

11202  
2ef. 46



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
HOSPITAL REGIONAL "GRAL. IGNACIO ZARAGOZA"  
I.S.S.T.E.**

***INDICES DE CONTAMINACION EN EL MEDIO  
AMBIENTE DE LOS QUIROFANOS Y SUS  
REPERCUSIONES***

**TESIS DE POSTGRADO**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
MEDICO ANESTESIOLOGO

P R E S E N T A :  
DR. ERICK MEDINA MERINO

A S E S O R D E T E S I S :  
DR. MIGUEL ANGEL ALCALA VALDERRAMA



**ISSSTE**

MEXICO, D. F.

1986-1988.

**TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN**



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.

# I N D I C E

	PAGS.
I. Introducción . . . . .	1
II. Marco Histórico . . . . .	4
III. Agentes inhalatorios . . . . .	9
a) Halogenados . . . . .	9
b) No halogenados (Oxido nitroso) . . . . .	11
IV. Contaminación Ambiental . . . . .	16
a) Antecedentes . . . . .	16
b) Los anestésicos inhalatorios y la polución ..	18
c) Enfermedades profesionales . . . . .	20
d) Diseño de una sala de operaciones . . . . .	28
V. Diseño experimental . . . . .	31
a) Material . . . . .	31
b) Método . . . . .	32
VI. Resultados . . . . .	36
VII. Discusión . . . . .	39
VIII. Conclusiones . . . . .	40
IX. Resumen. . . . .	41
X. Bibliografía . . . . .	42

## I. INTRODUCCION

Durante la evolución de la vida, el hombre ha estado constantemente expuesto a fuerzas físicas y compuestos químicos, los cuales dependiendo de su concentración en el medio ambiente, pueden llegar ó no a ser tóxicos para la salud del ser humano.

El predominio que hasta el momento lleva el hombre, se debe en parte a su gran capacidad de adaptación a un ambiente que se encuentra en constante cambio, la cual está siendo seriamente desafiada en los últimos años por una enorme y variada cantidad de agentes contaminantes, producidos por una sociedad cada vez más industrializada y dependiente del consumismo.

El medio en el que se desenvuelve el Anestesiólogo no escapa a ésta tendencia. Podemos decir que el quirófano cuenta en forma casi exclusiva con sus propios contaminantes ambientales, los cuales permanecen en él, bajo la aprobación ó desentendimiento del personal que labora dentro de éstas áreas. Por lo menos en lo que respecta a nuestro país, ya que son pocas por no decir nulas las informaciones y trabajos de investigación que tenemos al respecto.

La mayoría de los centros hospitalarios en la República Mexicana de segundo y tercer nivel, cuentan con quirófanos; dentro de los cuales se llevan a cabo diariamente un gran nú

mero de cirugías, y de éstas la mayoría se realizan bajo los efectos de la anestesia general inhalatoria, ocasionando contaminación del medio ambiente de quirófanos.

Los altos índices de contaminación influyen en mayor ó menor grado sobre el estado de salud del personal que labora dentro de los mismos.

Algunos estudios sugieren los posibles efectos deletéreos en el personal que labora en los quirófanos al respirar por largos períodos una atmósfera contaminada con vapores y gases anestésicos.

Se ha considerado como una población en riesgo a los Anestesiólogos, Cirujanos y personal paramédico, en el orden respectivo; que por razones de trabajo se exponen continuamente a concentraciones subanestésicas de sustancias potencialmente tóxicas.

La posibilidad de que la exposición crónica a niveles bajos de agentes anestésicos constituya un riesgo sanitario para el personal Médico ha atraído el interés general<sup>1</sup>. El natural deseo de autoprotección, unido a la progresiva conciencia que despierta el deterioro generalizado del medio ambiente, hace que sea éste un tema apasionante para todo profesional de la salud.

En la literatura mundial se han publicado diversos estudios, sobre los efectos que provoca la exposición crónica

a gases anestésicos. En nuestro país, pocos son los estudios que han aparecido al respecto, por lo cual no tenemos una información adecuada sobre los niveles de contaminación que existen dentro del área de quirófanos, de los diferentes centros hospitalarios.

El objetivo del presente estudio es demostrar cuales son los índices de contaminación dentro del área de quirófanos y áreas adyacentes a los mismos, para conocer que tan contaminada se encuentra nuestra área de trabajo y en un momento determinado poder asentar algunas normas ó lineamientos a seguir, con el fin de disminuir con dichos índices.

## II. MARCO HISTORICO

### ANESTESIA GENERAL INHALATORIA:

La historia de la anestesia inhalatoria se remonta al año de 1540, fecha en que Valerius Cordus descubre el éter sulfúrico, detallando el método para obtener el "vitriolo dulce", haciendo notar el aumento de secreciones en el tracto respiratorio después de su inhalación.

En 1669, Becker describió el etileno; y en el año de 1779 Ingenhousz lo preparó.

El óxido nitroso fue descubierto en el año de 1772 por Priestley.

En 1800, Humphry Davy después de encontrar métodos para purificar el óxido nitroso, señala por primera vez que su mezcla con aire permite una inhalación más prolongada y su giere que sus efectos, al prevenir el dolor físico, podrían ser utilizados en operaciones quirúrgicas.

En 1831, casi simultáneamente Samuel Guthrie (E.U.A.), Eugene Souberrain (Francia) y Justus Liebig (Alemania) descubren el cloroformo.

En el año de 1842, se lleva a cabo la primera técnica anestésica por inhalación, la cual fue realizada por Crawford W. Long, en Jefferson Georgia (U.S.A.) quien utilizó éter sulfúrico en un paciente (James Venable) para la extracción-

de dos quistes en la nuca.

En Diciembre de 1844 se empleó por primera vez el óxido nitroso para anestesia quirúrgica. En esa época, un conferenciante demostró la acción del óxido nitroso o gas hilarante. Entre el público se encontraba Horace Wells. Más tarde, Wells demostró la acción del óxido nitroso en el Hospital General de Massachusetts, fracasó y fue ridiculizado. Quedó tan amargado que se suicidó y el óxido nitroso cayó en descrédito.

En 1846, la primera demostración pública y premeditada con anestesia, fue hecha por William T.G. Morton en el Hospital General de Massachusetts de Boston. Morton pidió y tuvo el permiso de John Collins Warren para anestesiarse a Gilbert para que se le extrajera un tumor de cuello. La operación fue todo un éxito, se publicó el 18 de noviembre y se transmitió al resto del mundo.

En 1847, se realizó la primera administración de un anestésico por inhalación en un conflicto bélico durante la guerra México/Americana en la ciudad de Veracruz. El cirujano John Porter, de las fuerzas de Winfield Scott, reportó el caso de un soldado herido en una pierna por una bala de cañón que tuvo una amputación de la misma.

En éste mismo año, se publica el libro "Sobre la inhalación del vapor de éter", por John Snow de Londres, quien dedicaba tiempo completo a la investigación de la anestesia. Administró cloroformo a la Reina Victoria para el parto del-



príncipe Leopoldo en 1853, y la calidad de su trabajo fue -  
conmemorada con el dicho "anesthésie à la reine".

También en el mismo año James Y. Simpson, Jefe de Obste-  
tricia en Edimburgo, introdujo el éter como anestesia en su  
especialidad, no obstante la gran oposición de conservadores  
y religiosos, que favorecían el dolor del parto como un man-  
dato celestial.

En 1868, después de la trágica experiencia de H. Wells,  
el óxido nitroso había caído en desuso. Edmund W. Andrews, -  
de E.U.A., reintrodujo el  $N_2O$  a la anestesia quirúrgica jun-  
to con oxígeno, describiendo la "anestesia por intervalos", -  
que era la administración intermitente.

En 1882, el ciclopropano fue preparado por Freund.

