소아에서 Sevoflurane 마취 후에 발생하는 각성섬망에 대한 미추차단과 Ketorolac 효과 비교

조선대학교 의과대학 마취통증의학교실

석홍림 · 안태훈 · 정종달 · 유병식 · 소금영

The Comparative Effects of Caudal Block and IV Ketorolac on Emergence Delirium after Sevoflurane Anesthesia in Children

Hong Lin Shi, M.D., Tae Hun An, M.D., Chong Dal Chung, M.D., Byung Sik Yu, M.D., and Keum Young So, M.D.
Department of Anesthesiology and Pain Medicine, College of Medicine, Chosun University, Gwangju, Korea

Background: Children usually exhibit pain-related behavior in the postanesthetic care unit. The aim of the present study was to compare the recovery and emergence profiles of children who received sevoflurane with caudal block or IV ketorolac or none for inguinal herniorrhaphy.

Methods: Forty five children, ASA 1, scheduled for herniorrhaphy were randomly assigned to receive either caudal block (n = 15), IV ketorolac (n = 15), or none (n = 15). All children were premedicated with midazolam (0.05 mg/kg) and glycopyrrolate (0.004 mg/kg) an hour before anesthesia induction. Thiopental sodium (5 mg/kg) and mask inhalation of sevoflurane 2 vol% in N₂O/O₂ 50/50 were used to induce anesthesia. After induction, group 1 received none, while groups 2 and 3 received a caudal block and IV ketorolac, respectively. Anesthesia was maintained by sevoflurane with N₂O/O₂ inhalation via an endotracheal tube. Recovery was assessed by an independent observer using a postanesthetic recovery score. Pain score was also assessed by an independent observer using a pain/discomfort scale. Recovery and agitation characteristics on emergence were compared between the three groups.

Results: There were no difference between the groups with respect to age, weight, duration of inhalation exposure, or recovery score. Agitation and pain scores were less in both the caudal block and IV ketorolac groups (P < 0.05). Emergence delirium occurred less frequently in the caudal block and IV ketorolac groups (P < 0.05). There was no significant difference between the caudal block and the IV ketorolac groups in emergence delirium.

Conclusions: Emergence delirium after sevoflurane anesthesia was less common in the caudal block and IV ketorolac groups. Thus, it is presumed that the postoperative analgesic actions of caudal block or IV ketorolac reduce emergence delirium during recovery from sevoflurane anesthesia. (Korean J Anesthesiol 2004; 47: 233~7)

Key Words: caudal block, children, emergence delirium, herniorrhaphy, sevoflurane.

서 론

Sevoflurane은 소아마취에서 널리 이용되는 흡입마취제로

논문접수일 : 2004년 3월 31일

책임저자 : 안태훈, 광주광역시 동구 서석동 588번지

조선대학교 의과대학 마취통증의학교실

우편번호: 507-717

Tel: 062-220-3223, Fax: 062-223-2333

E-mail: than@chosun.ac.kr

석사학위 논문임.

혈액과 조직에 용해도가 낮아 마취의 빠른 유도과 빠른 각성,¹⁻⁴⁾ 그리고 기도자극이 적고 부드러운 마취유도제이다.⁵⁾ 그러나 sevoflurane의 빠른 각성은 소아환자에서 sevoflurane 흡입마취 후 회복시에 각성섬망을 일으킨다는 보고가 있다.⁶⁻⁹⁾ 각성섬망은 자해를 한다든지, 정맥로를 잡아 뺀다든지, 감시장치를 어렵게 한다든지, 수술 창상부위의 소실 등 위험한 결과를 초래할 수 있다.

Sevoflurane 마취 후 회복시 발현되는 흥분 및 각성섬망을 줄이기 위하여 사용한 진통제의 효과에 대하여 논란이 있다.^{4,8,10,11)} 이에 저자는 소아 서혜부탈장봉합술 환자를 대상으로 진통효과가 있는 미추차단과 ketorolac 정주가 sevo-

flurane 마취 후 발생하는 각성섬망에 미치는 효과를 알아보기 위하여 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

본 연구는 원내 임상실험 윤리위원회 승인 하에 대상 환자 혹은 부모에게 본 연구 목적에 대한 설명을 하고 동의를 받았다. 전신마취를 시행 받는 미국마취과학회 신체등급 분류 1, 2에 속하고 2세 이상 8세 이하로 정신지체환자, 간 질환환자, 전신마취 후 흥분기왕력이 있는 환자는 제외한 남녀 45명을 대상으로 하였으며 수술종류는 일측 및 양측 서혜부탈장봉합술이었다.

