

## VAPORISADORES PARA ENFLURANO (ETHRANE) (\*)

DR. ALLEN B. DOBKIN (\*\*)

DR. DUCKSOOK KIM

ASHLEY A. LEVY, Ph.D.

PETED H. BYLES, Ph.D.

*Estudou-se o desempenho dos vaporisadores Fluotec, Ethranec, Copper Kettle e o Oftec todos para uso com o Enflurano.*

*O sistema usado de anestesia foi com reinalação parcial. Observaram-se dois efeitos principais, relacionados com a real concentração do anestésico liberada pelo vaporizador. As conclusões foram que existe uma diferença acentuada entre o valor assinalado no dial e a concentração ofertada para o paciente, assim nos valores mais baixos a concentração obtida é frequentemente maior que a marcada no dial, sendo que, para os limites superiores da escala o inverso é que é a constante. São especialmente apresentados também dados de calibração que poder ser usados para compensar estes efeitos.*

AP2265

Tem sido demonstrado que todos os anestésicos halogenados podem sofrer degradação biológica e alguns deles podem causar alterações tóxicas em órgãos vitais <sup>(1,2)</sup>. Há pois necessidade de usar-se vaporizadores calibrados com precisão, que sejam compensados para temperaturas e pressões variáveis e que possam de fato fornecer o anestésico nas concentrações indicadas nas escalas <sup>(3,4,5,6)</sup>. Essas recomendações devem ser aplicadas de forma apurada, especialmente quando se leva em consideração a introdução de um novo agente anestésico.

O Enflurano (Ethrane) tem sido extensivamente estudado em animais e no homem e parece ser um agente útil se usado adequadamente, isto é, nas doses mais baixas possíveis. Com esta finalidade verificamos a calibração de dois vaporizadores usados comumente (Fluotec e Copper Kettle) e dois

(\*) Marca registrada da Ohio Medical Products, a Division of Airco, Inc.

(\*\*) Do Departamento of Anesthesiology Upstate University Hospital of New York, Upstate Medical Center, Syracuse, New York, 13210, U.S.A.

novos vaporizadores que foram construídos especialmente para o uso do enflurano (7,8).

#### MÉTODOS

Foi utilizado um cromatógrafo a gás Hewlett Packard FM 700 equipado com um detetor de chama de hidrogênio com uma entrada para injeção de vapor para análise do enflurano. Este cromatógrafo foi calibrado da seguinte maneira: introduzimos com uma seringa de vidro marca Hamilton uma quantidade conhecida de enflurano num frasco de vidro de meio litro. A rolha esmerilhada foi colocada apenas de leve para permitir a equalização da pressão e assim o anestésico foi vaporizado. A seguir a rolha foi colocada com firmeza em seu lugar e ligou-se um agitador magnético coberto com Teflon por alguns minutos para assegurar uma boa mistura do gás. Através de um catéter de Teflon foi removida uma pequena amostra para uma seringa de 50 ml a fim de lavar o ar da seringa e catéter e a seguir retirou-se uma amostra de 10 ml do gás para ser injetada no cromatógrafo. Este procedimento foi sempre repetido diversas vezes para cada volume injetado de enflurano líquido a fim de assegurar valores constantes sendo repetida ainda para diferentes volumes de líquido, a fim de cobrir uma escala de valores de aproximadamente de 0 a 7% de enflurano. Mediu-se não só o pico máximo da cromatografia como também o pico máximo das áreas na temperatura ambiente notando-se ainda a pressão barométrica.

O circuito do vaporizador usado foi aranjado como se segue. Os pulmões artificiais consistiram num par de bolsas de borracha suspensas numa câmara fechada e provida de um fole. Os vaporizadores usados nestes estudos foram o Fluotec o Vaporizador para Ethrane, o Vaporizador Oftec (para ethrane) e o Copper Kettle, Foregger. Cada um destes vaporizadores foi estudado com um fluxo de oxigênio de 6, 8 e 10 litros por minuto excetuando-se o Copper Kettle para o qual se usaram fluxos de diluição de 3, 4, 5, 6 e 8 litros por minuto.

