맥박산소계측기를 이용한 수술후 일상적인 산소투여의 타당성에 관한 연구

—수술후 저산소혈증에 영향을 미치는 요인—

이화여자대학교 의과대학 마취과학교실

한종인·이귀용·정락경·황현정·이훈희

= Abstract =

Validity on Postoperative Routine Supplemental Oxygen Using Pules Oximetry —Determining factor on the Postoperative Arterial Hypoxemia

Jong in Han, M.D., Gye Yong Lee, M.D., Rack jyoung Chung, M.D., Hyeun Jung Whang, M.D., Choon Hi Lee, M.D.,

Department of Anesthesiology, College of Medicine, Ewha Womans University, Seoul, Korea.

Routine use of supplemental oxygen(O_2) in the recovery room traditionally has been used to minimize the incidence of hypoxemia. However with the advent of continuous noninvasive monitoring by pulse oximetry is routine administration of O_2 necessary? We hypothesized that administration O_2 as needed based on pulse oximetry data, would effect without compromising patient care. And factors that might influence the incidence of postoperative hypoxemia were analyzed.

On hundred thirty eight adult (≥ 18 yrs) patients were enrolled in the study. During recovery room care, when O_2 saturation(SpO_2) was continuously more than 94%, no supplemental O_2 was given. When SpO_2 was less than 94%, supplemental O_2 was given by face mask(O_2 5l/min). SpO_2 and Aldrete score(AS) were measured at preoperatively, at the end of anesthesia, on arrival in the recovery room, at 10 min, 20 min and 30 min after arrival in the RR and at discharge.

The results are as follows; 1) Supplemental O_2 was unnecessary in the 55.8% of patient for the duration of the recovery room stay. 2) A significant multiple correlation was found between low SaO_2 level, while breathing room air on arrival in the recovery room and preoperative SpO_2 , weight and Aldrete score on arrival in the recovery room.

With the above results the authors concluded that in as much as pulse oximetry monitoring is now standard in the recovery room, administration O_2 as need based on the pulse oximetry data would effect without compromising patient care, and that preoperative oxygen saturation and weight are the main factors influencing early postoperative hypoxemia in this study.

Key words : Arterial oxygen saturation(SpO_2), Postoperative hypoxemia.

서 론

수술후 마취로부터의 회복기간동안 저산소혈증의 발생위험은 마취동안의 호흡기능 변화의 결과로 생각된다. 특히 전신마취시 미세 폐허탈(microatelectasis)과 기능적 잔기용량의 감소로 인한 환기/관류 불균형과 폐내선평가 폐포 동맥혈간 산소분압차를 증가시키고¹⁾ 사용마취제의 잔류량이 지속적인 환기억제 작용을 초래하여 저산소혈증의 발생위험이 높다.^{2,3)} 따라서 마취후 회복실에서 보조적인 산소를 투여하는것은 수술과 마취로부터 회복된 대부분의 환자에서 적절한 산소화를 확보하는데 안전하고 효과적인 방법으로 마취후 회복실에 도착하자마자 환자의 산소 포화도(Pulse oximeter saturation, SpO₂)에 상관없이 모든 환자에게 산소를 투여하는 것이 일반적인 관례가 되어왔다. 그러나 이것은 불필요하게 비용 및 시간을 소비하는 것이고 종종 환자에게 불편감을 줄 수 있다.⁴⁾

현대 마취 및 중환자 관리영역에서 널리 사용되고 있는 맥박 산소계측기는 SpO₂ 측정에 있어서 정확하고 지속적이며 비침습성이어서 환자에게 불편감을 주지 않고도 조기에 저산소혈증의 발생을 인지할 수 있다.⁵⁻⁸⁾ 또한 1992년 미국 마취과 학회에서 회복실에서의 맥박산소계측기의 사용이 표준화되었고 이로써 무분별한 산소투여에 대한 대체책으로 제공되어졌다.^{4,9)} 그러므로 저자는 모든 환자가 회복실에서 여전히 관례적으로 산소를 투여받아야 하는지 여부와 술후 저산소혈증에 영향을 주는 인자를 연구하여 문헌고찰과 함께 보고한다.