대상 환자는 15명씩 세 군으로 무작위로 분류하였으며 1군은 대조군으로 미추차단이나 ketorolac 정주를 하지 않는 군, 2군은 0.2% ropivacaine 1 ml/kg을 이용하여 미추차단을 시행한 군, 3군은 ketorolac 1 mg/kg을 마취유도 후 정주한 군으로 하였다.

수술 전 4-6시간 금식하였고 마취 전투약으로 midazolam 0.05 mg/kg과 glycopyrrolate 0.004 mg/kg을 마취유도 1시간 전에 근주하였다. 수술실 도착 후 환자감시장치(S/5™ Anesthesia monitor, Datex-ohmeda, Finland)를 이용하여 혈압, 맥박수, 심전도, 체온, 산소포화도, 호기말이산화탄소분압 등을 지속적으로 측정하였다. 마취유도를 위하여 1군에서는 thiopental sodium 5 mg/kg, rocuronium 0.6 mg/kg을 정맥 주사한 후 산소 1 L/min와 아산화질소 1 L/min를 흡입시키고, sevoflurane 2 vol%로 용수환기를 실시하였고 근이완제의 작용이 발현된 후 기관내삽관을 실시하였으며 3군은 기관내 삽관 후 ketorolac 1 mg/kg을 정주하였다. 2군은 thiopental sodium 5 mg/kg을 정맥 주사한 후 산소 1 L/min, 아산화질

소 1 L/min, sevoflurane 2 vol%로 안면마스크를 통해서 용수 환기를 실시하였으며, 환자가 자발호흡이 돌아온 후에 환자의 위치를 복와위(prone position)로 한 다음 보조자는 환자의 기도를 유지하였고 시술자는 천골부위를 소독한 후 좌, 우 뒤위엉덩뼈가시(right, left posterior superior iliac spine)와 역정삼각형을 이루는 정점인 엉치뼈틈새(sacral hiatus)를 통해서 23 G 바늘을 이용하여 피부에서 45° 각도로 엉치꼬리인대(sacroccygeal ligament)가 천자될 때까지 진입시켰다. 엉치꼬리인대를 천자하였다는 증거로 펍(POP)하는 저항소실 느낌을 때 바늘을 1-2 mm 더 전진시켜 주사기로 흡인하여 혈액이나 뇌척수액의 유출여부를 확인한 후 0.2% ropivacaine 1 ml/kg을 천천히 주입하였다. 미추차단 후 환아를 다시 양와위(supine position)로 한 다음 rocuronium 0.6 mg/kg을 정맥 주사하여 근이완제의 작용이 발현된 후 기관내 삽관을 실시하였다. 마취유지는 세 군 모두 산소 1 L/min와 아산화질소 1 L/min 그리고 sevoflurane 2 vol%를 흡입시켰다. 모든 환자는 호기말 이산화탄소분압이 38-40 mmHg으로 유지되도록 1회 호흡량과 호흡수를 조절하였고 수술이 끝난 후 흡입마취제를 중단시켰으며 적절한 자발호흡이 돌아왔을 때 발관하였고 환자에게 시끄럽고 요란스런 말이나 육체적 자극을 피하면서 회복실로 옮겼다.

회복점수는 0점에서 6점까지로 회복의 정도를 판단하였고(Table 1),¹²⁾ 흥분점수는 1점에서부터 4점까지로 흥분의 정도를 판단하였고(Table 2),¹³⁾ 통증점수는 0점에서부터 12점까지로 통증의 정도를 판단하였다(Table 3).¹⁴⁾

흥분점수가 3점 이상인 경우를 섬망(delirium)으로 간주하였다. 회복실 도착시 15분 후, 30분 후에 회복점수, 흥분점수, 통증점수, 섬망빈도 등을 측정하였다. 모든 결과는 평균 ± 표준편차 또는 빈도(%)로 표시하였으며 세군간의 회복점수, 흥분점수, 통증점수는 one way ANOVA test와 the least significant difference test로 비교 분석하였으며 섬망빈도는 χ^2 -test로 비교 분석하였으며 P값이 0.05 미만 인 경우 통계적으로 유의한 것으로 판단하였다.

