편도절제술을 받는 소아에서 Desflurane 마취 후 각성흥분에 대한 Thiopental Sodium과 Ketamine 마취유도의 비교

한림대학교 의과대학 마취통증의학교실

김한석 · 이수경 · 강효석 · 김영미 · 최 현 · 문현수

Comparison of Thiopental Sodium and Ketamine Induction on Emergence Agitation after Desflurane Anesthesia in Children undergoing a Tonsillectomy

Han Seok Kim, M.D., Soo Kyung Lee, M.D., Hyo Seok Kang, M.D., Young Mi Kim, M.D., Hyun Choi, M.D., and Hyun Soo Moon, M.D.

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, College of Medicine, Hallym University, Anyang, Korea

Backgrounds: It is widely known that desflurane provides fast emergence but with a high incidence of emergence agitation. This study was designed to investigate the emergence agitation resulting from thiopental or ketamine induction with desflurane anesthesia for pediatric patients.

Methods: Forty patients, aged 3–8 years, scheduled for a tonsillectomy or a tonsillectomy and adenoidectomy were randomly allocated into two groups. Anesthesia was induced using 5 mg/kg thiopental sodium (Group T patients) or 2 mg/kg ketamine (Group K patients), and was maintained using O₂-N₂O-desflurane. The recovery time and incidence of emergence agitation were assessed.

Results: The incidence of emergence agitation was less in patients in the ketamine induction group. There were no differences in the recovery time and reported side effects.

Conclusions: We conclude that ketamine induction provides less emergence agitation when compared to thiopental induction for desflurane anesthesia for a pediatric tonsillectomy or a tonsillectomy and adenoidectomy without delayed recovery. (*Korean J Anesthesiol* 2007; 53: 356~60)

Key Words: desflurane, emergence agitation, ketamine, thiopental.

서 론

흡입 마취제는 정맥 마취제와 비교하여 폐를 통해 투여와 배설이 이루어져서 마취 심도를 신속히 조절할 수 있는 것이 장점이다. 이 중 desflurane과 sevoflurane은 혈액과 조직에 대한 용해도가 낮아 마취유도와 각성이 빠르기 때문에 각광받는 흡입마취제이지만 소아에서 상대적으로 높은 각성 흥분의 빈도를 보인다고 보고되고 있다.¹⁻⁴⁾ 마취 회복실에서 각성흥분은 정맥로를 손상시키고, 신체 손상의 위험

가능성이 높아지고, 또한 수술 창상 부위가 손상되거나 오염될 수 있으며, 보호자의 불안을 증가시키고 환자의 감시와 간호에도 어려움을 줄 수 있다. 또 회복실에서 진통제나 진정제가 추가로 요구되어 종종 회복실 퇴실시간이 지연될 수 있다.⁵⁾ 그러므로 소아에서 desflurane 마취 시에도 적절한 예방 방법이 요구되며 각성흥분을 감소시키기 위해 sevoflurane으로 마취유도를 하거나, 수술 중 fentanyl이나 alfentanil을 투여 하는 등 여러 방법이 보고되고 있다.⁶⁻⁹⁾

Ketamine을 마취전처치제로 경구투여하거나⁷⁾ 마취 중 또는 회복 직전에 정주하여^{10,11)} 각성 흥분을 유의하게 감소시킬 수 있다고 보고된 바 있다. 이에 저자들은 소아에서 desflurane 마취시, 마취유도제로 ketamine을 사용할 경우 각성 흥분의 감소와 회복에 미치는 영향을 알아보고자 thiopental sodium과 비교하였다.

논문접수일 : 2007년 4월 16일

책임저자 : 이수경, 경기도 안양시 동안구 평촌동 896

한림대학교성심병원 마취통증의학과, 우편번호: 431-070

Tel: 031-380-3945, Fax: 031-385-3244

E-mail: agnetask@yahoo.co.kr

대상 및 방법

본 연구는 원내 임상실험 윤리위원회 승인 하에 대상 환자 부모에게 연구 목적에 대해 설명을 하고 동의서를 받았다. 전신마취 하에 편도절제술이나 편도 및 아데노이드절제술이 예정되고 미국마취과학회 신체등급분류 1 혹은 2인 3-8세의 소아 환자 40명을 대상으로 하였고, 이전의 마취 경험이 있거나 발달장애, 발작장애, 주의력결핍 과잉행동 장애가 있는 환자는 제외하였다. 모든 수술은 동일한 외과의에 의해 시행되었다.

