las hemoproteínas de los citocromos celulares, alterando la actividad enzimática y la función mitocondrial. (2) 3) La peroxidación lipídica cerebral, que produce un estrés oxidativo en las células nerviosas con la producción de radicales libres y conversión de xantina deshidrogenasa a xantina oxidasa (3); clínicamente se manifiesta con los síntomas tempranos a nivel del SNC, y 4) el comportamiento del CO como un neurotransmisor gaseoso, mimetizando o interfiriendo con la función de los neurotransmisores gaseosos tipo óxido nítrico (NO). (3,4)

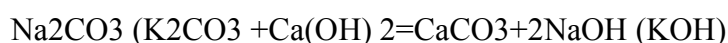
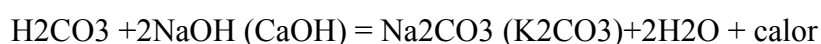
Los factores que inciden sobre esta toxicidad dependen de la concentración del gas en el aire inspirado, la duración de la exposición, el volumen minuto inspiratorio, el gasto cardiaco (de ahí que se afecte más los niños), el requerimiento tisular de oxígeno (más peligroso en el cardiópata) y la concentración de hemoglobina (que explica el mayor compromiso en pacientes anémicos). (5) Existen datos que confirman que el isoflurano, enflurano y particularmente el desflurano son productores de CO al estar en contacto con absorbentes de CO₂ disecados por aproximadamente 48 hrs, favoreciendo con esto la producción de concentraciones letales de COHb en modelos porcinos. El Sevoflurano es uno de los anestésicos inhalados más fácilmente degradables aún en cal sodada hidratada, de manera que una serie de productos de degradación del sevoflurano han sido identificados, pero las mediciones de CO no se han reportado en estos estudios.

Warnken UH, et al; encontraron que hexafluoroisopropanol un producto de degradación del sevoflurano al reaccionar con absorbentes de CO₂ secos producen CO a temperaturas de 70 grados C no así a temperaturas menores, los absorbentes parcialmente disecados producen disminución de concentraciones de CO al final de los primeros 30 min con isoflurano, desflurano y sevoflurano, sin embargo cuando los absorbentes se encuentran completamente disecados, el desflurano produjo un pico mayor en la concentración de CO en los primeros 30 min, en contraste con un pico mayor de concentración de CO con sevoflurano después de 60 min de contacto con el absorbente de CO₂ completamente disecado. (6,7) la producción de CO depende del contenido de agua de los absorbentes de CO₂ con la mayoría de los anestésicos volátiles, no así con el sevoflurano, ya que en estudios clínicos se ha demostrado que en las concentraciones de COHb y la cantidad de producción de CO al reaccionar con

isofluorano, enflurano y desfluorano con absorbentes disecados es inversamente proporcional a la cantidad de agua, por ejemplo; el desfluorano produce aproximadamente 10 veces más CO con el absorbente disecado que con un absorbente disecado por solo 24 hrs, en contraste el sevofluorano con una ventilación minuto (Ve) de 5 l y el absorbente disecado 24 hrs o después de un disecado completo, presenta concentraciones similarmente altas de CO durante los primeros 60 min, por lo tanto se presume que a mayor Ve se incrementa el contacto del sevofluorano con el absorbente resultando una mayor reacción química con el mismo. (8,9)

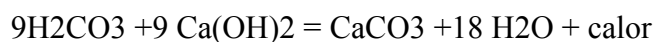
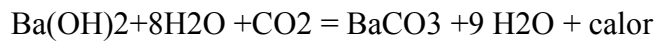
Hoy en día existen tres tipos de absorbentes utilizados en anestesia general para la absorción de CO₂ de uso clínico: la cal sodada (soda lime), el hidróxido de cal baritado (soda baralyme) y de la más reciente aparición la carboline o Amsorb.

La soda lime, consiste en 94% de hidróxido de calcio 5% de hidróxido de sodio, 1% de hidróxido de potasio y un contenido de agua de 15%. Se agregan cantidades de sílice para producir silicato de calcio y sodio. Esta adición produce un compuesto duro y disminuye la formación de polvo, la eficiencia de la absorción varía en forma inversa a la dureza. El hidróxido de sodio es el catalizador de las propiedades absorbentes del CO₂ de la cal sodada. La reacción es la siguiente:



El hidróxido de cal baritado (baralyme), contiene 80% de hidróxido de calcio, 20 % de hidróxido de bario y un contenido de agua de 13 %. Algunas sodas baralyme presentan 4.6% de hidróxido de potasio, es más estable que la sodalime y no requiere union de silice. El catalizador es el hidróxido de bario. La soda baralyme es más densa y 15% menos eficiente en relación con su peso para absorber el CO₂.

