

소아에서 깊은 마취하 발관과 각성후 발관에 따른 기도합병증 및 산소포화도의 변화

연세대학교 의과대학 마취과학교실

홍정연 · 한수진 · 김혜금 · 김원욱

- Abstract -

Airway-Related Complications and SpO₂ Changes of Deeply Anesthetized Versus Awake Extubation in Children

Jeong Yeon Hong, M.D., Soo Jin Han, M.D., Hae Keum Kil, M.D.
and Won Oak Kim, M.D.

Department of Anesthesiology, Yonsei University College of Medicine Seoul, Korea

Background: Tracheal extubation can be performed while patients are deeply anesthetized or when they are awake. Each technique has its own advantages and disadvantages. But necessity for deep extubating conditions, and what level of anesthesia is adequately deep, is still controversial. Clinical conditions of patients or the preference of the anesthesiologist has dictated the choice of extubation technique.

Method: Anesthesia was induced and maintained as usual manners. The 49 healthy children between 3 and 12 year of age undergoing tonsillectomy and adenoidectomy were randomly assigned to group 1(extubation at 1 MAC of enflurane) and group 2(awake extubation). SpO₂ and airway-related complications(cough, breath-holding, airway obstruction, and laryngospasm) were observed for 5 minutes after extubation with 100% O₂ by mask, and SpO₂ and heart rate were measured for 90 seconds during transportation to the recovery room with room air breathing.

Results: The total incidence of airway-related complications in group 2 were higher than in group 1. However, group 1 showed severer complications than in group 2 such as airway obstruction and laryngospasm. There was no differences between the two groups in SpO₂ and heart rate changes with 100% O₂ mask just after extubation and during transportation. Group 1 showed higher SpO₂ than group 2 upon arrival in the recovery room.

Conclusion: We concluded that in healthy children undergoing elective oral surgery, airway-related complications are likely to be influenced more by the skill, experience and preference of the anesthesiologist than by the method alone. (Korean J Anesthesiol 1997; 32: 384~389)

Key Words: Complications: airway; extubation

서 론

후두경 삽입이나 기도삽관 및 발판 등의 조작은 구토, 기침, 후두경련과 같은 반사작용을 일으켜 저 산소혈증을 초래할 수 있다¹⁾. 이는 폐와 흉곽의 탄성반도가 더 낮고 분식 호흡량/기능적잔기량의 비율이 높으며 산소소모량이 커서 저산소혈증에 노출되기 쉬운 소아에서는 술후 사망율과 이병율을 높이는 중요한 요인이 된다²⁾. 현재 널리 시행되는 흡입 마취나 균형마취에서는 Guedel³⁾의 마취단계를 정의하기 어렵지만, 발판은 무의식적 운동과 흥분상태가 나타나는 2단계(흥분기)를 피해 환자가 완전히 깨어 있거나 수술적 조작이 가능한 깊은 마취하에 시행되어야 한다.

Patel 등⁴⁾은 70명의 건강한 소아마취에서 각성후 발판과 깊은 마취하 발판시 산소포화도와 기도에 관련된 합병증의 빈도를 비교하였는데 발판 직후에 깊은 마취하 발판군에서 각성후 발판군보다 산소포화도가 높게 나타났고 후두경련, 기침, 일시적 호흡정지, 양압호흡이 필요한 기도폐쇄 또는 부정맥의 빈도는 두 군에서 유의한 차이가 없었다고 하였다.

반면, Pounder 등⁵⁾은 깊은 마취하 발판군과 각성후 발판군에서 흡입마취제의 종류에 따라 차이가 있음을 발견하였는데, isoflurane 마취에서 halothane 마취보다 깊은 마취하 발판군이 산소포화도가 높고 기도합병증도 적었다고 보고하였다.

