

Redução Acidental da FiO_2 durante Anestesia com Ventilação Mecânica

L. M. G. François¹, I. U. Chiao² & J. B. Pereira, TSA³

A despeito dos inúmeros avanços no desenho e a incorporação de dispositivos de segurança nos aparelhos de anestesia, ainda existem muitos riscos associados a sua utilização.

O maior perigo consiste na administração inadvertida de uma mistura de gases hipóxica. As causas mais comuns desta complicação têm sido: cilindros vazios de oxigênio, trocas de gases, falhas de fluxômetros e erros na instalação do suprimento de gases^{1, 2, 3}.

A incorporação de um ventilador mecânico ao aparelho de anestesia acresce novos riscos⁴. A maioria dos ventiladores em uso utiliza como força propulsora gases comprimidos. As causas de acidentes mais comuns, quando de sua utilização, estão relacionadas a defeitos no mecanismo de acionamento e a insuficiência de força motora causando redução do volume minuto estabelecido ou parada do ventilador.

Uma complicação pouco relatada é a ruptura inadvertida do fole. Em um caso descrito⁵ a complicação foi suspeitada a partir da elevação excessiva da pressão traqueal com abertura da válvula de segurança.

Recentemente detectamos complicação idêntica a partir da verificação de PaO_2 inferior à prevista, para a FiO_2 supostamente em uso, em três pacientes anestesiados por diferentes anesthesiologistas usando o mesmo equipamento.

RELATO DOS CASOS

Todos os três pacientes foram submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio com auxílio de circulação extracorpórea.

A manutenção da anestesia foi realizada com halotano, fentanil e pancurônio. As concentrações de halotano utilizadas variaram de 0,5 a 1%, sendo veiculadas em O_2 a 100%, com fluxo de 4 l/min. Desta maneira a FiO_2 utilizada seria próxima de 1,0.

Empregamos um sistema circular com absorvedor de CO_2 , válvulas unidirecionais e válvula de exaustão imediatamente após a válvula expiratória.

A ventilação pulmonar mecânica foi realizada com ventilador volumétrico com fole, acionado com fonte de ar comprimido central.

Os parâmetros ventilatórios foram determinados de acordo com o Nomograma de Radford⁶ sendo controlados com ventilômetro de Wright interposto no ramo expiratório do sistema. O controle da ventilação pulmonar foi realizado mediante gasometria arterial após 15 min. As PaO_2 determinadas foram de 136, 120 e 100 mmHg (18, 16, 13,3 kPa) para o primeiro, segundo e terceiro caso respectivamente.

Considerando que com a técnica em uso a PaO_2 média habitualmente seria de $397,8 \pm 56,3$ mmHg ($52,9 \pm 7,4$ kPa) foi suposto que deveria estar ocorrendo mistura acidental de gases.

Trabalho realizado no Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul, Fundação Universitária de Cardiologia, Porto Alegre, RS

1 Anestesiologista

2 Médica em Especialização do CET/SBA do SANE

3 Chefe do Setor de Anestesia e Responsável pelo CET/SBA do SANE

Correspondência para Lisia Maria Galant François
Rua Andrade Neves, 90 - Ap. 103
90000 - Porto Alegre, RS

Recebido em 22 de novembro de 1985

Aceito para publicação em 13 de fevereiro de 1986

© 1986. Sociedade Brasileira de Anestesiologia

O aparelho e o ventilador de pulmão foram retirados de uso para investigação.

METODOLOGIA

Inicialmente foi examinado o sistema de fornecimento de gases e o aparelho de anestesia, realizando-se testes habituais^{7, 8}. Não foram detectadas falhas no suprimento de oxigênio, troca de gases ou erros nos fluxômetros. A seguir, com a finalidade de examinar as condições de operabilidade do ventilador, simularam-se as condições de trabalho, ventilando-se mecanicamente uma bolsa respiratória, intercalando um oxímetro entre esta e a válvula unidirecional.

Nestas condições a utilização de fluxos de O_2 a 100% com valores de 2, de 3 e de 4 l/min^{-1} , determinou F_iO_2 entre 0,29 e 0,38 para volumes minuto variando de 6 a 12 l/min^{-1} (Gráfico 1).

