

Agentes Inalatórios Halogenados Empregados pelo Método Quantitativo de Anestesia‡

J. M. C. Silva, TSA¶, H. Napolini Filho§, Z. E. G. Vieira, TSAξ, J. B. C. Araújo, TSA‡,
A. C. Costa Filho§ & P. F. M. Bender§

Silva J M C, Napolini Filho H, Vieira Z E G, Araújo J B C, Costa Filho A C, Bender P F M — Inhalatory halogenated agents employed by the quantitative method of anesthesia. Rev Bras Anest, 1985, 35: 4: 267 - 274

In this clinical trial, enflurane, isoflurane and halothane were used in a low flow closed system technique according to the quantitative method of anesthesia.

The study group comprised of ninety patients of either sex, (thirty in each group), physical status I or II ASA, scheduled for various surgical procedures.

Oral diazepam (0,2 to 0,4 mg. kg⁻¹) was used as preoperative medication in all patients.

The induction of anesthesia was performed with 1 mg of pancuronium bromide (precurarization), 4 to 5 mg. kg⁻¹ of sodium thiopental and 1,5 mg. kg⁻¹ of succinylcholine for endotracheal intubation. After the cuff had been inflated the system was closed and the priming dose injected; from then on, for maintenance of anesthesia, the square root of time was followed as possible and the inhalatory agents were injected at the expiratory limb of the circuit. In a few cases extra doses were given when necessary. Pancuronium bromide was used for muscle relaxation. Systolic and diastolic blood pressures (taken every five minutes) and continuous EKG (oscilloscope) and heart rate (precordial or esophageal stethoscope) were monitored.

The gas (O₂) inflow, and the injected volume of the agent were recorded. After the opening of the inhalation system, the regression of anesthesia was observed.

The Student "t" test was used for statistical analysis. The average age of the patients was 38,8 ± 16,7 years in the enflurane group, 39,0 ± 16,7 years in the group of isoflurane and 40,1 ± 14,1 years in the halothane group.

The average duration of anesthesia was 190,7 ± 51,7 minutes in the enflurane group, 205,4 ± 70,7 in the isoflurane ones and 206,4 ± 76,0 minutes in the halothane group.

The average dose of sodium thiopental for induction of anesthesia was 340,8 ± 79,4, 303,4 ± 81,2 and 295,7 ± 65,7 mg in the enflurane, isoflurane and halothane groups respectively.

The average dose of pancuronium bromide was 5,2 ± 3,3 mg in the enflurane group, 8,4 ± 10,1 mg in the isoflurane and 10,2 ± 12,3 mg in the halothane group.

The gas inflow was 249,0 ± 42,2 ml in the enflurane group, 225,0 ± 38,8 ml in the isoflurane group and 265,0 ± 63,9 ml in the halothane group.

The average dose of injected enflurane was 14,4 ± 4,9 ml, the injected volume of isoflurane was 10,7 ± 3,5 ml and for halothane was 11,1 ± 4,0 ml.

No serious complications were observed during anesthesia, although slight to moderate hypo or hypertension were registered in a few cases, always related to the depth of anesthesia.

The authors concluded that the quantitative method of anesthesia is simple and easily used in daily practice and dramatically decreases the consumption of inhalatory anesthetics. Enflurane showed the lowest proportional consumption.

Key - Words: ANESTHETIC TECHNIQUES: inhalation, low flow, ANESTHETICS: inhalation, volatile, enflurane, halothane, isoflurane; EQUIPMENTS: circuit, closed system

‡ Trabalho realizado na Divisão de Anestesiologia da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília e Hospital Presidente Médici, INAMPS, Brasília, DF

¶ Professor Colaborador

§ Médicos em Especialização no CET/SBA

ξ Professor Titular

‡ Médico do INAMPS

Correspondência para J. M. C. Silva
SHIN QL 12 Conj. 12 - Casa 15
71500 - Brasília, DF

Recebido em 15 de junho de 1984

Aceito para publicação em 16 de julho de 1984

© 1985, Sociedade Brasileira de Anestesiologia

O AVANÇO tecnológico da medicina atual e da anestesia em particular, permite o emprego de técnicas cada vez mais simples e seguras para o paciente. O método quantitativo de anestesia¹ é o protótipo de tais características, pois possibilita a administração de vapores anestésicos em quantidades previsíveis utilizando somente uma seringa e uma agulha que perfura o ramo expiratório do sistema circular de anestesia².

