

11202  
2ej.67



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

División de Estudios Superiores

Hospital General "Lic. Adolfo López Mateos"

I. S. S. S. T. E.

RIESGOS PROFESIONALES EN ANESTESIOLOGIA

*Vó Bo.*  
*[Signature]*

TESIS DE POST-GRADO

*[Signature]*

Que para obtener el Título en  
la Especialidad de Anestesiología

presenta

DR. GERARDO RAUL MENDIETA HERNANDEZ



FAKTA DE ORIGEN  
TESIS CON

México, D. F.

Febrero, 1987



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.

## CONTENIDO

	PAG.
INTRODUCCION.-	4
ANTECEDENTES.-	7
GENERALIDADES.-	11
MATERIAL Y METODOS .-	28
RESULTADOS.-	29
RECOMENDACIONES.-	37
BIBLIOGRAFIA	40

## I N T R O D U C C I O N

Desde sus inicios la capacidad productiva del hombre se vió disminuida por los accidentes ocurridos en sus actividades; la caza y la pesca, - ocupaciones primordiales de la época. Más tarde y a medida que avanza el tiempo surgen nuevas tareas y el hombre se enfrenta a las enfermedades ocasionadas por su ocupación o tipo de trabajo.

El término " Riesgos Profesionales ", quedan comprendidos los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio y con motivo del trabajo.

Enfermedad de trabajo, es todo estado patológico derivado de la - acción continua de una causa que tenga su origen y motivo en el - trabajo o en el medio donde el trabajador se vea obligado a prestar sus servicios.

La enfermedad ocupacional, constituye una consecuencia de las - condiciones imperantes en el ambiente de trabajo. Comprueban - este aserto diversos estudios estadísticos que demuestran la existencia de una correlación entre el número de enfermedades ocupacionales y las condiciones de sustancias tóxicas en el medio - ambiente de los lugares de trabajo.

Las enfermedades ocupacionales son originadas por la combinación de:

- a) Una concentración ambiental de contaminantes superior a los límites permisibles.
- b) Un tiempo de exposición de los trabajadores suficientemente largo.

Existe un alto desconcierto acerca de los posibles efectos dañinos, de las concentraciones de los desperdicios de gases anestésicos en las salas de operaciones para los trabajadores que laboran en ellas.

Diversos experimentos apoyan la evidencia de que los gases anestésicos, son un riesgo para la salud. Se han realizado diferentes estudios acerca de los efectos de estos agentes sobre la fertilidad, reproducción, teratogenicidad y carcinogénesis. Estos estudios incluyen: estudios celulares, hematopoyéticos en animales. Muchos de éstos estudios describen los niveles de esas "huellas anestésicas", reportando los efectos que se han encontrado después de la exposición crónica a esos niveles.

Se han revisado los efectos celulares de diferentes gases anestésicos como por ejemplo su efecto antimitótico (en el ether, cloroformo, ciclopropano y etileno), muchos de éstos poseen el mismo efecto

antimitótico de la colchicina que inhibe la mitosis en metafase.

A concentraciones de 1 MAC de Halotano en el ratón, continúa su -  
desarrollo pero en un rango disminuido. A concentraciones mayores el  
Halotano reduce la división celular.

Green y Eastwood, reportan diferencias en la cuenta leucocitaria -  
posterior a la exposición a óxido nitroso. (6).

Los estudios en animales son la única alternativa práctica para pre-  
decir como se podrán comportar los humanos expuestos crónicamente a  
los anestésicos.

En estudios en anestesiólogos se han reportado resultados similares  
a los siguientes: 78.5% reporto cefaleas, 49% aumento de irritabi-  
lidad, 84.8% fátiga, en mujeres hasta 20% de abortos, concluyen en -  
que la exposición crónica a los niveles " huella " de anestésicos -  
aumenta en alto grado la irritabilidad nerviosa, tensión emocional -  
y alteración de la capacidad de concentración.

Otro hallazgo importante la alta incidencia de enfermedad hepática

La ASA y NIOSH (National Institute For Occupational Safety and -  
Health), consideran estos experimentos y la evidencia epidemiológi-  
ca suficientemente fuerte para la aplicación urgente de técnicas de  
desecho para los gases anestésicos en la sala de operaciones.

## ANTECEDENTES

Al terminar el siglo XVIII, el trabajo de muchos investigadores se orientó al estudio de la química de los gases. Sir Thomas Beddoes, (1760-1808), inició el estudio de los gases en el hombre. Humphrey Davy, en 1799, se encargó del laboratorio de Beddoes, con instrucciones de hacer experimentos respecto a la acción del bióxido de carbono y del óxido nitroso. Describió los métodos para obtener el gas y los efectos del mismo en los seres humanos. Los experimentos incluyeron al propio Davy; y a muchos visitantes distinguidos. Se utilizó a partir de esa fecha y en forma clínica hasta 1844. El óxido nitroso se elimina casi por completo por los pulmones, algo por la piel y una fracción aparece en sudor, orina y gases intestinales. La eliminación a través de los pulmones es rápida y cabe que no pueda estimarse óxido nitroso en la corriente sanguínea después de 10 minutos.

El óxido nitroso y el Halotano, han sido los dos agentes inhalatorios más usados clínicamente. El Halotano fué descubierto en Inglaterra por Suckling (1951), quién estudio varios compuestos fluorados no explosivos sintetizando el 2-bromo 2-cloro 1.1.1 trifluoroetano.

Si bien el Halotano, ha sido designado como el prototipo de los

anestésicos halogenados la biodegradación se estableció después de varios años de su introducción clínica que fue en 1956. El hígado - se ha demostrado como el sitio primario de su metabolismo, significan- tes cantidades de metabolitos no volátiles son concentrados en este órgano.

