

1426
ENFLUORANO E FLUXO PERIFÉRICO (*)

Avaliação pelo Método Pneumopletismográfico

DRA. GLÓRIA MARIA B. POTÉRIO, E.A. ()**

DR. JOÃO POTÉRIO FILHO (*)**

DRA. ANGÉLICA DE FÁTIMA M. ASSUNÇÃO (**)**

DR. ALVARO GUILHERME B. EUGÊNIO, E.A. (***)**

AP 1827
Os autores estudaram em um grupo de 10 pacientes submetidos a anestesia com enflorano, pelo método pneumopletismo gráfico, as variações de fluxo arterial periférico. As variações de ondas de pulso, frequência cardíaca e pressão de bloqueio arterial foram também estudadas.

Todos os parâmetros foram medidos em 3 tempos:

a) 45' após a medicação pré-anestésica. b) imediatamente após a indução da anestesia e antes da introdução do enflorano. c) 20' após o início da administração do enflorano.

Observou-se: a) aumento da onda de pulso, b) diminuição da pressão de bloqueio arterial; c) aumento do fluxo arterial periférico.

O enflorano é um agente anestésico volátil de fórmula estrutural, éter que é, semelhante ao metoxifluorano e comparável em muitos de seus efeitos ao halotano; uma vez que muitas de suas propriedades físico-químicas se assemelham.

(*) Trabalho realizado pela Disciplina de Anestesiologia no Hospital das Clínicas da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade de Campinas e apresentado no XXIII Congresso Brasileiro de Anestesiologia.

(**) Professora Assistente da Disciplina de Anestesiologia da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP.

(***) Professor Assistente Doutor da Disciplina de Moléstias Vasculares Periféricas da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP.

(****) Residente de Anestesiologia da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP.

(*****) Professor e Coordenador da Disciplina de Anestesiologia da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, e Responsável pelo C.E.T. Integrado de Campinas.

Botty e col. (2) em 1968, Lebowitz e col. (3) em 1971, e Dykes (4) em 1973 afirmaram que a hipotensão moderada que ocorre durante a indução com o enflorano, desaparece com a estimulação cirúrgica e a pressão arterial permanece estável durante a cirurgia.

Estudos realizados por Marshall e col. (9), em pacientes anestesiados com enflorano e em diferentes condições de PaCO₂, concluíram que o débito cardíaco e a pressão de enchimento dos ventrículos estavam aumentados, e havia diminuição da resistência periférica em condições de hiper-carbia.

Observações clínicas (3,1,5,6,10,12) mostraram que havia uma queda tensional quando se aprofundava a anestesia pelo enflorano. Esta queda de pressão arterial pode ser explicada pelo efeito periférico do anestésico.

Novelli e col. (11) comprovaram, em experiências realizadas em ratos, que o aumento progressivo da concentração do enflorano determina uma vasodilatação linearmente proporcional ao aumento da concentração.

O objetivo deste trabalho é estudar as variações do fluxo arterial periférico em pacientes submetidos a anestesia com o enflorano.

MATERIAL E MÉTODO

Foram estudados 10 pacientes de ambos os sexos (3 do sexo masculino e 7 do sexo feminino), com idades de 24 a 44 anos, considerados em estado físico I pela classificação da ASA.

1 — *Técnica Anestésica* — A medicação pré-anestésica consistiu de uma associação de meperidina e trifluopromazina administrada por via intramuscular cerca de 35 minutos antes do ato anestésico-cirúrgico, e em doses variáveis de acordo com o peso, sexo e idade dos pacientes.

Na indução da anestesia, utilizou-se tiopental sódico, intravenoso, 5 a 8 mg por kg de peso, seguido de intubação orotraqueal após relaxamento obtido com succinilcolina na dose de 1 mg/kg de peso. A manutenção foi sempre feita com enflorano na concentração de 2%, em uma mistura de óxido nítrico e oxigênio na proporção de 1:1. O sistema utilizado foi com reinalação parcial de gases, em método circular.

Para a administração do enflorano foi utilizado um vaporizador calibrado, de fabricação OFTEC, que possui compensação para variações de fluxo, temperatura e pressão.

Os pacientes permaneceram sob ventilação assistida e o nível de anestesia foi avaliado observando-se o lacrimeja-

mento, o diâmetro das pupilas, a pressão arterial e a frequência cardíaca.

