

## Uso do Vaporizador Universal na Anestesia Quantitativa com Halotano

Dalmo Garcia Leão, TSA<sup>1</sup> & Divino Gomes de Sousa<sup>2</sup>

Leão D G, Sousa D G - The use of the universal vaporizer and the low-flow anesthesia technique.

The authors suggest a new technique for quantitative and closed system anesthesia with the use of the "universal vaporizer". The uptake and consumption of halothane is time dependent and constant for time intervals of anesthesia 0 to 4, 4 to 16, 16 to 36, 36 to 64 min and so for. The volume of halothane consumed in such intervals is given by:

$$V_{\text{cons}} (\text{ml}) = \frac{2 \cdot f \cdot \text{MAC} \cdot \lambda \cdot B/G \cdot 2(B/G)^{3/4} \cdot (t_1^{1/2} - t_2^{1/2})}{\text{vapor volume} / \text{liquid volume}}$$

This volume is plotted over a scale and trapped on the vaporizer and it serves to measure the halothane consumption. The gas flow through the vaporizer is controlled to provide the expected halothane consumption for each time interval. To test the safety and efficacy of this method, three groups of patients were studied (GI = 14 patients, GII = 11 and GIII = 11 patients). The control group (GI) was anesthetized with halothane according to the "double internal low flow technique" as described by Leão et al.<sup>4</sup>. Groups II and III were anesthetized with low flow closed system technique using halothane in the "universal vaporizer" prepared as above. In GIII the volume proposed for the first interval was added of a "prime volume", Blood pressure, heart rate and anesthetic consumption were compared among groups. Blood pressure and heart rate were slightly higher in Groups II and III compared to GI. The halothane administration through the vaporizer was variable due to the difficulties in the controlling the vaporizer flow. The consumption in GII was the expected. The authors conclude that the technique is an affective, safe and inexpensive alternative for low flow anesthesia when a "kettle" vaporizer is not available.

Key Words: ANESTHETIC TECHNIQUES: quantitative; ANESTHETIC, Volatile: halothane; EQUIPMENTS: universal vaporizer, copper-kettle

**A**nestesia quantitativa e o sistema fechado de anestesia apresentam vantagens indiscutíveis<sup>1</sup>:

- Prevê a quantidade de anestésico necessária ao paciente.
- Permite monitorização do consumo de oxigênio e anestésicos.

Trabalho realizado no Hospital das Forças Armadas de Brasília - DF.

1 Preceptor do CET-SBA do Hospital de Base, Hospital Regional da Asa Norte e Hospital das Forças Armadas

2 Residente do CET-SBA no biênio 86/87

Correspondência para Dalmo Garcia Leão  
SQS 111 J-404  
70374-Brasília-DF

Apresentado em 12 de janeiro de 1990  
Aceito para publicação em 15 de fevereiro de 1990  
©1990, Sociedade Brasileira de Anestesiologia

Revista Brasileira de Anestesiologia  
Vol.40:nº3, Maio-Junho, 1990

- Possibilita manter a umidificação dos gases inalados, reduzindo a irritabilidade das vias aéreas e complicações pulmonares.
- Reduz a perda de água pelas vias aéreas.
- Conserva o calor corporal.
- Permite detectar indiretamente hipovolemia, pela diminuição do consumo de oxigênio, cerca de 10 a 20 min antes da hipotensão arterial.
- Reduz drasticamente o gasto de gases e vapores, reduzindo o custo da anestesia.
- Evita poluição ambiental.

No Brasil foram publicadas duas técnicas alternativas de anestesia quantitativa: A. de Silva e cols.<sup>2</sup>, que consiste em injetar no ramo expiratório do sistema circular de anestesia, doses pré-calculadas de anestésico líquido nos tempos 0, 1, 2, 4, 9, 16, 25...min de anestesia e a técnica de Leão e cols.<sup>3,4</sup>, que utiliza vaporizador universal tipo "kettle", com fluxo de borbulhamento pré-calculado para intervalos de tempo 0 a 4,4

a 16, 16 a 36, 36 a 64, 64 a 100...min.

Ambas as técnicas foram baseadas no modelo exponencial de Lowe e Ernst<sup>5</sup> para captação tecidual de vapor de anestésicos (Tabela I).

