

11 20.  
20 53



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA

División de Estudios Superiores  
Hospital Regional "20 de Noviembre"

CONTAMINACION Y COSTOS DE OPERACION EN  
ANESTESIA PEDIATRICA CON EL USO DE DOS  
CIRCUITOS ANESTESICOS:

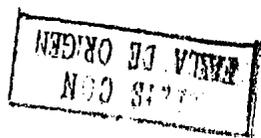
CIRCUITO CERRADO Vs CIRCUITO SEMIABIERTO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGIA

P R E S E N T A :

DR. HECTOR LEOR MORON





## **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

PROLOGO .....	1
RESUMEN .....	3
INTRODUCCION .....	4
OBJETIVO Y JUSTIFICACION .....	6
MATERIAL Y METODOS .....	7
RESULTADOS .....	12
DISCUSION .....	15
CONCLUSIONES .....	20
APENDICE .....	21
BIBLIOGRAFIA .....	23

## P R O L O G O

Durante el curso del primer año de la especialidad de anestesiología, me llamó mucho la atención el ver y practicar el uso de la técnica de circuito cerrado por dos anesthesiólogos y por un compañero quien cursaba su segundo año de especialidad en anestesiología. Fué este último, quien al ver mi interés por el método y la técnica anestésica de circuito cerrado, me enseñó el uso del mismo en pacientes adultos y me proporcionó la bibliografía al respecto.

Al iniciar el segundo año de la residencia, decidí seleccionar como tema de tesis el uso de la técnica de circuito cerrado aplicada a pacientes pediátricos; ya que en dos trabajos de tesis elaborados en este hospital en el lapso de cuatro años, se demostró que en la sala donde se maneja cirugía pediátrica, el nivel de contaminación por anestésicos halogenados en los quirófanos es elevada, debido principalmente al circuito anestésico empleado.

En la literatura mundial, la bibliografía del tema aplicada a pacientes pediátricos es escasa, sin embargo, la información recabada es suficiente, que permitió elaborar un protocolo para el uso de circuito cerrado en niños.

El método más usado para determinar la contaminación de las salas de quirófanos por anestésicos halogenados es el método analítico por cromatografía de fase gaseosa.

El cromatógrafo de gas utilizado en este estudio es el cromatógrafo del departamento de Farmacología de la Facultad de Medicina de la UNAM, el cual está a cargo del Dr. Marte Lorenzana Jimenez, a quien agradezco su gran disposición a colaborar en el proyecto .

El uso de la técnica de circuito cerrado con inyección del anestésico en la manguera de la válvula espiratoria (Anestesia -- Cuantitativa), es la diseñada por el Dr. Harry J. Lowe en la década de los setentas, y es la que se aplicó en los pacientes.

Los detalles de la técnica del empleo de circuito cerrado en infantes fueron asesorados por la Dra. Estela Melman, quien posee vasta experiencia y conocimiento en nuestro país en el manejo anestésico de pacientes pediátricos. Agradezco su buena disposición por permitir haber utilizado el equipo y material del Hospital Infantil de México "Federico Gómez" durante mi entrenamiento.

La asesoría y supervisión del proyecto en los quirófanos del Hospital Regional " 20 de Noviembre " fue realizada por el Dr. Eduardo Zepeda Elizondo de quien agradezco su apoyo.

La supervisión en el diseño del protocolo de este estudio fue realizada por la Dra. Yolanda Munguía Fajardo, a quien agradezco.

Agradezco al Dr. Rolando Medina Alvarez-Tostado, Profesor de la Facultad de Medicina de la UNAM y Jefe de Investigación Clínica - de Boehringer Ingelheim, sus sugerencias y colaboración desinteresada.

## R E S U M E N

Por el método analítico de cromatografía de gases, se realizó la identificación y cuantificación del anestésico halogenado presente en la sangre y en el área respiratoria del anesthesiólogo y en la sangre de los pacientes, durante el empleo de halotano en dos circuitos anestésicos usados para anestesia pediátrica. Los circuitos utilizados fueron: El circuito cerrado ( de reinhalación total ) y el circuito semiabierto ( de no reinhalación ).

El primero, con flujos de gas fresco equivalentes al consumo metabólico de oxígeno por minuto, empleando la técnica de Anestesia Cuantitativa con inyección del anestésico en la manguera espiratoria del circuito. Como grupo testigo se utilizó al grupo anesthesiado con la técnica de circuito de no reinhalación.

Los resultados muestran que de los circuitos utilizados, el cerrado es el menos contaminante al ambiente, al anesthesiólogo y, que las concentraciones sanguíneas de halotano en los pacientes son menores pero eficaces y seguras para el acto quirúrgico, comparado con el circuito semiabierto, quien requirió de mayor dosis de administración de halotano y produjo más contaminación al ambiente, al anesthesiólogo y con mayor concentración del anestésico en la sangre de los pacientes.

El uso de circuito cerrado en anestesia pediátrica con la técnica de Anestesia Cuantitativa es económico, poco contaminante, seguro y práctico.

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

El empleo de la técnica anestésica por inhalación fué utilizada por primera vez por Crawford Long, quien anestesió con éter diétilico a un paciente en el año de 1841.<sup>1,2</sup> Han pasado ya 146 años y los avances obtenidos en el campo de la anestesiología han sido grandes, ya que los anestésicos más utilizados por vía inhalatoria desde entonces son: éter etílico, óxido nitroso, cloroformo, ciclopropano, tricloroetileno, fluoroxeno, halotano, metoxi -- fluorano, enfluorano e isofluorano. Como algunos de éstos son inflamables y explosivos, se han reemplazado por agentes no inflamables y no explosivos como el halotano, el enfluorano, el isofluorano y el óxido nitroso. De éstos, el halotano y el óxido nitroso son los más usados actualmente.

El halotano es un etano halogenado, el cual fue descubierto por Raventos en 1956 e introducido en la práctica clínica por Bryce y O'Bien en ese mismo año.<sup>3</sup>

A partir de 1958 se inició el desarrollo de trabajos a nivel mundial, con el objeto de evaluar el efecto que tiene la contaminación de las zonas quirúrgicas sobre los anestesiólogos y sobre el personal que labora en estos sitios, y en sitios adyacentes.

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.

En dichos estudios se ha observado aumento de abortos espontá

neos en anestesiólogas, esposas de anestesiólogos y enfermeras que trabajan en quirófanos, así como anomalías congénitas en sus hijos. Por otra parte, es más frecuente la cefalea, irritabilidad, depresión, fatiga, anorexia, náusea, pérdida de la memoria, deterioro en la función mental, así como enfermedades hepáticas, linfomas, cáncer del sistema retículo-endotelial, suicidios, infecciones y reacciones en la piel, comparada con la población médica que no trabaja en el área de quirófanos.<sup>4-22</sup>

En este trabajo se hace un estudio comparativo entre dos circuitos anestésicos empleados en pacientes pediátricos, evaluando el costo operacional y la contaminación en el área respiratoria del anestesiólogo, cuantificando sus niveles sanguíneos de halotano, así como los niveles sanguíneos de los pacientes durante el transanestésico.

## OBJETIVO Y JUSTIFICACION

En los quirófanos del Hospital Regional " 20 de Noviembre ", donde se manejan pacientes pediátricos, el circuito anestésico semiabierto ( de no reinhalación ), es el circuito más utilizado en anestesia general inhalatoria.

El objetivo principal de este trabajo es mostrar los niveles de contaminación en las salas de operaciones donde se manejan pacientes pediátricos, según sea el tipo de circuito empleado para la anestesia.

Ante la problemática planteada ( con relación a las alteraciones orgánicas y psicológicas producidas por la inhalación de una atmósfera contaminada por anestésicos ); es una magnífica opción para el anestesiólogo disminuir el riesgo al que se encuentra expuesto diariamente por el uso del circuito semiabierto, al utilizar en la anestesia el circuito cerrado que conduce a la disminución en la contaminación del ambiente de quirófano, con menor consumo de oxígeno y anestésicos, lo que beneficia económicamente a la institución, disminuyendo el riesgo del paciente a la exposición de mayor dosis y concentración en su sangre de anestésicos halogenados.

