



REVISTA BRASILEIRA DE ANESTESIOLOGIA

Official Publication of the Brazilian Society of Anesthesiology
www.sba.com.br



ARTIGO CIENTÍFICO

Efeitos do Óxido Nitroso em Hipotensão Controlada Durante Anestesia com Baixo Fluxo

Semiha Barçın¹, Leyla Sahan¹, Dilsen Ornek*¹, Fazilet Sahin¹, Oya Kilci¹, Serpil Deren¹, Gulay Erdogan¹, Canan Un¹, Mehmet Gamli¹, Bayazit Dikmen¹

1. Departamento de Anestesia e Reanimação, Hospital de Treinamento e Pesquisa Ancara Numune, Ancara, Turquia
Recebido do Departamento de Anestesia e Reanimação, Hospital de Treinamento e Pesquisa Ancara Numune, Ulku Mahallesi Talatpasa Bulvari n.º 5, Altindag, Ancara 06100, Turquia.

Submetido em 26 de dezembro de 2011. Aprovado para publicação em 13 de fevereiro de 2012.

Unitermos:

ANALGÉSICOS,
Dexmedetomidina;
ANESTÉSICOS,
Gasoso, óxido nitroso;
HIPOTENSÃO
CONTROLADA;
TÉCNICAS ANESTÉSICAS,
Geral, inalatória,
baixo fluxo.

Resumo

Justificativa e objetivos: Investigamos o efeito do óxido nitroso (N₂O) em hipotensão controlada durante anestesia com baixo fluxo (isoflurano-dexmedetomidina) em termos de hemodinâmica, consumo de anestésico e custos.

Métodos: Quarenta pacientes foram randomicamente alocados em dois grupos. Infusão de dexmedetomidina (0,1 µg.kg⁻¹.min⁻¹) foi mantida por 10 minutos. Subsequentemente, essa infusão foi mantida até os últimos 30 minutos de operação a uma dose de 0,7 µg.kg⁻¹.hora⁻¹. Tiopental (4-6 mg.kg⁻¹) e brometo de vecurônio (0,08 0,12 mg.kg⁻¹) foram administrados na indução de ambos os grupos. Isoflurano (2%) foi administrado para manutenção da anestesia. O Grupo N recebeu uma mistura de 50% de O₂-N₂O e o Grupo A recebeu uma mistura de 50% de O₂-ar como gás de transporte. Anestesia com baixo fluxo (1 L.min⁻¹) foi iniciada após um período de 10 minutos de alto fluxo inicial (4,4 L.min⁻¹). Os valores de pressão arterial, frequência cardíaca, saturação periférica de O₂, isoflurano inspiratório e expiratório, O₂ inspiratório e expiratório, N₂O inspiratório e expiratório, CO₂ inspiratório, concentração de CO₂ após expiração e concentração alveolar mínima foram registrados. Além disso, as taxas de consumo total de fentanil, dexmedetomidina e isoflurano, bem como de hemorragia, foram determinadas.

Resultados: A frequência cardíaca diminuiu em ambos os grupos após a carga de dexmedetomidina. Após a intubação, os valores do Grupo A foram maiores nos minutos um, três, cinco, 10 e 15. Após a intubação, os valores de hipotensão desejados foram alcançados em 5 minutos no Grupo N e em 20 minutos no grupo A. Os valores da CAM foram mais altos no Grupo N nos minutos um, três, cinco, 10 e 15 (p < 0,05). Os valores da FiO₂ foram mais altos entre 5 e 60 minutos no Grupo A, enquanto foram mais altos no Grupo N aos 90 minutos (p < 0,05). Os valores de Fi Iso (isoflurano inspiratório) foram menores no Grupo N nos minutos 15 e 30 (p < 0,05).

Conclusão: O uso de dexmedetomidina em vez de óxido nitroso em anestesia com isoflurano pela técnica de baixo fluxo atingiu os níveis desejados de pressão arterial média (PAM), profundidade suficiente da anestesia, estabilidade hemodinâmica e parâmetros de inspiração seguros. A infusão de dexmedetomidina com oxigênio-ar medicinal como gás de transporte é uma técnica anestésica opcional.

© 2013 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

*Correspondência para: Anaesthesia and Reanimation Department, Ankara Numune Training and Research Hospital, Ulku Mahallesi Talatpasa Bulvari n.º 5, Altindag, Ankara 06100, Turkey. Phone: 0 312 508 40 00; Fax: 0 312 311 43 40.

E-mail: dilsenpinar@yahoo.com

Introdução

A hipotensão controlada é um método usado para melhorar o ambiente cirúrgico e proporciona uma área seca em cirurgia do ouvido médio¹. Com esse propósito, o posicionamento do paciente e o controle da ventilação podem ser obtidos com agentes farmacológicos como vasodilatadores, beta-bloqueadores, bloqueadores ganglionares e doses elevadas de anestésicos inalatórios potentes¹⁻⁵.

Os agentes inalatórios possuem potenciais benefícios para a hipotensão controlada⁵, tais como facilidade de administração e disponibilidade, efeitos hipotensores e anestésicos e rápida eliminação. O isoflurano diminui a resistência vascular sistêmica e mantém o débito cardíaco em níveis normais, enquanto reduz a pressão arterial média. No entanto, a hipertensão de rebote é observada em alguns pacientes, o que evita a estimulação simpática reflexa e a manutenção dos níveis desejados de hipotensão⁶. Por essa razão, medicamentos adicionais são muitas vezes usados para aliviar esses efeitos adversos⁷⁻⁹.

A dexmedetomidina é um agonista $\alpha 2$ -adrenérgico usado como agente sedativo, analgésico e ansiolítico que afeta a frequência cardíaca e diminui a pressão arterial. A dexmedetomidina é benéfica para hipotensão controlada¹⁰.

