

Gases anestésicos intercalados al sistema de perfusión

Un estudio comparativo

Dr. R. Alvarez, Dr. R. Gutiérrez.

INTRODUCCION

DIVERSAS técnicas y diversos gases anestésicos han sido usados en la historia de la cirugía cardiovascular (1, 2, 3). Con el advenimiento del halotane amplias esperanzas se abrieron en la cirugía cardiovascular que hizo que centros de cirugía cardiovascular de reconocido prestigio lo usaran como rutina en sus intervenciones (4, 5, 6) y lo preconizaran como el agente de elección.

Desde que salió al mercado el gas llamado metoxifluorano (7), entraron nuevas inquietudes e intensas investigaciones se han efectuado en todo el mundo para valorar este compuesto (8) y aunque hay autores que lo recomiendan ampliamente (9), existen algunos puntos que están en duda todavía, pues mientras que Hudon (10) reporta una mayor disminución del índice cardíaco, resistencia vascular, presión arterial, pulso, y depresión miocárdica con halotane que con metoxifluorano, Restauil y colaboradores (11) no lograron encontrar dicha diferencia.

Respecto a la irritabilidad del miocardio cuando se emplean dichos gases, la literatu-

ra nos da grandes discrepancias. Banfordh y colaboradores (12) reportan que el metoxifluorano sensibiliza y aumenta la irritabilidad del miocardio. Israel y colaboradores (13) reportan que aunque sí hay sensibilización del miocardio con el metoxifluorano ésta es significativamente menor que cuando se emplean ciclopropano o halotane. Jacques y Hudon (14) no encontraron serias arritmias en 150 casos en que se administró metoxifluorano y epinefrina. Mcffrey observó una tendencia a convertirse a ritmo normal, arritmias preexistentes cuando se administró metoxifluorano (15).

Con el halotane el criterio está más uniformado respecto a que éste baja el umbral de excitabilidad y existe una gran sensibilización del miocardio, Misuraca invoca los trabajos de Hall a este respecto (16). Sin embargo Etstein y Shimosato (17) pretenden haber encontrado una acción bloqueadora adrenérgica con halotane que protegería a la fibra miocárdica contra arritmias.

Otro aspecto interesante es respecto si está o no justificado usar un gas anestésico durante la circulación extracorpórea. Existen centros (4) que acostumbran intercalar algún gas durante la circulación extracorpó-

Trabajo presentado en el XIII Congreso Mexicano de Anestesiología, Acapulco, Gro. Noviembre, 1967.

rea, otros definitivamente son renuentes a usar cualquier tipo de drogas otra que un relajante (5, 18), otros recomiendan dosis intermitentes de Penthotal® durante la perfusión (2).

Cooper y Kenyon (19) reportan que muchos de sus pacientes durante hipotermia a una temperatura de 29°C recordaron alguna molestia durante el procedimiento y acepta valores de 25 a 26°C para una verdadera narcosis con hipotermia sin la necesidad de usar drogas.

Se sabe que la hipotermia y la anoxia son factores importantes en el desencadenamiento de arritmias, especialmente la fibrilación ventricular. El halotane se ha usado ampliamente durante hipotermia con la idea de que este gas da una vasodilatación con una mejor perfusión, además se pretende que el halotane tiene una tendencia a proteger al corazón de arritmias cuando se usa hipotermia (20). Se ha reportado que el Penthotal® tiene una acción protectora contra arritmias.

Nosotros hemos iniciado un extenso estudio para valorar tanto al halotane como al metoxifluorano en cirugía cardiovascular desde el punto de vista clínico. En alguno de nuestros estudios hemos encontrado durante la perfusión datos que nos han incitado a presentar este reporte preliminar por considerar que son ampliamente interesantes.

MATERIAL Y METODO

Se estudiaron 53 pacientes sometidos a circulación extracorpórea con diversos padecimientos cardíacos tanto congénitos como adquiridos. En 31 se usó el oxigenador de discos tipo Olson, y en 22 el oxigenador de burbujas tipo Zuhdi. La técnica utilizada con el Olson fue de 2,000 cc. por m² de superficie corporal, hemodilución de 30 cc.

por kilo de peso e hipotermia moderada. Con el oxigenador tipo Zuhdi se utilizaron flujos de 30 cc. por kilo de peso, hemodilución de 16 cc. por kilo de peso con hipotermia moderada.