## MATERIAL Y METODOS

En los quirófanos del Hospital Regional "20 de Noviembre" se llevó a cabo este trabajo, siendo de tipo prospectivo, transversal, comparativo y abierto.

Se estudiaron 32 pacientes pediátricos de ambos sexos, con edad de 1 a 8 años y con un rango de peso de 10 a 25 Kgs., quienes ameritaban cirugía general programada con duración no mayor de 90 minutos y con clasificación anestesiológica A.S.A. : I, A ó B, E ( Sociedad Americana de Anestesiólogos ).<sup>23</sup>

Todos los pacientes se premedicaron media hora antes del acto anestésico quirúrgico con atropina a la dosis de 10 a 20 microgramos por Kg de peso (mcg/Kg) y con diazepam a dosis de 100 a 200 -- mcg/Kg de peso I.M. .

Los eventos anestésicos estudiados se dividieron en dos grupos, y los pacientes fueron colocados al azar en uno de ellos.

GRUPO 1 : Se estudiaron 16 pacientes para el evento anestésico con la técnica de circuito cerrado (reinhalaación total),-- utilizando un equipo tipo circular Bloomquist modificado Modelo Ohio Infant 60, con absorbedor de bióxido de carbono y con flujos de oxígeno equivalentes al consumo metabólico por minuto. El flujo de oxígeno fluctuó entre 150 a 300 ml/min., para evitar que la bolsa se desinflara. El anestésico fue inyectado al circuito en la manguera de la válvula espiratoria me---

dante el esquema de anestesia cuantitativa, no usando vaporizador.<sup>21,22</sup> (Ver apéndice pág. 21)

GRUPO 2 : Se estudiaron 16 pacientes, con circuito semiabierto para su evento anestésico (Tipo Mapleson D : Circuito Bain y circuito García Lopez ). Este grupo fué el grupo control. El flujo de gas fresco de oxígeno fluctuó entre 2.5 a 4.5 litros/min., según su peso.<sup>24</sup> El anestésico fue suministrado -- por vaporizador Mark III y Dragger, con máquinas de anestesia marca Ohio y Plarre.

Los pacientes de ambos grupos fueron monitorizados en forma -- continua con un electrocardioscopio marca Datamedix Modelo=ST 541, y además se les añadió a los del grupo 1 un monitor de oxígeno -- (oxímetro) marca Hudson Modelo 5552, integrado a la manguera espiratoria del circuito Bloomquist. Previos signos vitales basales se monitorizó la tensión arterial y la frecuencia cardíaca con un bau manómetro pediátrico anerode marca BMS y un estetoscopio precor-- dial marca Littmann durante el transanestésico cada 5 minutos. La inducción anestésica en todos los pacientes se realizó con tiopental a la dosis de 5 mg/Kg de peso, seguida de succinil colina a la dosis de 1 a 2 mg/Kg de peso para facilitar la intubación endotraqueal. A partir de la inducción anestésica se hiperventiló a --- los pacientes por tres minutos con el fin de desnitrogenizarlos, -- utilizando en los pacientes del grupo 1 un flujo de oxígeno de 2- litros/min., antes de cerrar el circuito anestésico. En el grupo- 2 se dejó con el flujo de oxígeno que le correspondía según su pe-

so.

Para el mantenimiento anestésico se utilizó exclusivamente halotano y oxígeno. Una vez terminada la cirugía se abrió el circuito para el grupo 1 aumentando a dos litros por minuto de oxígeno - hasta el momento de la extubación, y para el grupo 2 se mantuvo su mismo flujo de oxígeno hasta la extubación.

La toma de muestras de aire ambiente del quirófano se realizó con tubos Vacutainer 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. Los tubos miden 1.3 cms. de díametro por 10 cms. de longitud, alcanzando a succionar aproximadamente 7 ml de aire. La toma se hizo en el área respiratoria del anestesiólogo, definida como aquella comprendida entre 20 a 30 cms. frente a su nariz, a una altura aproximada de 1.20 metros del piso. Las muestras se tomaron a temperatura ambiente ( $24 \pm 1^\circ\text{C}$ ) quitando el tapón de los tubos por un lapso de 10 segundos. En cada evento anestésico se tomaron tres muestras en la forma siguiente:

M1: Antes del inicio de la cirugía

M2: A la mitad de la cirugía

M3: Al finalizar la cirugía.

La toma de muestras sanguíneas en los pacientes se obtuvo mediante jeringas de tuberculina desechables estériles con una décima de solución de heparina (1:1000), extrayendo 0.5 ml de sangre venosa del paciente durante el transanestésico a los minutos 1, 5, 10, 20, 30, 40, 60, 90 y en el momento de la extubación. Las muestras de sangre así obtenidas fueron inyectadas cada una en tubos de vidrio sellados con un tapón de hule reforzado con un casquillo

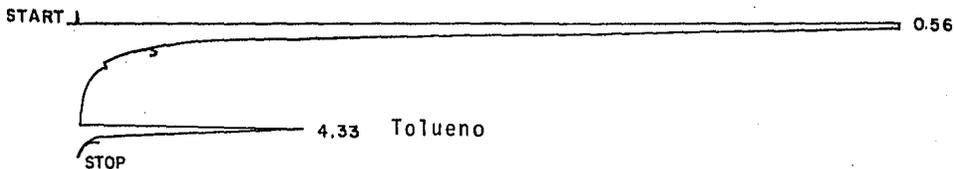
de aluminio. La medida de los tubos fué de 2 cms de diámetro por 6 cms de alto, con un volumen de 15 ml.

Las muestras sanguíneas del anesthesiólogo fueron tres; se tomaron al mismo tiempo que las muestras del aire ambiente. Se tomó 0.5 ml de sangre venosa con jeringas estériles de tuberculina con una décima de solución de heparina (1:1000), e inyectadas a los tubos ya descritos.

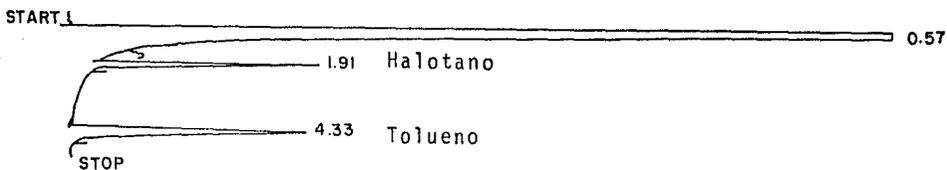
Después de 6 a 8 horas de tomadas las muestras, se procedió a la identificación y cuantificación del anestésico, utilizando un cromatógrafo de gases. Para ello se inyectó a temperatura ambiente ( $24 \pm 1^\circ\text{C}$ ) con una jeringa desechable de tuberculina, 0.5 ml de fase gaseosa de cada muestra, fuera de sangre de los pacientes o del área respiratoria del anesthesiólogo a un cromatógrafo de gases (Marca Hewlett Packard Modelo 5840 A) con detector de ionización de flama. La columna empleada fue de acero inoxidable de 6 pies por 1/8 de pulgada, empacada con Carbowax 20 M al 10% en Cromosorb WHP 80/100, operada a la temperatura de  $70^\circ\text{C}$ , con un flujo de nitrógeno de 22 ml/min. ; la temperatura del inyector y del detector fué de  $150^\circ\text{C}$ . La sensibilidad a la que se programó al cromatógrafo para las muestras sanguíneas de los pacientes fue de ATTN 2 $\uparrow$ 8 - SLP SENS 3.0, y para las muestras de aire y de sangre del anesthesiólogo fué de ATTN 2 $\uparrow$ 0.0, SLP SENS 0.0 .

La identificación de los compuestos se realizó por comparación con los tiempos de retención del anestésico previamente obtenido. Diariamente se realizaron curvas de calibración para los tubos de aire y de igual manera para los tubos de las muestras sanguíneas. El promedio de retención del halotano fue de 2. (Fig. 1).