Em cirurgias do ouvido médio, quando a membrana timpânica é colocada, o ouvido médio se torna um espaço fechado e a membrana pode se deslocar de seu posicionamento original se o óxido nitroso vazar para dentro desse espaço. Portanto, o óxido nitroso deve ser evitado durante a timpanoplastia ou durante o corte do enxerto antes da colocação¹¹. Para evitar os efeitos nocivos do óxido nitroso, a anestesia por inalação com técnicas de baixo fluxo e outros agentes pode ser usada¹².

As desvantagens econômicas e ecológicas do uso de gás anestésico podem ser minimizadas com o uso de técnicas anestésicas com baixo fluxo. Ao usar as técnicas de reinspiração em níveis elevados, o consumo de gás anestésico e da poluição diminui a níveis mínimos, bem como a contaminação da sala de cirurgia, sem aumentar os efeitos prejudiciais.

Investigamos os efeitos do óxido nitroso em pacientes submetidos à cirurgia do ouvido médio, usando hipotensão controlada provocada por dexmedetomidina e isoflurano em anestesia com baixo fluxo.

Métodos

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética Institucional e por consentimento informado obtido de todos os pacientes. Quarenta pacientes com idades entre 18-61 anos, estado físico ASA I ou II, programados para cirurgia do ouvido médio foram incluídos neste estudo prospectivo e randomizado. Os pacientes com insuficiência hepática, *diabetes mellitus*, doenças cardiovasculares, anemia, alergias a medicamentos, doenças hemorrágicas ou gravidez foram excluídos, bem como os pacientes em uso de medicamentos que afetam o sistema de coagulação. Todos os pacientes foram incluídos nas análises estatísticas e todos completaram o estudo. Controle de vazamento nos circuitos anestésicos e calibração do monitor de gás foram feitos antes de cada operação. Os circuitos anestésicos e filtros bacterianos foram usados uma única vez para cada operação. O absorvente de CO₂ foi trocado diariamente.

Os pacientes não foram pré-medicados. Na sala de cirurgia, eletrocardiograma (ECG), frequência cardíaca (FC), pressão arterial não invasiva (PANI) e saturação periférica de oxigênio (SpO₂) foram monitorados com o uso de um aparelho de anestesia ADU S/5 (Datex-Ohmeda, Finlândia). O acesso vascular por via intravenosa (IV) foi obtido via cânula de calibre 18G ou 20G e infusão de lactato de Ringer iniciada com velocidade de infusão de 5-10 mL.kg⁻¹. Pré-oxigenação foi fornecida com O₂ (100%) via máscara por 10 minutos.

Um cateter de calibre 22G foi inserido na artéria radial da mão não dominante para monitorar a pressão sanguínea invasiva. Depois de identificar os valores basais, infusão de dexmedetomidina (4 µg.mL⁻¹ com volume total de 50 mL de solução) foi iniciada. Após a infusão de dexmedetomidina por injetor tipo bomba de infusão durante 10 minutos a uma dose de 0,1 µg.kg⁻¹.min⁻¹, os valores de frequência cardíaca e pressão arterial foram registrados. A infusão de dexmedetomidina foi mantida até os últimos 30 minutos de operação em dose de 0,7 µg.kg⁻¹.hora⁻¹.

Para indução da anestesia, 4-6 mg.kg⁻¹ de tiopental (Pental Sodyum, İbrahim Ethem Ulagay İlac Sanayi, Istanbul, Turquia) e 0,08-0,12 mg.kg⁻¹ de brometo de vecurônio (Norcuron, Organon, Oss, Holanda) foram administrados até o desaparecimento do reflexo palpebral de tiopental, após o qual o paciente foi intubado. Após intubação traqueal, todos os pacientes foram ligados ao aparelho de anestesia ADU S/5 (Datex-Ohmeda, Finlândia) e o volume corrente foi mantido em 8-10 mL.kg⁻¹ a 12 resp.min⁻¹. Um monitor analisador de gás foi usado para todos os pacientes e cal sodada (Sorbo-Lime®) foi usado como absorvedor de CO₂.

Os pacientes foram randomicamente alocados em dois grupos (N e A) por meio de envelopes selados escolhidos por eles antes do estudo. O fluxo de gás fresco foi de 4,4 L.min⁻¹ (O₂/N₂O = 1,4/3), contendo 1,5% de isoflurano após indução para proporcionar desnitrogenização e melhor anestesia. Após 10 minutos, o fluxo de gás fresco do Grupo N (n = 20) foi reduzido para 1 L.min⁻¹ em N₂O/O₂ 50%, para proporcionar um valor de FiO₂ acima de 0,30 e 2-2,5% de isoflurano foram administrados. Vinte minutos antes da colocação da membrana timpânica, o fluxo de óxido nitroso foi interrompido e a administração de isoflurano foi mantida com 50% de O₂ em ar e 2-2,5% de isoflurano. Para o Grupo A (n = 20), após 10 minutos, o fluxo de gás fresco foi reduzido para 1 L.min⁻¹ com 50% de O₂ em ar, o que forneceu um valor de FiO₂ acima de 0,30, e 2-2,5% de isoflurano foi administrado.