마취전처치는 수술 예정 30분전에 glycopyrrolate 0.004 mg/kg을 근주하였다. 수술실에 도착한 후 환자 감시 장치로 맥박 산소 포화도 측정기, 심전도, 혈압계를 거치하였다. 환자들을 무작위로 T군과 K군으로 나누어 T군은 thiopental sodium 5 mg/kg을, K군은 ketamine 2 mg/kg을 정주하여 마취유도를 하였다. 마취준비실에서 수술실로 이송시 환아가 보호자에게 떨어지지 않고 매달리거나 우는 경우는 ketamine 혹은 thiopental 마취유도 용량의 1/2을 먼저 정맥주사하여 수면을 유도한 후 수술실로 이송했다. 마취유도 후 안검 반사가 소실되는 것을 확인한 후에 rocuronium 0.6 mg/kg을 정주하여 충분한 근이완을 얻은 후 기관내 삽관을 하였다. 마취유지는 O_2 2 L/min, N_2O 2 L/min와 desflurane 5-6 vol%로 하였으며 호기말 이산화탄소 분압이 35-45 mmHg가 되도록 호흡을 조절하였다. 수술 종료시 desflurane과 N_2O 투여를 중단하였고 100% 산소로 용수 환기하면서 근이완 효과의 역전을 위해 pyridostigmine 0.3 mg/kg과 glycopyrrolate 0.008 mg/kg을 정주하였다. 환자의 자발적 호흡이 충분하여 구역 반사가 회복되고 사지의 의식적 동작을 보일 때 발관을 한 후 회복실로 옮겼는데 가능한 옆드려서 고개를 옆으로 돌린 자세로 이송하였으며 부드럽고 조용한 환경을 유지하도록 하였다. 마취시간은 마취유도에서 desflurane 투여 중단까지의 시간으로, 발관시간은 desflurane 투여 중단에서 발관까지의 시간으로, 각성시간은 desflurane 투여 중단 후 처음으로 눈을 뜨거나 명령에 반응을 하는 때까지의 시간으로 정하였다. 회복실에 도착한 후 마취과 의사가 각성 시 소아 환자의 행동양상을 Aono's four point scale¹⁰⁾ 따라 grade 1 (= 조용함), 2 (= 조용하지 않으나 쉽게 조용해짐), 3 (= 쉽게 조용해지지 않음, 중간 정도의 흥분상태, 가만히 있지 못함), 4 (= 공격적, 흥분상태 혹은 지남력이 없는 상태)로 구분하여 기록하고, 3과 4를 흥분상태로 규정하였으며 오심과 구토 등의 발생 여부도 관찰하였다. 회복실에서의 회복 정도는 Postanesthetic Aldrete recovery score를 기준으로 하여 회복실 간호사의 평가에 따라 9점 이상이면 퇴실하도록 하였다.

Table 1. Demographic Data

	Group T (n = 20)	Group K (n = 20)
Sex (M/F)	11/9	12/8
Age (yr)	6.2 ± 1.4	5.7 ± 1.5
Weight (kg)	22.1 ± 4.4	20.1 ± 4.4
Duration of anesthesia (min)	39.2 ± 8.3	40.8 ± 9.8

Values are mean ± SD or number of patients. Group T: anesthesia induction using 5 mg/kg thiopental sodium, Group K: anesthesia induction using 2.0 mg/kg ketamine.

Table 2. Recovery Time (min)

	Group T (n = 20)	Group K (n = 20)
Time to extubation	7.5 ± 3.1	7.9 ± 2.4
Time to eye opening	8.3 ± 4.2	9.4 ± 2.8
Time to recovery	26.9 ± 6.0	30.5 ± 12.2

Values are mean ± SD. Group T: anesthesia induction using 5 mg/kg thiopental sodium, Group K: anesthesia induction using 2.0 mg/kg ketamine.