Silva e col³ num estudo matemático, apresentam o método quantitativo como o mais econômico, quando comparado a outros sistemas de inalação, comprovando, até certo ponto, a assertiva de Lowe e Ernst¹ de que não é necessário um estudo duplo cego para se chegar a tal conclusão.

Neste ensaio clínico, o enflurano, o isoflurano e o halotano são comparados não só para comprovar os estudos matemáticos de Silva e col³ mas também para verificar o anestésico mais econômico quando o método quantitativo de anestesia é empregado.

METODOLOGIA

Consentimento verbal foi obtido de 90 pacientes adultos (30 em cada grupo) para a realização do ensaio. Os enfermos, escalados para diferentes tipos de cirurgia e com estado físico I ou II, não apresentavam doença cardiopulmonar.

Todos os pacientes foram examinados no dia anterior à cirurgia, e receberam 0,2 a 0,4 mg. kg⁻¹ de diazepam por via oral na noite da véspera da cirurgia e no dia seguinte 1 hora antes de serem encaminhados ao centro cirúrgico. Neste momento, era calculada a dose ideal do anestésico a ser empregado, de acordo com uma tabela de baixo fluxo (Tabela I).

Para administração da anestesia foi utilizado o sistema circular de adulto com um duplo absorvedor de CO₂ e um fluxômetro eliótico especialmente calibrado para administrar, com confiabilidade, até 100 ml de O₂ por minuto.

As injeções de anestésicos foram feitas no ramo expiratório do sistema de inalação com seringas de

Tabela I — Quantidades de Anestésicos Inalatórios

PESO kg	Nº DE BRODY kg ^{3/4}	VO ₂ 10 kg ^{3/4}	Q 2 kg ^{3/4}	DOSES		
				ENFLUR.	ISOFLUR.	HALOT.
100	31.6	316	63.2	2.62	1.32	1.30
95	30.4	304	60.8	2.52	1.27	1.25
85	27.9	279	55.8	2.31	1.16	1.15
80	26.7	267	53.4	2.20	1.11	1.10
75	25.4	254	50.8	2.10	1.06	1.05
70	24.2	242	48.4	2.00	1.01	1.00
65	22.8	228	45.6	1.89	0.95	0.95
60	21.5	215	43	1.78	0.89	0.88
55	20.1	201	42.3	1.66	0.84	0.83
50	18.8	188	37.6	1.56	0.76	0.77
45	17.3	173	34.6	1.43	0.72	0.71
40	15.9	159	31.8	1.31	0.66	0.65
35	14.3	143	28.6	1.18	0.59	0.59

MÉTODOS	TEMPO DAS INJEÇÕES	HALOTANO	ENFLURANO	ISOFLURANO
MÉTODOS QUANTITATIVOS	t ² = 0 ² 1 ² 2 ² 3 ² 4 ² 5 ² 6 ² ... 10 ²	2.3	1.9	1.40
O ₂ 100%	min. = 0 1 4 9 16 25 36 ... 100	0.76	1.68	1.40
2 x (f CAM. B/G.Q)				
2 vapor de 1 ml				

3 (três) ml. A ventilação foi controlada manualmente em todos os enfermos. O relaxamento muscular foi obtido com pancurônio na dose inicial de 0,07 a 0,08 mg. kg⁻¹ no grupo do halotano de 0,06 a 0,07 mg. kg⁻¹ no grupo do enflurano e de 0,05 a

0,07 mg. kg⁻¹ no grupo do isoflurano, e repetida pela metade, quando necessário.

Ao chegar à sala de operações uma máscara era aplicada à face do enfermo, para se processar a desnitrogenação, com um fluxo de O₂ de 6 l. min⁻¹.

Enquanto esta se realizava, era canulizada uma veia periférica com cateter plástico para a indução da anestesia e infusão de líquidos, e instalados os monitores (eletrocardiograma, estetoscópio precordial e esfigmomanômetro).

A pressão arterial (método Riva-Rocci) foi medida a cada 5 minutos; os batimentos cardíacos (estetoscópio precordial inicialmente e, esofágico após a intubação orotraqueal) e o eletrocardiograma (ECG) através de um osciloscópio foram monitorizados continuamente durante a cirurgia.

Para a avaliação hemodinâmica dos pacientes, a pressão arterial e o pulso foram medidos nas seguintes etapas: visita pré-operatória, imediatamente antes da indução da anestesia (contrôle) e a partir daí, de 15 em 15 minutos durante a 1ª hora, de 30 em 30 minutos até completar a 3ª hora e a última, ao final da anestesia.