관찰대상 및 방법

이화여자대학교 목동 병원에서 1994년 4월부터 6월까지 수술후 회복실에 있게될 환자중 미국 마취과 학회 분류에 따른 전신상태가 I급 또는 II급에 속하는 18세이상의 성인을 대상으로 무작위로 138명을 선택하였다. 이 중 기관내 삽관과 전신마취를 받은 환자가 88.4%, 부위마취중 진정제를 투여받은 환자가 9.4%, 기관내 삽관하지 않고 정맥주사 마취

를 받은 환자가 2.2%였다.

수술실 도착후 100% 산소를 투여하기전 양와위 상태로 맥박 산소계측기(Critikon-Oxyshuttle)의 감지기를 혈압측정용 Cuff가 부착되지 않은 쪽의 손가락에 설치한 후 수술전 SpO₂를 측정하였다. 수술종료후 전신마취를 받은 환자들은 100% 산소로 호흡하게한 뒤 자발호흡이 완전할때 기도발관하고 적절히 기도를 확보한뒤 SpO₂가 안정될 때까지 안면마스크로 100% 산소를 투여받았다. 그 후 대기로 호흡하게 하면서 SpO₂를 제외한 다른 감시기구를 제거하였다. 회복실로 이송하기전 환자의 SpO₂와 Aldrete score를 기록한뒤 대기로 호흡하면서 회복실로 이송하였다.

회복실에 도착하자마자 맥박 산소계측기 감지기를 설치하고 Aldrete score와 SpO₂를 기록하였다. 퇴실시까지 회복실에서 머무는 동안 5분 간격으로 SpO₂와 혈압, 체온을 측정하여 SpO₂가 94%이하인 환자는 보조적인 산소를 투여받았다. 단 수술전 SpO₂가 94%이하인 경우는 술후 SpO₂가 수술전보다 낮을때 언제든지 산소를 투여하였고, 퇴실시 Aldrete score를 기록하였다.

이번 연구에서 혈역동학적으로 불안정한 환자와 평균 동맥혈압이 50mmHg이하인 경우, 체온이 35°이하인 경우는 제외시켰다. 관찰치는 평균 표준편차와 백분율로 표시하였으며, 성별, 수술방법, 마취약제, 술전 심폐질환의 양군간의 유의성은 Chi-square test로 비교하였으며 연령, 체중, 마취시간과 술전 SpO₂의 회복실도착시 SpO₂에 대한 상관관계는 Pearson correlation coefficient를 이용하였고, Spearman correlation coefficient를 이용하여 ASA 등급, 술전 심폐질환, 수술종료시 Aldrete score, 회복실 도착시 Aldrete score와 보조적인 산소 투여의 필요성 사이의 각각의 상관관계를 비교하였다.

고 안

전신마취후 회복되는 과정중의 환자들에서는 호흡기와 순환기의 기능저하에 의한 여러 합병증이 발생할수 있으며, 마취시보다 환자에 대한 감시가

소홀하기 쉬워 저산소혈증 발생을 간과하기 쉽다.

술후 저산소혈증의 원인으로는 첫째 마취약제의 잔존효과로 인해 이산화탄소에 대한 호흡반응이 억제되어 저환기와 과이산화탄소혈증이 오고 이로 인해 저산소혈증이 초래된다.^{2,3,9)} 둘째로는 근이완제로부터의 회복이 지연되는 경우이고¹⁰⁾ 셋째는 전신 마취시 미세폐허탈과 기능적 잔기용량의 감소로 인한 환기/관류 불균형과 폐내선포가 폐포동맥혈간 산소분압차를 증가시키기 때문이다.^{1,11)} 그 외의 원인으로는 전신마취중의 과환기와 그에 수반되는 알칼리혈증으로 인한 분식환기량의 감소와¹⁰⁾ 수술중 체온이 떨어진 경우 각성시 전율(Shivering)로 인한 조직내 산소소모의 증가가 있다.¹²⁾

이러한 저산소혈증의 발견을 과거에는 피부의 청색증 유무로 평가하였으나⁹⁾ 환자 운반도중 실제로 SpO_2 가 90%이하로 떨어지는 경우는 빈번해도 임상적으로 청색증이 발견되는 경우는 이중 약 45% 정도로 낮음이 보고되었고¹³⁾ Marshall등은¹⁰⁾ 청색증과 임상적인 증후가 신뢰성이 없다고 하였다. 그러나 1935년 Carl Matthes와 Glen Millikan⁵⁾이 실험동물에서의 산소계 사용율 처음 고안한 이래 맥박 산소계측기가 발달되어 저산소혈증 감시가 유용하여졌다.

