

회복실에서의 낮은 맥박 산소포화도의 발생빈도

연세대학교 의과대학 ¹마취통증의학교실 및 ²마취통증의학연구소, *가천의과대학교 길병원 마취통증의학교실

김미경¹ · 김지영* · 구분녀^{1,2} · 조광연¹ · 신양식^{1,2}

The Incidence of Low Saturation by Pulse Oximetry in the Postanesthesia Care Unit

Mi Kyeong Kim, M.D.¹, Ji Young Kim, M.D.*¹, Bon Nyeo Koo, M.D.^{1,2}, Kwang Yeon Cho, M.D.¹, and Yang-Sik Shin, M.D.^{1,2}

¹Department of Anesthesiology and Pain Medicine and ²Anesthesia and Pain Research Institute, Yonsei University College of Medicine, Seoul; *Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Gil Medical Center, Gachon Medical School, Incheon, Korea

Background: Patients are most likely to develop severe arterial desaturation during the early postoperative period. Respiratory complications in postanesthesia care unit (PACU) increase the risk of major adverse cardiac outcomes, unanticipated ICU admission or delay in PACU discharges. The increased use of inhalation agents with low blood : gas partition coefficient, intermediate-acting muscle relaxants and continuous pulse oximeter monitoring over the past 10 years may have altered the incidence of immediate postoperative hypoxemia. This study was undertaken to determine the overall incidence of immediate postoperative hypoxemia in PACU.

Methods: Hypoxemia was defined as a pulse oxygen saturation (SpO₂) of less than 90% lasting for at least 20 sec. The occurrence of hypoxemia was documented and notified to the anesthesiologist by PACU nurses. The anesthesiologist recorded contributory factors and the management modalities used in patients with hypoxemia.

Results: The incidence of hypoxia was 3.5 per 1,000 patients after general anesthesia. Most hypoxemic events (88%) occurred during the first 5 minutes after arrival in PACU. Upper airway obstruction was the major contributory factor for hypoxemia (75.5%) and most of these patients recovered simply after a jaw thrust or the insertion of an oral or nasal airway.

Conclusions: Postoperative hypoxemia does not occur often in PACU, but when it does, it is associated with major morbidity and increased medical costs. Therefore, oxygen supply is recommended in patients with risk factors of hypoxemia during transfer from operating rooms to PACU. Close monitoring of hypoxemia in PACU is needed in all patients after general anesthesia.

(Korean J Anesthesiol 2005; 49: 360~4)

Key Words: immediate postoperative hypoxemia, pulse oximetry.

서 론

수술 종료 후 회복실로 이송한 환자의 23.7%에서 여러 가지 합병증을 보인다. 이 중 오심 및 구토가 9.8%, 상기도 관리가 필요한 경우 6.9%, 치료가 필요한 저혈압이 2.7%로 흔한 합병증이다. 술 중 모든 합병증에 대한 발생률이 5.1% 정도인 것과 비교하면 오히려 수술 직후 합병증은 훨씬 높은 빈도를 보인다.¹⁾ 이 중 회복실에서 발생한 호흡기계 합

병증은 심혈관계 합병증의 위험도를 증가시킬 뿐만 아니라 회복실 체류시간의 연장과 예상치 못한 중환자실 입실 등을 초래하여 이환율 및 의료 비용 증가의 주요한 요인이 된다.²⁾ 수술 직후는 특히 저산소증이 발생할 위험이 높은 시기이며 원인으로서는 폐포 저환기, 환기/관류 불균형, 기도 조직의 부종, 인두내 분비물의 축적 및 마취제의 잔류 효과에 의한 상기도의 폐쇄 등이 있다.³⁾

맥박 산소측정기(pulse oximetry)가 널리 이용되면서 회복실에서의 저산소증을 지속적으로 비침습적 감시를 할 수 있게 되었으며,⁴⁾ 수술 직후의 회복실에서 저산소증의 발생률에 대한 다양한 연구가 진행되어 왔다. 수술 직후 맥박 산소 포화도(pulse oxygen saturation, SpO₂) 90% 이하의 저산소증은 전신마취 환자의 35.0-70.8%에 달하며, 85% 이하의 심각한 저산소증은 12.0-34.4%에서 발생하였고, 환자군의

