

## Isoflurano em Anestesia Quantitativa com Intervalos Duplos

D. G. Leão, TSA<sup>1</sup>, Z. E. G. Vieira, TSA<sup>2</sup> & E. B. P. Melo<sup>3</sup>

Leão D G, Vieira Z E G, Melo E B P – Isoflurane in quantitative anesthesia in double intervals.

The author study the use of isoflurane in low-flow closed system. There are two techniques used in Brazil (Silva et al. and Leao et al.). The purpose of this study is to compare the two techniques mentioned above.

Twenty patients were given isoflurane and divided into two groups: the first group with 10 patients undergoing anesthesia by Leao's low-flow with double intervals technique (GI and the second group with 10 patients, undergoing anesthesia by Silva's low-flow technique (GII). The variables studied were: systolic arterial pressure, diastolic arterial pressure, mean arterial pressure, heart rate and anesthetic consumption. Measurements were made at 6 different times: before anesthesia, 15, 30, 45, 60 and 80 minutes of anesthesia. Measurements of anesthetic consumption were made at the following time intervals: 0-4 min, 4-16 min, 16-36 min, 36-64 min and 64-100 min.

Heart rate increased significantly during anesthesia due to know isoflurane chronotropic effects. Diastolic and mean arterial pressure did not change significantly, systolic blood pressure was significantly lower at 15 in GI and 80 min in GII both due to low surgical stimulus. The consumption of isoflurane was the one expected for each of the time intervals, except at 16-36 min time interval in GI when the consumption was greater than predicted probably due to lack of experience with the technique in the first cases and at 64-100 min time interval in GII when a lower consumption than predicted was due to "coasting" at the end of the surgical procedure.

There were no clinical differences between the two techniques. However, it is suggested that Leao's low-flow double interval technique is easier to manage.

Key Words: ANESTHETIC TECHNIQUES: quantitative, low-flow; ANESTHETICS: volatile, isoflurane; EQUIPMENTS: vaporizer, cooper-kettle

As vantagens da anestesia com "baixo fluxo de gases" estão relatadas por vários autores<sup>1-6</sup>. No Brasil foram publicadas duas técnicas alternativas: a de Silva e col.<sup>5</sup>, que consiste em injetar no ramo expiratório do sistema circular de anestesia doses pré-calculadas de anestésico líquido nos tempos 0, 1, 4, 16, 25 min de anestesia e a técnica de Leão e col.<sup>1</sup>, que utiliza vaporizador universal tipo "kettle", com fluxos de borbulha-

mento pré-calculados para os intervalos de tempo 0 a 4; 4 a 16; 16 a 36 min. Ambas as técnicas se baseiam no modelo exponencial de Lowe e col.<sup>2</sup> para a captação de vapor de anestésico, ou seja:

$$V_{\text{vap}} = 1,3 \text{ CAM} \cdot \lambda \text{ B/G} \cdot 2 \text{ kg}^{3/4} \cdot t^{1/4} \text{ (equação 1)}$$

onde  $V_{\text{vap}}$  é o volume de vapor de anestésico captado pelo paciente em  $\text{ml} \cdot \text{min}^{-1}$ ; CAM a concentração alveolar mínima;  $\lambda \text{ B/G}$  é o coeficiente de partição sangue/gás e  $\text{kg}^{3/4}$  o número de Brody, que multiplicado por 2 corresponde ao débito cardíaco em  $\text{dl} \cdot \text{min}^{-1}$ .

Se forem calculados os fluxos de captação de vapor de anestésicos para os tempos 1, 9, 25, 49 min, estes fluxos, aplicados nos intervalos 0 a 4; 4 a 16; 16 a 36; 36 a 64 min, respectivamente, através de vaporizador (Tabelas I e II), correspondem à captação média de cada intervalo. Esta é a técnica de Leão e col.<sup>1</sup>

Se a equação 1 for integrada para os intervalos 0 a 1; 1 a 4; 4 a 9 min, serão encontrados valores iguais de captação de vapor de anestésico, cujo

Trabalho realizado no Hospital das Forças Armadas, Brasília, DF, em convênio com o CET/SBA da UnB.

