



REVISTA BRASILEIRA DE ANESTESIOLOGIA

Publicação Oficial da Sociedade Brasileira de Anestesiologia
www.sba.com.br



ARTIGO CIENTÍFICO

Comparação de propofol e midazolam em pacientes submetidos à cirurgia de coluna vertebral com teste de despertar no intraoperatório: estudo clínico randomizado

Ozgur Canbay^a, Basak Altiparmak^{b,*}, Nalan Celebi^a, Heves Karagoz^a e Fatma Saricaoglu^a

^a Departamento de Anestesiologia e Reanimação, Faculdade de Medicina da Universidade Hacettepe, Ankara, Turquia

^b Hospital Estadual de Biga, Biga, Canakkale, Turquia

Recebido em 27 de março de 2013; aceito em 17 de outubro de 2013

Disponível na Internet em 1 de outubro de 2015

PALAVRAS-CHAVE

Teste de despertar;
Propofol;
Midazolam;
BIS;
Cirurgia de coluna

Resumo

Justificativa e objetivos: A instrumentação em cirurgias de correção de deformidades da coluna vertebral tem risco de 0,5 a 5% de lesionar a medula espinhal. O teste de despertar é usado para a detecção precoce dessas lesões. Neste estudo comparamos os efeitos de propofol e midazolam durante o teste de despertar em cirurgia de escoliose.

Métodos: Trinta pacientes foram designados de forma aleatória para os grupos P e M. A anestesia foi induzida com propofol ($2,5 \text{ mg kg}^{-1}$) no grupo P ou midazolam ($0,5 \text{ mg kg}^{-1}$) no grupo M, com remifentanil ($0,5 \mu\text{g kg}^{-1}$) e cisatracúrio ($0,15 \text{ mg kg}^{-1}$) em ambos os grupos. A manutenção da anestesia foi feita com O_2/ar e infusões de remifentanil e cisatracúrio. Nos grupos P e M, respectivamente, doses de propofol ($6\text{-}10 \text{ mg kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) e de midazolam ($0,5 \text{ mg mg kg}^{-1}$) foram preferidas. Aproximadamente 15 min antes do teste de despertar, todos os medicamentos foram interrompidos. No teste de despertar, o anestesiolista pedia ao paciente que abrisse os olhos e apertasse sua mão a cada 30 s até que o paciente respondesse. Depois, o paciente era solicitado a mexer os dedos dos pés. Os parâmetros hemodinâmicos, o tempo de abertura dos olhos e o movimento apropriado sob comando verbal foram avaliados. A frequência do BIS foi registrada durante toda a cirurgia.

Resultados: O tempo de abertura dos olhos foi de $9 \pm 2,15$ min no grupo P e de $7 \pm 3,15$ min no grupo M. O tempo de movimento motor foi de $12 \pm 2,55$ min no grupo P e de $21,25 \pm 3,93$ min no grupo M.

Conclusão: Propofol proporcionou melhores condições de despertar e possibilitou uma melhor avaliação neurológica dentro dos mesmos valores do BIS que midazolam.

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

* Autor para correspondência.

E-mail: basakugurlu@me.com (B. Altiparmak).

KEYWORDS

Wake-up test;
Propofol;
Midazolam;
BIS;
Spine surgery

Comparison of propofol and midazolam on patients undergoing spinal surgery with intraoperative wake-up test: randomized clinical trial

Abstract

Background and objectives: Instrumentation in correction operations for spinal deformities carries a 0.5–5% risk of injuring the spinal cord. The wake-up test is used for early detection of these injuries. In this study we compared the effects of propofol and midazolam during wake-up test in scoliosis surgery.