논문접수일 : 2005년 2월 5일

책임저자 : 신양식, 서울시 서대문구 신촌동 134번지
세브란스병원 마취통증의학과, 우편번호: 120-140
Tel: 02-361-5847, 5854, Fax: 02-312-7185
E-mail: ysshin@yumc.yonsei.ac.kr

선택이나 마취제의 종류, 관찰 방법 및 수술 종류 등에 따라서 차이를 보였다.^{3,5-7)}

근래 들어 맥박 산소측정기가 일반화되었고, 혈액 : 가스 분배 계수가 낮은 흡입마취제 및 중단시간 지속형 근이완제 개발과 사용이 빈번해지고, propofol을 사용한 전정맥마취의 도입 등 마취약제나 마취방법에 있어 많은 변화가 있었다. 이러한 변화는 수술 직후의 저산소증의 조기 발견이나 발생빈도 등에 영향이 크다. 따라서 본 연구에서는 수술 직후 회복실에서 발생한 SpO₂가 90% 이하인 경우를 저산소증으로 정의하였을 때 과거의 회복실에서의 저산소증 빈도에 비해 어느 정도의 발생빈도 차를 보이는지를 밝히고자 하였다.

대상 및 방법

2002년 4월부터 2003년 3월까지 1년간 본원에서 심폐마취를 제외한 전신 마취하에 수술을 시행 받은 환자 중 인공 환기기 부착이나 보다 침습적인 처치가 지속적으로 요구되어 회복실을 거치지 않고 중환자실로 직접 이동한 경우를 제외한 14,034명을 대상으로 하였다. 환자의 나이, 성별, 수술이나 마취제의 종류, 미국 마취과학회 신체등급 및 수술 전 병력 등에 관계없이 모든 환자를 포함시켰다. 수술 종료 후 이송 카트로 옮긴 후에는 산소 공급 없이 대기 노출된 상태로 수 분 이내에 회복실로 환자를 이송하였으며, 맥박 산소측정기도 부착하지 않았다. 회복실 도착 직후 모든 환자들에게 5 L/min의 산소를 단순 안면 산소마스크를 이용하여 투여하였으며, 일부 기관내튜브를 발관하지 않은

경우는 발관할 때까지 T-piece를 통하여 5 L/min의 산소를 투여하였다. 맥박 산소측정기의 탐색자를 혈압 측정용 커플을 부착하지 않은 쪽의 엄지 손가락에 부착하여, 회복실 간호사가 SpO₂를 지속적으로 감시하였고, 5분 간격으로 기록하였다.

저산소증은 SpO₂가 90% 이하로 적어도 20초 이상 지속되는 경우로 정의하였다.²⁻⁸⁾ SpO₂가 90% 이하일 때 경고음이 울리도록 하였으며, 발견 즉시 회복실 간호사는 마취과 의사에게 이를 알리고 발견 당시의 SpO₂를 기록하도록 하였다. 마취과 의사는 환자의 상태를 파악하고, 원인에 따른 적절한 처치를 시행하였으며, 저산소증이 발생한 환자에서 원인 및 처치, 사용한 마취 약제 등에 대해 기록하였다.

결 과

대상 환자 총 14,034명 중 SpO₂ 90% 이하의 저산소증을 보인 환자는 49명(남자 25명, 여자 24명)이었고, 발생 빈도는 전신 마취 수술 환자 1,000명당 3.5명이었으며, 환자의 평균 나이는 40.7 ± 20.4세였고, 범위는 0-76세였다.

발견 당시 SpO₂는 79.7 ± 15.6%였으며, 범위는 21-90%였다. 저산소증의 발생 시점은 43명의 환자에서 회복실 도착 5분 이내였으며 이는 발생한 예의 87.8%에 달하였다. 2명이 10분 이내, 4명이 20분 이후였다(Fig. 1).

저산소증의 발생 원인으로는 상기도의 폐쇄가 37예로, 저산소증 발생수의 75.5%로서 가장 많았으며, 혈액 및 위내용물의 역류가 3예, 근이완 가역이 불충분한 경우(Double-Burst Stimulation상 fade 보임) 3예, 수술로 인한 기도 폐쇄가 2예, 폐부종이 2예, 통증으로 인한 호흡억제가 1예, 쇼크에 의한 경우가 1예였다(Table 1).