Los pacientes se dividieron en tres grupos: Grupo A): Pacientes con metoxifluorano intercalado al sistema de perfusión. Grupo B): Pacientes con halotane intercalado al sistema de perfusión y Grupo C): Pacientes sin gas intercalado y mantenidos durante la perfusión con dosis intermitentes de Penthotal®. Los pacientes se pusieron en forma alterna sin tomar en cuenta el tipo de cardiopatía. En los grupos en que se intercaló gas anestésico se usaron el Pentec® para el metoxifluorano y el Fluotec® para el halotane. De la salida del oxígeno se llevó una línea a la entrada del vaporizador y de la salida de éste se llevó una línea a la entrada del oxigenador. Se usaron flujos de oxígeno de 9 a 10 litros por minuto.

Se anotó el área de superficie corporal, el peso del paciente, la edad del paciente, el flujo calculado, la duración de la operación, la duración de la perfusión, si hubo o no fibrilación y a qué grado de temperatura se presentó; el grado mínimo de temperatura a que fue bajado el paciente, si se pinzó o no la aorta, la cantidad de succinilcolina durante la perfusión y durante toda la intervención, se registraron la presión arterial media durante la perfusión, y el flujo principal durante la perfusión, en estos dos últimos valores se tomó la media de los valores obtenidos durante la perfusión. El estudio estadístico fue el habitual para encontrar la media aritmética, variancia y desviación estándar en el estudio de presiones y flujos. Para el estudio de fibrilación e hipotermia, y fibrilación y aorta pinzada se buscó el porcentaje. Para el estudio de succinilcolina usada sólo la media aritmética se buscó.

RESULTADOS

La lista del procedimiento quirúrgico efectuado en nuestros pacientes estudiados se muestran en la Tabla 1. La Tabla No. 2, muestra la mínima, máxima y media del peso, área de superficie corporal, y edad. También nos muestra la incidencia por sexo.

PROCEDIMIENTO

Prótesis Mitral	17
Prótesis Aórtica	4
Comisurotomía Mitral	5
Cierre de CIA	13
Cierre de CIV	7
Valvulotomía Pulmonar	3
Prótesis Mitral y Aórtica	1
Cierre de Fístula traumática de aorta a UT.	1
Resección de Aneurisma de VI	1
Resección de Estenosis Subaórtica	1

TABLA N^o 1

CARACTERÍSTICA	MINIMA	MEDIA	MAXIMA
<i>Peso</i>	18,500	46,500	78.00
<i>Área de Superficie Corporal</i>	0.73	1.40	1.79
<i>Edad</i>	6	21	46
<i>Sexo</i>	M	F	

TABLA N^o 2

La Tabla No. 3, nos muestra las constantes estadísticas de los flujos real y calculados, así como de la presión encontrada cuando se usó el oxigenador de Zuhdi y Olson con halotane y metoxifluorano, así como de los pacientes control en que se usaron dosis intermitentes de Penthotal®. La media aritmética con la excepción de Zuhdi control es inferior en el flujo calculado al flujo real usado en la perfusión. Cuando se usó el oxigenador de Zuhdi y se intercaló halotane, el flujo real fue de $1,254 \pm 427$ contra $1,415 \pm 751$ del flujo calculado,

cuando se utilizó el oxigenador Olson con halotane intercalado el flujo real fue de $2,826 \pm 547$ contra $2,974 \pm 515$ del calculado, con el oxigenador Zuhdi y metoxifluorano intercalado el flujo real fue de $1,395 \pm 280$ contra $1,451 \pm 273$ del calculado, cuando se usó el oxigenador Olson con metoxifluorano intercalado el flujo real fue de $2,478 \pm 564$ contra $2,749 \pm 612$ del flujo calculado.