Table 1. Postanesthetic Recovery Score

Clinical score	Patient characteristics
	Consciousness
2	Awake
1	Response to stimuli
0	Not responding
	Airway
2	Coughing or crying
1	Maintaining good airway
0	Airway requires maintenance
	Movement
2	Moving limbs purposefully
1	Non-purposeful movements
0	Not moving

Table 2. Four - Point Scale

Clinical score	Patient characteristics
1	Calm
2	Not calm but could be easily calmed
3	Not easily calmed moderately agitated or restless
4	Combative, excited, or disoriented

grades 3 or 4 were considered delirium.

Table 3. Pain/Discomfort Scale

Observation	Criteria	Points
Blood pressure	± 10% preop	0
	> 20% preop	1
	> 30% preop	2
Crying	Not crying	0
	Crying but respond to tender loving care	1
	Crying and dose not respond tender loving care	2
Movement	None	0
	Restless	1
	Thrashing	2
Agitation	Patient asleep or calm	0
	Mild	1
	Hysterical	2
Posture	No special posture	0
	Flexing legs and thighs	1
	Holding scrotum or groin	2
Complains of pain (where appropriate by age)	Asleep, or states no pain	0
	Can not localize	1
	Can localize	2

결 과

세 군간에 나이, 체중, sevoflurane 흡입마취제 노출 시간이 있어서는 차이가 없었다(Table 4).

회복점수도 세 군간에 큰 차이가 없었으며 흥분점수는 회복실 도착시와 15분 후에 2군, 3군이 대조군에 비해 모두 유의하게 감소하였으며($P < 0.05$) caudal block군은 ketorolac 정주군에 비해 유의하게 낮았고($P < 0.05$), 30분 후에는 세 군간에 차이가 없었다. 통증점수는 회복실 도착시, 15분 후, 30분 후에 2군과 3군은 대조군에 비해 유의하게 낮았으며($P < 0.05$), caudal block군은 ketorolac 정주군에 비해 유의하게 낮았다($P < 0.05$). 섬망빈도는 대조군에 비해 caudal block 군 및 ketorolac 정주군에서 모두 유의하게 감소하였고 ($P < 0.05$) caudal block군이 ketorolac 정주군에 비해 더 낮았으나 통계학적으로는 의의가 없었다(Table 5).

고 찰

Sevoflurane은 소아마취에서 최근 널리 사용되고 있는 흡입마취제이다.⁹⁾ 이러한 이유는 첫째, sevoflurane의 심혈관계 안정성 때문이고¹⁵⁾ 둘째, 혈액/가스 용해도가 낮아 마취유도가 빠르고 마취로부터 각성이 빠르고¹⁴⁾ 셋째, 기도자극이

Table 4. Demographic Data

	Group 1	Group 2	Group 3
Number (n)	15	15	15
Age (yr)	3.3±1.8	3.2±1.5	4.1±1.8
Weight (kg)	16.5±4.8	15.8±3.5	18.1±4.6
Duration of exposure to sevoflurane (min)	74.0±12	77.0±12.5	68.0±14.9

Values are mean ± SD. Group 1: control, Group 2: caudal block, Group 3: IV ketorolac.

Table 5. Comparison of Recovery, Agitation and Pain Characteristics

	Group 1	Group 2	Group 3
Recovery score			
at arrival	5.0 ± 0.0	4.9 ± 0.3	5.0 ± 0.0
15 min	5.2 ± 0.4	5.6 ± 0.5	5.4 ± 0.5
30 min	5.9 ± 0.3	6.0 ± 0.0	6.0 ± 0.0
Agitation score			
at arrival	4.0 ± 0.0	2.0 ± 1.0* [†]	2.7 ± 1.3*
15 min	3.0 ± 0.8	1.4 ± 0.5* [†]	2.1 ± 1.1*
30 min	1.6 ± 0.9	1.1 ± 0.4	1.4 ± 0.6
Pain score			
at arrival	8.9 ± 1.9	3.2 ± 2.6* [†]	5.4 ± 3.2*
15 min	5.9 ± 1.9	2.3 ± 1.1* [†]	3.9 ± 2.9*
30 min	3.7 ± 1.1	1.3 ± 1.1* [†]	2.5 ± 1.3*
Delirium incidence	15/15 (100%)	5/15 (33.3%)*	7/15 (46.7%)*

Values are mean ± SD. Group 1: control, Group 2: caudal block, Group 3: IV ketorolac. *: $P < 0.05$ compared with group 1. [†]: $P < 0.05$ compared with group 3.