A concentração de isoflurano foi escolhida em valores nos quais a PAM basal estivesse reduzida em 30% e interrompida 10 minutos antes do fim da operação. O fluxo de gás fresco a 6 L.min⁻¹ com O₂ a 100% foi administrado cinco minutos antes do fim da operação. Após a cirurgia, os valores foram registrados e os pacientes extubados. Os valores de frequência cardíaca (FC), pressão arterial média (PAM), saturação periférica de O₂ (SpO₂), isoflurano inspiratório (Fi Iso), isoflurano expiratório (ETiso), O₂ inspiratório (FiO₂), O₂ expiratório (ETO₂), N₂O inspiratório (FiN₂O), N₂O expiratório (ETN₂O), CO₂ inspiratório (FiCO₂), concentração de CO₂ no fim da expiração (ETCO₂), concentração alveolar mínima (CAM) e pressão de platô do trato respiratório (Pplato) foram registrados antes e depois da carga de dexmedetomidina, depois de zero, três, cinco, 10 e 15 minutos após a intubação em intervalos de cinco até 60 minutos e depois em

intervalos de 15 minutos. Durante a cirurgia, os monitores foram ajustados de modo que o dióxido de carbono expirado (ETCO₂) ficasse entre 35 e 40 mm Hg e o FiO₂ acima de 30%. Quando ETCO₂ ficou acima de 40 mm Hg ou o FiO₂ ou a SpO₂ abaixo de 30% ou 95%, respectivamente, a taxa de fluxo de gás fresco foi aumentada para 4,4 L.min⁻¹ e esses pacientes foram excluídos do estudo.

Alfentanil (7 µg.kg⁻¹) foi administrado por via IV como analgésico adicional quando a PAM ficou acima de 20% dos valores de controle e as concentrações de isoflurano foram reduzidas quando a PAM ficou abaixo de 20%, com 10 mg de efedrina administrados em seguida por via IV. Sulfato de atropina (0,5 mg) foi administrado por via IV e a concentração de isoflurano diminuiu quando a frequência cardíaca ficou abaixo de 50 bpm. Para assegurar a profundidade equivalente de anestesia, o agente volátil foi aumentado em 0,2-0,25 quando necessário.

Ondansetrona (4 mg) foi administrado por via IV para profilaxia de náuseas e vômitos e para controle da dor pós-operatória, 75 mg de diclofenaco de sódio por via intramuscular, em todos os pacientes, 30 minutos antes do fim da operação. A taxa de sangramento foi determinada pelo cirurgião de acordo com a Escala de Qualidade Fromm-Boezaart, na qual "0" = sem sangramento; "1" = sem necessidade de aspiração de sangue do campo cirúrgico; "2" = necessidade de aspiração ocasional do campo cirúrgico; "3" = necessidade de aspiração frequente do campo cirúrgico; "4" = o campo só pode ser visualizado após a aspiração de sangue; "5" = hemorragia não permite o prosseguimento da operação. Além disso, avaliamos a satisfação do cirurgião e registramos como: "boa" = 1; "média" = 2; "ruim" = 3.

Para calcular o consumo de gás, um processo repetitivo de calibração do aparelho de anestesia foi executado para cada paciente. No fim da operação, a quantidade total consumida de isoflurano, N₂O e O₂ foi registrada por cálculos feitos pelo dispositivo de anestesia ADU S/5. Além disso, a quantidade consumida de dexmedetomidina e medicamento adicional

também foi registrada. Complicações como náuseas, vômitos, pruridos e retenção de urina que ocorreram durante o período pós-operatório também foram registradas.

Os dados obtidos neste estudo foram avaliados com o uso do programa SPSS 13. A análise de normalidade dos dados foi feita pelo teste de Shapiro-Wilk. O teste *t* de Student foi usado em grupos independentes para os dados que apresentaram distribuição normal e o teste do qui-quadrado para as variáveis calculadas em bases categóricas. Os valores de *p* < 0,05 foram considerados estatisticamente significantes. Os pacientes que participaram do estudo foram randomicamente determinados e uma suposição de neutralidade foi obtida. Antes deste estudo, os valores da magnitude do efeito de 0,85, $\alpha = 0,05$ e potência teórica (1-B) = 0,70 foram aceitos e, com o uso do programa Gpower, o estudo foi feito com 40 indivíduos, nos quais *n*₁ = *n*₂ = 20.

Resultados

Os grupos de estudo foram equiparados em termos de idade (anos), peso, altura, período de operação, gênero e escores ASA (*p* > 0,05) (Tabelas 1 e 2).

Os parâmetros hemodinâmicos mostraram que a frequência cardíaca diminuiu em cada grupo após a carga de dexmedetomidina. Após a intubação, ambos os grupos apresentaram a mesma taxa de aumento de frequência cardíaca para retornar ou ligeiramente ultrapassar os valores basais. O Grupo A apresentou uma frequência cardíaca menor entre cinco e 30 minutos após a intubação (*p* < 0,05; teste *t* de Student) (Figura 1).

Não houve diferença significativa na PAM em ambos os grupos após a carga de dexmedetomidina. Após a intubação, a PAM foi maior nos minutos 1-15 no Grupo A (*p* < 0,05) (Figura 2). O Grupo N atingiu os níveis desejados de hipotensão 5 minutos após a intubação, enquanto que o Grupo A atingiu os níveis desejados 20 minutos após a intubação.

Tabela 1 Resultados do Teste *t* de Student e Comparação das Características dos Pacientes.

	Grupo N (n = 20)	Grupo A (n = 20)	<i>p</i> *
Idade (anos)	30,5 ± 8,90	34,05 ± 10,27	0,278
Peso (kg)	65,12 ± 13,45	72,40 ± 14,49	0,088
Altura (cm)	165,93 ± 5,57	169,27 ± 8,70	0,064
Tempo de operação (min)	168,12 ± 59,41	156,75 ± 58,49	0,588

Média ± Desvio Padrão; * teste *t* em grupos independentes.

Tabela 2 Comparação das Características dos Pacientes e Resultados do Teste do Qui-quadrado.