1 Anestesiologista do Hospital das Forças Armadas. Preceptor do CET/SBA da UnB/HFA - Brasília, DF

2 Professor Titular de Anestesiologia da UnB - Brasília, DF

3 Médico em Especialização do CET/SBA da UnB/HFA

Correspondência para Dalmo Garcia Leão  
SQS 111-BI "J"; ap. 404  
70374- Brasília, DF

Recebido em 31 de agosto de 1987

Aceito para publicação em 1 de novembro de 1987

© 1988, Sociedade Brasileira de Anestesiologia

volume, em forma líquida, pode ser injetado no ramo expiratório do sistema de anestesia no início de cada intervalo. Esta é a técnica de Silva e Col.<sup>5</sup>

O presente ensaio clínico avalia o uso do isoflurano segundo as duas técnicas.

### METODOLOGIA

Obtivemos consentimento de 20 pacientes, estado físico I e II (ASA), escalados para cirurgia eletiva.

Todos os pacientes foram examinados no dia anterior à cirurgia e receberam diazepam 0,2 a 0,5 mg. kg<sup>-1</sup>, por via oral, na véspera e uma hora antes da indução da anestesia.

Na sala de cirurgia todos os pacientes foram monitorizados com estetoscópio precórdia I ou esofágico, ECG contínuo, pressão arterial com manguito pneumático pelo método auscultatório, observação da perfusão periférica por compressão da polpa digital e frequência cardíaca.

Todos os pacientes foram desnitrogenados por 5 min com O<sub>2</sub> a 100% (6 L.min<sup>-1</sup>) sob máscara. Concomitantemente era feita a pré-oxigenação com pancurônio (0,02 mg. kg<sup>-1</sup>). A seguir procedia-se à indução com tiopental sódico a 2,5% (5 mg. kg<sup>-1</sup>) e a intubação orotraqueal (IOT)

com tubo lubrificado com lidocaína geleia 10%, após succinilcolina (1 a 1,5 mg. kg<sup>-1</sup>). Seguiu-se a ausculta bilateral do tórax de retina e a insuflação do balonete com volume mínimo de vedamento.

Todos os pacientes foram anestesiados com isoflurano usando-se um sistema circular com válvulas no cabeçote do absorvedor duplo de CO<sub>2</sub>. Foram formados dois grupos de 10 pacientes. O grupo I foi anestesiados com a técnica de Leão e Col.<sup>1</sup>, ou seja: fechado o sistema, abria-se o fluxo de borbulhamento para o período de 0 a 4 min (o fluxo é calculado multiplicando-se o valor encontrado na Tabela I pela proporção na Tabela II) e completava-se o volume da bolsa-reservatório com o fluxo diluidor. O consumo basal de O<sub>2</sub> previsto foi de 10 kg<sup>3/4</sup> ml.min<sup>-12</sup>; o fluxo de borbulhamento somado ao fluxo diluidor aproximou-se deste valor. Procedimentos semelhante foi aplicado aos demais intervalos.

O grupo II foi anestesiados segundo a técnica de Silva e Col.<sup>5</sup>, ou seja: após fechar o sistema, injetou-se no seu ramo expiratório a dose prevista de anestésico líquido no início de cada intervalo.

O controle clínico orientou a redução ou aumento da dose de anestésico calculada para o paciente.

Foram registradas as variações das pressões arteriais sistólica (PAs), diastólica (PAd) e média

Tabela I - Volume de vapor de isoflurano (ml.min<sup>-1</sup>)

Intervalo (min)	0 a 4	4 a 16	16 a 36	36 a 64	64 a 100
Tempo médio (min)	1	9	25	49	81
Duração do intervalo (min)	4	12	20	28	36
Peso (kg) N <sup>o</sup> Brody					
100 31,6	135	45	27	19	15
95 30,4	130	43	26	18	14
90 29,2	125	42	25	18	14
85 27,9	119	40	24	17	13
80 26,7	114	38	23	16	13
75 25,4	109	36	22	16	12
70 24,2	103	34	21	15	11
65 22,9	97	32	19	14	11
60 21,5	92	31	18	13	10
55 20,1	86	29	17	12	10
50 18,8	80	27	16	11	9
45 17,3	74	25	15	11	8
40 15,9	68	23	14	10	8
35 14,3	61	20	12	9	7
30 12,8	55	18	11	8	6