**Tabela I**

fCAM	= concentração alveolar do anestésico inalatório
fCAM I B/G	= concentração do anestésico no capilar pulmonar
fCAM I B/G.Q	= volume circulante do anestésico
fCAM I B/G.Q.t <sup>1/2</sup>	= captação tecidual do anestésico
2fCAM I B/G.Q.t <sup>1/2</sup>	= captação tecidual acumulada

Obs: Dados medidos em ml de vapor.

Cada ml de halotano líquido corresponde a 220 ml de vapor

$$\text{Cap tec} = \text{fCAM} \lambda \text{ B/G} \cdot 2 \text{ peso}^{3/4} \cdot t^{1/2} \quad (1)$$

Onde fCAM corresponde a 1,3 CAM e é a concentração capaz de produzir anestesia cirúrgica em 95% dos pacientes,  $\lambda \text{ B/G}$  é o coeficiente de partição sangue-gás e  $2 \cdot \text{peso}^{3/4}$  é o débito cardíaco medido em  $\text{dl} \cdot \text{min}^{-1}$ . Para o halotano a CAM é de 0,78 e o  $\lambda \text{ B/G} = 2,3$ .

O volume de anestésicos captado em determinado intervalo de tempo (V.int.) corresponde à integral da fórmula

$$\text{V.int.} = 2 \text{ fCAM} \cdot \lambda \text{ B/G} \cdot 2 \text{ peso}^{3/4} \cdot (t_i^{1/2} - t_i^{1/2})$$

Onde  $t_i$ : tempo final do intervalo

$t_i$ : tempo inicial do intervalo

Considerando os intervalos de tempo O a 4,4 a 16, 16 a 36, 36 a 64, 64 a 100...min, a diferença ( $t_i^{1/2} - t_i^{1/2}$ ) se mantém constante (igual a 2). Pode, deste modo, ser planejada a administração de anestésico volátil em vaporizador universal de borbulha. Propomos marcar em fita colante (adesiva, esparadrapo) uma graduação correspondente ao volume previsto para cada intervalo a aderir esta graduação ao vaporizador universal. O fluxo de borbulhamento é controlado de modo tal que em cada intervalo seja evaporado o volume pré-fixado.

O objetivo do presente trabalho é avaliar a aplicabilidade clínica do uso do vaporizador universal em anestesia com fluxos basais de gases e volume de halotano pré-programados para intervalos duplos.

## METODOLOGIA

Foi obtido o consentimento de 36 pacientes, estado físico I e II (ASA), sem doença cardiopulmonar, sem uso crônico de drogas e escalados para cirurgias eletivas. Todos os pacientes foram examinados no dia anterior à cirurgia e receberam diazepam como medicação pré-anestésica por via oral, 10 mg, na noi-

te anterior à cirurgia e 20 mg uma hora antes do ato anestésico cirúrgico.

Os pacientes foram divididos aleatoriamente em três grupos:

Grupo I: (14 pacientes) - grupo controle. Foram anestesiados com halotano segundo Leão e Cols.<sup>4</sup>

Grupo II: (11 pacientes). Foram anestesiados com halotano, cujos valores previstos de consumo foram marcados em fita adesiva e aderidos ao vaporizador universal.

Grupo III: (11 pacientes). Foram anestesiados com técnica semelhante ao grupo II, sendo acrescido ao intervalo de 0 a 4 min o "volume inicial"<sup>16</sup> dos sistemas de anestesia e cardiovascular (Tabela II).

**Tabela II - "Volumes iniciais" - "Prime" (ml de vapor)**

Volume inicial do sistema de anestesia = Volume do sistema (dl) · fCAM (ml · dl<sup>-1</sup>)

Volume inicial circulante (sistema circulatório) = fCAM  $\lambda$  B/G.Q

Obs: O Q (débito cardíaco) pode ser calculado como:

$$Q = 2 \cdot \text{peso}^{3/4} \text{ dl} \cdot \text{min}^{-1}$$

Na sala de cirurgia todos os pacientes foram monitorizados com estetoscópio precordial e após IOT, com estetoscópio esofágico, ECG contínuo, pressão arterial com manguito pneumático pelo método auscultatório, observação da perfusão periférica por compressão da polpa digital e frequência cardíaca. Uma veia periférica foi canulizada com cateter plástico 18G. Todos os pacientes foram desnitrogenados por 5 min com oxigênio a 100% (6 L · min<sup>-1</sup>), sob máscara concomitantemente à precurarização com pancurônio (0,02 mg · kg<sup>-1</sup>).