A indução da anestesia foi realizada com uma dose precurarizante de pancurônio (1 mg) seguida, 3 minutos após, de uma dose hipnótica de tiopental (4 a 5 mg. kg⁻¹) e succinilcolina (1,5 mg. kg⁻¹) para facilitar a intubação orotraqueal (IOT). Após ausculta bilateral dos sons respiratórios, o tubo era fixado e o balonete insuflado, sob ausculta laríngea, com o mínimo de ar que evitasse vazamentos. O sistema de inalação era então fechado, a dose inicial do anestésico sob forma líquida era injetada ("priming", e o fluxo de O₂ diminuído para cerca de 200 a 300 ml. min⁻¹. Este fluxo poderia ser um pouco aumentado para compensar vazamentos existentes, ou reduzido se fosse demasiado; o enchimento e o grau de tensão da bolsa inalatória orientava o fluxo definitivo a ser usado.

Ao final da cirurgia, o grau de bloqueio neuromuscular foi testado com estimulação do nervo ulnar através de um estimulador de nervo periférico antes de se proceder à descurarização com atropina e prostigmina venosos na proporção de 1:2,5 mg lentamente injetados; a descurarização só era realizada quando o tétano não era mantido com estimulação a 50 Hz e havia facilitação pós-tetânica.

A regressão da anestesia foi avaliada de acordo com a escala descrita por Saraiva⁴ à partir do momento em que o sistema de inalação era aberto ao término da cirurgia.

Os consumos previstos de O₂ por minuto (VO₂) foram calculados matematicamente através do número de Brody (10 kg^{3/4}).

O volume previsto de anestésico que relaciona-se diretamente com a duração da cirurgia é a soma das doses calculadas matematicamente (Tabela I) e que deveriam ser injetados no decorrer da anestesia. O volume real de anestésico é a soma das doses realmente injetadas no ramo expiratório do sistema circular de inalação durante a cirurgia.

Foi considerado como tempo de desnitração

o tempo durante o qual o paciente permaneceu com a máscara facial após sua entrada na sala de operação até à IOT e, como duração da anestesia o período compreendido entre o fechamento e abertura do sistema de inalação.

A análise estatística dos resultados foi realizada através do teste "t" de Student.

RESULTADOS

Os resultados são apresentados pelos valores médios (\bar{X}) e desvio padrão (SD).

Tireoidectomia parcial, colecistectomia com ou sem exploração das vias biliares e histerectomia abdominal foram as cirurgias mais comuns nos grupos do enflurano, isoflurano e halotano respectivamente (Quadro I).

QUADRO I – TIPOS DE CIRURGIA

	Enflurano	Isoflurano	Halotano
Colecistectomia c/ou sem explor. das vias biliares	5	14	3
Tireoidectomia Parcial	10	4	2
Histerectomia abdominal	2	4	10
Cirurgias Esôfago/gástricos	3	3	4
Pieloplastia		2	3
Timpanoplastia	5		3
Cirurgia de mama	2	2	2
Sigmoidectomia	3	1	3
TOTAL	30	30	30

Foi observada uma predominância de pacientes do sexo feminino nos três grupos (Quadro II).

QUADRO II – DADOS DOS PACIENTES

	Enflurano		Isoflurano		Halotano	
	X	SD	X	SD	X	SD
Idade (anos)	38,8	12,4	39,0	16,7	40,1	14,1
Peso (kg)	60,7	11,4	56,3	12,6	56,8	9,0
Sexo Masculino	7		8		10	
Feminino	23		22		20	
Duração da Anestesia (min)	190,7	51,7	205,7	70,7	206,4	76,0

A idade média dos pacientes foi 38,8 ± 12,4 anos no grupo do enflurano, 39,0 ± 16,7 anos no grupo do isoflurano e 40,1 ± 14,1 anos de idade

no grupo do halotano. O peso médio foi de $60,7 \pm 11,4$ kg, $56,3 \pm 12,6$ kg e $56,8 \pm 9,9$ kg nos grupos do enflurano, isoflurano e halotano, respectivamente. (Quadro II). Não houve diferenças estatisticamente significantes entre os diversos grupos.

O tempo médio de anestesia foi de $190,7 \pm 51,7$ minutos no grupo do enflurano, $205,4 \pm 70,7$ minutos no grupo do isoflurano e $206,4 \pm 76,0$ minutos no grupo do halotano (Quadro II). Não houve diferenças estatisticamente significantes entre os diversos grupos.