Tabela II - Relação temperatura/vapor de isoflurano/fluxo de borbulhamento

10 C - 1: 4,0	25 C - 1: 1,5
15 C - 1: 3,0	26 C - 1: 1,4
18 C - 1: 2,5	28 C - 1: 1,2
20 C - 1: 2,2	30 C - 1: 1,1
22 C - 1: 1,9	36 C - 1: 0,6
24 C - 1: 1,7	

Tabela III - Dados dos pacientes e drogas

	Grupo I	Grupo II
	Vaporizador	Seringa
Idade (anos)	33,4 ± 11,7	36,8 ± 9,1
Peso (kg)	62,3 ± 11,2	58,9 ± 6,9
Sexo :		
Masc.	2	3
Fem.	8	7
Total	10	10
Pancurônio (mg)	1,8 ± 0,9	2,2 ± 1,0
Tiopental (mg)	307,6 ± 52,0	302,2 ± 87,9
Succinilcolina (mg)	89,8 ± 11,3	87,9 ± 11,0

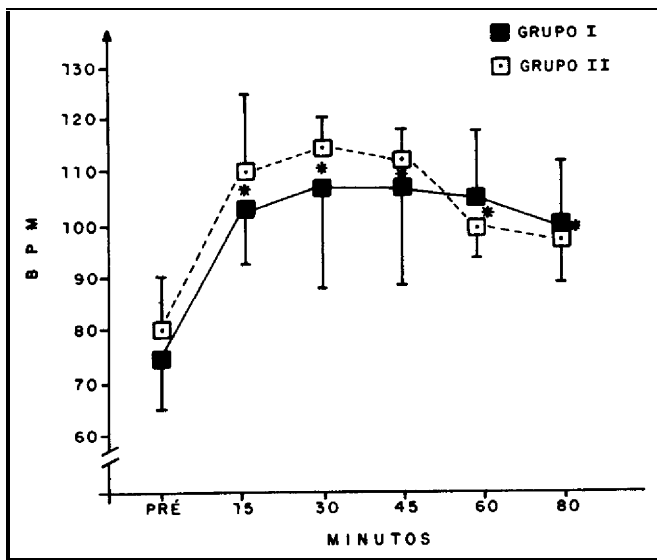


Fig. 1 Frequência cardíaca - \* p ≤ 0,05 em relação ao pré-anestésico

(PAm), km como da frequência cardíaca (FC), no período do pré-anestésico e aos 15, 30, 45, 60 e 80 min de anestesia com isoflurano. Foi registrado, para o grupo 1, a cada intervalo, o consumo de isoflurano baseado no fluxo de borbulhamento e no consumo total de líquido no vaporizador. No grupo II o consumo de isoflurano líquido em ml foi medido diretamente.