Methods: Thirty patients were randomly assigned as group P and group M. Anesthesia was induced with propofol 2.5 mg kg⁻¹ for group P or midazolam 0.5 mg kg⁻¹ for group M with remifentanyl 0.5 µg kg⁻¹ and cisatracurium 0.15 mg kg⁻¹ for both groups. At the maintenance of anesthesia O₂/air and infusions of remifentanyl and cisatracurium were used. In group P, propofol 6–10 mg kg⁻¹ h⁻¹ and in group M, midazolam 0.5 mg mg kg⁻¹ were preferred. Approximately 15 min before the wake-up test, all drugs were discontinued. At the wake-up test, anesthesiologist asked the patients to open their eyes and squeeze his/her hand at every 30s until the patients responded. Then patients were told to wiggle their toes. Hemodynamic parameters, time of eye-opening, appropriate movement upon verbal command were evaluated. BIS frequency throughout the operation was recorded.

Results: The eye opening time was 9 ± 2.15 min in group P and 7 ± 3.15 min in group M. Motor movement time was 12 ± 2.55 min in group P and 21.25 ± 3.93 min in group M.

Conclusion: Propofol provided better wake-up conditions and conducted a better neurologic assessment within the same BIS values than midazolam.

© 2013 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Published by Elsevier Editora Ltda. All rights reserved.

Introdução

A instrumentação em cirurgias de correção de deformidades da coluna vertebral, como fusão vertebral, escoliose congênita e traumática, tem 0,5 a 5% de risco de lesionar a medula espinhal durante a cirurgia.¹ Essas complicações geralmente resultam de fatores complexos, como os efeitos diretos da compressão sobre a medula espinhal, da distração e da isquemia espinal ou hipotensão arterial.²⁻⁴ A monitoração da função da medula espinal no intraoperatório é necessária para evitar essa série de complicações. O teste de despertar é um dos métodos usados para a detecção precoce e, possivelmente, a prevenção dessas lesões medulares⁵ e foi feito pela primeira vez com sucesso por Vauzella e Stigmara em 1973.⁶

Os potenciais evocados somatossensoriais (PESS) e os potenciais evocados motores (PEM) são os métodos mais recentes que dão uma ideia sobre as funções da medula espinhal no período intraoperatório. Porém, muitos fatores podem afetar esses métodos de neuromonitoramento e produzir resultados errados que precisam do teste de despertar para evitar complicações em longo prazo. O teste de despertar é recomendado em todos os casos que apresentem alterações dos valores limites em monitoramento porque uma lesão medular pode existir mesmo quando as variáveis monitoradas retornam aos valores basais.⁷

O objetivo do teste de despertar é monitorar a função motora voluntária dos membros inferiores quando as vértebras são instrumentadas e alteradas. A profundidade da anestesia é gradualmente atenuada até o ponto em que os pacientes conseguem responder a comandos verbais. À medida que o movimento voluntário das extremidades inferiores é demonstrado, a profundidade da anestesia é

aumentada para completar a cirurgia.⁸ É por isso que, durante o teste de despertar, a monitoração da profundidade da anestesia tem importância adicional. Valores do índice bispectral (BIS) entre 85 e 90 também podem apoiar a anestesia superficial ou vigília, fase em que uma avaliação neurológica confiável pode ser feita.

O óxido nitroso e os anestésicos halogenados são conhecidos por terem efeitos restritivos sobre os PEM das extremidades inferiores. A anestesia intravenosa total (AIVT) foi recomendada há vários anos em cirurgias de correção de escoliose porque pode proporcionar condições ótimas para monitorar a função da medula espinhal de forma confiável com rápida emergência durante o teste de despertar.^{9,10}

Neste estudo, nosso objetivo foi comparar os efeitos de dois diferentes agentes anestésicos intravenosos durante o teste de despertar em pacientes submetidos à cirurgia de escoliose. Embora a AIVT seja recomendada, não há estudo comparando os efeitos de propofol e midazolam juntamente com infusão de remifentanyl durante o teste de despertar sob a monitoração do BIS.