	Grupo N (n = 20)	Grupo A (n = 20)	<i>p</i> (Qui-quadrado)
Gênero (F/M)	15/5	9/11	0,074
ASA I / II	8/12	4/16	0,130

* *p* < 0,05.

Embora a dexmedetomidina tenha sido descontinuada nos últimos 30 minutos, a PAM permaneceu igual antes e depois da intubação (Figura 2).

Logo após a intubação, os valores da CAM no Grupo N estavam ligeiramente mais elevados do que no Grupo A, com diferenças nos minutos um, três, cinco, 10 e 15 (Figura 3) ($p < 0,05$).

Os valores de FiO_2 do Grupo N foram inferiores aos do Grupo A, embora nenhum grupo tenha apresentado valores com quedas abaixo de 30% durante qualquer intervalo. Enquanto os valores de FiO_2 do Grupo A foram maiores entre os minutos cinco e 60, o Grupo N apresentou valores mais elevados aos 90 minutos ($p < 0,05$). Entre 150 e 240

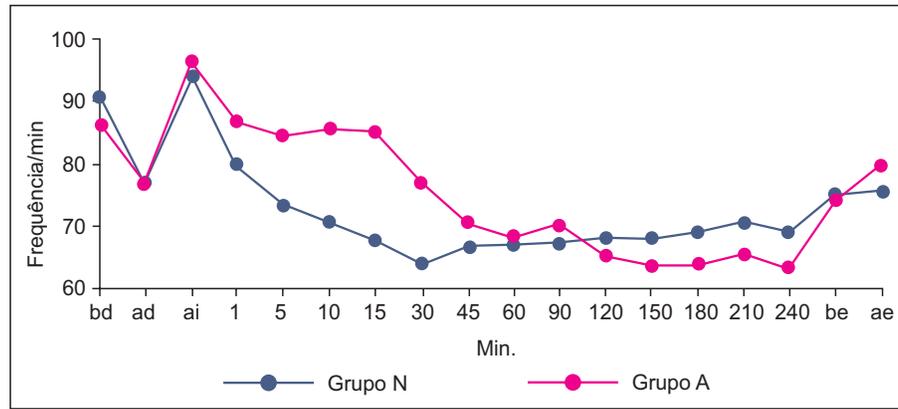


Figura 1 Distribuição da Frequência Cardíaca.

bd: antes de dexmedetomidina; ad: após carga de dexmedetomidina; ai: após intubação; be: antes da extubação; ae: após a extubação.

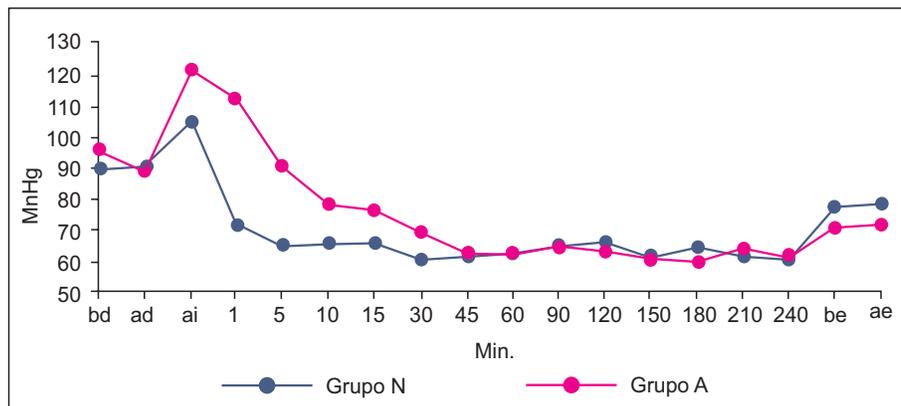


Figura 2 Distribuição da PAM.

bd: antes de dexmedetomidina; ad: após carga de dexmedetomidina; ai: após intubação; be: antes da extubação; ae: após a extubação.

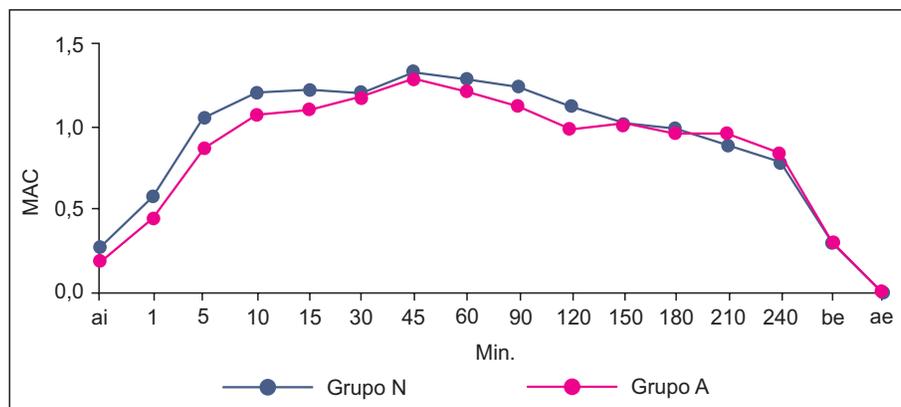


Figura 3 Distribuição da CAM.

ai: após intubação; be: antes da extubação; ae: após extubação.