Con el tiempo, sin embargo, éstas concentraciones disminuyen cuando éstos metabolitos no volátiles son excretados lentamente por los - ríñones, en un 12 - 24.8% del anestésico absorbido. (25).

En 1920 Hamilton, reportó "Envenenamiento con ether", caracterizado por una variedad de síntomas gastrointestinales y del sistema nervio - so central, entre trabajadores expuestos a vapores de ether.

En 1949, se reportó en un cirujano, una enfermera y un anestesiólogo, una gran variedad de síntomas desde depresión, anorexia, cefalea, pérdida de memoria, síntomas periodontales, alteraciones electrocar- diográficas, al permanecer dentro de la sala de operaciones por un - largo período de tiempo.

Siempre que los agentes anestésicos inhalados son utilizados, la - atmósfera de la sala de operaciones se ve contaminada por los desper- dicios de los gases anestésicos.

La gran importancia acerca de las concentraciones de los gases -

anestésicos empezó en 1967, cuando Vaisnan, reportó un estudio de 354 anesthesiólogos en Rusia. Si bien anécdotas largas y no controladas atraen la atención sobre la posibilidad que pequeñas concentraciones de anestésicos puedan ser perjudiciales. Esta materia ha tomado interés en otros países y sus resultados parecen confirmar los hallazgos de Vaisnan. ( 11, 9 ).

En 1970, en el congreso de salud y seguridad ocupacional, el acta estableció NIOSH ( Instituto Nacional para la Salud y Seguridad Ocupacional ), con la responsabilidad de conducir y fundar investigaciones de los peligros de la exposición y recomendar niveles seguros; también se estableció OSHA ( Administración de la Salud y Seguridad Ocupacional) ( 11 )

Una gran variedad de evidencias sugieren que la exposición a pequeñas dosis de gases anestésicos, como ocurre en el medio ambiente ocupacional, ( lugar de trabajo ), es un factor riesgozo. Los estudios epidemiológicos avanzados muestran evidencia del incremento en éstos riesgos. ( 2 ).

De acuerdo con el número creciente de investigaciones de la exposición ocupacional a concentraciones "huella" de gases anestésicos.

Mientras que los investigadores aún no están de acuerdo en aprobar y algunos consideran inapropiado sugerir una relación de causa-efecto en éstos momentos, es prudente revisar la evidencia de que

la exposición prolongada al aire contaminado con gases anestésicos constituye un peligro para la salud. Aumento en el cáncer cervical ( Brown, 1980 ), ( Vessex, 1978 ), Abortos ( Cohen, Grift, 1971 ) y enfermedad neurológica ( Brodosky, Cohen y Brown, 1980 ).  
( 5, 6, 20 ).

## GENERALIDADES

Halotano. En la época actual, el progreso de la anestesia ha ido acompañada de la introducción de nuevos agentes, este desarrollo ha llevado a la introducción de nuevos agentes volátiles, la necesidad de encontrar un agente volátil, que no fuera explosivo, ni inflamable, llevó a la síntesis del bromo-clorotrifluorooctano (Halotano), un hidrocarburo fluorinado líquido volátil, potente y seguro (no explosivo ni inflamable). Introducido en la práctica clínica en 1956, como un anestésico potente, que rápidamente se extendió su uso, debido a sus propiedades.

El Halotano, es un líquido transparente, incoloro, pesado, con un olor agradable y no irritante. Dos veces más potente que el cloroformo y cuatro veces más potente que el ether.

Inicialmente, se consideró que el Halotano era inerte y por lo tanto no sufría degradación en el organismo del hombre, pero estudios posteriores indicaron que, este anestésico es metabolizado en el organismo en forma parcial. Se ha calculado que cuando menos el 12% se metaboliza en el cuerpo.

El hígado se ha considerado como el sitio primario del metabolismo por medio de un proceso de metabolismo oxidativo y desbromación,

básicamente por acción de enzimas que necesitan NADPH y oxígeno molecular. ( 13,25,31 ).

Significantes cantidades de metabolitos no volátiles se han encontrado en hígado, con el tiempo estos metabolitos disminuyen cuando son excretados lentamente por los riñones, en un 12-24% del anestésico - absorbido.

La eliminación de pequeñas cantidades de metabolitos volátiles - ocurre por vía pulmonar. Se han identificado en gases exhalados -- de pacientes anestesiados con halotano, la presencia de metabolitos volátiles, 2-Cloro, 1,1,1 trifluoroetano y 2 Cloro, 1,1, difluoretileno, además de un producto metabólico de descomposición: 2- Bromo-2-Cloro-1,1, difluoretileno, por medio de cromatografía de masa en espectro gaseoso. ( en circuitos cerrados, semicerrados y de no -- reinhalación ). Indicando la descomposición del Halotano. (25)

Los productos de biotransformación del Halotano son el bromuro y - ácido trifluoroacético que aparecen en la orina. ( 13,25,30,31 ).

Si bien los metabolitos volátiles y los productos de descomposición cuentan una relativa pequeña fracción de la total biodegradación - de la molécula, la identificación de esos metabolitos es importante para entender las rutas metabólicas del Halotano y reconocer su -

potencial de toxicidad. La biodegradación del Halotano, ha sido -  
demostrada como un procedimiento a través de rutas oxidativas y de  
reducción.

Entre los metabolitos urinarios se incluye al ácido trifluoroacético  
N-trifluoroacetil-ethanolamida y N-acetil-S-(2-bromo-2-cloro-1-1-di-  
fluoroacetil ) cisteína, además bromuros y fluoruros libres (iones)  
(25).

Se ha sugerido que el metabolismo oxidativo es por hidroxilación del  
hidrógeno en C-2, para formar 2-bromo-2-cloro-2-hidróxido-1-1-1-tri-  
fluoroetano, que rápidamente se descompone a cloruro trifluoroacético  
que espontáneamente se hidroliza en agua para formar ácido trifluoroacé-  
tico. Los metabolitos sugeridos son deshalogenados por un proceso -  
metabólico reductivo. Se ha postulado la existencia de 2-bromo-2- clo-  
ro 1-1- difluoroetileno como intermediario en el metabolismo del Halo-  
tano.