En los grupos control con el oxigenador Zuhdi, el flujo real fue de $1,128 \pm 481$ contra $1,127 \pm 595$, con el oxigenador de Olson el flujo real fue de $2,883 \pm 653$ contra $2,940 \pm 518$ del flujo calculado.

La gráfica N^o 1 nos muestra el número de casos y las cantidades en cm³ que estuvieron por arriba y por abajo del flujo calculado. Se puede apreciar la irregularidad con que caen los pacientes en todos los grupos estudiados.

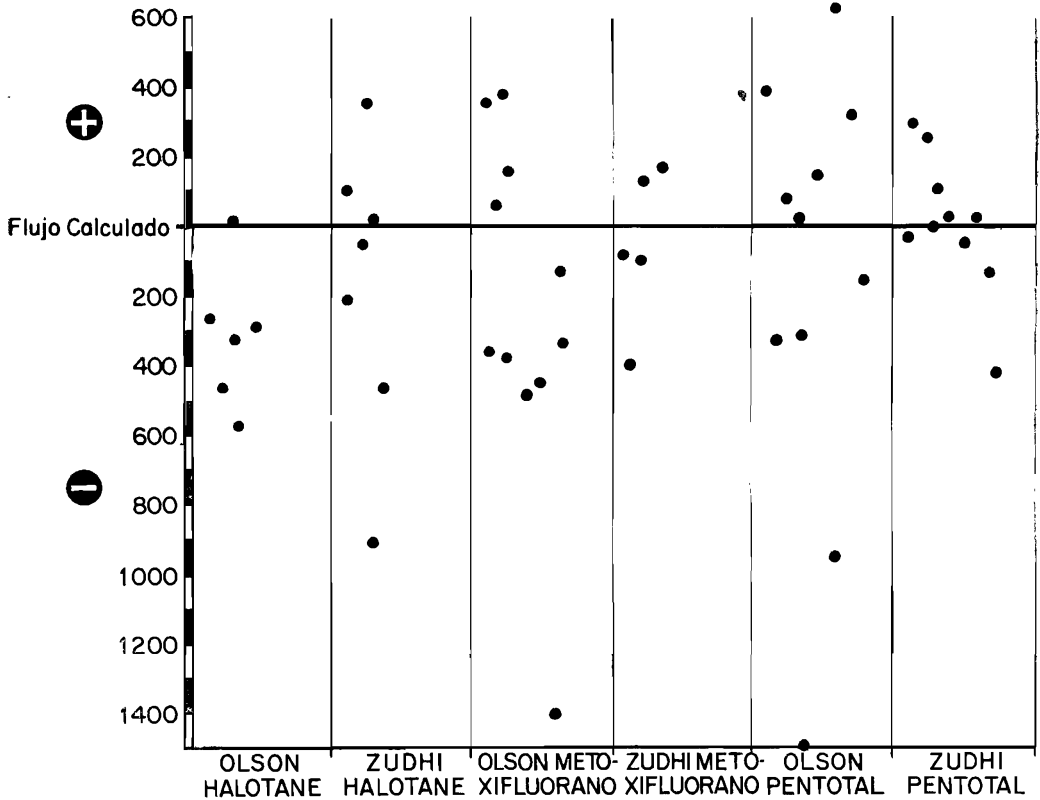
La presión arterial media cuando se usó el oxigenador Zuhdi con halotane intercalado, fue de 36 ± 10 mm.Hg., con este mismo oxigenador más metoxifluorano intercalado, la presión media fue de 40 ± 11 mm. Hg., y en el grupo control con el oxigenador de Zuhdi, fue de 43 ± 9.0 . Se puede apreciar una ligera mayor diferencia de presión en relación del control cuando se usa halotane que cuando se usó metoxifluorano. Con el oxigenador Olson existe una diferencia semejante, pues cuando se intercaló halotane obtuvimos una presión media de 56 ± 12.1 mm.Hg., cuando se intercaló metoxifluorano obtuvimos una presión media de 60 ± 11.0 mm.Hg. y con el grupo control una presión media de 67 ± 10.7 mm.Hg. Nótese una menor variación con el grupo control.