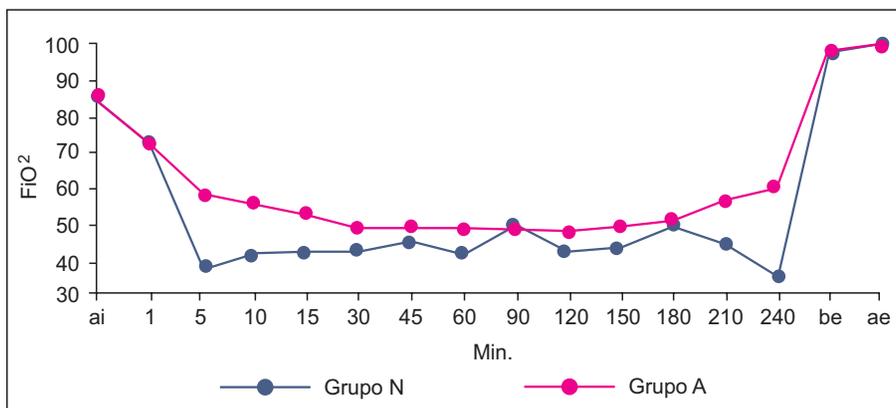


Figura 4 Distribuição da FiO₂.
ai: após intubação; be: antes da extubação; ae: após extubação.

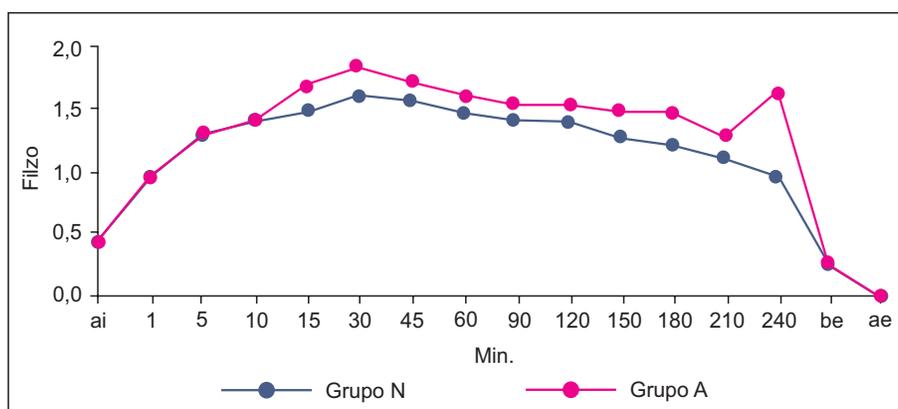


Figura 5 Distribuição da Fi Iso.
ai: após intubação; be: antes da extubação; ae: após extubação.

Tabela 3 Consumo de Medicamentos.

	Grupo N (n = 20)	Grupo A (n = 20)	p*
Dexmedetomidina (mcg)	168,12 ± 51,53	174,55 ± 56,66	0,756
Isoflurano (mL)	21,25 ± 13,72	24,16 ± 7,17	0,070
Alfentanil (mcg)	0,18 ± 0,40	0,22 ± 0,42	0,806

Média ± Desvio Padrão; * teste t em grupos independentes.

minutos, os valores foram novamente superiores no Grupo A, embora sem diferença estatisticamente significativa (Figura 4) ($p < 0,05$).

A partir dos 15 minutos, os valores de FiO₂ foram menores no Grupo N em comparação com o Grupo A. Houve diferenças significativas entre os valores nos minutos 15 e 30 (Figura 5). Os grupos não mostraram diferenças entre as pressões de ETIso e ETCO₂ ou valores do platô P.

Não houve diferença significativa entre os grupos em relação aos valores de dexmedetomidina (mcg), isoflurano (mL) e alfentanil (mcg). Embora o uso de dexmedetomidina e isoflurano tenha sido maior no Grupo A, a diferença não foi significativa (Tabela 3).

Não houve necessidade de aumentar o fluxo de gás, pois não houve queda da saturação de oxigênio e dos valores de

FiO₂ abaixo de 94% ou 30%, respectivamente; e os valores de ETCO₂ não excederam 40 mm Hg. Alfentanil (7 µg.kg⁻¹) foi administrado por via intravenosa em três e quatro pacientes dos grupos N e A, respectivamente, porque a PAM caiu abaixo dos valores desejados. Não houve diferença significativa entre os grupos em outros intervalos de tempo quanto a esses dados ($p < 0,05$).

Aos 15 minutos, quando as incisões cirúrgicas ocorreram, sangramentos com escore = 1, segundo a Escala de Qualidade de Fromm-Boezaart, foram observados em seis pacientes do Grupo N e em oito pacientes do Grupo A. Não houve diferenças entre os grupos em relação a outros achados ou satisfação do cirurgião.

Discussão

Os principais riscos na aplicação de anestesia com baixo fluxo incluem hipóxia, uso de anestésicos voláteis em doses baixas ou elevadas, desenvolvimento de hipercapnia e acúmulo de gases tóxicos¹². Os métodos de anestesia com baixo fluxo são recomendados para operações pequenas e médias e para pacientes sem queixas iniciais significativas. Por essa razão, pacientes com estado físico ASA I ou II foram selecionados.

Ao aplicar os métodos de anestesia com baixo fluxo, recomenda-se o uso de dispositivos que possam monitorar e ajustar cuidadosamente os valores limite de alarme de pressão da linha de ar, volume de gás inalado, FiO_2 , concentrações do agente anestésico volátil e de CO_2 ¹². Em nosso estudo, o aparelho de anestesia ADU S/5 (Datex-Ohmeda®) foi usado, o que permitiu a monitorização desses valores e o controle eletrônico do fluxo de gás fresco.

No método de anestesia com baixo fluxo, há um período inicial de 6-8 minutos para altos fluxos de gás fresco (4-5 L.min⁻¹), que abastece o sistema e ajusta a capacidade residual funcional do paciente, atualiza a equalização de N_2O e permite uma profundidade suficiente da anestesia ao proporcionar a desnitrogenação. Subsequentemente, o fluxo de gás é reduzido para 1 L.min⁻¹ e a anestesia com baixo fluxo é iniciada¹². Em nosso estudo, começamos a aplicação da anestesia com baixo fluxo após 10 minutos de desnitrogenação.

