

CONTAMINACION DE QUIROFANOS POR HALOTHANO Y OXIDO NITROSO EN EL CENTRO HOSPITALARIO "20 DE NOVIEMBRE"

*DRA. YOLANDA MUNGUÍA FAJARDO
Q.F.B. EMILIO ESLAVA PLACENCIA
I.Q. GERMÁN ESPINOZA CHAVARRÍA

RESUMEN

Se hace una cuantificación de las concentraciones de halothano, óxido nitroso (N_2O) y bióxido de carbono (CO_2) por medio de cromatografía de gases, en el área de respiración del anestesiólogo de los quirófanos del Centro Hospitalario "20 de Noviembre" del ISSSTE.

Se comparan los quirófanos en los que hay válvula espiratoria sin comunicación al exterior, con eliminación de gases anestésicos dentro del quirófano y quirófanos con válvula espiratoria comunicada a un corredor lateral por medio de un tubo de caucho. Además, se comparan dos sistemas anestésicos: circuito semicerrado y sistema abierto de no reinhalación.

Los resultados fueron los siguientes: El 96.55; 76.68 y 100 por ciento de las muestras tomadas de halothano, N_2O y CO_2 respectivamente, se encontraron superiores al nivel mínimo permitido, lo que se explica por la falta de un sistema de eliminación de aire.

No se encontraron diferencias significativas entre los quirófanos y sistemas anestésicos comparados.

In this article the determination of the concentration of halothane and nitrous oxide N_2O , and carbon dioxide CO_2 is made by the gas chromatography method in the area of respiration of the anesthetist of the operating rooms of the Centro Hospitalario 20 de Noviembre.

The comparison is made between operating rooms with a valvular expirator completely contained within the operating room and operating rooms with a valvular expirator connected to a rubber tube leading outside of the operating room. In addition two systems of anesthesia were compared: a half closed circuit and an open system without reinhalation.

The following results were obtained: 96.55%, 76.68% and 100% of the samples tested of halothane, N_2O and CO_2 respectively it was found to be above the minimum levels permitted which is explained by the lack of a system of air elimination.

No significant difference was found between the different operating rooms or the different anesthetic system compared.

INTRODUCCIÓN

La observación de efectos deletéreos en anestesiólogos, probablemente causados por la inhalación crónica de vestigios de gases anestésicos, data de 1922.¹ Se ha observado un

aumento de abortos espontáneos y malformaciones congénitas en la descendencia de anestesiólogos, esposas de anestesiólogos y enfermeras de quirófanos;^{2, 9, 11, 13, 20, 21, 24} además, es frecuente observar en el personal que trabaja en los quirófanos, cefalalgia, fatiga, irritabili-

*Servicio de Anestesia del C.H. "20 de Noviembre", ISSSTE. México, D.F.

dad, anorexia, náusea, alteraciones del sueño;^{22, 24, 25} enfermedades hepáticas,^{3, 10, 15, 16, 21} linfomas, cáncer del sistema retículo endotelial y suicidios, siendo este último más frecuente en anesthesiólogos que en el resto del personal médico.^{5, 6}

Hirsch y Kappus¹⁴ informaron en 1929 el primer estudio cuantitativo de concentraciones de gases anestésicos en el aire de los quirófanos. Ulteriormente varios autores han continuado este tipo de estudio no sólo en los quirófanos, sino además en corredores, cuartos de recuperación, oficina de anestesia, cuarto de descanso de cirujanos y anesthesiólogos.^{4, 7, 8, 12, 18, 19, 23, 26}

En este trabajo se cuantificaron las concentraciones de halothano y óxido nitroso (N_2O) en nueve quirófanos del C.H. "20 de Noviembre" del ISSSTE, en el curso de la cirugía programada diariamente (de las 8 a las 16 horas) durante mes y medio. Este hospital tiene 12 quirófanos dispuestos en dos secciones de seis quirófanos cada una, con dos corredores en las partes laterales de cada sección; cada quirófano tiene dos puertas laterales que lo comunican, una a un corredor y otra al quirófano contiguo. El sistema de extracción de aire no funciona.