저산소증이 발생한 환자 중 18예는 하악 거상만으로, 그

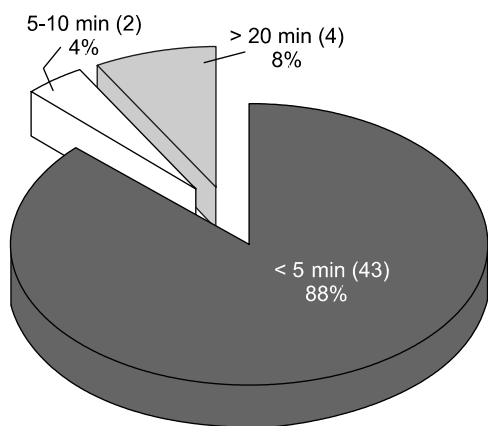


Fig. 1. The onset of hypoxemia in the postanesthesia care unit. Hypoxemia occurred most frequently in less than 5 min after the arrival at the postanesthesia care unit. < 5 min, 5-10 min and > 20 min: < 5 min, 5-10 min and > 20 min after the arrival at postanesthesia care unit, respectively. The values in parenthesis are number of patients.

Table 1. Contributory Factors for Hypoxemia in the Postanesthesia Care Unit

Factor	No. of patients* (%)
Upper airway obstruction	37 (75.5)
Regurgitation of blood or gastric contents	3 (6.1)
Residual effect of NM blocker [†]	3 (6.1)
Airway obstruction by operation site	2 (4.1)
Pulmonary edema	2 (4.1)
Shock	1 (2.0)
Pain	1 (2.0)
Total	49 (100)

*No. of patients: none arrived at the PACU intubated, [†] NM blocker: neuromuscular blocker.

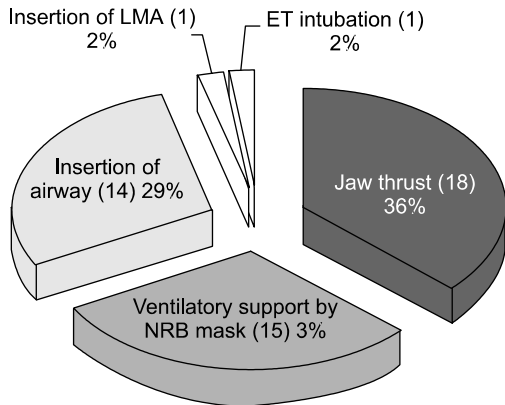


Fig. 2. Management of the patients with hypoxemia in the post-anesthesia care unit. The laryngeal mask airway (LMA) insertion and endotracheal intubation are applied only to 2% of hypoxemic events, respectively. The values in parenthesis are number of patients.

리고 14예는 경구 및 경비 기도 삽입으로 극복할 수 있었다. 15예는 비재호흡 마스크를 이용한 보조 호흡이 필요하였고, 후두 마스크 삽입과 기관내튜브 삽관이 필요했던 경우가 각각 1예였다. 또 이 중 5예는 근이완제의 제거역을 하였다(Fig. 2).

고찰

본 연구는 수술 직후 회복실에서 발생한 저산소증의 발생빈도 및 원인과 이에 대한 처치 방법에 대해 알아보고자 심폐수술을 제외한 본원의 1년간 전신 마취 예 총 14,034건을 전향적으로 관찰, 조사 기록한바 수술 직후 저산소증의 발생빈도는 총 49예로 전신 마취 수술 환자 1,000 명당 3.5명이었다. 또한 원인은 단연 상기도 폐쇄가 가장 많았으며 처치는 원인 제거 및 호흡 보조였다.