Materiais e métodos

Trinta pacientes, entre 10 e 30 anos, estado físico ASA I-II, com escoliose idiopática, mas sem déficit neurológico, foram incluídos neste estudo prospectivo randomizado. Após a aprovação do Comitê de Ética local e obtenção de consentimento informado dos pacientes ou dos pais das crianças, todos os pacientes foram programados para procedimento cirúrgico com instrumentação posterior. Nenhum dos pacientes relatou história de alergia a medicamentos, retardo

mental ou problemas psiquiátricos. Depois de receber instruções específicas detalhadas sobre o teste de despertar, todos os pacientes foram informados de que durante o teste de despertar o anestesiologista pediria a eles para primeiro apertar a mão do anestesiologista e depois mexer os dedos dos pés. Os pacientes foram aleatoriamente designados para dois grupos: grupo P ($n=15$) e grupo M ($n=15$), usando uma tabela gerada por computador. Propofol ou midazolam seria usado como agente hipnótico para os grupos P ou M, respectivamente. Medicação pré-operatória não foi administrada.

Na sala de cirurgia, após pré-oxigenação por 3 minutos, a anestesia foi induzida com propofol ($2,5 \text{ mg kg}^{-1}$) no grupo P ou midazolam ($0,5 \text{ mg kg}^{-1}$) no grupo M, com remifentanil ($0,5 \mu\text{g kg}^{-1}$) por 30-60 segundos (s) e cisatracúrio ($0,15 \text{ mg kg}^{-1}$) em ambos os grupos. Na manutenção da anestesia, O_2/ar (50%/50%) e infusões de remifentanil ($0,025\text{-}0,2 \mu\text{g kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$) e cisatracúrio ($1\text{-}2 \mu\text{g kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$) foram administrados em ambos os grupos. A preferência para a manutenção da anestesia nos grupos P e M foi propofol ($6\text{-}10 \text{ mg kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) e midazolam ($0,5 \text{ mg kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$), respectivamente. No intraoperatório, a monitoração consistiu em oxímetro de pulso, eletrocardiograma, pressão arterial invasiva, pressão venosa central, dióxido de carbono expirado, temperatura nasofaríngea e BIS. Um sensor descartável do BIS (Aspect Medical Systems) foi aplicado à testa do paciente antes da indução da anestesia. Subsequentemente, os pacientes foram posicionados em pronação. A profundidade da anestesia foi monitorada com o BIS e doses hipnóticas foram tituladas para manter uma frequência aproximada do BIS entre 40 e 60. Para minimizar a perda sanguínea, hipotensão controlada para manter uma pressão arterial média de 60-70 mm Hg foi tentada em todos os pacientes com infusão de nitroglicerina ($0,1\text{-}4 \mu\text{g kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$). A pressão arterial média e a frequência cardíaca foram registradas em seis tempos diferentes: antes da indução, após a indução, na intubação, antes da incisão cirúrgica, no início do teste e no fim do teste.

Para o teste de despertar, aproximadamente 15 min antes do tempo previsto para o teste, todos os medicamentos foram interrompidos. No momento do teste de despertar, o anestesiologista solicitou ao paciente que abrisse os olhos e apertasse sua mão a cada 30 s até que o paciente respondesse. Então, o paciente era solicitado a mexer os dedos dos pés. Os parâmetros hemodinâmicos, o tempo de abertura dos olhos e o movimento apropriado sob o comando verbal foram avaliados. A frequência do BIS foi registrada antes, durante e no fim do teste. O teste de despertar foi encerrado após obter as respostas motoras apropriadas e os pacientes foram reanestesiados com repetidos *bolus* ou doses de propofol ou midazolam nos grupos P e M, respectivamente. A anestesia foi mantida com os medicamentos do pré-teste. No fim do procedimento cirúrgico, as infusões foram interrompidas e o bloqueio neuromuscular foi revertido com neostigmina ($0,05 \text{ mg kg}^{-1}$). Os pacientes foram transportados para a sala de recuperação pós-anestesia (SRPA) e lá extubados. O exame neurológico foi feito após a recuperação. Analgesia pós-operatória foi fornecida pelo método de analgesia controlada pelo paciente (ACP) com morfina por via intravenosa com infusão basal de $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$ e *bolus* de $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$ e um período de 15 min de suspensão. Lembrança e dor durante o teste de despertar foram

Tabela 1 Características cirúrgicas e dos pacientes

	Grupo P	Grupo M
Idade (anos)	17 ± 7	14 ± 2,6
Sexo (F/M)	9/3	9/3
Peso (kg)	49,6 ± 15,3	44,0
Altura (cm)	148,5 ± 5	143,4 ± 4
Média do tempo cirúrgico (min)	214,1 ± 65,0	284,1 ± 93,9

perguntadas no segundo dia de pós-operatório por um anestesiologista, cegado para o estudo.