O ventilador Bennet foi ajustado para um volume corrente de 650 ml a uma frequência de 15 respirações por minuto e uma pressão de 18 torr. Retiraram-se várias amostras para análise por meio de uma seringa de 50 ml, tanto durante a inspiração como na expiração. O cálculo da porcentagem de enflurano foi feito da seguinte maneira: o frasco usado para fazer a mistura gasosa tinha um volume de 572.1 ml, determinado através de pesagem primeiro vazio e depois cheio

de água à temperatura ambiente. Dai, conforme a lei dos gases, a porcentagem de enflurano no frasco foi determinada da seguinte maneira:  $0,0933 \times T \times V$ , em que T a temperatu-

P

ra ambiente em graus Kelvin, V é o volume em microlitros de enflurano adicionado e P é a pressão barométrica em torr.

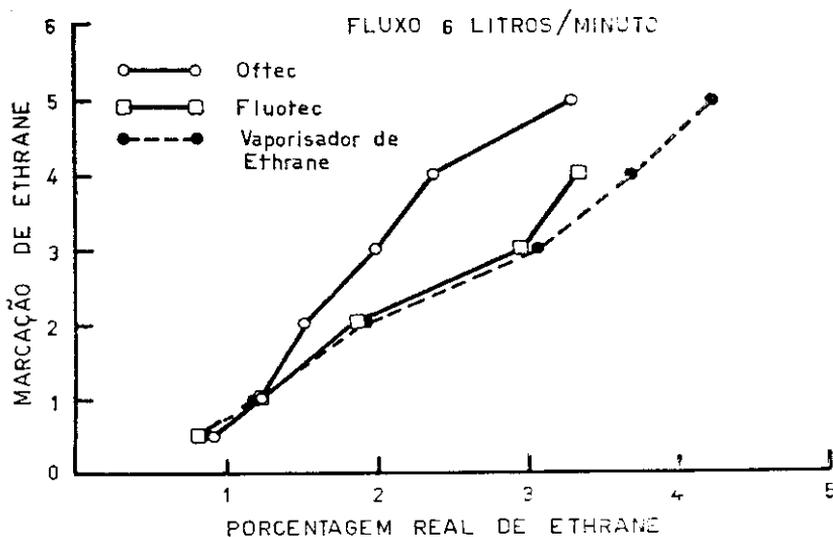


FIGURA 1

Gráfico mostrando a concentração de enflurano fornecido por vaporizadoras com fluxo de oxigênio de 6 litros por minuto.

#### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos são apresentados nas figuras 1, 2, 3 e 4.

A medida de cada concentração de enflurano foi repetida até se obter valores constantes tanto para a área abaixo do pico de cada grupo de valor constante calculando-se a média, o erro padrão e o desvio do erro padrão. O desvio do erro padrão variava de 0 a 0.05% de enflurano com um erro padrão médio de 0.01% de enflurano. Também havia bastante concordância entre as concentrações de enflurano medidas pela altura máxima e pela área abaixo do pico máximo medido: a média das diferenças era de 0.04% e as varia-

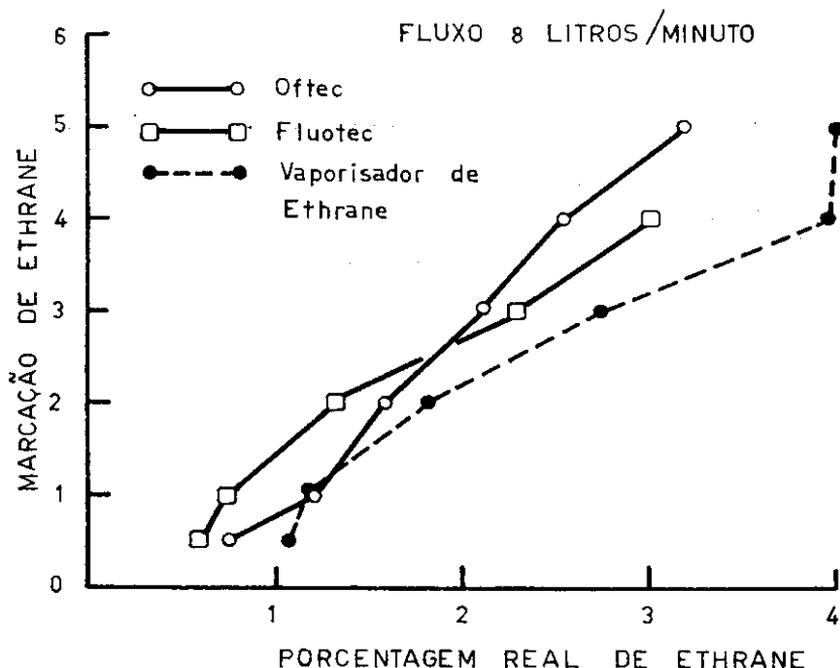


FIGURA 2

Gráfico mostrando concentrações de enflurano fornecidas por vaporizadores com fluxo de oxigênio de 8 litros por minuto.