MATERIAL Y METODO

Tomaron muestras de nueve quirófanos del C.H. "20 de Noviembre", siendo éstos: 1, 2, 4, 6, 7, 9, 10, 11 y 12. En todos los quirófanos, excepto en el 7, en el que se usó el sistema anestésico de no reinalación, se usó el sistema anestésico circuito semicerrado. Los quirófanos 2, 4, 6 y 10 tienen un aparato de anestesia cuya válvula espiratoria se comunica a un corredor por medio de un tubo de caucho. Los quirófanos 1, 9, 11 y 12 no tienen este tubo, por lo que la válvula espiratoria elimina los gases de la espiración dentro del quirófano.

Las concentraciones de halothano usadas durante la anestesia fueron de 1 a 1.5 por ciento con un flujo de N_2O-O_2 de 3-2 l/minuto.

El área de las muestras fue la zona de respiración del anesthesiólogo, definida como una área frontal comprendida entre 13 y 22 centímetros de la nariz.²⁷ Las muestras se tomaron antes y después de las cirugías programadas, durante el transoperatorio y entre cada cirugía.

Para tomar las muestras de N_2O se usaron jeringas de plástico aspirando con éstas el área mencionada (10 c.c.) e inmediatamente después se selló la punta de la aguja con fracciones de septas de silicona.

Para tomar las muestras de halothano se usaron jeringas de vidrio, selladas con silicona y después de tomar la muestra también se selló

la punta de la aguja de la misma manera que las usadas para el N_2O .

Hay que advertir que las muestras del halothano se tomaron con jeringas de vidrio, pues el plástico y el neopreno de las jeringas de plástico absorben el halothano, lo que podría alterar los resultados.

No se tomaron las muestras de halothano y N_2O el mismo día porque se disponía de un cromatógrafo solamente, después del día normal de trabajo del laboratorio en el que se le permitió a la autora hacer el estudio y como las condiciones del cromatógrafo para uno y otro anestésico son diferentes, diariamente se preparaba el cromatógrafo para uno de ellos.

A las 18 horas de los días que se tomaba la muestra, éstas se llevaron a un laboratorio fuera del hospital para que se hiciera la cuantificación, ya que el hospital no tiene cromatógrafo.

Análisis del halothano. Para el análisis del halothano se usó un cromatógrafo de gases. Una columna de acero inoxidable de cinco metros de longitud, un octavo de pulgada de diámetro exterior y 1.9 mm. de diámetro interior, con un empaque de polietilén glicol 1540 al 17.5 por ciento sobre tierra de diatomeas 80/100 No. 5 lavado con ácido clorhídrico y tratado con dimetil diclorosilano (DMCS). La fase móvil fue nitrógeno a 40 ml./min. Detector de ionización de flama, temperatura del horno 60°C, temperatura del inyector 80°C., temperatura del detector 200°C., tiempo de retención de 10 minutos, cantidad de muestra 10 c.c. de gas, atenuación $\times 1$, amplificador $\times 10$, corriente 150 ma.; método de cuantificación, estandarización externa. Los estándares se prepararon con halothano previamente analizado, habiéndose seleccionado el más puro de los últimos 10 lotes analizados para el fabricante (pureza mayor de 99.999 por ciento).

Las concentraciones usadas, en ppm. V/V, se prepararon diluyendo volúmenes conocidos de halothano en aire seco, desde 0.1 ppm. hasta 500 ppm. obteniéndose exactamente una línea recta. Se seleccionaron las velocidades de la carta del registrador, el flujo del gas y la cantidad de la muestra, para obtener una respuesta fácilmente medible lográndose casi casualmente que el área corregida en $cm.^2$ para el pico de halothano fuera equivalente al número de ppm., así una área de 100 $cm.^2$ equivalía al estándar de 100 ppm. de halothano.