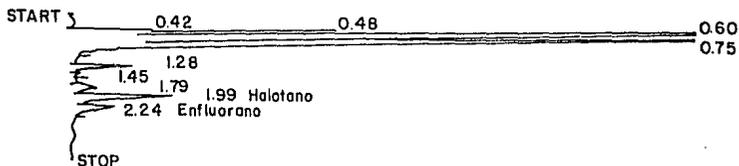
F I G U R A No. 1



A.- Cromatograma de las muestras sanguineas del anestesiólogo .



B.- Cromatograma de las muestras sanguineas de los pacientes .



C.- Cromatograma de las muestras del Area Respiratoria  
del Anestesiólogo .

Para las curvas de calibración de las muestras de aire, se inyectó con jeringa de Hamilton un microlitro de halotano en un frasco de vidrio de 500 ml que contenía aire a la temperatura y hume--dad ambiente, dejándose un tiempo de estabilización de 5 minutos, para posteriormente tomar volúmenes conocidos de la mezcla gaseosa de éste frasco y hacer diluciones en otro frasco de la misma capacidad.

Las curvas de calibración de las muestras sanguíneas se hicieron colocando 0.5 ml de sangre fresca que contenían una décima de--solución de heparina (1:1000), mediante una jeringa de tuberculina desechable en los tubos de vidrio ya descritos con capacidad de 15 ml., colocando a su vez con una jeringa de Hamilton en un volumen de un microlitro, diluciones de halotano diluidas con hexano previamente hechas. Con un tiempo de estabilización de 5 minutos se procedió a extraer de estos frascos 0.5 ml de fase gaseosa con una jeringa de tuberculina desechable e inyectándola inmediatamente al cromatógrafo de gas. Los resultados obtenidos de las curvas de calibración del aire y de la sangre fueron lineales, con un índice de correlación de 0.99. Los resultados obtenidos se expresaron en microgramos/ml para las muestras de sangre, y en microgramos/litro las muestras de aire.

Los resultados obtenidos en los dos grupos estudiados se sintetizaron en términos de promedios ( $\bar{x}$ ), desviaciones estándar (DE) error tipo (ET) y se compararon entre sí utilizando la T de Stu---dent. La comparación de las concentraciones sanguíneas de halotano en los dos grupos de tratamiento (según el circuito utilizado), a los minutos : 1, 5, 10, 20, 30, 40 y 60, se hizo por medio de -

un Análisis de Varianza de dos factores (tratamiento y tiempo), con mediciones repetidas de un factor (tiempo).

## R E S U L T A D O S

De los dos grupos estudiados, 24 sujetos fueron del sexo masculino y 8 del sexo femenino, el promedio de edad y peso de ambos grupos fue de 4 años y 17 Kgs respectivamente. Las especialidades médicas pediátricas que tomaron parte en las cirugías por orden de frecuencia fueron : Cirugía General Pediátrica, Cirugía Plástica y Reconstructiva, Urología, Ortopedia y Oftalmología.

Las características generales de los pacientes de ambos grupos se muestran detalladamente en los cuadros No. 1, 2 y 3 .

El promedio de flujo de oxígeno por minuto durante el transoperatorio con circuito cerrado fue de 212.5 ml, y para el circuito semiabierto fue de 3.45 litros. El promedio en la cantidad total de oxígeno utilizado en cirugía en el grupo 1 fue de 14.2 litros, y para el grupo 2 fué de 200.3 litros, encontrando diferencia estadística significativa con  $P < 0.00005$  . La oximetría monitorizada en forma continua con el oxímetro registró una saturación media de 94 % en la manguera espiratoria del circuito Bloomquist. La cantidad promedio total de oxígeno en 60 minutos de cirugía para el grupo 1 fue de 12.7 litros, y para el grupo 2 fué de 203 litros . (Ver cuadros No. 1 y 3, Fig. No. 2 ).

La administración de halotano con el esquema de anestesia -- cuantitativa en el grupo de circuito cerrado se encuentra en deta-

## CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS PACIENTES ASIGNADOS AL

## C I R C U I T O C E R R A D O

PACIENTE #	FLUJO O <sub>2</sub> x' ml/min	CANTIDAD TOTAL O <sub>2</sub> (litros)	OXIMETRIA % SATU- RACION	DOSIS HALOTANO x PESO ( ml )	DOSIS DE HALOTANO Teó- ricas ( ml )	Adicio- nales Total	# TOTAL HALOTANO ( ml )	TIEMPO Qx. (min)	CONSUMO DE HALOTANO (ml/min)	
1	300	12.9	95	0.41	7	1	8	3.70	43	0.086
2	200	18.0	97	0.28	11	3	14	3.92	90	0.043
3	200	14.8	97	0.28	11	3	14	3.36	74	0.045
4	200	14.8	94	0.23	9	1	10	2.30	74	0.031
5	200	4.0	90	0.30	5	1	5	1.50	20	0.075
6	200	12.8	95	0.21	8	1	9	1.78	64	0.027
7	250	21.8	90	0.41	10	1	11	4.51	87	0.051
8	250	13.8	93	0.37	8	1	10	3.70	55	0.067
9	200	5.8	95	0.25	6	1	7	1.75	29	0.060
10	300	27.0	94	0.41	10	1	12	4.92	90	0.054
11	200	18.0	95	0.28	10	1	11	3.10	90	0.034
12	150	13.5	95	0.20	9	1	10	2.00	90	0.022
13	150	9.6	96	0.21	8	1	9	1.90	64	0.029
14	200	13.6	96	0.31	8	1	9	2.80	68	0.041
15	200	9.2	94	0.30	7	1	8	2.40	46	0.052
16	200	18.0	93	0.41	9	6	17	6.97	90	0.077
$\bar{x}$	212.5	14.2	94	0.30	8	1.5	10	3.16	67	0.050

 $\bar{x}$  = Media estadística

Qx. = Quirúrgico

CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS PACIENTES ASIGNADOS AL

C I R C U I T O C E R R A D O

PACIENTE #	# DE BRODY	VO <sub>2</sub> ml/min	Q (dl/min)	TENSION - ARTERIAL ( mm Hg ) Variación	PAM	FREC. CARDIACA POR MINUTO Variación	$\bar{x}$	ULTIMA DOSIS DE HALOTA- B ( min )	B A EXTUBACION ( min )
1	11.1	156.5	22.2	90/60-130/80	97	96-120	108	3	10
2	7.6	106.7	15.2	70/50-100/60	75	96-120	110	9	5
3	7.6	106.7	15.2	70/50-100/60	75	140-160	150	17	4
4	6.3	88.2	12.6	60/40- 80/50	75	120-150	135	10	6
5	8.3	117.2	16.7	70/50-110/80	81	96-120	108	11	7
6	5.7	80.0	11.4	80/60-110/80	86	120-150	135	15	5
7	12.0	168.0	24.0	70/50-100/70	77	120-144	130	23	4
8	10.2	143.6	20.5	80/60-95/60	76	100-124	111	6	8
9	6.8	95.8	13.6	70/50-100/60	75	120-144	131	4	10
10	11.1	156.5	22.2	90/70-110/80	90	96-144	137	9	5
11	7.8	109.4	14.6	70/50-90/70	73	90-110	101	9	8
12	5.6	78.4	11.2	50/30-80/60	48	120-140	124	26	5
13	5.8	81.6	11.6	55/45-90/70	60	120-140	129	15	10
14	8.5	119.1	17.2	70/50-100/70	71	130-150	135	19	10
15	8.3	116.2	16.6	90/60-100/60	83	110-120	115	10	6
16	11.1	156.5	22.3	90/60-120/70	99	80-124	102	9	5
$\bar{x}$				73/53- 99/67	77	110-135	122	12.1	6.75

# DE BRODY = Peso <sup>3/4</sup>  
 VO<sub>2</sub> = Consumo metabólico de oxígeno  
 Q = Gasto cardíaco  
 PAM = Presión arterial media  
 B = Fin de cirugía

C U A D R O            N o .            3  
 CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS PACIENTES ASIGNADOS AL  
 C I R C U I T O   S E M I A B I E R T O

