

11202
rej-6



Universidad Nacional Autónoma de México

División Estudios de Postgrado
HOSPITAL "20 DE NOVIEMBRE"

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

JEFATURA DE ENSEÑANZA

ESTUDIO COMPARATIVO
SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO VS SISTEMA DE
SEMICERRADO:
NIVELES DE CONTAMINACION Y COSTOS
DE OPERACION

T E S I S
PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGIA
P R E S E N T A :

DR. JESUS BECERRA ESCOBAR



México, D. F.

Febrero 1986

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 está 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

	Página
Antecedentes	1
Introducción	4
Objetivo	5
Justificación	6
Material y Método	7
Resultados	11
Discusión	21
Conclusiones	23
Sumario	24
Bibliografía	25

ANTECEDENTES

Con la evolución de las máquinas o aparatos de anestesia se llegó a lo que actualmente son los sistemas de inhalación y su clasificación clásica, recopilada por Collins (tabla 1) o las variantes que se utilizan como:

I.- Sistemas de reinhalación y no reinhalación de Aldrete.

II.- Sistema abierto, semiabierto, semicerrado y cerrado de Hamilton.

Sistema abierto.-

Se define como aquél por el cual se administra un agente anestésico al paciente, con aire atmosférico como vehículo ó como diluyente del agente anestésico. El aparato respiratorio está en relación directa con la atmósfera durante la inspiración y la espiración. No hay depósito de agentes anestésicos y no ocurre reinhalación.

Sistema semiabierto.-

Son aquellos en que el aparato respiratorio del paciente está en relación directa con la atmósfera en la inspiración y en la espiración. Se cuenta con un reservorio, que por lo general es una manguera, abierta a la atmósfera; no hay prácticamente reinhalación y el aire atmosférico u oxígeno diluyen el agente anestésico.

TABLA 1

Clasificación de los sistemas anestésicos

I.- SISTEMAS ABIERTOS

- 1.- Sistemas de goteo abierto.
- 2.- Método gravitatorio.
- 3.- Método de insuflación.
- 4.- Tubo "T" de Ayre con brazo espiratorio: gancho S.

II.- SISTEMAS SEMIABIERTOS

- 1.- Goteo semiabierto.
- 2.- Tubo en "T" de Ayre con brazo espiratorio.
- 3.- Modificaciones del tubo en "T".
 - De Maguill
 - De Rees o Mapleson
 - De Baraka

III.- SISTEMAS SEMICERRADOS

- 1.- Método sin reinhalación.
- 2.- Método con reinhalación parcial.

IV.- SISTEMAS CERRADOS

- 1.- Método de vaivén ("to-and-fro").
- 2.- Método de circuito.

Sistema semicerrado.-

En éstos, el aparato respiratorio del paciente está completamente aislado de la atmósfera en la inspiración. Se cuenta con un depósito ó reservorio cerrado a la atmósfera que incluye gases que inspira el paciente. Al balón ó depósito debe entrar constantemente gas fresco. Al espirar el paciente sale el exceso de gases a la atmósfera por una válvula de espiración. Si todos los gases espirados salieran, el sistema carecería totalmente de reinhalación. Si solamente parte de los gases espirados escapan, se tiene un método de reinhalación parcial.

Sistema cerrado.-

En éstos no hay salida de la mezcla anestésica a la atmósfera, entraña reinhalación total y se necesita un reservorio. No hay relación directa con la atmósfera ni en inspiración ni en espiración. Para que este método sea seguro, es necesario contar con una fuente externa suficiente de oxígeno, para satisfacer los requerimientos por minuto del paciente y eliminar el bióxido de carbono, producido por el metabolismo.

Al hacer esta somera revisión de los sistemas anestésicos con que se cuenta, se hace notar que la mayoría de ellos son posibles fuentes de contaminación de agentes anestésicos volátiles en la sala de operaciones, con la consecuente posible contaminación del personal quirúrgico y de anestesia, si no se toman las medidas de seguridad pertinentes al respecto; ya que los sistemas más comunmente usados en nuestro hospital, como son el sistema semiabierto y el sistema semicerrado, liberan los gases anestésicos utilizados al medio ambiente.