모든 결과는 평균 ± 표준편차로 표시하였고 통계는 SPSS 10.0을 이용하여 Student's t-test로 두 군간을 비교하고 흥분 정도는 Chi-square test로 비교, 분석하였으며 P값이 0.05미만인 경우 통계적으로 유의한 것으로 판단하였다.

결 과

대상 환자의 성별, 연령, 몸무게 그리고 마취시간은 두 군 간에 차이가 없었다(Table 1). 발관시간, 각성시간 및 회복시간의 경우 T군이 짧았으나 통계적으로 차이는 없었다(Table 2). 회복시 오심과 구토의 발생빈도는 두 군 간에 차이가 없었다. 각성 흥분의 발생 빈도는 T군은 14명(70%), K군이 7명(35%)으로 K군에서 유의하게 적었다($P < 0.05$, Table 3).

고 찰

본 연구에서 소아에서 편도절제술시 thiopental sodium 및 ketamine으로 마취유도 후 desflurane으로 마취유지를 한 결과 대상 환자의 각각 70%와 35%에서 각성시 흥분이 관찰되어 thiopental sodium보다는 ketamine이 각성 흥분의 빈도 감소에 유리한 것으로 관찰되었다. 마취 후의 부드러운 각

Table 3. Agitation Grade, Incidence of Emergence Agitation and Nausea/Vomiting

		Group T (n = 20)	Group K (n = 20)
Agitation grade	1	2	4
	2	4	9
	3	11	6
	4	3	1
Incidence of agitation		14/20	7/20*
Nausea/vomiting		3	4

Values are number of patients. Group T: anesthesia induction using 5 mg/kg thiopental sodium, Group K: anesthesia induction using 2.0 mg/kg ketamine. *: $P < 0.05$ compared with Group T.

성은 환자나 보호자의 만족도를 증가시키며 의료진에게도 도움이 된다. 자신의 경험을 적절히 표현할 수 있는 성인을 대상으로 마취에 대한 만족도를 평가한 연구에 의하면 propofol 마취유도 후 sevoflurane으로 마취유지를 한 경우 100%에서 매우 만족하거나 만족했다는 반응을 보였지만 sevoflurane으로 마취 유도과 유지를 한 경우는 17%에서 매우 불만족했다는 결과가 나왔다.¹²⁾ 따라서 각성 흥분은 일시적이기는 하지만 간과해서는 안 될 현상이라 생각된다.

각성 흥분의 원인으로는 저산소증, 통증, 방광의 팽만, 오심, 여러 약물의 영향 등을 들 수 있는데 낮선 환경과 사람들 사이에서 빠른 의식 회복이 각성 섬망의 원인의 하나라고 한다.^{3,13)} 학동전기 아동에서 학동기(6-10세) 아동에 비해 높은 각성 섬망을 보인다는 보고도 있는데^{14,15)} 소아의 경우 낮선 환경에서 빠른 회복이 원인일 수 있고 이때 정신적으로 덜 성숙한 학동전기 아동에서 더 많은 섬망이 발생하는 것이라고 하였다. 따라서 본 연구에서는 대상환자를 3-8세의 환자로 제한하였고 수술실로 이송시 환자의 반응을 조사하였으나 양 군 사이에 차이는 없었다. 또한 저산소증이나 방광 팽만 등이 발생한 경우도 없었다.