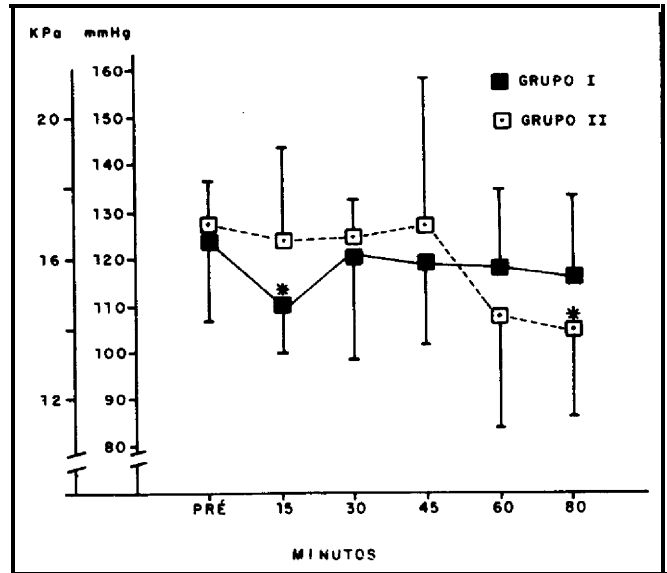


Fig. 2 Pressão arterial sistólica - \* p ≤ 0,05 em relação ao pré-anestésico

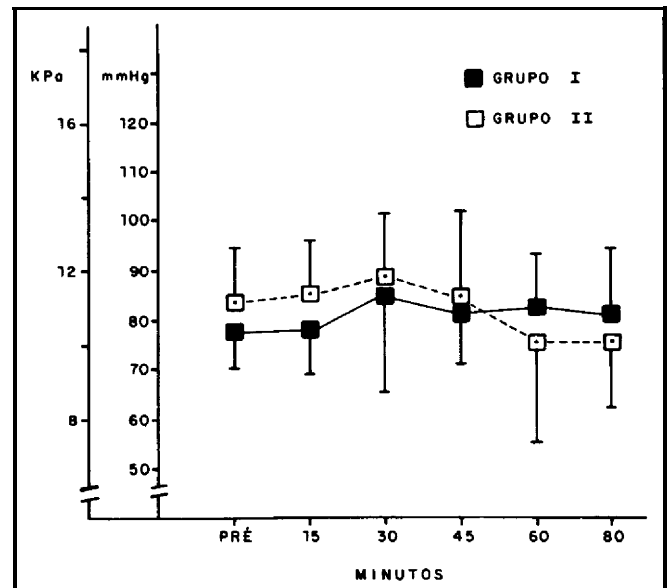


Fig. 3 Pressão arterial diastólica

A PAm foi calculada como:

$$PAm = (PA_s - PAD) \cdot 0,3 + PAD \text{ (equação 2).}$$

Foi utilizado o teste "t" de Student para análise estatística.

## RESULTADOS

Os dados dos pacientes e drogas utilizadas são apresentados na Tabela III, mostrando que os grupos são comparáveis.

Quanto ao comportamento da frequência cardíaca (Figura 1), houve um aumento altamente

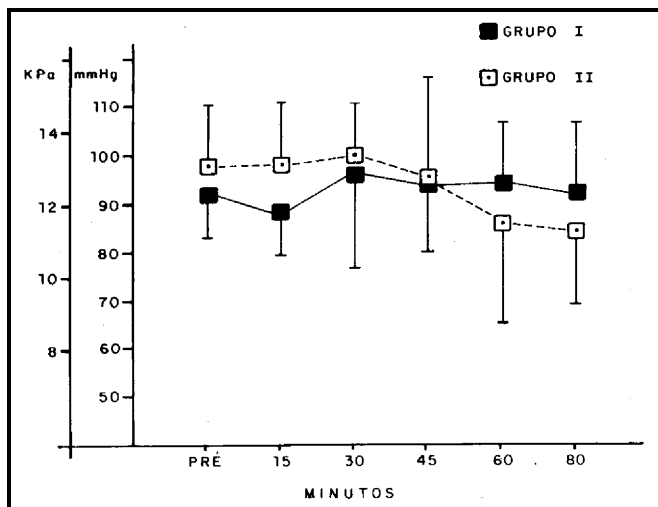


Fig. 4 Pressão arterial média

significativo em relação ao pré-anestésico, mas sem diferenças significativas entre os grupos.

Quanto à PAd e PAm (Figuras 3 e 4) notou-se uma estabilidade pressórica em todo o procedimento principalmente em relação ao grupo 1. A PAs (Figura 2) teve queda significativa ( $p < 0,05$ ) em relação ao pré-anestésico somente aos 15 min para o grupo I ( $16,4 \pm 2,2$  e  $14,7 \pm 1,4$  kPa respectivamente) e aos 80 min para o grupo II ( $16,9 \pm 1,3$  e  $13,9 \pm 2,4$  kPa respectivamente), sem diferenças estatisticamente significativas entre os grupos.