O teste *U* de Mann-Whitney foi usado para comparar os valores numéricos entre os grupos e o teste do qui-quadrado para comparar os dados qualitativos entre os grupos.

Resultados

Os dados demográficos dos pacientes eram semelhantes entre os grupos ($p > 0,05$) (tabela 1). Ao longo da operação e durante os testes de despertar, os parâmetros hemodinâmicos foram semelhantes nos grupos P e M. Não houve diferença significativa na pressão arterial média e na frequência cardíaca em cada tempo de mensuração entre os grupos (figs. 1-4).

A média do tempo desde o início do teste de despertar até a abertura dos olhos e o movimento do motor sob comando

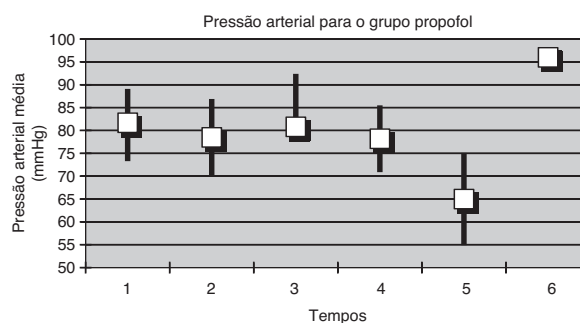


Figura 1 Valores da pressão arterial média para o grupo propofol (Tempos: 1 – antes da indução; 2 – após a indução; 3 – na intubação; 4 – antes da incisão cirúrgica; 5 – no início do teste; 6 – no fim do teste) (média ± DP).

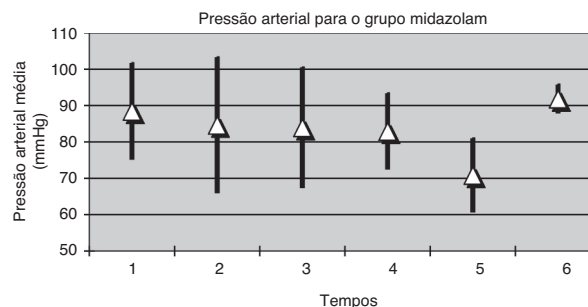


Figura 2 Valores da pressão arterial média para o grupo midazolam (Tempos: 1 – antes da indução; 2 – após a indução; 3 – na intubação; 4 – antes da incisão cirúrgica; 5 – no início do teste; 6 – no fim do teste) (média ± DP).

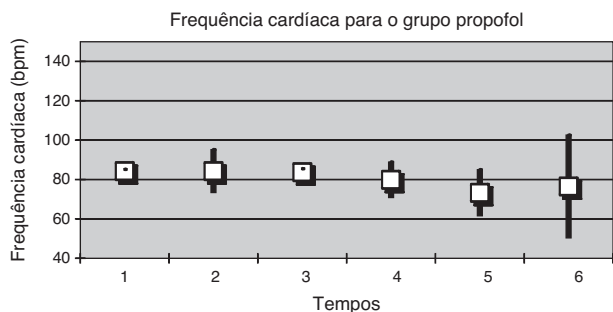


Figura 3 Frequência cardíaca (batimentos por minuto) para o grupo propofol (Tempos: 1 – antes da indução; 2 – após a indução; 3 – na intubação; 4 – antes da incisão cirúrgica; 5 – no início do teste; 6 – no fim do teste) (média ± DP).