2 — *Medida do Fluxo Arterial* — A medida do fluxo arterial foi realizada utilizando-se o método pneumopletismográfico sistematizado por Turner (16).

Os traçados foram obtidos envolvendo-se o antebraço e a mão dos pacientes com uma luva de PVC n.º 18, conectada a um transdutor de pressão Mod. 168-A — 1280-C, Waltham e a um fisiógrafo Sanborn Company Mod. 321. A oclusão venosa foi obtida pela aplicação de um esfigmomanômetro no braço dos pacientes, com pressões crescentes até a obtenção de um bloqueio total do fluxo arterial.

Os registros foram feitos em três tempos a saber: a) 45 minutos após a aplicação da medicação pré-anestésica (FA_1); b) imediatamente após a indução da anestesia e antes da introdução do enflorano (FA_2); c) 20 minutos após o início do enflorano e antes do início da cirurgia (FA_3).

O fluxo arterial foi calculado utilizando-se a tangente do ângulo inicial das curvas e aplicando-se a fórmula:

$$\phi = \frac{\text{tang. } \alpha \cdot 100}{1 \text{ ml}}$$

ϕ = fluxo
 α = ângulo inicial das curvas
 100 = velocidade do papel em mm/min.
 1 ml = valor em mm de 1 ml

Todos os traçados foram efetuados em papel termolábil milimetrado; as leituras foram feitas em milímetros e os valores obtidos foram relacionados com a variação provocada pela injeção ou retirada de 1 ml de ar no sistema.

As figuras 1 e 2 representam respectivamente uma esquematização do método pneumopletismográfico e a medida do fluxo periférico.

3 — *Medida de Onda de Pulso, da Frequência Cardíaca, e da Pressão de Bloqueio* — Em cada traçado além do fluxo arterial foi também lido o valor da onda de pulso, da frequência cardíaca, e da pressão necessária para bloquear completamente o fluxo sanguíneo, nos três tempos já citados.

A tabela I sumariza alguns dados referentes a material e método.

4 — *Tratamento Estatístico* — Os resultados obtidos foram tratados estatisticamente pelo método de análise da variância de Fischer ao nível de significância de 5% e com auxílio do teste de Tukey.