Com a finalidade de verificar a redução que a F_iO_2 apresentaria quando óxido nitroso estivesse em uso, realizamos outra série de determinações.

Fluxos de O_2/N_2O de 4 a 5 l/min^{-1} , com concentrações de óxido nitroso de 50, de 60 e de 66%, originaram F_iO_2 variando de 0,23 a 0,28 para os mesmos volumes minuto (Gráfico 2).

Considerando que já houvera a exclusão da possibilidade de falhas quanto ao suprimento de gases e quanto ao aparelho, levantamos a hipótese de estar ocorrendo mistura do ar comprimido, utilizado como força motriz do ventilador mecânico, com o O_2 adicionado ao circuito.

O ventilador foi então remetido ao fabricante

que confirmou a hipótese, identificando uma ruptura no fole.

COMENTÁRIOS

Os ventiladores mecânicos volumétricos com fole, utilizados em anestesia, habitualmente empregam como força motriz oxigênio ou ar comprimido.

A ruptura do fole permite a passagem do gás utilizado como força motriz para o interior do sistema de anestesia durante a inspiração.

As alterações nos parâmetros ventilatórios dependem do somatório dos fluxos que se estabelecem entre o fole e a campânula nas fases ins e expiratórias.

Em nossos casos o estabelecimento dos parâmetros ventilatórios com o auxílio do ventilômetro de Wright impediu a ocorrência de um excessivo volume corrente. Por esta razão não ocorreu excesso de pressão traqueal, que poderia nos levar a detectar o ocorrido, como no caso descrito por Oliva⁵.

O tipo de mistura anestésica e a natureza do gás propulsor em uso determinam a intensidade das variações da F_iO_2 fornecida ao paciente. Se o gás utilizado como força motriz for oxigênio, eventuais variações se processam no sentido de elevá-las não se desenvolvendo hipoxia.

Nos casos objetos do presente relato, sendo o gás propulsor ar comprimido, ocorreu diluição do oxigênio no sistema ventilatório com redução da F_iO_2 fornecida ao paciente. O cálculo efetuado indicou que foram misturados com o oxigênio