En 1887, la importancia del efecto de concentración y -  
su relación con la profundidad de la anestesia, fue investiga-  
da por Paul Bert, un alumno de Claude Bernard, quien hizo  
notar la necesidad de usar oxígeno mezclado con el óxido ni-  
troso.

En 1889, Antonio Morales Pérez, para favorecer la vapo-  
rización del éter, ideó un aparato para calentar continua-  
mente el recipiente del mismo.

En 1908, Ombredanne diseñó un aparato para vaporizar -  
éter y otros anestésicos volátiles, que fue usado en toda -  
Latinoamérica durante casi medio siglo.

En 1914, la absorción del  $\text{CO}_2$  por la cal sodada es propuesta y demostrada por Dennis E. Jackson, abriendo así el camino para que en 1923 Ralph M. Waters lo aplicara a la anestesia clínica, primero con el sistema to-and-fro, y después con el circuito cerrado.

En 1922, los planos de profundidad de la anestesia sugeridos por Snow, junto con las observaciones de Sympson y Syme, tuvieron culminación con las observaciones de Arthur E. Guedel, quien describió las etapas y planos de la anestesia en su libro clásico "Anestesia inhalatoria".

En 1934, José C. Delorme probablemente presentó el primer aparato de anestesia fabricado en Latinoamérica (Buenos Aires) capaz de vaporizar éter, cloroformo y cloruro de etilo con conexiones para  $\text{O}_2$  y  $\text{CO}_2$ .

En 1940, la fluorinización de hidrocarburos se inició por los estudios de B.H. Robbins; posteriormente, Krantz de Baltimore y Sadove de Chigado, trabajaron en el fluroxeno en 1953. Simultáneamente, en Inglaterra, Raventos y Sukling lo hacían con el halotano. El metoxiflurano fue investigado por Artusio y Van Poznak, quienes también trabajaron en el teflurano, el cual, al igual que el halopropano, fue descartado por ser arritmógeno.

En 1952, la vaporización precisa de anestésicos volátiles es posible mediante el uso de vaporizador en marmita de cobre (Copper Kettle), diseñado por Lucien Morris.

En 1961, E.I. Eger introduce el concepto de "concentración alveolar mínima" (M.A.C.), como base de la dosis comparativa que se requiere para producir anestesia quirúrgica.

En 1963, el Enflurano fue sintetizado por R.C. Terrel y estudiado por Krantz; ambos repitieron su hazaña con el isómero isofluorano en 1965.

Desde el empleo de la primera técnica anestésica por inhalación en 1842, han transcurrido 146 años y los avances obtenidos en el campo de la anestesiología han sido grandes, ya que los anestésicos más utilizados por vía inhalatoria de entonces son: éter etílico, óxido nitroso, cloroformo, ciclopropano, tricloroetileno fluoroxeno, metoxiflurano, halotano, enflurano e isofluorano. Debido a que algunos de éstos agentes anestésicos presentan características peligrosas como lo son el ser inflamables y explosivos, han sido reemplazados por agentes no inflamables y no explosivos como el halotano, el óxido nitroso, el enflurano y el isofluorano. De éstos el halotano, el óxido nitroso y el enflurano son los más utilizados en el orden respectivo. El isofluorano es un agente anestésico relativamente nuevo en nuestro país.

### III. AGENTES INHALATORIOS

#### a) HALOGENADOS:

Los halogenados son líquidos, incoloros con olor característico cada uno de ellos. Son líquidos volátiles, que necesitan ser vaporizados para su empleo en anestesia. Para la administración de éstos compuestos potentes, es obligatorio emplear métodos adecuados y exactos de vaporización. No obstante, los agentes pueden administrarse con cualquier técnica de inhalación.

Algunas características particulares de cada uno de los halogenados son:

La absorción del halotano en los pulmones es rápida. Durante los primeros 10 minutos hay captación bastante constante de halotano, con ritmo de 5 a 10 ml. por minuto. El aumento inicial es moderado, su estabilización es gradual y tarda de 40 a 60 minutos después de comenzada la administración.

Con respecto a su biotransformación. En el comienzo se consideró que el halotano era inerte y que no sufría transformación en el cuerpo, pero datos recientes muestran que éste anestésico es metabolizado en forma parcial, en el organismo animal y en el hombre.

El halotano tiene dos vías metabólicas; una vía oxidativa y una vía reductiva, ésta última es mínimamente utilizada

en condiciones aeróbicas y es más usual en presencia de tensiones bajas de oxígeno, siendo ambos caminos metabólicos - capaces de formar reactivos intermediarios causantes de daño tisular. El metabolito mayor del halotano es el ácido trifluoroacético tanto en el hombre como en animales y es excretado por la orina como una sal sódica. Otros metabolitos excretados por la orina en menor cantidad son cloro, bromo y fluor<sup>5</sup>.

En relación al enflurano podemos decir que la membrana alveolocapilar permite una fácil absorción de éste agente, y la rapidez de la misma depende de la presión de vapor y de la solubilidad en sangre. La cantidad total de enflurano recuperable es del 85% de la dosis que se absorbe; 82 por 100 + 18,8 por 100 pueden recuperarse en forma de metabolitos fluorados no volátiles, en la orina. De los compuestos fluorados que se excretan por la orina 0.5 % están en forma inorgánica y 1.9% en forma orgánica<sup>3</sup>.

Entre las reacciones químicas que intervienen en la biotransformación de los anestésicos se encuentran las oxidaciones, reducciones y deshalogenaciones principalmente, en tales reacciones las enzimas que están primariamente involucradas en el metabolismo de substratos naturales del cuerpo, también metabolizan substratos extraños. Otro grupo de enzimas como el Citocromo P-450 metabolizan drogas por mediación de monooxigenasas y parecen utilizar primariamente sustancias extrañas como substrato, dichas enzimas se encuentran principalmente en el retículo endoplásmico hepático. Los dos

tipos de oxidación que se llevan a cabo en el metabolismo - de los anestésicos inhalados en mayor proporción son: deshalogenación y O-deaquilación, otro tipo de oxidación menos - común es la epoxidación aunque su importancia es mayor por el - grado de toxicidad que ésta última representa.

**b) NO HALOGENADOS (OXIDO NITROSO):**

El óxido nitroso es un gas inerte, incoloro, con sabor - y olor a nuez. Su densidad es de 1.53 (aire=1). Por lo regu - lar se emplea en anestesia y está contenido en cilindros en - forma líquida. Su temperatura crítica es de 36.5 grados cen - tigrados y, en consecuencia, si la temperatura ambiente exce - de de ésta cifra, la sustancia se volatiliza.

El óxido nitroso es una sustancia estable. No reacciona - con cal sodada, con otros anestésicos, o con las partes de - metal del equipo. La solubilidad del óxido nitroso en agua - es limitada, y al hacer burbujear el gas no cambia el pH de - ésta. El óxido nitroso no experimenta ignición o explosión, - pero es un agente oxidante moderado y facilita la combustión -

3.

El óxido nitroso puede administrarse por los sistemas - semicerrado, o a presión positiva. Es más denso que el aire, - y por ello puede administrarse por la técnica de gravedad. - El óxido nitroso no es un agente potente.

Tiene potencia marginal y la profundidad de la aneste -

sia que se obtiene en condiciones adecuadas es aproximadamente el plano I de la etapa III. Aunque éste gas tiene potencia marginal, debe buscarse su acción máxima y se observará el impacto total de sus efectos en el paciente. En éstas circunstancias se corregirán las deficiencias con fármacos complementarios.

Los fármacos complementarios que se pueden usar son: - narcóticos, barbitúricos, tranquilizantes, neurolépticos y - otros anestésicos como halotano, enflurano, metoxifluorano y tricloroetileno. El óxido nítrico produce relajación adecuada o en márgenes de seguridad. Esta deficiencia puede corregirse al administrar relajantes musculares.