O consumo de anestésico mostrou aumento significativo no intervalo de 16 a 36 min para o grupo I ( $2,4 \pm 0,7$  ml), tanto em relação ao grupo II ( $1,8 \pm 0,3$  ml), como em relação ao valor previsto (1,8 ml); já o grupo II mostrou queda

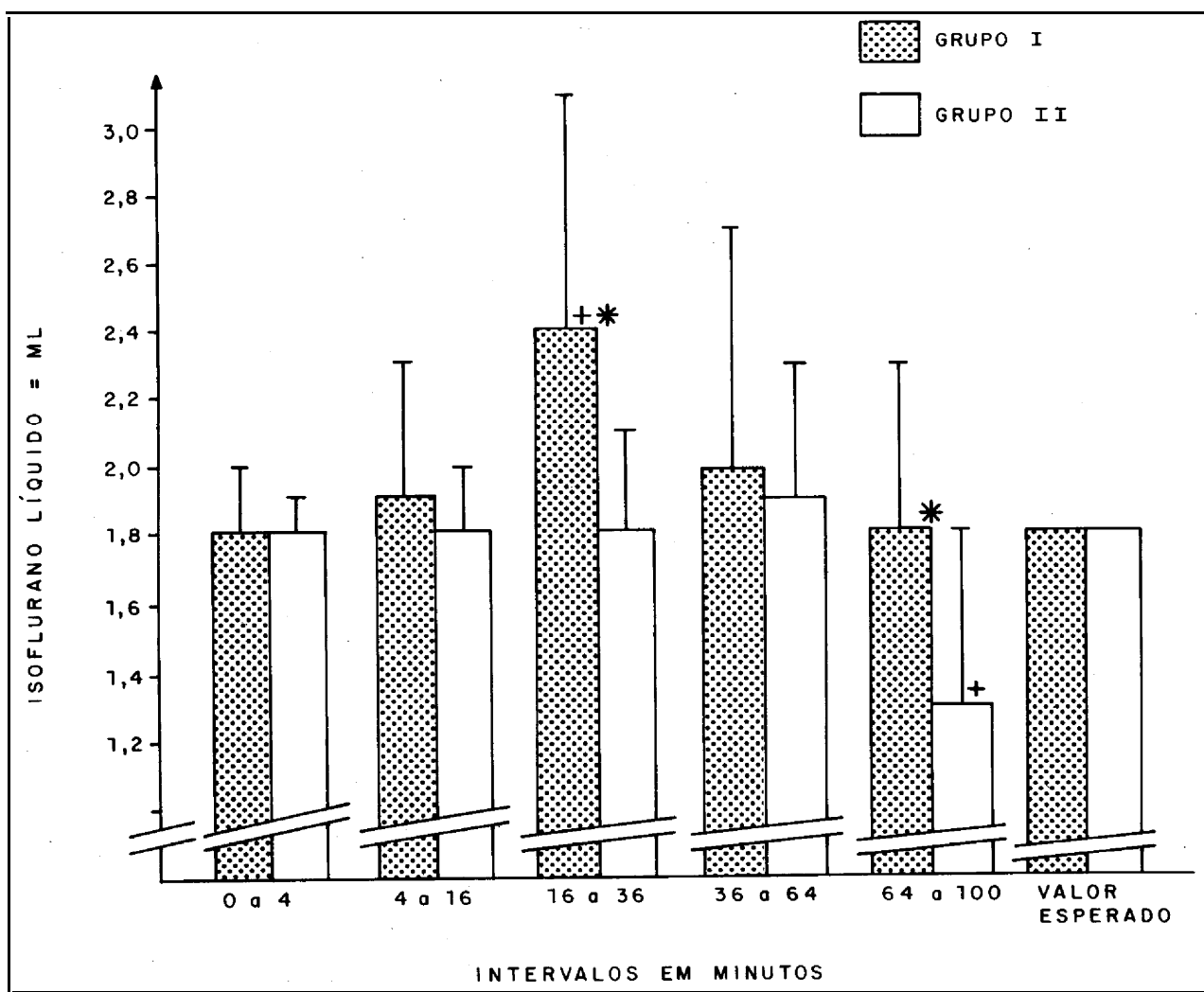


Fig. 5 Consumo de isoflurano por intervalo de tempo  
 |  $p < 0,05$  entre os grupos  
 +  $p \leq 0,05$  em relação ao valor previsto

significativa ( $1,3 \pm 0,5$  ml) no período de 64 a 100 min em relação ao grupo I ( $1,8 \pm 0,5$  ml) e ao valor previsto (Figura 5).