Las implicaciones clínicas asociadas a la presencia de estos meta-  
bolitos y los productos de descomposición del Halotano permanecen -  
parcialmente definidas. El 2-cloro, 1-1 trifluoroetano se ha demos-  
trado que produce convulsiones en ratones a concentraciones anesté-  
sicas.

Los valores encontrados en el hombre son generalmente menores que

1 ppm. ( partículas por millón ), que son menores que los niveles tóxicos.

Experimentos recientes han demostrado hepatotoxicidad del 2 cloro - 1-1-1, trifluoroetano en ratas después de la inyección directa de - este componente en la circulación hepática.

La formación de 2-cloro, 1-1-1 trifluoroetano y 2 cloro-1-1 difluoroetileno, como metabolitos del Halotano, ha sido demostrada en el - hombre. En conejos anestesiados con 1.5% de concentración por tres - horas, ambos metabolitos permanecen en concentraciones máximas por - una a tres horas después de terminada la anestesia. Si bién las - concentraciones pico de 2-cloro, 1-1-difluoroetileno en el conejo, - tienden a 3.9 ppm, las concentraciones logradas en el hombre parecen ser más bajas (significativamente más bajas que 1 ppm). Estudios - de toxicidad en ratas expuestas por 7 horas a 5-10,000 ppm de 2 clo- ro, 1-1- difluoroetileno indican una severa degeneración y conges- - tión en los riñones, si bién no ocurrió la muerte (25).

Parece ser improbable que se obtengan concentraciones tales.

En cuanto a la presencia del metabolito 2-cloro 1-1-1 trifluoroeta- no, este metabolito es muy tóxico en el ratón, los órganos afectados son los riñones, que muestran atrofia y degeneraciones de tubulos.

Oxido Nitroso. Poco después de que se descubrió el óxido nitroso en 1772, por Priestley, se observó que tenía capacidad analgésica y se sugirió emplearlo en anestesia quirúrgica. Se empleó por primera vez con ese fin en 1844.

El óxido nitroso es un gas inerte, incoloro, con sabor y olor a nuez por lo regular se utiliza para anestesia y está contenido en cilindros en forma líquida, no es inflamable pero facilita la combustión. Es una sustancia estable, no reacciona con la cal sodada, ni con otros farmacos anestésicos, o con el material metálico del equipo. Impregna y difunde por el caucho. En el cuerpo no se sabe que ocurran reacciones químicas.

No es un agente anestésico potente y para que produzca anestesia satisfactoria es necesario que el agua sustituya al nitrógeno en la sangre y los alveolos y a su vez elimine dicho gas del aparato anestésico y del pulmón y se debe eliminar la irritabilidad refleja cosa que puede conseguirse con una visita preoperatoria precoz, premedicación adecuada y marcosis basal y utilizando farmacos anestésicos complementarios.

Para la absorción de cualquier gas inerte a través de los pulmones, participan dos fenómenos: concentración alveolar suficiente y captación del agente por la sangre y tejidos.

La solubilidad del óxido nitroso, es aproximadamente 32 veces mayor que la del nitrógeno en la sangre. Este gas anestésico es más o -  
- menos 20 veces más soluble en tejidos y grasa. La solubilidad media del óxido nitroso es 30 veces la del nitrógeno. Con esa base la -  
- captación del óxido nitroso es 30 veces la del índice de eliminación del nitrógeno.

La captación real del óxido nitroso es de 400 a 500 ml por minuto. El óxido nitroso se distribuye en todos los tejidos del cuerpo y en ellos llega a una concentración particular. La concentración en -  
- cada tejido, período de exposición y solubilidad del agente en el tejido específico.

El óxido nitroso, se elimina casi por completo por los pulmones, la rapidez de eliminación pulmonar se hace de manera inversa a la captación y de esta manera cabe que no puede estimarse óxido nitroso -  
- en la corriente sanguínea después de 10 minutos. Se elimina rápidamente en los primeros dos a tres minutos, en los primeros cinco minutos, se reduce a la mitad el índice de eliminación. Después de la saturación tisular, se estima que hay pérdida cutánea de 5 a 10 ml. por minuto (esto quizá semejante a la pérdida de nitrógeno por la piel, aproximadamente de 20 ml por hora), una fracción de -  
- óxido nitroso aparece en el sudor, orina y gases intestinales.

En relación con la eliminación del óxido nitroso aparece una complicación llamada " hipoxia por difusión ", durante la recuperación -

en el momento en que empieza a respirar el paciente aire ambiente, - poco volumen ni nitrógeno se absorbe en la corriente sanguínea, en - tanto que gran volumen de óxido nitroso llega a los alveolos. La -- combinación causa dilución y desplazamiento del oxígeno alveolar.

El segundo factor que participa parece ser el mayor volumen de la - mezcla de gas espirado respecto al volumen de la inspiración, en for - ma tal que disminuye la concentración de bióxido de carbono en el al - veolo. Aparece hipoventilación , que puede contribuir a la hipoxia en el restablecimiento. El período de mayor peligro son los primeros cin - co minutos.

Toxicidad del óxido nitroso. Por estudios en animales se sabe que - ratas expuestas a concentraciones de óxido nitroso durante varios - días, muestran disminución progresiva en el recuento de leucocitos, los granulocitos son los primeros en disminuir en forma intensa, -- también disminuyen las plaquetas y presentan alteraciones. El exa-- men de la médula ósea, muestra hipoplasia progresiva. La morfología de la médula ósea en dentistas expuestos crónicamente al óxido nitro- so, ha sido estudiada por muestras tomadas por aspiración.

