

Artigo Científico

Óxido Nitroso: uma boa Opção como Gás para Pneumoperitônio nas Colectomias por Videolaparoscopia sob Anestesia Geral*

Masami Katayama TSA¹, João Lopes Vieira TSA², José Luiz de Campos³,
Otávio Carvalho Galvão⁴, Mário Luiz Arêas⁴, Paulo Roberto Bruno⁴

Katayama M, Vieira JL, Campos JL, Galvão OC, Arêas ML, Bruno PR - Nitrous oxide: good option as pneumoperitoneum gas in videolaparoscopic cholecystectomy under general anesthesia

Background and objectives - Nitrous oxide is less irritating than carbon dioxide when injected into the abdominal cavity, besides inducing less hemodynamic and respiratory changes. The objective of this study was to demonstrate that: a) N₂O used as pneumoperitoneum gas is little absorbed by the splanchnic circulation; b) Intraperitoneal N₂O, associated or not with inhaled N₂O, does not change P_{ET}CO₂, and cannot be responsible for postoperative vomiting; c) the association of inhaled and intraperitoneal N₂O reduces alfentanil requirement as compared to ventilation with 100% oxygen.

Methods - After Institutional approval, thirty two patients of both sexes, ASA physical status 1 or 2, submitted to laparoscopic cholecystectomy, gave their informed consent to participate. Patients were premedicated with intramuscular midazolam (0.1 mg.kg⁻¹). Monitoring included blood pressure, ECG, gas analyser, pulse oximeter, oxygen analyser and peripheral nerve stimulator. Anesthesia was induced with droperidol (0.15 mg.kg⁻¹), alfentanil (40 µg.kg⁻¹), propofol (0.5 mg.kg⁻¹) in continuous infusion, atracurium (0.5 mg.kg⁻¹) and 100% oxygen by mask, followed by tracheal intubation. Ventilation was controlled with 7 ml.kg⁻¹ tidal volume and the ventilatory rate was adjusted to maintain P_{ET}CO₂ at 32-36 mmHg, 97-98% HbO₂ saturation, 33-35% F_IO₂ and intratracheal pressure of 10-12 cmH₂O. Metoprolol, 0.05-0.1 mg.kg⁻¹, was injected after tracheal intubation. The patients were allocated into two groups: Group O, ventilated with 100% O₂; Group N, ventilated with N₂O 66-67% in O₂. Maintenance of anesthesia was done with propofol infusion (35 µg.kg⁻¹.min⁻¹) and intermittent doses of alfentanil in both groups. Alfentanil doses, systolic and diastolic arterial pressures and heart rate were registered. The P_{ET}CO₂ was adjusted to 32-36 mmHg with constant tidal volume and changes in ventilatory rate if necessary. The N₂O was insufflated into the abdominal cavity up to obtaining 10-12 mmHg pressure and the initial volume was registered. Samples were collected from the gastric cavity and the N₂O concentration was measured in the abdominal cavity at the end of the procedure. In Group O, the expired N₂O was monitored to detect absorption by splanchnic circulation. In Group N, the time after discontinuation of N₂O required for the expired concentration to reach 15% and zero, were registered. Data were statistically analyzed with Student's "t" test, ANOVA and chi square test.

Results - In Group O, alfentanil doses were higher than in Group N (p<0.001). Initial intraperitoneal insufflation volume of N₂O were 1.76 ± 0.47 L and 1.92 ± 0.59 L respectively in Groups O and N. In both groups, the N₂O concentration in the desinflation gas was near 100% and N₂O was not detected in the gastric cavity gas. In Group O, N₂O was not detected in the expiratory gases. In 3.38 ± 1.09 min the N₂O concentration was reduced to 15% and in 8.38 ± 3.36 min it was zero in Group N.

Conclusions - The authors concluded that: 1 - N₂O used by peritoneal route is not absorbed by the splanchnic circulation; 2 - the association of inhalation and intraperitoneal N₂O does not induce significant hemodynamic or respiratory changes; 3 - because it is little absorbed and unlikely to produce explosive mixtures, the authors recommend N₂O to be used as pneumoperitoneum gas in laparoscopic cholecystectomy.

KEY WORDS: ANESTHETIC TECHNIQUES: intravenous, inhalation; ANESTHETICS, Inhalation: nitrous oxide, Intravenous: propofol; COMPLICATIONS: pneumoperitoneum, nitrous oxide; NARCOTICS: alfentanil; SURGERY, Cholecystectomy: laparoscopy.

* Trabalho realizado no CET/SBA do Instituto Penido Burnier, Campinas, SP. Vencedor do Prêmio AGA/SBA de 1995

1 Membro do CET/SBA, Assistente da Disciplina de Anestesiologia da Faculdade de Ciências Médicas da Pontifícia Universidade Católica de Campinas

2 Responsável pelo CET/SBA

3 Anestesiologista do Hospital Vera Cruz

4 Cirurgião Geral da Clínica de ORL do Instituto Penido Burnier e Hospital Vera Cruz

Correspondência para Masami Katayama

Av. Andrade Neves, nº 611

13013-161 Campinas - SP

Apresentado em 30 de agosto de 1995

Aceito para publicação em 06 de outubro de 1995

Em condições normais, o conteúdo gasoso na luz do tubo digestivo é muito pequeno em relação a seu continente, e seu volume é estimado entre 30 e 200 ml¹. Isto propiciou demonstrar que o óxido nitroso (N₂O) pode ser utilizado na anestesia em laparoscopia, sem que ocorra aumento significativo do volume das alças intestinais². Temia-se que numa cirurgia de quatro horas este gás, administrado por via inalatória, viesse a duplicar o volume de uma alça intestinal obstruída³.

Superado este inconveniente, demonstrou-se que o N₂O, além de ser útil como coadjuvante de anestésicos venosos, poten-

cializando os efeitos do propofol e do alfentanil⁴, é capaz de favorecer a ventilação pulmonar quando da insuflação de dióxido de carbono (CO₂) na cavidade peritoneal em laparoscopias⁵.