## DISCUSSÃO

O isoflurano tem sido objeto de recentes estudos e pesquisas<sup>7-10</sup>.

No Brasil, alguns trabalhos foram publicados avaliando sua aplicação clínica<sup>7, 8</sup>. Nenhum deles compara técnicas de baixo fluxo. Este ensaio compara as duas técnicas de anestesia quantitativa mais aceitas em nosso meio<sup>1,5</sup>.

Do ponto de vista técnico as vantagens da técnica com vaporizador<sup>1</sup>são: a) manuseio indireto do anestésico que é mantido fechado no vaporizador; b) controle a qualquer momento (com redução ou aumento do fluxo de borbulhamento) da dosagem administrada; c) intervalos de tempo mais prolongado que reduzem atropelos da anestesia, principalmente na indução. Suas desvantagens são: as necessidades de: (a) um vaporizador de borbulha, tipo "kettle", com fluxômetro de baixos fluxos; (b) necessidade de cálculos; c) de controle de tempo. Por outro lado a técnica com injeção direta de anestésicos no ramo expiratório do sistema<sup>5</sup> apresenta as seguintes vantagens: a) dispensa os vaporizadores; b) dispensa o uso de cálculos, exigindo apenas uma consulta inicial à tabela. Outrossim, as desvantagens desta técnica são: a) o uso de seringa permite acidentes como quebras da seringa ou queda do êmbolo com contaminação ambiental; b) a dose de anestésico, uma vez administrada, só pode ser retirada com a abertura do sistema; c) as doses para cada intervalo, dadas de uma só vez, são de difícil "titragem"; d) intervalos de tempo muito curtos no período de indução anestésica.

Do ponto de vista clínico, o presente ensaio permite especulações sobre o comportamento hemodinâmico, face ao uso de isoflurano com uma ou outra técnica. A Figura 1 mostra o comportamento da FC. O aumento altamente significativo da FC durante a anestesia é inerente à atividade farmacológica do isoflurano, independentemente de uma ou outra das técnicas utilizadas. Por outro lado, o comportamento das PAs (Figura 2) mostra alterações em momentos diversos em relação aos dois grupos. O grupo I apresenta queda das PAs aos 15 min ( $14,7 \pm 1,4$  kPa) em relação ao pré-anestésico ( $16,4 \pm 2,2$  kPa), contrastando com o grupo II, cuja PAs aos 15 min ( $16,5 \pm 2,7$  kPa) não mostra diferença significativa com o pré-anestésico ( $16,9 \pm 1,3$  kPa). No grupo I foi constatado que somente um paciente sofreu

incisão cirúrgica até aos 15 min, ao passo que no grupo II o ato cirúrgico já se iniciara em seis pacientes. O mesmo não ocorreu neste grupo aos 10 min, quando apenas dois pacientes tinham sofrido incisão cirúrgica; nestes pacientes a PAs caiu para 15,5 kPa em média. A incisão e manobras cirúrgicas retornaram a PAs a níveis de controle aos 30, 45 e 60 min em todos os pacientes. Especula-se, face a esses dados, que a estabilidade pressórica do isoflurano depende diretamente do estímulo cirúrgico<sup>11,12</sup> e que, em sua ausência a queda pressórica é altamente significativa. Aos oitenta minutos de anestesia (Figura 2) nota-se queda acentuada das PAs no grupo II, explicada, em parte, pelo número de pacientes (cinco pacientes) já em final de ato cirúrgico, onde o estímulo cirúrgico é reduzido, com conseqüente redução das PAs, contrastando com o grupo I, onde apenas uma cirurgia estava prestes a terminar. A pressão diastólica mostra grande estabilidade com a droga e técnicas apresentados (Figura 3), refletindo diretamente na PAm (Figura 4), onde as diferenças apresentadas não são estatisticamente significativas.