INTRODUCCION

A pesar de los avances obtenidos actualmente en el campo de la Anestesiología con nuevos anestésicos, éstos aún son nocivos para el anesthesiólogo y el personal que labora cotidianamente en la sala de operaciones; llegando a considerar esto como un problema de salud se han hecho estudios en diferentes partes del mundo, Estados Unidos, Rusia, Inglaterra, por mencionar algunos.- Encontrando, en estos estudios, una gama extensa de alteraciones en el personal de anestesia, expuestos cotidianamente a dosis bajas de anestésicos halogenados (halotano o enflorano). Tomando como niveles máximos de seguridad de 0.5 a 1 partes por millón -- (PPM) en el medio ambiente de quirófano, según el National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH).

Entre las alteraciones documentadas en los estudios hechos se describen dolor de cabeza, alteraciones en el sueño, aumento en la irritabilidad, en el personal femenino se describe -- aumento en el número de abortos y alteraciones congénitas en los bebés, más que en la población no expuesta y de particular importancia para el anesthesiólogo, por su responsabilidad en el quirófano, son las alteraciones en el comportamiento, ya que se pueden encontrar afectadas la percepción, la toma de decisiones y la actividad motora.

Aunado a esto, se debe de tomar en cuenta también, que una vez expuestos a los anestésicos halogenados, éstos por ser so

lubles en la grasa y fijarse a ella, su tiempo de eliminación se extiende de 7 a 64 horas y al traspolarlo a un día de jornada de 8 horas, si no es que más, se tiene sólo 9 horas restantes para eliminarlo, lo que nos lleva a un efecto de acumulación progresiva de halogenados.

Ante estos riesgos potenciales se deben tomar medidas para eliminar lo más posible los anestésicos halogenados de las salas de operaciones y dentro de estas medidas se encuentra el uso de anestésicos halogenados con un sistema de circuito cerrado, el cual evita o disminuye grandemente el escape al ambiente de gases anestésicos.

Por otro lado, ante la situación económica por la que atraviesa el país, es aconsejable tomar medidas que disminuyan los costos de operabilidad conservando un nivel adecuado de cirugías diarias, lográndose esto con el manejo del sistema de circuito cerrado, ya que el costo de operación del mismo es menor y se obtienen los mismos resultados finalmente.

OBJETIVO:

El objetivo del presente estudio, es el de demostrar las ventajas o inconvenientes, con respecto a los niveles de contaminación en sala de operaciones, del sistema de circuito cerrado de anestesia VS el sistema de circuito semicerrado; y los costos de operación de ambos sistemas.

JUSTIFICACION:

Ante la problemática que se presenta por las alteraciones orgánicas y psicológicas, que se pueden presentar por la exposición prolongada a bajos niveles de anestésicos halogenados, -- siendo estos bajos niveles por arriba de lo establecido por el -- NIOSH y sin llegar a ser concentraciones anestésicas, el uso del sistema de circuito cerrado de anestesia, con la consecuente disminución de la liberación de anestésicos al medio ambiente, es -- una buena opción para el anestesiólogo de disminuir este riesgo, -- al que se encuentra potencialmente expuesto a diario.

Además de la ventaja mencionada, el uso de este tipo de sistema anestésico conlleva el menor consumo de oxígeno, óxido nítrico así como de anestésicos halogenados, lo que beneficiaría a la unidad hospitalaria en el área administrativa.

MATERIAL Y METODO

Para esta investigación se estudiaron dos grupos de pacientes cuyas características fueron las siguientes:

Grupo 1.- Incluyó 25 pacientes jóvenes, no pediátricos, de ambos sexos, que ameritaran intervención quirúrgica con anestesia general y que se clasificaran con riesgo anestésico quirúrgico ASA I-II.*

El manejo anestésico de estos pacientes fué hecho con sistema de circuito cerrado y el procedimiento anestésico se describe en la tabla 2.