La Tabla N^o 4 nos muestra el número de casos, el por ciento y la media de la temperatura de los pacientes que fibrilaron o no fibrilaron cuando se administró alothane, metoxifluorano, o se dieron dosis intermitentes de Penthotal®.

Tabla N° 3

ESTUDIO ESTADÍSTICO DE EL FLUJO CALCULADO,
FLUJO REAL Y PRESION ARTERIAL DURANTE PERFUSION

CARACTERISTICAS		η	\bar{X}	6^2	$\hat{\sigma}$
Zudhi	Halotante	7	1415	564825	± 751
Olson	Halotane	7	2974	265429	± 515
Zudhi	Metoxifluorano	5	1451	74855	± 273
Olson	Metoxifluorano	12	2749	374951	± 612
Zudhi	Control	10	1127	355273	± 595
Olson	Control	12	2940	268945	± 518
Zudhi	Halotante	7	1254	182798	± 427
Olson	Halotane	7	2826	299462	± 547
Zudhi	Metoxifluorano	5	1395	78875	± 280
Olson	Metoxifluorano	12	2478	318306	± 564
Zudhi	Control	10	1128	232007	± 481
Olson	Control	12	2883	426969	± 653
Zudhi	Halotante	7	36	100	± 10
Olson	Halotane	7	56	148	± 12.1
Zudhi	Metoxifluorano	5	40	131	± 11.0
Olson	Metoxifluorano	12	60	129	± 11.0
Zudhi	Control	10	42	78	± 9.0
Olson	Control	12	67	115	± 107



Gráfica N° 1.

TABLA Nº 4

RELACION DE LA FIBRILACION VENTRICULAR
EN RELACION A LA TEMPERATURA

CARACTERISTICA	GRUPO HALOTANE n = 10	GRUPO METOXIFLUORANO n = 8	GRUPO PENTHOTAL® n = 15
Temperatura de 30°C	Fibrilaron = 40%	Fibrilaron = 12.5%	Fibrilaron = 46.66%
o por abajo de 30°C	No Fibrilaron = 60%	No Fibrilaron = 87.5%	No Fibrilaron = 53.34%
Temperatura media	28.9°C 4 Casos	28.8°C 9 Casos	28.6°C 7 Casos
Temperatura por arriba de 30°C	Fibrilaron = 75%	Fibrilaron = 11.11%	Fibrilaron = 42.86%
Temperatura media	No Fibrilaron = 25% 32.7°C	No Fibrilaron = 88.89% 32.6°C	No Fibrilaron = 57.14% 32.3°C

TABLA Nº 5

FIBRILACION VENTRICULAR EN RELACION A AORTA
PINZADA Y TEMPERATURA

CARACTERISTICA	GRUPO HALOTANE n = 9	GRUPO METOXIFLUORANO n = 6	GRUPO PENTHOTAL® n = 10
Temperatura de 30°C	Fibrilaron = 55.5%	Fibrilaron = 16.16%	Fibrilaron = 60.0%
o por abajo de 30°C	No Fibrilaron = 44.5%	No Fibrilaron = 83.34%	No Fibrilaron = 40%
Temperatura por arriba de 30°C	Temperatura media = 28.9°C 3 Casos	Temperatura media = 28.9°C 4 Casos	Temperatura media = 28.1°C 7 Casos
Temperatura media	Fibrilaron = 100% 32.5°C	Fibrilaron = 25% 32.4°C	Fibrilaron = 43.0% No Fibrilaron = 57% 32.3°C

Con una media de 28.9°C de temperatura, en 10 pacientes en que se administró halotane en temperaturas de 30°C o por abajo, fibriló el 40%, cuando se administró metoxifluorano con una temperatura media de 28.8°C de 8 casos, fibriló el 12.50%, y en los grupos en que se dieron dosis intermitentes de Pentotal® fibriló el 46.66%. En temperaturas por arriba de 30°C con halotane y una temperatura media de 32.7°C de cuatro casos, fibrilaron el 75%, con metoxifluorano y a una temperatura media de 32.6 de 9 casos, fibriló el 11.11%, y con el grupo control teniendo una temperatura media de 32.3°C, de 7 casos fibriló el ... 42.86%.

