

1427

**EMPREGO DO ENFLUORANO E DO VENTILADOR
MONAGHAN MODELO 300 EM ANESTESIA
PEDIÁTRICA (*)**

DR. JOSÉ ROBERTO NOCITE, E.A. ()**

DR. BENEDICTO IGNACIO BARBOSA, E.A. (*)**

DR. CARLOS ALBERTO CAGNOLATI, E.A. (**)**

DR. JOSÉ VINHAS RIBEIRO (***)**

AP 1828

Foi utilizado o enflorano em técnica de anestesia balanceada com tiopental sódico e pancurônio, em vinte e quatro pacientes pediátricos cujas idades variaram de 6 meses a 10 anos. Em todos os casos a respiração foi controlada com o Ventilador Monaghan Modelo 300, usando-se volumes correntes e frequências respiratórias pré-determinadas de acordo com as idades das crianças. Em três pacientes submetidos a cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea, foram detectados os valores de gasometria do sangue arterial na vigência de respiração controlada pelo Monaghan.

O consumo médio de enflorano, administrado com fluxo de oxigênio variável entre 0,8 e 1,5 litros/minuto através de Vaporizador Universal de Takaoka, foi de 9,1 ml/hora, e não guardou relação com a idade da criança.

Foram observadas boa estabilidade cardiovascular durante a anestesia, recuperação imediata de reflexos protetores após descurarização e baixa incidência de vômitos no período pós-operatório.

A gasometria do sangue arterial acusou valores situados dentro da faixa de normalidade, corroborando o bom padrão de ventilação obtido com este método de anestesia pediátrica.

Entre as vantagens atribuídas ao enflorano em anestesia pediátrica, podemos enumerar: a) indução suave com rá-

(*) Trabalho realizado no Serviço de Anestesia da Santa Casa de Misericórdia de Ribeirão Preto (CET-SBA) e apresentado ao XXIII.º Congresso Brasileiro de Anestesiologia, Belém-PA, Dezembro de 1976.

(**) Responsável pelo CET da Santa Casa de Misericórdia de Ribeirão Preto e Assistente do Depto. de Fisiologia da Faculdade de Medicina de Catanduva-SP.

(***) Chefe do Serviço de Anestesia da Santa Casa de Misericórdia de Ribeirão Preto-SP.

(****) Membro do Serviço de Anestesia da Santa Casa de Ribeirão Preto-SP.

(*****) Médico-Residente (1976) do CET da Santa Casa de Ribeirão Preto-SP.

pida perda da consciência; b) ausência de irritação das vias aéreas; c) despertar rápido com possibilidade de alimentação precoce no período pós-operatório; d) restabelecimento precoce dos reflexos de tosse e de deglutição após interrupção da administração do agente; e) baixa incidência de náuseas e vômitos no pós-operatório.

O emprego de enflorano como anestésico único em pacientes pediátricos não tem sido recomendado, preferindo-se utilizá-lo em técnicas de anestesia balanceada, associado a doses hipnóticas intermitentes de barbitúricos por via venosa ou a misturas de óxido nitroso e oxigênio (13).

Tem sido relatado que a administração de enflorano leva a atividade disrítmica no EEG (7,10), a qual pode eventualmente acompanhar-se de manifestações motoras. Entretanto, observações clínicas têm evidenciado que estes padrões convulsivantes de EEG só ocorrem na prática em presença de hiperventilação acentuada e de anestesia profunda pelo enflorano (3). Assim, o emprego deste agente em técnicas de anestesia balanceada e portanto em baixas concentrações, afastaria o perigo desta ação indesejável do enflorano sobre o SNC.