A dose média de tiopental para a indução da anestesia foi $340,8 \pm 79,4$ mg, correspondentes a $5,7 \pm 1,5$ mg. kg⁻¹ no grupo do enflurano, $303,4 \pm 81,2$ mg equivalentes a $5,2 \pm 1,4$ mg. kg⁻¹ no grupo do isoflurano e $295,7 \pm 65,7$ mg o que equivale a $5,3 \pm 1,4$ mg. kg⁻¹ no grupo do halotano (Quadro III) tendo havido diferença significativa entre a dose média do grupo do halotano e a do grupo do enflurano.

A dose média de succinilcolina foi de $89,6 \pm 18,8$ mg o que corresponde a $1,47 \pm 0,46$ mg. kg⁻¹ no grupo do enflurano; $80,6 \pm 20,9$ mg equivalentes a $1,44 \pm 0,33$ mg. kg⁻¹ no grupo do isoflurano e $80,3 \pm 15,0$ mg correspondentes a $1,36 \pm 0,56$ mg. kg⁻¹ no grupo do halotano. Houve uma diferença estatisticamente significativa entre o grupo do halotano comparado ao do enflurano. (Quadro III).

A dose média de pancurônio foi de $5,2 \pm 3,3$ mg equivalentes a $0,075 \pm 0,06$ mg. kg⁻¹ no grupo do enflurano; de $8,4 \pm 10,1$ mg correspondentes a $0,148 \pm 0,148$ mg. kg⁻¹ no grupo do isoflurano; e de $10,2 \pm 12,3$ mg o que equivale a $0,192 \pm 0,268$ mg. kg⁻¹ no grupo do halotano, tendo havido diferenças estatisticamente significantes quando o grupo do enflurano foi comparado com os demais. (Quadro III).

O fluxo de O₂ usado foi de $249,0 \pm 42,2$ ml no grupo do enflurano; $225,0 \pm 38,8$ ml no grupo do isoflurano e $265,0 \pm 63,9$ ml no grupo do halotano. Houve diferenças estatisticamente significantes em

Quadro III — Doses de drogas na medicação pré-anestésica, na indução e na manutenção da anestesia

	ENFLURANO		ISOFLURANO		HALOTANO	
	X	SD	X	SD	X	SD
Dose de Diazepam (mg)	12,0	± 3,4	12,9	± 4,2	14,4	± 4,9
Tiopental (mg)	340,8	± 79,4	303,4	± 81,2	295,7	± 65,7*
Tiopental/kg (mg. kg ⁻¹)	5,73	± 1,51	5,22	± 1,42	5,31	± 1,45
Succinilcolina (mg)	89,6	± 18,8	80,6	± 20,9	80,3	± 15,0*
Succinilcolina/kg (mg. kg ⁻¹)	1,47	± 0,46	1,44	± 0,33	1,36	± 0,56
Pancurônio (mg)	5,2	± 3,3	8,4	± 10,1	10,2	± 12,3*
Pancurônio/kg (mg. kg ⁻¹)	0,075	± 0,061	0,148	± 0,148*	0,192	± 0,268*

* P < 0,05 em relação ao grupo do enflurano.

Quadro IV — Consumo de Oxigênio e Anestésicos

	ENFLURANO		ISOFLURANO		HALOTANO	
	X	SD	X	SD	X	SD
Consumo Previsto de O ₂	216,4	30,7	204,4	33,8	206,0	27,5
Fluxo de O ₂ Usado	249,0	42,2*	225,0	38,8* § £	265,0	63,9*
Volume Previsto de Anestésico	25,5	5,0	12,9	2,9§	12,3	3,0§
Volume Injetado de Anestésico	14,4	4,9*	10,7	3,5*§	11,1	4,0§
Volume Total de Anestésico	421,5		323,7		335,4	

* p < 0,05 em relação ao previsto;

§ p < 0,05 em relação do grupo do enflurano;

£ p < 0,05 em relação ao grupo do halotano

Quadro V – Duração das Etapas da Anestesia e Regressão

	ENFLURANO		ISOFLURANO		HALOTANO		
	X	SD	X	SD	X	SD	
Tempo de Desnitrogenação	15,8	7,9	17,2	10,0	13,4	7,2	
Última dose até a abertura do sistema	27,5	12,1*	39,7	20,5	32,0	16,8	
Estágios de Regressão	I	3,8	3,2	3,2	2,6	4,5	3,9
	II	8,0	5,7	8,3	6,2	9,8	8,2
	III	14,2	9,3	14,5	9,3	16,4	11,2
	IV	21,5	13,5	22,3	13,9	23,7	13,3

* P < 0,05 em relação ao isoflurano

relação ao consumo previsto de O₂ em todos os grupos e também entre o grupo do isoflurano quando comparado aos demais (Quadro IV).