La Tabla N° 5 nos muestra los resultados de correlacionar el pinzamiento de la aorta y la temperatura con la incidencia de fibrilación.

Cuando se administró halotane durante

la perfusión con hipotermia de 30°C o por abajo de 30°C, de 9 pacientes con una temperatura de 28.9°C el 55.5% fibriló, cuando se administró metoxifluorano en las mismas circunstancias pero con una temperatura media de 28.8°C el 16.66% fibriló, en el grupo control con una temperatura media de 28.1°C de 10 casos el 60% fibriló. En temperaturas por arriba de 30°C y con pinzamiento de aorta cuando se administró halotane de 3 casos el 100% fibriló, cuando se administró metoxifluorano el 25% fibriló, y cuando se usaron dosis intermitentes de Pentotal® de 7 casos el 43% fibriló. Las temperaturas medias fueron de 32.5°C, 32.4°C, y 32.3°C respectivamente.

La Tabla N° 6 nos muestra la media de la succinilcolina por hora que se empleó durante la perfusión, así como la media de succinilcolina por hora que se empleó durante todo el procedimiento.

TABLA N° 6

CANTIDAD DE SUCCINIL COLINA USADA DURANTE LA BOMBA

HALOTANE	METOXIFLUORANO	PENTHOTAL®
n = 14	n = 17	n = 22
— 21.6 mgs.	— 2.9 mgs.	— 90.80 mgs.
× = por hora	× = por hora	× = por hora

CANTIDAD DE SUCCINIL COLINA DURANTE LA CIRUGIA

n = 14	n = 17	n = 22
— 98.0 mgs.	— 88.15 mgs.	— 145.6 mgs.
× = por hora	× = por hora	× = por hora

Cuando se administró halotane durante la perfusión, la media es de 21.6 mg. por hora, y la media durante todo el procedimiento es de 98.0 mg. por hora. Cuando se administró metoxifluorano la cantidad media requerida de succinilcolina durante la perfusión fue de 2.9 mg. por hora, y la cantidad media durante todo el procedimiento fue de 88.1 mg. por hora. El grupo control la media durante la perfusión fue de 90.8 mg. por hora de succinilcolina y durante todo el procedimiento de 145 mg. por hora.

DISCUSION

Aún dentro de nuestra misma Institución, existe desacuerdo sobre la justificación de usar o no un gas intercalado al sistema de perfusión. Asimismo existe discrepancia sobre cuál sería el gas de elección en cirugía cardíaca si el metoxifluorano o el halotane. Esta discrepancia creo que es universal.

Respecto al primer punto, nosotros sí creemos que es justificado intercalar un gas al sistema de perfusión. Si partimos de la

base de que en grados moderados de hipotermia, como los usados en nuestra técnica de circulación extracorpórea aún existen posibilidades de que el paciente recuerde algo del procedimiento (19), es obvio que algo tenemos que hacer para desconectar al paciente; además, es deseable mantener quieto al paciente para prevenir el aumento del metabolismo basal y la aspiración de aire por las cavidades abiertas, asimismo es necesario durante hipotermia y circulación extracorpórea tratar de bajar el metabolismo basal y prevenir el calosfrío compensatorio siempre amenazante durante hipotermia que de presentarse nos daría un exagerado consumo de oxígeno. Nosotros objetamos el Penthotal® para los fines antes dichos como objetamos cualquier tipo de droga que para su eliminación tenga que hacerse por el metabolismo interno, se sabe que la vida media del Penthotal® aumenta hasta tres veces durante hipotermia (20), asimismo se sabe que los relajantes no-depolarizantes durante hipotermia son antagonizados, y los del tipo despolarizante son potencializados, por lo que se deben manejar con sumo cuidado (20). Que el Penthotal® tenga o no una acción depresora miocárdica está aún en discusión (22). El Penthotal® puede tener una acción vasoconstrictora compensadora del área esplácica y renal (22) lo cual no es nada deseable en nuestras circunstancias de trabajo. Nosotros preferimos usar un gas durante la perfusión que sabemos lo podemos eliminar al final de ésta de acuerdo a nuestra ventilación alveolar.