Do ponto de vista de consumo de anestésico inalatório, a Figura 5 mostra, no intervalo de 16 a 36 min, um aumento altamente significativo no grupo I, que corresponde à "generosidade" desnecessária na administração de anestésicos no início do ato cirúrgico, conseqüente à pouca experiência com a técnica com vaporizador<sup>1</sup>. Outrossim, no intervalo de 64 a 100 min, o grupo II mostrou queda altamente significativa de consumo, correspondendo, em primeiro lugar, à suspensão prévia ("coasting")<sup>2</sup>, que é a prática de suprimir a última dose no final da cirurgia (cinco pacientes), e secundariamente à redução da dose para compensar quedas das PAs.

O'Callaghan, White e outros<sup>9,10</sup> encontraram um consumo médio de 3,89 ml de isoflurano em 30 min de anestesia em sistema fechado com autocontrole "servocontrol". Em sua metodologia, a concentração expirada de isoflurano foi continuamente monitorizada e o anestésico líquido era automaticamente injetado no sistema, em volumes de microlitros, o que permitiu flutuações mínimas na média de consumo. Encontramos um consumo médio de 6,1 ml no grupo I e 5,4 ml no grupo II em 36 min. As diferenças de consumo entre os pacientes de O'Callaghan e os nossos se justificam, primeiro porque aqueles foram conectados ao sistema de anestesia já com a dose prima ("prime")<sup>2</sup>, e em segundo lugar porque a monitorização contínua da concentração expirada final do anestésico permite a adequação da dose sem ris-

co de superficialização. Finalmente, no grupo 1, no intervalo de 16 a 36 min foram administrados "desnecessariamente" mais 0,6 ml; sem esta dose o consumo de anestésico em 36 min se reduziria para 5,5 ml. Considerando a prima esperada de 0,9 ml<sup>2</sup>, a captação seria de aproximadamente 4,6 ml, ou seja, 15% acima dos valores de O'Callaghan a n<sup>9.10</sup>. Por outro lado, um consumo discretamente maior que o mínimo monitorizado por autocontrole ("servo control") permite maior certeza

Leão D G, Vieira Z E G, Melo E B P – Isoflurano em anestesia quantitativa com intervalos duplos.

Os autores avaliam a aplicabilidade clínica do isoflurano em anestesia quantitativa e comparam duas técnicas em uso no Brasil, descritas por Leão e col.<sup>1</sup> e por Silva e col.<sup>5</sup>. Vinte pacientes foram anestesiados com isoflurano e divididos em dois grupos iguais (G-1 e G-11), seguindo-se em cada grupo os preceitos de uma das técnicas. Foram registrados os parâmetros clínicos (pressões arteriais sistólica, diastólica e média e a frequência cardíaca) no período pré-anestésico e nos tempos 15, 30, 45, 60 e 80 min de anestesia. O consumo de anestésicos foi medido nos tempos 4, 16, 36, 64 e 100 min de anestesia. Houve aumento significativo da frequência cardíaca inerente à ação inotrópica da droga. As pressões arteriais média e diastólica se mantiveram estáveis. A pressão arterial sistólica mostrou queda significativa no G-1 aos 15 min de anestesia, relacionada à falta de estímulo cirúrgico e no G-11 aos 80 min relacionados com a redução do estímulo cirúrgico no final da cirurgia. O consumo foi aquele previsto para cada intervalo de tempo. Exceções foram encontradas no G-1 entre 16 e 36 min, quando foi administrada "generosamente" mais anestésico que o necessário, e no G-11 entre 64 e 100 min, quando houve uma queda de consumo relacionada ao final do ato cirúrgico. As duas técnicas se mostraram semelhantes quanto aos resultados clínicos, todavia a de Leão e col. permitiu manuseio mais fácil do fluxo de vapor administrada. Os intervalos duplos reduzem o trabalho do anestesiológico, liberando-o para as demais atividades do ato anestésico.

Unitermos: ANESTÉSICOS: inalatório, volátil, isoflurano. TÉCNICAS ANESTÉSICAS: fluxo basal. EQUIPAMENTOS: Vaporizadores, borbuha, universal, quantitativa, intervalos duplos.

de um bom plano de anestesia.