각성후 발판은 기침과 결핵거림(bucking)이 많아 긴장도가 증가하여 인후통과 후두경련의 빈도가 높고 이에 따른 일시적 호흡정지로 동맥혈 산소포화도가 감소될 수 있어^{6,7)} 이런 부작용이 예상되는 환자에서 깊은 마취하 발판이 선호되어 왔다. 반면 금식이 되지 않았거나 의식이 없어 폐흡인의 위험이 있는 환자 그리고 기도삽관이 어려웠던 환자에서는 기도의 반사작용이 충분히 유지된 상태로 각성후 발판하는 것이 안전하다고 알려져있다. 이와같이 발판의 두 방법은 각각 장단점을 가지고 있지만 선택의 기준이 되는 실제적인 연구는 부족하다.

본 연구자는 전신마취하에 편도선 및 아데노이드 적출술을 시행받은 49명의 건강한 어린이에서 각성후 발판과 깊은 마취하 발판시 기침, 일시적 호흡정지, 기도폐쇄, 후두경련 등 발판에 관계되는 합병증

과 발판직후 및 회복실로 이송시의 산소포화도 변화와 맥박의 차이를 비교 관찰하였다.

대상 및 방법

전신마취하에 편도선 및 아데노이드 적출술을 시행받은 3세에서 12세 사이의 ASA 분류 1에 속하는 49명의 소아를 대상으로 하였다. 상기도 감염, 악안면 기형 또는 천식의 기왕력이 있는 환아는 대상에서 제외하였다.

모든 환아는 glycopyrrolate 0.004 mg/kg와 hydroxyzine 1 mg/kg로 수술 1시간 전에 마취전투약을 하고 수술실로 옮긴 후 혈압, 심전도, 맥박산소측지기(Dräger PM8050, Drägerwerk KAG, Germany)를 부착한 다음, fentanyl 0.8 µg/kg을 정주하고 accelogram(TOF-Guard, Organon Teknika NV, Belgium)을 거치하여 TOF의 대조치를 얻었다.

마취유도는 thiopental sodium 5 mg/kg과 succinylcholine 1 mg/kg을 정주하여 T4 ratio가 0 일때 기관내 삽관하였다. 이때 사용한 튜브는 술중 혈액의 기도흡인을 방지하기 위하여 기낭이 있는 것을 사용하였고 내경의 크기는 4+나이(세)/4를 기준으로 선택하였다. 기관삽관과 수술에 의한 후두부종을 경감시키기 위해 두 군 모두 5 mg의 dexamethasone을 정주하였다.

마취는 O₂-air-enflurane(FiO₂ 0.6)과 pancuronium으로 유지하였으며 enflurane의 호기농도와 호기말 이산화탄소 농도는 가스분석기(Datex Capnomac Ultima™, Division of Instrumentarium Corp., Finland)를 사용하여 감시하였다.

수술이 끝나기 전 제비뽑기로 각성후 발판군과 깊은 마취하 발판군을 결정하여, 깊은 마취하 발판군(group 1)은 enflurane의 호기농도를 1 MAC으로 유지한 상태에서 glycopyrrolate 0.01 mg/kg과 neostigmine 0.04 mg/kg으로 근이완을 환원하였다. 이때 T4 ratio가 대조치의 70% 이상이 되고 일회 호흡량, 호흡수, 호흡양상이 적절한 것을 확인 후 기관내 흡인 및 구강흡인을 실시하고 발판하였다. 각성후 발판군(group 2)은 enflurane의 호기농도가 적어도 0.25 vol% 이하가 되고 근이완 회복 정도는 깊은 마취하 발판군과 동일한 상태에서, 눈을 뜨거나 찡그리고 기관내 튜브를 밀어내려고할 때 동일한 방법으로 근이

Table 1. Demographic Data and Operation Time(Mean \pm SD)

Group	Cases(m/f)	Age(years)	Weight(kg)	Height(cm)	Op.Time(min)
1	25(16/9)	6.4 \pm 2.4	22.4 \pm 5.1	119.0 \pm 12.1	36.9 \pm 13.6
2	24(20/4)	5.8 \pm 1.5	20.8 \pm 5.5	114.4 \pm 8.8	44.0 \pm 19.1