A indução foi conduzida com tiopental sódico a 2,5% (5 a 7 mg · kg<sup>-1</sup>) e succinilcolina (1 a 1,5 mg · kg<sup>-1</sup>) foi empregada para facilitar a intubação traqueal (IOT). Após a IOT, o tórax de todos os pacientes foi auscultado bilateralmente e insuflado o balonete do tubo traqueal com volume mínimo de vedação, conferido pela ausculta laríngea.

Após IOT, foi fechado o sistema circular, disparado o cronômetro e aberto o vaporizador. O grupo I seguiu a técnica de Leão e cols.<sup>4</sup> (Tabela III) e os grupos II e III a seguinte técnica:

O fluxo de oxigênio foi controlado, procurando-se gastar o previsto para cada intervalo marcado na fita aderida ao vaporizador (Tabela III), de tal forma que em cada intervalo de tempo (0 a 4; 4 a 16 16a 36; 36 a 64; 64 a 100 min) o borbulhamento fosse progressivamente menor, para o mesmo volume de halotano consumido por intervalo.

Tabela III - Dosagem de halotano

Peso (kg)	Grupo I		Grupo II		Grupo III
	Brody (kg <sup>3/4</sup> )	Vapor (ml.min <sup>-1</sup> )	Líquido (ml.int <sup>-1</sup> )	Líquido (ml.int <sup>-1</sup> )	Líquido (ml.int <sup>-1</sup> )
30	12,8	58,3	1,06	1,64	
40	15,9	72,3	1,32	1,97	
50	18,8	85,5	1,56	2,27	
60	21,5	97,8	1,78	2,54	
70	24,2	110,1	2,00	2,62	
80	26,7	121,5	2,20	3,07	
90	29,2	132,9	2,42	3,34	

Os valores do GI e GII são correspondentes. Os valores para GI são divididos por 1, 3, 5, 7... para cada intervalo de tempo correspondente. Os valores para GIII só são aplicáveis para o intervalo de 0 a 4 min. Para os demais intervalos foram usados os valores para GII.

O controle clínico (pressão arterial, frequência cardíaca e perfusão periférica) auxiliou no controle clínico da anestesia.

Foram avaliados os seguintes parâmetros: drogas utilizadas, peso, sexo, idade, consumo de halotano por intervalo (medido diretamente no vaporizador), pressões arteriais sistólica (PAs), diastólica (PAd) e a frequência cardíaca (FC) nos tempos: pré-anestésico, 15, 30, 45, 60, 80 e 100 minutos de anestesia.

A análise estatística constou do X<sup>2</sup> para distribuição do sexo e uso ou não de relaxantes neuromusculares e o "t de Student" para as médias.

**RESULTADOS**

Os grupos são comparáveis à idade, peso, sexo e uso de drogas para indução e relaxamento muscular (Tabelas IV e V).

Tabela IV - Dados dos pacientes

	Grupo I	Grupo II	Grupo III
Idade	34,7 ± 15,1	34,5 ± 8,1	32,6 ± 12,3
Peso	65,2±10,2	68,4±10,3	64,7±11,6
Sexo			
Masculino	3	4	6
Feminino	8	7	8

Tabela V- Drogas utilizadas

	Grupo I	Grupo II	Grupo III
Tiopental (mg)	363±51	374 ± 50	397*92
Succinilcolina (mg)	89±15	87±09	66*14
Pancurônio			
Usou	3	3	6
Não Usou	8	7	8

A frequência cardíaca (FC) (Fig. 1) manteve-se estável durante toda a anestesia no grupo I (GI); no grupo II (GII) manteve-se elevada em relação ao pré-anestésico em todo o procedimento, apresentando diferença estatisticamente significativa em relação ao GI aos 15 e 100 minutos. No grupo III (GIII) o aumento da frequência cardíaca foi significativo em relação ao pré, aos 30 e 80 min e sem diferenças em relação ao grupo controle.

