



REVISTA BRASILEIRA DE ANESTESIOLOGIA

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



ARTIGO CIENTÍFICO

Efeitos da insuflação de dióxido de carbono sobre a oxigenação cerebral regional durante cirurgia laparoscópica em crianças: um estudo prospectivo



Ayca Tas Tuna^{a,*}, Ibrahim Akkoyun^b, Sevtap Darcin^c e Onur Palabiyik^d

^a Departamento de Anestesiologia, Faculdade de Medicina, Universidade Sakarya, Sakarya, Turquia

^b Departamento de Cirurgia Pediátrica, Hospital de Ensino e Pesquisa Konya, Konya, Turquia

^c Departamento de Anestesiologia, Hospital Infantil e Maternidade Dr Faruk Sukan, Konya, Turquia

^d Departamento de Anestesiologia, Hospital de Ensino e Pesquisa, Universidade Sakarya, Sakarya, Turquia

Recebido em 10 de setembro de 2014; aceito em 28 de outubro de 2014

Disponível na Internet em 22 de março de 2016

PALAVRAS-CHAVE

Anestesia pediátrica;
Insuflação de dióxido de carbono;
Oxigênio cerebral regional;
Laparoscopia

Resumo

Justificativa e objetivos: A cirurgia laparoscópica se tornou uma ferramenta cirúrgica popular em comparação com a cirurgia aberta tradicional. Há poucos dados sobre pacientes pediátricos no que se refere ao pneumoperitônio afetar a oxigenação cerebral enquanto a concentração de CO₂ no fim da expiração continua normal. Portanto, este estudo teve como objetivo avaliar as alterações da saturação de oxigênio cerebral com espectroscopia de infravermelho próximo durante cirurgia laparoscópica em crianças.

Métodos: O estudo recrutou 40 crianças programadas para apendicectomia laparoscópica (Grupo L, n=20) ou aberta (Grupo A, n=20). Variáveis hemodinâmicas, saturação de oxigênio cerebral regional direita e esquerda (RrSO₂ e LrSO₂), fração inspirada de oxigênio, pressão expiratória final de dióxido de carbono (PETCO₂), pico de pressão inspiratória (Ppico), volume minuto respiratório, concentrações de sevoflurano inspirado e expirado e temperatura corporal foram registrados. Todos os parâmetros foram registrados após a indução da anestesia e antes do início da cirurgia (T0, basal), 15 minutos após o início da cirurgia (T1), 30 minutos após o início da cirurgia (T2), 45 minutos após o início da cirurgia (T3), 60 minutos após o início da cirurgia (T4) e no fim da cirurgia (T5).

Resultados: Houve diminuição progressiva em ambos os níveis de RrSO₂ e LrSO₂ nos dois grupos, mas não foi estatisticamente significativa em T1, T2, T3, T4. Os níveis de RrSO₂ do Grupo L em T5 foram significativamente menores do que os do Grupo A. Um paciente do Grupo L apresentou um valor rSO₂ < 80% do valor basal.

* Autor para correspondência.

E-mail: aycatas@yahoo.com (A. T. Tuna).

KEYWORDS

Pediatric anesthesia;
Carbon dioxide
insufflation;
Regional cerebral
oxygen;
Laparoscopy

Conclusões: A insuflação de dióxido de carbono durante o pneumoperitônio em pacientes pediátricos pode não afetar a oxigenação cerebral em cirurgia laparoscópica.

© 2015 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

Effects of carbon dioxide insufflation on regional cerebral oxygenation during laparoscopic surgery in children: a prospective study

Abstract

Background and objectives: Laparoscopic surgery has become a popular surgical tool when compared to traditional open surgery. There are limited data on pediatric patients regarding whether pneumoperitoneum affects cerebral oxygenation although end-tidal CO₂ concentration remains normal. Therefore, this study was designed to evaluate the changes of cerebral oxygen saturation using near-infrared spectroscope during laparoscopic surgery in children.

Methods: The study comprised forty children who were scheduled for laparoscopic (Group L, *n* = 20) or open (Group O, *n* = 20) appendectomy. Hemodynamic variables, right and left regional cerebral oxygen saturation (RrSO₂ and LrSO₂), fraction of inspired oxygen, end-tidal carbon dioxide pressure (P_{ETCO2}), peak inspiratory pressure (P_{peak}), respiratory minute volume, inspiratory and end-tidal concentrations of sevoflurane and body temperature were recorded. All parameters were recorded after anesthesia induction and before start of surgery (T0, baseline), 15 min after start of surgery (T1), 30 min after start of surgery (T2), 45 min after start of surgery (T3), 60 min after start of surgery (T4) and end of the surgery (T5).