Al comenzar a administrar el anestésico, el paciente observa en primer término sabor dulce. No hay irritación faríngea ni sensación de asfixia. El paciente se siente caliente y cómodo y comienza a oír ruidos parecidos a los de una corriente de agua. Después hay confusión, sensación de regocijo y risa. La conciencia se pierde en términos de 20 a 30 segundos. En consecuencia, la inducción es muy rápida y en uno a dos minutos se llega al plano I de la etapa III.

Los dentistas han empleado mezclas sin diluir para extracción de dientes y métodos odontológicos. No obstante, el método es inadecuado y bastante peligroso. En cambio, la inhalación de mezclas de óxido nítrico con oxígeno es el método aceptado y hay que evitar a toda costa y prohibir el em -

pleo de óxido nitroso sin diluir, sea cual sea la duración de la técnica.

En cuanto a la absorción del óxido nitroso, así como, en la absorción de cualquier gas inerte por el cuerpo a través de los pulmones, participan dos fenómenos independientes. Son:

- 1) Concentración alveolar suficiente del anestésico.
- 2) Captación del agente por sangre y tejidos.

La obtención de la concentración alveolar de la mezcla anestésica es un fenómeno doble. Incluye la eliminación de nitrógeno por los pulmones por "lavado" o dilución con el anestésico administrado y la substitución concomitante por el anestésico, para establecer un gradiente en la presión parcial. La obtención de concentración alveolar de la mezcla anestésica se lleva a cabo por ventilación. A medida que el paciente respira una mezcla anestésica, los gases se mezclan y diluyen con el gas pulmonar, especialmente nitrógeno. El gas pulmonar poco a poco es transferido al circuito anestésico y eliminado.

Severinghaus, en 1954, estudió la captación total de óxido nitroso por el organismo humano<sup>3</sup>. En el comienzo, el cuerpo absorbe rápidamente el óxido nitroso, a velocidad de 1000 ml. por minuto, durante el primer minuto. A los cinco minutos, ese índice disminuye a la mitad, ésto es, 500 a 700 ml/min. y en 10 minutos el índice disminuye a 350 ml/min. -



A los 30 minutos la rapidez es de 200 ml/min. y continua disminuyendo. En término de 100 minutos es de 100 ml/min; después el índice disminuye lentamente en forma estable y llega a la absorción cero o nivel de saturación.

El óxido nítrico se distribuye en todos los tejidos del cuerpo, y en ellos llega a una concentración particular. Se establece un equilibrio entre la sangre y los diversos tejidos. La concentración en cada tejido es función del riego sanguíneo por unidad de volumen del tejido, período de exposición y solubilidad del agente en el tejido específico.

El óxido nítrico se elimina casi por completo por los pulmones. Por la piel hay algo de eliminación. Después de saturación tisular, se estima que hay pérdida cutánea de cinco a diez ml. por minuto (en promedio 7 ml. por minuto). La rapidez de eliminación pulmonar se hace de manera inversa a la captación, y en esta forma, cabe que no pueda estimarse el óxido nítrico en la corriente sanguínea después de 10 minutos.

Al comenzar el proceso de eliminación, se elimina rápidamente un gran volumen en los primeros dos a tres minutos. En término de 5 minutos disminuye a la mitad el índice de eliminación. Durante los siguientes 10 minutos, disminuye 2 a 3 veces más el índice de eliminación.<sup>3</sup>

Para el óxido nítrico en la actualidad no hay firmes.

evidencias que muestren que es metabolizado "in vivo". En -  
animales de laboratorio sometidos a exposición prolongada -  
puede originar inducción enzimática.<sup>5</sup>

## IV. CONTAMINACION AMBIENTAL

## a) ANTECEDENTES:

A partir de 1958 se comenzaron a desarrollar trabajos diversos a nivel mundial, con la finalidad de evaluar los efectos que tiene la contaminación ambiental en las zonas de quirófano, sobre los anesthesiólogos y sobre el personal que labora en éstos sitios y en sitios adyacentes.

Uno de los anestésicos más utilizados en la actualidad y desde hace 20 años es el halotano, hidrocarburo halogenado con gran accesibilidad en el mercado farmacéutico. Frecuentemente se asocia con otro gas que potencializa su efecto: el óxido nitroso ( $N_2O$ ). Otros hidrocarburos halogenados de uso actual son el enflurano y el isoflurano. También se pueden usar técnicas endovenosas para anestesia, que habitualmente requiere complementarse con  $N_2O$ , y/o halogenados en una gran cantidad de casos.

No podemos ver éstos contaminantes ni podemos depender de nuestro olfato. La tecnología moderna, sin embargo, nos permite detectarlos y medirlos. La exposición crónica a la inhalación de halogenados conteniendo bromo y fluor, como el halotano, enflurano e isoflurano no debe exceder de 2.0 partes por millón (ppm) cuando se usan anestésicos únicos, y de 0.5 ppm si se combinan con  $N_2O$ <sup>6</sup>. La exposición ocupacional al  $N_2O$  cuando es usado como anestésico gaseoso único

debe estar controlada y no debe exceder a la concentración de 25 ppm. durante la administración de la anestesia<sup>6</sup>.

Concentraciones de halotano de 0.001 por 100 y de óxido nítrico al 0.06% parecen insignificantes comparadas con aquellas administradas a los pacientes en general sin secuelas detectables. A los pacientes sólo se les expone, sin embargo ocasionalmente, mientras que a los Anestesiólogos están expuestos continuamente a lo largo de su vida profesional.

Un anestesiólogo puede, con frecuencia, estar expuesto a concentraciones anestésicas mucho mayores que los valores representativos detallados más arriba, en general no sólo está más cerca de la fuente de contaminación que cualquier otro sino que la válvula anestésica espiratoria clásica dirige los gases efluentes directamente a su nariz.

Algunos autores han hecho determinaciones separadas de las concentraciones anestésicas dentro de la zona respiratoria del anestesiólogo y fuera de ella en el mismo quirófano y han encontrado diferencias de hasta 8 veces.

Consecuencia de la mayor solubilidad del halotano en los tejidos orgánicos es que para una determinada duración de la exposición del anestesiólogo a una atmósfera que contiene -- ambos anestésicos, halotano y óxido nítrico, la exposición tisular al halotano es más larga, porque se mantiene más tiempo en el organismo, y su eliminación después de la expo-

sición es más lenta.

Todo apunta a la complejidad del problema, y las relaciones entre causa y efecto son artificiosas. Si realmente existen peligros de enfermedad profesional en la práctica de la anestesia o si existen factores ambientales que disminuyen la práctica segura y eficaz debemos pensar en múltiples causas interrelacionadas, de las cuales la solución podría ser sólo una de ellas.

En la literatura Nacional, fué hasta el año de 1982 en que se realizó el primer estudio de este tipo. En un centro-hospitalario del Distrito Federal en la Ciudad de México, el cual reveló un alto índice de contaminación por halotano y óxido nitroso en las muestras gaseosas del aire ambiente de quirófanos en donde fueron analizadas.

#### b) LOS ANESTÉSICOS INHALATORIOS Y LA POLUCION.

Si los anestésicos inhalatorios permanecieran en el quirófano como humos no irritantes, inodoros, pero coloreados individualmente, probablemente los anestesiólogos habrían tomado precauciones ante la exposición crónica a esta atmósfera policroma. Sin prueba de su inocuidad, los anestésicos inhalatorios habrían sido abolidos del aire de los quirófanos hace ya mucho tiempo.

Los anestesiólogos son conscientes del olor del anestésico volátil durante la administración (hoy en día casi siem

pre es halotano), aunque la agudeza olfatoria puede estar embotada por su continua exposición. De regreso a su domicilio sus esposas mencionan con frecuencia el olor de su aliento, e incluso suelen notar la ausencia del olor cuando sus maridos no han inhalado los gases efluentes. Cuando estos mismos anesthesiólogos sienten dolor de cabeza o fatiga sin otra causa que la justifique y en relación con periodos de mayor exposición no debe sorprendernos que se establezca una relación causa-efecto o que se convenzan de esta relación cuando, al tomar medidas para evitar la respiración de los gases exhalados por el paciente, se reduzcan aquellos efectos.