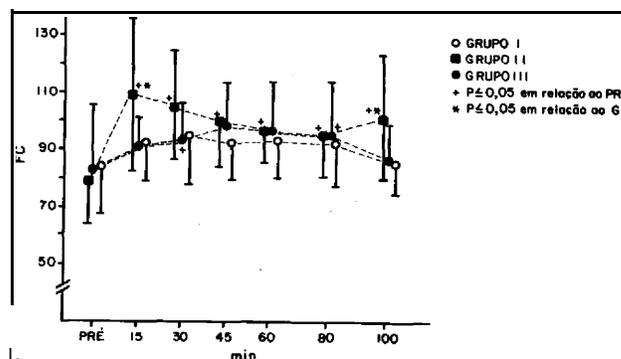


Fig. 1- Frequência cardíaca

A PAs (Fig. 2) apresentou, no GI, queda a partir de 30 min de anestesia, chegando a 15% do valor do pré-anestésico. No GII foi significativamente superior ao GI aos 15,45 e 100 min, sem apresentar diferenças em relação ao pré-anestésico. No GIII foi significativamente superior ao GI aos 15 min e houve queda significativa em relação ao pré-anestésico a partir de 30 min de anestesia.

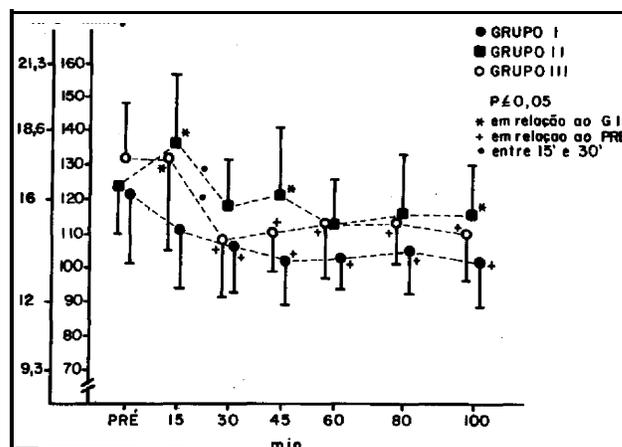
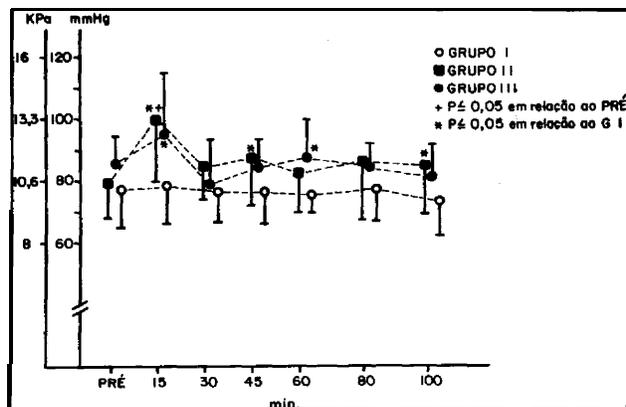


Fig. 2 - PA sistólica

A PAd (Fig. 3) manteve-se estável ao GI. Nos GII e GIII elevou-se significativamente aos 15 min, retornando a níveis discretamente superiores ao controle (GI).



O consumo de halotano foi constante e uniformemente superior ao previsto no GI em torno de 15%, sem todavia ser significativo. GII e GIII apresentaram intervalos (64 a 100 e 0 a 4, respectivamente) em que o consumo de halotano foi superior ao previsto de modo altamente significativo. No entanto, o que chama a atenção é a irregularidade apresentada quanto ao consumo entre os vários intervalos nestes dois grupos (Fig. 4).

## DISCUSSÃO

A propagação do uso de anestesia com fluxo basal de gases com a técnica de injeções intermitentes de anestésico líquido no sistema de inalação<sup>1,2</sup> encontra seu maior obstáculo na complexidade de sua execução, demandando atenção para curtos intervalos de tempo e manipulação demasiadamente freqüentes da seringa de injeção, em especial durante os primeiros 16 min de anestesia (cinco injeções), quando o anesthesiologista tem inúmeras tarefas a cumprir<sup>3</sup>.