Em nosso estudo, uma redução dos parâmetros hemodinâmicos foi observada antes da operação após a carga de dexmedetomidina, embora esses valores tenham retornado aos níveis basais após intubação (mesmo quando os parâmetros hemodinâmicos calculados estavam elevados no grupo sem óxido nitroso, uma profundidade anestésica adequada e hipotensão controlada foram obtidas). Quanto ao uso de medicamento, sangramento e satisfação do cirurgião, não houve diferença entre os grupos. Esses resultados estão de acordo com os de outros estudos¹³.

O desenvolvimento de aparelhos de anestesia, o aumento da consciência sobre a sensibilidade ambiental, os anestésicos com características novas e altos custos, juntamente com as limitações financeiras mundiais do setor médico, levaram ao uso de métodos de anestesia com baixo fluxo¹⁴. Em anestesia com baixo fluxo, o ar exalado após a absorção de CO_2 , que é usado em sistemas semifechados, é reexalado para o paciente em proporções de pelo menos 50%. Essa situação pode ser obtida por modernos sistemas de reinalação somente se o fluxo de gás fresco puder ser diminuído para 2,0 L.dk⁻¹¹⁵. De acordo com os estudos, o alto fluxo de gás na fase inicial, com duração de 10 minutos, é obrigatório para garantir que as taxas de fluxo sejam de pelo menos 30% para FiO_2 , 3,0 L.min⁻¹ para o fluxo de N_2O e 1,4 L.min⁻¹ para o fluxo de oxigênio¹⁶. A dose de isoflurano deve ser ajustada para 1,5% durante a fase inicial. Se esses ajustes forem feitos nos primeiros 10 minutos, a CAM geral será de 1,3. Em nosso estudo, o valor da CAM para o grupo com óxido nitroso foi semelhante a esse valor. Esse valor é AD_{95} e é aceito como uma profundidade anestésica suficiente para garantir que 95% dos pacientes não reagirão a uma incisão na pele. Aantaa e col.¹⁷ relataram que a dexmedetomidina usada em doses elevadas diminui a CAM de isoflurano para 47%. Esses baixos valores

de CAM podem produzir hipotensão em níveis desejados com concentrações menores de isoflurano, resultante do uso de dexmedetomidina em ambos os grupos.

Ao diminuir o fluxo em anestesia com baixo fluxo, um aumento da FiO_2 pode ser observado entre 30 e 45 minutos, com uma diminuição lenta e contínua após esse aumento basal. Quando o limite de alarme de oxigênio é atingido, a taxa de fluxo de oxigênio deve ser aumentada e o N_2O reduzido na mesma proporção. Em nosso estudo, nenhum paciente teve redução da FiO_2 abaixo de 30%, provavelmente porque usamos 50% de oxigênio em nossa aplicação com baixo fluxo.

Embora Tobias e Berkenbosch¹³ relatem que depois de descontinuar a infusão de dexmedetomidina os parâmetros hemodinâmicos dos pacientes retornaram aos valores basais em 7 minutos, em nosso estudo esse período foi mais longo após a extubação. Se a anestesia com baixo fluxo for mantida, esse prolongamento é esperado porque a redução das concentrações anestésicas é lenta e tardia. Além disso, a concentração relatada de isoflurano foi mais baixa do que as usadas em nosso estudo.

Acredita-se que isoflurano é o anestésico volátil mais adequado para provocar hipotensão em pacientes saudáveis¹⁸. Em estudos tanto de seres humanos quanto de animais, o isoflurano demonstrou diminuir a pressão sanguínea ao reduzir a resistência vascular^{19,20}. Macnab e col.²¹ relataram que a PAM pode ser reduzida de forma eficiente e a resposta ao estresse enfraquecida quando o isoflurano foi usado em cirurgia de aneurisma cerebral. O valor limite do fluxo sanguíneo que provoca isquemia em pacientes submetidos à endarterectomia da carótida é mais baixo com o uso de isoflurano, comparado com enflurano e halotano. Newman e col.²² relataram que para clipagem de aneurisma cerebral o isoflurano tem efeitos benéficos na relação oferta-demanda de oxigênio cerebral. Haraldsted e col.²³ também relataram que o limite máximo do valor da CAM no qual esses efeitos benéficos foram observados é de 2,5.

Madsen e col.⁶ relataram que a hipertensão de rebote ocorre após a interrupção de isoflurano para clipagem de aneurisma cerebral aplicada em pacientes e que o isoflurano sozinho não poderia impedir a estimulação simpática com hipertensão de rebote impedida pelo α_2 -agonista clonidina. Além disso, por não bloquear completamente os reflexos barorreceptores, o isoflurano pode obstruir a estimulação simpática de rebote para atingir os níveis desejados de hipotensão e pode ser desenvolvida resistência contra os efeitos hipertensivos de isoflurano⁶. A combinação de isoflurano com agentes para manter o débito cardíaco pode ser mais adequada do que o seu uso sozinho em doses mais elevadas²⁴. Toivenen e Kaukinen avaliaram a capacidade de clonidina para diminuir o uso de agentes hipertensivos em cirurgia do ouvido médio e descobriram que a pré-medicação com clonidina (4-5 μ g.kg⁻¹) diminuiu o uso de labetalol ou isoflurano em hipotensão, bem como preveniu os aumentos dos níveis plasmáticos de catecolamina e o desenvolvimento subsequente de hipertensão de rebote⁷. Woodcock e col.⁸ administraram clonidina (0,6 mg oral) com isoflurano (2%) como pré-medicação a pacientes submetidos a cirurgias nasais e de ouvido médio duas horas antes da cirurgia e depois tentaram obter anestesia hipertensiva administrando 3% de

isoflurano. A pré-medicação diminuiu a quantidade necessária do hipotensivo e a quantidade de isoflurano necessária para obter hipotensão também foi diminuída.