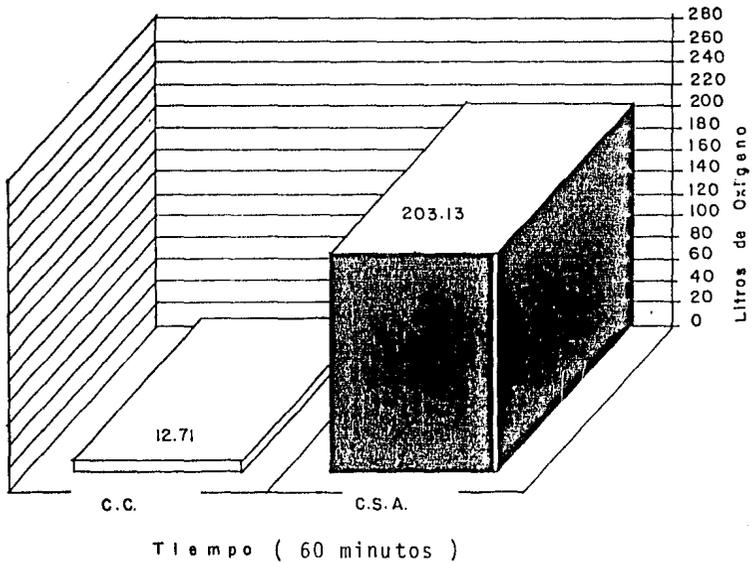
PACIENTE #	TENSION - ARTERIAL ( mm Hg ) VARIACION	PAM	FREC. CARDIACA POR MINUTO VARIACION	$\bar{x}$	FLUJO O <sub>2</sub> x' (Ltrs)	CANTIDAD TOTAL O <sub>2</sub> (Ltrs)	TIEMPO Qx (min)	DOSIS TOTAL HALOTANO (ml)	R A EX- TUBACION (min)	CONSUMO DE HALOTANO (ml/min)
1	50/30-100/70	57	120-60	136	2.6	156.0	60	15.0	8	0.25
2	60/40-100/60	66	140-160	143	2.6	122.2	47	9.0	12	0.19
3	80/60-100/50	72	130-140	133	3.4	303.0	90	21.0	10	0.23
4	70/50-90/60	70	84-110	99	4.0	68.0	17	6.1	7	0.35
5	70/50-90/60	64	120-140	125	3.0	270.0	90	20.1	7	0.22
6	70/50-90/60	68	120-128	121	3.5	140.0	40	9.0	10	0.22
7	60/40-80/60	65	92-130	118	4.0	80.0	20	4.5	10	0.22
8	80/60-110/70	82	105-140	119	4.4	259.6	59	18.7	12	0.31
9	60/40-90/60	64	120-160	138	3.0	279.0	90	21.5	10	0.23
10	80/60-110-80	84	112-120	119	4.0	260.0	65	16.2	6	0.24
11	70/50-90/60	71	110-140	124	3.0	210.0	70	14.0	7	0.20
12	80/50-110/60	76	110-140	121	3.0	255.0	85	15.0	4	0.17
13	70/50-100/80	73	120-130	122	3.2	147.0	46	11.0	6	0.23
14	90/70-110/80	83	113-140	133	4.0	112.0	28	9.0	9	0.32
15	80/60-110/70	80	120-130	125	4.0	360.0	90	22.0	7	0.24
16	90/60-110/60	81	96-160	128	3.6	180.0	50	14.4	10	0.28
$\bar{x}$	72/52-97/65	72	113-129	125	3.45	200.3	59	14.1	8.4	0.24

R = Fin de cirugía  
 PAM = Presión arterial media

F I G U R A No. 2

CANTIDAD TOTAL MEDIA DE OXIGENO

USADO EN 60 MINUTOS DE CIRUGIA



c.c. = Circuito Cerrado

c.s.a. = Circuito Semiabierto

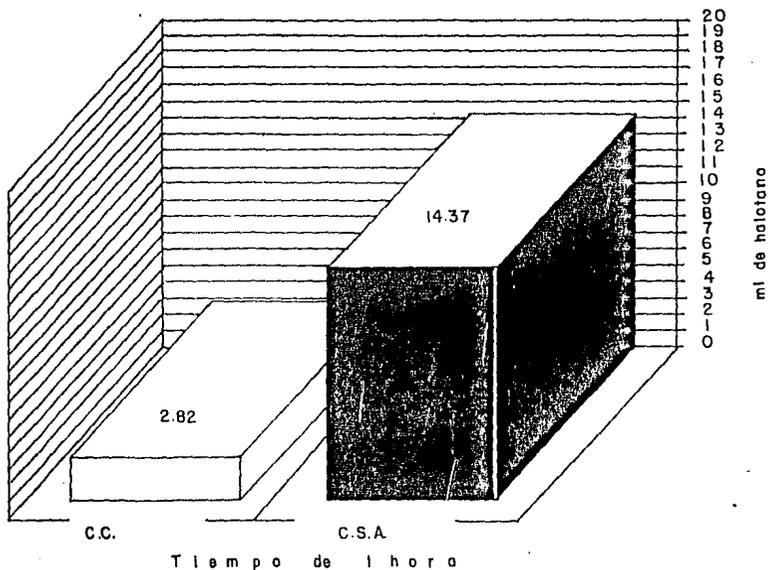
lle en los cuadros 1 y 2 .

El promedio en el consumo de halotano por minuto para el grupo de circuito cerrado fue de 0.050 ml/min., en cambio, para el grupo de circuito semiabierto fue de 0.24 ml/min. La dosis media total de halotano utilizada en cirugía en el grupo 1 fué de 3.16 ml y para el grupo 2 fue de 14.14 ml, encontrando diferencia estadística significativa con  $P < 0.00005$  ( Ver cuadros 1 y 3 ). El promedio de dosis total de halotano por 60 minutos de cirugía en los grupos 1 y 2 fue de 2.82 ml y 14.37 ml respectivamente (Fig.3)

El tiempo quirúrgico promedio en los grupos 1 y 2 fué de 67 y 59 minutos respectivamente. (cuadros 1 y 3) El tiempo medio transcurrido desde el fin de cirugía hasta el momento de la extubación fué de 6'45" para el grupo de circuito cerrado, y de 8'30" para el grupo de circuito semiabierto, mostrando diferencia estadística significativa con  $P < 0.05$  (cuadros 2 y 3).

La frecuencia cardíaca ( FC ) y la tensión arterial ( T/A ) entre los dos grupos durante el transanestésico mostró los siguientes valores: En el grupo 1, la T/A promedio varió de 73/53 a 99/67 mm Hg, con una presión arterial media promedio (PAM) de 77 mm Hg. La FC promedio fluctuó de 110 a 135 por minuto con una media de 122 por minuto (cuadro No. 2). En el grupo 2 la T/A promedio fluctuó de 72/52 a 97/65 mm Hg con una PAM promedio de 72 mm Hg. La FC osciló de 113 a 139 por minuto con una media de 125 por minuto (cuadro No. 3). Estos resultados no muestran diferencias estadísticas significativas con  $P > 0.10$  . Es importante señalar que a pesar de no haber diferencias significativas entre los dos grupos en la T/A; se observó en el registro de T/A de cada pa-

FIGURA No. 3  
DOSIS TOTAL MEDIA DE HALOTANO  
EN 60 MINUTOS DE CIRUGIA



c.c. = Circuito Cerrado  
c.s.a. = Circuito Semiabierto

ciente que las mayores variaciones se iniciaban y registraban dentro de los primeros minutos de iniciado el acto anestésico quirúrgico, mostrando los siguientes datos: En los pacientes de circuito cerrado el 37% cursaron con una disminución del 1-20% de la T/A sistólica basal (SB), el 43% disminuyó más del 20% su T/A SB, el 12% aumento del 1-10% su T/A SB, y el 6% mantuvo su T/A SB. La T/A diastólica se comportó en forma muy similar a la T/A sistólica. En los pacientes de circuito semiabierto el 50% disminuyó del 1-20% su T/A SB, y el 50% restante de los pacientes disminuyó más del 20% su T/A SB. La T/A diastólica se comportó como sigue: el 25% disminuyó del 1-20% su T/A diastólica basal (DB), el 37% disminuyó más del 20% su T/A DB, el 31% mantuvo su T/A DB y el 6% restante aumentó más del 10% su T/A DB (cuadro No. 4).