Tendo em mente os princípios acima expostos, resolvemos utilizar o enflorano em técnica de anestesia balanceada nesta série de pacientes pediátricos mantidos sob respiração controlada com o auxílio do Ventilador Monaghan Modelo 300. Este aparelho permite ventilar pacientes sob anestesia geral, com ar atmosférico ou com misturas ar-oxigênio, tanto em sistemas com reinalação como em sistemas sem reinalação. O aparelho pode ciclar a pressão constante com volume variável ou a volume constante com pressão variável (pressão positiva máxima de 40 cm H₂O). No presente trabalho, utilizamos o Ventilador Monaghan Modelo 300 ciclando a volume constante durante anestesia, em sistema sem reinalação e administrando aos pacientes mistura ar-oxigênio.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudados vinte e quatro pacientes pediátricos de ambos os sexos, com pesos variáveis entre 7 e 37 kg (média ponderal de 20,5 kg), com idades variáveis entre 6 meses e 10 anos) submetidos a cirurgias eletivas. Estas características podem ser observadas na Tabela I.

As crianças encontravam-se em boas condições gerais, atribuindo-se a vinte delas o estado físico 1 e às quatro restantes o estado físico 2 (classificação da A.S.A.).

TABELA I

DISTRIBUIÇÃO DOS PACIENTES EM RELAÇÃO A IDADE, SEXO, PESO E TIPO DE CIRURGIA

Caso n.º	Idade	Sexo	Peso (kg)	Tipo de cirurgia
01	9 anos	Masc	24	Orquidopexia D
02	3 anos	Fem	15	Herniorrafia umbilical
03	10 anos	Masc	30	Orquidopexia D
04	2 anos	Fem	17	Exérese hemangioma lábio
05	6 meses	Masc	7	Herniorrafia inguinal D
06	3 anos	Masc	15	Herniorrafia inguinal D
07	7 anos	Masc	24	Apendicectomia
08	9 anos	Fem	27	Linfadenectomia inguinal D
09	1 a 4 meses	Masc	11	Herniorrafia inguinal E
10	4 anos	Fem	15	Transferência músc. tibial
11	1 ano	Masc	10	Herniorrafia umbilical
12	8 anos	Fem	22	Exérese cisto punho D
13	5 anos	Masc	18	Transferência músc. tibial
14	5 anos	Masc	20	Herniorrafia inguinal bilat.
15	10 anos	Masc	35	Orquidopexia E
16	10 anos	Masc	37	Correção de hipospádia
17	2 a 3 meses	Masc	13	Esfincterectomia anal
18	2 a 5 meses	Masc	12	Herniorrafia inguinal D
19	6 anos	Fem	19	Herniorrafia umbilical
20	10 anos	Masc	37	Transferência bíceps braquial
21	6 anos	Fem	20	Facectomia OE
22	10 anos	Masc	25	Correção de CIV com CEG
23	6 anos	Fem	14	Comissurotomia pulmonar — CEG
24	10 anos	Masc	26	Correção de CIV com CEG

A medicação pré-anestésica foi administrada em vinte e um casos, cinquenta minutos antes do início previsto da cirurgia, e constou da associação de pentobarbital sódico (7 mg/kg com dose máxima de 100 mg) e levomepromazina (1 mg/kg) por via oral, além de atropina (0,125 a 0,25 mg) por via intramuscular. Em três casos da série (os de números 11, 15 e 20) não foi administrada medicação pré-anestésica.

A indução da anestesia foi obtida em vinte e três crianças com a injeção de tiopental sódico por via venosa na dose de 5 mg/kg. Em seguida, iniciava-se o gotejamento por via venosa de solução salina glicosada a 5%, seguido da administração de brometo de pancurônio na dose de 0,1 mg/kg, pela mesma via. Procedia-se à entubação traqueal e a respiração passava a ser controlada com o Ventilador Monaghan Modelo 300.

Em uma criança de 6 meses de idade (caso n.º 05), como a punção venosa fosse difícil, injetou-se metohexital sódico

na dose de 10 mg/kg por via intramuscular⁽⁹⁾ e logo que sobreveio inconsciência administrou-se succinilcolina na dose de 2 mg/kg pela mesma via. A criança foi então submetida à intubação traqueal, passou-se à respiração controlada com administração do agente inalatório, punccionou-se uma veia e o brometo de pancurônio foi empregado como nos casos anteriores.