A combinação de isoflurano com medicamentos que bloqueiam os receptores α -adrenérgicos ou β -adrenérgicos reduz os efeitos negativos em comparação com o uso individual de isoflurano como hipertensivo^{25,26}. Portanto, o isoflurano pode ser usado como medicamento adjuvante em concentrações baixas na hipertensão controlada. Esse método tem vantagens como redução do metabolismo cerebral e proteção da troca gasosa pulmonar²⁷.

A dexmedetomidina é um agonista α_2 -adrenérgico específico. Além de ser geralmente usada em ventilação mecânica de adultos, é usada com frequência em cirurgia cardíaca como sedativo. As características ansiolíticas e anestésicas e sua capacidade de aumentar os efeitos de opioides tornam a dexmedetomidina parte de uma abordagem anestésica equilibrada. A dexmedetomidina também pode ser benéfica para a hipotensão porque diminui a pressão arterial média e a frequência cardíaca¹³. Pré-medicação com dexmedetomidina em doses de 1,2-2,5 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ inibe a resposta cardiovascular à laringoscopia e intubação traqueal²⁸. A dexmedetomidina por via IV (0,6 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) administrada 10 minutos antes da indução anestésica diminui a resposta ao estresse²⁹. Compatível com os resultados obtidos em pacientes normotensos, a resposta do estresse à laringoscopia e intubação traqueal também foi suprimida quando dexmedetomidina foi administrada 10 minutos antes da anestesia.

Em cirurgia do ouvido médio, o distúrbio intraoperatório da visão por causa do sangramento é um problema sério. Ülger e col. relataram que a dexmedetomidina permite uma melhor visão cirúrgica e exposição em comparação com nitroglicerina, não apenas porque diminui a pressão sanguínea, mas também porque aumenta o fluxo sanguíneo capilar e a pressão venosa¹⁰. Em nossas avaliações, seis pacientes do Grupo N (com óxido nítrico) apresentaram sangramento comparado com oito pacientes do Grupo A. A colocação da membrana em timpanoplastia geralmente ocorre entre 60 e 100 minutos e dura aproximadamente 20-30 minutos. Durante esse período, ambos os grupos apresentaram escores zero de sangramento e pressões arteriais médias desejadas. Juntos, esses resultados indicam que o nível de hipotensão atingido é suficiente e que a dexmedetomidina é eficaz para hipotensão controlada.

Durante a timpanoplastia, o ouvido médio é exposto à atmosfera e não há aumento de pressão. Quando a membrana timpânica é colocada, o ouvido médio volta a ser um espaço fechado. Se o óxido nítrico invadir esse espaço, a pressão no ouvido médio será aumentada e a membrana pode se deslocar de seu ponto de colocação. Se o fluxo de óxido nítrico for interrompido após a colocação da membrana, uma pressão negativa pode ocorrer e a membrana pode se retrair. Por ambos os motivos, o óxido nítrico deve ser evitado ou interrompido durante a timpanoplastia para colocação de enxerto¹⁰.

Os métodos de anestesia com baixo fluxo minimizam problemas como a libertação de óxido nítrico para a atmosfera e a contaminação da sala de cirurgia³⁰⁻³², enquanto mantêm a quantidade de gás recebido pelos pacientes e os resultados nocivos inalterados. Para evitar esses problemas, o uso de óxido nítrico deve ser evitado em todas as anestésias com

administração de fármacos inalatórios, incluindo os métodos de anestesia com baixo fluxo. A falta de analgesia decorrente da interrupção do fluxo de óxido nítrico pode ser compensada com o uso de opioides e a falta de efeito hipnótico pode ser compensada com o aumento da concentração do agente volátil^{12,13}.

Em conclusão, em anestesia com baixo fluxo para cirurgia do ouvido médio, a pressão arterial média desejada pode ser atingida em ambos os grupos com o uso de isoflurano e dexmedetomidina, embora a pressão arterial média desejada tenha sido atingida mais tarde no grupo sem óxido nítrico. Contudo, durante a colocação cirúrgica da membrana, o que ocorre nas últimas fases da operação, o cirurgião não será afetado por esse atraso, tornando a dexmedetomidina um agente adequado para proporcionar hipotensão controlada sem óxido nítrico em cirurgia do ouvido médio.