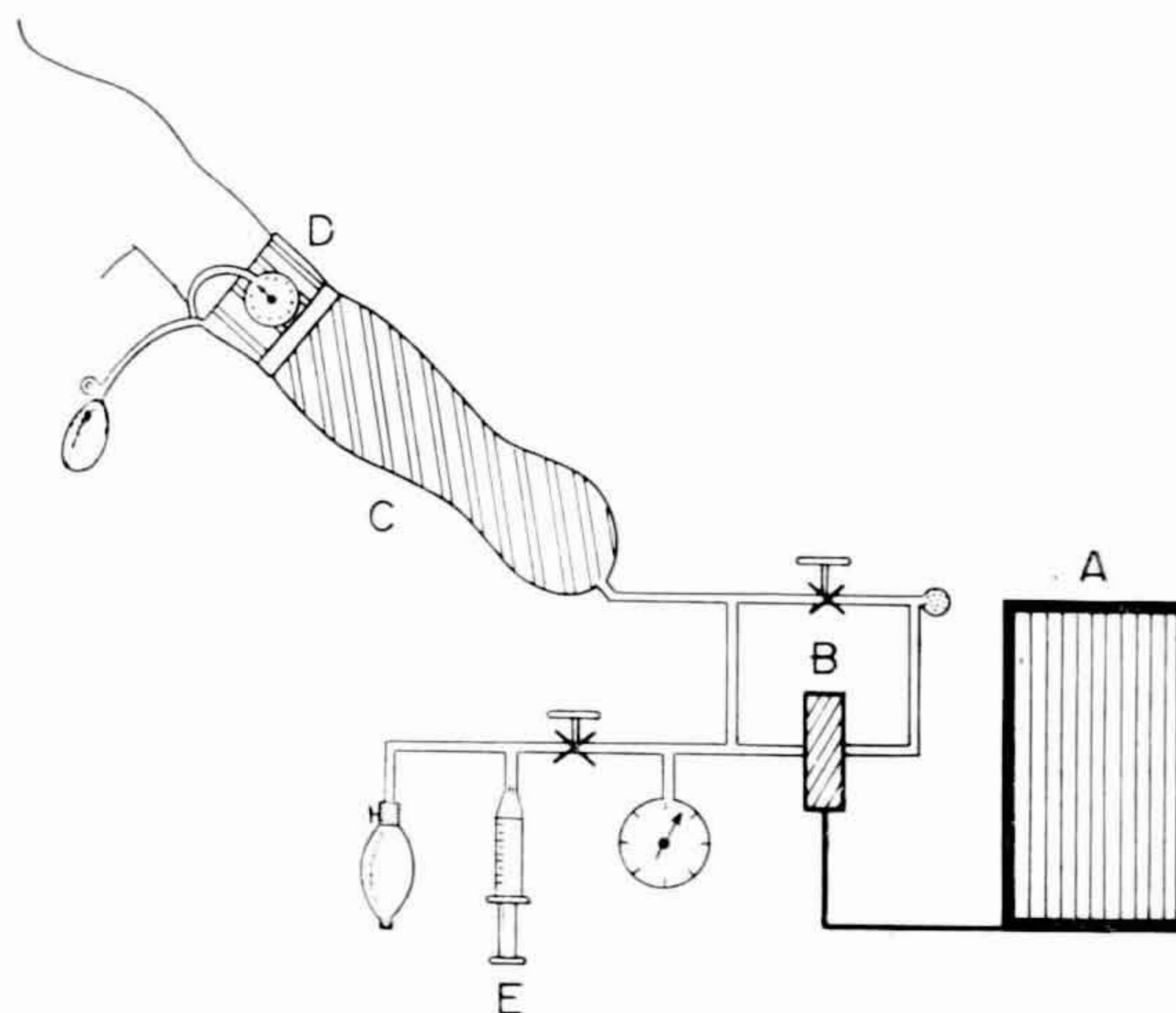


FIGURA 1

Esquema do sistema pletoisomográfico utilizado

- A — Aparelho registrador
- B — Transdutor de pressão
- C — Antebraço e mão esquerda
- D — Esfigmomanômetro
- E — Seringa

TABELA I

TEMPO DE ADMINISTRAÇÃO DO ENFLUORANO, SEXO, IDADE E TIPO DE CIRURGIA PROPOSTA

N.º de caso	Tempo de enflorano	Sexo	Idade	Tipo de cirurgia proposta
01	22	F	37	Colpoperineoplastia
02	24	F	41	Kelly-Kennedy e Miorrafia
03	21	M	35	Gastrectomia
04	24	F	44	Mamoplastia
05	29	F	32	Laqueadura-abdominal
06	25	F	39	Kelly-Kennedy e Miorrafia
07	30	F	43	Plástica de bexiga
08	24	M	35	Reimplante de ureter
09	24	M	42	Gastrectomia
10	30	F	24	Mamoplastia

RESULTADOS

1 — *Valores do Fluxo Arterial* — A tabela II sumariza os valores encontrados para o fluxo arterial nos 10 pacientes estudados.