Results: There were progressive decreases in both RrSO₂ and LrSO₂ levels in both groups, which were not statistically significant at T1, T2, T3, T4. The RrSO₂ levels of Group L at T5 were significantly lower than that of Group O. One patient in Group L had an rSO₂ value <80% of the baseline value.

Conclusions: Carbon dioxide insufflation during pneumoperitoneum in pediatric patients may not affect cerebral oxygenation under laparoscopic surgery.

© 2015 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Published by Elsevier Editora Ltda. All rights reserved.

Introdução

A cirurgia laparoscópica tornou-se uma ferramenta cirúrgica popular por ser menos invasiva e, portanto, proporcionar uma recuperação mais rápida com menos tempo de internação, redução da dor no pós-operatório e melhor resultado estético em comparação com a cirurgia aberta tradicional.^{1,2} A aplicação bem-sucedida das técnicas laparoscópicas em adultos tem aumentado o seu uso em cirurgia pediátrica.^{3,4} Uma investigação em pacientes adultos mostrou que, apesar de relativamente raras, alterações significativas na oxigenação cerebral ocorrem em alguns pacientes durante a insuflação de CO₂ para cirurgia laparoscópica.⁵ Há poucos dados sobre pacientes pediátricos no que se refere ao pneumoperitônio afetar a oxigenação cerebral enquanto a concentração de CO₂ no fim da expiração continua normal.

A nossa hipótese foi que a saturação de oxigênio cerebral diminuiria em pacientes pediátricos durante a cirurgia laparoscópica devido ao pneumoperitônio e à absorção de CO₂. Portanto, este estudo foi desenhado para avaliar as alterações na saturação de oxigênio cerebral com espectroscopia no infravermelho próximo (NIRS) durante cirurgia laparoscópica em crianças.

Métodos

Após obter a aprovação do Comitê de Ética da Universidade Kırıkkale, 40 crianças com estado físico ASA I programadas para apendicectomia laparoscópica (Grupo L, *n* = 20) ou aberta (Grupo A, *n* = 20) foram inscritos neste estudo prospectivo. Os pais de todos os pacientes assinaram o termo de consentimento informado antes da cirurgia. Os critérios de exclusão foram pacientes cujos pais não deram seu consentimento, ASA II e superior, idade ≥ 18 e ≤ 2 anos.

Idade, peso e altura das crianças foram registrados. Todos os pacientes foram monitorados com eletrocardiograma (ECG), pressão arterial não invasiva (PA), frequência cardíaca (FC), saturação periférica de oxigênio (SpO₂), saturação de oxigênio cerebral regional direita e esquerda (RrSO₂ e LrSO₂), fração inspirada de oxigênio, pressão expiratória final de dióxido de carbono (P_{ETCO2}), pressão inspiratória de pico (P_{pico}), volume-minuto respiratório, concentrações inspiratória e expiratória final de sevoflurano e temperatura corporal continuamente ao longo da anestesia.

Em todos os pacientes para a mensuração de RrSO₂ e LrSO₂ sensores para oxímetro cerebral (NIRS – INVOS 5100; Somanetics, Troy, MI, USA) foram colocados bilateralmente

Tabela 1 Dados demográficos e clínicos de cada grupo

	Grupo L (n = 20)	Grupo A (n = 20)	p
Idade (anos)	11,4 ± 3,13	11,0 ± 4,28	0,989
Peso (kg)	37,5 ± 13,52	39,4 ± 17,14	0,818
Altura (cm)	137,8 ± 20,30	133,5 ± 28,13	0,860
Duração da anestesia (min)	42,6 ± 16,76	36,0 ± 14,28	0,126
Duração do procedimento (min)	37,5 ± 16,53	31,3 ± 15,64	0,210

Dados expressos em média ± DP ou n.

a pelo menos 2 cm acima da sobrancelha nos lados direito e esquerdo da testa, de acordo com as instruções do fabricante, antes da indução da anestesia. Dessaturação de oxigênio cerebral foi definida como um valor de $rSO_2 < 80\%$ do valor basal. Em caso de tal diminuição em rSO_2 , 100% de oxigênio eram administrados.