O volume injetado de anestésico foi menor que o previsto em todos os grupos, com diferenças estatisticamente significantes apenas nos grupos do enflurano e isoflurano (Quadro V). O volume total de enflurano, isoflurano e halotano foi de 421,5 ml, 327,7 ml e 335,4 ml gastos na realização dos 30 casos de cada grupo (Quadro IV)

O tempo de desnitrogenação foi de 15,8 ± 7,9 minutos no grupo do enflurano, 17,2 ± 10,0 minutos no grupo do isoflurano e 13,4 ± 7,2 minutos no grupo do halotano. Não houve diferenças estatisticamente significantes entre os diversos grupos.

Em média, todos os pacientes se encontravam completamente acordados e orientados no tempo e espaço (Estágio IV de regressão) antes de decorridos 25 minutos da abertura do sistema circular de inalação. Não houve diferenças estatisticamente significantes entre os diversos grupos nas diferentes etapas de regressão da anestesia (Quadro V)

Comportamento Hemodinâmico

As pressões arteriais sistólica (PAS) e diastólica (PAD), bem como a frequência cardíaca (FC) obtidos durante a visita pré-operatória (VPO) serviram como controle para a comparação destes parâmetros durante o ato anestésico-cirúrgico.

Observando-se atentamente os resultados apresentados na Tabela II verificamos que houve uma diminuição progressiva e estatisticamente significativa da PAS e PAD nos grupos do enflurano e halotano, enquanto que no grupo do isoflurano a PAS diminuiu significativamente até aos 90 minutos, não havendo alterações significativas na PAD.

A frequência cardíaca sofreu variação estatisticamente significativa entre a tomada inicial até aos 60 minutos no grupo do enflurano, entre os 15 e 120 minutos no grupo do isoflurano e à partir do início

da anestesia até o seu final, no grupo do halotano (Tabela III).

Tabela II – Comportamento Hemodinâmico Pressão Arterial

TEMPO (min)		ENFLURANO		ISOFLURANO		HALOTANO	
		X	SD	X	SD	X	SD
VPO	PAS	123,3	18,0	121,6	19,3	132,6	18,9
	PAD	79,1	10,1	79,6	11,8	83,3	9,5
INICIAL	PAS	120,8	23,4	121,0	21,5	119,8	20,0*
	PAD	81,6	13,6	77,1	13,2	79,0	13,2
15	PAS	112,6	25,9*	111,5	20,0*	106,6	14,7*
	PAD	77,1	14,8	75,5	15,2	73,2	11,7*
30	PAS	103,8	20,4*	112,3	23,0	106,0	23,7*
	PAD	73,8	15,2	75,6	16,8	73,8	16,8*
45	PAS	102,3	17,9	109,8	22,9*	103,0	22,4*
	PAD	72,0	12,4*	77,3	18,3	73,1	19,0*
60	PAS	98,0	20,4*	108,3	21,8*	107,6	23,5*
	PAD	69,1	14,9*	77,1	20,0	73,1	14,3*
90	PAS	97,0	17,7*	108,8	19,7*	106,3	21,6*
	PAD	67,5	13,4*	74,6	15,2	73,6	16,0*
120	PAS	96,7	15,0*	114,8	19,2	107,0	22,5*
	PAD	68,1	11,9*	79,0	16,4	73,5	15,5*
150	PAS	103,5	14,5*	113,7	17,5	106,8	17,6*
	PAD	73,5	9,0*	80,4	18,2	72,7	10,7*
180	PAS	98,4	18,4*	111,5	13,8	108,6	18,2*
	PAD	69,6	13,7*	77,5	11,5	75,2	10,0*
ÚLTIMA	PAS	113,6	23,8*	112,8	17,4	111,6	23,6*
	PAD	75,0	14,0	83,1	15,2	73,1	15,4*

* p < 0,05 em relação ao controle

Tabela III – Comportamento Hemodinâmico Frequência Cardíaca

	ENFLURANO		ISOFLURANO		HALOTANO	
	MÉDIA	SD	MÉDIA	SD	MÉDIA	SD
VPO	84,0	8,4	87,3	10,9	79,4	11,6
INÍCIO	90,6	16,4*	86,4	11,3	85,1	15,3*
15	92,2	15,3*	99,3	20,6*	93,9	16,3*
30	94,8	16,0	101,1	18,7*	92,2	13,8*
45	94,0	15,4*	102,6	17,6*	95,2	14,5*
60	92,4	17,1*	100,8	18,1*	93,6	16,4*
90	88,8	17,6	95,2	17,3*	92,5	11,1*
120	88,4	16,0	95,4	16,3*	90,5	11,6*
150	88,3	15,3	92,4	14,8	91,2	13,1*
180	88,5	13,4	92,7	15,1	91,4	11,9*
ÚLTIMO	89,2	15,3	99,2	14,3	93,3	13,8*

* p < 0,05 em relação ao controle.