사시수술의 경우에 국소마취제의 테논낭하 주사가 각성 흥분을 상당히 감소시켰으며¹⁶⁾ 미추차단과 ketorolac 정주가 각성 흥분의 빈도를 낮췄다는 연구 결과¹⁷⁾ 등이 각성 흥분과 통증과의 관계를 언급하였으나, halothane과 sevoflurane으로 마취유도와 유지를 하고 수술을 하지 않은 소아들을 비교한 연구에서는 통증과 각성 흥분이 연관이 없을 수도 있다고 주장하였다.¹⁸⁾

소아환자에서 수술 전 불안 정도도 수술 후 각성 흥분에 영향을 줄 수 있으며,^{19,20)} 학동기 소아 중 수술 전 불안감이 심한 환자에서 수술 후 불안감의 위험도가 약 3배 정도 높으며 수술 전 불안감과 통증의 강도, 진통을 위한 조치가 없는 경우 등이 수술 후 불안의 위험 요인이라 하였다.²¹⁾

본 연구의 경우도 수술 전 마취대기실에서 환자의 상태가 각성 흥분에 영향을 줄 수 있을 것을 고려하여 보호자와 분리시의 반응을 관찰하였으나 양 군 사이에 차이가 없었으므로 이 영향은 배제될 수 있을 것으로 생각된다.

Desflurane으로 마취를 했을 때의 각성 흥분의 빈도는 50-55%로 보고 되며,^{3,13)} 본 연구에서는 T군이 약 70%였고 T군과 K군을 합쳐서는 55%의 빈도를 보였다. Desflurane과 더불어 빠른 각성과 회복으로 각광을 받는 sevoflurane과 비교를 한 연구에서, sevoflurane이 desflurane에 비해 각성 흥분 면에 있어서는 우월하다는 결과와^{3,22)} desflurane과 sevoflurane이 차이가 별로 없다는 결과가 모두 보고되고 있다.⁵⁾ 진술하더라도 sevoflurane과 desflurane의 빠른 의식 회복이 각성 흥분의 원인이라고도 하지만, sevoflurane과 propofol로 마취를 유지했을 때의 각성 시간은 비슷하지만 sevoflurane 마취유지 시 각성 흥분 빈도가 높아 각성 흥분의 원인이 빠른 각성만은 아니라고 보고되기도 하였다.^{23,24)}

각성 흥분을 줄이고자 하는 많은 연구가 있었는데, 아동을 대상으로 desflurane으로 마취유지를 하고 propofol군, midazolam군, 그리고 대조군으로 나누어 각성 흥분과 회복시간을 비교한 연구에서 propofol과 midazolam은 각성 흥분의 빈도를 줄이지 못했고 오히려 각성 시간만 늘린다고 보고하였다.¹⁾ 수술 중 2.5µg/kg의 fentanyl이 각성 흥분의 빈도를 줄인다고 하며,⁸⁾ ketamine을 경구로 전치치하고 desflurane으로 마취유지를 한 후 tramadol이나 fentanyl을 마취유도 직후 정주 한 경우 tramadol군은 대조군에 비해 각성 흥분의 빈도가 줄지 않았으나 fentanyl군은 현저하게 줄어들었으며 fentanyl 1µg/kg도 각성 흥분을 예방하는데 도움이 된다고 한다.⁷⁾ 그러나 Demirbilek 등은⁸⁾ fentanyl 2.5µg/kg를 투여했을 때에도 각성 흥분에 별 효과가 없었다고 하였고, alfentanil과 fentanyl을 비교한 결과에서는 대조군보다 fentanyl을 1µg/kg 투여한 군에서 각성 흥분의 빈도는 낮지만 각성 시간이 지연되었고 alfentanil을 10µg/kg 투여했을 때에는 각성 시간도 연장시키지 않으면서 각성 흥분의 빈도도 fentanyl과 비슷하게 줄었다고 하였다.²⁵⁾

Ketamine은 해리성 정맥 마취제로 심혈관계 및 호흡 억제 작용이 없고 강력한 진통 작용이 있으며 NMDA 수용체에 대한 길항제로 선행 진통 효과에 대한 보고가 많이 이루어진 약제로 여러 장점에도 불구하고 수술 후 회복시 악몽, 섬망 등의 부작용이 있고 그 투여 방법과 용량에 대해 논란이 많다. 소아에서는 수술실 입구에서 대기 중 심한 흥분과 불안 상태를 보이는 경우가 많은데 이런 경우 수면상태에서 수술실로 옮기기 위한 목적으로 ketamine을 사용하기도 한다. 사시수술을 받는 소아에서 마취유도 후 ketamine 1 mg/kg 정주와 수술 중 ketamine 1 mg/kg/hr 점적 주입으로 sevoflurane 마취 후 각성 흥분을 유의하게 줄일 수 있다고