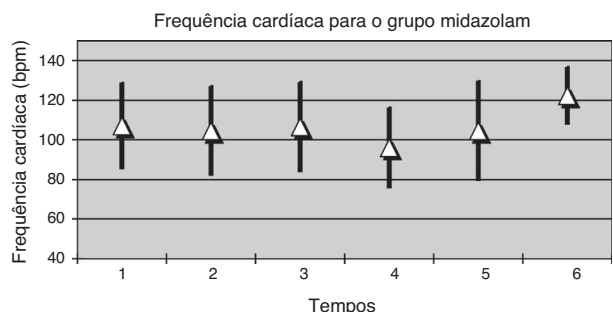


Figura 4 Frequência cardíaca (batimentos por minuto) para o grupo midazolam (Tempos: 1 – antes da indução; 2 – após a indução; 3 – na intubação; 4 – antes da incisão cirúrgica; 5 – no início do teste; 6 – no fim do teste) (média ± DP).

verbal (tempo de despertar) foi significativamente menor no grupo P que no grupo M (tabela 2).

Déficits neurológicos foram revelados em dois pacientes durante seus primeiros testes de despertar, mas os déficits foram revertidos no segundo teste de despertar feito após o afrouxamento dos parafusos.

Houve diferença estatisticamente significativa para a lembrança do teste de despertar entre os grupos propofol e midazolam ($p < 0,05$). Nove dos pacientes do grupo propofol se lembraram do teste de despertar, mas não houve lembrança de dor no intraoperatório, enquanto no grupo midazolam nenhum paciente se lembrou do teste de despertar. Outros eventos do período intraoperatório, antes e após o teste de despertar, não foram lembrados por qualquer paciente em ambos os grupos.

Tabela 2 Média dos tempos para abertura dos olhos, movimento motor e teste de despertar para os pacientes dos grupos P e M

Tempo	Propofol	Midazolam
Abertura dos olhos (min)	9 ± 2,15 ^a	17,35 ± 3,15
Movimento motor (min)	12 ± 2,55 ^a	21,25 ± 3,93
Despertar (min)	13 ± 3,35 ^a	24 ± 4,21

^a $p < 0,05$.

Discussão

A lesão medular é uma das complicações mais temidas da cirurgia de escoliose. As complicações neurológicas durante a reparação de deformidades da coluna vertebral podem resultar de fatores complexos como o efeito direto da compressão sobre a medula espinhal, distração, isquemia medular ou hipotensão arterial. Durante a instrumentação com “haste de Harrington” e fusão espinhal posterior para corrigir a escoliose, a tração excessiva sobre a medula espinhal pode levar diretamente ao espasmo vascular ou neurapraxia.² A prevenção ou detecção precoce de complicações neurológicas requer neuromonitoramento, com ou sem o apoio do teste de despertar no intraoperatório.

Como uma das modalidades de neuromonitoramento no intraoperatório, os potenciais evocados somatossensoriais (PESS) mostram a função da medula espinhal posterior, mas os agentes anestésicos (agentes inalatórios, tiopental, etomidato e narcóticos), a hipotermia e hipertermia, hipotensão, hipoxia, anemia e o estímulo cirúrgico diminuem a amplitude dos PESS e aumentam o período de latência. A pressão arterial média, especialmente quando cai abaixo 60 mm Hg, pode resultar em alterações significativas nos PESS, que podem ou não ser indicativas de déficit motor.¹¹ Embora os potenciais evocados motores (PEMs) forneçam uma estimativa melhor da função da medula espinhal que os PESS, eles também são conhecidos por apresentar uma diminuição da amplitude com a anestesia.¹² Recomenda-se a feitura do teste de despertar mesmo que a monitoração dos potenciais evocados retornem aos valores basais após intervenções com qualquer sinal de deterioração da função da medula espinhal.⁷ Sabendo das limitações dessas modalidades de neuromonitoramento, usamos o teste de despertar em todos os pacientes para detectar qualquer lesão medular no intraoperatório.