Concluindo: o isoflurano é um anestésico flexível com as duas técnicas de baixo fluxo<sup>1,5</sup>. A técnica de baixo fluxo com vaporizador em intervalos duplos libera o anestesiológico para as demais atividades durante o ato anestésico e permite o controle clínico mais prontamente, sem necessidade de ser aberto o sistema (com frequência) em caso de profundidade não esperada do plano anestésico.

Leão D G, Vieira Z E G, Melo E B P – Isoflurano em Anestesia Cuantitativa com Intervalos Duplos.

Evalúan los autores la aplicabilidad clínica del isoflurano en anestesia cuantitativa y comparan también dos técnicas en uso en Brasil, descritas por Leão y col.<sup>1</sup> y por Silva y col.<sup>5</sup>. Fueron anestesiados veinte pacientes con isoflurano, y divididos en 2 grupos iguales (GI y GII), siguiendo en cada grupo los preceptos de una de las técnicas. Fueron registrados los parámetros clínicos (presiones arteriales sistólica, diastólica y media y la frecuencia cardíaca) en el periodo preanestésico y en los tiempos 15, 30, 45, 60 y 80 min de anestesia. El consumo de anestésicos fué medido en los tiempos 4, 16, 36, 64 y 100 min de anestesia, diaca inherente a la acción inotrópica de la droga. Las presiones arteriales media y diastólica se mantuvieron estables. Mostró una caída significativa la presión arterial sistólica en el GI a los 15 min de anestesia relacionada con la falta de estímulo cirúrgico y en el G-II a los 80 min relacionado con la reducción del estímulo cirúrgico al final de la cirugía. El consumo fué aquel previsto para cada intervalo de tiempo. Fueron encontradas excepciones en el GI entre 16 y 36 min, cuando fué administrado generosamente más anestésico que lo necesario, y en el GII entre 64 y 100 min, cuando hubo una caída de consumo relacionada al final del acto cirúrgico. Cuanto a los resultados clínicos, las dos técnicas se mostraron semejantes, entretanto, aquella de Leão y col. permitió un manuseo más facil del flujo de vapor administrada, Los intervalos duplos reducen el trabajo del anestesiológico, librandolo para las otras actividades del acto anestésico.

REFERÊNCIAS

1. Leão D G, Vieira Z E G, Saraiva R A – Uso de vaporizador tipo “kettle” com novos intervalos. Rev Bras Anest, 1987; 37(2): 89-95.
2. Lowe H J, Ernst E A – The quantitative practice of anaesthesia. Use of closed circuit-Baltimore/London – Williams and Wilkins - 1981.
3. Saraiva R A – Modelo exponencial na farmacocinética dos anestésicos inalatórios. Rev Bras Anest 1978; 28: 3-8.  
Saraiva RA – Farmacocinética da anestesia quantitativa. Rev Bras Anest 1985; 35: 219-221.
4. Silva J M C, Pereira E, Saraiva R A - As bases fisiológicas e farmacológicas do baixo fluxo de gases em sistema fechado. Rev Bras Anest 1981; 31:389-395.
6. 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 da anestesia. Rev Bras Anest 1985; 35(4): 267-274.
7. Silva J M C, Napolini Filho H, Vieira Z E G, Saraiva R A – O emprego do isoflurano com a técnica da baixo fluxo de gases. Rev Bras Anest 1984;34: 387-392.
- a Vieira Z E G – Isoflurano, uma revisão do mais recente anestésico halogenado em uso clínico. Rev Bras Anest 1982; 32: 65-70.
9. O’Callaghan AC, Hawes D W, Ross J A S, White DC, Wloch R T – Uptake of isoflurane during clinical anesthesia. Br J Anaesth 1983; 55: 1961,
10. White D C, O’Callaghan A C, Hawes D W, Navaratanarah Ross J A S, Wloch R T -- The uptake of isoflurane, 8<sup>o</sup> World Congress of Anaesthesiologists, Manila; 1984.
11. Eger EI II: Isoflurane (Forane): A compendium and reference. Madison, Wisconsin, Ohio Medical Products, 1981.
12. Eger EI II: Isoflurane: a review Anesthesiology, 1981; 55: 559-576.