수술 후 저산소증은 술 후 오심, 구토보다는 적게 발생하나 환자의 회복을 지연시키고, 장기 기능 부전을 악화시키며 사망률을 증가시키는 가장 중요한 요인 중의 하나이다. 수술 직후 초기 저산소증을 일으키는 원인으로는 기능적 잔류 용량의 감소, 폐내 셉트와 사강의 증가, 과용량의 아편 유사제나 마취제에 의한 호흡 억제와 근이완제 사용 후 적절한 신경근 기능 회복의 지연이 있으며, 상기도 폐쇄와 분비물에 의한 환기 저하 그리고 마취와 기관내 삽관에 의한 점액 섬모 기능의 저하 등도 초기 저산소증의 원인이 된다. 반면 술 후 늦게 저산소증을 일으키는 위험 요인으로서는 나이와 성별, 기존의 심폐 질환, 수술 부위, 폐흡인, 무기폐, 감염 및 부종 등이 제시되고 있다.^{5,9,10)}

수술 직후 회복실에서 저산소증의 발생 빈도는 여러 가지 요인에 의해 큰 차이를 보인다. Moller 등이⁸⁾ 회복실에

내원한 200명의 환자를 대상으로 회복실 도착 직후 3 L/min의 산소를 비강으로 투여하고 지속적으로 맥박 산소측정기를 통해 관찰한 결과 SpO₂ 90% 이하의 저산소증이 55%, 80% 이하를 보이는 심한 저산소증이 13%였다. 반면, Rose 등이²⁾ 전신 마취 후 회복실에 내원한 24,158명의 환자를 대상으로 40%의 산소를 face tent로 투여하고 지속적으로 맥박 산소측정기를 통해 관찰한 결과 SpO₂ 90% 미만인 저산소증은 0.9%였다. 본 연구 결과에서는 수술 직후 회복실에서 SpO₂ 90% 이하의 저산소증은 0.35%였으며, 이 중 85% 이하의 심한 저산소증은 0.14%였다. 이는 수술 직후 저산소증에 대한 연구 결과들 중 비교적 낮은 발생빈도를 보인 Rose 등의 연구 결과보다 훨씬 낮은 것이다.²⁻¹⁰⁾

본 연구에서 회복기 저산소증의 발생빈도가 낮은 요인으로 생각할 수 있는 것은 첫째, 기존의 연구들에서는 주로 흡입마취제로는 enflurane, isoflurane 혹은 halothane을 사용하였던 것에 비해,^{2-4,6-8)} 본 연구에서는 sevoflurane 6,736예(48.0%), enflurane 5,980예(42.6%), isoflurane 1,203예(8.6%), propofol이나 ketamine을 사용한 정맥마취가 115예(0.8%)로 sevoflurane을 많이 사용한 것이다. 회복기 저산소증의 발생빈도는 Daley 등이⁴⁾ isoflurane과 halothane을 주 흡입마취제로 사용한 연구에서 41%, Moller 등이⁸⁾ enflurane과 isoflurane을 주 흡입마취제로 사용한 연구에서 55%였다. 본 연구에서 주 흡입마취제로 가장 많이 사용된 sevoflurane은 혈액/가스 분배계수가 0.66으로 enflurane (1.8), isoflurane (1.4), halothane (2.3) 보다 현저히 낮으며, 이러한 특성이 마취로부터 빠른 각성을 가능하게 하고, 마취제의 잔여효과에 의한 저산소증을 줄일 수 있었을 것으로 생각된다. Doi 등은¹¹⁾ halothane과 sevoflurane, isoflurane의 마취 후 호흡억제의 정도를 비교한 연구에서 같은 마취 깊이에서는 halothane이 세 약제 중 호흡억제가 가장 적으나 약의 제거가 늦어 마취 후 호흡억제를 가장 많이 일으킨다고 하였다.

둘째, 본 연구의 조사대상 환자는 근이완제로 rocuronium이 7,650예(69.8%), vecuronium 2,152예(19.6%), atracurium 1,157예(10.6%) 사용되었으며, 다른 보고보다 장시간 지속형 근이완제를 사용하지 않은 것이 마취 후 회복기에 근이완 잔여 효과에 의해 발생하는 저산소증을 면할 수 있었을 것으로 생각된다. 장시간 지속형 근이완제인 pancuronium을 사용한 경우는 술후 잔여 근이완 효과에 의해 폐합병증이 vecuronium이나 atracurium을 사용한 경우보다 증가하며, 저산소증이나 과이산화탄소혈증이 증가하였다.¹²⁻¹⁷⁾ 또한 개심술 환자에서 pancuronium과 rocuronium을 사용한 경우 pancuronium을 사용한 환자에서 술후 잔여 근이완에 의한 합병증이 더 많이 일어났다.^{18,19)}