Las vagas interpretaciones sobre los efectos subjetivos asociados a la administración de anestésicos inhalatorios se han visto favorecidas por el estudio de los efectos sobre el hombre y los animales después de la inhalación prolongada de concentraciones clínicas, que son concentraciones 100 veces superiores que los niveles ambientales encontrados en las salas de operaciones. A pesar de ello se han publicado cuatro casos en los que los signos físicos en los anesthesiólogos se han asociado a la exposición ambiental de anestésicos, los cuales pueden ser reflejo de las concentraciones mucho más altas inhaladas cerca de la válvula espiratoria, mientras se intenta conseguir una buena adaptación de la mascarilla a la cara del paciente y se mantiene en él, una buena vía aérea.

Se ha tenido la tendencia de enfocar el problema de los posibles efectos de vestigios de halotano, a pesar de que la

encuesta de Vaisman<sup>22</sup> muestra que sólo un 28 por 100 de anes-  
 tesiólogos usaban halotano, y a pesar del hecho de que los -  
 efectos de los anestésicos inhalatorios sobre la leucopoye -  
 sis se descubrieron primero con el óxido nítrico. Probable -  
 mente ello se deba a que el halotano es el anestésico más co -  
 múnmente usado en el hemisferio occidental, a que muchos cen -  
 tros tengan medios para medir vestigios de halotano más fá -  
 cilmente que para medir vestigios de óxido nítrico, como re -  
 sultado de la discusión sobre la identidad de la llamada -  
 "Hepatitis por Halotano", y a que se supone generalmente que  
 el óxido nítrico, el otro anestésico más comúnmente usado, -  
 es inocuo y no se han publicado datos de su metabolismo.

### c) ENFERMEDADES PROFESIONALES.

Se han descrito algunas consideraciones sobre la toxicidad y metabolismo de los anestésicos. Respecto a los mecanis-  
 mos de toxicidad de los mismos que son aplicables al daño ti-  
 sular son los siguientes, principalmente:<sup>5</sup>

- 1) Acumulación intracelular de sus metabolitos en canti-  
 dades tóxicas.
- 2) Formación de Haptenos que pueden iniciar una hiper-  
 sensibilidad sistémica o la respuesta inmunológica.
- 3) Producción de reactivos intermediarios que pueden -  
 iniciar reacciones destructivas tisulares en cadena,

Cada mecanismo dependerá del anestésico usado y de la --

bioactivación de compuestos químicos no reactivos, como son estas sustancias, capaces de inducir la formación espontánea de complejos covalentes con organelos celulares y macromoleculares.<sup>5</sup>

Los efectos que se han encontrado en los diferentes estudios realizados a partir del año de 1958, son muchos, y afectan a toda la economía del cuerpo humano.

### NEOPLASIAS

Bruce y colaboradores realizaron una revisión de 20 años con dos estudios, en uno encontraron aumento estadísticamente significativo de tumores malignos en el sistema retículo-endotelial y linfático en los anestesiólogos. En el otro este mismo autor revisa prospectivamente la mortalidad en anestesiólogos de 1967 a 1971 y no logra confirmar el hallazgo previo, pero en él aclara que sí existen fenómenos de inmunodepresión provocados por la inhalación crónica de halogenados y  $N_2O$ , que predisponen al ser humano a tumores cancerosos del sistema retículo-endotelial.<sup>6</sup>

Corbett y colaboradores en Michigan<sup>7</sup> realizan una investigación para determinar la incidencia de tumores malignos entre enfermeras que practican la anestesia, y detectan que excluyendo al cáncer de piel, la incidencia esperada ajustada por distribución de edad, basada en las estadísti-



cas del Registro de Tumores de Connecticut, es de 402.8 por cada 100,000 habitantes al año, mientras la incidencia encontrada entre las mismas es de 1,333.3 por cada 100,000 habitantes, ésta diferencia es significativa a un nivel de 3.1 por 100.

Niosh<sup>5</sup> indica, que la estructura química de algunos anestésicos es muy similar a la de algunos carcinógenos reconocidos como tales, por ejemplo el Metoxifluorano, Enfluorano e Isofluorano son Alfa haloéteres como los carcinógenos químicos bis cloro metil éter, clorometil éter y bis alfa cloro etil éter. (Ver esquema 1)

En una encuesta realizada por la Confederación Latinoamericana de Sociedades de Anestesiología (C.L.A.S.A.) en 1976 se muestra una frecuencia de cáncer de 1135 por 100,000 habitantes.

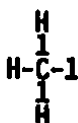
#### ABORTOS ESPONTANEOS

Algunos estudios han demostrado una incidencia elevada de abortos espontáneos y anormalidades congénitas en los hijos de hombres expuestos ocupacionalmente a la inhalación de anestésicos volátiles (principalmente óxido nitroso y halotano), ésto se ha observado aunque las esposas no estén expuestas a la inhalación de éstos agentes.<sup>8</sup>

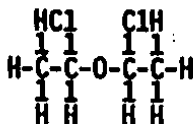
En el año de 1967, Vaisman y colaboradores, realizaron

FORMULAS ESTRUCTURALES DE VARIOS CARCINOGENOS HUMANOS  
 CONOCIDOS Y DE FARMACOS ANESTESICOS INHALADOS.

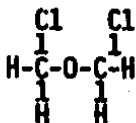
CARCINOGENOS



METIL IODURO

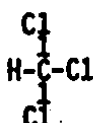


BIS(CLOROMETIL) ETER

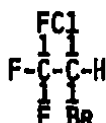


BIS(CLOROMETIL) ETER

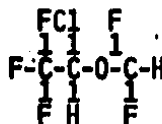
ANESTESICOS INHALADOS



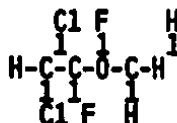
CLOROFORMO



HALOTANO



ISOFLUORENO



METOXIFLUORENO

un estudio a 31 anesthesiólogas rusas, de las cuales 18 relataron haber abortado espontáneamente, lo cual promedia un 57%.

Cohen y colaboradores,<sup>9</sup> encuentran en su estudio, que durante los años de 1966 a 1970, 29.7 por ciento de enfermeras embarazadas que trabajaban en el área de quirófano, terminaron su embarazo en aborto espontáneo, comparado con el sólo 8.8 por 100 del grupo control. Un patrón similar fue encontrado en un segundo estudio de 50 anesthesiólogos y 81 médicos con una especialidad diferente a la anestesiología; en éste estudio se encontró que entre los anesthesiólogos evidenciaron un 37.8 por 100 de abortos espontáneos, comparado con un 10.3 por 100 del grupo control. Los abortos ocurrieron a más temprana edad en el grupo de enfermeras que trabajaban en quirófanos y entre los anesthesiólogos, en comparación con sus respectivos grupos control (octava contra décima semana). Muchos son los factores que ellos involucran para esta alta proporción de abortos, uno de éstos factores es la inhalación crónica de anestésicos que producen contaminación ambiental.

Askrog y colaboradores, encontraron una frecuencia de abortos entre las enfermeras anesthesistas del 20%, éste mismo grupo antes de comenzar sus labores en el área de quirófanos tenía solamente 10% de abortos espontáneos.