적고 부드러운 마취유도제로서⁵⁾ 투여하기가 쉽고 간독성이 적기 때문이다. 그러나 회복시에 발현되는 각성섬망이 단점으로 지적되고 있다.

현재 소아환자에서 수술 후 각성섬망을 감소시키기 위한 진통방법으로는 부위마취,^{6,7,11)} 비스테로이드성 소염진통제(non-steroidal antiinflammatory drugs, NSAIDs),^{7,10)} 마약^{7,16)} 등이 많이 이용되고 있다. 미추차단은 시술이 용이하고 안전하고 호흡계 및 심혈관계에 미치는 영향이 경미하며 수술 중, 수술 후에 탁월한 진통작용이 있어 특히 신생아 및 미숙아에도 안전하게 사용될 수 있다.¹⁷⁾ 또한 수술 후 심호흡, 기침 등을 충분히 시킬 수 있으므로 환아에서 문제가 되는 무기폐, 폐렴 등을 방지할 수 있다. ketorolac은 비스테로이드성 소염진통제로써 그 작용기전은 cyclooxygenase를 억제하여 prostaglandin 합성을 억제하는 것으로 말초통증수용기(nociceptor)의 활성화를 감소시킨다. 마취유도 후 투여한 1

mg/kg의 ketorolac이 정주 시 발현시간은 20분 정도에서 적절한 혈중농도를 유지하고 5시간 이상 작용시간이 지속된다고 하며,¹⁸⁾ 술중에 NSAIDS 사용 시 신장 및 혈액응고에 대한 논란이 되고 있으나 정상인에서는 큰 문제를 야기시키지 않는다고 한다.¹⁹⁾

따라서 본 연구는 회복시 소아에서 각성섬망을 예방하기 위하여 각성 전에 적절한 진통이 필요하리라 생각되어 수술 전 선행진통 목적으로 미추차단과 ketorolac을 정주하였다. 미추차단 목적으로 0.2% ropivacaine 1 ml/kg을 이용하였고 이는 평균작용시간이 4시간으로 소아에서 T10 분절아래의 술 후 진통을 위하여 널리 이용되어지고 있다.²⁰⁾

본 연구에서 caudal block군과 ketorolac 정주군이 대조군에 비해 통증점수는 회복실도착시, 15분 후, 30분 후에 낮았으며 흥분점수는 회복실 도착시와 15분 후에 대조군에 비해 감소하였다. 그러나 30분 후에는 유의한 차이를 보이지 않았다. 이것은 미추차단과 ketorolac 정주에 의한 진통이 회복시 각성섬망을 감소시켰던 것으로 생각되며 30분 후에는 흥분점수에 유의한 차이를 보이지 않은 것은 흥분기간이 15분 후에 사라진 것으로 사료된다.

통증관리에 대해 많은 방법과 기술이 연구되어 왔음에도 불구하고 소아환자에서 수술 직후에 적절한 진통제를 종종 투여하지 못하는 이유는 진통제에 의한 호흡억제를 염려하기 때문이며, 소아의 통증에 의한 행동양식을 제대로 인지하지 못하기 때문이다. 수술 전 선행진통 목적으로 미추차단과 ketorolac (1 mg/kg)의 정주를 전신마취와 병용함으로써 통증없이 마취로 부터 회복 될 수 있고 마약성 제제를 사용하지 않고도 통증관리를 충분히 할 수 있었다.

본 연구에서 소아환자의 sevoflurane 흡입마취 후 섬망빈도는 대조군(100%)에 비해 caudal block (33.3%)군과 ketorolac 정주군(46.7%)에서 모두 감소하였으나 미추차단을 시행한 환아는 ketorolac (1 mg/kg)을 정주한 환아보다 수술 후 더 오래동안 진통효과를 보였었고 전신마취로부터 각성 될 때 더 조용하게 깨어났었다. 결론적으로 소아에서 선행진통 목적으로 한 미추차단은 술 후 통증을 줄이고 각성섬망 빈도를 줄이는데 효과적이고 비교적 안전한 방법이며 환아의 생리적, 정신적, 및 정서반응에 더 좋은 영향을 주리라 생각한다. 그러므로 소아에서 sevoflurane 흡입마취 후 수술 전 진통제 정주와 미추차단을 시행하여 통증관리를 해줌으로써 수술과 마취로 인한 신체에 대한 여러 가지 반응 및 각 조직의 대사와 수술 후 폐기능 저하로 인해 올 수 있는 많은 문제점을 줄일 수 있다.