El mantenimiento se hizo con un anestésico halogenado - (halotano ó enflurano) y oxígeno-óxido nitroso al 50%, de acuerdo a Lts/min de cada uno, a través de una máquina de anestesia modelo Ohio ó Plarré y vaporizadores para halotano ó enflurano modelo Mark III ó Dragger, utilizando concentraciones de 0.7 a 1.5% para halotano y de 1 a 1.7% para enflurano, estos porcentajes de acuerdo con la concentración alveolar mínima conocida para cada uno de los anestésicos halogenados que se sabe producen un mantenimiento anestésico ideal. La utilización del óxido nitroso en la mezcla fué con el objeto de disminuir la necesidad de porcentajes más elevados en algunos pacientes, ya que el óxido nitroso actúa como analgésico.

* ASA: American Society of Anesthesiologists.

TABLA 2

PROCEDIMIENTO ANESTESICO

GRUPO I Y II

1.- PREMEDICACION

Diacepam..... 0.2 mg/Kg

Atropina 0.01 mg/Kg

2.- INDUCCION

Tiopental sódico... 5 mg/Kg

Succinilcolina..... 1 mg/Kg

3.- INTUBACION

4.- MANTENIMIENTO

Oxígeno/óxido nitroso

Halotano

Enflurano

5.- EMERGENCIA

Oxígeno

Los flujos de la mezcla O_2/N_2O variaron entre 0.3 y 0.6 Lts/min. ya que flujos menores impiden una adecuada vaporización del halogenado. Se hizo monitorización electrocardiográfica con un electrocardioscopio modelo Statoscope II.

Se tomaron muestras del aire ambiente en sala de operaciones, utilizando un tubo de ensayo de vidrio limpio con tapón, el cual se abrió y se expuso durante 5 a 10 seg. volviéndolo a cerrar, en el lugar donde se encontraba el anesthesiologo. Se tomaron muestras al inicio de la cirugía, a la mitad del procedimiento quirúrgico aproximadamente y al finalizar el acto anestésico-quirúrgico y desconectar al paciente del sistema. Las muestras fueron analizadas por un cromatógrafo de masas modelo Perkin Elmer, en la Facultad de Ciencias Químicas de la UNAM, laboratorio del Ing. Quím. Federico Campoy, según la gráfica de calibración descrita por Nunn J.F. (21) y los resultados se expresaron en PPM

Grupo II.- Incluyó 25 pacientes, sirvió como grupo control y en él había pacientes con las mismas características que en el Grupo I.

El manejo anestésico se llevó a cabo con sistema de circuito semicerrado con reinhalación. El resto del manejo anestésico, así como de los elementos utilizados para el monitoreo fueron similares para ambos grupos. Lo que si varió fueron los flujos usados para este tipo de sistema y que fluctuaron entre 2 y 3 Lts/min. para la mezcla. Estos flujos son más elevados que los utilizados en el sistema cerrado, debido a que flujos menores im-

piden una buena ventilación al paciente por utilizar una válvula-
espiratoria que deja escapar parte de la mezcla. Las muestras fue-
ron tomadas en el lugar donde se localizaba el anesthesiólogo con-
el mismo procedimiento y los mismos intervalos.

Los resultados fueron sometidos a un análisis estadísti-
co (t de Student).

En cuanto a el consumo de oxígeno, óxido nitroso y anes-
tésicos halogenados (halotano ó enflurano), se tomaron en cuen-
ta, el tiempo transcurrido en cada acto quirúrgico y los flujos -
de oxígeno y óxido nitroso, en litros por minuto, que se utiliza-
ron tanto para el sistema cerrado como para el sistema semicerra-
do. En lo que respecta al consumo de anestésicos halogenados, su
consumo se tomó en mililitros, ya que estos anestésicos vienen en
presentación líquida, con respecto al tiempo de duración de las -
cirugías.

Los flujos se monitorizaron con los flujómetros que ya-
vienen integrados en las máquinas de anestesia, que como se había
mencionado fueron marca Ohio o Plarré. Para el consumo de anesté-
sicos halogenados se tomó en cuenta la capacidad de los vaporiza-
dores, que es de 100 ml. para el Mark III y de 125 ml. para el --
Dragger. Se llenaron a su capacidad al inicio del procedimiento y
se midió el consumo al final del mismo.