Este estudio proporciona evidencias de que la exposición ocupacional al óxido nitroso, puede causar depresión de la actividad de la vita- mina B-12, resultando en cambios medibles en la médula ósea secunda- rios a la dificultad para la síntesis de ácido desoxirribonucleico (19).

Otros de los posibles efectos tóxicos del óxido nitroso que se han

reportado son: efecto mutagénico ( por anomalías cromosómicas ), ser teratogénico ( abortos, reducción en cuentas espermáticas ), mayor frecuencia de interrupciones del embarazo ( en humanos y animales de laboratorio ), produce ataxia en mono ( inhalando 15% durante 48 horas ) y mieloneuropatía en humanos, inhalando 15% 18 a 56 días resulta en — degeneración medular y de nervios periféricos ( en monos ), depresión de cuenta leucocitaria y médula ósea ( en humanos y animales de laboratorio ), inhibición de la síntesis de vitamina B-12 ( y síntesis de DNA ) produciendo hipoxia resultaría en hepatotoxicidad por Halotano, enflurano, tiopental, fentanyl e isoflurano. ( 2,7,14,15,23,27 ).

Los anestesiólogos son los monitores de los pacientes, sin embargo, — sus sensores no son muy efectivos para protegerse por sí mismos de — las concentraciones " huella " de los agentes inhalatorios. El umbral olfatorio para óxido nítrico y Halotano es de 10-30% (100,000 — 300,000-ppm ) respectivamente. La nariz es muy sensible para el metoxiflurano ( pentrane ) y puede detectar 9.1-2 ppm de este agente, — pero este anestésico raramente es usado.

Los niveles de exposición dependen mucho de la técnica anestésica — que se use, así por ejemplo; cuando se usa mascarilla, niveles medios de óxido nítrico de 180 ppm. se detectan. Cuando los pacientes son intubados los niveles detectados son de aproximadamente 16 ppm. Debemos por lo tanto intubar a todos los pacientes. Obviamente no-

cada técnica está asociada a un grado de contaminación.

A la fecha, las concentraciones "huella" de anestésicos no han sido totalmente incriminadas o excluidos en reportes de problemas de salud en los trabajadores de salas de operaciones.

Sin embargo, la ausencia de evidencia no constituye evidencia de -- ausencia y, mientras la posibilidad de peligro exista, las medicio-- nes deben continuarse, reduciendo la exposición y monotorizando los efectos de estas mediciones. Esto es recomendable por todas las - instituciones concercientes incluyendo a la NIOSH, The American -- Hospital Association, The Joint Commisision on Accreditation Of --- Anesthetics Agents on Health of Operating Room Personnel enfatiza - que la administración de la anestesia y la seguridad del paciente es nuestro primer objetivo y el control de la contaminación debe ser el segundo. ( 6,9,11,12,18,21,26,30 ).

Todos estos estudios epidemiológicos demuestran y confirman la alta incidencia de embriotoxicidad, mutagenicidad y carcinogénesis y -- enfermedad hepática entre el personal que trabaja en la sala de operaciones. La inhalación de los agentes anestésicos presentes en el -- medio ambiente de la sala de operaciones es el agente más ampliamente relacionado con la causa-efecto, aunque esto no ha sido debidamente comprobado. La mayoría de las evidencias de esta fuerte relación -- de causa-efecto, ha sido demostrada en animales de laboratorio.

ASA-y NIOSH, consideran estos datos experimentales, más los resultados epidemiológicos como una evidencia suficientemente fuerte para - la urgente aplicación de los sistemas de desecho y control de los - desperdicios de gases anestésicos. ( 5,6,7,9,10,11,12,18,19,21,24, - 26,30 ).

Son los gases anestésicos realmente contaminantes? , aunque no se ha establecido una relación entre las concentraciones y los riesgos o - peligros que éstos representan para la salud y no han sido identifi- cados los niveles seguros de exposición. Sin embargo, se recomienda que los riesgos pueden ser minimizados tanto como sea técnicamente - posible.

La principal fuente de desperdicios anestésicos en la sala de ope- raciones es la fuga asociada con el equipo de anestesia y las téc nicas anestésicas usadas por el anestesiólogo. La fuga a través -

del equipo se ha reportado como una significativa fuente de gases - anestésicos en el medio ambiente, (considerando los tubos, las -- mascarillas y las bolsas de respiración ), así como el sistema -- recolector de bióxido de carbono conectado a la máquina de anestesia.

La máquina de anestesia está ajustada para proporcionar más gases de los que el paciente puede absorber y esos gases de exceso se -- fugan por las válvulas de escape a la sala de operaciones.

Cuando se utiliza ventilador, la válvula de escape de la máquina de anestesia debe permanecer cerrada, ésta función queda a cargo del ventilador, que obviamente tiene un sistema colector de desecho. Sin embargo, también ha sido identificado como una fuente de contaminación.

Los gases anestésicos son eliminados por exhalación, la mayor parte es absorbida antes de que el paciente llegue a la sala de recuperación pero las "huellas" remanentes son una potencial fuente para el personal expuesto. Y se han demostrado concentraciones de los agentes inhalatorios en bajas proporciones en la sala de recuperación.

La exposición ocupacional a los agentes anestésicos halogenados, - debe ser controlada de modo que un trabajador no se exponga a niveles mayores de 2 ppm (parte por millón) de ningún agente halogenado. Cuando algunos agentes son usados en combinación con óxido nítrico,

los niveles de agentes halogenados deben conseguirse por debajo de 2 ppm.

La exposición ocupacional de óxido nitroso cuando es usado como único agente debe ser controlado de modo que un trabajador no se exponga el tiempo promedio a concentraciones mayores de 25 ppm.