A reposição hidroeletrólítica transoperatória foi feita com solução glicofisiológica à velocidade de infusão de cerca de 3 ml/kg/hora⁽¹⁾.

A respiração foi controlada em todos os casos com o Ventilador Monaghan Modelo 300 ciclando a volume constante. Foi adaptada à parte distal do tubo corrugado do aparelho uma válvula unidirecional MR-Oftec, obtendo-se um sistema anestésico sem reinalação. Entre a válvula e o tubo corrugado conectou-se uma peça para administração de fluxo adicional de oxigênio, o qual era somado ao ar proveniente do fole do aparelho. Usou-se em todos os casos o fole pediátrico, cujo volume máximo fornecido é de 250 ml.

O cálculo do volume corrente, da frequência respiratória e do volume-minuto respiratório foi feito de acordo com a idade da criança, seguindo-se os valores normais considerados por Pfluger⁽¹¹⁾. Uma vez determinado o volume-minuto respiratório, administrava-se aproximadamente 1/3 deste sob a forma de oxigênio puro (fluxo adicional) e 2/3 sob a forma de ar atmosférico (fole do Ventilador). Nestas condições, os pacientes foram ventilados com mistura ar-oxigênio na qual a concentração de oxigênio ficou entre 40 e 50%.

Os valores de volume corrente, frequência respiratória, volume-minuto respiratório e fluxo adicional de oxigênio utilizados, estão expressos na Tabela II.

O fluxo adicional de oxigênio era sempre dirigido através de um Vaporizador Universal de Takaoka⁽¹⁵⁾, onde se processava a vaporização do enflorano a ser administrado à criança. A intensidade da vaporização do agente durante o ato cirúrgico era regulada no sentido de manter a pressão arterial sistólica no mesmo nível observado antes da indução anestésica.

A fim de não administrar quantidades muito elevadas de enflorano às crianças (mesmo porque os baixos fluxos de oxigênio através do vaporizador não o permitiam), eram injetadas por via venosa doses intermitentes de tiopental sódico (25 a 50 mg), com as quais se conseguia mais facilmente um plano adequado de anestesia.

Nas cirurgias mais demoradas, em que havia necessidade de relaxamento prolongado, eram administradas doses adi-

TABELA II

VALORES DE VOLUME CORRENTE, FREQUÊNCIA RESPIRATÓRIA, VOLUME MINUTO RESPIRATÓRIO E FLUXO DE OXIGÊNIO ADICIONAL NOS PACIENTES ESTUDADOS

Caso n.º	Idade	Vt	f	VMR	VO ₂ AD
01	9 anos	200	22	4400	1,5
02	3 anos	110	25	2750	1,0
03	10 anos	220	20	4400	1,5
04	2 anos	100	28	2800	1,0
05	6 meses	50	35	1750	0,8
06	3 anos	110	24	2600	1,0
07	7 anos	160	20	3200	1,2
08	9 anos	200	20	4000	1,5
09	1 ano e 4 meses	80	25	2000	0,8
10	4 anos	140	20	2800	1,0
11	1 ano	80	25	2000	0,8
12	8 anos	200	20	4000	1,5
13	5 anos	140	20	2800	1,0
14	5 anos	140	20	2800	1,0
15	10 anos	200	20	4000	1,5
16	10 anos	200	20	4000	1,5
18	2 anos e 5 meses	100	25	2500	1,0
17	2 anos e 3 meses	100	25	2500	1,0
19	6 anos	140	20	2800	1,0
20	10 anos	220	20	4400	1,5
21	6 anos	140	20	2800	1,0
22	10 anos	200	20	4000	1,5
23	6 anos	120	22	2640	1,0
24	10 anos	200	20	4000	1,5

Vt = Volume Corrente (ml)

f = Frequência Respiratória (movimentos/minuto)

VMR = Volume Minuto Respiratório (ml)

VO₂AD = Volume de Oxigênio Adicional (l/min)

cionais de 0,04 mg/kg de brometo de pancurônio por via venosa.