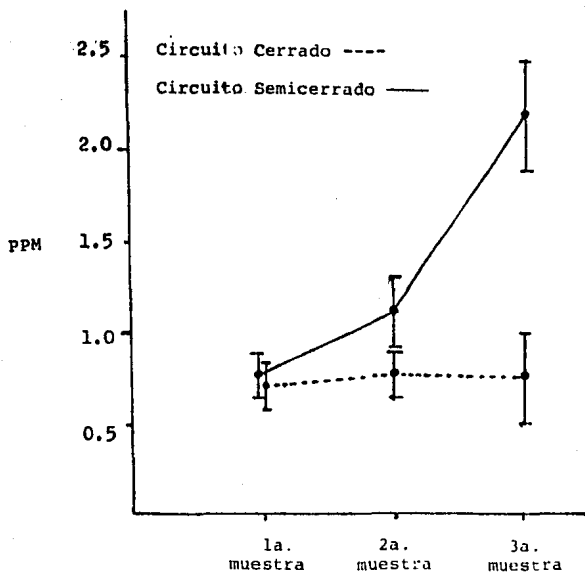
RESULTADOS

Se hizo la selección de pacientes en los dos grupos de estudio, de la manera más homogénea posible. Con las características mencionadas y se sometieron a procedimientos quirúrgicos en ortopedia, otorrinolaringología, oncología y cirugía general.

Los resultados obtenidos en la toma de muestras del aire ambiente en sala de operaciones fueron: La primera toma entre los 20 y 40 minutos, promedio, de iniciada la anestesia y coincidiendo con el inicio de la cirugía, para el grupo I fué $0.7 \pm .17$ PPM, para el grupo II fué de $0.8 \pm .16$ PPM (p-N.S.). Para la segunda toma de muestra se escogió considerando lo que fuera en promedio la mitad del procedimiento quirúrgico y esto varió entre 1:30 y 2:30 horas del mismo, tomando en cuenta el total del promedio de las cirugías, las cuales oscilaron entre 3 y 4:30 horas. Así los resultados de la segunda toma para el grupo I $0.8 \pm .16$ PPM y para el grupo II de $1.1 \pm .2$ PPM (p-N.S.). En la tercera y última toma, hecha al finalizar el procedimiento anestésico-quirúrgico, reportó para el grupo I $0.8 \pm .2$ PPM y para el grupo II $2.2 \pm .3$ PPM (p-N.S.) (gráfica 1).

Se hace notar también, que según el tiempo transcurrido de duración del acto quirúrgico, los niveles de gases halogenados aumentaron, siendo más significativo para el grupo II.

GRAFICA 1



Niveles de contaminación entre circuito cerrado y
circuito semicerrado (PPM)

En cuanto a los resultados obtenidos de los costos por manejo de ambos circuitos, cerrado y semicerrado, se tomaron dos consideraciones. La primera los precios que le son dados a la unidad, que son los precios llamados de gobierno, y la segunda los dos tipos de flujos usados en cada uno de los circuitos, que fueron de 0.6 Lts/min de O_2 + 0.6 Lts/min. de N_2O y de 0.3 Lts/min. de O_2 + 0.3 Lts/min. de N_2O para el circuito cerrado y de 2 Lts/min. de O_2 + 2Lts/min de N_2O ó de 3Lts/min. de O_2 + 3Lts/min. de N_2O para el circuito semicerrado. Dando un flujo total de 1.2 y 0.6 Lts/min. para circuito cerrado y 4 o 6 Lts/min. para el circuito semicerrado.

En lo que respecta a los precios, como se mencionó, se tomaron los datos a la Unidad, que son de \$190.00 por metro cúbico de oxígeno, de \$1,118.00 por metro cúbico de óxido nítrico y de \$6,235.46 por frasco de 250 ml. de anestésico halogenado (halotano-enflorano), dando un precio por litro de \$0.019 y de \$0.11 respectivamente y de \$24.94 por mililitro de anestésico halogenado.