## TERATOGENICIDAD

Corbett y colaboradores, encuentran en su estudio realizado, que el 16.4% de los niños cuyas madres trabajan durante el embarazo en el área de quirófanos tuvieron defectos al nacer, y solamente el 5.7% de los niños cuyas madres anesthesiólogas no trabajan durante el embarazo tuvieron defectos congénitos.<sup>10</sup>

Pharoah y Doyle, detectan en su estudio realizado en 1977, que entre el grupo de anesthesiólogas, la proporción de nacidos muertos es dos veces más alta que entre otro grupo control, así como, sus hijos presentan menor peso al nacer, y una mayor incidencia de malformaciones del corazón y grandes vasos, en relación con otros grupos control.<sup>11</sup>

## APARATO REPRODUCTOR.

Varios estudios realizados en animales han demostrado que la exposición de los machos a los gases y vapores anestésicos puede conducir a daño espermatogénico, e inducir daño cromosómico en la célula germinal. Kripke y su grupo<sup>12</sup> expusieron a ratas a una concentración de óxido nítrico de 20 -- por ciento por más de 35 días; ellos encontraron una disminución reversible en el número de espermatozoides testiculares y describieron "células gigantes multinucleadas" en el epitelio seminífero.

Wyrobek y colaboradores<sup>13</sup> realizaron un estudio del es-  
perma de anesthesiólogos, en donde analizaron muestras de se-  
men de 46 anesthesiólogos, quienes tenían por lo menos un a-  
ño de trabajar en el área de quirófanos de hospitales que --  
contaban con modernos sistemas de evacuación de gases. Tam-  
bién recolectaron muestras de semen de 26 residentes sin con-  
tacto previo con anestésicos, que estaban por iniciar su en-  
trenamiento y que sirvieron como grupo control. Se estudió-  
el número de espermatozoides en el semen y el porcentaje de-  
anormales en cada muestra. Entre los residentes y los anes-  
tesiólogos no se encontraron muestras anormales. Sin embar-  
go, 13 de los residentes también fueron estudiados un año --  
después de haber estado trabajando en el área de quirófano,  
y tres de ellos mostraron cambios significativos en el por-  
centaje de esperma anormal; en dos casos el esperma anormal-  
disminuyó en un 7% (p 0.05) y un 15.1 por ciento (p 0.001) -  
respectivamente, y por último en el tercer residente el es-  
perma anormal aumentó 14.2 por ciento (p 0.001). Los auto-  
res fueron incapaces de identificar las posibles causas para  
estos cambios.

Algunos estudios reportan que no hay efectos de mutage-  
nicidad en células marcadas, de pacientes sometidos a los e-  
fectos a corto-tiempo de exposición, de halotano ó efluorano  
en concentraciones anestésicas.<sup>14</sup>

Un estudio de revisión, sobre las consecuencias para el  
anestesiólogo y personal que labora en quirófanos de la con-

taminación ambiental de los mismos; reporta que existe 12% de infertilidad atribuida al sexo femenino trabajando en anestesia, en comparación a un 6% de grupos testigo.<sup>6</sup>

#### ALTERACIONES DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL.

Se han realizado estudios de tipo epidemiológico que sugieren efectos sobre el Sistema Nervioso Central del personal que labora en el área de quirdafanos, y que está expuesto a la inhalación crónica de dosis subanestésicas de halotano, enflurano y óxido nítrico, encontrándose una mayor incidencia de cefalea, fatiga, irritabilidad, agresividad, alteraciones perceptivas, cognitivas y motoras, así como, alteraciones en el sueño; éstas últimas alteraciones aumentan en relación directa con las concentraciones.<sup>15-16-17</sup> Además estos estudios reportan altos índices de padecimientos infecciosos a causa de inmunosupresión, incremento en el riesgo de presentar abortos espontáneos y en la incidencia de anomalías congénitas entre sus hijos; mayor frecuencia de enfermedades hepáticas, renales y neoplásicas, esto último en los tejidos linfático y reticulo-endotelial, y también una mayor incidencia de suicidios como causa de muerte.

En estos estudios, el efecto más peligroso se refiere al desarrollo de depresión nerviosa, que puede ser de moderada a severa. Los síntomas previos que se pueden presentar son cambios en la conducta, manifestados por irritabilidad, mal humor, impaciencia, y agresividad. Con lo anteriormen-

te mencionado se puede explicar el porque, el suicidio es -- tres veces más frecuente entre los anestesiólogos que en los grupos control.

#### INFECCIONES.

Los trastornos observados en la actividad de los leucocitos pueden disminuir las defensas orgánicas predisponiendo a infecciones virales y bacterianas <sup>6</sup> a causa de la inhalación crónica de anestésicos en dosis subanestésicas.

Mathieu y colaboradores <sup>18</sup> encontraron alteraciones inmunológicas en el personal expuesto a la inhalación crónica de anestésicos, con un aumento hasta de tres veces en la cantidad de linfocitos T activos; una disminución significativa de leucocitos polimorfonucleares, en el 60% de los anestesiólogos estudiados, cuyas implicaciones aún están por dilucidarse en lo que respecta a la defensa disminuida en contra de las infecciones o de tumores.

#### OTRAS.

Dentro de algunas otras alteraciones que se han publicado en la literatura mundial se encuentran: reacciones dérmicas como el llamado haloderma, que es un tipo especial de acné originado por algunos subproductos del metabolismo de los anestésicos halogenados por inhalación crónica. <sup>19</sup> Estas alteraciones son semejantes a aquellas observadas en trabajadores con contacto crónica al yodo y bromo. Desaparecen si se-

dejan de inhalar estos productos.

A la administración de halotano se le atribuye una entidad clínica conocida como necrosis hepática masiva, con una frecuencia de 1 en 35,000 anestésias, cuyo mecanismo de daño tisular aún no está bien esclarecido.<sup>5</sup>

A pesar de las aparentes evidencias que proporcionan estos estudios, recientemente se han publicado varios artículos que señalan algunas de las fallas de los modelos de revisión epidemiológica, en los intentos por establecer una relación entre ciertos padecimientos y la exposición a concentraciones residuales de anestésicos inhalados.<sup>20-21</sup>

Sin embargo, resulta irrefutable el hecho, de que a pesar de la falta de evidencias contundentes sobre la peligrosidad de los gases anestésicos residuales, tampoco se puede sostener que la exposición a estos gases y vapores sea segura, y menos aún benéfica.

#### d) DISEÑO DE UNA SALA DE OPERACIONES.

La reducción y el control de los niveles residuales de anestésicos en el quirófano obliga a captar (eliminar) los gases excedentes del circuito, instituir un programa continuo de mantenimiento para prevenir posibles fugas del equipo, y modificar la técnica anestésica para evitar desmedidos escapes al ambiente.



En un quirófano en el que los gases excedentes del circuito no se depuran, y en el que no se revisan sistemáticamente el equipo para evitar fugas, las concentraciones de anestésico acumulado en la zona respirable del anestesiólogo son de 300 a 500 ppm. para el óxido nitroso, y de 5 a 15 ppm. para los agentes halogenados; dichas concentraciones son muy superiores a las deseables, rebasando ya el umbral al que comienzan a manifestarse disfunciones psicomotoras.<sup>1</sup>

La instalación de un sistema eficaz para eliminar los gases excedentes es de primera importancia para reducir los niveles residuales de anestésicos. Un sistema de depuración posee 3 elementos principales:

1. Aspiradores de gases (uno o varios)
2. Un sistema de eliminación
3. Una interfase

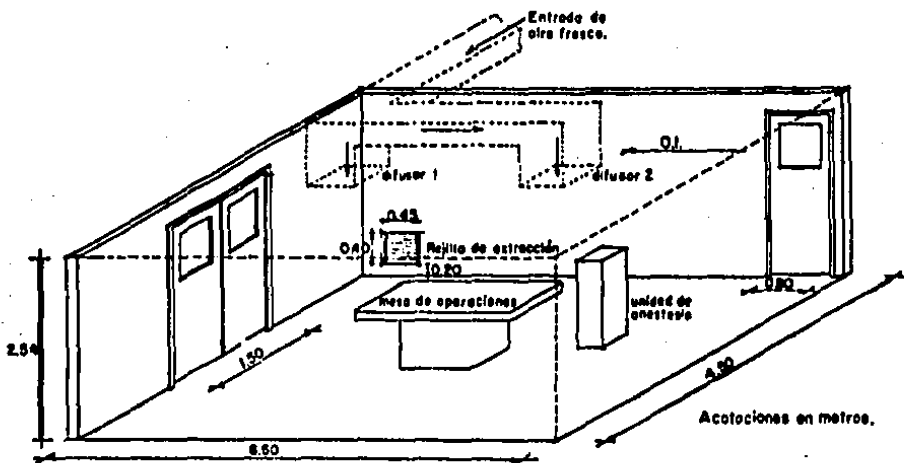
**ASPIRADOR DE GASES.** Los gases excedentes del circuito respiratorio y del respirador, deben ser captados y conducidos hasta el sistema de eliminación. La válvula de escape y los respiradores mecánicos para la anestesia deben de estar equipados, tanto si son de fábrica como adaptados posteriormente con medios para captar los gases expulsados.