Em todos os casos foi efetuado controle de frequência cardíaca e de pressão arterial. A adaptação de um estetoscópio à região pré-cordial da criança permitia, através de ausculta periódicas, a detecção de possíveis arritmias cardíacas.

Ao final da cirurgia, interrompia-se a administração de enflorano e desconectava-se o paciente do ventilador. Quando a criança reassumia padrão de respiração espontânea capaz de garantir-lhe ventilação pulmonar satisfatória (o que era conferido com o auxílio de um ventilômetro de Wright), retirava-se a cânula traqueal e procedia-se à aspiração da oro-

faringe. Sempre que havia evidência de bloqueio neuromuscular persistente ao final da cirurgia, administrava-se, por via venosa, prostigmina na dose de 0,06 mg/kg precedida de atropina na dose de 0,02 mg/kg, seguindo a orientação de outros autores em anestesia pediátrica (5).

Os pacientes eram encaminhados à Sala de Recuperação, onde eram observados principalmente em relação ao despertar, à recuperação de reflexos e à incidência de vômitos.

Determinou-se o consumo horário de enflorano em todos os casos.

Em três crianças submetidas a cirurgia cardíaca com esta técnica anestésica, foram determinados os valores de gasometria de sangue arterial antes da instalação da circulação extracorpórea, a fim de se observar o comportamento dos gases sanguíneos durante ventilação controlada com o Monaghan Modelo 300.

RESULTADOS

Na Tabela III estão expressos a duração das cirurgias e o consumo horário de enflorano com a técnica descrita.

O consumo médio de enflorano nos primeiros vinte e um casos da série (exceptuando-se portanto os casos de cirurgia cardíaca) foi de 9,1 ml/hora. O maior consumo verificou-se em um criança de 4 anos (12,8 ml/hora) e o menor consumo verificou-se em uma criança de 2 anos e 3 meses (5,0 ml/hora).

Na Figura 1, estão representados graficamente os consumos horários de enflorano e as idades das crianças analisadas. Praticamente não houve relação entre a idade e o consumo do anestésico: podemos observar no gráfico crianças menores com elevado consumo, crianças maiores com baixo consumo, e vice-versa.

Em três casos (os de número 07, 15 e 20) houve necessidade de administração de doses de 0,025 mg de fentanil por via venosa, além das doses intermitentes de tiopental, a fim de manter as crianças em plano adequado de anestesia. Note-se que duas destas crianças (casos n.ºs. 15 e 20) não haviam recebido medicação pré-anestésica.

Não se observou hipotensão arterial em nenhum dos pacientes durante a cirurgia. Em oito crianças (33% dos casos) houve elevação da frequência cardíaca após intubação traqueal e início da administração do enflorano, em relação aos valores pré-indução. Esta elevação não ultrapassou porém em nenhum caso a ordem dos 25% dos valores iniciais.

TABELA III

DURAÇÃO DAS CIRURGIAS E CONSUMO DE ENFLUORANO PELOS
PACIENTES PEDIÁTRICOS

Caso n.º	Idade	Duração da cirurgia (min)	Consumo Total de enflorano (ml)	Consumo horário de enflorano (ml)
01	9 anos	50	7	8,4
02	3 anos	50	10	12,0
03	10 anos	80	19	7,5
04	2 anos	150	28	11,2
05	6 meses	90	8	5,2
06	3 anos	45	8	10,6
07	7 anos	60	10	10,0
08	9 anos	60	6	6,0
09	1 ano e 4 meses	105	15	8,5
10	4 anos	140	30	12,8
11	1 ano	105	10	5,7
12	8 anos	60	3	8,0
13	5 anos	180	20	6,6
14	5 anos	90	3	5,3
15	10 anos	60	12	12,0
16	10 anos	90	18	12,0
17	2 anos e 3 meses	60	5	5,0
18	2 anos e 5 meses	50	8	9,6
19	6 anos	60	7	7,0
20	10 anos	135	20	8,8
21	6 anos	75	12	9,6
22	10 anos	270	30	6,6
23	6 anos	240	25	6,2
24	10 anos	300	40	8,0

Foi necessária a administração de atropina e prostigmina nas doses indicadas para descurarização em quatorze pacientes. Os três pacientes submetidos a cirurgia cardíaca foram mantidos em ventilação assistida sob sedação no pós-operatório imediato. Os sete restantes chegaram ao término do procedimento com ventilação satisfatória sob respiração espontânea, não havendo necessidade de receber prostigmina.