하며,¹⁰⁾ 편도절제술을 시행 받는 소아에서 sevoflurane으로 마취유지를 하며 마취유도 직후 투여한 ketamine 1 mg/kg은 지연 회복 없이 각성 흥분을 유의하게 감소시켰다고 보고되었다.¹¹⁾ 본 연구에서도 T군에 비해 K군이 각성 흥분의 빈도가 줄어든 것으로 보아 desflurane으로 마취유지를 해도 비슷한 효과를 보인다는 것을 알 수 있었다. Ketamine은 그 자체로 섬망의 원인이 될 수 있지만 저용량에서는 그러한 부작용은 거의 나타나지 않으며, metabolite인 norketamine 또한 ketamine과 마찬가지로 진정과 진통 작용 모두를 가지고 있다는 점에서 흡입마취제의 각성 섬망의 빈도를 줄이는 이유가 될 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구를 되돌아보았을 때에 아쉬운 점은, 대조군을 추가하여 세 군으로 분류하여 연구를 했으면 thiopental sodium의 효과도 파악하고, 다른 연구와의 비교가 좀 더 정확하지 않았을까 하는 점이고, 앞으로의 과제로는 ketamine의 용량에 대한 연구와 ketamine과 fentanyl이나 alfentanil 등과의 혼용에 대한 연구도 필요할 것으로 보인다.