A AIVT tem sido comumente usada na correção de escoliose com testes de despertar para possibilitar uma recuperação rápida do paciente e um exame neurológico imediato. O desenvolvimento de propofol e remifentanil como anestésicos injetáveis de ação curta oferece uma oportunidade para a feitura do teste de despertar de forma mais confiável no intraoperatório.¹³ Como propofol tem um rápido início e rápida emergência, ele tem sido comumente preferido para procedimentos de curta duração. Em um estudo conduzido por Dogan et al., propofol foi usado em terapia eletroconvulsiva e o tempo de abertura dos olhos foi de 7,95 ± 1,27 min e o tempo necessário para obedecer aos comandos verbais foi de 13,10 ± 1,97 min.¹⁴ Em nosso estudo, no grupo propofol/remifentanil, o tempo de abertura dos olhos foi de 9 ± 2,15 min e o tempo de movimento motor foi de 12 ± 2,55 min. Esses resultados são muito semelhantes aos do estudo conduzido por Blussé van Oud-Alblas et al. que comparou a combinação de potenciais evocados auditivos e BIS durante o teste de despertar.¹⁵ Nesse estudo, a infusão de propofol/remifentanil foi administrada via bomba de infusão convencional para manutenção da anestesia e o início do despertar foi relatado como sendo de 9,4 ± 2,4 min. Por outro lado, Grottke et al. relataram um tempo de despertar menor do que os desses dois estudos. Nesse estudo, as combinações de propofol/remifentanil, propofol/sufentanil

e desflurano/remifentanil foram comparadas.¹⁶ No grupo propofol/remifentanil, o tempo necessário para a elevação da cabeça foi de $9,3 \pm 2,2$ min e para o movimento dos pés foi de $9,4 \pm 2,4$ min. Embora o início do tempo de despertar pareça semelhante nos dois estudos, o tempo de movimento motor foi menor no estudo da Grottke et al. O atraso em nosso estudo pode ter resultado da infusão contínua do agente de bloqueio neuromuscular durante toda a operação. Em outro estudo conduzido por Imani et al., infusões de propofol/remifentanil e propofol/alfentanil foram comparados em fusão espinhal posterior, incluindo teste de despertar.¹⁷ No grupo propofol/remifentanil, o tempo de resposta ao comando verbal foi de apenas $4,1 \pm 2$ min, embora tenha havido um período de preparação extra (desde a descontinuação da anestesia até o início da ventilação espontânea) para o teste de despertar nesse estudo.

Em nosso estudo, no grupo midazolam/remifentanil, o tempo de abertura dos olhos foi de $7 \pm 3,15$ min e o tempo de movimento motor foi de $21,25 \pm 3,93$ min. O tempo de teste do grupo midazolam/remifentanil foi significativamente maior do que o do grupo propofol/remifentanil. À luz dessa informação podemos afirmar que, em nosso estudo, a combinação de propofol/remifentanil proporcionou um teste de despertar mais rápido do que a de midazolam/remifentanil. Esses resultados correlacionam-se com os do estudo conduzido por Eroğlu et al., no qual propofol e midazolam foram combinados com infusão de fentanil, em vez de remifentanil. Nesse estudo, o tempo de despertar para o grupo propofol foi menor do que o do grupo midazolam e a infusão de propofol/fentanil proporcionou uma qualidade melhor de avaliação neurológica durante o teste de despertar.¹⁸ Por outro lado, em 2011, Kuruefe et al. conduziram um estudo no qual compararam midazolam/remifentanil e midazolam/alfentanil em 38 pacientes submetidos à cirurgia de escoliose com teste de despertar no intraoperatório.¹⁹ Nesse estudo, o tempo do teste de despertar no grupo midazolam/remifentanil foi de $5,8 \pm 0,91$ min e no grupo midazolam/alfentanil foi de $5,5 \pm 0,68$ min. Ambos os resultados são significativamente mais curtos do que os de nosso estudo. Em nosso estudo, a infusão de midazolam foi baseada em uma dose fixa ($0,5 \text{ mg kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) até 15 min antes do teste de despertar, enquanto no estudo de Kuruefe et al. a infusão de midazolam foi planejada de forma diferente. Nesse estudo, a operação de escoliose foi dividida em seis etapas diferentes e a infusão de midazolam foi gradualmente diminuída de acordo com essas etapas. A diferença entre os tempos dos testes de despertar pode ter resultado das diferentes formas de infusão de midazolam.