**SISTEMA DE ELIMINACION.** La eliminación del gas anestésico de desecho puede hacerse por varias vías: La porción no-recirculante del sistema de aire acondicionado, el sistema de aspiración central, un sistema pasivo de permeabilización

por la pared y un aspirador o fuelle instalado para tal efecto.

En los quirófanos dotados de sistema de ventilación no-recirculante, los gases anestésicos de desecho pueden canalizarse hasta la salida. Cuando ello no sea posible, se reforzará las paredes con sistema de extracción de gases, los cuales eliminarán los residuos anestésicos que por lo general están depositados en las porciones bajas del aire de quirófanos. Por ésta razón, estos sistemas de extracción de gases y vapores anestésicos se deben de colocar arquitectónicamente a 60 cms. del suelo de los quirófanos.

Todo este sistema depurador del medio ambiente de los quirófanos está reforzado por un sistema inyector de aire fresco el cual se coloca en la parte superior de los quirófanos para que con esto se lleve a cabo una adecuada recirculación de todo el aire en el medio ambiente de los quirófanos, y con ello se elimine al máximo la polución de los quirófanos. (Ver esquema 2)



ESQUEMA 2

## V. DISEÑO EXPERIMENTAL

### a) MATERIAL:

Para determinar la proporción ambiental en el entorno donde se desarrollan las actividades cotidianas del anestesiólogo, incluyendo quirófanos, sala de espera o vestidor, oficina, pasillos del área quirúrgica, taller de anestesiología y área de recuperación postanestésica, se han ideado varios procedimientos, entre ellos: Detección de gases y vapores anestésicos y bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) mediante la espectrometría de masas, rayos infrarojos y cromatografía de gases. Este último es el más accesible a nuestro medio y es el que utilizaremos para el presente estudio. El cual se realizará en los quirófanos y áreas adyacentes a los mismos del Hospital Regional "Ignacio Zaragoza" del ISSSTE. Este estudio será de tipo observacional, prospectivo, transversal y abierto.

El hospital cuenta con 8 quirófanos, de los cuales se tomaron muestras en sólo seis de ellos; tres pasillos de acceso a los quirófanos, un taller de anestesiología, una sala de recuperación postquirúrgica, una oficina de anestesiología y un vestidor de médicos.

Para realizar el muestreo de aire ambiente de quirófanos se utilizaron tubos vacutainer de 10 ml. cerrados al vacío, los cuales están recubiertos en la cara interna del tapón con una pequeña y fina capa de glicerina que favorece su

sellado en forma hermética. Los tubos miden 10 x 1.3 cms. y la succión aproximada es de 7 ml.

Para la cuantificación de gases se utilizó un cromatógrafo de gases (C.G.) Hewlett Packard Mod. 5840 A, cuyas condiciones óptimas de operación fueron las siguientes:

Columna: acero inoxidable de 6' X 1/8", empacada con Carbowax 20 M al 10%, Chromosorb WHP 80/100.

Detector: Ionización de flama.

Temperatura del detector e inyector: 150°C.

Temperatura del horno: 70°C.

Flujo de Nitrógeno (gas acarreador): 22 ml/min.

## b) METODO

Se tomaron muestras de las áreas blancas y áreas adyacentes a la misma. Las áreas blancas que se muestrearon fueron: salas 1, 2, 3, 4, 6 y 7: los pasillos de las salas (dos laterales y uno central), el taller de anestesiología. Las áreas adyacentes fueron: sala de recuperación postquirúrgica, vestidor de médicos y oficina de anestesiología.

Las muestras tomadas en las salas quirúrgicas se realizaron en tres áreas diferentes:

Area del anestesiólogo.- Comprendida a 50 cms. de la cabeza del paciente y a una altura de 1.50 m. sobre el nivel del suelo, para así obtener una muestra representativa de -

lo que inhalaría teóricamente el anesthesiólogo.

Area del cirujano.- A la derecha del paciente y a una altura de 1.50 m. sobre el nivel del suelo.

Area de la circulante.- A un metro de los pies de la mesa quirúrgica y a una altura de 1.50 m. sobre el nivel del suelo.

Las muestras tomadas en las áreas adyacentes a las salas de operaciones, así como, las tomadas en los pasillos y taller de anestesiología tomaron como parametro únicamente 1.50 m. sobre el nivel del suelo.

Después de 6 a 8 horas de tomadas las muestras, se procedió a la identificación y cuantificación de los índices anestésicos en las mismas. Para ello, se inyectaron, a una temperatura ambiente de  $23 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , utilizando una jeringa desechable de tuberculina, 0.5 cc de fase gaseosa de cada muestra a un cromatógrafo de gases (Hewlett Packard modelo 5840A).

La identificación de los compuestos se realizó, por comparación con los tiempos de retención de los anestésicos previamente obtenidos (en promedio 2.00 minutos para el halotano, y 2.26 para el enflorano) (Fig. 1)

Para la cuantificación se hicieron curvas de calibración. Las curvas de calibración se obtuvieron, haciendo diluciones de anestésicos en frascos de 500 ml. que contenían aire a la temperatura y humedad ambiente, con tapón de cierre.

re hermético. Generalmente se aplicó un microlitro de anestésico medido con jeringa Hamilton a uno de los frascos, se permitió un tiempo de estabilización de 5 minutos, para después empezar a tomar muestras de la mezcla de este frasco, - y poder hacer las demás diluciones en otros frascos con las mismas características.

Al finalizar las determinaciones, se hicieron segundas inyecciones de los frascos con las diluciones de anestésicos, con el propósito de confirmar las señales y evitar errores - de interpretación de las áreas integradas.

Los resultados obtenidos se expresaron en términos de - p.p.m. y microgramos de anestésico por litro de aire.

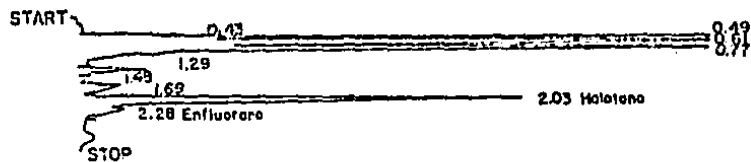
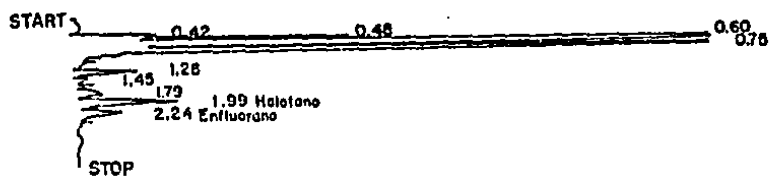


FIGURA 1



## VI. RESULTADOS

Los resultados obtenidos mostraron que las concentraciones de halotano variaron de 0.022 hasta 2.122 ppm. Estas últimas cifras rebasan hasta cinco veces los niveles máximos - permisibles como límites de seguridad (0.500 ppm).