결론적으로 소아에서 desflurane 마취하의 편도절제술시 마취유도제로 ketamine을 사용한 경우가 thiopental sodium의 경우보다 마취 후 각성 흥분의 빈도가 낮았으며 회복시간이나 부작용에는 차이가 없었다. 그러므로 소아환자에서 편도절제술과 같은 비교적 단시간 수술에서 desflurane으로 마취 유지를 하는 경우 마취유도나 환아를 수술실로 이송시 thiopental sodium보다는 ketamine을 사용하는 것이 desflurane의 장점인 빠른 각성과 함께 각성 흥분의 빈도를 감소시키는 데에 도움이 될 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- Cohen IT, Drewsen S, Hannallah RS: Propofol or midazolam do not reduce the incidence of emergence agitation associated with desflurane anaesthesia in children undergoing adenotonsillectomy. *Paediatr Anaesth* 2002; 12: 604-9.
- Davis PJ, Cohen IT, McGowan FX Jr, Latta K: Recovery characteristics of desflurane versus halothane for maintenance of anesthesia in pediatric ambulatory patients. *Anesthesiology* 1994; 80: 298-302.
- Welborn LG, Hannallah RS, Norden JM, Ruttimann UE, Callan CM: Comparison of emergence and recovery characteristics of sevoflurane, desflurane, and halothane in pediatric ambulatory patients. *Anesth Analg* 1996; 83: 917-20.
- Choi WS, Kim MW: A comparative study of emergence agitation between sevoflurane and desflurane anesthesia in children. *Korean J Anesthesiol* 2005; 48: 609-13.
- Demirbilek S, Tugal T, Cicek M, Aslan U, Sizanli E, Ersoy MO: Effects of fentanyl on the incidence of emergence agitation in children receiving desflurane or sevoflurane anaesthesia. *Eur J Anaesthesiol* 2004; 21: 538-42.
- Mayer J, Boldt J, Rohm KD, Scheuermann K, Suttner SW: Desflurane anesthesia after sevoflurane inhaled induction reduces severity of emergence agitation in children undergoing minor ear-nose-throat surgery compared with sevoflurane induction and maintenance. *Anesth Analg* 2006; 102: 400-4.
- Karamaz A, Kaya S, Turhanoglu S, Ozyilmaz MA: Oral ketamine premedication can prevent emergence agitation in children after desflurane anaesthesia. *Paediatr Anaesth* 2004; 14: 477-82.
- Cohen IT, Hannallah RS, Hummer KA: The incidence of emergence agitation associated with desflurane anesthesia in children is reduced by fentanyl. *Anesth Analg* 2001; 93: 88-91.
- Umuroglu T, Eti Z, Ciftci H, Gogus FY: Analgesia for adenotonsillectomy in children: a comparison of morphine, ketamine and tramadol. *Paediatr Anaesth* 2004; 14: 568-73.
- Kawaraguchi Y, Miyamoto Y, Fukumitsu K, Taniguchi A, Hirao O, Kitamura S, et al: The effect of ketamine on reducing postoperative agitation after sevoflurane anesthesia in pediatric strabismus surgery. *Masui* 2002; 51: 1343-8.
- Kwak HJ, Kim JY, Kim JH, Kim YS, Park SY: The effect of ketamine and fentanyl on the incidence of emergence agitation after sevoflurane anesthesia in children undergoing tonsillectomy. *Korean J Anesthesiol* 2005; 49: 502-6.
- Tang J, Chen L, White PF, Watcha MF, Wender RH, Naruse R, et al: Recovery profile, costs, and patient satisfaction with propofol and sevoflurane for fast-track office-based anesthesia. *Anesthesiology* 1999; 91: 253-61.
- Davis PJ, Greenberg JA, Gendelman M, Fertal K: Recovery characteristics of sevoflurane and halothane in preschool aged children undergoing bilateral myringotomy and pressure equalization tube insertion. *Anesth Analg* 1999; 88: 34-8.
- 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.
- Lim KJ, Choi KS, So KY, An TH: Comparison of incidences of emergence delirium from sevoflurane anesthesia in school and preschool children. *Korean J Anesthesiol* 2003; 44: 176-80.
- Seo IS, Lim SG, Kim MM: The effect of subtenons lidocaine injection and/or preoperative anxiety on emergence agitation after sevoflurane anesthesia in pediatric strabismus surgery. *Korean J Anesthesiol* 2006; 51: 430-5.
- Seok HL, An TH, Chung CD, Yu BS, So KY: The comparative effects of caudal block and IV ketorolac on emergence delirium after sevoflurane anesthesia in children. *Korean J Anesthesiol* 2004; 47: 233-7.
- Carvero H, Surgenor S, Whalen K: Emergence agitation in paediatric patients after sevoflurane anaesthesia and no surgery: a comparison with halothane. *Paediatr Anaesth* 2000; 10: 419-24.
- Kain ZN, Caldwell-Andrews AA, Maranets I, McClain B, Gaal D, Mayes LC, et al: Preoperative anxiety and emergence delirium and postoperative maladaptive behaviors. *Anesth Analg* 2004; 99: 1648-54.
- Aono J, Mamiya K, Manabe M: Preoperative anxiety is associated

- with a high incidence of problematic behavior on emergence after halothane anesthesia in boys. *Acta Anaesthesiol Scand* 1999; 43: 542-4.
21. Caumo W, Broenstrup JC, Fialho L, Perth SM, Brathwait O, Bandeira D, et al: Risk factors for postoperative anxiety in children. *Acta Anaesthesiol Scand* 2000; 44: 782-9.
22. Valley RD, Freid EB, Bailey AG, Kopp VJ, Georges LS, Fletcher J, et al: Tracheal extubation of deeply anesthetized pediatric patients: a comparison of desflurane and sevoflurane. *Anesth Analg* 2003; 96: 1320-3.
23. Uezono S, Goto T, Terui K, Ichinose F, Ishiguro Y, Nakata Y, et al: Emergence agitation after sevoflurane versus propofol in pediatric patients. *Anesth Analg* 2000; 91: 563-6.
24. Nakayama S, Furukawa H, Yanai H: Propofol reduces the incidence of emergence agitation in preschool-aged children as well as in school-aged children: a comparison with sevoflurane. *J Anesth* 2007; 21: 19-23.
25. Lee JM, Kim HG, Lee JH, Lee SG, Ban JS, Min BW: The effect of alfentanil on the emergence agitation after sevoflurane anesthesia in children undergoing inguinal herniorrhaphy. *Korean J Anesthesiol* 2005; 49: 370-5.
-