Group 1: deeply anesthetized extubation group, Group 2: awake extubation group, Op. Time: duration of operation, m: male f: female

Table 2. Complications of Two Groups

Complications	Deeply anesthetized extubation	Awake extubation
Coughing	1	3
Breath-holding	0	6
Airway obstruction	4	2
Laryngospasm	1	0
Total*	6	11
Postextubation SpO ₂ < 90(<95)%	1(2)	3(4)
During transport SpO ₂ < 90(95)%	2(10)	1(8)

*Chi² test P < 0.05

완을 환원하고 튜브를 발판하였다. 두 군에서 모두 발판 후 100% 산소를 5분 동안 마스크로 투여하면서 합병증으로 기침, 일시적 호흡정지, 기도폐쇄, 후두경련을 관찰하였고 산소포화도의 변화를 1분 간격으로 관찰하여 기록하였다. 그 후 활력증후가 안정되고 호흡이 적절함을 확인한 다음 이송용 카트로 옮기고 맥박산소계측기를 부착한 상태로 "tonsil position"(복와위로 고개를 옆으로 돌린 체위)에서 회복실로 이송하면서 대기호흡하의 산소포화도와 맥박의 변화를 기록하였다. 기도폐쇄나 후두경련시에는 100% 산소마스크로 양압 보조환기를 시행하여 폐쇄나 경련이 완전히 풀리고 안정된 상태를 보였을 때 회복실로 이송하였다. 모든 과정은 전문의 1명과 전공의 1명에 의해서만 실행되고 기록되었다.

통계처리는 합병증 발생률의 비교는 Chi² test를 이용하여 분석하였고 활력증후 및 산소포화도의 변화는 Student t-test와 ANOVA를 이용하였다.

결 과

깊은 마취하 발판군과 각성후 발판군간에 대상환

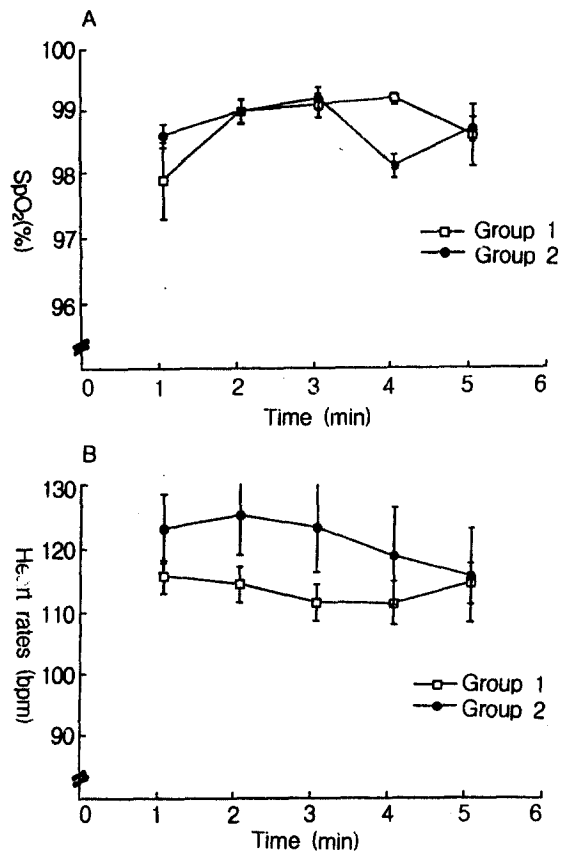


Fig. 1. SpO₂ (A) and heart rates changes (B) after extubation with 100% O₂ by mask, group 1: deeply anesthetized extubation group, 2: awake extubation group.