La reacción es la siguiente:



Estos dos tipos de sodas se consideran sistemas de absorción que poseen bases fuertes (hidróxidos monovalentes de sodio o de potasio); la máxima cantidad de CO₂ que puede absorber es de 26l de CO₂ por 100g de absorbente. Sin embargo la canalización de gas a través de los granulos puede reducir considerablemente esta eficiencia y permitir que solo 10-20 l de CO₂ se absorban en realidad⁽¹⁰⁾.

El absorbente más nuevo, amsorb, no tiene bases fuertes, consiste en hidróxido de calcio (70%) con un humectante compatible que es cloruro de calcio (0.7%) y dos agentes que le dan más dureza y porosidad, el sulfato de Ca 0.7% y la polivinilpirrolidina (0.7%) y un contenido de agua de 28%, las ventajas de este nuevo agente de acuerdo a Murria y cols en estudios in vitro es haber demostrado efectividad como absorbente del CO₂ sin reaccionar químicamente con sevorano, enflorano y desflorano. ⁽¹¹⁾

Reacciones químicas de los anestésicos con los absorbentes de CO₂:

Los anestésicos con grupo difluorometil-eter son convertidos rápidamente por substracción de un protón por el catalizador a difluorometil etil eter carbanión. Ese carbanión en presencia de suficiente agua puede retomar el protón y regenerar el anestésico original. En ausencia de suficiente agua, el carbanión puede eliminar el anión halogenado y descomponerse en difluorocarbono y su correspondiente aldehído. Este difluorocarbono puede subsecuentemente reaccionar con el catalizador (hidróxido) y/o con el agua residual del difluorocarbono también podría reaccionar con el CO₂ o la sílice para formar monóxido de carbono. (12)

La formación de monóxido de carbono es inversamente proporcional al contenido de agua. Por analogía de la reacción explicada anteriormente, la abstracción del protón realizada por el catalizador es rápidamente reversible por la presencia de agua y así se impide la formación de carbanión en difluorocarbono (precursor de CO). Estas reacciones químicas descritas de manera detallada por Baxter y cols permiten comprender que la presencia de bases fuertes como el hidroxido de potasio de sodio son cruciales en la deshalogenización del sevorano a compuesto A y en la producción de CO a partir del difluorocarbono; a su vez esta reacción catalítica es mayor con hidróxido de potasio que con hidróxido de sodio. En conclusión Baxter y cols sugieren diseñar un agente anestésico más seguro que no reaccione con las bases fuertes, Murray en cambio al remplazar la bases fuertes por hidróxido de calcio logra tener un absorbente de CO₂ más seguro utilizando los agentes anestésicos actuales. (13, 14)

Existen pocos estudios que comparan los efectos de los 3 principales absorbentes de CO₂ (Amsorb plus, cal baritada, y cal sodada) y la asociación con los anestésicos volátiles in vivo, Kharash et al, encontró que a) usando un canister con cal baritada parcialmente deshidratada con 8.2 vol% de desflurane y 1.6% de isoflurane observó 9400 y 1300 ppm de CO y 45% y 15% de COHb respectivamente, b) usando un canister con cal sodada completamente disecada con 7% de desflurane y 1.5% de isoflurane observó 5500 y 1000 ppm de CO y 58% y 18% de COHb respectivamente, c) por último usando 7.5% de desflurano en dos canister parcialmente deshidratados de cal baritada y cal sodada observó aproximadamente 14000 y 9000 ppm de CO y 73% y 52% de COHb respectivamente, sin embargo el Amsorb plus no produjo CO detectable ni incrementos en las concentraciones de COHb además sin causar decrementos en la saturación de la oxihemoglobina (O₂Hb). (15)

Otra de las ventajas que ofrece el amsorb plus en comparación con la cal sodada es que esta última al encontrarse saturada presenta cambio de los granulos a una coloración violacea el cual se presenta como un indicador de producción de CO₂ pero esta se presenta transitoriamente lo cual puede dar falsos positivos y falsos negativos a diferencia de lo que sucede con el amsorb plus, el cual cuando se encuentra saturada presenta una coloración rosada que a diferencia del anterior es permanente por lo cual es un indicador de que requiere cambio de la misma. (16)

III. JUSTIFICACION

En nuestro medio nunca se ha cuantificado la producción de CO en investigación clínica ni mucho menos como monitoreo durante el transanestésico, por el uso de absorbedores de CO₂ ni su impacto clínico, motivo por el cual es necesario estudiar si hay producción de CO, con este nuevo absorbedor. Cabe mencionar que las repercusiones fisiológicas y clínicas por intoxicación con CO son bien conocidas, por ello es importante registrar y conocer las variaciones de este compuesto en el transanestésico y verificar si en verdad existen absorbedores de CO₂ que no producen monóxido de carbono.