Las diferencias que existen entre las tres muestras tomadas en las áreas de cada sala, también difieren entre sí, pero en todas las muestras se puede observar que el área más contaminada siempre fue el área de Anestesiólogo.

Las salas que muestran mayores índices de contaminación son: la sala 4 y la 6. En éstas salas, el día de toma de muestras se llevaron a cabo 2 cirugías en cada una de ellas, las cuales se realizaron bajo los efectos de la anestesia general inhalatoria y en las que se utilizó halotano y óxido nitroso.

En las salas 1, 3 y 7 los procedimientos anestésicos fueron bloqueos (peridural y subaracnoideo).

Cabe mencionar que durante el día en que se realizó el muestreo de las salas, en ninguna de ellas se utilizó enflurano, más sin embargo se encontraron niveles de éste anestésico, aunque los índices fueron bajos y todos ellos se encontraron dentro de los límites de seguridad permitidos por la A.S.A. y la C.L.A.S.A.

También es importante mencionar que durante el muestreo, se revisaron los sistemas de ventilación (inyección de aire fresco y extracción de aire pesado) y ninguno de ellos se encontraba funcionando, ni durante la toma de muestras, ni posterior a la realización del muestreo.

Un reflejo de lo anteriormente mencionado se puede observar en los resultados de las muestras tomadas en áreas grises en donde se encontraron niveles de gases y vapores anestésicos, incluso cercanos a los límites de seguridad, como por ejemplo en la sala de recuperación post-quirúrgica en donde se determinaron niveles de 0.457 ppm de halotano y 0.020 de enflorano. Este último anestésico no se había usado en quirófanos durante las ocho horas anteriores a la toma de las muestras.

RESULTADOS DE LAS MUESTRAS TOMADAS EN AREAS BLANCAS Y ADYACENTES.

Sala y Area	Halotano	Enflurano	N <sub>2</sub> O
1-A	0.072	0.048	0
1-C	0.020	0	0
1-c	0	0	0
2-A	0.500	0.050	0
2-C	0.270	0.035	0
2-c	0.020	0	0
3-A	0.070	0.035	0
3-C	0.060	0	0
3-c	0.025	0	0
4-A	2.125"	0	20.35
4-C	1.090"	0	15.32
4-c	0.530"	0	4.90
6-A	1.925"	0	9.00
6-C	0.906"	0	3.80
6-c	0.496	0	1.65
7-A	0.321	0	0
7-C	0.151	0	0
7-c	0.035	0	0
T	0.230	0.020	0
PLD	0.489	0	0
PC	0.365	0	0
PLI	0.508	0.035	2.56
OA	0.200	0	0
RQ	0.457	0.020	0
VM	0.130	0	0

A = Anestesiólogo. C = Cirujano c = Circulante  
 T = Taller PLD = Pasillo Lateral Derecho. PC = Pasillo Central.  
 PLI = Pasillo Lateral Izquierdo, OA = Oficina de Anestesiología.  
 RQ = Recuperación postquirúrgica.  
 VM = Vestidor de Médicos.

Valores límite de seguridad 0.5 ppm para Halogenados

25.0 ppm para N<sub>2</sub>O

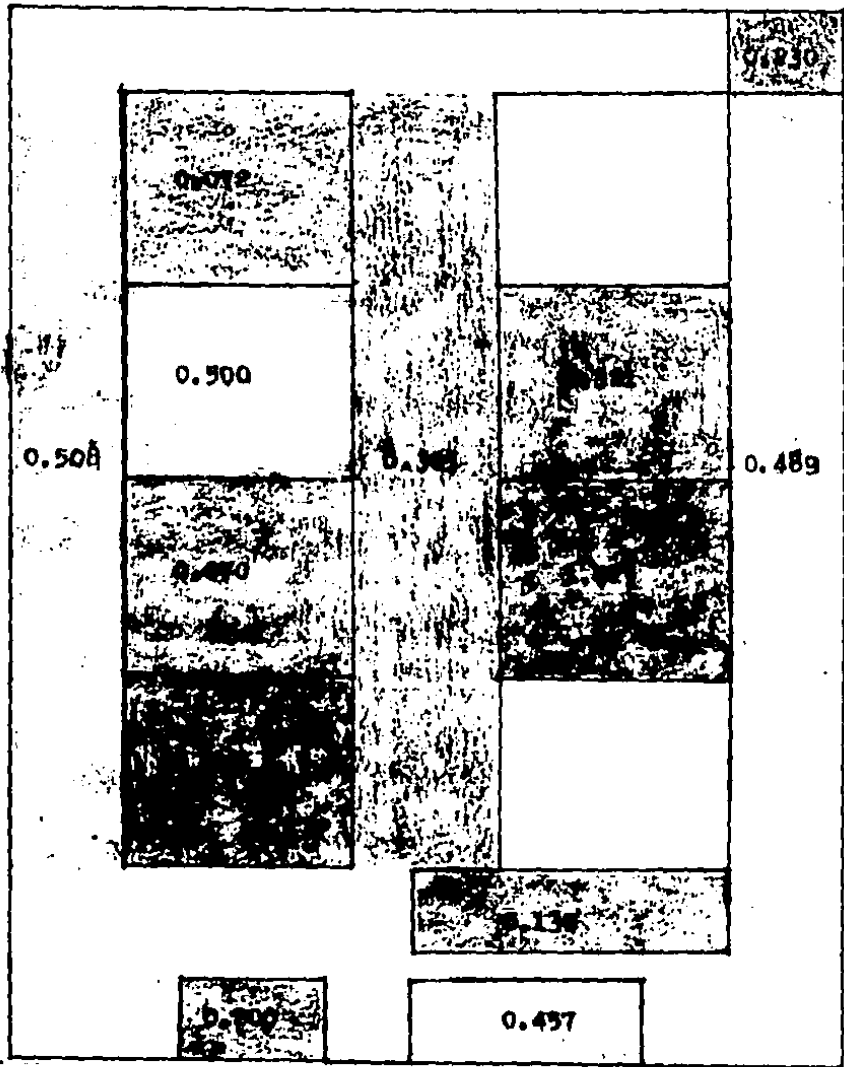


FIGURA 2

Areas blancas y Areas adyacentes mostrando los niveles de contaminación del medio ambiente.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

## VII. DISCUSION

En el presente estudio se puede demostrar que las concentraciones de halotano en el aire ambiente de quirófanos del Hospital Regional "General Ignacio Zaragoza", se encuentran rebasando hasta 5 veces más los niveles máximos permisibles de seguridad mostrando con ello una alta contaminación en las salas, debido tal vez al tipo de circuito anestésico usado. En el hospital el sistema anestésico que más frecuentemente usamos es el de reinhalación parcial. Los niveles de enflorano encontrados, no son altos y no rebasan los límites permitidos, pero es bueno que recordemos que el día en que se tomaron las muestras no se usó éste anestésico, por lo menos ocho horas previas a la toma de las muestras. Con esto es necesario considerar si éstas cifras en la atmósfera quirúrgica nos indican que dicho fármaco permanece más tiempo fijado a los circuitos y aparatos anestésicos y su eliminación de los mismos es más lenta con respecto al halotano.

Otro hecho a favor de los altos índices de contaminación del medio ambiente de quirófanos es el que resulta debido a la falta de funcionamiento o mantenimiento de los sistemas de extracción de gases, con lo cual estos se acumulan, y no sólo eso, sino que además, se pueden medir niveles en zonas adyacentes a las áreas quirúrgicas, como lo son: vestidor de médicos, oficina de anestesiología y sala de recuperación postquirúrgica.