El promedio de las concentraciones de halotano en las tres muestras sanguíneas venosas del anesthesiólogo observadas durante el manejo del grupo de circuito cerrado fué de 0. Para el grupo manejado con circuito semiabierto las concentraciones sanguíneas del anesthesiólogo en las muestras 1, 2 y 3 fueron: 9.3, 0.2 y 0.3 mcg/ml respectivamente. (Ver cuadro No. 5 y fig. No.4).

Las concentraciones medias de halotano observadas en el área-respiratoria del anesthesiólogo en las muestras 1, 2 y 3 del grupo 1 reportaron: 9.62, 11.28 y 5.84 mcg/litro respectivamente, y en el grupo 2, las concentraciones de las muestras 1, 2 y 3 fueron de 88.76, 207.78 y 205.12 mcg/litro respectivamente (Ver cuadro No.6 y fig. No.5). Al comparar los datos obtenidos del área respiratoria del anesthesiólogo en los grupos 1 y 2, encontramos que en la muestra 1 no hay diferencia estadística significativa, sin embargo

C U A D R O    N o .    4

VARIACIONES DE PRESION ARTERIAL EN LOS PRIMEROS  
5 MINUTOS EN EL TRANSANESTESICO EN LOS GRUPOS  
I Y II EN MM DE HG

C I R C U I T O    C E R R A D O					C I R C U I T O    S E M I A B I E R T O						
PACIENTE #	T/A Basal	T/A 5'	% DE VARIACION Sistólica Diastólica		PACIENTE #	T/A Basal	T/A 5'	% DE VARIACION Sistólica Diastólica			
1	130/80	90/60	-30.7	-25.0	1	100/70	90/60	-10.0	-14.2		
2	100/60	80/60	-20.0	0.0	2	110/60	60/40	-45.4	-33.3		
3	80/50	70/50	-12.5	0.0	3	100/50	80/60	-20.0	+20.0		
4	70/50	60/40	-14.2	-20.0	4	90/50	70/50	-22.2	0.0		
5	110/80	80/60	-27.2	-25.0	5	90/60	70/50	-22.2	-16.6		
6	110/80	80/50	-27.2	-37.5	6	90/60	70/50	-22.2	-16.6		
7	100/70	90/60	-10.0	-14.2	7	80/60	70/50	-12.5	-16.6		
8	85/55	90/70	+ 5.8	+27.2	8	110/70	80/60	-27.2	-14.2		
9	110/60	70/50	-30.0	-16.6	9	90/60	80/60	-11.1	0.0		
10	110/70	90/70	-10.0	0.0	10	110/80	80/60	-27.2	-25.0		
11	90/60	80/50	-11.1	-16.6	11	90/70	70/50	-22.2	-28.5		
12	80/60	60/40	-25.5	-33.3	12	100/60	90/60	-10.0	0.0		
13	90/70	70/50	-22.2	-28.5	13	100/80	70/50	-30.0	-37.5		
14	100/70	70/50	-30.0	-28.5	14	90/70	80/70	-11.1	0.0		
15	90/60	90/70	0.0	+16.6	15	100/80	80/60	-20.0	-25.0		
16	110/70	100/80	- 9.1	+14.2	16	100/70	90/50	-10.0	-28.5		
$\bar{x} =$				-17.1	-11.7	$\bar{x} =$				-20.2	-14.7

T/A = Tensión arterial .

C U A D R O      N o .      5

CONCENTRACIONES SANGUINEAS DE HALOTANO

EN EL ANESTESIOLOGO

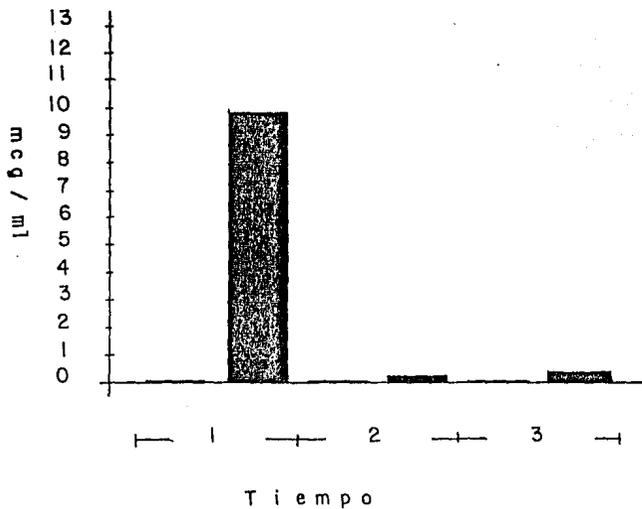
EN MCG/ML

CIRCUITO - - - CERRADO				CIRCUITO -- SEMIABIERTO			
PACIENTE	M1	M2	M3	PACIENTE	M1	M2	M3
#				#			
1	0	0	0	1	0.0	0.0	0.0
2	0	0	0	2	0.0	0.0	0.0
3	0	0	0	3	0.0	0.0	0.0
4	0	0	0	4*	0.3	0.0	0.0
5	0	0	0	5	0.0	0.0	0.0
6	0	0	0	6	0.0	0.0	0.0
7	0	0	0	7	0.0	0.0	0.0
8	0	0	0	8	0.0	0.0	0.0
9	0	0	0	9*	149.6	3.7	5.2
10	0	0	0	10	0.0	0.0	0.0
11	0	0	0	11	0.0	0.0	0.0
12	0	0	0	12	0.0	0.0	0.0
13	0	0	0	13	0.0	0.0	0.0
14	0	0	0	14	0.0	0.0	0.0
15	0	0	0	15	0.0	0.0	0.0
16	0	0	0	16	0.0	0.0	0.0
$\bar{x}$	0	0	0	$\bar{x}$	9.3	0.2	0.3

\*= Trabajé previamente en la sala de quirófano un paciente con circuito semiabierto. [ Por tal razón los valores encontrados en la sangre del anestesiólogo no son evaluables ] .

FIGURA No 4

CONCENTRACIONES PROMEDIO DE HALOTANO  
EN LA SANGRE DEL ANESTESIOLOGO  
EN MCG/ML



□ Circuito Cerrado

■ Circuito Semiabierto

1 = Antes de cirugía

2 = A mitad de cirugía

3 = Fin de cirugía

CONCENTRACIONES DE HALOTANO EN EL AREA RESPIRATORIA  
DEL ANESTESIOLOGO EN  
MCG/LITRO DE AIRE

CIRCUITO - - - CERRADO				CIRCUITO -- SEMIABIERTO			
PACIENTE	M1	M2	M3	PACIENTE	M1	M2	M3
#				#			
1	0.00	0.00	0.00	1	75.57	188.63	81.49
2	0.00*	36.70*	0.00*	2	8.65	223.54	1020.00
3	0.00*	16.00*	0.00	3	0.00*	137.30*	264.20
4	0.00*	0.00*	55.40	4+	775.47	92.72	148.29
5	0.00	0.00	0.00	5	154.65	189.56	220.14
6	0.00	0.00	0.00	6	0.00*	485.23	148.07
7	29.90	28.90	9.37	7	0.00*	112.12	171.53
8	86.15	63.46	28.71	8	0.00*	592.42*	156.70*
9	0.00	0.00*	0.00*	9+	73.50	201.80	145.70
10	0.00	0.00*	0.00*	10	0.00*	55.13	382.70
11	0.00*	0.00*	0.00*	11	0.00*	146.60*	501.60*
12	0.00	35.50	0.00	12	270.80*	185.10*	149.20*
13	0.00*	0.00*	0.00*	13	0.00	192.30*	334.00*
14	0.00*	0.00*	0.00*	14	0.00*	172.80	181.80
15	37.90	0.00*	0.00*	15	61.60*	114.10*	223.40*
16	0.00*	0.00*	0.00*	16	0.00*	235.40	71.10
$\bar{x}$	9.62	11.28	5.84	$\bar{x}$	88.76	207.80	205.12

+ = Trabajé previamente en la misma sala de quirófano un paciente con circuito semiabierto.