Con base a esto y al tiempo de duración de cada acto anestésico se tomaron los promedios de consumo de O_2 , N_2O y de halotano ó enflorano para el circuito cerrado (Tabla 3 a,b) y para el circuito semicerrado (Tabla 4 a,b) con los dos tipos de flujos utilizados para cada circuito y los costos promedio que estos conllevan.

Al conjuntar los resultados obtenidos los podemos resu-

CIRCUITO CERRADO HALOTANO							
LTS/MIN $O_2 + N_2O$	TIEMPO EN HORAS	CONSUMO DE O_2 /LTS.	CONSUMO DE N_2O /LTS.	CONSUMO DE HALOTANO EN MI.	COSTO DE HL	COSTO DE O_2	COSTO DE N_2O
1.2	3.25	117.3	117.3	16.4	409.0	2.20	12.80
0.6	3.40	61.1	61.1	16.9	421.5	1.10	6.70

TABLA 3 a

HL = Halotano

N_2O = Oxido Nitroso

CIRCUITO CERRADO EN FLUORANO							
LTS/MIN O ₂ +N ₂ O	TIEMPO EN HORAS	CONSUMO DE O ₂ /LTS.	CONSUMO DE N ₂ O/LTS	CONSUMO DE ENF. EN ML	COSTO DE ENF.	COSTO DE O ₂	COSTO DE N ₂ O
1.2	3.25	119.8	119.8	16.4	409.00	2.20	12.90
0.6	3.34	64.4	64.4	16.8	418.90	1.20	7.1

TABLA 3 b

ENF = Enfluoarano

N₂O = Oxido Nitroso

CIRCUITO SEMICERRADO HALOTANO							
LTS/MIN O_2+N_2O	TIEMPO EN HORAS	CONSUMO DE O_2 /LTS.	CONSUMO DE N_2O /LTS	CONSUMO DE HALOTANO EN ML.	COSTO DE HL	COSTO DE O_2	COSTO DE N_2O
4.0	3.34	401.4	401.4	53.6	1251.20	7.60	44.15
6.0	3.41	633.2	633.2	52.7	1316.00	14.40	69.50

TABLA 4 a

HL = Halotano

N_2O = Oxido Nitroso

CIRCUITO SEMICERRADO EN FLUORANO							
LTS/MIN $O_2 + N_2O$	TIEMPO EN HORAS	CONSUMO DE O_2 /LTS.	CONSUMO DE N_2O /LTS	CONSUMO DE ENF. EN ML.	COSTO DE ENF.	COSTO DE O_2	COSTO DE N_2O
4.0	3.34	413.6	413.6	62.5	1547.30	7.90	45.50
6.0	3.36	622.8	622.8	62.3	1553.30	11.85	68.40

TABLA 4 b

ENF = Enflorano

N_2O = Oxido Nitroso

mir en el promedio de costo hora/paciente para el circuito cerrado en el cuadro 1 y para el circuito semicerrado en el cuadro 2.

CIRCUITO CERRADO
COSTRO HORA/PACIENTE

HALOTANO

<u>Lts/min</u>	<u>Hr/Paciente</u>
1.2	\$ 124.00
0.6	\$ 117.10

ENFLUORANO

<u>Lts/min</u>	<u>Hr/Paciente</u>
1.2	\$ 124.10
0.6	\$ 119.80

CUADRO 1

CIRCUITO SEMICERRADO

COSTO HORA/PACIENTE

HALOTANO

<u>Lts/min.</u>	<u>Hr/Paciente</u>
4	\$ 365.30
6	\$ 380.00

ENFLUORANO

<u>Lts/min.</u>	<u>Hr/Paciente</u>
4	\$ 448.80
6	\$ 453.76

CUADRO 2

DISCUSION

A partir de los resultados se observa que los niveles de anestésicos halogenados fueron considerablemente menores con el uso del sistema de circuito cerrado, que con el sistema de circuito semicerrado, tomando mayor importancia según se prolonga el acto quirúrgico. Además se encontró que entre los dos grupos de estudio, el grupo manejado con sistema de circuito cerrado, presentó una mayor estabilidad cardiovascular, ya que mantuvo una tensión arterial con variaciones de menos del 10% con respecto a las cifras previas al acto anestésico-quirúrgico y de igual manera sucedió con las cifras de frecuencia cardiaca, no siendo así para el grupo manejado con sistema de circuito semicerrado, el cual presentó variaciones de hasta un 25% en ambos parámetros.