Bajo óptimas condiciones, durante la anestesia clínica, el promedio de las concentraciones de las mezclas de gases anestésicos se mantiene por debajo de 1 ppm. de óxido nitroso y 0.025 ppm de halotano.

Las mediciones hechas alrededor del anestesiólogo demuestran concentraciones similares.

Estos valores son considerados como mínimos y no siempre son logrados durante rutina de anestesia. Las consideraciones clínicas para mantener esas bajas concentraciones son:

- a) Que todo el equipo reciba mantenimiento para evitar las pequeñas fugas.
- b) Los anestesiólogos sean intruídos en las técnicas con bajas fugas.
- c) Las concentraciones de gas se proporcionan por mascarillas o tubo, usando un sistema semicerrado con flujo total de —

5 ml/min.

Que cause de niveles "huella" pueden encontrarse en la sala de --  
operaciones? Cuando no se ha intentado ningún método para reducir  
los desperdicios de gases anestésicos, los niveles de óxido nitroso  
son de 400 a 600 ppm y de 5 a 10 ppm de los agentes halogenados.  
Un método efectivo para reducir estas concentraciones por sí sólo -  
puede reducir esos niveles hasta 10 veces.

Una reducción óptima de la contaminación es conseguida por medicio-  
nes controladas, apoyadas por un programa de monitoreo del aire.  
El monitoreo es esencial y asegura la eficacia del control de las -  
mediciones; la identificación de los escapes o defectos en la técnica  
y documenta los estándares recomendados. ( 5,6,9,11,12,18,21, -  
26,30).

## SISTEMA DE DESECHO

Una formidable academia de anestesiología, ha realizado amplias investigaciones sobre la evidencia contemporánea de que " la contaminación anestésica es un peligro potencial para la salud de los trabajadores expuestos" y que " la exposición crónica a los gases anestésicos es dañina per se ".

La exposición a las "huellas" anestésicas puede ser minimizada con la inteligente aplicación de los artefactos de desecho, en combinación con las técnicas de bajo flujo y desperdicios de gas.

El uso de grandes flujos es innecesario, económicamente derrochador y es contaminante.

La presencia de un sistema de desecho en una sala de operaciones , no garantiza la eliminación de la excesiva contaminación de gases anestésicos. Muchos factores se pueden incluir, como la integridad del equipo de anestesia, la técnica y anestésico preferido y el sistema de ventilación de la sala de operaciones.

El desarrollo de un sistema racional y efectivo para el control de la exposición es esencial. La tecnología existente puede reducir y mantener concentraciones a niveles que son aceptables.

Los sistemas de desecho son definidos como la colección de los des-

perdicios anestésicos y vapores provenientes de los sistemas de ventilación hacia un sitio destinado para ellos. El propósito de esos sistemas es el de proteger al personal previniendo la dispersión de anestésicos en el aire de la sala de operaciones.

Los sistemas de desecho consisten en dos grandes componentes, un artefacto para colección de los desperdicios anestésicos, y un dispositivo que lleve esos gases fuera de la sala.

El sistema de desecho ideal debe reunir las siguientes características: seguro, fácil de usar, económico y efectivo.

Los primeros reportes de aparatos especiales de desecho aparecen en 1969, y equipos subsecuentes han mostrado reducir los desperdicios anestésicos en aproximadamente 90%.

Colección de los desperdicios anestésicos de los sistemas de ventilación, circuito absorbedor, que consiste en una toma de aire adaptada a la válvula de escape. La válvula de escape frecuentemente tiene que ser ajustada durante la asistencia ventilatoria. Este inconveniente es eliminado con el uso de una válvula automática que controla el exceso de gases al final de cada exhalación.

Ventilador. Los ventiladores son equipados con artefactos para el control de los desperdicios anestésicos, algunos se incluyen dentro del ventilador y otros como accesorios.

Cuando los ventiladores son utilizados durante la anestesia el colector de los desechos puede ser adaptado a la pieza "Y" a través de la

cual la afluencia de gases hacia la válvula de escape y del ventilador son llevados al sistema de desecho.

Se han utilizado diferentes alternativas , disponiendo de un sistema-- de aire acondicionado de no-recirculación, como un sistema efectivo y no caro. El dispositivo para los agentes halogenados ("exhaust grill") dentro de un carboncillo activado, es eficiente ( aunque no aplicable-- para el óxido nitroso ). El aire acondicionado de recirculación tam-- bién puede ser utilizado, previendo que el desperdicio de gases sea -- llevado a un ducto al vacío fuera del punto de recirculación. Con un - sistema de desecho separado con aspirador ( con succión en la pared ), ofrece otra alternativa , previendo que no se utilicen anestésicos fla mables.

No todos los métodos de desecho son igualmente efectivos, ninguno es 100% efectivo, y los gases de desecho están invariablemente en la at mósfera .

Estos pueden ser parcialmente removidos por el sistema de aire acon dicionado. El promedio de removimiento del aire depende de la velo- cidad con que entre el aire fresco en la sala de operaciones.

Un sistema de aire acondicionado de no recirculación es eficiente - pero operativamente costoso. Los sistemas de recirculación de aire - que son más económicos, son permisibles, con alta eficacia, con fil- tros que atrapan bacterias, pero desafortunadamente esos filtros no- remueven los residuos de los anestésicos , con lo cual se incrementa el nivel residual de desperdicios de gases.

El aire acondicionado con flujo laminar con grandes volúmenes de aire, son sistemas que pueden operar en combinación con sistemas estándar de no recirculación proporcionando 15 cambios por hora de aire fresco, — con lo cual no se crea el problema de acumulación de desperdicios anestésicos. Sin embargo, el sistema de flujo laminar con bajos números de cambios ciertamente aumenta la exposición del personal.

El costo aproximado de un sistema de desecho mediante una válvula de escape es de 65 USD, y un ventilador puede ser equipado por menos de 100 USD. ( 11, 26,30 ).