De acuerdo a nuestros resultados, notamos que durante circulación extracorpórea el flujo sanguíneo calculado sufre frecuentes cambios, aumentando o disminuyendo al cálculo inicial, estas variaciones están de acuerdo a las necesidades del paciente durante la perfusión. Se ha demostrado que el halotane y el metoxifluorano producen

cierto grado de vasodilatación, sin embargo, nuestras presiones no fueron de ninguna forma alarmantemente inferiores a las del grupo en que se usó dosis intermitentes de Penthotal®, y la presión arterial pudo ser controlada ya sea por aumento de volumen, aumento de flujo o ambas. Por nuestros resultados es indudable que las cantidades de succinilcolina requeridas durante la perfusión y durante todo el procedimiento, es inferior cuando se usa un gas intercalado al sistema de perfusión que cuando se usan dosis intermitentes de Penthotal®, especialmente cuando se usa metoxifluorano.

No creemos que existe una diferencia estadísticamente significativa en la incidencia de fibrilación ventricular que cuando se administró halotane o cuando se administraron dosis intermitentes de Penthotal®, pues aunque por arriba de 30°C hay una incidencia de la fibrilación ventricular de un 75%, un caso fibriló por problemas obvios de la perfusión coronaria. Es interesante mencionar que 4 pacientes en los que se usó perfusión coronaria, los 4 fibrilaron a menor o mayor grado de temperatura. Es evidente que la fibrilación ventricular se presentó en forma ostensiblemente menor en los casos en los que se utilizó metoxifluorano durante la perfusión. Con esto no queremos decir que el metoxifluorano sea el agente de elección en cirugía cardiovascular, aun nos faltan muchos parámetros por estudiar y durante la perfusión un mayor número de casos, pero sí podemos decir que le vemos al metoxifluorano un amplio futuro en la cirugía cardiovascular y en la técnica de la anestesia balanceada.

RESUMEN

Se estudiaron 53 pacientes con diferente patología congénita y adquirida. Se estudiaron los siguientes parámetros: cantidad de succinilcolina administrada durante la per-

fusión, la cantidad de succinilcolina empleada durante todo el procedimiento. Estos parámetros se estudiaron cuando se empleó halotane, metoxifluorano, y Penthotal® durante el sistema de perfusión. Se demuestra la menor cantidad de succinilcolina que se necesita administrar cuando se usa metoxifluorano, una cantidad un poco mayor cuando se usa halotane y una cantidad francamente mayor cuando se usa Penthotal durante el sistema de perfusión. Se dan las razones por las cuales no es conveniente el uso del Penthotal® durante la perfusión. Se encuentra que no hay una relación entre el flujo real y el flujo calculado en los tres

grupos de pacientes estudiados. Se encuentra que no hay una diferencia estadísticamente significativa entre las presiones cuando se usa halotane, metoxifluorano, o Penthotal® durante el sistema de perfusión. No se encuentra diferencia respecto a la fibrilación ventricular en relación a la temperatura y en relación al pinzamiento de la aorta cuando se usa durante la perfusión halotane o Penthotal®. Se encuentra una clara menor incidencia de fibrilación ventricular durante perfusión cuando se administran metoxifluorano. Se coloca al metoxifluorano como un agente con un amplio futuro en cirugía de corazón abierto.