DISCUSSÃO

A prática de adicionar anestésicos líquidos aos sistemas circulares de inalação teve início logo após a introdução do éter dietílico na prática clínica¹. Dennis Jackson empregou volumes de éter dietílico líquido num sistema fechado cuja medida era feita através de uma bureta⁵. Halotano líquido foi injetado num sistema fechado por Wolfson⁶ em 1962. Ele afirma que sua técnica dispensa o uso de vaporizadores calibrados e como a exata quantidade de vapor de halotano é conhecida, pode ser facilmente controlada pelo anestesiológista e uma sobredose acidental é virtualmente impossível de acontecer.

Lowe e Ernst¹ acreditam que o anestesiológista que emprega o método quantitativo de anestesia faz o controle das funções cardiovasculares e pulmonares do paciente na cabeceira da mesa cirúrgica, como se estivesse num laboratório, medindo continuamente através de métodos não invasivos, a captação de O₂, a produção de CO₂, a ventilação alveolar e o volume minuto. O mesmo não ocorre com outros métodos de anestesia.

Silva e col³ comparando matematicamente o consumo de O₂ e anestésicos inalatórios em diferentes tipos de sistemas de inalação verificaram que o método quantitativo era o mais econômico, mesmo empregando fluxos de O₂ da ordem de 0,5 l. min⁻¹ nos seus cálculos matemáticos. Neste trabalho, o fluxo de O₂ utilizado foi sempre superior ao do consumo de O₂ previsto (Quadro IV) porém, bem inferior àquele empregado por Couto e col³. É importante frizar que o volume de O₂ existente no balão orienta o anestesiológista quanto ao fluxo de admissão necessário, dispensando o uso de fluxômetros calibrados para o emprego diário do método quantitativo. Caso o anestesiológista necessite realizar um trabalho científico, é desejável que o fluxômetro seja bem calibrado para a medida exata destes volumes. Embora o consumo do isoflurano não tenha sido estudado por estes autores, foi decidido empregar este anestésico neste ensaio comparativo porque o seu consumo pelo método quantitativo é igual ao do halotano (Tabela I). Como o fluxo médio de O₂ foi inferior a 250 ml. min⁻¹ e os volumes injetados de anestésicos halogenados líquidos em comparação aos volumes matematicamente previstos (Quadro IV) foram inferiores aos volumes que Couto da Silva e col³ apresentam, é possível afirmar que o método quantitativo é o mais econômico de todos os métodos atualmente empregados na anestesia inalatória. É importante frizar que embora o consumo real e o volume total usado de enflurano tivessem sido superiores aos do isoflurano e halotano (Quadro IV), foi o enflurano, proporcionalmente, o mais econômico dos anestésicos inalatórios, quando empregado pelo método quantitativo. A razão deste fato, ainda nos é desconhecida.

Miller⁷ afirma que os anestésicos inalatórios potencializam o bloqueio neuromuscular dos relaxantes não despolarizantes em ordem decrescente, sendo o isoflurano e o enflurano mais potentes que o halotano. Pelos valores apresentados no Quadro II tal afirmativa correspondeu aos achados clínicos no que concerne ao enflurano, o mesmo não acontecendo com o isoflurano. É possível que se tivesse sido feita melhor monitorização do bloqueio neuromuscular no trans-operatório, menores doses de pancurônio teriam sido usadas em todos os grupos.

Hamilton⁸ afirma que para empregar sistemas com absorvedores de CO₂ e baixos fluxos de gases não é necessário conhecer exatamente a concentração do anestésico no sistema. A observação atenta do paciente mostra a necessidade de maior ou menor concentração inspirada, mesmo porque a concentração alveolar mínima (CAM) não tem um valor rígido³ e imutável para todos os pacientes, variando para mais ou para menos com condições específicas de cada caso⁷. A hipótese de Hamilton parece ter sido confirmada neste ensaio clínico.