## MATERIAL Y METODOS

El presente estudio consistió en investigar a través de una entrevista escrita, dirigida a personal paramédico (enfermeras), formando tres grupos cada uno de 10 personas, de acuerdo a los siguientes criterios.

Grupo I. Personal paramédico (enfermeras), con por lo menos 24 meses anteriores laborando en la sala de operaciones.

Grupo II. Personal paramédico (enfermeras), que labora en un área fuera de los quirófanos, pero con acceso directo a los mismos (área de recuperación).

Grupo III. Personal paramédico (enfermeras), que labora en un área totalmente ajena a los quirófanos. Y además nunca debe haber prestado sus servicios en un quirófano por más de seis meses consecutivos.

### Grupo Control

Se procedió a realizar las entrevistas ,previa explicación del motivo de las mismas y orientación para tratar de obtener los resultados más fidedignos y así apoyar el diagnóstico . Fueron escogidas al azar, únicamente cumpliendo con los requisitos de cada grupo.

## RESULTADOS

De acuerdo con el análisis realizado en el personal expuesto de nuestro hospital, revela que la exposición a los desperdicios anestésicos en un área sin ningún método para evacuar dichos gases, un promedio de 0.25 de abortos en el Grupo I, con un promedio de gestaciones de 2.2. En el Segundo Grupo entrevistado, el promedio de gestaciones fué de 2.6, con promedio de abortos de 0.01. En el Grupo III, el promedio de gestaciones fué de 2.2 (similar en cuanto al Grupo I), pero el promedio de abortos reportado es de 0.01, significativamente menor en cuanto al Grupo I, (con exposición).

La Tabla I, muestra la historia obstétrica de las trabajadoras expuestas a los desperdicios de gases anestésicos en las salas de operaciones.

Las Tablas 2, 5 y 8, muestran las diferencias entre las edades gestacionales, en semanas, de los productos de los tres grupos respectivamente, como se observa, las edades en los Grupos I y II, van desde las 28 y 30 semanas hasta las 40 y 42 semanas, respectivamente, mientras que en el Grupo III, la edad gestacional reportada es de las 36 semanas para los productos más pequeños y de 40 semanas para el mayor.

Las Tablas 3, 6 y 9, revelan las altraciones ocurridas durante el -  
embarazo, tomando en cuenta amenaza de parto prematuro y amenaza de  
aborto. Siendo más alta la incidencia en el Grupo I, que en los -  
otros dos Grupos.

Los resultados obtenidos fueron evaluados por las "Pruebas de Hipó-  
tesis", la cual muestra significancia estadística (que se acepta) -  
al comparar el Grupo I, con el Grupo II y el Grupo I, con el Grupo  
III.

Las Tablas 10 y 11, muestran los resultados de la Prueba de Hipóte-  
sis ( $H_0$ ), resultando al comparar el Grupo I, con el Grupo II, -  
 $H_0=1.55$  (se acepta si la  $H_0$ , es igual o menor de 1.96) y al compa-  
rar el Grupo I con el Grupo III,  $H_0=1.38$ .

Los resultados obtenidos mediante esta encuesta a tres diferentes -  
grupos de trabajadoras de nuestro hospital, de tres diferentes áreas,  
están de acuerdo con los reportados en otras investigaciones. Si -  
bién sería conveniente profundizar en las investigaciones y realizar  
un monitoreo de las áreas contaminadas para poder establecer un -  
diagnósticos de contaminación en nuestros quirófanos y/o el grado  
de dicha contaminación, para poder establecer el método para -  
evacuar los desperdicios anestésicos.

CASO No.	GESTA	PARA	ABORTOS	CESAREAS
1	4	0	2	2
2	3	0	0	3
3	3	3	0	0
4	4	3	1	0
5	3	3	0	0
6	2	1	0	0
7	2	2	0	0
8	2	2	0	0
9	3	0	1	2
10	1	0	0	1

**TABLA 1. HISTORIA OBSTETRICA GRUPO I**

EDAD GESTACIONAL EN SEMANAS	No. PACIENTES
30	1
34	2
36	1
38	5
40	13

**TABLA 2. EDAD GESTACIONAL GRUPO I**

ALTERACIONES	SI	NO
	7	15
TIPO ALTERACIONES	A.P.P.	A. A.
	4	3

TABLA No. 3. ALTERACIONES DURANTE EL  
EMBARAZO. GRUPO I

CASO No.	GESTA	PARA	ABORTOS	CESAREAS
11	1	0	0	1
12	2	2	0	0
13	3	3	0	0
14	3	2	1	0
15	2	1	0	1
16	2	0	0	2
17	8	7	0	1
18	5	3	2	0
19	2	0	0	2
20	1	1	0	0

TABLA No. 4. HISTORIA OBSTETRICA. GRUPO II

EDAD GESTACIONAL EN SEMANAS	No. PACIENTES	PARTOS	CESAREAS
28	1	19	7
30	1	0	0
38	3	0	0
39	1	0	0
40	17	0	0
41	1	0	0
42	2		

TABLA No. 5. EDAD GESTACIONAL . GRUPO II

ALTERACIONES	SI	NO
	0	26
TIPO ALTERACIONES	A.P.P.	A.A.
	0	0

TABLA No. 6. ALTERACIONES DURANTE EL EMBARAZO. GRUPO II

CASO No.	GRSTA	PARA	ABORTOS	CESAREAS
21	3	0	0	3
22	5	4	1	0
23	3	0	0	3
24	3	0	1	2
25	2	1	1	0
26	3	2	1	0
27	1	0	0	1
28	4	2	2	0
29	2	1	0	1
30	1	1	0	0