IV.OBJETIVO

Demostrar que el Amsorb plus no forma monóxido de carbono en comparación con cal sodada en la anestesia general balanceada, al utilizar sevoflurane como anestésico inhalatorio.

V. MATERIAL Y METODOS

Una vez autorizado el proyecto de investigación por el comité local de ética e investigación de la UMAE HECMN siglo XXI y previo consentimiento informado por el paciente o familiares; se estudió a 17 pacientes con un rango de edad de 38 a 78 años, 8 mujeres y 9 hombres, asa II, sometidos a anestesia general balanceada, sometidos a cirugía mayor electiva (neurocirugía), con sevoflurane como anestésico volátil, a diez de ellos con cal sodada y a 7 con Amsorb plus como absorbedor de CO₂. Se excluyó del estudio a todos los pacientes con patología renal, pulmonar, hepática y oftalmológica. De forma aleatoria previo consentimiento informado (ver anexo 1) se formaron dos grupos, el grupo A en el que se utilizó cal sodada con sevoflurane a 1.6-2.5% y el grupo B en el que se utilizó amborb plus con sevoflurane de 1.6-2.5%, se vigiló los signos vitales del paciente (frecuencia cardiaca, cardioscopio con derivaciones DII y V5, SPO₂, ETCO₂, PAM), MAC del sovoflurane y flujo de O₂ con monitor multiparámetros digital Datex AS/3, se utilizó un solo tipo de canister, con una capacidad aproximada de un litro en volumen. Una vez intubado el paciente y conectado a ventilación mecánica controlada, con circuito respiratorio semicerrado, FiO₂ del 100% con flujo de O₂ de 3 l por minuto. Se canuló arteria radial o pedia y se monitoreó PAM, a continuación se obtuvo la 1er muestra de gasometría y se determinó el porcentaje de Carboxihemoglobina (COHb), y se toma una segunda determinación 90-120 min después. Todos los datos se recolectaron en una hoja de registro especial para el estudio donde se recopilan además nombre, fecha, edad, sexo, signos vitales, gasometrías, núm. de afiliación, cirugía programada, cirugía realizada, tiempo

anestésico, tiempo quirúrgico y el tipo de absorbedor en cada caso (ver hoja de recolección de datos anexo 2).

VI. RESULTADOS

Se estudió una muestra de 17 pacientes, todos manejados con anestesia general balanceada, en circuito semicerrado con absorbedor de CO₂, a quienes se les realizó cirugía programada con diferentes diagnósticos. Se dividieron en dos grupos por muestreo no probabilístico. El grupo A conformado por 7 pacientes, cuatro mujeres y 3 hombres, con absorbedor de CO₂ Amsorb plus, edad promedio de 60 ± 13.01 años, clasificados como ASA II, el tiempo anestésico promedio fue de 3.37 hrs.

		PROMEDIO	D.E.
AMSORB PLUS	EDAD	60.00	13.01
	Tiempo anestésico	3.37	.58
	Tiempo qx	2.164	.446
	TAM1	76.29	12.38
	TAM2	81.14	12.81
	FC1	71.43	7.79
	FC2	72.86	6.99
	FR1	10.14	.38
	FR2	10.14	.38
CAL SODADA	EDAD	56.00	14.17
	Tiempo anestésico	4.04	1.55
	Tiempo qx	3.140	1.206
	TAM1	81.80	14.01
	TAM2	75.40	5.02
	FC1	71.80	11.64
	FC2	71.20	14.47
	FR1	10.80	1.32
	FR2	10.90	1.37

Tabla 1. Monitoreo de signos vitales al tomar la línea arterial y 90 a 120 min después.