O CO₂ é considerado o gás ideal para formação do pneumoperitônio por não ser inflamável, ser rapidamente e pouco absorvido pelo sangue da circulação esplâncnica, ser imediatamente tamponado pelo plasma e hemácias, ter elevada solubilidade no sangue, ser elemento existente no organismo e facilmente eliminado pelos pulmões⁵⁻⁹. Administrado por via inalatória, tem sido descrito ainda a possibilidade do N₂O produzir misturas inflamáveis e explosivas ao passar para a cavidade abdominal em troca com o CO₂, caso ocorram lesões inadvertidas de alças intestinais. É possível que o metano e hidrogênio com N₂O produzam misturas gasosas passíveis de explosão^{10,11}.

Em mulheres portadoras de cardiopatia cianótica¹², submetidas à laparoscopia sob anestesia local, demonstrou-se que o N₂O intraperitoneal não provocou apreciáveis alterações hemodinâmicas e de oximetria. Este gás é menos irritante que o CO₂, proporcionando melhor conforto aos pacientes^{13,14}. Por outro lado, seu uso intraperitoneal demonstrou menores alterações hemodinâmicas e ventilatórias¹⁵⁻¹⁸, motivo pelo qual resolvemos estudar outros aspectos de sua utilização na cavidade peritoneal.

O objetivo deste trabalho foi demonstrar:

- a) que o N₂O introduzido na cavidade peritoneal é pouco absorvido pela circulação esplâncnica e que altas concentrações de N₂O (100%) impedem a formação de misturas inflamáveis, se por ventura ocorrer lesão inadvertida de alça intestinal;
- b) que o N₂O intraperitoneal, associado ou não ao N₂O por via inalatória, não altera as condições ventilatórias quanto a PETCO₂, nem é responsável por náuseas e vômitos no pós-operatório;

- c) que esta associação do N₂O cavitário e administração inalatória potencializam a anestesia venosa com propofol e alfentanil, reduzindo significativamente as doses do hipnoanalésico.

MÉTODOS

Foram estudados 32 pacientes adultos de ambos os sexos, que no exame pré-anestésico consentiram em participar do protocolo aprovado pela Comissão de Ética do Hospital. Quanto ao estado físico, todos foram classificados como ASA 1 ou 2, e foram submetidos à colecistectomia por via laparoscópica. A todos os pacientes foi explicado sobre a possibilidade de cirurgia aberta, de acordo com as condições encontradas. Constituíram motivos para exclusão do estudo os pacientes portadores de cardiopatias, hipertensão arterial não tratada e incontrolada e com doenças neurológicas ou pulmonares crônicas. Imediatamente após a introdução do trocar do laparoscópio foram realizados exames da cavidade peritoneal em todos os pacientes, para verificar possíveis lesões de alças intestinais.

Técnica Anestésica

Todos os pacientes receberam midazolam (0,1 mg.kg⁻¹) 45 a 60 min antes de serem encaminhados ao Centro Cirúrgico. Na sala de operação foi instalada a monitorização que consistiu de pressão arterial pelo método de Riva Rocci, ECG contínuo com cardioscópio, analisador de gases, oxímetro de pulso, analisador de oxigênio em linha e colocação de eletrodos para estímulo de nervo periférico para avaliação do bloqueio neuromuscular. Após instalação da venóclise, os pacientes foram induzidos com droperidol (0,15 mg.kg⁻¹) seguido de alfentanil (40 µg.kg⁻¹), propofol (0,5 mg.kg⁻¹) em infusão contínua em bolo (180 ml.min⁻¹), atracúrio (0,5 mg.kg⁻¹) e ventilados com oxigênio sob máscara, até o desaparecimento da resposta a duplo estímulo pelo estimulador de nervo periférico,

quando procedeu-se à intubação orotraqueal com tubo de alto volume e baixa pressão. O tubo foi fixado após verificação de sua posição correta, através da ausculta torácica e da presença de onda de CO₂ no analisador de gases. A ventilação controlada mecânica foi instalada em sistema circular, com absorvedor de CO₂ e com volume corrente de 7 ml.kg⁻¹. A frequência foi ajustada para manter a pressão expiratória do CO₂ (PETCO₂) entre 32-36 mmHg (4,25-4,78 kPa), e a saturação de HbO₂ em 97-98%, FIO₂ entre 33-35% e pressão intratraqueal de 10-12 cmH₂O (0,98-1,17 kPa). Após a intubação traqueal foram injetados 0,05-0,1 mg.kg⁻¹ de metoprolol e repetido o relaxante muscular de acordo com as necessidades.

Os pacientes foram divididos em dois grupos: Grupo O, em que se ventilou com O₂ puro, e Grupo N, cujos pacientes foram ventilados com 66-67% de N₂O em O₂. As concentrações inspiradas de O₂ foram aferidas continuamente pelo analisador de O₂ e as de N₂O pelo analisador de gases.

A anestesia foi mantida com 35 µg.kg⁻¹.min⁻¹ de propofol em bomba de infusão contínua, até o final do procedimento, e com alfentanil em doses intermitentes, de acordo com a necessidade. As doses do propofol foram mantidas iguais em ambos os grupos para se aferir a necessidade de alfentanil.

Monitorização e Registros

O consumo de alfentanil foi registrado.

As pressões arteriais sistólica e diastólica e a frequência cardíaca foram monitorizadas a cada cinco minutos, registradas para comparação e anotadas as eventuais intercorrências nos seguintes momentos:

M1 = antes da indução da anestesia;

M2 = após intubação traqueal e equilíbrio da ventilação. No Grupo O, de acordo com a PETCO₂ de 36-38 mmHg (4,78-5,05 kPa), e no Grupo N, também da FN₂O expirada (FEN₂O) de 65-67%

M3 = um minuto após a insuflação de N₂O na cavidade abdominal,

M4 = 5 min após a insuflação inicial;

M5 = aos 15 min após insuflação inicial;

M6 = aos 30 min da insuflação inicial;

M7 = um minuto antes da desinsuflação abdominal;

M8 = 5 min após a desinsuflação abdominal;

M9 = um minuto antes da extubação traqueal;

M10 = 5 min após a extubação traqueal e com ventilação espontânea (exceto para a pressão traqueal).