Uma técnica anestésica padronizada foi usada em todas as crianças. A anestesia foi induzida por via intravenosa com tiopental (5 mg kg^{-1}), remifentanil ($0,2 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) e bisilato de atracúrio ($0,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). Quando o efeito máximo do bloqueio neuromuscular foi atingido, o mesmo anestesiológico fez a intubação endotraqueal. A anestesia foi mantida com uma concentração alveolar mínima (CAM) do anestésico sevoflurano a 1% e 66% de ar em oxigênio. Uma perfusão contínua de remifentanil ($0,05\text{--}0,2 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) foi administrada para manter a analgesia cirúrgica. A ventilação mecânica foi feita com o modo de controle de pressão (AS3; Datex-Engstroem, Helsinque, Finlândia). A frequência respiratória foi ajustada para manter o valor da P_{ETCO_2} entre 35 e 45 mmHg durante toda a cirurgia em ambos os grupos. Todos os pacientes de ambos os grupos foram posicionados em supinação durante toda a cirurgia e procedimentos laparoscópicos; a pressão abdominal foi mantida a 8-12 mmHg. No fim da cirurgia, o bloqueio neuromuscular foi revertido com neostigmina e atropina.

Todos os parâmetros foram registrados após a indução da anestesia e antes do início da cirurgia (T0, valores basais),

15 minutos após o início da cirurgia (T1), 30 minutos após o início da cirurgia (T2), 45 minutos após o início da cirurgia (T3), 60 minutos após o início da cirurgia (T4) e no fim da cirurgia (T5). As durações da anestesia e da cirurgia também foram registradas.

Análise estatística

O programa estatístico IBM SPSS (versão 15.0 para Windows) foi usado para a análise dos dados. Os dados foram expressos em média ± desvio padrão (DP) ou n quando apropriado. O teste de Mann-Whitney foi usado para a comparação das variáveis contínuas entre os grupos. Um valor-p inferior a 0,05 foi aceito como estatisticamente significativo.

Resultados

Os dois grupos eram semelhantes em relação aos dados demográficos (tabela 1).

A duração tanto da anestesia quanto do procedimento também foi comparável entre os grupos (tabela 1).

Os parâmetros hemodinâmicos, como FC, PAM, SpO_2 e níveis de P_{ETCO_2} , foram comparáveis entre os grupos (tabela 2).

As alterações em rSO_2 são apresentadas na tabela 3. Embora tenha havido uma diminuição progressiva dos níveis

Tabela 2 Parâmetros hemodinâmicos e número de casos para cada grupo

Variáveis	T0	T1	T2	T3	T4	T5
FC (bpm)						
Grupo L	113,1 ± 14,10	100,3 ± 16,31	95,8 ± 19,05	83,0 ± 11,25	85,0 ± 12,54	111,0 ± 19,14
Grupo A	113,2 ± 16,06	102,2 ± 19,80	101,8 ± 19,46	93,1 ± 15,12	95,0 ± 13,74	106,5 ± 18,79
PAM (mmHg)						
Grupo L	84,0 ± 10,58	89,2 ± 11,84	84,3 ± 7,22	84,2 ± 9,73	86,8 ± 9,33	96,0 ± 13,67
Grupo A	90,1 ± 9,88	84,3 ± 9,06	84,5 ± 9,89	79,6 ± 7,43	87,6 ± 15,37	90,3 ± 7,74
SpO_2						
Grupo L	99,2 ± 0,71	99,4 ± 0,82	99,3 ± 0,79	99,7 ± 0,70	99,2 ± 1,11	99,3 ± 0,97
Grupo A	99,4 ± 0,75	99,4 ± 0,68	99,4 ± 0,51	99,0 ± 1,22	99,3 ± 0,57	99,4 ± 0,82
P_{ETCO_2} (mmHg)						
Grupo L	39,1 ± 3,22	40,0 ± 2,88	40,7 ± 2,72	41,0 ± 1,69	41,8 ± 2,26	41,0 ± 2,08
Grupo A	30,0 ± 2,61	38,9 ± 2,31	37,8 ± 2,73	39,8 ± 1,30	40,2 ± 2,21	41,3 ± 0,57

Dados expressos em média ± DP ou n.

T0, basal, após a indução da anestesia, antes do início da cirurgia; T1, 15 min após o início da cirurgia; T2, 30 min após o início da cirurgia; T3, 45 min após o início da cirurgia; T4, 60 min após o início da cirurgia; T5, fim da cirurgia; FC, frequência cardíaca; PAM, pressão arterial média; SpO_2 , saturação periférica de oxigênio; P_{ETCO_2} , fração expirada de dióxido de carbono.