Ocorreram vômitos na forma líquida em apenas uma criança de 4 anos, logo após a extubação e ainda na sala de cirurgia, o que correspondeu a uma incidência da complicação da ordem de 4,1%. Houve restabelecimento precoce dos reflexos de tosse e deglutição em praticamente todos os casos.

Na Sala de Recuperação registrou-se agitação psicomotora em três crianças, correspondendo a uma incidência do fenômeno da ordem de 12,5%. Em nenhum dos casos estuda-

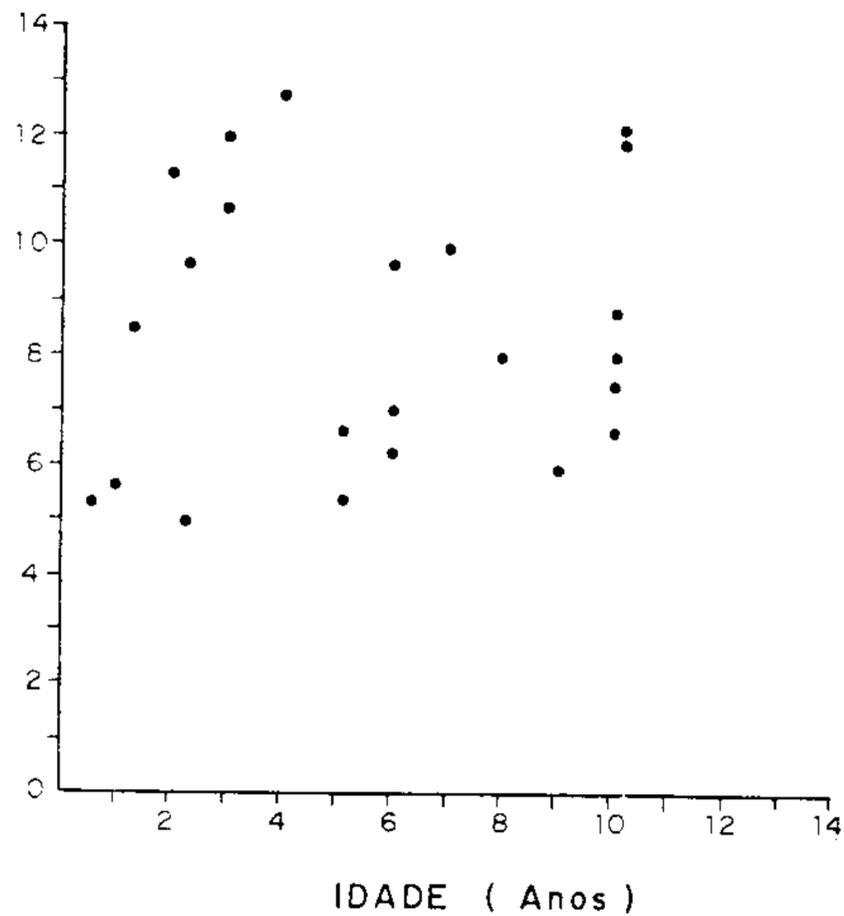


FIGURA 1

Relação entre consumo de enflorano e idade dos pacientes pediátricos

dos ocorreram convulsões após recuperação da atividade motora.

Na Tabela IV estão expressos os valores de gasometria de sangue arterial obtidos nos três pacientes submetidos a cirurgia cardíaca, sob respiração controlada com o Ventilador Monaghan Modelo 300.

DISCUSSÃO

O uso do enflorano como agente analgésico em técnica de anestesia balanceada em pediatria mostrou bons resultados.