TABLA No. 7. HISTORIA OBSTETRICA GRUPO III

EDAD GESTACIONAL EN SEMANAS	No. PACIENTES
30	0
34	0
36	3
38	17
40	2

TABLA No. 8. EDAD GESTACIONAL GRUPO III

ALTERACIONES	SI	NO
	2	20
TIPO ALTERACIONES	A.P.P.	A.A.
	1	1

TABLA No. 9. ALTERACIONES DURANTE EL EMBARAZO. GRUPO III

EXPUESTOS AL RIESGO	ABORTARON		TOTAL	TASA %
	SI	NO		
GRUPO I	4	6	10	40
GRUPO II	1	9	10	10
TOTAL	5	15	20	25

TABLA No. 10. PRUEBAS DE HIPOTESIS. GRUPO I Y II

EXPUESTOS AL RIESGO	ABORTARON		TOTAL	TASA %
	SI	NO		
GRUPO I	4	6	10	40
GRUPO III	2	8	10	20
TOTAL	6	14	20	30

TABLA No. 11. PRUEBAS DE HIPOTESIS. GRUPO I Y III.

## RECOMENDACIONES

Debido a que todavía no se han establecido los límites de exposición seguros a los gases anestésicos, se hace una recomendación general; reduce tu exposición lo más posible.

Específicamente la NIOSH hace algunas recomendaciones; no se debe - exponer a concentraciones mayores de 25 ppm de óxido nitroso durante el tiempo total de anestesia para ningún procedimiento, o a concentraciones mayores de 2 ppm de agentes halogenados en períodos mayores de una hora.

La NIOSH considera las muestras de aire como un indicador de los - niveles de exposición.

Si su hospital no tiene monitoreo, usted puede minimizar la exposición siguiendo estas precauciones:

- Antes de administrar la anestesia, cheque que el dispositivo de - desecho de los gases este operando adecuadamente.
- Asegure la mascarilla al paciente para evitar que escape el anestésico al aire.

- No empiece el flujo del gas anestésico antes de la inducción.
  
- Antes de desconectar la bolsa respiradora de la máquina de anestesia conectela al sistema de desecho.
  
- Después de cada uso y subsecuentemente al limpiar, examine todo el equipo de anestesia (incluyendo mascarillas, tubos, bolsas, tubos endotraqueales), para discontinuar o lavar.

Por su puesto que el hospital también tiene responsabilidad para -  
salvaguardar la salud, debe asegurar que:

- El sistema de desecho este trabajando adecuadamente.
  
- El equipo de anestesia debe ser probado diariamente para escape.
  
- Haya un adecuado intercambio de ventilación para las salas.
  
- Limpieza de los sistemas de desecho y ventilación.
  
- Los empleados de trabajo alrededor de los gases anestésicos deben ser valorados con una exploración física anual, incluyendo pruebas hepáticas y renales además de un conteo sanguíneo completo.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

- Las empleadas femeninas en etapa reproductiva deberán recibir cuidados médicos y asesoramiento.

- Mejor es asegurar que lamentar.

Comunmente el sentido es la mejor defensa contra algunos peligros, - incluyendo los efectos adversos de los gases anestésicos. Y siguiendo los lineamientos que aquí se plantean, se puede mantener segura - y con salud, mientras continúa proporcionando la mejor anestesia a - sus pacientes. ( 5,9,11,18,26,30).

B I O B L I O G R A F I A

1.- ALDRETE J.A.

EFFECTOS INDESEABLES Y PELIGROSIDAD DEL OXIDO NITROSO

REV. MEX. ANEST. 1984, 7: 249-252

2.- BAUN T.N. TANNEN , R.J. GOLDBERG

EXPOSURE TO ANESTHETIC GASES AND REPRODUCTIVE OUT COME, A  
REVIEW OF THE EPIDEMIOLOGIC LITERATURE

J. OCCUP. MED. 1985 SEP. 27 (9) 659-68

3.- B. JORDAL BERNOW

POLLUTION OF DELIVERY WARD AIR BY NITROUS OXIDE, EFFECTS OF  
VARIOUS MODES OF ROOM VENTILATION, EXCESS AND CLOSE SCAVENGING

ACT. ANESTHESIOLOG SCAND 1984: FEB, 28 (1) 119-23

4.- BERRY ARNOLD J. M.D. ISAACSON J. M.D.

A MULTICENTER STUDY OF THE EPIDEMIOLOGY OF HEPATITIS B IN  
ANESTHESIA RESIDENTS,

ANESTH ANALG, 1985 64: 672-6

5.- BIDDLE CLARENCE J.

OPERATING ROOM WORKERS: BETWEEN SCYLLA AND CHARYBDIS

OCCUPATIONAL HEALTH NURSING. JUNE 1984

- 6.- BROOSKY JAR. B. M.D. N. ELLIS, COHEN, M.D.  
HEALTH EXPERIENCES OF OPERATING ROOM PERSONNEL  
ANESTHESIOLOGY, 63:461-463, 1985
- 7.- BURING JE; HENNEKENS CH; COLTON T.  
HEALTH EXPERIENCES OF OPERATING ROOM PERSONNEL  
ANESTHESIOLOGY 1985, MAR: 62 (3) 325-30
- 8.- CASTAÑEDA S. GARCIA E. IRIGOYEN L.  
INMUNOLOGIA DEL HALOTANO  
REV. MEX. ANEST. 1984, 7:229-240
- 9.- COHEN ELLIS N. M.D.  
OCCUPATIONAL DISEASE AMONG OPERATING ROOM PERSONNEL: A NATIONAL  
STUDY AD HOC COMMITTEE ON THE EFFECT OF TRACE ANESTHETICS ON —  
THE HEALTH OF OPERATING ROOM PERSONNEL. A.S.A.  
ANESTHESIOLOGY VOL. 41 No. 4: 321:340, 1974
- 10.- DROZ PO. GUILLEMIN M.  
¿INDUSTRIAL HIGIENE IN HOSPITALS?  
SOZ. PREVENTIVE MED. 1984; 29 (1): 7-10