ma de gases. Após dissolução o anestésico poderá se difundir ções foram de 0.000 a 0.19%. Esses valores certamente estão dentro de uma variação razoável para o uso clínico. Entretanto, nenhum anesthesiologista deveria usar na prática o enflurano em qualquer vaporizador sem que tivesse à mão uma curva de calibração. Dos quatro vaporizadores testados, o "Vaporizador Ethrane", dá a concentração de enflurano mais próxima ao que está marcado no dial mas mesmo assim a sua exatidão falha, tanto quando se aumenta a concentração ao máximo, como quando se aumenta o fluxo de oxigênio. Como se vê nos gráficos a porcentagem real de ethrane que é fornecido pelo vaporizador nas concentrações da escala é invariavelmente menor do que a marcação do dial, o que pode ser considerada uma margem de segurança. Algumas observações parecem indicar que pelo menos parte da falha de fornecer um vapor conforme a marcação do dial em fluxos altos pode ser devida a uma perda de enflurano que se dissolve na tubulação e outros materiais flexíveis presentes no siste-

através da parede da tubulação e finalmente ser liberado no ambiente.

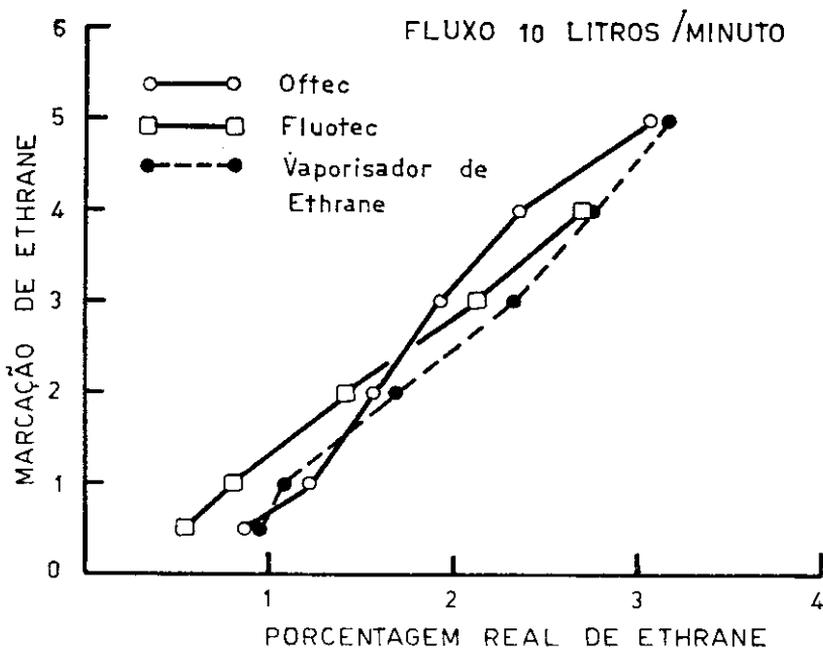


FIGURA 3

Gráfico mostrando as concentrações de enflurano fornecidas por vaporizadores com fluxo de oxigênio de 10 litros por minuto.

Consegue-se uma concentração constante do anestésico dentro do circuito apenas quando a quantidade perdida se torna igual a quantidade de reposição. Por exemplo, quando conectamos primeiramente o Copper Kettle o fluxo de vaporização sendo de 300 ml por minuto passaram-se vários minutos antes de que se pudesse obter enflurano com uma seringa, como foi demonstrado pela ausência de picos no cromatógrafo. Apenas após 15 minutos é que se notou que os picos paravam de aumentar e davam medidas reproduzíveis. Ainda em uma experiência anterior com o Offtec a seringa que tirava amostra da mistura gasosa era colocada imediatamente após a saída do vaporizador. Resultados típicos estão demonstrados na Tabela I. Indicam uma porcentagem significativamente maior de enflurano neste ponto de saída do vaporizador do que a que foi medida mais adiante do sistema ou

na entrada dos pulmões. A evidência sugere que a perda do anestésico dessa maneira se faz em proporções significativas. Essa perda pode ser reduzida pela seleção de tubos menos permeáveis aos vapores do anestésicos que a borracha sintética ou natural. O cloreto de polivinil e especialmente o nylon 6, são eficientes enquanto que o polietileno não oferece vantagens sobre a borracha (9).