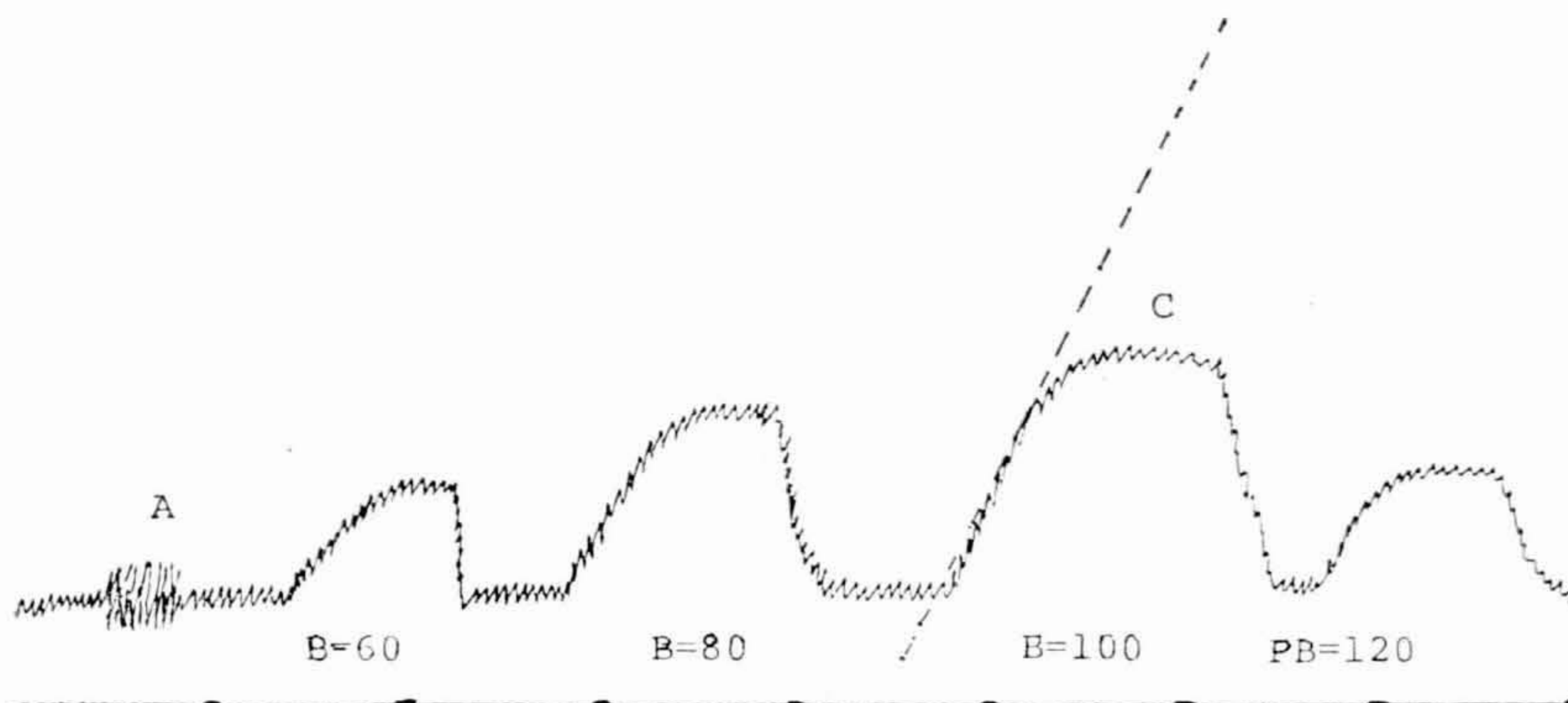


FIGURA 2

Medida do fluxo arterial periférico. Efeito das diferentes pressões de oclusão arterial.
 A — calibração do sistema pela retirada ou injeção de 1 ml de ar no sistema.
 B — diferentes pressões de bloqueio aplicadas no antebraço (mm Hg).
 PB — pressão de bloqueio total.
 C — ângulo (α) estilizado para cálculo do fluxo arterial.

TABELA II

VALORES DO FLUXO ARTERIAL PERIFÉRICO ANTES DA INDUÇÃO (FA_1),
 IMEDIATAMENTE APÓS A INDUÇÃO (FA_2) E APÓS 20 MINUTOS DE USO DO
 ENFLUORANO (FA_3)

N.º de caso	Valores * de 1 ml	Valores do fluxo arterial periférico medidos em ml/minuto		
		FA_1	FA_2	FA_3
01	8,00	15,83	15,83	15,83
02	5,00	7,66	12,00	12,48
03	2,40	11,91	34,95	28,08
04	6,00	7,76	10,00	7,76
05	7,00	25,00	25,00	23,97
06	5,00	24,00	27,26	24,00
07	5,00	16,96	16,96	24,00
08	2,80	20,60	20,60	28,89
09	4,00	18,82	18,88	20,22
10	4,50	9,42	15,55	11,80
Médias	4,97	15,79	19,73	19,70

* — Valores em milímetros obtidos pela injeção de 1 ml de ar no sistema.

A média encontrada para os valores de FA_1 foi de 15,79 ml/min, para os valores de FA_2 foi de 19,73 ml/min, e para os de FA_3 foi de 19,70 ml/min.

O estudo estatístico comparado mostrou um valor pouco significativo de F ao nível de 5%.

O coeficiente de variabilidade foi de 22,3.

A relação entre as médias dos valores de F_{A_3}/F_{A_1} foi de 1,2 e representou um acréscimo de 24,70%, portanto estatisticamente significativa.

2 — *Valores da Onda de Pulso* — Resumiu-se na tabela III, os valores da onda de pulso.