- 11.- EISENKRAFT JAMES B. M.D.  
OPERATING ROOM POLLUTION  
THE MOUNT SINAI JOURNAL OF MEDICINE  
VOL. 51 No. 5 SEPT. 1984
- 12.- FERSTANDIG LOUIS L . PHD.  
TRACE CONCENTRATIONS OF ANESTHETIC GASES ACRITICAL REVIEW  
OF THEIR DISEASE POTENTIAL ANESTHESIA AND ANALGESIA  
VOL. 57, No. 3 JUN. 1978.
- 13.- GELMAN SIMON M.D., CHAIRMAN VICE  
HALOTHANE HEPATOTOXICITY-AGAIN ?  
ANESTH, ANALG. 1986, 65: 834-4
- 14.- GOLOSMITH JR; BESSER S.  
STRATEGIES FOR POOLING DATA IN OCUPATIONAL EPIDEMIOLOGICAL  
STUDIES  
AND ACAD MED SINGAPORE 1984 APRIL: 13: 297-307
- 15.- SPONTANEOUS ABORTIONS AMONG DENTAL ASSISTANTS? FACTORY °  
WORKERS, PAINTERS, AND GALDENING WORKERS: A FOLLOW UP -  
STDY HEIDAM L2.  
J. EPIDEMIOLOG COMMUNITY HEALTH 1984 JUN 38 (2) 149-55

16.- KORMAN B. , RITCHIE, PH. D.

CHEMISTRY OF HALOTHANE-ENFLURANE MIXTURES APPLIED TO ANESTHESIA  
ANESTHESIOLOGY, 63: 152-156, 1985

17.- KUNDOMAL, YAS H. DE V.R. PHO AND. BADEN JEFFREY N.

MUTAGENICITY OF INHALED ANESTHETICS IN DROSOPHILA MELANOGASTER.  
ANESTHESIOLOGY 63: 305-309, 1985

18.- LANKO CHARLOTTE ZE

NURSING LIFE'S GUIDE TO HIDDEN HAZARDS ON THE JOB PART V  
ANESTHETIC GASES  
NURSING LIFE, MARCH /APRIL 1986.

19.- LECKY JOHN H. M.D. MAZZE RICHARD I. M.D.

THE HEALTH OF OPERATING ROOM PERSONNEL  
ANESTHESIOLOGY 62: 226-228, 1985

20.- NEUBERGER J. , VERGANI D.

HEPATIC DAMAGE AFTER EXPOSURE TO HALOTANE IN MEDICAL PERSONNEL  
BR. J. ANAESTH ( 1981) 53: 1171-77

21.- MORRIS SL. OMENN 65

OCCUPATIONAL HAZARDS TO HEALTH CARE WORKERS  
AM. J. IND. MED. 1984; 6 (2) 129-37

22.- LAURENCE J. SAIDMAN

UNEXPLAINED HEPATITIS FOLLOWING HALOTHANE REVIEW ARTICLE  
ANESTHESIOLOGY 63: 424-439, 1985

23.- RAJAN SALO M.

ABSENCE OF SIGNS OF SIGNS OF VITAMIN B-12 NITROUS OXIDE INTERACTION  
IN OPERATING THEATRE PERSONNAL.

ACT. ANESTHESIOLOG SCAND 1984, FEB. 28 (1) 106-8

24.- SCHUYT H.C.

ABORTIONS AMONG DENTAL PERSONNEL EXPOSED TO NITROUS OXIDE  
ANESTHESIC 1986 JAN 41 (1) 82-3

25.- SHARP J. HOWARD PH. D. , TRUDELL JAMES P.H., COHEN, ELLIS N. M.D.

VOLATILE METABOLITES AND DECOMPOSITION PRODUCTS OF HALATHANE IN  
MAN.

ANESTHESIOLOGY 50:2-8, 1979

26.- SLOAN I. AJ.

O.R. ANESTHETIC GASES: SOLUTIONS TO CONTROL WASTE

DIMENS HEALTH SERV. 1985: FEB 62 (2) : 21

27.- SWEENEY B. BINGHAM R. M. AMOS RJ.

TOXICITY OF BONE MARROW IN DENTISTS EXPOSED TO NITROUS OXIDE

BR. MED. J. CLIN. RESE, 1985,AUG. 31 291 (6495): 567-9

28.- WASKELL LUCY, M.D.

LACK OF MUTAGENICITY OF TWO POSSIBLE METABOLITES OF HALOTHANE  
ANESTHESIOLOGY 50: 9-12, 1979

29.- WILLS EDWARD J. MD. AND. WALTON BRYAN MBBS

A MORPHOLOGIC STUDY OF UNEXPLAINED HEPATITIS FOLLOWING HALOTHANE  
ANRSTHESIA  
AMERICAN JOURNAL OF PATHOLOGY VO. 91 No. 1 APR. 1978

30.- WHITHCHER CHARLES M.D. RIZIALI PHD. SHRR RUDOLPH PHD.

DEVELOPMENT AND EVALUATION OF METHODS FOR THE ELIMINATION OF WASTE  
ANESTHETIC GASES AND VAPORS IN HOSPITALS.  
U.S. DEPARTMENTS OF HEALTH EDUCATION AND WELFARE PUBLIC HEALTH --  
SERVICE NIOSH, MAY 1975

31.- VICENTE. J. M.D.

ANESTESIOLOGIA SEGUNDA EDICION INTERAMERICANA 1983

32.- GOODMAN ALFRED GILMAN ALFRED

LAS BASES FARMACOLOGICAS DE LA TERAPEUTICA  
SEXTA EDICION INTERAMERICANA 1981

33.- FREDERICK D. M.D. COOPERMAN M.D.

COMPLICATIONS IN ANESTHESIOLOGY 1983