셋째, 맥박 산소측정기를 이용한 SpO₂의 감시를 생각해 볼 수 있다. 맥박 산소측정기의 사용은 수술기의 저산소증

을 비침습적이고 지속적으로 감시할 수 있도록 하였으며, 저산소증을 초기에 발견함으로써 저산소증의 발생빈도와 중증도를 감소시켰다.²⁰⁻²⁴⁾ 본 연구에서 모든 환자들은 회복실 도착 즉시 맥박 산소측정기를 부착하고 지속적으로 SpO₂를 측정, 감시한 것이 저산소증의 발생빈도를 줄였을 것으로 생각한다.

저산소증의 발생시점은 회복실 도착 5분 이내가 전체 환자 49명 중 43명으로 가장 많았으며, 이중 37명은 회복실 도착 직후에 발생하였다. Tyler 등은⁷⁾ 건강한 성인에서도 수술 종료 후 수술실에서 회복실로 이송시 산소를 공급하지 않은 경우 35%의 환자에서 SpO₂ 90% 이하의 저산소증을 보인다고 하였으며, 다른 연구에서도 이와 유사한 결과를 보였다.^{8,25)} 따라서 저자들은 전신 마취를 시행한 모든 환자에 이송시 산소를 공급할 것을 권장하였다. 본 연구에서 회복실 도착 직후에 저산소증 발생빈도가 가장 높는데, 산소의 공급과 SpO₂의 감시 없이 환자를 이송하는 도중 저산소증이 일부에서는 발생했을 가능성을 생각할 수 있으며, 비록 이송시간이 수 분 이내이나 좀더 세심한 주의와 관찰이 필요할 것으로 생각된다.