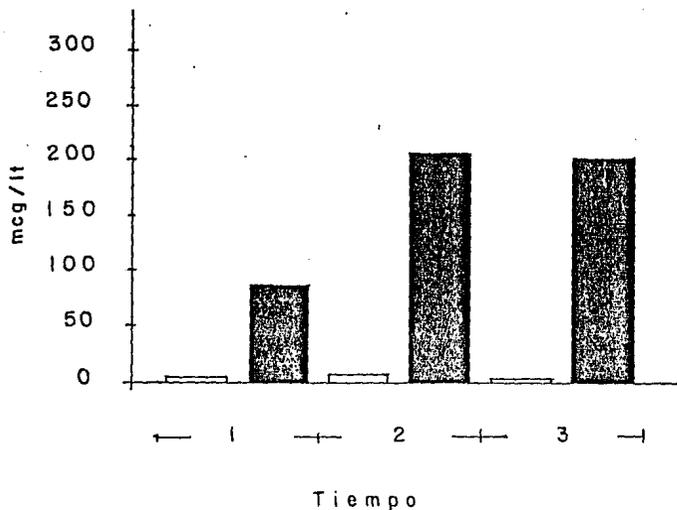
\* = Presencia de concentraciones de ETHRANE [ No se cuantificaron ].

M1 = Antes del inicio de cirugía. M2 = Mitad de cirugía .

M3 = fin de cirugía.

FIGURA No. 5

CONCENTRACIONES PROMEDIO DE HALOTANO EN EL  
AREA RESPIRATORIA DEL ANESTESIOLOGO  
EN MCG/LT DE AIRE



□ Circuito Cerrado

1 = Antes de cirugía

■ Circuito Semi-Abierto

2 = Mitad de cirugía

3 = Fin de cirugía

en las muestras 2 y 3 la diferencia estadística fue muy significativa con  $P < 0.000005$  y  $P < 0.0000005$  respectivamente .

Las concentraciones medias de halotano en las muestras sanguíneas de los pacientes durante el transoperatorio de los dos grupos estudiados se encuentran en la Figura No. 6 .La comparación de concentraciones sanguíneas de halotano en los dos grupos de tratamiento a los minutos 1, 5, 10, 20, 30, 40 y 60, utilizando un análisis de varianza de dos factores (tratamiento y tiempo) muestran diferencia estadística atribuible al factor tratamiento con  $P < 0.01$  . No se encontró diferencia significativa debida a interacción tratamiento tiempo.

Con relación al costo operacional en el año de 1987, el metro cúbico de oxígeno a precio de gobierno es de \$ 950.00, lo que resultaría en \$ 0.95 por litro. El frasco de halotano de 250 ml, a precio de gobierno cuesta \$ 30,000.00, siendo de \$ 120.00 cada ml de halotano. En el grupo 1, el costo operacional por cada 60 minutos de cirugía fue de \$ 350.00, y para el grupo 2 fue de \$ 1,917.00

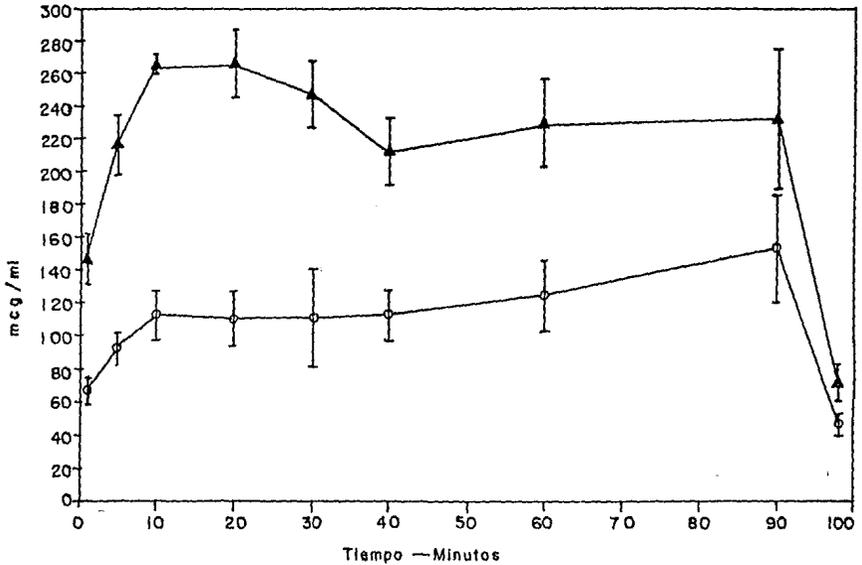
## D I S C U S I O N

La técnica anestésica que se utilizó en el grupo 1 está basada en informes y estudios realizados previamente por O'Leary<sup>21</sup> , Lowe<sup>22</sup> y recientemente por Cuoto da Silva<sup>25</sup> quien trabajó con pacientes pediátricos.

Los resultados obtenidos en las concentraciones de halotano

F I G U R A No. 6

CONCENTRACIONES MEDIAS SANGUINEAS DE HALOTANO  
DE LOS PACIENTES EN EL TRANSANESTESICO  
EN MCG/ML



Los valores se expresan en  $\bar{x} \pm ET$

▲ = Circuito Semiabierto

○ = Circuito Cerrado

$P < 0.01$ , Para el Tratamiento

Análisis de Varianza de dos factores con mediciones repetidas de uno.

en el área respiratoria del anesthesiólogo, concuerdan con los obtenidos por Munguía<sup>26</sup> y Granados<sup>27</sup>, siendo éstos muy superiores a los niveles permisibles máximos de seguridad (0.5 a 1 partes por millón), mostrando una alta contaminación en las salas de quirófanos, principalmente en aquellas donde se manejan circuitos de no reinhalación. Si agregamos además la inadecuada e insuficiente - sistema de ventilación y extracción del aire de quirófanos hacia el exterior.

La razón de reportar nuestros resultados de las concentraciones del área respiratoria del anesthesiólogo en mcg/litro de aire, es por ser una de las indicadas por el Sistema Internacional de Unidades<sup>28</sup>, además por ser más comprensible que el de partes por millón. Sin embargo, si se desea convertir nuestros resultados a partes por millón como se reporta en la literatura mundial, divídanse nuestros resultados entre 1.87<sup>29</sup>.

Con relación a los niveles de halotano en la sangre del anesthesiólogo, se encontró resultados positivos únicamente en el grupo manejado con circuito semiabierto en dos pacientes; quienes el anesthesiólogo había trabajado previamente en la misma sala 60 y 90 minutos respectivamente con circuito de no reinhalación. Esto reafirma el hecho de que entre más tiempo se trabaja expuesto en forma continua a circuitos semiabiertos, los niveles sanguíneos - de anestésicos halogenados en el anesthesiólogo aumentarán directamente proporcional y en forma acumulativa al tiempo expuesto a ellos. Los niveles sanguíneos en el anesthesiólogo son comparables con los encontrados por Azar<sup>30</sup>.

Es importante señalar que a pesar de haber encontrado concen

traciones altas de halotano en el área respiratoria del anestesiólogo en los pacientes del grupo 2, principalmente en las muestras 2 y 3, no se encontró en 14 pacientes concentraciones de halotano en la sangre del anesthesiólogo, reafirmando lo siguiente:

1. Las dosis sub-anestésicas de agentes anestésicos volátiles estimulan su biotransformación entre 5 y 8 veces más que si se reciben dosis anestésicas<sup>31</sup>.
2. Existe un aumento en la inducción enzimática por agentes anestésicos volátiles entre más se está en contacto continuo con ellos<sup>31</sup>.
3. Las concentraciones de halotano son tan pequeñas que no son detectadas por el cromatógrafo de gas aún a su máxima sensibilidad.
4. El tiempo de exposición del anesthesiólogo al halotano fue corto que no hubo efecto acumulativo del anestésico.