자의 수, 나이, 몸무게, 키 그리고 수술시간 사이에는 유의한 차이가 없었다(Table 1). 합병증은 깊은 마취하 발판군에서 총 6예가, 각성하 발판군에서는 총 11예가 발생하여 Chi² test상 유의한 차이를 보였

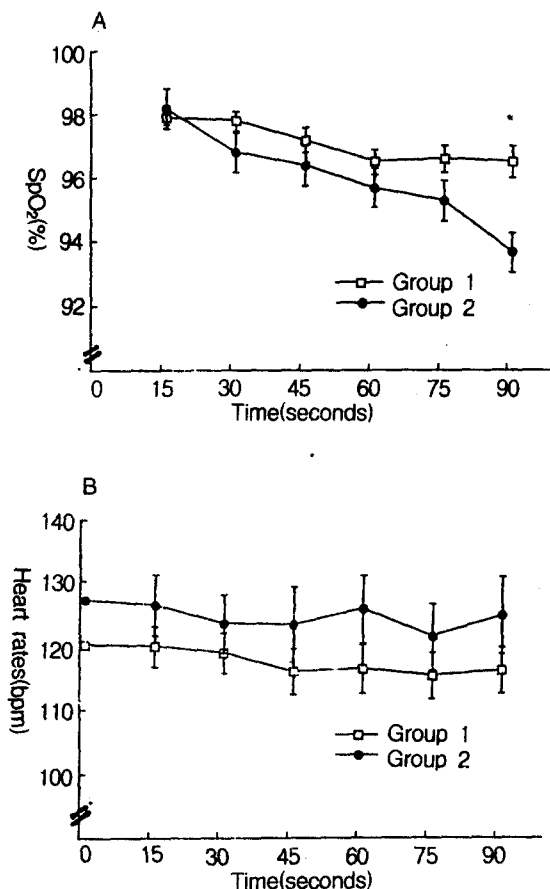


Fig. 2. SpO₂ (A) and heart rates changes (B) during transportation with room air breathing, group 1: deeply anesthetized extubation group group 2: awake extubation group, *P<0.05.

다(Table 2).

그러나 합병증의 심한 정도를 고려하여 기침과 일시적 호흡정지, 그리고 기도폐쇄와 후두경련으로 이분해서 분석하면, 깊은 마취하 발판군에서 각각 1예와 5예였고 각성후 발판군에서 9예와 2예로 심각한 합병증인 기도폐쇄와 후두경련은 깊은 마취하 발판군이 유의하게 높게 나타났다. 일시적 호흡정지는 두 군에서 모두 1분 이내에 회복되었고, 기도폐쇄와 후두경련은 100% 산소 마스크 양압보조환기만으로 3분 이내에 다른 부작용 없이 회복되었다.

발판후 100% 산소를 투여하면서 측정한 산소포화도와 심박수는 두 군에서 유의한 차이가 나타나지

않았고 대기로 호흡하면서 회복실로 이송 시에도 두 군간에 차이가 없었다(Fig. 1, 2). 그러나 회복실에 도착했을 때의 산소포화도는 각성후 발판군에서 깊은 마취하 발판군보다 낮게 나타났다(Fig. 2-A). 가장 낮은 산소포화도 값은 깊은 마취하 발판군에서 84%였으며 100% 산소투여후 2분 이내에 95%이상으로 회복되었다.

고 찰

마취 종료시 기관내 튜브 발판에 의한 합병증은 기침, 일시적 호흡정지, 후두경련, 그리고 기도 주위 조직 이완 및 인후두부 부종에 의한 기도폐쇄 외에 심혈관계, 신경계 변화와 호르몬의 변화를 포함한다⁸⁾.

결핵거림(bucking)은 매우 강하게 내뿜는 기침의 일종으로 기침과 함께 Valsalva maneuver 효과를 나타내어 체강 내압을 증가시키므로 개방성 눈 손상 또는 뇌압상승 환자, 흉곽내압의 증가로 인해 정맥 환류량이 감소하여 저혈압의 위험에 노출되기 쉬운 환자에서는 피하는 것이 좋다. 기능적잔기량도 감소시키는데 특히 소아에서 분식환기량뿐 아니라 폐활량을 감소시켜 무기폐를 조장함으로써 쉽게 저산소혈증에 빠지게 할 수 있다⁹⁾. 이렇게 지속된 저산소혈증에서는 허탈된 폐를 재팽창시키기도 힘들고 시간도 많이 소모된다.