Aldrete는 회복실에서의 그의 score에서 SpO_2 를 피부색 대신으로 대체하였으며 1992년 미국 마취과 학회에서 회복실에서의 맥박 산소계측기의 사용이 표준화되기에 이르렀다.⁴⁾

맥박 산소계측기의 이용으로 마취중 및 회복실, 중환자실과 검사실에서 산소화상태 감시가 가능해졌으며 그외에 혈압측정 및 혈액 폐쇄진단, 조직이식 후 순환상태관찰과 임상검사 즉 저산소 환기반응과 Allen검사시 이용할 수 있고, 교육목적 및 치료과정 중에도 사용할 수 있다.¹³⁾ 또한 SpO_2 70%에서 100%에서는 신뢰도가 매우 높으며⁷⁾ 산소해리곡선의 급경사부분에서는 혈중 산소화의 변화가 PaO_2 보다 SaO_2 에 의해 더 잘 반영되므로 산소요법시 특히 저산소혈증에서 SpO_2 의 중요성이 강조되었다.⁵⁾ 그러나 맥박에 의존하기 때문에 맥박신호가 부적절한 경우, 즉 저혈압, 낮은 맥박압, 낮은 맥박 파장시에

는 맥박 산소계측기의 수치가 정확하지 않고 쇼크나 냉각으로 인한 혈관 수축시 SpO_2 보다 낮은 포화도를 나타낸다.⁵⁾

저산소혈증은 '동맥혈내 산소 장력의 상대적 부족'으로 정의되나¹⁴⁾ SaO_2 의 정상범위에 대한 연구보고는 미흡하고¹⁵⁾ 연구자마다 설정하는 기준치에 차이가 있다.

산소계측기의 산소포화도로 저산소혈증을 결정하는 기준은 일반적으로 SpO_2 90%이하($PaO_2=58\text{mmHg}$)이나¹⁾ Murray등은¹⁶⁾ 보조산소투여의 기준이 되는 저산소혈증을 SpO_2 92%이하로, Soliman등은¹²⁾ 95%이하로 보고하였으며, Smith등¹⁵⁾은 회복시 안전한 SpO_2 를 94-95%(이론적으로 $PaO_2=10\text{Kpa}=75\text{mmHg}$)로 결정하였다. 본 연구에서는 DiBenedetto등과⁴⁾ 같이 94%를 선택하였다.

술후 저산소혈증에 영향을 줄수 있는 요인 분석은 연구마다 차이가 있다. 1972년 Marshall은¹⁰⁾ 그 이전의 약 300여편의 논문을 분석정리하여 마취중과 후의 동맥저산소혈증의 요인 분석과 빈도를 결정하였는데 술후 초기에 나타나는 저산소혈증의 원인은 마취시의 폐기능 변화에 의한 것으로 마취제의 잔존효과 즉 narcotics나 근이완제의 효과때문이며 술후 늦게 나타나는 저산소혈증에 영향을 미치는 요인으로는 내인성 요인으로 연령과 성별, 체중, 술전 심폐질환, 절개부위와 수술조작이 있으며 외인성으로 통증과 진통제, 마취방법과 산소독성이 있다고 하였다. 그러나 비만과 술전 폐쇄성 폐질환은 통계적으로 유의하지만 마취약제, 연령, 마취시간, 의식정도와는 무관하다는 연구보고가 있는¹⁾ 반면 Smith등은¹⁷⁾ 산소포화도 저하에 관련있는 유일한 인자는 마취시간이라고 하였고, 회복실에서 보조적인 산소투여 필요성에 대한 상관관계는 회복실 도착시의 Aldrete score, 술전 SpO_2 , 연령과 ASA등급 순이라고 보고한 논문도 있다.⁴⁾ Smith등은¹⁵⁾ 술후 SpO_2 에 연령, ASA등급, 흡연습관이 영향이 없다고 하였으나 Murray등은¹⁶⁾ 흡연기왕력, 삼관여부, 아편양제제, 진정제, 마취시간과 회복시 의식수준은 무관하나 연령이 증가함에 따라 O_2 투여 필요성은 증가한다고 하였다. 또한 Soliman등은¹²⁾ 소아에서 술

후 회복실 도착시 PAR score와 SaO_2 사이에는 연관성이 없어 PAR로 측정된 각성정도로 산소투여 여부를 결정 할수 없어 회복시 모든 소아에서 SaO_2 감시와 함께 산소 투여가 추천된다고 하였다.