O enflurano, o isoflurano e o halotano produzem uma diminuição do débito cardíaco que é dose dependente⁹. A redução do débito cardíaco pode refletir clinicamente como hipotensão arterial¹⁰. A maior estabilidade cardiocirculatória verificada no grupo do isoflurano confirma a afirmativa de Eger⁹ de que o isoflurano apresenta maior margem de segurança cardiovascular que o halotano e o enflurano, provavelmente porque o isoflurano diminui a pressão arterial sistêmica reduzindo a resistência periférica, diferentemente dos demais, que primeiramente diminuem o débito cardíaco⁹.

Eger¹¹ afirma que o enflurano produz um aumento na frequência cardíaca que é dose dependente, enquanto que tal fato não ocorre com o isoflurano; o halotano produz diminuição da frequência cardíaca. Neste estudo, aumentos da frequência cardíaca foram mais comumente observados no grupo do halotano, possivelmente como forma de compensar a maior incidência de hipotensão arterial¹⁰.

Durante a regressão da anestesia, há uma diminuição progressiva na concentração arterial do anestésico em cada respiração¹. Entre os fatores que contribuem para o maior ou menor tempo de regressão podemos citar a profundidade da anestesia ao final da cirurgia, o débito cardíaco, o fluxo sanguíneo cerebral, a ventilação pulmonar entre outros¹. Lowe e Ernst¹ mostram que pacientes anestesiados pelo halotano em concentração de 1.3 CAM, levam cerca de 32 minutos para atingir o nível de 0,4 CAM (conscientes, respondendo a perguntas). Os dados apresentados no Quadro V mostram que em média, todos os pacientes foram anes-

tesiadados com concentrações iguais ou inferiores a 1,3 CAM. A menor pressão de vapor do enflurano pode ter influído no tempo de despertar mais rápido neste grupo de pacientes.

Em conclusão, pode-se afirmar que o método quantitativo de anestesia além de simples e seguro de ser empregado diminuí consideravelmente o

Silva J M C, Napolini Filho H, Vieira Z E G, Araújo J B C, Costa Filho A C, Bender P F M — Agentes inalatórios halogenados empregados pelo método quantitativo de anestesia. *Rev Bras Anest*, 1985, 35: 4: 267 - 274

Neste ensaio clínico, o enflurano, o isoflurano e o halotano foram usados com baixos fluxos de gases e absorção total do dióxido de carbono.

Participaram do estudo, 90 pacientes adultos (30 em cada grupo), estado físico I ou II sem doença cardiopulmonar e escalados para diferentes tipos de cirurgias.

Diazepam foi usado como medicação pré-anestésica em todos os casos, por via oral, na dose de 0,2 a 0,4 mg. kg⁻¹.

A indução da anestesia, em todos os pacientes, foi realizada com pancurônio 1 mg, tiopental 4 a 5 mg. kg⁻¹ e succinilcolina 1,5 mg. kg⁻¹, para facilitar a intubação orotraqueal (IOT).

O teste "t" de Student foi usado na análise estatística de todos os dados.

Foi observada uma predominância de pacientes do sexo feminino nos três grupos.

A idade média dos enfermos foi de 38,8 ± 12,4 anos no grupo do enflurano, 39,0 ± 16,7 anos no grupo do isoflurano e 40,1 ± 14,1 anos de idade no grupo do halotano. A duração média das cirurgias foi de 190,7 ± 51,7 minutos no grupo do enflurano, 205,4 ± 70,7 minutos no grupo do isoflurano e 206,4 ± 76,0 minutos no grupo do halotano.

A dose média de tiopental para a indução da anestesia foi de 340,8 ± 79,4 mg no grupo do enflurano, 303,4 ± 81,2 mg no grupo do isoflurano e 295,7 ± 65,7 mg no grupo do halotano.

O fluxo de O₂ usado foi de 249,0 ± 42,2 ml no grupo do enflurano, 225,0 ± 38,8 ml no grupo do isoflurano e 265,0 ± 63,9 ml no grupo do halotano.

O volume de anestésico injetado foi menor que o previsto em todos os grupos, com diferenças estatisticamente significantes apenas nos grupos do enflurano e isoflurano. O volume total de enflurano, isoflurano e halotano foi de 421,5 ml, 327,7 ml e 335,4 ml gastos em cada grupo.

Os autores concluem que o método quantitativo de anestesia diminuí dramaticamente o consumo de anestésicos inalatórios e que proporcionalmente,

consumo de anestésicos inalatórios. Isto torna-se importante especialmente em países em desenvolvimento como é o caso do Brasil, onde é alto o custo da anestesia.