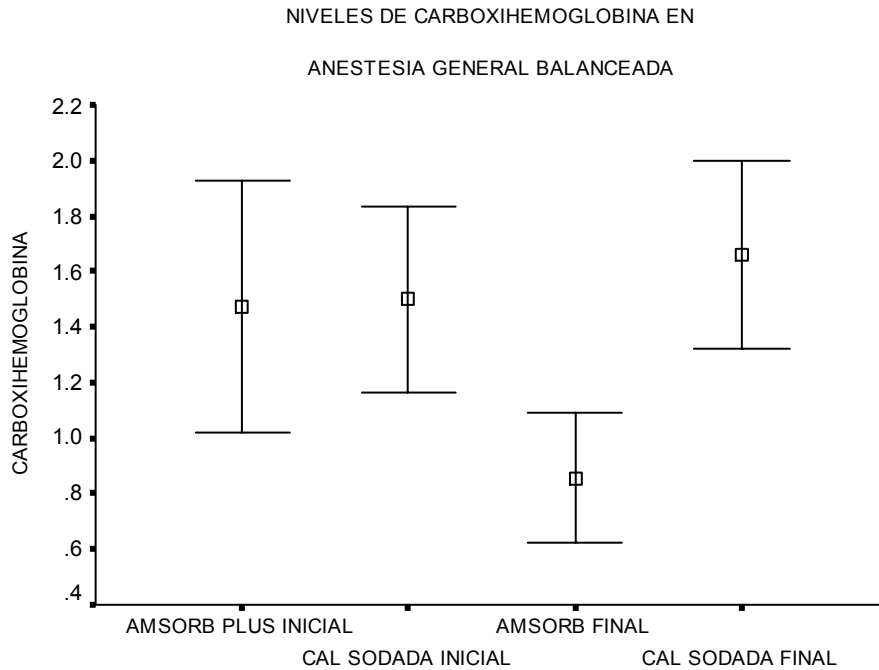
Las constantes cardiovasculares promedio fueron estables no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. (ver tabla 1). En esta muestra se obtuvo una COHb inicial promedio de 1.471 ± 0.492 % y la final promedio fue de 0.86 ± 0.25 % (ver tabla

2). Hubo diferencia estadísticamente significativa ya que a los 120 minutos se presenta disminución de la concentración de carboxihemoglobina.

	PROMEDIO	D.E.
AMSORB PLUS	COHb inicial	1.471
	COHb final	.86
CAL SODADA	COHb inicial	1.500
	COHb final	1.66

Tabla 2. Registro de COHb. El registro inicial corresponde al momento después de tomar la línea arterial, y el registro final se tomó 90 a 120 min después del primer registro.

El grupo B conformado por 10 pacientes, cuatro mujeres y seis hombres, con absorbedor de CO₂ cal sodada, edad promedio de 56 ± 14.17 años clasificados como ASA II, el tiempo anestésico fue de 4.04 ± 1.55 hrs. Las constantes cardiovasculares fueron estables (ver tabla 1). En esta muestra se obtuvo una COHb inicial promedio de 1.5 con una DE de 0.467, y una final de 1.66 con una DE de 0.47% (ver grafico 1).



GRAFICA 1. VALORES PROMEDIO

VII. DISCUSIÓN

El monóxido de carbono en el ser humano representa un tóxico que se ha encontrado ejerce efectos nocivos a concentraciones a partir de 11% de saturación en hemoglobina, comprometiendo la hematosi, la perfusión y alterando el funcionamiento de órganos vitales como el cerebro, los pulmones y el corazón principalmente, pero en general todo el organismo.(1) El sevofluorano puede ser degradado a compuestos potencialmente tóxicos cuando es expuesto a absorbedores de CO₂ que contienen hidróxido de sodio y/o hidróxido de potasio. Uno de los productos de esta reacción es el monóxido de carbono.(6, 7)

El presente estudio encontró que los registros de porcentaje de COHb disminuyeron del primer al último registro al usar Amsorb plus que según esta referido antes no produce monóxido de carbono, al no reaccionar químicamente con los anestésicos volátiles,(11)

probablemente la mezcla de gases que maneja el circuito anestésico elimine con cada ciclo de ventilación el monóxido de carbono en las vías respiratorias, a diferencia de el uso de cal sodada que aumento ligeramente, aunque no representó niveles tóxicos, pero que podría ser acumulable en un tiempo prolongado de anestesia general balanceada y en base a este estudio podemos recomendar el monitoreo de COHb cuando se prolongue o incluso preferir Amsorb plus cuando se anticipa un tiempo quirúrgico y anestésico largo. Desde luego, en el remoto caso en que un paciente con exposición a monóxido de carbono requiera cirugía de urgencia, tendrá una indicación absoluta del uso de Amsorb plus.