A ventilação pulmonar foi registrada após ajustar-se o valor da PETCO₂ em 32-36 mmHg (4,25-4,78 kPa), e mantendo-se o volume corrente constante. Para manter-se o volume corrente fixo e a PETCO₂ nos níveis desejados, as alterações que se fizeram necessárias na frequência ventilatória e na pressão intratraqueal foram anotadas nos momentos após a intubação traqueal (M2) até a extubação (M9).

O N₂O foi insuflado com aparelho automático de manutenção da pressão abdominal para atingir pressão de 10-12 mmHg (1,33 - 1,59 kPa) e foi registrado o volume inicial administrado e, ao final, o total empregado.

Durante o procedimento foram colhidas amostras de gases provenientes do estômago, após inserção de sonda de Fouchet, para verificar possível existência de N₂O na cavidade gástrica. A concentração do N₂O na cavidade peritoneal foi medida, adaptando-se o terminal do analisador de gases em um dos trocartes no momento da desinsuflação abdominal ao final da laparoscopia.

O N₂O administrado por via inalatória foi monitorizado quanto a frações inspiradas e expiradas no grupo N, e no grupo O a monitorização foi constante, para verificar se ocorria expiração de N₂O, proveniente da absorção da cavidade peritoneal.

No Grupo N foram registrados o tempo de administração do N₂O e os tempos necessários para que a concentração expirada do gás atingisse 15% e zero.

Foram anotadas a duração do procedimento cirúrgico e da anestesia, considerado até a alta da sala de operação.

A recuperação da anestesia foi observada, cronometrando-se o tempo decorrido entre a interrupção da infusão de propofol e administração de N₂O e os momentos: 1) da extubação traqueal; 2) que o paciente atendia a comandos simples, como abra os olhos ou a boca; 3) que conversava, respondendo o nome, endereço, a data e o por que de estar naquele lugar e 4) que passava para a maca de transporte sob comando e auxílio de um anestesista.

Todos os pacientes receberam tenoxicam (0,25-0,5 mg.kg⁻¹) por via venosa para controle da dor pós-operatória, sendo prescrito diclofenaco de potássio ou meperidina por via muscular, em caso de necessidade.

As intercorrências foram anotadas durante a permanência na sala de recuperação pós-anestésica (de no mínimo 60 min) e no leito hospitalar até a alta dos pacientes.

Análise dos Dados

Os dados paramétricos foram analisados pelo teste "t" de Student simples ou pareado e Análise da Variância, e os não-paramétricos pelo teste do qui quadrado para nível de significância de 0,05.

RESULTADOS

A Tabela I mostra os resultados antropométricos que não apresentaram diferenças significativas. Houve prevalência do sexo feminino.

A tabela II mostra o consumo de alfentanil, com diferença significativa (p<0,01) entre os grupos. A tabela mostra, também, o tempo de duração do procedimento laparoscópico e a duração da anestesia, até a alta da sala de operação, sem diferenças significativas.

Tabela I - Dados antropométricos dos pacientes

| | Grupo O (n=16) | Grupo N (n=16) |
|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Sexo M/F | 3/13 | 2/14 |
| Idade (anos) (Variação) | 46,37±15,03 (21 - 77) | 43,50±16,15 (25 - 68) |
| Altura (cm) (Variação) | 163,00± 9,37 (140 - 176) | 166,37±7,52 (150 - 183) |
| Peso (kg) (Variação) | 63,37±12,29 (46 - 95) | 69,06±9,98 (53 - 88) |

Não houve diferença significativa, apenas prevalência do sexo feminino

Tabela II - Dose de alfentanil e propofol em infusão contínua, tempo de infusão, tempo de duração da cirurgia e da anestesia em minutos. Média e desvio padrão. Houve diferença significativa quanto a dose do alfentanil (p<0,01).

| | Grupo O (n=16) | Grupo N (n=16) |
|---------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Dose Alfentanil (mg)* Variação | 7,21 ± 3,18 (4,5 - 18) | 3,50 ± 1,08 (2,0 - 5,5) |
| Dose Profolol (mg) Variação | 273,75 ± 107,26 (109 - 563) | 228,93 ± 131,85 (25 - 528) |
| Tempo de infusão propofol Variação | 94,37 ± 28,15 (55 - 150) | 102,08 ± 32,21 (60 - 150) |
| Tempo Cirurgia (min) Variação | 71,02 ± 28,32 (35 - 135) | 75,12 ± 34,35 (25 - 135) |
| Tempo Anestesia (min) Variação | 125,31 ± 33,93 (75 - 210) | 128,12 ± 44,13 (75 - 205) |

* Diferença significativa (p<0,01)

A Figura 1 mostra as alterações ocorridas nas pressões arteriais sistólica e diastólica e da frequência cardíaca nos tempos considerados. Não houve diferença significativa entre os grupos.