TABELA I

PORCENTAGEM DE ENFLUORANO NA SAÍDA DO VAPORIZADOR OFTEC COM FLUXO DE 10.5 LITROS DE OXIGÊNIO POR MINUTO

Marcação do Vaporizador	0	0.5	1.0	2.0	3.0	5.0
% enflorano	0	0.90	1.49	2.24	2.88	4.38

O vaporizador Copper Kettle difere dos outros vaporizadores porque o controle para concentração do vapor anestésico não é único. Em vez disso existe uma combinação do fluxo de gás diluente controlável com válvula de agulha e um fluxo de gás de vaporizador também controlável com uma outra válvula de agulha este último passando dentro do vaporizador e saindo então um vapor anestésico saturado que é diluído com um fluxo de gás diluente dando uma saída única de gás, no qual a concentração do anestésico é calculável se conhecermos os fluxos e pressões de vapor do anestésico à temperatura ambiente. Controlamos a calibração dos novos vaporizadores Copper Kettle e seus fluxômetros e verificamos uma falha bastante grande nos fluxos com o que está realmente marcado e dificuldade da reprodução dos fluxos com determinada abertura da válvula de agulha. As discrepâncias entre as indicações e o fluxo real podem produzir diferenças nas concentrações do anestésico de até 25% acima ou abaixo do esperado. Neste sentido então as nossas observações com o enflorane vaporizado no Copper Kettle devem ser tomadas como fortuitas. Uma das possíveis explicações para o comportamento errático da leitura do fluxômetro pode ser a ocorrência de eletricidade estática dentro ou próxima dos fluxômetros. Observamos que esfregando a parede anterior do "plexiglas" com uma esponja há imediatamente uma alteração bastante grande na posição da bobina que persiste por alguns minutos. Qualquer outro mecanismo que causasse a acumulação de carga eletrostática poderia produzir alterações seme-

lhantes. O fluxo de gases secos através de um fluxômetro pode provocar a mesma ocorrência.

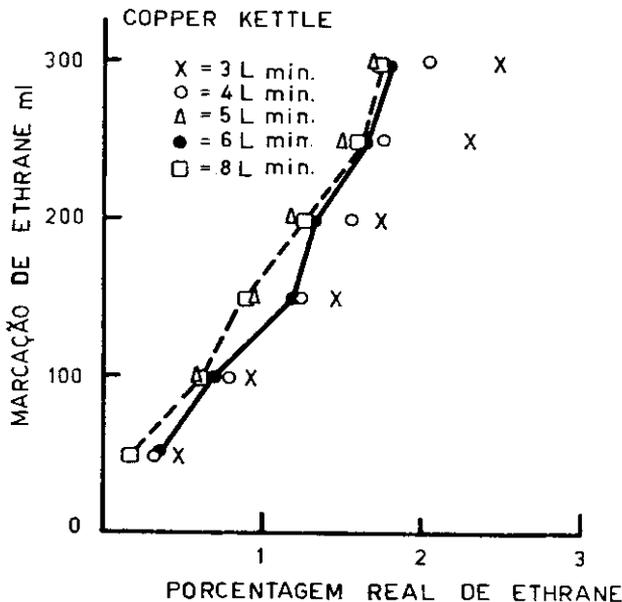


FIGURA 4

Gráfico mostrando concentrações de enflorano fornecidas pelo vaporizador Copper Kettle a diversos fluxos de oxigênio.

Deve-se tomar cuidado também quando se usa o vaporizador Oftec para não permitir a entrada de qualquer partícula dentro do vaporizador. Certa ocasião nosso modelo parou de fornecer enflorano, o que se manifestou pela ausência do cheiro anestésico e uma diminuição súbita dos picos. Ao desmontar o vaporizador Oftec e soprando em sentido contrário ao fluxo de gás expeliu-se uma pequena partícula talvez com 1 mm de diâmetro após o que o vaporizador recomeçou a funcionar perfeitamente.