Análisis del N_2O . Se usó un cromatógrafo de gases y una columna de acero inoxidable de tres metros de longitud, un octavo de pulgada de diámetro exterior y 1.9 mm. de diámetro interior, con un empaque de porapak Q (polímero poroso de estireno divinil benceno), de 80 a 100 mallas, detector de conductividad térmica, fase

móvil helio a 40 ml./min., corriente 225 ma, temperatura del horno 25 a 35°C., temperatura del inyector 50°C., temperatura del detector 150°C., velocidad de la carta 10 mm./min., cantidad de muestra 10 c.c. de gas, atenuación de 4. Modo de cuantificación: estandarización externa, empleando una referencia de aire con 400 ppm. V/V de CO₂, ya que tienen el mismo peso molecular y considerando el mismo factor de respuesta para el N₂O después de preparar varias muestras de igual volumen de CO₂ y N₂O, en las cuales la variación de área fue despreciable y los cromatogramas repetitivos.

RESULTADOS

El Instituto Nacional para la Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH) ha formulado un documento básico para el control de niveles detectables de vapores y gases anestésicos en áreas de anestesia. Este documento sugiere que los niveles blanco mínimos de gases detectables son: 25 ppm. para el N₂O y 0.5 ppm. para anestésicos halogenados cuando son usados con N₂O, o 2.0 cuando son usados solos en la sala de operaciones; en la sala dental 50 ppm. para el N₂O.¹⁷

En este trabajo las concentraciones de halothano variaron de 0.28 a 186 ppm., con un promedio de 40 ppm. de un total de 29 muestras tomadas, encontrándose fuera de lo normal según el NIOSH, el 96.55 por ciento.

Los resultados obtenidos durante la cirugía con anestesia general para el halothano fueron: en el quirófano (Q),⁴ variaron de 43 a 54 ppm., en el Q-6 35 ppm., en el Q-7 58 a 93 ppm., en el Q-11 186 ppm., en el Q-12 varió de 58 a 125 ppm. Se encontraron también concentraciones después de haber terminado la cirugía con anestesia general: en el Q-4 de 13.7 a 33 ppm., en el Q-7 de 1 a 6 ppm., registrándose un valor

de 4 ppm. en el momento de la cirugía, pero con bloqueo peridural; en el Q-11 1.33 ppm. y en el quirófano 12 de 0.28 a 2.0 ppm.

Las concentraciones de N₂O variaron de 6 a 1828 ppm., con un promedio de 329.34 de un total de 74 muestras. El porcentaje fuera de lo normal según el NIOSH fue 76.68 por ciento.

Los resultados obtenidos en el momento de la cirugía con anestesia general para el N₂O fueron: en el Q-1 de 373 a 692 ppm., el Q-2 de 170 a 1328 ppm., en el Q-4 55 ppm., el Q-6 de 434 a 499 ppm., el Q-9 de 12 a 1633 ppm., el Q-10 de 44 a 444 ppm., el Q-11 de 196 a 1828 ppm., el Q-12 de 35 a 1196 ppm.

En las muestras tomadas después de la cirugía con anestesia general se encontraron valores de: en el Q-7 10 ppm., en el Q-9 de 6 a 17 ppm., en el Q-10 de 7 a 12 ppm. y en el Q-12 6 ppm.

En el cuadro I se anotan los valores promedio de las muestras tomadas de halothano, N₂O y CO₂, los que se representan en gráficas en las figuras 1, 2 y 3 respectivamente.

Las figuras 4 y 5 corresponden a cromatogramas representativos de halothano, N₂O y CO₂.

Se esperaba que los quirófanos con el tubo de caucho conectado a la válvula espiratoria del aparato de anestesia y, por tanto, con comunicación de ésta al exterior de los quirófanos, tuvieran una concentración de halothano y N₂O menor que los quirófanos sin tubo de caucho. Además, que la sala 7 con sistema anestésico de no reinhalación tuviera una concentración mayor, ya que el gas de la válvula espiratoria es el gas de la espiración más el gas fresco, sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los quirófanos y los sistemas anestésicos comparados.

El resultado del quirófano 2 es sorprendente, ya que se encontró una concentración de

CUADRO I. VALORES PROMEDIO DE HALOTHANE, OXIDO NITROSO (TRANSOPERATORIO Y SIN CIRUGIA) Y BIOXIDO DE CARBONO ENCONTRADOS EN LOS QUIROFANOS.