TABELA III

VALORES DA ONDA DE PULSO MEDIDOS ANTES DA INDUÇÃO (P_1),
IMEDIATAMENTE APÓS A INDUÇÃO (P_2) E APÓS 20' DE USO
DO ENFLUORANO (P_3)

N.º de caso	Valores * de 1 ml	Valores da onda de pulso em ml		
		P_1	P_2	P_3
01	8,00	0,2500	0,1875	0,3750
02	5,00	0,1400	0,1200	0,2800
03	2,40	0,2917	0,2917	0,6667
04	6,00	0,1667	0,1667	0,3334
05	7,00	0,4000	0,1710	0,3420
06	5,00	0,4800	0,3200	0,5600
07	5,00	0,3600	0,2000	0,2400
08	2,80	0,3570	0,3570	0,9280
09	4,00	0,2500	0,2500	0,5000
10	4,50	0,1778	0,2222	0,3111
Médias	4,97	0,2873	0,2286	0,4536

* — Valores em milímetros obtidos pela injeção de 1 ml de ar no sistema.

As médias encontradas para os valores de P_1 , P_2 e P_3 , foram respectivamente: 0,287 ml, 0,228 ml e 0,453 ml.

No estudo estatístico desenvolvido, compararam-se os valores de p_3 com os de P_1 e P_2 , sendo altamente significativos com 29 graus de liberdade e ao nível de 1%, donde entende-se que o aumento encontrado pode ser aceito como real.

O coeficiente de variabilidade foi de 33,4%.

A relação entre as médias dos valores de P_3/P_1 foi de 1,57, representando um aumento de 57,81%. A relação entre

as médias dos valores de P_3/P_2 foi de 1,98, representando um aumento de 98,37%, que foi estatisticamente significativa.

3 — *Valores da Frequência Cardíaca* — Os valores encontrados foram resumidos na tabela IV.

TABELA IV

VALORES DA FREQUENCIA CARDIACA ANTES DA INDUÇÃO (FC_1)
IMEDIATAMENTE APOS A INDUÇÃO (FC_2) E APOS 20' DE
USO DO ENFLUORANO (FC_3)

N.º de casos	Valores da frequência cardíaca em batimentos por minuto		
	FC_1	FC_2	FC_3
01	70	105	80
02	82	92	82
03	70	97	82
04	100	90	86
05	62	82	85
06	61	115	83
07	60	80	96
08	75	85	66
09	95	125	85
10	117	110	76
Médias	79,2	98,1	80,1

As médias dos valores encontrados para FC_1 , FC_2 , FC_3 , foram respectivamente de 79,2 pbm, 98,1 bpm e de 80,1 bpm. Verificou-se que não houve diferença estatisticamente significativa na comparação entre os valores de FC_3 e FC_1 ; quando se compararam os valores de FC_1 e FC_2 com FC_3 , encontrou-se um índice altamente significativo permitindo admitir-se como real o aumento verificado.

O aumento porcentual obtido entre os valores das médias de FC_1 e FC_3 em relação aos de FC_2 foi de 23,83%.

O coeficiente de variação para este estudo foi de 15,7%.

4 — *Valores da Pressão de Bloqueio Total* — Os valores deste parâmetro medidos nos três tempos em todos os pacientes, encontram-se na tabela V.

A média dos valores obtidos para PB_1 foi de 11,2 cm Hg, para PB_2 foi de 13,2 cm Hg e para PB_3 foi de 8,7 cm Hg.

Compararam-se os valores de PB_1 com os de PB_3 e encontrou-se um índice significativo ao nível de 5%, demons-

TABELA V

VALORES DAS PRESSÕES DE BLDQUEIO TOTAL ANTES DA INDUÇÃO (PB₁)
IMEDIATAMENTE APOS A INDUÇÃO (PB₂) E APÓS 20' DE USO DO
ENFLUORANO (PB₃)

N.º de casos	Valores da pressão de bloqueio total medidos em CM/HG		
	PB ₁	PB ₂	PB ₃
01	13	17	11
02	12	14	08
03	11	13	09
04	09	15	09
05	12	12	09
06	11	17	07
07	11	11	07
08	11	11	09
09	11	11	09
10	11	11	09
Médias	11,2	13,2	8,70

trando que a queda verificada na pressão de bloqueio em PB₃ pode ser aceita como real. Comparando-se os valores de PB₂ com os de PB₃ e encontrou-se um valor F altamente significativo, podendo-se aceitar a queda da pressão de bloqueio verificada em PB₃ em relação a PB₂ como real.