본연구에서는 술후 회복실에서의 SpO_2 에 영향을 주는 술전 요인은 술전 SpO_2 와 체중으로 Tyler¹⁾등과 유사하였고 회복실 도착시 Aldrete score와 SpO_2 가 유의한 상관관계가 있어 DiBenedetto⁴⁾의 결과와 유사하였다.

전신마취시 사용한 마취제와 저산소혈증 발생빈도와 관계는 Tyler등¹⁾ Murray등¹⁶⁾은 특별한 연관이 없다고 보고한 반면 Canet등은¹⁸⁾ 마취중 사용한 fentanyl용량과 halothane농도는 수술후 발생한 저산소혈증의 주요한 인자가 된다고 하였다. 그러나 저자의 경우는 마취방법에 따른 차이가 없었다.

본 연구에서 회복실 도착시 Aldrete score가 9.7 0.6으로 마취종료시의 9.3 0.8보다 높았으나 SpO_2 는 마취종료시보다 낮았는데 이는 기관내 발판이후 100%산소를 투여한 영향때문에 수술종료시에 저산소혈증이 없다 하더라도 술후 회복실에서 세심한 관찰이 필요함과 환자 운반도중 시간이 지연되는 경우는 산소를 투여해야함을 시사하는 것이다. Smith등은¹⁷⁾ 수술실에서 회복실로의 환자 이송시 산소를 계속 투여하지 않았을때 약 32%에서, Tyler등은¹⁾ 약 35%에서 저산소혈증이 발생되었다고 보고하였다. 본 연구에서 술후 $\text{SpO}_2 \leq 94\%$ 의 빈도는 44.2%로 DiBenedetto의 37%보다 높았으나 보조적 산소 투여후에는 단 1명만이 93%를 보여 DiBenedetto의 16%보다 좋은 결과를 가져왔는데 이는 본 연구의 환자군에서 술전 SpO_2 가 더 높고 ASA class도 I, II로 비교적 상태가 좋은 환자였기 때문이라고 생각된다. Canet등¹⁸⁾은 회복실에서 35%의 산소를 투여하여 저산소혈증 발생빈도를 크게 감소시킨 바 본 연구에서도 안면 마스크를 이용하여 5l/min($\text{FiO}_2=0.4$)의 산소를 투여하였다. 본 연구에서 보조적 산소투여가 필요 없었던 경우가 55.8%이고 산소투여가 필요한 군에서도 보조적 산소투여후 저산소혈증 발생빈도가 낮았으므로 일상적인 산소 투여에 비해 SpO_2 측정에 따른 투여도 안

전하리라 생각되며 술후 SpO_2 에 영향을 줄 수 있는 인자인 술전 SpO_2 와 체중을 고려하여 술후 SpO_2 가 낮으리라 예상할 수 있는 경우에는 더욱더 세심한 관찰이 필요하고 회복실 도착당시 Aldrete score가 낮은 경우에는 SpO_2 측정과 함께 보조적 산소투여가 필요하리라 생각된다.

결 론

이화여자대학교 병원에서 1994년 4월부터 6월까지 전신마취 또는 부위마취를 받은 ASA 분류상 I 또는 II인 18세이상의 성인환자 138명을 대상으로 수술후 회복실에서 SpO_2 를 감시하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 회복실에서 저산소혈증($\text{SpO}_2 \leq 94\%$)이 발생하여 산소를 투여하게 된 군은 61명으로 44.2%를 나타내었다.

2) 산소투여 군에서 투여후 SpO_2 는 1명만이 93을 나타내고, 나머지는 95이상이었다.

3) 회복실 도착시 Aldrete score은 수술 종료시보다 증가하였으나 SpO_2 는 수술 종료시보다 감소하였다.

4) 술후 SpO_2 에 영향을 주는 요인으로는 술전 SpO_2 , 체중과 회복실 도착당시의 Aldrete score이고 연령, 수술방법, 마취약제, 수술시간, 술전심폐질환은 영향이 없었다.