Quirófano	Halothane (ppm.)		Oxido nitroso (ppm.)		Bióxido de carbono (ppm.)
	Transop.	Sin cirugía	Transop.	Sin cirugía	
1			494		810
2			780		676.33
3					
4	48.25	22.17	55		776
5					
6	35	17	446.67		864.67
7	74	3.59	391.6	10	825.78
8					
9			359.1	11.3	802.13
10			258.94	10.25	839.56
11	186	1.33	617.25		780.5
12	91.4	1.13	567	6	1050
Valor mínimo permitido	0.5		25		

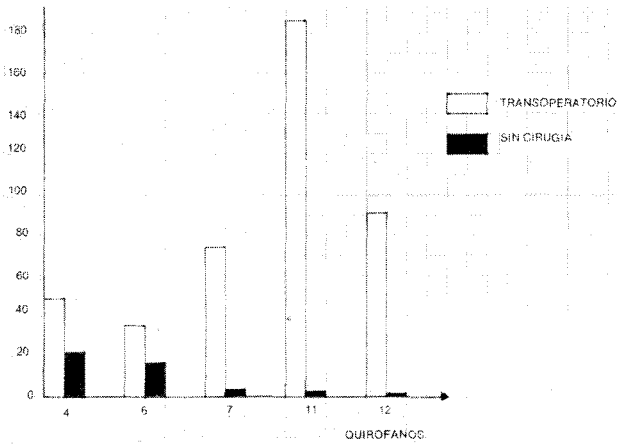


Figura 1. Representación gráfica de los valores promedio (transoperatorio y sin cirugía) de halothano, encontrados en el área de respiración del anestesiólogo.

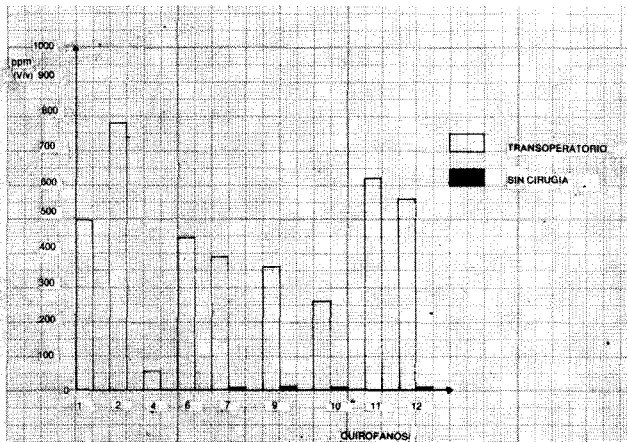


Figura 2. Representación gráfica de los valores promedio de óxido nitroso (transoperatorio y sin cirugía) encontrados en el área de respiración del anestesiólogo.

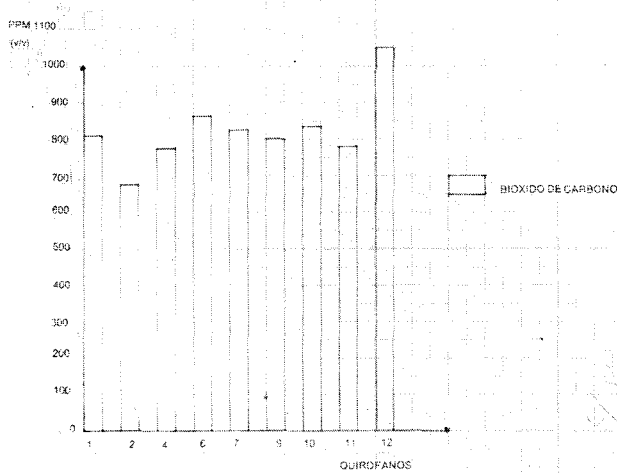


Figura 3. Representación gráfica de los valores promedio de bióxido de carbono en el área de respiración del anestesiólogo.