#### CONCLUSÕES

Mediu-se a concentração de um novo agente halogenado, o enflorano, na entrada de um sistema respiratório artificial usando-se os vaporizadores Fluotec e Ethrane (fabricados pela Cyprane) o Copper Kettle (Foregger) e o vaporizador Oftec

para ethrane usando tubos de borrachas condutivas de uso geral em anestesia.

As observações mostraram dois efeitos principais que devem ser considerados quando se quer dar concentrações precisas de enflurano a um paciente e que devem ser lembrados quando se usa este agente, na clínica. O principal efeito é a substancial diferença entre o valor marcado no dial e a concentração real do anestésico que sai do vaporizador. Nos valores mais baixos da escala a concentração real obtida é freqüentemente maior do que a marcação do dial enquanto nos limites superiores da escala ocorre o inverso especialmente com fluxos altos. A outra observação indica que há uma perda significativa da concentração do anestésico a medida que o vapor se move da saída do vaporizador para os pulmões. Este efeito é devido a um grau variado de dissolução do vapor anestésico no sistema inalatório que geralmente consiste em tubos de borracha. Isto também ocorre com material de polietileno, mas pode ser menor com outros plásticos.

Os dados de calibração apresentados neste trabalho podem ser usados para compensar estes efeitos e recomenda-se aos fabricantes destes vaporizadores a fornecer curva de calibração para os seus produtos.

## SUMMARY

### ENFLURANE (ETHRANE) VAPORIZERS

The concentration of the halogenated inhalation anesthetic enflurane (Ethrane) was measured at the entrance to artificial lungs in a typical anesthetic circuit using the Fluotec and Ethrane vaporizers (both made by Cyprane), the Copper Kettle (Foregger) and the Oftec (made in Brazil) as delivered by standard conductive rubber anesthetic hoses.

Observations show two main effects that should be considered if the delivery of a precisely known concentration of enflurane to a patient's lungs is desired, and should be remembered when the agent is used clinically. The main effect is the well-known substantial difference between the dial figures on a vaporizer and the actual percentage concentration of anesthetic which it delivers. At the lowest end of the scale, the delivered concentration is frequently higher than the dial setting, whereas at the upper end of the scale the reverse is true, particularly at high flowrates. The other observation that indicates a significant effect is the drop in anesthetic concentration as the vapor moves from the exit port of the vaporizer to the lungs. The last effect is due in varying degree to the anesthetic vapor dissolving in the delivery system — which usually consists of rubber hoses. It occurs also to a high degree with polyethylene, but may be much less with other plastics.

Calibration data presented in this report may be used to compensate for these effects, or may encourage manufacturers to provide the calibration curves with individual vaporizers.

## REFERENCIAS

1. Van Dyke R A and Chenoweth M B — Metabolism of volatile anesthetics. *Anesthesiology* 26:348, 1965.
2. Brown B R and Vandam L C — A review of current advances in metabolism of inhalation anesthetics. *Ann New York Acad Sci* 179:235, 1971.
3. MacKay I M — Clinical evaluation of Fluothane with special reference to a controlled percentage vaporizer. *Canad Anaesth Soc J* 4:235, 1957.
4. Ngai S H, Green H D, Knox J R and Slocum H C — Evaluation of inhalers for trichlorethylene, chloroform and fluothane. *Anesthesiology* 19:488, 1958.
5. Massa L S and Zauder H L — Calibration of a new vaporizer. *Anesthesiology* 25:708, 1964.
6. Dobkin A B, Johnston H J and Skinner L C — A study of chloroform anaesthesia in a precision system I & II. *Canad Anaesth Soc J* 7:257, 1960 and 7:379, 1960.
7. Dobkin A B, Heirinch R G, Israel J S, Levy A A, Neville J F Jr, and Ounkasem K — Clinical and laboratory evaluation of a new inhalation agent: compound 347 ( $\text{CHF}_2\text{-O-CF}_2\text{CHF Cl}$ ) *Anesthesiology* 29:275, 1968.
8. Dobkin A B, Nishioka K, Gengaje D B, Kim D S, Evers W and Israel J S Ethrane (Compound 347) anesthesia: a clinical and laboratory review of 700 cases. *Anesth & Analg* 48:477 1969.
9. Robb W L — Thin silicone membranes — their permeation properties and some applications. Report No. 65-C-031, General Electric Co, October 1965.



XIV CONGRESSO ARGENTINO DE ANESTESIOLOGIA

SÃO MIGUEL DE TUCUMAN

1 A 15 DE SETEMBRO