El hecho de no haber encontrado concentraciones de halotano en la sangre del anesthesiólogo en el grupo manejado con circuito cerrado, unido al hecho de haber encontrado (únicamente en 6 pacientes) concentraciones de halotano bajas en el área respiratoria del anesthesiólogo, nos confirma que el uso del circuito cerrado es por mucho, menos contaminante.

A pesar de no haber utilizado enflorane en la anestesia, se detectó la presencia de éste en el área respiratoria del anesthesiólogo, concordando con estudios realizados por Samulksa<sup>32</sup>, Murray<sup>33</sup>, Nicholson<sup>34</sup> y Granados<sup>27</sup>, relacionados con la fijación de los anestésicos a algunas partes de la máquina de anestesia.

El consumo de halotano por minuto registrado en el grupo 1,-

fué cinco veces menor con relación al grupo 2. En reportes realizados por Fuentes y Melman<sup>35</sup> quienes utilizaron circuito cerrado con flujos bajos y vaporizador, lograron resultados muy similares a los obtenidos en este estudio; siendo notorio el factor tiempo, ya que nuestro promedio en tiempo quirúrgico fue de 60 minutos en comparación con el tiempo reportado por ellos que fue de 3 horas.

Las concentraciones de halotano sanguíneas de los pacientes del grupo 1 son similares a las reportadas por Titel y Lowe<sup>36</sup> quienes utilizaron circuito cerrado en niños y adultos.

La limitación con la que nos enfrentamos en la realización de esta trabajo fué la carencia de un cromatógrafo de gas disponible dentro del hospital, ya que las muestras tomadas fueron procesadas de 6 a 8 horas después, fuera del mismo.

Queremos resaltar el hecho de que en el grupo 1, el tiempo de fin de cirugía al momento de extubación fue 25% menor con relación al grupo 2, y a su vez estos resultados resultaron tres veces menores que los reportados por Cuoto da Silva quien reportó un tiempo de fin de cirugía a extubación de 20 minutos.

El flujo de oxígeno por minuto que usamos en el grupo de circuito cerrado fue poco mayor que el consumo metabólico de oxígeno que les correspondía, ya que las sondas endotraqueales pediátricas carecen de globo, y pequeñas cantidades de gas se fugan por ellas desinflándose la bolsa.

El uso de circuito cerrado con inyección del anestésico en la manguera de la válvula espiratoria mediante el esquema de anestesia cuantitativa resultó segura, como se muestra en los resultados de las oximetrías; además nos permite conservar el calor y hu

medad de las vías respiratorias del paciente, con ahorro en la administración de anestésico halogenado y en la reducción en el flujo de oxígeno empleado. Nos ahorra la compra, conservación y mantenimiento de un vaporizador. El uso correcto de este circuito nos permite proporcionar a cada paciente en forma matemática y exacta el consumo metabólico de oxígeno, la producción de  $CO_2$ , el gasto cardíaco, el volumen ventilatorio por minuto y sus requerimientos basales de líquidos.

Las variaciones de T/A en los primeros 5 minutos durante el transanestésico en ambos grupos nos muestran una ligera pero mejor estabilidad cardiovascular en los pacientes manejados con circuito cerrado, cuya causa nosotros se la atribuimos a una mejor redistribución del anestésico.

El promedio de cirugías pediátricas en el Hospital Regional "20 de Noviembre", durante el año escolar 1986-1987, fue de 1000, con una duración promedio aproximada de 60 minutos. El uso de circuito cerrado en estos pacientes hubiera costado a la institución \$ 350,000.00 . Por el costo operacional en el manejo de circuito semiabierto, la institución pagó aproximadamente \$ 1,917,000.00, es decir, casi 6 veces más.

## C O N C L U S I O N E S

El uso de circuito cerrado en anestesia pediátrica con la --  
inyección del anestésico en la manguera de la valvula espiratoria  
con el esquema de anestesia cuantitativa, mantiene grandes venta-  
jas en comparación con el circuito semiabierto :

1. Menor consumo de oxígeno.
2. Menor consumo de anestésico halogenado.
3. Menor contaminación para el anestesiólogo y para el perso-  
nal que labora en quirófanos.
4. Su empleo correcto es más económico y seguro.
5. Mantiene en los primeros minutos del transanestésico lige-  
ra pero mejor estabilidad cardiovascular.
6. Requiere menor concentración sanguínea de anestésico halo-  
genado para el evento quirúrgico, por lo tanto despiertan  
con mayor rapidez.

## A P E N D I C E

La aplicación de la técnica del esquema de anestesia cuantitativa en circuito cerrado, requiere el conocimiento de ciertas fórmulas y parámetros que a continuación estudiaremos en forma breve y resumida: ( Usaremos un ejemplo con un paciente de 10 Kgs., en cada fórmula )

1. Número de Brody = Peso al cubo, raíz cuarta. Ejem.:

$$\text{Peso al cubo} = 10 \times 10 \times 10 = 1000$$

$$\text{Raíz cuarta} = \sqrt[4]{1000} = 5.32$$

$$\text{Número de Brody} = 5.32$$

2. Gasto Cardíaco ( Q ) = Número de Brody x 2 (dl/min),

$$\text{Ejem. : } 5.32 \times 2 = 11.24 \text{ (dl/min)}$$

$$Q = 11.24$$

3. Consumo Metabólico de Oxígeno ( $\text{VO}_2$ ) = Número de Brody x 14  
 = 5.32 x 14 = 78.72 (ml/min)

Nota: Para calcular el consumo metabólico de  $\text{O}_2$ , multiplicamos el número de Brody por 14, según el último reporte proveniente de London Inglaterra escrito por Lindahl<sup>37</sup>, y no por 10 como lo describe Brody<sup>38</sup>.

( Se aplica únicamente en niños ).

4. Producción Metabólica de  $\text{CO}_2$  ( $\text{VCO}_2$ ):

$$\text{VCO}_2 = \text{VO}_2 \times .8 \text{ (ml/min) , Ejem.: } 78.72 \times .8 = 62.98$$

$$\text{VCO}_2 = 62.98 \text{ ml/min}$$

## 5. Dosis calculada de halotano:

$$2 \times \frac{1.3(\text{MAC}) \times \text{Coef. Sol. S/gas} \times Q(\text{dl/min})}{243}$$

Vapor de 1 ml de anestésico liq.

Ejem.: (usando como anestésico halotano en un paciente--  
de 10 kg).

$$2 \times \frac{1.3(.75) \times 2.3 \times 11.24}{243} = 0.20 \text{ ml}$$

Dosis calculada de Halotano = 0.20 ml

6. Aplicación de las Dosis Calculadas de halotano en la man-  
guera espiratoria: Se cierra el circuito con el flujo -  
de  $O_2$  calculado según el peso del paciente y se inyecta  
el anestésico en la forma siguiente:

Dosis # 1 : al minuto 0 (doble dosis)

Dosis # 2 : al minuto 1

Dosis # 3 : al minuto 4

Dosis # 4 : al minuto 9

Dosis # 5 : al minuto 16

Dosis # 6 : al minuto 25

Dosis # 7 : al minuto 36

Dosis # 8 : al minuto 49

Dosis # 9 : al minuto 64

Dosis #10 : al minuto 81

Dosis #11 : al minuto 100

Si el paciente requiere dosis adicionales, se aplicarán--  
cuando sea necesario, inyectando siempre la dosis calcu-  
lada.