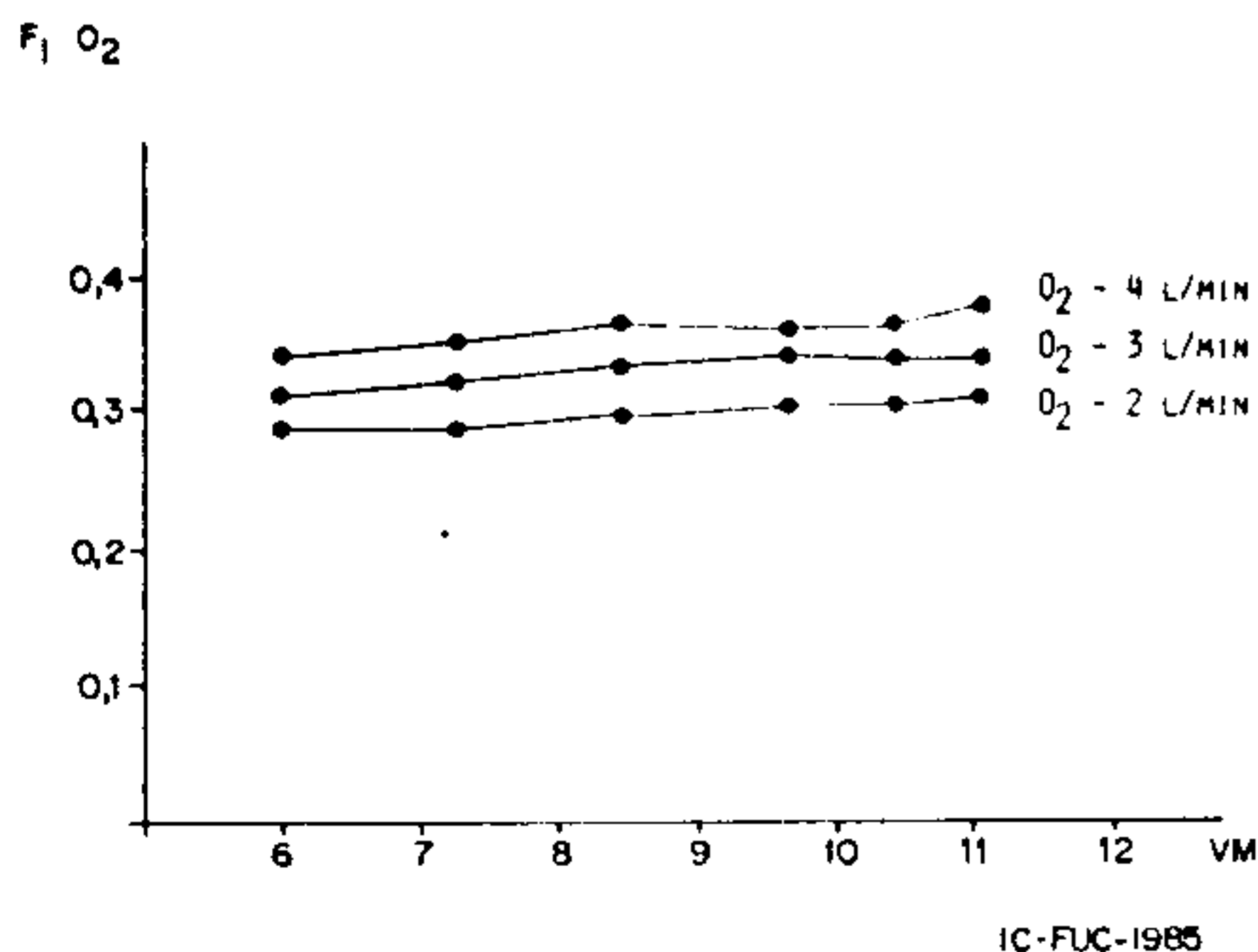


Gráfico 1 - Variação da F_iO_2 relacionada aos fluxos de O_2 e aos volumes minuto utilizados durante teste do sistema.