Tabela 3 Alterações da oxigenação cerebral

Variáveis	Grupo L (n=20)	Grupo A (n=20)	p
<i>RrSO₂</i>			
T0	75,1 ± 9,73	79,4 ± 9,51	NS
T1	71,3 ± 11,53	76,2 ± 7,05	NS
T2	70,7 ± 9,12	76,0 ± 9,62	NS
T3	67,2 ± 7,61	71,8 ± 12,27	NS
T4	65,2 ± 8,13	70,0 ± 7,07	NS
T5	76,2 ± 9,11	82,5 ± 7,97 ^a	0,03
<i>LrSO₂</i>			
T0	72,9 ± 11,64	79,2 ± 8,52	NS
T1	72,2 ± 10,25	74,1 ± 7,80	NS
T2	70,9 ± 11,62	72,3 ± 8,17	NS
T3	69,1 ± 12,62	68,2 ± 14,3	NS
T4	67,8 ± 12,87	67,7 ± 7,54	NS
T5	76,0 ± 10,97	79,5 ± 6,95	NS
Número de casos com <i>rSO₂ < 80% do valor basal (n)</i>	1	0	NS

Dados expressos em média ± DP ou n.

Valor-p em negrito é significativo. *RrSO₂*, saturação de oxigênio cerebral regional direita; *LrSO₂*, saturação de oxigênio cerebral regional esquerda; T0, basal, após a indução da anestesia, antes do início da cirurgia; T1, 15 min após o início da cirurgia; T2, 30 min após o início da cirurgia; T3, 45 min após o início da cirurgia; T4, 60 min após o início da cirurgia; T5, fim da cirurgia.

^a *p* < 0,05 versus Grupo L.

de *RrSO₂* e *LrSO₂* em ambos os grupos, essa diminuição não foi estatisticamente significativa em T1, T2, T3 e T4 (*p* > 0,05). Os níveis de *RrSO₂* em T5 foram significativamente menores no Grupo L do que no Grupo S (*p* = 0,032).

Apenas um paciente do Grupo L apresentou um valor de *rSO₂ < 80%* do valor basal.

Discussão

Os resultados do estudo mostram que a insuflação de CO₂ durante o pneumoperitônio em pacientes pediátricos parece não afetar a oxigenação cerebral em cirurgia laparoscópica.

O pneumoperitônio exerce seus efeitos sobre órgãos e sistemas; primeiro, através da pressão física sobre esses sistemas e, segundo, devido à absorção sistêmica de dióxido de carbono (a difusão de CO₂ no peritônio e na corrente sanguínea). Os efeitos fisiológicos aumentam com a redução da idade e do peso devido à quantidade menor de massa muscular, ao aumento da área de superfície peritoneal em relação à massa e à diminuição da espessura peritoneal e da reserva específica do órgão.³

A pressão intra-abdominal (PIA) é decisiva para determinar a estabilidade cardiovascular durante a laparoscopia. O aumento da PIA durante o pneumoperitônio determina bradicardia ou assistolia por causa do alto tônus vagal em crianças.⁶ Para manter mínimas as alterações fisiológicas, a recomendação da PIA mais baixa necessária para a feitura

do procedimento em segurança é inferior a 15 mmHg em crianças.⁷ A insuflação com uma PIA < 10 mmHg aumenta a pré-carga através do deslocamento de sangue da vasculatura esplâncnica, enquanto as pressões > 15 mmHg impedem o retorno venoso.⁸ De acordo com essas recomendações, mantivemos a PIA entre 8-10 mmHg durante a cirurgia laparoscópica.

A oximetria cerebral tem sido extensivamente avaliada em adultos e também em cirurgia pediátrica e neonatologia.^{5,9,10} A oximetria cerebral com espectroscopia no infravermelho próximo (NIRS) permite o monitoramento contínuo e não invasivo da *rSO₂*, o que reflete um equilíbrio entre a oferta e a demanda de oxigênio cerebral.¹¹ A NIRS quantifica uma relação ponderada venosa da hemoglobina oxigenada e desoxigenada na região do córtex cerebral subjacente aos sensores, que são normalmente colocados na testa.¹² Um valor de *rSO₂ < 80%* do valor basal ou *rSO₂ < 50%* foi associado a uma maior incidência de isquemia cerebral, disfunção cognitiva pós-operatória e internação prolongada.^{2,11,13} Além disso, se o valor basal fosse inferior a 50%, o limiar crítico devia ser reduzido para 15%.¹¹ No presente estudo, um paciente apresentou um valor de *rSO₂ < 80%* do valor basal no quadragésimo minuto de cirurgia durante o pneumoperitônio.