A Figura 2 mostra que não houve diferença quanto às frequências ventilatórias exigidas para manutenção da PETCO₂ dentro dos limites pré-estabelecidos na metodologia. Como o volume corrente foi mantido constante em ambos os grupos, os volumes-minutos calculados de manutenção da anestesia não foram diferentes significativamente. A Figura 2 mostra, também, a pressão traqueal. Houve diferença significativa (p<0,05) entre os valores antes e após a insuflação de N₂O e após a desinsuflação

ÓXIDO NITROSO: UMA BOA OPÇÃO COMO GÁS PARA PNEUMOPERITÔNIO NAS COLECISTECTOMIAS POR VIDEOLAPAROSCOPIA SOB ANESTESIA GERAL

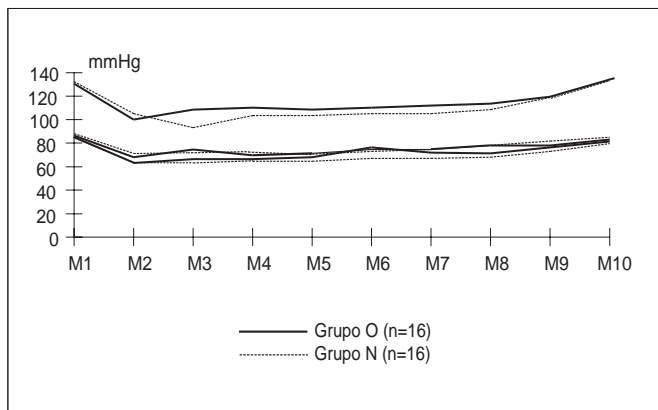


Fig 1 - Pressão arterial sistólica, diastólica e freqüência cardíaca nos momentos considerados nos dois grupos. Não houve diferença significativa entre os grupos.

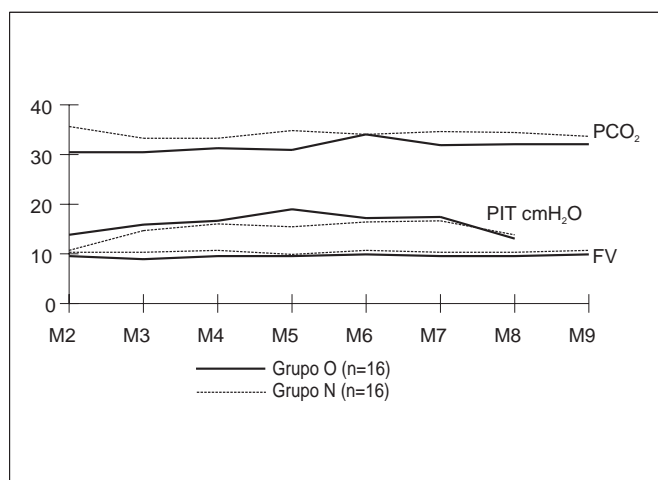


Fig 2 - Pressão Intratraqueal (PIT) e Freqüência Ventilatória (FV) necessárias para manter a PCO2 expirada nos limites normais. Não houve diferença significativa entre os dois grupos.

dentro de cada grupo, mas não houve diferença entre os grupos.

A tabela III mostra, em litros, os volumes insuflados para produzir pressão intra-abdominal de 10 a 12 mmHg (1,33 -1,59 kPa) no início da laparoscopia, e os volumes totais registrados ao final na desinsuflação da cavidade peritoneal; não houve diferenças entre os dois grupos. A tabela III mostra, também, as concentrações de N2O medidas na cavidade peritoneal no momento da desinsuflação em ambos os grupos. Foram muito próximas de 100%, sem diferença significativa, e não foram obtidos vestígios de N2O nas amostras retiradas através da sonda de

Fouchet ou na fração expirada dos pacientes do Grupo O. No Grupo N as concentrações inspiradas e expiradas de N2O foram mantidas entre 66-64%. No Grupo O não foi detectado sinais de N2O expiratório. Ressalve-se que os monitores empregados não detectam frações inferiores a 1%.

Tabela III - Volume em litros de N2O insuflado inicialmente e total para manutenção da pressão na cavidade peritoneal entre 10 e 12 mmHg (1,33 a 1,59 kPa) nos dois grupos. Tempo (em minutos) de administração de N2O e sua concentração obtida no gás de desinsuflação da cavidade peritoneal no Grupo N2O (Média ± Desvio Padrão). Concentrações de N2O obtidas de amostras do estômago e do volume expiratório.

| | Grupo O (n=16) | Grupo N (n=16) |
|--|--------------------------------|-------------------------------|
| N2O inicial em litros (Variação) | 1,76 ± 0,47 (1,20 - 3,00) | 1,92 ± 0,59 (1,30 - 3,20) |
| N2O total em litros (Variação) | 52,99 ± 42,52 (10,60 - 179,00) | 30,90 ± 17,43 (15,40 - 83,30) |
| Concentração de N2O no gás intraperitoneal (Variação) | 97,12 ± 0,95 (96 - 99) | 96,50 ± 1,89 (93 - 99) |
| Concentração de N2O de amostra colhida pela sonda de Fouchet | zero | zero |
| Concentração de N2O no gás expirado | zero | 64-66% |
| Tempo de administração do N2O no Grupo N (Variação) | | 95,35 ± 34,35 (50 - 150) |

A tabela IV mostra o tempo decorrido da interrupção da infusão de propofol e da administração de N2O até a determinação dos momentos já descritos de 1) extubação traqueal; 2) atendimento a comandos simples, 3) conversar, respondendo questões simples e 4) passagem para a maca de transporte. Não houve diferença significativa entre os grupos. Este quadro mostra também o tempo para a fração expirada de N2O atingir 15% e zero no Grupo N.

A tabela V mostra as intercorrências ocorridas na Sala de Recuperação Pós-Anestésica e no leito até a alta hospitalar. Não houve diferença significativa entre os grupos.