발판후 기도폐쇄의 주원인은 상기도 근육이완과 부종, 혈종 그리고 후두경련 등이 있다. 상부 기도의 지지는 설골과 갑상연골에 착점하는 근육들의 복합적인 작용에 의한 것인데 마취제의 잔여효과에 의해 이들 근육이 이완됨으로써 폐쇄가 유발된다. 1984년 Robert등¹⁰⁾은 토끼 실험에서 목주위 근육을 자극하여 기도폐쇄를 방지할 수 있음을 입증하였다. 혀 또는 연구개와 후두개의 직접이완에 의한 기도폐쇄 작용에 대하여는 논란이 있어왔는데 발판후 상부기도 폐쇄에서 혀가 후방으로 쳐진다는데 대한 몇 가지 증거가 있긴하지만¹¹⁾, 안정제에 의한 진정 상태나 마취시 혀보다는 연구개 및 후두개의 이완으로 인두후벽과의 전후거리가 좁아져 기도폐쇄가 온다고 Shorten등¹²⁾이 자기공명영상법을 이용하여 증명한 바 있다. 또한 목젖의 부종에 의해서도 폐쇄가 유발되는데¹³⁾, 목젖 부종의 기전은 잘 알려져 있지 않지만 아마도 마찰이나 흡인 등의 기계적 손상과

기관내 튜브나 기도유지기에 의한 정맥 환류 감소에 의한 것으로 추정된다.

후두경련은 코의 점막에서 횡격막에 이르는 모든 부위의 자극에 의해 유발되고 마취 제 2단계에서 특히 잘 나타난다¹⁴⁾. 그 기전은 상후두신경과 운상갑상근을 통한 성대의 지속적인 내전¹⁵⁾, 또는 회귀후두신경 지배하의 측방운상피열과 갑상피열근의 수축에 의한 것이라고 한다¹⁶⁾.

Patel⁴⁾의 보고에서는 각성후 발판군과 깊은 마취하 발판군간에 합병증 발생빈도의 차이가 없었다고 하였는데, 본 연구에서는 발판후 기도합병증의 총 빈도가 각성후 발판군의 경우가 11예, 깊은 마취하 발판군이 6예로 각성후 발판군에서 유의하게 높게 나타남을 관찰하였다. 그러나 기도폐쇄 및 후두경련의 빈도는 5예와 2예로 오히려 깊은 마취하 발판군에서 높게 나타났다. 따라서 전체적인 기도 합병증의 빈도는 각성후 발판군이 유의하게 높지만 합병증의 심각성을 고려할 때 깊은 마취하 발판군이 더 위험할 수 있음을 나타내었다.

깊은 마취하 발판후 저산소혈증의 원인은 첫째, 마취제의 효과로 인해 이산화탄소에 대한 호흡반응이 억제되어 저환기와 과이산화탄소혈증이 오기 때문이며¹⁷⁾, 둘째는 마취제 자체가 저산소혈증과 과이산화탄소혈증에 대한 고위 호흡중추의 반응을 둔화시키기 때문인데 특히 halothane은 말초의 화학반사로 선택적으로 작용하여 반응을 둔화시킨다고 보고되었다¹⁸⁾. 셋째로, 마취제는 기능적잔기량을 8~25% 감소시키고 $P(A-a)DO_2$ 는 증가시키는데 소아는 흉곽과 폐의 탄성반도가 낮아 그런 현상이 더 심각하게 일어나므로 저산소혈증이 오기 쉽다¹⁹⁾. 각성후 발판시에도 저산소혈증이 오는데 이는 앞서 언급한 바와 같이 기침, 질땀거림, 기도폐쇄가 주원인이 되며, 회복실로 이송시에는 잔여 근이완제에 의한 재큐라레파, 전신마취중 과환기와 수반된 알칼리혈증으로 인한 분식환기량 감소, 그리고 과이산화탄소혈증 등이 또다른 원인이 될 수 있고²⁰⁾, 체온이 떨어진 경우 각성시 전율로 인해 조직내 산소소모량 증가에 따른 저산소혈증도 올 수 있다²¹⁾. 길 해금등²²⁾은 특히 상기도 주위에서의 수술적 조작후 목젖이나 인두 및 혀에 부종이 잘 생기고 또 그 부위의 출혈로 인해 상기도 폐쇄나 폐흡인도 될 수 있어 저산소혈증이 오기 쉬우므로 마취 종료후 대기호흡