Há um número limitado de estudos sobre a relação entre cirurgia laparoscópica e *rSO₂* em pediatria. De Waal et al. demonstraram que a insuflação de CO₂ em PIA baixa (≤ 8 mmHg) em crianças provoca aumentos consideráveis da *P_{ETCO₂}* e da pressão arterial de CO₂ (*PaCO₂*) que são refletidos em aumentos da *rSO₂* e do volume sanguíneo cerebral, mesmo quando sobrepostos a uma hipocapnia leve no período basal.¹⁴ Em contraste, Tsylin et al. relataram uma redução média de 3% na saturação de tecido cerebral regional em crianças durante intervenções laparoscópicas ginecológicas, medida com o uso do dispositivo Critikon RedOx Monitor 2020.⁹ De acordo com nossos resultados, não encontramos diferenças na redução da *rSO₂* entre laparoscopia e cirurgia aberta.

A limitação do presente estudo é que não monitoramos as alterações da *PaCO₂* durante a insuflação de CO₂. Relatou-se que *P_{ETCO₂}* não está correlacionada com *PaCO₂*. Portanto, o monitoramento da gasometria arterial deve ser feito durante os procedimentos laparoscópicos longos.¹⁵ Como a apendicectomia laparoscópica é uma cirurgia minimamente invasiva, o monitoramento da *PaCO₂* pode não ser eticamente apropriado.

Em conclusão, os resultados do presente estudo mostram que todos os pacientes, com exceção de um do grupo laparoscopia, toleraram a insuflação de CO₂ sem efeitos significativos na oxigenação cerebral. Embora as alterações da *rSO₂* cerebral sejam insignificantes e não haja tratamento padrão para o uso de oximetria cerebral com base em NIRS em anestesia pediátrica, o oxímetro cerebral INVOS pode ser uma ferramenta de monitoração útil para detectar as alterações em tempo real da *rSO₂* durante o pneumoperitônio com CO₂.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

1. Truchon R. Anesthetic considerations for laparoscopic surgery in neonates and infants: a practical review. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2004;18:343–55.
2. Moka E. Cerebral oximetry and laparoscopic surgery. *J Minim Access Surg.* 2006;2:47–8.
3. Lasersohn L. Anesthetic considerations for pediatric laparoscopy. *S Afr J Surg.* 2011;49:22–6.
4. Huettemann E, Terborg C, Sakka SG, et al. Preserved CO₂ reactivity and increase in middle cerebral arterial blood flow velocity during laparoscopic surgery in children. *Anesth Analg.* 2002;94:255–8.
5. Gipson CL, Johnson GA, Fisher R, et al. Changes in cerebral oximetry during peritoneal insufflation for laparoscopic procedures. *J Minim Access Surg.* 2006;2:67–72.
6. Gupta R, Singh S. Challenges in pediatric laparoscopic surgeries. *Indian J Anesth.* 2009;53:560–6.
7. Nwokomo NJ, Tsang T. Laparoscopy in children and infants. *Advanced Laparoscopy Prof. Ali Shamsa. Intech, China.* 2011:27–46.
8. Tobias JD. Anesthesia for minimally invasive surgery in children. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2002;16:115–30.
9. Tsypin LE, Mikhel'son VA, Chusov KP, et al. Central and cerebral hemodynamic during gynecological laparoscopic interventions in children. *Anesteziol Reanimatol.* 2007;1:30–2.
10. Gunaydin B, Nas T, Biri A, et al. Effects of maternal supplementary oxygen on the newborn for elective cesarean deliveries under spinal anesthesia. *J Anesth.* 2011;25:363–8.
11. Casati A, Spreafico E, Putzu M, et al. New technology for noninvasive brain monitoring: continuous cerebral oximetry. *Minerva Anesthesiol.* 2006;72:605–25.
12. Kasman N, Brady K. Cerebral oximetry for pediatric anesthesia: why do intelligent clinicians disagree? *Paediatr Anaesth.* 2011;21:473–8.
13. Pary EY, Koo B-N, Min KT, et al. The effect of pneumoperitoneum in the steep Trendelenburg position on cerebral oxygenation. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2009;53:895–9.
14. de Waal EE, de Vries JW, Kruitwagen CL, et al. The effects of low-pressure carbon dioxide pneumoperitoneum on cerebral oxygenation and cerebral blood volume in children. *Anesth Analg.* 2002;94:500–5.
15. Truchon R. Anaesthetic considerations for laparoscopic surgery in neonates and infants: a practical review. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2004;18:343–55.