Tabela IV - Tempo decorrido da interrupção da infusão de propofol e momento (1) da extubação traqueal, (2) em que o paciente atende a comando simples, (3) em que conversa e se localiza e (4) em que passa para a maca com auxílio do anestesista.

| | Grupo O (n=16) | Grupo N (n=16) |
|------------------------|-------------------|-------------------|
| Tempo Extubação | 13,31 ± 6,16 | 10,00 ± 5,00 |
| Variação | (5 - 30) | (2,0 - 5,5) |
| Atende Comando Simples | 14,25 ± 6,51 | 9,37 ± 3,50 |
| Variação | (7 - 30) | (25 - 528) |
| Conversando | 17,37 ± 7,01 | 11,56 ± 4,28 |
| Variação | (10 - 35) | (5 - 20) |
| Passa para maca | 19,43 ± 7,00 | 16,00 ± 3,89 |
| Variação | (10 - 35) | (10 - 22) |

Não houve diferença significativa

DISCUSSÃO

A prevalência do sexo feminino é comum e não houve diferença entre os grupos estudados. Os resultados antropométricos demonstram que as duas populações são equivalentes e comparáveis (Tabela I).

A técnica anestésica adotada para avaliar os efeitos do N₂O foi a mesma utilizada em laparoscopias¹⁸ venosas com infusão contínua de propofol e doses intermitentes de alfentanil, técnica já demonstrada ser eficiente com emprego concomitante de bloqueadores α e β 1 pela potencialização dos hipnoalérgicos¹⁹. A diferença entre os dois grupos consistiu na administração ou não de óxido nítrico por via inalatória. Nossos resultados demonstraram que, quando se utiliza o N₂O por via inalatória e intra-abdominal, há uma significativa diferença de consumo de hipnoalérgico, se mantida a mesma dosagem do propofol. Isto porque, por via

intra-abdominal, praticamente não ocorre absorção do gás.

A manutenção da anestesia, do ponto de vista hemodinâmico, foi satisfatória nos dois grupos, sem grandes alterações significativas quanto à pressão arterial e a frequência cardíaca, e foi notável a facilidade de manutenção dos parâmetros ventilatórios dentro dos limites pré-estabelecidos antes da insuflação de N₂O na cavidade abdominal (Fig 1 e 2). Nossos resultados confirmam a melhor estabilidade ventilatória já descrita¹³⁻¹⁷, mostrando a superioridade do N₂O cavitário em relação ao CO₂ expirado.

A insuflação de N₂O na cavidade peritoneal, salvo elevação discreta da pressão intra-traqueal, não exigiu qualquer ajuste na frequência ventilatória, mantido o volume corrente fixo para se atingir níveis normais ou inferiores da PETCO₂. Como não houve CO₂ absorvido, não foram observadas modificações hemodinâmicas conseqüentes.

O N₂O foi pouco absorvido pelos vasos esplâncnicos que irrigam a cavidade peritoneal. Não houve vestígios de N₂O na fração expirada dos pacientes do Grupo O, o que comprova esta afirmação. Aumentando a sensibilidade do analisador de gases, obteve-se em condições semelhantes, frações inferiores a 1% de N₂O o que corresponde a pequena absorção do gás pelos vasos esplâncnicos¹⁸. O fluxo sanguíneo hepático constitui 30% do débito cardíaco²⁰, sendo formado pelo sangue da veia porta em 4/5 do total. O fluxo sanguíneo porta é formado pelo sangue que provém dos vasos que irrigam o tubo digestivo (estômago e intestinos) e o da veia esplênica e pancreática. O oxigênio é um dos

Tabela V - Intercorrências

| Intercorrências | Grupo O (n=16) | Casos | Grupo N (n=16) | Casos |
|------------------------|-----------------------------------|-------|-----------------------------------|-------|
| Per-Operatórias | Bradycardia, tratada com atropina | 3 | Bradycardia, tratada com atropina | 3 |
| | Taquicardia pós-droperidol | 1 | Erupção com atracúrio | 1 |
| Na Sala de Recuperação | Náuseas | 1 | Calafrios | 1 |
| No leito até a alta | Necessitou meperidina | 3 | Necessitou meperidina | 3 |

Não houve diferença significativa entre os grupos

fatores que alteram o fluxo sangüíneo esplâncnico; menor disponibilidade de O₂ gera aumento no fluxo²¹. A metade do fluxo sangüíneo esplâncnico se volta para dentro da mucosa e submucosa, participando pouco da absorção do N₂O por sua baixa solubilidade em água ($\lambda_{a/g}=0,44$), sobrando em torno de 10% do DC como responsável pela absorção do gás da cavidade peritoneal ($\lambda_{s/g}= 0,47$). O coeficiente sangue/gás do óxido nitroso = 0,47 subentende que em cada litro de N₂O, 0,47 L de gás passam para o sangue. Para ilustrar, em 0,63 L (= 10% do DC de indivíduo com 100 kg²⁰) passam, 0,63 x 0,46 L = 0,29 L.

O sangue que se satura de N₂O na cavidade peritoneal dilui no restante da circulação porta, chegando ao fígado com 1/3 da concentração inicial. Isto é, se tinha 100%, após saturação com o conteúdo intra-abdominal, vai estar em 33%. Há pequena extração hepática, insignificante pelo coeficiente fígado/sangue = 0,93; assim com a concentração de 33% o N₂O é diluído na circulação geral, que é dez vezes maior. Há que se considerar que normalmente o sangue pulmonar e o cardíaco não participam (3-4%). Deduz-se que, no máximo, o que vai atingir os pulmões é uma concentração dada pela relação = 0,29/6,3 L = 0,047%, e que somente a metade passa para os alvéolos pelas leis gerais dos gases e do equilíbrio, de modo que concentrações inferiores a 1%, não detectáveis pelo monitor, serão efetivamente eliminadas no gás expiratório pela diluição normal com os gases alveolares. Este é o motivo pelo qual insignificantes concentrações de N₂O na fração expirada são detectadas ou não, quando se ventila o paciente com oxigênio a 100% ou oxigênio a 35% em nitrogênio.

Com a colocação da sonda de Fouchet, o estômago fica em constante contato com o ambiente. A aspiração de seu conteúdo aéreo não revelou, em qualquer momento, que haja difusão do N₂O circulante para a cavidade, em ambos os grupos.