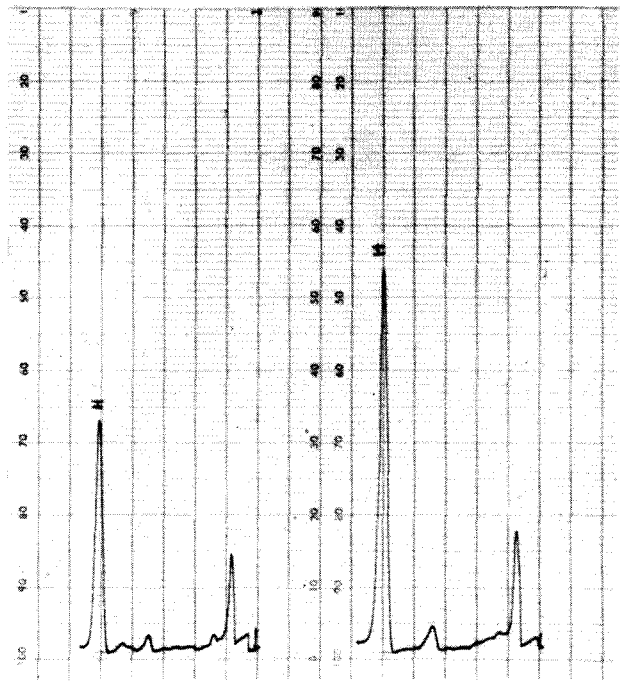


Figura 4. Cromatogramas representativos del halothano (H).

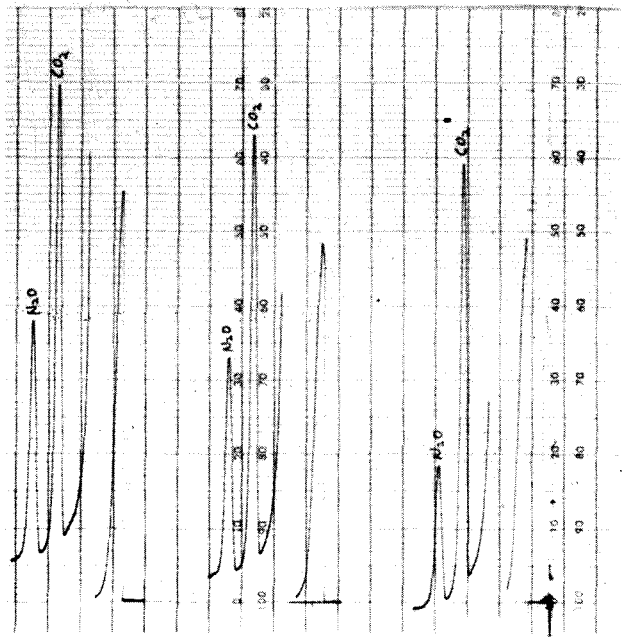


Figura 5. Cromatogramas representativos del óxido nitroso (N_2O) y bióxido de carbono (CO_2).

N_2O de 170 a 1328 ppm., uno de los resultados con cifras mayores, el cual se esperaba menor, ya que su válvula espiratoria se comunica por medio de un tubo de caucho al exterior del quirófano.

Al inyectar la muestra de gas para obtener el resultado de N_2O , también se detectó CO_2 ,

por lo que se anotan los resultados, encontrando variaciones de 479 a 1159 ppm., con un promedio de 803 ppm. de un total de 74 muestras tomadas, encontrándose fuera de lo normal el 100 por ciento, ya que se considera como normal 400 a 416 ppm.

COMENTARIOS

Whitcher, Cohen y Trudell²⁶ cuantificaron las concentraciones de halothano de dos quirófanos durante el curso de la cirugía programada, comparando dos técnicas para la administración de anestesia: un sistema de no-reinhalaación y un circuito semicerrado, ambos con y sin recirculación de aire, administrando uno por ciento de halothano con N₂O y O₂ con flujo de 10 litros el primero y 4 a 5 litros el segundo. Los resultados fueron los siguientes: en el sistema de no reinhalación sin recirculación de aire de 1.64 a 12.88 y en este mismo sistema con recirculación de aire de 9.39 a 1.61 ppm.; en el circuito semicerrado sin recirculación de aire de 0.60 a 9.07 ppm. y con recirculación de aire de 0.05 a 1.30 ppm.