Una desventaja que se encontró con este circuito, fué que al final de la cirugía, si ésta había tenido una duración promedio de 2 horas, los pacientes tardaban en recuperar los reflejos necesarios para efectuar una extubación endotraqueal segura, debido a la lenta eliminación del gas halogenado, al recircularse en el sistema. Esto se pudo eliminar, al discontinuar los gases anestésicos tiempo antes de terminar la cirugía, tomando como base 15 minutos por cada hora transcurrida de tiempo anestésico, así la recuperación de los pacientes fué similar a la lograda con el sistema de circuito semicerrado.

En lo que se refiere a costos, los resultados obtenidos muestran una considerable disminución de los mismos, llegando a -

ser hasta tres veces menos el consumo de oxígeno, óxido nitroso y anestésicos halogenados, lo que reditúa en un menor costo de operabilidad.

Por otra parte a pesar del uso del sistema de circuito cerrado se notó que si en la misma sala había sido efectuada una cirugía con el uso de sistema de circuito semicerrado, ésta presentaba ya un nivel por arriba de lo aceptado, de contaminación con anestésicos halogenados, al observar esto se puede suponer -- que los niveles de contaminación también pueden ser elevados en los corredores adyacentes a los quirófanos, ya que las mangueras de desahogo de los sistemas de circuito semicerrado ahí evacúan los gases sobrantes.

Aunque no se notó ninguna alteración en el personal que labora en estas áreas, como son cirujanos, instrumentistas, circulantes y anesthesiólogos sería conveniente efectuarles exámenes periódicos para detectar cualquier alteración en forma temprana.

El sistema de circuito cerrado no es la única medida -- que se puede tomar para evitar estos problemas y en nuestra unidad hospitalaria se pueden aplicar como es el uso de aire acondicionado para aumentar la circulación de aire ó un escape central para gases en exceso.

CONCLUSIONES

De las observaciones reportadas en este estudio se puede comprobar que el uso del circuito cerrado de anestesia, es una buena opción para disminuir la contaminación del ambiente en sala de operaciones y en consecuencia al personal de quirófanos. Tomándose como ventaja una buena estabilidad cardiovascular, al menos con los parámetros manejados, tensión arterial y frecuencia cardiaca y además el monitoreo estrecho del paciente, previniendo accidentes transoperatorios.

Los pacientes presentados en este estudio fueron jóvenes y con ASA I-II, pero tomando en cuenta pacientes de edad avanzada o pacientes severamente enfermos no incluidos en este estudio, se usará el circuito semicerrado, y se podrán tomar otras medidas, como una buena ventilación de corriente en quirófanos ó un escape central de pared con filtros y estas medidas a su vez pueden servir como alternativa para cualquier paciente, sin aumento de gases contaminantes en quirófanos.

Aunado a las ventajas que presenta el circuito cerrado de anestesia para disminuir el grado de contaminación en sala, se presenta un importante factor que es el de disminución de costos con el empleo de este tipo de circuito anestésico y esta disminución de costos se obtiene al empleo de menores cantidades de oxígeno, óxido nitroso y anestésicos halogenados, lo que redunda en beneficio de nuestra unidad en el área administrativa.

SUMARIO

Se realizó un estudio comparativo entre los circuitos anestésicos cerrado y semicerrado, comparando los niveles de contaminación en quirófanos y el costo que representa en el uso de cada circuito.

Se sometieron a anestesia general a 25 pacientes manejando circuito cerrado y 25 más manejando circuito semicerrado, se tomaron muestras durante el procedimiento anestésico y se utilizaron flujos altos para circuito semicerrado y bajos para circuito cerrado. Se midió el consumo de anestésicos halogenados al finalizar el acto anestésico.