TABELA IV

GASOMETRIA DE SANGUE ARTERIAL EM PACIENTES PEDIÁTRICOS SOB RESPIRAÇÃO CONTROLADA COM O VENTILADOR MONAGHAN MODELO 300

Caso n.º	pH	PaCO ₂ (mmHg)	PaO ₂ (mmHg)	DB (mEq/l)
22	7,44	38	200	+ 2,5
23	7,40	39	300	- 0,5
24	7,42	39	322	+ 1,0

A boa estabilidade cardiovascular com as doses do agente empregadas, a recuperação imediata dos reflexos protetores quando se interrompe sua administração, a ausência de problemas por aumento de secreções, a baixa incidência de vômitos no período pós-operatório, a ausência de depressão respiratória quando o paciente reassume respiração espontânea após descurarização ao final da cirurgia, são características que podem ser agrupadas como vantagens do enflurano em anestesia pediátrica.

A incidência de agitação psicomotora na fase de recuperação foi relativamente menor do que a observada por outros autores (13) com o mesmo agente em pacientes pediátricos e isto parece-nos ter sido proporcionado pela associação de tiopental sódico e de fentanil (em alguns casos) ao enflurano.

A ausência de analgesia residual após o emprego do enflurano pode requerer a administração precoce de analgésicos no pós-operatório a fim de que as crianças não se tornem excessivamente agitadas. Esta recuperação rápida dos pacientes após o uso do enflurano está ligada principalmente à sua baixa solubilidade no sangue. O coeficiente de partição sangue/gás do enflurano é 1,9, inferior ao do halotano (2,4) e ao do metoxifluorano (13,0). Assim, logo que se interrompe a administração do agente, ele tende a passar do sangue para os alvéolos e destes para o exterior, o que faz diminuir rapidamente sua concentração no sangue circulante (16).

Esta rápida excreção do enflurano quando termina a anestesia, bem como sua maior estabilidade química em relação a outros halogenados, explicam uma outra vantagem deste agente que é o seu baixo grau de biotransformação (4). Assim, Chase e col. (2) demonstraram no homem que apenas 2,4% da dose de enflurano administrada sofre biotransformação. Esta taxa é menor do que as taxas encontradas para o halotano e para o metoxifluorano, que são da ordem de 12-20% e de 50%, respectivamente (6,12).

O padrão de ventilação obtido nas crianças analisadas com o emprego do Ventilador Monaghan Modelo 300 para respiração controlada durante anestesia foi excelente, o que pode ser confirmado pela análise dos valores de gasometria do sangue arterial obtidos em alguns casos durante o funcionamento do aparelho. Estes valores estão rigorosamente dentro da faixa de normalidade considerada por Shapiro para a interpretação laboratorial dos gases sanguíneos (14).

Não foram observadas convulsões na fase de recuperação nos pacientes pediátricos deste estudo. É óbvio que durante a anestesia elas não poderiam ter ocorrido uma vez

que as crianças achavam-se sob bloqueio neuromuscular. Não foi realizado controle eletroencefalográfico durante o procedimento. Acreditamos, entretanto, que a probabilidade de aparecimento de padrões convulsivantes no EEG tenha sido mínima uma vez que estiveram ausentes as duas condições fundamentais para isto, ou seja, hiperventilação com hipocapnia acentuada e anestesia profunda pelo enflurano (3,8). O emprego do enflurano em técnicas de anestesia balanceada, associado a agentes venosos como o tiopental sódico e a relaxante musculares, propícia a possibilidade de administração de menores doses daquele agente, minimizando assim sua ação excitadora sobre o SNC.

SUMMARY

ENFLURANE AND CONTROLLED VENTILATION IN PEDIATRIC ANESTHESIA

Enflurane was used in association with sodium thiopental and pancuronium bromide (balanced anesthesia) in twenty-four pediatric patients with ages ranging from six months to ten years. Respiration was controlled by means of "volume-cycled" Monaghan 300 Anesthesia Ventilator. Tidal volume, respiratory rate and respiratory minute volume were determined in each case by the age of the patient.