Linde y Bruce¹⁸ cuantificaron el halothano de 21 quirófanos de dos hospitales en donde el aire es cambiado aproximadamente 12 veces por hora, encontrando en el área de respiración del anesthesiólogo de 0 a 49 ppm., con un promedio de 8.5 ppm. Usubiaga y Aldrete²³ colectaron muestras de aire de quirófanos, laboratorio, cuarto de descanso de cirujanos, oficina del jefe de anestesia, corredores, todos ubicados en el mismo piso, para la cuantificación de halothano. Las concentraciones de halothano en estas áreas con un flujo de N₂O-O₂ de dos litros, varió de 1.3 a 9 ppm. y con un flujo de cinco litros fueron mayores.

Nicholson, Sada y Aldrete¹⁹ informaron las concentraciones de halothano encontradas en los quirófanos, cuarto de recuperación, corredor y oficina de anestesia, así como la cuantificación de niveles sanguíneos de halothano en pacientes anestesiados con otro agente anestésico que no fue el halothano, pero administrado con el mismo aparato de anestesia en el cual se había administrado recientemente halothano; este estudio se hizo en dos hospitales durante un periodo de 12 días. Los resultados fueron los siguientes: la concentración sanguínea de halothano varió de 0.2 a 13 10³ por vol. por ciento; en el medio ambiente se encontró de 0

a 2640 ppb. en un hospital y de 1 a 1940 ppb. en el otro.

Campbell, Hannifan y cols.⁸ cuantificaron los niveles de halothano y N₂O en una sala dental durante anestesia general encontrando: para el N₂O, a cuatro pulgadas arriba de la válvula espiratoria de 13,000 a 90,000 ppm., en el área de respiración del cirujano de 710 a 4600 ppm., en el área de respiración del ayudante y del anesthesiólogo, de 70 a 2650 y 1860 ppm. respectivamente; para el halothano se hizo una cuantificación solamente, que correspondió al anesthesiólogo, siendo de 28.5 ppm.

En este estudio se encontraron concentraciones grandes de halothano y N₂O, no encontrando diferencias significativas entre los dos sistemas anestésicos comparados y los quirófanos con comunicación o no de la válvula espiratoria del aparato de anestesia a un corredor por medio un tubo de caucho.

En el estudio hecho por Whitcher, Cohen y Trudell, comparando también dos sistemas anestésicos, de no reinhalación y circuito semicerrado, se encontró poca diferencia en los resultados, estando moderadamente aumentados en el primero, probablemente por un flujo mayor de N₂O-O₂.

En nuestro trabajo, de las muestras de halothano obtenidas, el 96.55 por ciento fueron mayores que lo normal, encontrando una concentración hasta de 372 veces superior al nivel mínimo permitido en el transcurso de la cirugía, y hasta 66 veces el nivel mínimo permitido después de haber terminado la cirugía. El 76.68 por ciento de N₂O fueron superiores al nivel mínimo permitido en el transcurso de la cirugía. Todas las muestras de CO₂ fueron mayores que lo normal.

Los resultados obtenidos son la manifestación de la falta en este hospital de un sistema de eliminación de aire, la probabilidad de que haya fugas en los aparatos de anestesia y que se encuentren gases residuales en éstos, como se observó en el estudio hecho por Nicholson, Sada y Aldrete. Además, probablemente el tubo de caucho no está bien conectado a la válvula espiratoria, ya que de ser así, los quirófanos que tienen aparato de anestesia con tubo de caucho, deberían tener menos contaminación, lo que no sucede, como lo demuestra el resultado obtenido en el quirófano 2, con concentraciones de N₂O hasta 53 veces mayores que mínimo permitido.

REFERENCIAS

1. ARCHER VICTOR, E.; DEMENT JOHN, M.; HATCH LOREN, ET AL: *Occupational exposure to waste anesthetic gases and*

vapors. National Institute for Occupational Safety and Health. New York, 1977. Pág. 39.