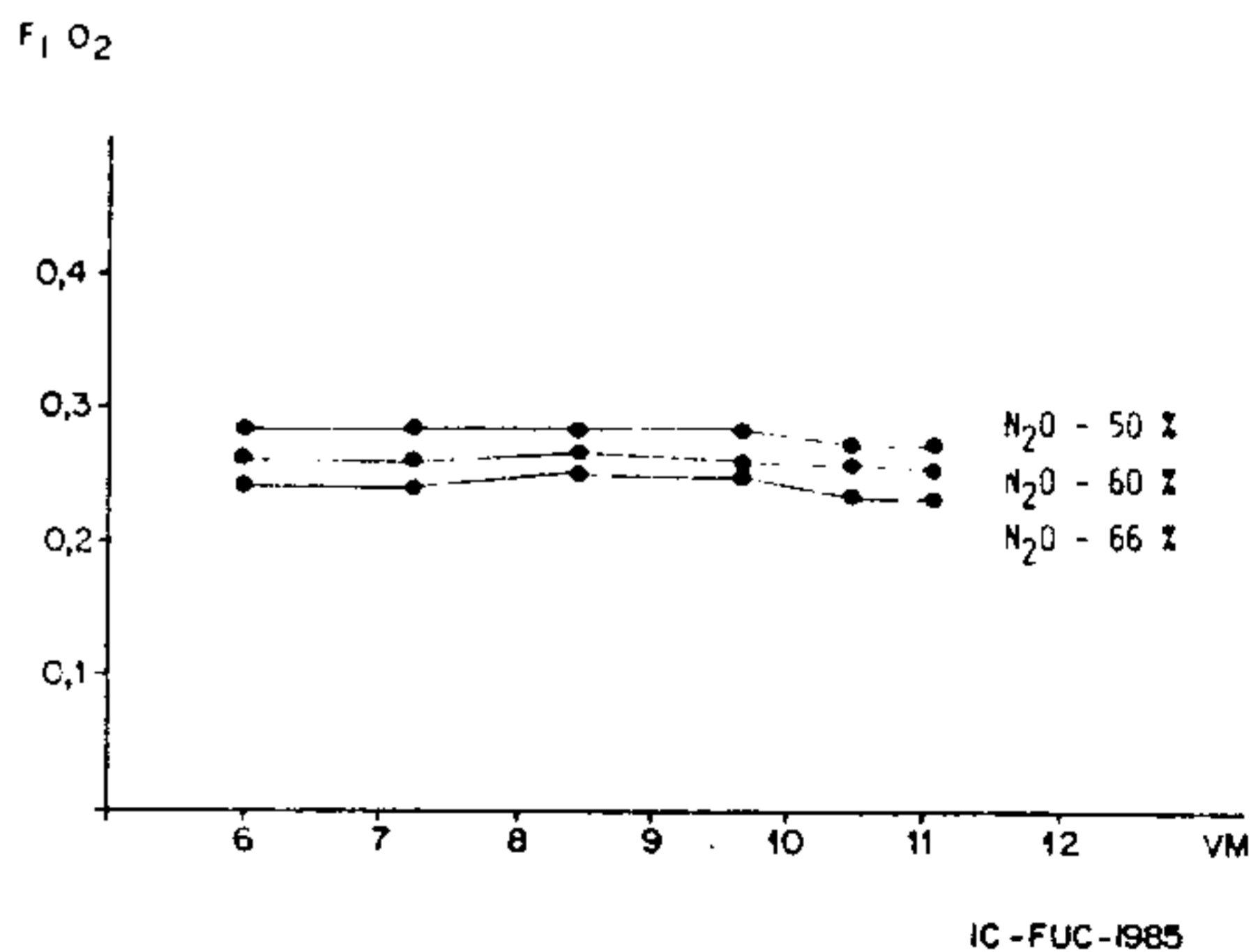


Gráfico 2 - Variação da F_iO_2 relacionada às concentrações de óxido nitroso e volumes minuto. O fluxo total de gases foi de 4 l/min^{-1} , 5 l/min^{-1} e $4,5 \text{ l/min}^{-1}$ para as concentrações de 50, 60 e 66% respectivamente.

volumes proporcionais entre 12 a 30 l/min⁻¹ de ar.

A menor F_IO₂ fornecida foi de 0,29 que se encontra pouco abaixo do mínimo de 0,33 recomendada para uso em anestesia⁹.

Entretanto, quando da simulação das condições de operabilidade do sistema, utilizando misturas de óxido nitroso e oxigênio, a F_IO₂ mínima reduziu-se a 0,23. Este valor certamente introduziria o risco da ocorrência de hipoxia, particularmente em pacientes com patologias pulmonares e relação V/Q alterada.

Nos casos apresentados, conforme os resultados gasométricos, não ocorreu dessaturação arterial, razão pela qual a baixa da PaO₂ só veio a ser valorizada quando da repetição de sua ocorrência e troca de informação entre os anesthesiologistas.

Na ausência de gasometria arterial, a detecção

da queda da F_IO₂ só seria possível se estivesse em uso a oximetria.

Até a presente data este recurso só tem sido utilizado esporadicamente em nossa instituição. Pensamos que, ao lado da contínua observação do paciente, a utilização rotineira da oximetria conforme preconizado por Maze e Sellery^{10, 11} deva ser introduzida em nossa prática.