하에 회복실까지의 이송시 산소포화도의 감시가 매우 중요하다고 하였다.

본 연구에서는 확산성 저산소증의 위험을 배제하고 깊은 마취하 발판시 흡입마취제의 폐포내 농도변화를 최소화하기 위해 N_2O 는 사용하지 않았고 근이완으로부터의 완전한 회복을 위해 TOF-Guard로 기록한 TOF 값중 T3, T4의 반응이 나타날 때 근이완을 환원시켰으며, 마취중 호기말 이산화탄소분압이 35~40 mmHg로 유지되도록 하여 과환기에 의한 알칼리혈증을 배제시켰다. 체온은 마취 전후에 지속적으로 감시하고 가온담요를 사용하였으며, 저체온에 의한 전율을 보인 예는 없었다. 발판후 90%와 95% 이하의 저산소포화도의 빈도는 두 군에서 통계적 의의가 없었지만, 회복실에 도착한 직후(이송후 90초)에는 각성후 발판군이 낮은 산소포화도를 나타내었다. 이는 Patel⁴⁾의 연구결과와 차이가 있는데 그들은 발판후 5분까지는 깊은 마취하 발판군에서 산소포화도가 높게 나타났고 그 후에는 비슷해졌다고 하였다. 이 차이는 아마도 발판후 대기로 호흡시킨 Patel의 실험과는 달리 본 연구에서는 발판직후에는 100% 산소를 투여한 결과로 생각된다. 회복실에 도착시 나타난 유의한 산소포화도의 차이는, 활력중후가 안정되고 호흡이 적절함을 확인한 후 이송하였고 회복실에서 기도에 관련된 합병증은 관찰되지 않았으므로, 기도합병증에 의한 저산소혈증이라기보다는 잔여 진정효과 또는 반대로 각성후 발판군의 소아에서 많이 관찰된 심한 움직임과 울음 등에 의한 것으로 생각된다. 하지만 회복실에서 환자의 진정 및 불안상태를 평가하거나 동맥혈 가스분석으로 저산소혈증을 확인하지는 못하였다. 그러나 이러한 2분 이내의 일시적인 산소포화도의 감소가 임상적으로 어떤 중요성을 갖는지는 알려진 바 없다.

Lowrie²³⁾은 튜브의 발판에 의해 일시적인 혈역학적 변화가 유발된다고 보고하였는데, 본 연구에서는 두 군에서 맥박의 변화에 차이를 나타내지 않았지만 뇌출혈과 폐부종의 위험이 높고 일회 심박출량이 고정되어 있는 신생아에서는 심각한 혈역학적 변화를 야기할 수 있을 것이다.

결론적으로 전신마취하에 구강내 수술을 받는 강한 어린이의 경우 각성후 발판이 전체적인 기도합병증의 빈도가 높으나 후두경련과 기도폐쇄와 같은 심한 합병증은 깊은 마취하 발판군에서 더 많이