Proporcionalmente, parece que o enflurano é o mais econômico dos anestésicos inalatórios quando empregado pelo método quantitativo de anestesia.

Silva J M C, Napolini Filho H, Vieira Z E G, Araújo J B C, Costa Filho A C, Bender P F M — Agentes inalatórios halogenados empleados por el método de cantidad de anestesia. *Rev Bras Anest*, 1985; 35: 4: 267 - 274

En este ensayo clínico, el enflurano, el isoflurano y el halotano fueron usados con bajos flujos de gases y total absorción del dióxido de carbono.

De este estudio, participaron 90 pacientes adultos (30 en cada grupo), estado físico I o II sin enfermedad cardiopulmonar y escalados para diferentes tipos de cirurgias.

El diazepam fué usado como medicación pre-anestésica en todos los casos, por via oral, en dosis de 0,2 a 0,4 mg. kg⁻¹.

La inducción de anestesia, en todos los pacientes, fué realizada con pancuronio 1 mg, tiopental 4 a 5 mg. kg⁻¹ y succinilcolina 1,5 mg. kg⁻¹, para facilitar la intubación orotraqueal (IOT).

El test "t" de Student fué usado en el análisis estadístico de todos los datos.

Fué observada una predominancia de pacientes del sexo femenino en los tres grupos.

La edad media de los enfermos fué de 38,8 ± 12,4 años en el grupo del enflurano, 39,0 ± 16,7 años en el grupo del isoflurano y 40,1 ± 14,1 años de edad en el grupo del halotano. La duración media de las cirugias fué de 190,7 ± 51,7 minutos en el grupo del enflurano, 205,4 ± 70,7 minutos en el grupo en el grupo del halotano.

La dosis media de tiopental para la inducción de la anestesia fué de 340,8 ± 79,4 mg en el grupo del enflurano, 303,4 ± 81,2 mg en el grupo del isoflurano y de 295,7 ± 65,7 mg en el grupo del halotano.

El flujo de O₂ usado fué de 249,0 ± 42,2 ml en el grupo del enflurano, 225,0 ± 38,8 ml en el grupo del isoflurano y 265,0 ± 63,9 ml en el grupo del halotano. El volumen del anestésico inyectado fué menor que el previsto en todos los grupos, con diferencias estadísticamente significantes apenas en los grupos del enflurano e isoflurano. El volumen total del enflurano, isoflurano y halotao fué de 421,5 ml, 327,7 ml y 335,4 ml gastados en cada grupo.

Concluyen los autores, que el método de calidad de la anestesia disminuye dramaticamente el consu-

parece que o enflurano é o mais econômico dos anestésicos halogenados estudados.

Unitermos: ANESTÉSICOS: inalatório, volátil, enflurano, halotano, isoflurano; EQUIPAMENTOS: absorvedor de CO₂; TÉCNICAS ANESTÉSICAS: inalatória, fluxo basal

men de anestésicos inalatórios y que proporcionalmente parece que el enflurano es el más económico de los anestésicos halogenados estudiados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lowe H J, Ernt E A — The Quantitative Practice of Anesthesia - Use of Closed Circuit. Baltimore/London, Williams and Wilkins, 1981.
2. Silva J M C, Pereira E e Saraiva R A — As bases fisiológicas e farmacológicas para o uso de baixo fluxo de gases em sistema fechado. Rev Bras Anest, 1981; 31: 389 - 395.
3. Silva J M C, Pereira E e Saraiva R A — Consumo de anestésicos inalatórios no Brasil. Rev Bras Anest, 1982; 32: 431 - 439.
4. Saraiva R A — Estágios clínicos da regressão da anestesia. Rev Bras Anest, 1976; 26: 37 - 43.
5. Jackson D E — A new method for the production of general analgesia and anesthesia with a description of apparatus used. J Lab Clin Med, 1915; 1: 1 - 5.
6. Wolfson B — Closed circuit anesthesia by intermitent injections of halothane. Br J Anaesth, 1962; 34: 733 - 738.
7. Miller R D (Editor) Anesthesia. New York, Edimburg, London and Melbourne. Churchill Livingstone, 1981.
8. Hamilton W D — Low flow system without calculus (or even algebra). Refresher Courses in Anesthesia. ASA, 1980.
9. Eger, El II. Isoflurane: A review. Anesthesiology, 1981; 55: 559 - 576.
10. Berne R M, Levy M N — Cardiovascular Physiology. 3rd. Edition. Saint Louis. The CV Mosby Company, 1977.
11. Eger, El II. Isoflurane. Annual Refresher Courses Lectures ASA. 1982.