Em nosso estudo, nenhum paciente do grupo midazolam relatou lembrança do teste de despertar, embora nove pacientes do grupo propofol tenham se lembrado do teste. Essa diferença significativa entre os grupos provavelmente se deve ao efeito amnésico de midazolam. Da mesma forma, no estudo da Kuruefe et al. apenas um (2,6%) dos 38 pacientes relatou lembrar-se do teste de despertar.¹⁹ Em outro estudo conduzido por McCann et al., 34 pacientes foram pré-medicados com midazolam antes da operação e todos os pacientes receberam doses intermitentes de midazolam antes do teste de despertar.²⁰ A incidência de lembrança explícita foi de 17,6% (6 pacientes), o que foi uma incidência menor do que a esperada com base em outro estudo

com voluntários adultos.²¹ Nesse estudo, McCann et al. relataram que o BIS em cenário de procedimento cirúrgico complexo, no qual medicamentos vasoativos foram usados para modificar as respostas hemodinâmicas e no qual o movimento durante o teste de despertar no intraoperatório e a lembrança no pós-operatório podiam ser usados como parâmetros discretos. Os autores demonstraram um aumento significativo do BIS durante o teste de despertar no intraoperatório com uma pequena incidência de lembrança explícita, independentemente da técnica anestésica.²⁰ Como relatado anteriormente, a profundidade da anestesia avaliada com a monitoração do BIS nos dá a oportunidade de informar o cirurgião a tempo e de fazer um teste mais confiável.²² Em nosso estudo, fizemos os testes de despertar com resultados efetivos e valores do BIS entre 80 e 90. Isso também nos ajudou a dar informações mais específicas ao cirurgião sobre a confiabilidade do teste. Com esses resultados, sugerimos que no teste de despertar, em especial, o monitoramento do BIS parece ser mais útil do que outros sinais clínicos de vigília.

Em nosso estudo, não houve diferença estatística entre a estabilidade hemodinâmica dos grupos. A infusão de nitroglicerina foi necessária para manter a hipotensão controlada em quatro pacientes do grupo P e em cinco pacientes do grupo M. A infusão contínua de remifentanil em ambos os grupos provavelmente pode levar à estabilidade hemodinâmica em cada grupo.

Em conclusão, propofol proporcionou melhores condições para o despertador e para a condução de uma avaliação neurológica melhor dentro dos mesmos valores do BIS do que midazolam. Sugerimos que o uso de infusão de propofol/remifentanil em combinação com a monitoração do BIS para a profundidade da anestesia aumenta o sucesso do teste de despertar em cirurgia da coluna vertebral. Porém, a feitura de estudos com um número maior de casos e também com a estimativa dos custos é necessária.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

1. MacEwen GD, Bunnell WP, Sriram K. Acute neurological complications in the treatment of scoliosis. A report of the Scoliosis Research Society. *J Bone Joint Surg Am.* 1975;57:404–8.
2. Wilson-Holden TJ, Padberg AM, Lenke LG, Larson BJ, Bridwell KH, Bassett GS. Efficacy of intraoperative monitoring for pediatric patients with spinal cord pathology undergoing spinal deformity surgery. *Spine (Phila Pa 1976).* 1999;24:1685–92.
3. Nuwer MR, Dawson EG, Carlson LG, Kanim LE, Sherman JE. Somatosensory evoked potential spinal cord monitoring reduces neurologic deficits after scoliosis surgery: results of a large multicenter survey. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1995;96:6–11.
4. Wilber RG, Thompson GH, Shaffer JW, Brown RH, Nash CL Jr. Postoperative neurological deficits in segmental spinal instrumentation. A study using spinal cord monitoring. *J Bone Joint Surg Am.* 1984;66:1178–87.
5. Ashkenaze D, Mudiyan R, Boachie-Adjei O, Gilbert C. Efficacy of spinal cord monitoring in neuromuscular scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976).* 1993;18:1627–33.