1. Brown B.R. Jr., Sykes G. and Sagalyn A. M. : Mechanisms of acute hepatic toxicity: cloroform, halothane and glutatione. *Anesthesiology* 41 (6) : 554-560, 1974 .
2. Wylie W. D. and Churchill-Davidson H.C. : *Anestesiologia* 2a. Edición. Edit: Salvat, 1974 .
3. Raventos J. : The action of fluothane. A new volatile Anaesthetic. *Br. J. Pharmacol.* 11 : 394-410, 1956 .
4. A National study. Occupational Disease among Operating Room Personnel. Report of an Ad Hoc Committee on The Effect of -- Trace Anesthetics on the Health of Operating . .Room Personnel. American Society of Anesthesiologists. *Anesthesiology* 1974; 41: 321-340 .
5. Cohen E.N., Belvill J.M., Brown B.W. : Anesthesia, pregnancy and miscarriage. A study of operating room nurses and anes-- thetists. *Anesthesiology* 1971; 35 : 343-347 .
6. Knill-Jones R.P., Moir D.D., Rodriguez L.V., et al : Anesthetic practice and pregnancy: controlled survey of women anesthetists in the United Kingdom. *Lancet* 1972; 2: 1326-1328.
7. Corbett H., R.G., Enders J.L., Lieding K. : Birth defects among children of nurse-anesthetists. *Anesthesiology* 1974; 41: 341-344.
8. Pharoah P.O., Alberman E., Doyle P. : Outcome pregnancy among women in anesthetic practice. *Lancet* 1977 ; 1 : 34-35 .
9. Corbett T., Cornell R.G., Lieding K., Enders L.J. : Incidence of cancer among Michigan nurse anesthetists. *Anesthesiology* 1973; 38: 260-263 .

10. Bruce D.L.,: Acute and chronic Anesthetic actions on Leukocytes. *Canad Anaesth Soc J.* 1973 : 20 : 55-63 .
11. Mathieu A., Mathieu D., Kerman R., : Immunological defects in anesthesiologists and other operating room (or) personnel- 7th World Congress of anesthesiologists. Hamburg E.R.G. Abstracts. *Excerpta Medica, Amsterdam-Oxford-Princeton,* 1980, pp 178 .
12. Klatskin G., Kimberg D.V.: Recurrent hepatitis attributable to halothane sensitization in an anesthesiologists. *New Eng J. Med* 1969; 280: 515-519 .
13. De Lille F. : Contaminación ambiental en la sala de operaciones y sus consecuencias para el anestesiólogo y personal -- que labora con ellos. *Rev. Mex. Anest.* 1985; 8: 121-124.
14. Bruce D.L., Bach M.J.,: Psychological studies of human performance as affected by traces of enflurane and nitrous oxide. *Anesthesiology* 1974; 40:453-458.
15. Ferstading LL. : Trace concentrations of anesthetic Gases: A critical Review of their Disease Potential. *Anesth Analg* 1978; 57: 328-345.
16. Bruce D.L., Eide K.A., Linde H.W., Eckenhoff J.E.: Causes of Death among Anesthesiologists: A 20-Year Survey. *Anesthesiology* 1968; 29: 565-569.
17. Lew E.A.: Mortality experience among anesthesiologists 1954-1976. *Anesthesiology* 1979; 51: 195-199.
18. Husum B., Wulf H.C., Niebhur E.: Monitoring of sister chromatid Exchanges in Lymphocytes of Nurse Anesthesiologists. *Anesthesiology* 1985; 62: 475-479 .

19. Husum B., Wulf H.C., Niebhur E.: Sister chromatid Exchanges in Lymphocyte after anesthesia with halothane or fluorexene. Br. J. Anaesth. 1982; 54: 987-990 .
20. Husum B., Wulf H.C., Niebhur E., Kyst A., Valentin N.: Sister chromatid exchanges in lymphocytes of humans anaesthetized with isofluorane. Br. J. Anaesth. 1984; 56:559--564 .
21. O' Leary P.M. : Clinical Use of closed circuit Anaesthesia. Departament of Anesthesia, Sinai Hospital of Detroit. Comunicación personal.
22. Lowe H.J., Ernest E.A. : History of closed circuit Anesthesia, Why Should Closed Circuit Anesthesia Be Practiced?, Uptake and Distribution: Model Development, Uptake and Distribution: Square root of Time Model, Using Volatile Agents-The Quantitative Practice of Anesthesia. Copyright, 1981. Baltimore. Williams and Wilkins. Pag. 3-10, 11-26, 53-66, 67-98, 175-206.
23. Schneider A.J.L. :Assessment of risk factors and surgical outcome . Surg. Clin. North Am. 63; 1113, 1983 ;
24. Conway C.M. : Anaesthetic breathing systems. Br. J. Anaesth. 1985, 57: 649-657 .
25. Cuoto da Silva J.M., Tubino P.J., Vieira Z., Saraiva R.A.: Closed Circuit anesthesia in infants and children. Anesth. Analg 1984; 63: 765-769 .
26. Munguía F.Y. : Contaminación de quirófanos por halotano y oxido nitroso en el Centro Hospitalario " 20 de Noviembre. Rev. Mex. Anest. 1982;5: 73-78 .

27. Granados T.S. : Contaminación por Anestésicos Halogenados durante el uso de tres circuitos anestésicos. Rev. Mex . Anest. 1986; 9: 159-167.
28. García Sainz M. : El Sistema internacional de Unidades en la Práctica Médica. Rev. Fac. Med. UNAM 1983;26:376-399.
29. Hallen B., Ehner S.H., Thomason M.: Measurements of Halothane in the atmosphere of an operating theatre and in expired air and blood of personal During Routine anaesthetic work. Acta Anesth Scandinav. 1970 ; 14: 17-27 .
30. Azar I. : Anesthetic gas spillage and scavenging. International Anesthesiology Clinics. 1981; 19: 149-163 .
31. Prado B.S., Mendoza F.V., Becerril M.M., García P.E., Castiello V.F., Irigoyen M., Perez T.L. : Alteraciones Hepáticas e Inmunológicas en Anestesiólogos producidas por residuos de anestésicos inhalatorios. Rev. Mex. Anest. 1985;8:115-120.
32. Samulksa H.M., Ramajah S., Noble W.H.: Unitented exposure to halothane in surgical patients: Halothane washout studies. Canad Anaesth. Soc. J. 1972;19:35-41.
33. Murray W.J., Fleming P.: Patient exposure to residual fluorinated anaesthetic agents in anesthesia-machine circuits. Anaesth Analg 1973; 52: 23-26 .
34. Nicholson J.A., Tsuneo S., Aldrete J.A. : Residual Halothane Patient and ,Personal exposure. Anest Analg 1975;54: 449-454.
35. Fuentes V., Arroyo E.M., Fernández de Lara E., and Melman E<sup>1</sup>: Modified Close Circuit in Pediatric Patients. The Circular July-August. 1985: 14-17 .

36. Titel J., Lowe H., Ellam J., Grosholz J.: Quantitative Close Circuit Halothane Anesthesia. Anest. Analg. Current Researches 1968; Vol. 47: 5 : 560-569 .
37. Lindahl S.G., Mulse M.G., and Hatch D.J. ;Metabolic Correlates in Infants and Children Durin Anaesthesia and Surgery. Acta Anaesthesiol. Scand. 1984;28:52-56.
38. Brody S., Bioenergetics and Growth. New York: Reinhold 1945 .

## S U M M A R Y

The identification and quantification of the halogenated anesthetic present in the patients' blood and breathing zone of the anesthesiologist, was possible by using the Analytic Method of Gas Chromatography while using halothane in two anesthetic circuits employed in pediatric anesthesia. The two circuits were : Closed System (complete rebreathing) and Semiopen System (Nonrebreathing). The first circuit, is merely the circle system with very low flowrates. At inflow the closed system just satisfies the patient's metabolic oxygen requirement, and the uptake of anesthetic agents. The technique Quantitative Anesthesia with injection of the anesthetics at a wide-bore corrugated expiratory of circuit was employed. As a witness group the technique of semiopen breathing system was used. This method used in pediatric patients proved to add improved humidification, reduce pollution, give lower but efficient blood concentration of halothane, and to be less expensive. The closed systems conserve respiratory moisture better than any other. The use of low flow or closed system techniques can also diminish the level of waste gas contamination in the operating room. On the other hand, the semiopen breathing system showed the need of higher flow of anesthetic gases ( in this case , halothane), more pollution in the breathing zone and higher concentrations in the patients' blood.

The use of the closed system in pediatric anesthesia with the techniques of quantitative anesthesia is less expensive, produces less pollution, is secure and practical.