## VIII. CONCLUSIONES

- 1).- En el presente trabajo se demuestra la contaminación del medio ambiente de los quirófanos, rebasando hasta 5 veces los límites máximos de seguridad.
- 2).- El enflorano fué detectado en el medio ambiente, aún sin haber sido usado, con lo cual se puede apoyar el hecho de que permanece más tiempo fijado a los aparatos de anestesia y por lo tanto, su eliminación de quirófanos es más lenta.
- 3).- El mal funcionamiento de los sistemas de eliminación de gases anestésicos residuales ayuda en gran parte a aumentar los niveles de contaminación.
- 4).- Otro aspecto que coadyuva a la contaminación, es el tipo de sistema anestésico usado en nuestros quirófanos - usamos los circuitos de reinhalación parcial.
- 5).- Al final todos los anesthesiólogos van a morir. Lo que importa es el tiempo y la calidad de vida.

## IX. RESUMEN

El presente estudio se realizó como un intento para tener una mayor visión sobre la polución de los quirófanos.

El estudio realizado es uno de los pocos hechos en la Literatura Nacional, ya que la mayoría de la información con que contamos sobre este problema, proviene de otros países. El objetivo principal de este estudio fué conocer los índices de contaminación que existen en el medio ambiente de los quirófanos del Hospital Regional "General Ignacio Zaragoza" y tratar de encontrar las probables causas que contaminan nuestro ambiente de trabajo, así como, si es posible dar soluciones al problema.

Se encontró que el medio ambiente de los quirófanos posee índices de contaminación muy por arriba de los límites máximos permitidos en dichos sitios de trabajo. Estos niveles rebasan hasta 5 veces los límites de seguridad.

Las posibles causas que nosotros vimos pueden originar estos niveles de contaminación son: La falta de funcionamiento de los sistemas de extracción de aire de los quirófanos. El uso de sistemas anestésicos semiabiertos que usamos en forma más frecuente en pediatría. Y por último el hecho de que probablemente algunos anestésicos permanezcan más tiempo fijados a los sistemas anestésicos y por lo tanto su eliminación de los quirófanos sea más lenta.

## X. BIBLIOGRAFIA

- 1.- Orkin F.K. y Cooperman L.H. Complicaciones en Anestesiología, Salvat Editores, S.A. 1986, pág. 717-735.
- 2.- Collins V.J. Anestesiología, 2a. Edición, Editorial Interamericana 1983, pág. 931-989.
- 3.- Aldrete J.A. Texto de Anestesiología teórico-práctico, - Salvat Editores, S.A. 1986, pág. 9-13.
- 4.- Moror H.L. y Jiménez M. L. Contaminación y costos de operación en Anestesia Pediátrica con el uso de dos circuitos anestésicos: Circuito cerrado y circuito semiabierto. Rev. Mex. Anest. 1987; 10:135:146.
- 5.- Adaya A.S. y Mejía M.C. Efectos adversos de la inhalación subanestésica. Rev.Mex. Anest.1987; 10: 168-175.
- 6.- Fuentes R. Contaminación ambiental en sala de operaciones y sus consecuencias para el anestesiólogo y personal que laboran en ellas. Rev. Mex. Anest. 1985; 8:121-124.
- 7.- Corbett T.H. y Cornell R.G. Incidence of Cáncer among Michigan Nurse-anesthetists. Anesthesiology V 38, No. 3- Mar 1973.
- 8.- Knill - Jones RP; Rodríguez LV; Moir DD, et al: Anaesthetic practice and pregnancy: A controlled study of women anesthetist in The United Kingdom. Lancet 1: 1326,-- 1972.



- 9.- Cohen E. N. y Weldon J. Anesthesia, Pregnancy, and Mis-  
carriage: A Study of Operating Room Nurses and Anesthe-  
tists. *Anesthesiology* V 25, No 4, Oct 1871.
- 10.- Corbett TH; Cornell RG; Endres JL, et al: Birth de fec-  
ts among children of nurse-anesthetists. *Anesthe siolo-  
gy* 41: 341, 1974.
- 11.- Pharoah POD, Alberman E, Doyle P: Outcome pregnancy a-  
mong women in anesthetic practice. *Lancet* 1977;1:- 34-  
36.
- 12.- Kripke BJ; Kelman AD, et al: Testicular reaction to--  
prolonged exposure to nitrous oxide. *Anesthesiology* 44:  
104, 1976.
- 13.- Wyrobek AJ; Brodsky, et al: Sperm studies in anesthe-  
siologists. *Anesthesiology* 55: 527, 1981.
- 14.- Husum B. y Niebuhr E, Sister Chromatid Exchanges in Lym-  
phocytes after Anaesthesia with Halothane or En flurane.  
*Acta anaesth. scand.* 1981, 25, 97-98.
- 15.- A National Study. Occupational Disease among Opea---  
ting Room Personnel. Report of an Ad Ho- Committee on-  
The Effects of Trace Anesthetics on the Health of Ope-  
rating Room Personnel, American Society of Anesthesiolo-  
gists. *Anesthesiology* 1974; 41: 321-340.
- 16.- Lew E. A. Mortality Experience among Anesthesiologists,  
1954-1976. *Anesthesiology* 51: 195-199, 1979.

- 17.- Editorial Views. Mortality among Anesthesiologists. -  
Anesthesiology 51: 193-194, 1979.
- 18.- Mathieu A, Mathieu D, Kerman R: Immunological defects  
in anesthesiologists and other operating room (or) per-  
sonnel. 7th. World Congress of Anaesthesiologists. -  
Hamburg F.R.G. Abstracts. Excerpta Medica, Amsterdam-  
Oxford-Princeton, 1980' pp 178.
- 19.- Soper LE, Vitez TS, Wingberg D: Metabolism of halogena-  
ted anesthetic agents as a possible cause of acneiform-  
eruptions. Anesth. Analg 1973; 52: 125-126.
- 20.- Husum B, Wulf H.C., Niebuhr E: Monitoring of Sister -  
Chromatid Exchanges in Lymphocytes of Nurse-Anesthetists.  
Anesthesiology 62: 475-479, 1985.
- 21.- Buring J. E, Hennekens C.H, Mayrent S.L: Health Expe-  
riences of Operating Room Personnel. Anesthesiology 62:  
325-330, 1985.
- 22.- Hower C.L, Atkinson R. S: Recientes avances en Aneste-  
sia y Analgesia. Editorial Jims 1977.
- 23.- Whitcher C.E, Cohen E.N, Trudell J.R: Chronic Exposure  
to Anesthetic Gases in the Operating Room. Anesthesio-  
logy V 36, No 4, Oct 1971.
- 24.- Husum B, Wulf H. C, Niebuhr E: Sister Chromatid Exchan-  
ges in human lymphocytes after anaesthesia with flurox

- ne. Br. J. Anaesth. (1982), 54, 987.
- 25.- Wharton R.S., Mazze R.I., Wilson A.I.: Reproduction and Fetal Development in Mice Chronically Exposed to Enflurane. *Anesthesiology* 54: 505-510, 1981.
- 26.- Sawyer D.C., Bahlman S.H., Cullen B.F. Concentration - Dependence of Hepatic Halothane Metabolism. *Anesthesiology* V 34, No. 3, March 1971.
- 27.- Knill-Jones R.P. Moir D.D. Rodriguez L.V. et al: Anesthetic practice and pregnancy: controlled survey of women anaesthetists in the United Kingdom. *Lancet* 1972; 2: 1326-1328.
- 28.- Bruce D.L.: Acute and chronic Anesthetic actions on Leukocytes. *Canad Anaesth Soc J.* 1973; 20: 55-63.
- 29.- Mathieu A, Mathieu D, Kerman R: Immunological defects in anesthesiologists and other operating room(or) personnel. 7th World Congress of Anaesthesiologists. Hamburg F.R.G.
- 30.- Bruce D.L., Bach M.J.: Psychological studies of human performance as affected by traces of enflurane and nitrous oxide. *Anesthesiology* 1975; 42: 194-196.