The average consumption of enflurane administered through a Takaoka's Universal Vaporizer was 9,1 ml/hour. We did not find any relation between anesthetic consumption and the age of the patient.

The following features of the technique may be appointed: good cardiovascular stability, rapid recovery of protective reflexes and low incidence of postanesthetic vomiting.

Determinations of blood gases carried out in three patients submitted to cardiac surgery showed normal values and this fact confirms the good ventilatory pattern proportionated by this method of pediatric anesthesia.

REFERÊNCIAS

1. Berry F A — Pediatric fluid and electrolyte therapy. Refresher Courses in Anesthesiology, ASA Inc, Philadelphia, 3:1-10, 1975.
2. Chase R E, Holaday D C, Fiserova-Bergerova V, Saidman L J & Mack F E — The biotransformation of ethrane in man. *Anesthesiology* 35:262-267, 1971.
3. Clark D L, Hosick E D & Rosner B S — Neurophysiological effects of different anesthetics in unconscious man. *J Appl Physiol* 31:884-891, 1971.
4. Cousins H J & Mazze R I — "Biotransformation of enflurane (ethrane) and isoflurane (Forane)". In: *Biotransformation of General Anesthetics*, Ed: Dal Santo, G. *International Anesthesiology Clinics* vol 12, n.º 2, 1974.
5. Goudsouzian N G, Ryan J F & Savarese J J — The neuromuscular effects of pancuronium in infants and children. *Anesthesiology* 41:95-98, 1974.
6. Holaday D A, Rudofsky R I & Treuhart P S — The metabolic degradation of methoxyflurane in man. *Anesthesiology* 33:579, 1970.
7. Julien R M & Kavan E M — Electrographic studies of a new volatile anesthetic agent: enflurane. *J Pharmac exp Ther* 183:383-403, 1972.

8. Lebowitz M, Blitt C & Dillon J — Enflurane-induced central nervous system excitation and its relation to carbon dioxide tension. *Anesth Analg* 51:355-363, 1972.
9. Nicoletti R L, Cunto J, Pereira M S C, Biagini J A, Angelini J & Mele R R — Metohexital sódico por via intramuscular como medicação pré-anestésica em pediatria. *Rev Bras Anest* 16:447-450, 1966.
10. Oliveira L F — Bases neurofisiológicas da anestesia geral. *Rev Bras Anest Supl* n.º 3:25-37, 1974.
11. Pfluger H — *Compendio de Anestesia Moderna*, 3.ª ed, Edit Científico-Médica, Barcelona, 1968, p 272.
12. Rehder K, Forbes J, Alter H, Hessler O & Stier A — Halothane biotransformation in man: a quantitative study. *Anesthesiology* 28:711-715, 1967.
13. Rodrigues I — Etrano em anestesia pediátrica. *Rev Bras Anest* 23:653-670, 1973.
14. Shapiro B A — Clinical application of blood gases. *Year Book Med Publ Inc*, Chicago, pp 89-102, 1973.
15. Takaoka K — Vaporizador Universal de Takaoka. *Rev Bras Anest* 15:18, 1965.



POEMA

“Não me deixe “Como que a dizer
“Cuide de mim quando eu estiver dormindo.
Olhe para que não me cortem muito.
Observe-os”
ELES — os mutiladores, morte dos sonhos infantis.

“Estarei contigo”
Você — memória de sua voz,
Seu amor pela vida, que permanece em algum lugar
atrás do medo que o faz segurar minha mão.
As batidas dos tambores de seu sangue em meus ouvidos,
minha mão bombeando sua respiração.
Meu cérebro servindo a nossos corpos.
Eu sabendo logo de seu destino.
Meus dedos, conhecedores, fazendo seus pulmões se
expandirem
depois desinflarem; um suspiro de prato.
Tenho que fazê-lo despertar
para que você venha morrer por si mesmo.

Dra. Suzanne Lamdim
Anesthesiology, 30:2, 1969
(adaptado)