VII. CONCLUSIÓN

El absorbedor de CO₂ Amsorb plus no produce CO comparado con cal sodada. Amsorb plus es un absorbedor de CO₂ que se ha demostrado no produce CO detectable y además permite reducir los niveles de COHb durante una anestesia general balanceada lo que lo hace un absorbedor de CO₂ preferible en cirugías de larga duración.

VIII. REFERENCIAS

1. Curtis DK. Capitulo 67, Tóxicos ambientales no metálicos. Goodman & Gilman. Bases farmacológicas de la terapéutica. Novena edición.
2. Kharasch, ED: Inhalation Anesthetic toxicity: Current controversies. In Annual Refresher Course Lectures. New Orleans 1996; 144, 3-7-
3. Eisenkraft JB. Complications of Anesthesia Delivery Systems. In Annual Refresher Course Lectures. Oct, 1996; 255, 4
4. Dawson TM, Snyder SH. J. Neurosci 1994; 14: 5147-59.
5. Woehlck HJ, Dunning MBIII, Connolly LA. Reduction in the incidence of carbon monoxide exposures in humans undergoing general anesthesia. Anesthesiology 1997; 87: 228-34
6. Warnken UH, Wissing H, Förster H. Sevoflurane and dry lime: is the carbon monoxide formed a reaction product from hexafluoroisopropanol? Anesthesiology 2000; 93: A1165.
7. Wissing h Kuhn I, Warnke U, Dudziak R. Carbon monoxide production from desflurane, enflurane, halothane, isoflurane and sevoflurane with dry soda lime. Anesthesiology 2001; 95: 1205-12.
8. Woehlck HJ, Dunning MBIII, Raza T, et al. Physical factors affecting the production of carbon monoxide from anesthetic breakdown. Anesthesiology 2001; 94: 453-6.
9. Kharash ED. Powers KM, Artru AA Comparison of amsoorb, sodalime, and baralyme degradation of volatile anesthetics and formation of carbon monoxide and compound A in Swine in Vivo. Anesthesiology 2002 (January); 96 :5.

10. Fang ZX, Eger II, Laster MJ et al. Carbon monoxide production from degradation of desflurane, enflurane, isoflurane, halothane and sevoflurane by soda lime and baralyme. *Anesth Analg* 1995; 80 :1187-93.
11. Yakamaga M, Yamada S, Chen X, et al carbon dioxide absorbents containing potassium hydroxide produce much larger concentrations of compound A from sevoflurane in clinical practice. *Anesth Analg* 2000; 91: 220-5
12. Barash P, Cullen B, Stoeling R: *Sistemas de administración para anestésicos inhalados*. J.B. Lippincott Company Philadelphia. *Anestesia clinica*, capítulo 22: 648- 650, 1999.
13. Murria JM, Craig WR, Maid B et al. Amsorb A new carbon dioxide absorbent for use in anesthetic breathing systems. *Anesthesiology*; 1999 (nov), vol;91 no 5 1192-4.
14. Baxter PJ, Garton K, Karasch ED. Mechanistic aspects of carbon monoxide formation from volatile anesthetics. *Anesthesiology*; 1998(oct), vol :89, No. 4 929-41.
15. Karasch ED: Putting the brakes on anesthetic breakdown . *Anesthesiology* 1999: 91: 1192-4.
16. Warken UH. Asskali F. Förster H. Compound A, methanol, and dimethoximethane production by decomposition of sevoflurane with dry CO₂ absorbents *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 1998; 33 : FP-E 304.8 S415.

Anexo 1

Consentimiento informado

México D. F. a _____ de _____ del 2006

Por medio de la presente acepto participar en el proyecto de investigación titulado:
“PRODUCCION DE MONOXIDO DE CARBONO CON EL USO DE SEVORANE,
AMSORB PLUS Y CAL SODADA”.

Declaro que me han informado ampliamente sobre el objetivo del proyecto así como de los beneficios derivados de mi participación en la investigación médica. El investigador principal me informa que no existe riesgo para mi salud y también de los medios alternativos para el manejo de mi procedimiento anestésico si fuera necesario.

Entiendo que conservo el derecho de no aceptar ser incluido en cualquier momento de dicho proyecto y cuando lo considere conveniente sin que ello afecte la atención médica que recibo del Instituto Mexicano del Seguro Social.

Firma del paciente

Médico responsable