6. Vauzelle C, Stagnara P, Jouvinroux P. Functional monitoring of spinal cord activity during spinal surgery. *Clin Orthop Relat Res.* 1973;93:173-8.
7. Noonan KJ, Walker T, Feinberg JR, Nagel M, Didelot W, Lindseth R. Factors related to false- versus true-positive neuromonitoring changes in adolescent idiopathic scoliosis surgery. *Spine (Phila Pa 1976).* 2002;27:825-30.
8. Dorgan JC, Abbott TR, Bentley G. Intra-operative awakening to monitor spinal cord function during scoliosis surgery. Description of the technique and report of four cases. *J Bone Joint Surg Br.* 1984;66:716-9.
9. Onaka M, Yamamoto H, Akatsuka M, Mori H. Continuous total intravenous anesthesia is recommended for wake-up test. *Masui.* 1999;48:897-9.
10. Yamaguchi K, Sumitomo M. Anesthetic management with total intravenous anesthesia for intraoperative wake-up test in pediatric scoliosis surgery. *Masui.* 2010;59:1522-5.
11. Owen JH. The application of intraoperative monitoring during surgery for spinal deformity. *Spine (Phila Pa 1976).* 1999;24:2649-62.
12. Kawaguchi M, Furuya H. Motor evoked potentials. *Masui.* 2006;55:294-301.
13. Russell D, Wilkes MP, Hunter SC, Glen JB, Hutton P, Kenny GN. Manual compared with target-controlled infusion of propofol. *Br J Anaesth.* 1995;75:562-6.
14. Dogan Z, Senoglu N, Yildiz H, et al. Comparison of enflurane and propofol in electroconvulsive therapy, a randomized crossover open preliminary study on seizure duration and anaesthetic recovery. *Rev Bras Anesthesiol.* 2011;61:582-90, 319-23.
15. Blusse van Oud-Alblas HJ, Peters JW, de Leeuw TG, et al. A comparison in adolescents of composite auditory evoked potential index and bispectral index during propofol-remifentanyl anesthesia for scoliosis surgery with intraoperative wake-up test. *Anesth Analg.* 2008;107:1683-8.
16. Grottko O, Dietrich PJ, Wiegels S, Wappler F. Intraoperative wake-up test and postoperative emergence in patients undergoing spinal surgery: a comparison of intravenous and inhaled anesthetic techniques using short-acting anesthetics. *Anesth Analg.* 2004;99:1521-7 (table of contents).
17. Imani F, Jafarian A, Hassani V, Khan ZH. Propofol-alfentanil vs propofol-remifentanyl for posterior spinal fusion including wake-up test. *Br J Anaesth.* 2006;96:583-6.
18. Eroglu A, Uzunlar SM, Ozen HI. Midazolam versus propofol anesthesia for vertebral column surgery with wake up tests. *Turk Anest Rean Cem Mecmuasi.* 1999;27:417-22.
19. Kuruefe R, Ozcan YAB. Comparison of remifentanyl and alfentanil infusions during scoliosis surgery with wake-up test. *Anestezi Dergisi.* 2011;19:99-105.
20. McCann ME, Brustowicz RM, Bacsik J, Sullivan L, Auble SG, Laussen PC. The bispectral index and explicit recall during the intraoperative wake-up test for scoliosis surgery. *Anesth Analg.* 2002;94:1474-8 (table of contents).
21. Glass PS, Bloom M, Kearse L, Rosow C, Sebel P, Manberg P. Bispectral analysis measures sedation and memory effects of propofol, midazolam, isoflurane, and alfentanil in healthy volunteers. *Anesthesiology.* 1997;86:836-47.
22. Ting CK, Hu JS, Teng YH, Chang YY, Tsou MY, Tsai SK. Desflurane accelerates patient response during the wake-up test for scoliosis surgery. *Can J Anaesth.* 2004;51:393-7.