O coeficiente de variação para este parâmetro foi de 14,0%.

A relação entre os valores das médias encontradas em PB₃ pode ser aceita como real. Compararam-se os valores de os valores das médias encontradas em PB₂ e PB₃ foi de 1,5 e representou 34,0%.

DISCUSSÃO

1 — *Da Técnica Anestésica* — O uso do óxido nitroso como agente suplementar foi analisado detalhadamente pelo seu efeito sobre a resistência periférica por Smith e Corbasco (15). No entanto dois fatores influíram decisivamente na escolha da mistura óxido nitroso-oxigênio associado ao enflurano. O primeiro deles foi para diminuir a concentração alveolar mínima e o segundo foi utilizar uma metodologia comparável àquela da prática clínica diária, onde o uso desta

mistura como veículo de vapores de agentes voláteis, é cada vez mais difundido.

Na impossibilidade de calcularmos a concentração alveolar, extrapolamos o seu valor da curva de Torri⁽¹⁶⁾ e deduzimos que a concentração alveolar do enflorano atinge o valor de 50% da concentração inalada após 20 minutos de sua administração. O valor de CAM do enflorano quando associado ao óxido nitroso é mais ou menos de 0,56%, e os pacientes receberam o enflorano na concentração de 2% durante 20 minutos antes da obtenção dos traçados.

A ventilação foi assistida em todos os casos, no sentido de evitarmos uma possível retenção de CO₂.

2 — *Da Obtenção dos Traçados* — Os traçados foram obtidos antes do início das cirurgias, excluindo-se dessa maneira a interferência do estímulo cirúrgico, e de outras variáveis como sangramento, circulação de proteínas estranhas, uso de afastadores, tração das vísceras, etc. sobre a circulação periférica.

3 — *Dos Resultados* — Observou-se que, durante a indução, houve um aumento estatisticamente significativo do fluxo arterial periférico. Este fato provavelmente se deveu à hipertensão arterial, assim como a taquicardia verificada durante esta fase.

Observou-se ainda um grande aumento na resistência periférica, demonstrável pela concomitante diminuição da onda de pulso (vasoconstrição arterial).

Estes dados nos levam a concluir que durante a indução ocorreu uma estimulação simpática, quer pelo uso de drogas como a succinilcolina⁽⁷⁾, quer por plano superficial de anestesia.

Como esta é uma situação transitória, para o estudo comparativo do fluxo arterial periférico, utilizaram-se os valores dos diversos parâmetros medidos antes do início da indução anestésica e após 20 minutos do uso do enflorano.

Com o início da administração de enflorano, houve um progressivo aumento na onda de pulso e queda na pressão arterial e frequência cardíaca. Apesar das variações encontradas nestes parâmetros, após 20 minutos de inalação do enflorano, o fluxo arterial periférico ainda se mantinha em níveis iguais ou mais elevados do que aqueles medidos em FA₁ (antes da indução).

Como a queda da pressão arterial e da frequência cardíaca tendem a diminuir o fluxo periférico, estes achados nos levam a supor que o aumento do fluxo arterial verificado foi devido a uma diminuição da resistência periférica em consequência de uma vasodilatação arterial. Esta vasodila-

tação progressiva, também encontrada por Novelli e col. (11) pode ser resultante de um bloqueio parcial da atividade simpática (14). Este bloqueio parcial da atividade simpática também explicaria a queda da pressão arterial mais acentuada do que a verificada por outros autores (3,1,6,10).

Como no presente estudo não houve estimulação cirúrgica, o efeito do bloqueio simpático sobre a pressão arterial se fez sentir com maior intensidade.

Estes dados estão amparados nos cálculos estatísticos e embora provenham de uma pequena amostragem, tudo indica que o mesmo raciocínio será mantido ao final de um número maior de casos.

O coeficiente de variabilidade para os valores encontrados nos resultados referentes à pressão de bloqueio total e de frequência cardíaca foram considerados ótimos.

Os coeficientes de variabilidade para os valores de fluxo periférico e de onda de pulso foram considerados aceitáveis.

Estas diferenças tenderão a desaparecer com o aumento do número de casos, e não comprometerão o estudo onde foi considerado significativo ou altamente significativo.