나타날 수 있으므로 발판의 방법 자체보다는 이를 시행하는 마취과 의사의 경험, 숙련도 및 선호도, SpO₂를 포함한 적절한 감시와 산소투여가 발판후 및 이송시 기도합병증과 저산소혈증에 더 중요한 영향을 줄 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Steward DJ: Manual of Pediatric Anesthesia. 3rd ed. New York, Churchill Livingstone, 1990, p17.
2. Dobbinson TL, Nisbet HA, Pelton DA, Levison H: Functional residual capacity and compliance in anaesthetized paralysed children. Part II. Clinical Results. Can Anaesth Soc J 1973; 20: 322-33.
3. Guedel A: Inhalational anesthesia. 2nd ed. New York, McMillan. 1951, p84.
4. Patel RI, Hannallah RS, Norden J, Cesey WF, Verghese ST: Emergence airway complications in children: a comparison of tracheal extubation in awake and deeply anesthetized patients. Anesth Analg 1991; 73: 266-70
5. Pounder DR, Blackstock D, Stewart DJ: Tracheal extubation in children: halothane versus isoflurane, anesthetized versus awake. Anesthesiology 1991; 74: 653-5.
6. Koka BV, Jeon IS, Andre JM, Mackay I, Smith RM: Postintubation croup in children. Anesth Analg 1977; 56: 501-5.
7. Patel RI, Norden J, Hannallah RS: Oxygen administration prevents hypoxemia during post-anesthetic transport in children. Anesthesiology 1988; 69: 616-8.
8. Miller KA, Harkin CP, Bailey PL: Postoperative tracheal extubation. Anesth Analg 1995; 80: 149-72.
9. Bickler PE, Dueck R, Prutow RJ: Effects of barbiturate anesthesia on functional residual capacity and ribcage/diaphragm contributions to ventilation. Anesthesiology 1987; 66: 147-52.
10. Roberts JL, Reed WR, Thach BT: Pharyngeal airway-stabilizing function of sternohyoid and sternothyroid muscles in the rabbit. J Appl Physiol 1984; 57: 1790-5.
11. Nandi PR, Charlesworth CH, Taylor SJ, Nunn JF, Dore CJ: Effect of general anaesthesia on the pharynx. Br J Anaesth 1991; 66: 157-62.
12. Shorten GD, Opie NS, Graziotti P, Morris I, Khangure M: Assessment of upper airway anatomy in awake, sedated and anesthetised patients using magnetic resonance imaging. Anaesth Intensive Care 1994; 22: 165-9.
13. Haselby KA, McNiece WL: Respiratory obstruction from uvular edema in a pediatric patient. Anesth Analg 1983; 62: 1127-8.
14. Wyke B: Effects of anaesthesia upon intrinsic laryngeal reflexes. An experimental study. J Laryngol Otol 1968; 82: 603-12.
15. Suzuki M, Sasaki C: Laryngeal spasm: a neurophysiologic redefinition. Ann Otol Rhinol Laryngol 1977; 86: 150-7.
16. Rex MAE: A review of the structural and functional basis of in the reflex and its clinical significance in man and animals. Br J Anaesth 1970; 42: 891-9.
17. Marshall BE, Wyche MQ: Hypoxemia during and after anesthesia. Anesthesiology 1972; 37: 178-209.
18. Knill RL, Clement JL: Site of selective action of halothane on the peripheral chemoreflex pathway in humans. Anesthesiology 1984; 61: 121-6.
19. Schmid ER, Rehder K: General anesthesia and the chest wall. Anesthesiology 1981; 55: 668-75.
20. Sullivan SF, Patterson RW: Posthyperventilation hypoxia: theoretical considerations in man. Anesthesiology 1968; 29: 981-6.
21. Soliman IE, Patel RI, Ehrenpreis MB, Hannallah RS: Recovery scores do not correlate with postoperative hypoxemia in children. Anesth Analg 1988; 67: 53.
22. 김혜금, 김명희, 김원옥, 박광원: 전신마취후 환자운반시 동맥혈 산소포화도에 대한 연구. 대한마취과학회지 1989; 22: 541-4.
23. Lowrie A, Johnston PL, Fell D, Robinson SL: Cardiovascular and plasma catecholamine responses at tracheal extubation. Br J Anaesth 1992; 68: 261-3.