Referências

1. Van Aken H, Miller Jr ED - Deliberate hypotension. In: Miller RD (ed.). *Anesthesia*. Fifth edition. New York: Churchill Livingstone; 2000;1470-1490.
2. Degoute CS, Dubreuil C, Ray MJ et al. - Effects of posture, hypotension, and locally applied vasoconstriction on the middle ear microcirculation in anaesthetized humans. *Eur J Appl Physiol*. 1994;69:414-420.
3. Boezaart AP, van der Merwe J, Coetzee AR - Comparison of sodium nitroprusside and esmolol-induced controlled hypotension for functional endoscopic sinus surgery. *Can J Anaesth*. 1995;42:373-376.
4. Pilli G, Güzeldemir ME, Bayhan N - Esmolol for hypotensive anesthesia in middle ear surgery. *Acta Anaesthesiol Belg*. 1996;47:85-91.
5. Pavlin JD, Colley PS, Weymuller EA Jr et al. - Propofol versus isoflurane for endoscopic sinus surgery. *Am J Otolaryngol*. 1999;20:96-101.
6. Madsen JB, Cold GE, Hansen ES, Bardrum B, Kruse-Larsen C - Cerebral blood flow and metabolism during isoflurane-induced hypotension in patients subjected to surgery for cerebral aneurysms. *Br J Anaesth*. 1987;59:1204-1207.
7. Toivonen J, Kaukinen S - Clonidine premedication: a useful adjunct in producing deliberate hypotension. *Acta Anaesth Scand*. 1990;34:653-357.
8. Woodcock TE, Millard RK, Dixon J, Prys-Roberts C - Clonidine premedication for isoflurane-induced hypotension. Sympathoadrenal responses and a computer-controlled assessment of the vapour requirement. *Br J Anaesth*. 1988;60:388-394.
9. Aho M, Lehtinen AM, Erkola O, Kallio A, Korttila K - The effect of intravenously administered dexmedetomidine on perioperative hemodynamics and isoflurane requirements in patients undergoing abdominal hysterectomy. *Anesthesiology*. 1991;74:997-1002.
10. Ülger HM, Demirbilek S, Köroğlu A, Borazan H, Ersoy MÖ - Orta kulak cerrahisinde dexmedetomidin ile kontrollü hipotansiyon. *İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*. 2004;11:237-241.
11. Imberti R, Preseglio I, Imbriani M, Ghittori S, Cimino F, Mapelli A - Low flow anaesthesia reduces occupational exposure to inhalation anaesthetics. *Acta Anaesthesiol Scand*. 1995;39:586-591.
12. Baum JA - Low flow anaesthesia in clinical practice. In: Baum JA (ed.). *Low flow anaesthesia. The theory and practice of low flow, minimal flow, and closed system anaesthesia* (2nd ed.). Oxford, Butterworth Heinemann. 2001;220-268.

13. Tobias JD, Berkenbosch JW - Initial experience with dexmedetomidine in paediatric-aged patients. *Paediatr Anaesth.* 2002;12:171-175.
14. Baxter AD - Low and minimal flow inhalation anaesthesia. *Can J Anaesth.* 1997;44:643-653.
15. Baum JA, Aitkenhead AR - Low-flow anaesthesia. *Anaesthesia.* 1995;50(Suppl):37-44.
16. Barton F, Nunn JF - Totally closed circuit nitrous oxide/oxygen anaesthesia. *Br J Anaesth.* 1975;47(3):350-357.
17. Aantaa R, Jaakola M-L, Kallio A, Kanto J - Reduction of the minimum alveolar concentration of isoflurane by dexmedetomidine. *Anesthesiology.* 1997;86:1055-1060.
18. Bertrand D, Boivin G, Manel J, Laxenaire MC - Effects of isoflurane on bleeding in microsurgery of the middle ear. *Ann Fr Anesth Reanim.* 1987;6:416-418.
19. Lam AM, Gelb AW - Cardiovascular effects of isoflurane-induced hypotension for cerebral aneurysm surgery. *Anesth Analg.* 1983;62:742-748.
20. Van Aken H, Fitch W, Graham DI, Brüssel T, Themann H - Cardiovascular and cerebrovascular effects of isoflurane-induced hypotension in the baboon. *Anesth Analg.* 1986;65:565-574.
21. Macnab MS, Manninen PH, Lam AM, Gelb AW - The stress response to induced hypotension for cerebral aneurysm surgery: a comparison of two hypotensive techniques. *Can J Anaesth.* 1988;35:111-115.
22. Newman B, Gelb AW, Lam AM - The effect of isoflurane-induced hypotension on cerebral blood flow and cerebral metabolic rate for oxygen in humans. *Anesthesiology.* 1986;64:307-310.
23. Haraldstedt VY, Asmussen J, Herlevsen P, Cold GE - Cerebral arteriovenous difference of oxygen during gradual and sudden increase of the concentration of isoflurane for induction of deliberate hypotension. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1992;36:142-144.
24. Dal D, Çeliker V, Özer E, Başgül E, Salman MA, Aypar Ü - Induced hypotension for tympanoplasty: a comparison of desflurane, isoflurane and sevoflurane. *Eur J Anaesthesiol.* 2004;21:902-906.
25. Kick O, Van Aken H, Wouters PF, Verbesselt K, Van Hemelrijck J - Vital organ blood flow during deliberate hypotension in dogs. *Anesth Analg.* 1993;77:737-742.
26. Toivonen J, Virtanen H, Kaukinen S - Labetalol attenuates the negative effects of deliberate hypotension induced by isoflurane. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1992;36:84-88.
27. Nicholas JF, Lam AM - Isoflurane-induced hypotension does not cause impairment in pulmonary gas exchange. *Can Anaesth Soc J.* 1984;31:352-358.
28. Aantaa R, Jaakola ML, Kallio A, Kanto J, Scheinin M, Vuorinen J - A comparison of dexmedetomidine, and alpha 2-adrenoceptor agonist, and midazolam as i.m. premedication for minor gynecological surgery. *Br J Anaesth.* 1991;67:402-409.
29. Jaakola ML, Ali-Melkkilä T, Kanto J, Kallio A, Scheinin H, Scheinin M - Dexmedetomidine reduces intraocular pressure, intubation responses and anaesthetic requirements in patients undergoing ophthalmic surgery. *Br J Anaesth.* 1992;68:570-575.
30. Watts A, Luney SR, Lee D, Gelb AW - Effect of nitrous oxide on cerebral blood flow velocity after induction of hypocapnia. *J Neurosurg Anaesthesiol.* 1998;10:142-145.
31. Morgan GE, Mikhail MS, Murray MJ, Larson CP - *Clinical Anesthesiology.* Third Edition. Lange; 2001;143.
32. Bozkurt P, Saygı NE, Tomatır E, Yekeş Y - N₂O-free low-flow anesthesia technique for children. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2005;49:1330-1333.