CONCLUSÕES

- 1 — O enflurano aumenta o fluxo arterial periférico.
- 2 — O enflurano produz uma vasodilatação arterial periférica.
- 3 — O enflurano diminui a pressão arterial média.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem ao Prof. Aquiles Eugenic Piedrabuena, pela atenção e interesse no tratamento estatístico dos dados obtidos.

SUMMARY

ENFLURANE AND PERIPHERAL BLOOD FLOW

Ten surgical patients were studied before and after the induction of anesthesia but before starting the surgical procedures. Anesthesia was started after premedication with meperidine and trifluopromazine, with an induction dose of thiopentone and succinylcholine and maintained with nitrous oxide and 2% enflurane. Arterial blood flow, pulse wave pulse frequency and a measure of the blocking pressure were obtained by a pneumoplethysmographic method according to Turner. The observations were collected 45 minutes after intramuscular premedication, immediately after starting and 20 minutes later during anesthesia. The following data were recorded. An increase in the pulse pressure and peripheral blood flow during the induction of anesthesia. After the induction and maintenance with enflurane there was an increase in the pulse wave a decrease in arterial pressure and frequency. Arterial blood flow continued equal or higher than before induction of anesthesia. There was a decrease in the pressure for arterial blockade.

REFERÊNCIAS

1. Bairão G S, Posso I P, Mathias R S, Rodrigues V T & Cremonesi E — Avaliação clínica e laboratorial do enflurano. *Rev Bras Anest* 23:557, 1973.
2. Botty C, Brown, Stanley V & Stephen C R — Clinical experiences with compound 347, a halogenated anesthetic agent. *Anesth & Analg* 47:499, 1968.
3. Dobkin A B, Heinrich R G, Israel J S, Levy A A, Neville J F & Ounkasem K — Clinical and laboratory evaluation of a new inhalation agent: compound 347 ($\text{CHF}_2\text{-O-CF}_2\text{-CHF CL}$). *Anesthesiology*, 39:275, 1968.
4. Dykes M. — Evaluation of a general anesthetic. Enflurane (Ethrane). *J A M A* 225:989, 1973.
5. Eugênio A G, Oliveira A S, Reis G F F, Katayama M, Zerbinatti P V, Pereira F A, Pinheiro M R S & Pavani N J P — Nossa experiência com enflurano: novo agente volátil. *Rev Bras Anest* 23:603, 1973.
6. Geretto P, Slickta J & Pinheiro C. — Enflurano. Observações sobre seu emprego em 46 casos. *Rev Bras Anest* 23:615, 1973.
7. Goodman L S & Gilman A — *As Bases Farmacológicas da Terapêutica* 4 ed. Rio de Janeiro-Guanabara, 1973 cap 28 p 568.
8. Lebowitz M H, Blitt C D & Dillon J B — Clinical investigation of compound 347 (Ethrane) *Anesth & Analg* 49:1, 1970.
9. Marshall B E, Cohen P J, Klingenstein C H, Neigh J L & Pender J W — Some pulmonary and cardiovascular effects of enflurane (Ethrane) anesthesia with varying PaCO_2 in man. *Brit J Anaesth* 43:996, 1971.
10. Medrado V C & Luz C T — Avaliação clínica com etrano. *Rev Bras Anest* 23:622, 1973.
11. Novelli G P, Piscitelli P & Baccani A — Effetti microcircolatori dell' Ethrane e dell' Alotano. *Anestesia e Rianimazione. Simposic Nazionale sull' Ethrane.* Alghero, Jiugno, 195, 1973.
12. Russo R P, Dubieux W K, Almeida A P — Nossa experiência com enflurano. *Rev Bras Anest* 23:573, 1973.
13. Shimosato S, Sgai N, Iwatsuki N & Etsten B E — The effect of ethrane on cardiac muscle mechanics. *Anesthesiology* 30:513, 1969.
14. Skovsted P & Price H L — The effects of ethrane on arterial pressure, pre-ganglionic sympathetic activity, and barostatic reflexes. *Anesthesiology* 36:257, 1972.
15. Smith N T & Corbascio A N — Cardiovascular effects of nitrous oxide during halothane anesthesia in the dog. *Anesthesiology* 27:560, 1966.
16. Turner R H — Studies in physiology of blood vessels in man; apparatus and methods. I. A sensitive pletysmograph for portion of the finger. *J Clin Invest* 16:777, 1937.