Estes resultados permitem deduzir que o N₂O é pouco absorvido da cavidade peritoneal

por sua baixa solubilidade, e que a quantidade absorvida pela circulação esplâncnica é imediatamente diluída pelo sangue das veias porta, cava inferior e superior, de modo que concentrações desprezíveis alcançam o coração direito e quase nada passa aos pulmões pela circulação pulmonar. Caso o paciente absorvesse o N₂O da cavidade abdominal, este gás deveria aparecer em concentrações significativas nos pacientes ventilados com oxigênio a 100%. A amostra do gás intrabdominal sempre se apresentou entre 96-98%, devido ao método de coleta de amostra contaminada com ar ambiente.

Se o N₂O não é absorvido pelos vasos da cavidade abdominal, não haveria como difundir para a luz intestinal ou estomacal. Mas, quando o N₂O foi administrado pelas duas vias, no Grupo N também não foram obtidas concentrações detectáveis do gás no estômago, quando as amostras foram colhidas através da sonda de Fouchet. Existem autores que defendem a hipótese de que o N₂O seja irritante da mucosa gástrica e, por isso, capaz de aumentar a incidência de vômitos no pós-operatório^{22,23}. Nossos resultados não demonstraram passagem do N₂O para a cavidade estomacal, logo esta irritação não existe. Com uso de droperidol e propofol, poderosos antieméticos, não houve ocorrência de vômitos no pós-operatório.

Em ambos os grupos estudados a recuperação pós-anestésica foi semelhante. A inclusão do N₂O por via inalatória em nada alterou a recuperação, pois em 3,38 min a concentração do gás está em 15% e praticamente não mais se detecta o gás na fração expirada dos pacientes após 8,38 min (Tabela IV).

No pós-operatório não se observou dor atribuível à técnica anestésica e nem a dor geralmente relacionada ao uso do CO₂ insuflado na cavidade, associada a agitação psicomotora. O uso de N₂O como gás para o pneumo-peritônio apresentou um pós-operatório mais confortável, como já foi descrito¹²⁻¹⁸.

Resta discutir a possibilidade de formação de misturas explosivas na cavidade peritoneal, quando ocorrer perfuração aciden-

tal de alças intestinais durante a laparoscopia.

O volume dos gases intestinais normalmente vai de 30 a 200 ml¹. As concentrações máximas de metano e hidrogênio encontradas foram de 20% e 49%, respectivamente¹. Foram necessários volumes de 1.200 a 3.000 ml de N₂O para iniciar um pneumoperitônio (Tabela III), para gerar pressão média de 12 mmHg. Para que ocorra o risco de explosão com o gás metano em laparoscopias com N₂O como gás de insuflação, é necessário que a concentração de N₂O seja igual a 47% e a de metano de 56%¹¹. Como, após o pneumoperitônio, o N₂O continua a ser insuflado continuamente para manter a pressão pré-estabelecida (ocorre vazamento de N₂O pelo instrumental cirúrgico), deduz-se que é improvável ocorrer tal mistura explosiva.

Quanto ao risco de explosão com o hidrogênio liberado por perfuração acidental de alça intestinal, durante a laparoscopia com N₂O como gás de insuflação, é necessário que as concentrações sejam de 29% para o N₂O e 69% para o hidrogênio^{10,11}, fato improvável de ocorrer.

Portanto, caso ocorra perfuração acidental de alça intestinal, será necessário um volume de gás igual ao volume de N₂O insuflado, ou seja, 1.200 a 3.200 ml para, apenas, chegar à concentração de 50% do gás em questão, se ele estiver a 100%. Antes de se tornar uma mistura explosiva, esse volume total de gás, 2.400 a 6.400 ml, provavelmente produziria uma hipertensão intra-abdominal, desencadeante de outras complicações hemodinâmicas muito graves. Portanto, tal possibilidade é quase impossível de acontecer.

Assim, podemos concluir que: 1 - o N₂O por via intraperitoneal praticamente não é absorvido pela circulação e, portanto, não interfere com os anestésicos, e que quando associado à administração inalatória potencializa os efeitos dos hipnoanalgésicos; 2 - a administração concomitante de N₂O por via inalatória e intraperitoneal não provoca alterações significativas do ponto de vista hemodinâmico e respiratório e 3 - que, por ser pouco absorvido e pela impossibili-

dade de produzir misturas explosivas, o N₂O pode ser recomendado como gás para pneumoperitônio em colecistectomias por via laparoscópica.

Katayama M, Vieira JL, Campos JL, Galvão OC, Arêas ML, Bruno PR - Óxido nitroso: uma boa opção como gás para o pneumoperitônio nas colecistectomias por videolaparoscopia sob anestesia geral

Justificativa e objetivos - O N₂O é menos irritante que o CO₂ quando injetado na cavidade peritoneal, proporcionando melhor conforto aos pacientes, além de alterar menos as condições hemodinâmicas e ventilatórias. O objetivo deste trabalho foi demonstrar: a) que o N₂O introduzido na cavidade peritoneal é pouco absorvido pela circulação esplâncnica e que altas concentrações de N₂O (100%) impedem a formação de misturas inflamáveis, se por ventura ocorrer lesão inadvertida de alça intestinal; b) que o N₂O intraperitoneal, associado ou não ao N₂O por via inalatória, não altera as condições ventilatórias quanto PETCO₂, nem é responsável por náuseas e vômitos no pós-operatório; c) que esta associação do N₂O intracavitário e administração inalatória potencializam a anestesia venosa com propofol e alfentanil, reduzindo significativamente as doses do hipnoanalgésico.