결론적으로 수술 전 미추차단과 ketorolac (1 mg/kg)을 정주한 선행진통은 소아환자에서 수술 후 통증을 줄이고 sevoflurane 흡입마취 후 회복시에 발현되는 각성섬망을 줄이는데 좋은 방법이라 사료된다.

참 고 문 헌

1. Taylor RH, Lerman J: Induction maintenance and recovery characteristics of desflurane in infants and children. *Can J Anaesth* 1992; 39: 6-13.
2. Sarner JB, Levine M, Davis PJ, Lerman J, Cook DR, Motoyama EK: Clinical characteristics sevoflurane in children. A comparison with halothane. *Anesthesiology* 1995; 82: 38-46.
3. Piat V, Dubois MC, Johanet S, Murat I: Induction and recovery characteristics and hemodynamic responses to sevoflurane and halothane in children. *Anesth Analg* 1994; 79: 840-4.
4. Eger EI II: New drugs in anesthesia. *Int Anesthesiol Clin* 1995; 33: 61-80.
5. Johannesson GP, Floren M, Lindahl SG: Sevoflurane for ENT-surgery in children. A comparison with halothane. *Acta Anaesthesiol Scand* 1995; 39: 546-50.
6. Beskow A, Westrin P: Sevoflurane causes more postoperative agitation in children than does halothane. *Acta Anaesthesiol Scand* 1999; 43: 536-41.
7. Lerman J, Davis PJ, Welbom LG, Orr RJ, Rabb M, Carpenter R, et al: Induction, recovery, and safety characteristics of sevoflurane in children undergoing ambulatory surgery. A comparison with halothane. *Anesthesiology* 1996; 84: 1332-40.
8. Naito Y, Tamai S, Shingu K, Fujimori R, Mori K: Comparison between sevoflurane and halothane for paediatric ambulatory anaesthesia. *Br J Anaesth* 1991; 67: 387-9.
9. Wark H: Is there still a place for halothane in paediatric anaesthesia? *Paediatr Anaesth* 1997; 7: 359-61.
10. Patel SS, Goa KL: Sevoflurane. A review of its pharmacodynamic and pharmacokinetic properties and clinical issue in general anaesthesia. *Drugs* 1996; 51: 658-700.
11. Walker SM, Haugen RD, Richards A: A comparison of sevoflurane with halothane for paediatric day case surgery. *Anaesth Intens care* 1997; 25: 643-9.
12. Steward DJ: A simplified scoring system for the postoperative recovery room. *Can J Anaesth* 1975; 22: 111-3.
13. Aono J, Ueda W, Mamiya K, Takimoto E, Manabe M: Greater incidence of delirium during recovery from sevoflurane anesthesia in preschool boys. *Anesthesiology* 1997; 87: 1298-300.
14. Hannallah RS, Broadman LM, Belman AB, Abramowitz MD, Epstein BS: Comparison of caudal and ilioinguinal/iliohypogastric nerve blocks for control of post-orchiopepy pain in paediatric ambulatory surgery. *Anesthesiology* 1987; 66: 832-4.
15. Holtman RS, van der Velde ME, Kaus SJ, Body SC, Colan SD, Sullivan LJ, et al: Sevoflurane depresses myocardial contractility less than halothane during induction of anaesthesia in children. *Anesthesiology* 1996; 85: 1260-7.
16. Viitanen H, Annala P, Viitanen M, Tarkkila: Premedication with midazolam delays recovery after ambulatory sevoflurane anesthesia in children. *Anesth Analg* 1999; 89: 75-8.

17. Gregory GA: Pediatric anesthesia. 2nd ed. New York, Churchill Livingstone. 1989, pp 654-8.
18. Rice AS, Whitehead WM, O'sullivan G, Lloyd J, Bullingham RE: Speed of onset of analgesic effect of intravenous ketorolac compared to morphine and placebo. Eur J Anesthesiol 1975; 12: 313-7.
19. Chae HS, Shin OY, Lee DI: Effects of intravenous ketorolac and wound infiltration for postoperative pain after inguinal herniorrhaphy in pediatric surgery. Korean J Pain Society 2000; 13: 213-7.
20. Deng XM, Xiao WJ, Tang GZ, Luo MP, Xu KL: The minimum local anesthetic concentration of ropivacaine for caudal analgesia in children. Anesth Analg 2002; 94: 1465-8.