Los resultados dejaron ver una menor contaminación en sala de operaciones con empleo de circuito cerrado, así como un menor costo en el uso del mismo.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Aldrete, J.A., M.D.
From the High to the Low Flow.
Comunicación personal.
- 2.- Askroy V. and Harvald B.
Teratogen Effekt af Inhalations Anestetika
Nor. Med. 83:498,1970.
- 3.- Barton F. and Nunn, J.F.
Potential Economics of Using Closed Circuit Anesthesia.
Brit. J. Anaesthesia 47: 350, 1975.
- 4.- Betcher, A.M.
The Jubilee Year of Organized Anesthesia.
Anesthesiology 17: 226, 1956.
- 5.- Bruce, D.L., Bach M.J. and Arbit J.
Trace Anesthetic Effects on Perceptual, Cognitive and
Motor Skills.
Anesthesiology 40: 453, 1974.
- 6.- Chein S., Dellenback R.J., Usami.
Physiology Changes on Anesthetists.
Am. J. Physiology 225: 865, 1973.

- 7.- Cohen E.N., Bellville J.W. and Brown B.W.
Anesthesia, Pregnancy and Miscarriage: A Study of
Operating Room Nurses and Anesthetists.
Anesthesiology 35: 543, 1971.
- 8.- DHEW (NIOSH)
Occupational Exposure to Waste Anesthetic Gases and Vapors.
Publications No. 77-140.
- 9.- Corbett T.H.
Retention of Anesthetic Agents Following Occupational
Exposure.
Anesth. Analg. 32: 614, 1973.
- 10.- Enderby D.H., Bushman J.A.
Closed Circuit Anesthesia.
Br. J. Anaesth. 56: 927-28, 1954.
- 11.- Ernst E.A., Spain J.A.
Closed Circuit and High Flow System: Examining
Alternatives.
Contemporary Anesthesia Practice 11-35, 1984.
- 12.- Hamilton W.K.
Nomenclature of Inhalation Anesthetic System.
Anesthesiology 25: 3-5, 1964.
- 13.- Horine E.F.
Episodes in the History of Anesthesia
J. Hist. Med. 1: 521. 1946.

14.- Jackson D.E.

Anesthesia Equipment from 1914 to 1954 and Experiments
Leading to Its Development.

Anesthesiology 16: 953, 1955.

15.- Knill Jones R.P., Moir D.B., Rodríguez I.V.

Anesthetics Practice and Pregnancy: A Controlled Survey
of Women Anaesthetists in the United Kingdom

Lancet 21: 1326, 1972.

16.- Linde H.W. and Bruce D.L.

Occupational Exposure of Anesthetists to Halothane,
Nitrous Oxide and Radiation.

Anesthesiology 30: 363, 1969.

17.- Mapleson W.W.

The Concentration of Anaesthetics in Closed Circuits with
Special Reference to Halotane.

Br. J. Anaesth. 32: 298-309, 1960.

18.- McKesson E.I.

Nitrous Oxide-Oxygen Anesthesia with a Description of
the New Apparatus.

Surg. Gynec. Obst. 13: 456, 1911.

19.- Morris E.

Effect of Various Gas Flows on Vaporization. In Low
Flow and Closed System Anesthesia.

Grune and Stratton, New York, 1979, PP 53-66.

- 20.- Neufeld G.R., Flemming D.C. and Lecky J.H.
Evaluation of Operating Room Clearance of Trace
Anesthetic Gases.
Abstracts of Scientific Papers, American Society of
Anesthesiologists. Annual Meeting 371, 1975.
- 21.- Nunn J.F.
Low Flow and Closed System Anesthesia.
Grune and Stratton, New York, 1979, PP 115-126.
- 22.- Occupational Disease Among Operating Room Personnel:
a National Study.
Anesthesiology 41: 321-340, 1974.
- 23.- Piziali R.L., Witcher C., Sher R.
Distribution of Waste Anesthetic Gases in the Operating
Room Air.
Anesthesiology 45: 487, 1976.
- 24.- Titel J.H., Lowe H.J., Elam J.O., Groshole.
Low Flow and Closed Circuit Anesthesia.
Anesthesia Analgesia 47: 560, 1968.