Método - Foram estudados 32 pacientes adultos de ambos os sexos, ASA I ou II, que no exame pré-anestésico consentiram em participar do protocolo aprovado pela Comissão de Ética do Hospital, submetidos à colecistectomia por via laparoscópica. MPA: midazolam (0,1 mg.kg⁻¹) 45 a 60 min antes. Monitorização: pressão arterial, ECG contínuo, analisador de gases, oxímetro de pulso, analisador de oxigênio em linha e estimulador de nervo periférico. Anestesia induzida com droperidol (0,15 mg.kg⁻¹) seguido de alfentanil (40 µg.kg⁻¹), propofol (0,5 mg.kg⁻¹) em infusão contínua, atracúrio (0,5 mg.kg⁻¹) e ventilados com oxigênio a 100% sob máscara e intubação traqueal. Ventilação controlada em sistema com absorvedor de CO₂, com volume corrente de 7 ml.kg⁻¹, e frequência para manter PETCO₂ entre 32-36 mmHg, saturação de HbO₂ de 97-98%, FIO₂ entre 33-35% e pressão traqueal de 10-12

cmH₂O. Após a intubação traqueal, injeção de 0,05 - 0,1 mg.kg⁻¹ de metoprolol. Os pacientes foram divididos em dois grupos: Grupo O: ventilados com O₂ puro, e Grupo N, ventilados com 66-67% de N₂O em O₂. Registrou-se o consumo de alfentanil, as pressões arteriais sistólica e diastólica e frequência cardíaca em 10 momentos. Ajustou-se o valor da PETCO₂ em 32-36 mmHg, mantendo o volume corrente constante alterando a frequência ventilatória e a pressão intratraqueal. O N₂O foi insuflado na cavidade até pressão de 10-12 mmHg. A concentração do N₂O intra-abdominal foi medida no momento da desinsuflação. No grupo O, a monitorização visou a expiração de N₂O proveniente da absorção da cavidade peritoneal. No Grupo N registrou-se o tempo de administração do N₂O e os tempos necessários para que a concentração expirada do gás atingisse 15% e zero. Os dados foram analisados pelo teste "t" de Student simples, Análise da Variância, e pelo teste do qui quadrado para nível de significância de 0,05.

Resultados - Houve prevalência do sexo feminino. O consumo de alfentanil foi maior no Grupo O (p<0,01). Os volumes de insuflação intraperitoneal foi de 1,76 ± 0,47 L e 1,92 ± 0,59 L respectivamente nos grupos O e N. As concentrações de N₂O medidas no momento da desinsuflação, em ambos os grupos, foram próximas a 100%, e não foram obtidos vestígios de N₂O das amostras do estômago ou na fração expirada dos pacientes do Grupo O.

Conclusões - Os autores concluíram que: 1 - o óxido nitroso por via intraperitoneal praticamente não é absorvido pela circulação. 2 - a administração concomitante de N₂O por via inalatória e intraperitoneal não provoca alterações significativas do ponto de vista hemodinâmico e respiratório e 3 - por ser pouco absorvido e pela impossibilidade de produzir misturas explosivas, o N₂O pode ser recomendado como o gás para pneumoperitônio nas colecistectomias por via laparoscópica.

UNITERMOS: ANESTÉSICOS, Inalatório: óxido nitroso, Venosa: propofol; CIRURGIA, Colecistectomia: laparoscópica; COMPLICAÇÕES: pneumoperitônio, óxido nitroso; HIPNOANALGÉSICOS: alfentanil; TÉCNICAS ANESTÉSICAS, Venosa: inalatória
Katayama M, Vieira JL, Campos JL,

Galvão OC, Arêas ML, Bruno PR - Óxido nitroso: una buena opción como gas para o pneumoperitoneo en las colecistectomias por videolaparoscopia bajo anestesia general

Justificativa y objetivos - El N₂O es menos irritante que el CO₂ quando inyectado en la cavidade peritoneal, proporcionando más bienestar a los pacientes, sin contar que altera menos las condiciones hemodinámicas y ventilatorias. El objetivo de este trabajo fue demostrar: a) que el N₂O introducido en la cavidad peritoneal es poco absorbido por la circulación espláncnica; b) que el N₂O intraperitoneal, asociado o no al N₂O por via inhalatória, no altera las condiciones ventilatorias cuanto al PETCO₂ expirada, sin ser también responsable por náuseas y vomitos en el pós-operatório; c) que esta asociación de N₂O intracavitário y administración inhalatória potencializan la anestesia venosa con propofol y alfentanil, reduciendo significativamente las dosis de hipnoanalgésico.

Método - Fueron estudiados 32 pacientes adultos de ambos sexos, ASA I ó II, que en el examen pré-anestésico consintieron en participar del protocolo aprobado por la Comisión de Ética del Hospital, sometidos a colecistectomia por via laparoscópica. MPA: midazolam (0,1 mg.kg⁻¹) 45 a 60 min. antes. Monitorización: presión arterial, ECG continuo, analizador de gases, oxímetro de pulso, analizador de oxígeno en línea y estimulador de nervio periférico. Anestesia inducida con droperidol (0,15 mg.kg⁻¹) seguido de alfentanil (40 µg.kg⁻¹) propofol (0,5 mg.kg⁻¹) en infusión continua, atracúrio (0,5 mg.kg⁻¹) y ventilados con oxígeno a 100% bajo máscara e intubación traqueal. Ventilación controlada en sistema con absorbedor de CO₂, con volumen corriente de 7 ml.kg⁻¹, y frecuencia para mantener PETCO₂ entre 32-36 mmHg, saturación de HbO₂ de 97-98%, FiO₂ entre 33-35% y presión traqueal de 10-12 cmH₂O. Después de la intubación traqueal, inyección de 0,05-0,1 mg.kg⁻¹ de metoprolol. Los pacientes fueron divididos en dos grupos: Grupo O: ventilados con O₂ puro, y Grupo N, ventilados con 66-67% de N₂O en O₂. Se registró el consumo de alfentanil, las presiones arteriales sistólica y diastólica y frecuencia cardíaca en 10 momentos. Se ajustó el valor de la PETCO₂; en 32-36 mmHg, manteniendo el volumen corriente constante alterando la frecuencia ventilatoria y la

presión intratraqueal. El N₂O insuflado en la cavidad hasta la presión de 10-12 mmHg. La concentración del N₂O intra-abdominal fue medida en el momento de la desinsuflación. En el grupo O, la monitorización visó la espiración de N₂O proveniente de la absorción de la cavidad peritoneal. En el Grupo N se registró el tiempo de administración del N₂O y los tiempos necesarios para que la concentración espirada del gas pudiera llegar 15% y cero. Los datos fueron analizados por el test t de Student simple, Análisis de la Variencia, y por el test del qui cuadrado para nivel de significancia de 0,05.