결론적으로 본원에서 1년간 심폐혈관 수술과 수술 후 회복실을 거치지 않고 중환자실로 이송한 환자를 제외한 14,034명의 전신 마취 환자를 대상으로 회복실에서 나타난 낮은 SpO₂의 발생빈도를 전향적으로 조사하였던 바, SpO₂ 90% 이하인 저산소증은 환자 1,000명당 3.5명이었다. 저산소증의 발생시점은 회복실 도착 5분 이내가 가장 많았고, 발생원인으로는 상기도 폐쇄에 의한 경우가 가장 많았으며, 대부분의 환자에서 하악 거상과 경구 및 경비 기도 삽입으로 저산소증이 극복되었다. 술 후 저산소증의 발생빈도를 줄일 수 있을 것으로 생각되는 마취약제의 사용과 맥박 산소측정기를 이용한 지속적인 SpO₂의 감시, 회복실에서 산소투여 등 여러 요인에 의해 저산소증의 발생빈도가 많이 감소하였으나 저산소증 발생이 환자의 이환율과 사망률의 증가와 연관되어 있으므로 지속적으로 세심한 주의와 감시가 필요할 것으로 사료된다. 또한 수술실에서 회복실로 환자 이송시 저산소증이 발생할 위험요인을 가진 환자에서는 맥박 산소측정기를 부착하고 산소투여를 하면서 이송하는 것이 안전할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- Hines R, Barash PG, Watrous G, O'Connor T: Complications occurring in the postanesthesia care unit: a survey. *Anesth Analg* 1992; 74: 503-9.
- Rose DK, Cohen MM, Wigglesworth DF, DeBoer DP: Critical respiratory events in the postanesthesia care unit. Patient, surgical, and anesthetic factors. *Anesthesiology* 1994; 81: 410-8.
- Xue FS, Li BW, Zhang GS, Liao X, Zhang YM, Liu JH, et al: The influence of surgical sites on early postoperative hypoxemia in adults undergoing elective surgery. *Anesth Analg* 1999; 88: 213-9.
- Daley MD, Norman PH, Colmenares ME, Sandler AN: Hypoxaemia in adults in the post-anaesthesia care unit. *Can J Anaesth* 1991; 38: 740-6.
- Canet J, Ricos M, Vidal F: Early postoperative arterial oxygen desaturation. Determining factors and response to oxygen therapy. *Anesth Analg* 1989; 69: 207-12.
- Motoyama EK, Glazener CH: Hypoxemia after general anesthesia in children. *Anesth Analg* 1986; 65: 267-72.
- Tyler IL, Tantisira B, Winter PM, Motoyama EK: Continuous monitoring of arterial oxygen saturation with pulse oximetry during transfer to the recovery room. *Anesth Analg* 1985; 64: 1108-12.
- Moller JT, Witttrup M, Johansen SH: Hypoxemia in the postanesthesia care unit: An observer study. *Anesthesiology* 1990; 73: 890-5.
- Marshall BE, Wyche MQ: Hypoxemia during and after anesthesia. *Anesthesiology* 1972; 37: 178-207.
- Xue FS, Huang YG, Tong SY, Liu QH, Liao X, An G, et al: A comparative study of early postoperative hypoxemia in infants, children, and adults undergoing elective plastic surgery. *Anesth Analg* 1996; 83: 709-15.
- Doi M, Ikeda K: Postanesthetic respiratory depression in humans: a comparison of sevoflurane, isoflurane and halothane. *J Anesth* 1987; 1: 137-42.
- Berg H, Viby-Mogensen J, Roed J, Mortensen CR, Engbaek J, Skovgaard LT, et al: Residual neuromuscular block is a risk factor for postoperative pulmonary complications. *Acta Anaesthesiol Scand* 1997; 41: 1095-103.
- Bissinger U, Schimek F, Lenz G: Postoperative residual paralysis and respiratory status: A comparative study of pancuronium and vecuronium. *Physiol Res* 2000; 49: 455-62.
- Fawcett WJ, Dash A, Francis A, Liban JB, Cashman JN: Recovery from neuromuscular blockade: residual curarisation following atracurium or vecuronium by bolus dosing or infusions. *Acta Anaesthesiol Scand* 1995; 39: 288-93.
- Andersen BN, Madsen JV, Schurizek BA, Juhl B: Residual curarisation: a comparative study of atracurium and pancuronium. *Acta Anaesthesiol Scand* 1988; 32: 79-81.
- Viby-Mogensen J, Jorgensen BC, Ordning H: Residual curarization in the recovery room. *Anesthesiology* 1979; 50: 539-41.
- Bevan DR, Smith CE, Donati F: Postoperative neuromuscular blockade: a comparison between atracurium, vecuronium, and pancuronium. *Anesthesiology* 1988; 69: 272-6.
- Thomas R, Smith D, Strike P: Prospective randomised double-blind comparative study of rocuronium and pancuronium in adult patients scheduled for elective 'fast-track' cardiac surgery involving hypothermic cardiopulmonary bypass. *Anaesthesia* 2003; 58: 265-71.
- Murphy GS, Szokol JW, Marymont JH, Vender JS, Avram MJ,

- Rosengart TK, et al: Recovery of neuromuscular function after cardiac surgery: pacuronium versus rocuronium. *Anesth Analg* 2003; 96: 1301-7.
20. Severinghaus JW, Kelleher JF: Recent developments in pulse oximetry. *Anesthesiology* 1992; 76: 1018-38.
21. Cote CJ, Goldstein EA, Cote MA, Hoaglin DC, Ryan JF: A single-blind study of pulse oximetry in children. *Anesthesiology* 1988; 68: 184-8.
22. Cote CJ, Rolf N, Liu LM, Goudsouzian NG, Ryan JF, Zaslavsky A, et al: A single-blind study of combined pulse oximetry and capnography in children. *Anesthesiology* 1991; 74: 980-7.
23. Pedersen T, Moller AM, Pedersen BD: Pulse oximetry for perioperative monitoring: systematic review of randomized, controlled trials. *Anesth Analg* 2003; 96: 426-31.
24. Moller JT, Jensen PF, Johannessen NW, Espersen K: Hypoxaemia is reduced by pulse oximetry monitoring in the operating theatre and in the recovery room. *Br J Anaesth* 1992; 68: 146-50.
25. Meiklejohn BH, Smith G, Elling AE, Hindocha N: Arterial oxygen desaturation during postoperative transportation: the influence of operation site. *Anaesthesia* 1987; 42: 1313-5.
-