2. ASKROG, V.F.; HARVALD, B.: *Teratogen effect af inhalations anaestetika*. Nordisk Medicin. 76:498, 1970.
3. BELFRAGE, S.; AHLGREN, I.; AXELSON, S.: *Halothane hepatitis in an anaesthetist*. Lancet. 2:1466, 1966.
4. BEYNEN, F.M.; KNOPP, T.J.; REHDER, K.: *Nitrous oxide exposure in the operating room*. Anesth. Analg. 57:216, 1978.
5. BRUCE, D.L.; EIDE, K.A.; LINDE, H.W.; ECKENHOFF, J.E.: *Causes of death among anesthesiologists: a 20-year survey*. Anesthesiology. 29:565, 1968.
6. BRUCE, D.L.; EIDE, K.A. ET AL: *A prospective survey of anesthesiologists mortality, 1967-1971*. Anesthesiology. 41:71, 1974.
7. BRUCE, D.L.; LINDE, H.W.: *Halothane content in recovery room air*. Anesthesiology. 36:517, 1968.
8. CAMPBELL, R.L.; HANNIFAN, M.A. ET AL: *Exposure to anesthetic gas in oral surgery*. J. Oral. Surg. 35:625, 1977.
9. CARR, D.H.: *Anesthetic-induced abortion?* Anesth. Analg. 35:335, 1971.
10. COHEN, E.N.: *Toxicity of inhalation anaesthetic agents*. Br. J. Anaesth. 59:662, 1978.
11. COHEN, E.N.; BELLVILLE, W.J.; BROWN, B.W. JR.: *Anesthesia, pregnancy and miscarriage*. Anesthesiology. 35:343, 1971.
12. CORBETT, T.H.; BALL GWENDOLYN, L.: *Chronic exposure to methoxyflurane: A possible occupational hazard to anesthesiologists*. Anesthesiology. 34:532, 1971.
13. CORBETT, T.H.; CORNELL, R.G., ET AL: *Birth defects among children of nurse-anesthetists*. Anesthesiology. 41:341, 1974.
14. HIRSCH, J.; KAPPUS, A.L.: *On the quantities of anesthetics ether in the air of operating rooms*. Z. Hyg. 110:391, 1929.
15. KLATSKIN, G.; KIMBERG, D.V.: *Recurrent hepatitis attributable to halothane, sensitización in an anesthetist*. New England J. Med. 280:515, 1969.
16. KLION, F.M.; SCHAFFNER, F.; POPPER, H.: *Hepatitis after exposure to halothane*. Ann. Intern. Med. 71:467, 1969.
17. LECKY, J.H.: *The mechanical aspects of anesthetic pollution control*. Anesth. Analg. 56:769, 1977.
18. LINDE, H.W.; BRUCE, D.L.: *Occupational exposure of anesthetists to halothane, nitrous oxide and radiation*. Anesthesiology. 30:363, 1969.
19. NICHOLSON, J.A.; SADA, T.; ALDRETE, J.A.: *Residual halothane: patient and personnel exposure*. Anesth. Analg. 54:449, 1975.
20. PHAROAH, P.O.D.; ALBERMAN, E.; DOYLE, P.: *Outcome pregnancy among women in anesthetic practice*. Lancet. 1: 34, 1977.
21. SPENCE, A.A.; COHEN, E.N.; BROWN, B.W. ET AL: *Occupational hazards for operating room based physicians: Analysis of data from the United States and the United Kingdom*. J.A.M.A. 238:955, 1977.
22. UHLIROVA, A.; POKORNY, J.: *Results of questionnaire survey of health damage to anesthesiologists*. Rozhl. Chir. 53: 761, 1964.
23. USUBIAGA, L.; ALDRETE, J.A.; FISEROVA-BERGEROVA, V.: *Influence of gas flows and operating room ventilation on the daily exposure of anesthetists to halothane*. Anesth. Analg. 51:968, 1972.
24. VAISMAN, A.I.: *Working conditions in surgery and their effects on the health of anesthesiologists*. Eksp. Khir. Anest. 3:44, 1967.
25. WERTHAM, H.: *Beitrag zur chronischen atherisintoxication der chirurgen*. Beitr. Klin. Chir. 178:149, 1949.
26. WHITCHER, CH. E.; COHEN, E.N.; TRUDELL, J.R.: *Chronic exposure to anesthetic gases in the operating room*. Anesthesiology. 35:348, 1971.
27. WITCHER, CH. E.; PIZIALI, R.: *Monitoring occupational exposure to inhalation anesthetic*. Anesth. Analg. 56:778, 1977.