O uso em sistema de anestesia de ventiladores volumétricos com fole, acionado por gases comprimidos, introduz o risco de causar modificações da mistura anestésica, pelo gás acionador, em caso de ruptura do fole. Esta ocorrência pode causar elevados volumes correntes com hiperpressão na via aérea, ou redução da F_IO₂ fornecida ao paciente. O uso da oximetria no controle da F_IO₂ prevista é fator de segurança a ser utilizado sempre que este recurso for disponível.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Linde H W - Anesthesia equipment in introduction to anesthesia, 6^a Ed. Dripps, R. D., Eckenhoff, J. E., Vandam, L. D. Philadelphia, W. B. Saunders Co., 1982; 66.
2. Sprague D H, Archer G M - Intraoperative hypoxia from an erroneously filled liquid oxygen reservoir. *Anesthesiology*, 1975; 42: 360-362.
3. Epstein R M, Rackow H, Lee A S J, Paper E M - Prevention of accidental breathing of anoxic gas mixtures during anesthesia. *Anesthesiology*, 1962; 23: 1-4.
4. Joseph D - Awareness during Anaesthesia, in WFSA Lectures. Blackwell Sci Publ, 1984; 1: 63-73.
5. Oliva F^o A L - Necessidade de aferição do volume corrente em respiradores volumétricos, tipo fole. *Rev Bras Anest*, 1976; 26: 791-793.
6. Pereira J B, Aguiar L P, Figueiredo C E B, Pizzato N B - Ventilação controlada com o Pulmomat: uso do nomograma de Radford. *Rev Bras Anest*, 1968; 18: 272-278.
7. Mayer A - Malfunctions of anesthesia machines: a guide for maintenance. *Anesth Analg*, 1973; 52: 376-382.
8. Eger II E. I., Epstein R M - Hazards of anesthetic equipment. *Anesthesiology*, 1964; 25: 490-504.
9. Wylie W D, Churchill - Davidson H C - Inhalational anaesthetic agents in a practice of anaesthesia. 5^a Ed. Chicago, Year Book Medical Publishers, 1984; 172.
10. Maze R I - Therapeutic misadventures with oxygen delivery systems. The need for continuous in-line oxygen monitors. *Anesth Analg*, 1972; 51: 787-792.
11. Sellery G - Safe general anesthesia as related to oxygen transport, in WFSA Lectures. Blackwell Sci Publ, 1984; 1: 24.

EFEITOS DA CLONIDINA SOBRE O CONSUMO DE NARCÓTICO E AS RESPOSTAS HEMODINÂMICAS DURANTE INDUÇÃO DA ANESTESIA COM FENTANIL E INTUBAÇÃO TRAQUEAL

Foram estudados os efeitos da clonidina sobre a profundidade da anestesia pelo fentanil e as respostas hemodinâmicas à laringoscopia e à intubação traqueal, em 24 pacientes encaminhados a cirurgia de revascularização do miocárdio, com história de coronariopatia e hipertensão. Os pacientes foram alocados em dois grupos, sendo a pré-medicação e a técnica anestésica (fentanil em macrodoses) comuns aos dois mas adicionando-se clonidina $5 \mu\text{g.kg}^{-1}$ via oral 90 minutos antes da indução em um dos grupos. O fentanil foi administrado em incrementos de $250 \mu\text{g}$ no sentido de manter o EEG na frequência $0,5-3,0 \text{ hz}$ (ondas delta) em todos os pacientes. Em ambos os grupos, o regime anestésico preveniu respostas cardiovasculares hiperdinâmicas à laringoscopia e à intubação. As necessidades de fentanil no grupo de pacientes que receberam clonidina foram significativamente menores (redução de 45%) do que as observadas nos pacientes que não receberam a droga (valores médios 61 vs. $110 \mu\text{g.kg}^{-1}$ respectivamente). Os autores concluem que, no mesmo nível de profundidade anestésica, menores doses de fentanil são necessárias para prevenir efeitos cardiovasculares da laringoscopia e da intubação traqueal em pacientes pré-medicados com clonidina, do que em pacientes não medicados com a droga.

Ghignone M, Quintin L, Duke P C, Kehler C H, Calvillo O — Effects of clonidine on narcotic requirements and hemodynamic response during induction of fentanyl anesthesia and endotracheal intubation. *Anesthesiology*, 1986; 64: 36-42.

COMENTÁRIO. A clonidina é um potente anti-hipertensivo cujo efeito é atribuído à inibição dos centros simpáticos bulbares cardiovascular e vasoconstritor. Esta inibição parece ser devida à estimulação de receptores alfa-2 centrais. A clonidina reduz a CAM dos agentes halogenados e tanto este efeito como o observado no presente trabalho podem ser explicados pela redução do fluxo de impulsos simpáticos de origem central (Nocite J R).