REFERENCIAS

- 1.—BRIAN DAWSON, M. B. B. S., RICHARD A. THEYE, M.D., JHON, W. KIRKLIN, M.D.—*Halothane in open cardiac operations.*—Anesthesia & Analgesia. Vol. 39, Núm. 1, Jan-Feb. 1960.
- 2.—UNDERWOOD, R. J. ET AL.—*The influence of Anesthetic technic on oxygen consumption during total cardiopulmonary bypass.*—Anesthesiology 21: 263 (May-June). 1960.
- 3.—PIERCE, J. A. AND GAROFALO, M. L.—*Anaesthetic management for cardiopulmonary bypass. A review of 200 cases.*—Can. Anaes. Soc. J. 12: 179 (Mar.) 1965.
- 4.—ROBERT A. DEVLOO Y COL.—*Anestesia para cirugía cardíaca.*—Clínicas quirúrgicas de Norteamérica (Clínica Mayo). pág. 871. Agosto, 1965.
- 5.—M. JEROME STRONG, ARTHUR, S. KEATS & DENTON A. COOLEY.—*Anesthesia for cardiovascular surgery in infants.*—Anesthesiology. Vol. 27, No. 3, pág. 257-265. May-Jun. 1966.
- 6.—W. D. WYLIE H. C., CHURCHILL-DAVIDSON.—*A practice of anaesthesia.* Second editions, pág. 612.
- 7.—ARTUSIO, J. JR.—*A clinical evaluation of Methoxyflurane in man.*—Anesthesiology 21: 512. (Sept.-Oct.) 1960.
- 8.—*A Current Bibliography of Studies of Penthrane (Methoxyflurane).*—Cortesía de los Laboratorios Abbott.
- 9.—HART, S. M., SLOAN, F. A. AND CONN, A. W.—*Methoxyflurane in paediatric cardiac surgery.*—J. Canad. Anaesth. Soc. 11: 429-36, July, 1964.
- 10.—FERNANDO HUDON, M.D. & COL.—*Symposium on Methoxyflurane.*—Can. Anaes. Soc. Col. 10, No 3, pág. 276, May, 1963.
- 11.—J. RESTALL, M. D. AND COL.—*Circulatory indices of methoxyflurane, halothane and other anesthesia.*—Anesthesia & Analgesia, Vol. 45, Núm. 3, pág. 330, May-June, 1966.
- 12.—BAMFORTH, & COL.—*Effects of epinephrine on the dog heart during methoxyflurane.*—Anesthesiology 23 (2) pág. 243-247. March-April, 1962.
- 13.—ISRAEL & COL.—*The effect of epinephrine on cardiac rhythm during anaesthesia with Penthrane and fluorano.*—Surv. Anesthesia 7: 475. (October), 1963.
- 14.—JACQUES, A. AND HUDON F.—*Effects of epinephrine human heart during methoxyflurane anaesthesia.*—Canad. Anaesth. Soc. J. 10 (1): 53-56 (Jan.) 1963.
- 15.—MCCAFFREY, F. W. AND MATE, M. J.—*Methoxyflurane: a report of 1200 cases.*—C. Anaesth. Soc. J. 10 (2): 103-113 (March), 1963.
- 16.—MISURACA, M. D.—*What a surgeon should know about fluothane anesthesia.*—Western Journal of surgery, Obst. & Gyn, 68: 40-42. Jan.-Feb. 1960.
- 17.—BENJAMÍN E. ETSTEN, M. D. & SHIRO SHIMASATO, M. D.—*Halothane Anesthesia and Catecholamine level in a patient with pheochromocytoma.*—Anesthesiology. Vol. 26, Núm. 5, pág. 688. Sept.-Oct. 1965.
- 18.—ARTHUR S. HEATS. (Comunicación personal).
- 19.—COOPER, K. E. AND KENYON, J. R.—*A comparison of the temperature measured in the rectum, oesophagus, and on the surface of the aorta during hypothermia in man.*—Brit. J. Surg. 44: 616, 1957.
- 20.—NOLLINS BIVENS, M. D.—*13th Annual Anesthesiology review course.* 6-10, June, 1966. San Antonio, Texas.
- 21.—GEORGE W. SEUFFECT AND KARI FURBACH, M. D.—*Influence of thiopental induction on incidence and types of cardiac arrhythmias during cyclopropane anesthesia.*—Anesthesia and Analgesia. Vol. 46, pág. 267. March-April, 1967.
- 22.—W. D. WYLIE AND CHURCHILL-DAVIDSON.—*A practice of Anaesthesia.* 2d. Ed. pág. 846.