A técnica de Leão e cols.<sup>3,4</sup> tem se mostrado mais prática pelo fato de serem feitas apenas três alterações do fluxo de borbulhamento nos primeiros 16 min e também, como mostrou o presente trabalho, uma manutenção mais estável dos parâmetros clínicos (Figs. 1, 2,3) e um consumo mais constante de halotano em todos os intervalos de tempo (Fig. 4). Aqui, em contraposição a dados anteriormente publicados<sup>4</sup>, houve queda significativa das PAs durante a anestesia, conforme a técnica do GI, queda justificada pela maior administração de halotano (15%) em todos os intervalos. Não consideramos necessário administrar mais que o previsto<sup>4</sup>; no entanto há uma "tendência" em manter-se níveis tensionais mais baixos durante o "controle clínico da anestesia", propiciando maior consumo de anestésico inalatório.

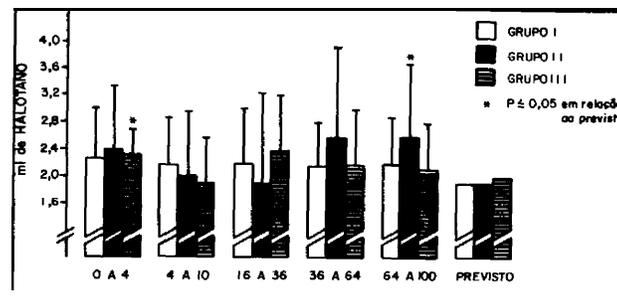


Fig. 4- Consumo halotano

Com a técnica apresentada, usando vaporizador universal é mais difícil ajustar o fluxo de borbulhamento para cada intervalo. É possível ocorrer maior ou menor administração de anestésico que a prevista, explicando a maior flutuação dos parâmetros clínicos e do consumo de halotano. Estas flutuações na administração de halogenado sugerem que superficiações transitórias do plano anestésico possam ocorrer durante o ato cirúrgico, permitindo estimulação simpática com liberação de catecolaminas. A estimulação simpática mantém elevado o tonus vascular e, portanto, a resistência vascular sistêmica, justificando níveis de PAD superiores nos grupos II e III (Fig. 3).

Os grupos II e III apresentam como diferenças técnicas apenas o acréscimo em GIII do "volume inicial" ao primeiro intervalo. Todavia não apresenta diferenças clínicas e de consumo de anestésico que justifiquem este artifício técnico. Ainda mais, os vaporizadores universais brasileiros apresentam divisões de 2,5 ml correspondentes a poucos milímetros (a depender do fabricante), o que dificulta a marcação do "volume inicial" (Tabela III).

A razão básica para a escolha do vaporizador universal para anestesia inalatória, seja em sistema fechado ou não, está no seu custo. Sendo um vaporizador barato, é encontrado em quase todos os hospitais, justificando a nossa proposição técnica.

Concluindo, face às vantagens da anestesia quantitativa e do sistema fechado, o seu uso deve ser estimulado. O uso de vaporizadores torna a anestesia de mais fácil manuseio. O uso do vaporizador tipo "kettle" para anestesia com fluxos basais de gases em "intervalos duplos" fica como primeira opção pela estabilidade dos parâmetros clínicos que o mesmo proporciona e pela facilidade no manuseio do vaporizador. O uso do vaporizador universal, segundo a técnica aqui apresentada, fica como segunda opção pela facilidade com que é encontrado nos nossos hospitais.

Leão D G, Sousa D G - Uso de vaporizador universal na anestesia quantitativa com halotano

Os autores propõem uma técnica alternativa para anestesia quantitativa com fluxos basais e “intervalos duplos” utilizando vaporizador universal de borbulha. Considerando que o volume de vapor captado em cada “intervalo duplo” é fixo, pode ser construída uma escala de intervalos que pode ser acoplada ao vaporizador. O volume de anestésico líquido consumido por intervalo é dado pela fórmula:

$$V = \frac{2.fCAM. \lambda B/G.2 \text{ peso}^{\frac{3}{4}} (t_2^{\frac{1}{2}} - t_1^{\frac{1}{2}})}{\text{volume de vapor/volume de líquido}}$$