Resultados - *El consumo de alfentanil fue mayor en el Grupo O (p<0,01). Los volúmenes de insuflación intraperitoneal fixeron de 1,76±0,47 L y 1,92±0,59 L respectivamente en los grupos O y N. Las concentraciones de N₂O medidas en el momento de la desinsuflación, en ambos grupos, fizeron próximas a 100%, y no fueron obtenidos vestigios de N₂O de las muestras del estómago o en la fracción espirada de los pacientes del Grupo O.*

Conclusiones - *Los autores concluyeron que, 1- el óxido nitroso por vía intraperitoneal practicamente no es absorbido por la circulación. 2 - la administración concomitante de N₂O por vía inhalatória y intraperitoneal no provoca significativas alteraciones del punto de vista hemodinámico y respiratório y 3 - por ser poco absorbido y por la imposibilidad de producir mezclas explosivas, el N₂O puede ser recomendado como gas para pneumoperitonio en las colecistectomias por vía laparoscópica.*

REFERÊNCIAS

01. Levitt MD - Volume and composition of human intestinal gas determined by means of an intestinal washout technique. *New Eng J Med*, 1971; 284: 1394-1398.
02. Taylor E, Feinstein R, White PF et al - Anesthesia for laparoscopic cholecystectomy. Is nitrous oxide contraindicated? *Anesthesiology*, 1992; 76: 541-543.
03. Eger EI II, Saidman LJ - Hazards of nitrous oxide anaesthesia in bowel obstruction and pneumothorax. *Anesthesiology*, 1965; 26: 61-66.
04. Katayama M, Dores ALB, Vieira JL - Influência do óxido nitroso na anestesia venosa balanceada com propofol e alfentanil. *Rev Bras Anesthesiol*, 1993;43:181-189.
05. Katayama M, Campos JL, Cardoso PRO et al - Anestesia geral para colecistectomia laparoscópica. Efeito do óxido nitroso sobre a ventilação pulmonar. *Rev Bras Anesthesiol*, 1993; 43:313-321.
06. Johannsen G, Andersen M, Juhl B - The effect of general anaesthesia on the haemodynamic events during laparoscopy with CO₂-insufflation. *Acta Anaesthesiol Scand*, 1989;33:132-136.
07. Brampton WJ, Watson RJ - Arterial to end-tidal carbon dioxide tension difference during laparoscopy. *Anaesthesia*, 1990;45:210-214.
08. Wittgen CM, Andrus CH, Fitzgerald SD et al - Analysis of the hemodynamic and ventilatory effects of laparoscopic cholecystectomy. *Arch Surg*, 1991; 126: 997-1001.
09. Puri GD, Singh H - Ventilatory effects of laparoscopy under general anaesthesia. *Br J Anaesth*, 1992; 68:211-213.
10. Drummond GB, Scott DB - Laparoscopy explosion hazards with nitrous oxide. *Br Med J*, 1976;1:586.
11. Neuman GG, Sidebotham G, Negoianu E et al - Laparoscopy explosion hazards with nitrous oxide. *Anesthesiology*, 1993; 78: 875-879.
12. Snabes MC, Poindexter III AN - Laparoscopic tubal sterilization under local anesthesia in women with cyanotic heart disease. *Obst Gynecol*, 1991; 78: 437-440.
13. Minoli G, Teruzzi V, Spinzi GC et al - The influence of carbon dioxide and nitrous oxide on pain during laparoscopy: A double-blind, controlled trial. *Gastrointestinal Endoscopy*, 1982; 28: 173-175.
14. Brown DR, Fishburner JI, Roberson VO et al - Ventilatory and blood gas changes during laparoscopy with local anesthesia. *Am J Obst Gynecol*, 1976;124:741-745.
15. Scott DB, Julian DG - Observations on cardiac arrhythmias during laparoscopy. *Br Med J*, 1972; 1: 411-413.
16. Marshall RL, Jebson PJR, Davie IT et al - Circulatory effects of peritoneal insufflation with nitrous oxide. *Br J Anaesth*, 1982; 44: 1183-1187.
17. Ooka T, Kawano Y, Kosaka Y et al - Blood gas changes during laparoscopic cholecystectomy: Comparative study of N₂O pneumoperitoneum and CO₂ pneumoperitoneum. *Masui*, 1993; 42: 398-401.
18. Campos JL, Correa NS, Katayama M et al - Pneumoperitônio com óxido nitroso. Influência sobre a anestesia geral em cirurgia laparoscópica. *Rev Bras Anesthesiol*, 1995;45:5:285-294.
19. Katayama M, Aléssio FP, Vieira JL et al - Importância do droperidol e do metoprolol na anestesia com propofol, alfentanil e óxido nitroso para septoplastias e turbinectomias. *Rev Bras Anesthesiol*, 1995;45:4:225-234.
20. Lowe HJ, Ernst EA - *The Quantitative Practice of Anesthesia. Use of Closed Circuit*. Baltimore, William and Wilkins, 1981:p53-65.
21. Guyton AC - *Tratado de Fisiologia Médica*, 7ª Ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1989;p273-274.
22. Lonie DS, Harper JN - Nitrous oxide anaesthesia and vomiting. *Anaesthesia*, 1986;41:703-707.
23. Hovorka J, Kortilla K, Erkpla O - Nitrous oxide does not increase nausea and vomiting following gynaecological laparoscopy. *Can J Anaesth*, 1989;36:145-148.