O ritmo de borbulhamento é controlado de modo tal que a cada intervalo de tempo (0 a 4, 4 a 16, 16 a 36 min) seja evaporado o volume marcado na escala. Para testar a eficiência e segurança do método proposto, foram anestesiadas com halotano três grupos de pacientes (GI = 14 pac; GII = 11 pac; GIII = 11 pac). O GI foi anestesiado segundo Leão e cols.<sup>4</sup> e serviu de controle. Para GII e GIII foi utilizado o vaporizador universal ao qual era aplicado uma escala própria para cada paciente. Todos os intervalos foram iguais para GII em termos de volume de anestésico. Para GIII o primeiro intervalo foi acrescido do “volume inicial” (prime). Não houve acidentes ou complicações. As três técnicas foram exequíveis. O GI apresentou parâmetros clínicos estáveis e consumo de halotano dentro do previsível. GII e GIII mantiveram níveis de FC, PAs, PAd superiores ao GI e administração de halotano menos uniforme, devido à maior dificuldade de controle de borbulhamento. Conclui-se que a técnica é exequível, sendo uma opção para anestesia com fluxos basais de gases quando não for disponível vaporizador tipo “kettle”.

Unitermos: ANESTÉSICOS, Inalatório: halotano; TÉCNICAS ANESTÉSICAS: quantitativa; EQUIPAMENTOS: vaporizador universal, copper-kettle

**Agradecimentos:** Agradeço ao Dr. Antônio Luiz Cardoso Rosa, chefe do serviço de anestesiologia do HFA pelo incentivo.

#### REFERÊNCIAS

1. Leão D G -Anestesia quantitativa no HFA. HFA-Publ Tec Cient, 1988; 3(1):53-61.
2. Silva J M C, Pereira E, Saraiva RA-As bases fisiológicas e farmacológicas do baixo fluxo de gases em sistema fechado. Rev Bras Anest 1981; 31: 289-395.
3. Leão D G, Vieira Z E G, Saraiva R A - Anestesia com baixos fluxos de gases: uso de Vaporizador tipo “Kettle” com novos intervalos. Rev Bras Anest 1987; 37(2):89-95.

Leão D G, Sousa D G - Uso del vaporizador universal en la anestesia cuantitativa con halotano

Los autores proponen una técnica alternativa para anestesia cuantitativa con flujos basales e “intervalos dobles” utilizando vaporizador universal de borbulha. Considerando que el volumen de vapor captado en cada “intervalo doble” es fijo, puede ser construida una escala de intervalos y acoplada al vaporizador. El volumen de anestésico líquido consumido por intervalo es dado por la fórmula:

$$V = \frac{2. fCAM . \lambda B/G.2 \text{ peso}^{\frac{3}{4}} (t_2^{\frac{1}{2}} - t_1^{\frac{1}{2}})}{\text{volume de vapor/ volume líquido}}$$

El ritmo de borbujeo es controlado de tal modo que a cada intervalo de tiempo (0 a 4, 4 a 16, 16 a 36 min) sea evaporado el volumen marcado en la escala. Para testar la eficiencia y seguridad del método propuesto, fueron anestesiados con halotano tres grupos de pacientes (GI = 14 pacientes; GII = 11 pacientes; GIII = 11 pacientes). El GI fue anestesiado según Leão y cols.<sup>4</sup> y sirvió de control. Para GII y GIII fué utilizado el vaporizador universal al cual era aplicada una escala propia a cada paciente. Todos los intervalos fueron iguales para GII en términos de volumen de anestésico. Para GIII el primer intervalo fué acrecido del “volumen inicial” (“prime”). No hubo accidentes ni complicaciones. Las tres técnicas fueron posibles de realizar. El GI presentó parámetros clínicos estables y consumo de halotano dentro de lo previsible, GII y GIII mantuvieron niveles de FC, PAs, PAd superiores al GI y administración de halotano menos uniforme, debido a la mayor dificultad de control de borbujeo. Se concluye que la técnica es posible de realizar siendo una opción para anestesia con flujos basales de gases cuando no sea disponible el vaporizador tipo “kettle”,