이상의 결과로 보아 수술실에서의 퇴실시 SpO_2 가 95% 이상이라도 회복실에서 저산소혈증이 발생할 가능성은 있으나 모든 환자에게 일상적으로 산소를 투여 하는 것보다 맥박 산소계측기를 이용하여 SpO_2 를 감시하면서 산소 투여 여부를 결정 하는 것이 타당하고 술후 SpO_2 에 영향을 주는 인자인 술전 SpO_2 , 체중과 회복실 도착 당시의 Aldrete score를 고려하여 술후 SpO_2 가 낮으리라 예상되는 경우는 산소 포화도 감시와 더불어 산소를 투여하는것이 바람직 하다고 사료된다.

결 과

1) 관찰대상의 성별, 평균연령, 평균체중, 평균마취시간과 술전 SpO₂는 Table 1과 같다. 관찰 대상 총 138예중 회복실에서 저산소혈증(SpO₂≤94%)이 발생하여 산소를 투여하게된 군은 61명으로 44.2%를 나타내었다(Table 2).

2) Chi-square test로 고찰하였을때 양군간에 성별, 수술방법별, 마취약제별, 술전 심폐질환 정도는 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 2).

3) 회복실 도착시 Aldrete score(9.7±0.6)가 수술 종료시(9.3±0.8)보다 증가하였고 8점이하의 예도 26예에서 8예로 감소하였으나 회복실 도착후 SpO₂(96.0±3.1%)는 수술종료시(97.8±1.6%)보다

Table 1. Demographic Data

No of Patients	138
Sex(male: female)	63:75
ASA Status(I : II)	92:46
Age(yrs)	34.9±10.7
Weight(kg)	64.9±10.5
Anesthesia Time(min)	118.0±71.1
Preoperative SpO ₂ (%)	97.3± 1.4
Values are mean±SD	

Table 2. Distribution of Sex, Operation, Anesthetics and Cardiopulmonary Disease in 138 Patients

No.(%)	No Supplemental O ₂	Supplemental O ₂
Sex		
male	30 (2.17%)	33 (23. 9%)
femle	47 (34. 1%)	28 (20. 3%)
Operation		
thoracic operation	0 (0. 0%)	1 (0. 7%)
upper abdomen operation	6 (4. 4%)	7 (5. 1%)
airway involved operation	9 (29. 0%)	14 (10. 1%)
lower abdomen operation	40 (29. 0%)	28 (20. 3%)
extremity operation	22 (15. 9%)	11 (8. 0%)
Anesthetics		
general endotracheal		
IV anesthetics		
with midazolam	23 (16. 7%)	24 (17. 4%)
with propofol	10 (7. 3%)	5 (3. 6%)
inhalation anesthetics	30 (21. 7%)	30 (21. 7%)
regional with sedatives	12 (8. 7%)	1 (0. 7%)
IV General	2 (1.5%)	1 (0. 7%)
Cardiopulmonary Disease		
no history	66 (47. 8%)	47 (34. 1%)
mild history	10 (7. 3%)	12 (8. 7%)
moderate to severe history	1 (0. 7%)	2 (1. 5%)
Total	77(55. 8%)	61 (44. 2%)

감소하였다(Table 3).

4) 회복실 도착당시 SpO₂가 94%이하여서 산소를 투여한 군에서 10분후에도 계속 SpO₂가 94%이하인 경우는 1명으로 나타났으며, 평균 SpO₂도 96.0±3.1%에서 97.0±2.7%로 유의하게 증가하였다. 산소 투여후 20분에서는 94%이하를 나타낸 예가 없었다(Table 3).

5) 술후 SpO₂를 예측할 수 있는 주요 요인으로는 술전 SpO₂(p=0.0002), 체중(p=0.0015)과 회복실 도착 당시의 Aldrete score(p=0.0034)이고 연령, 수술방법, 마취약제, 수술시간, 술전 심폐질환은 영향이 없었다(Table 4,5).

참고문헌

1. Tyler IL, Tantisira B, Winter PM, Motoyama EK. Continuous monitoring of arterial oxygen saturation with pulse oximetry during transfer to the recovery room. Anesth Anlag 1985;64: 1108-12.
2. Bailey PL, Pace NL, Ashburn MA, Moll JWB, East KA, Stanley TH. Frequent hypoxemia and apnea after sedation with midazolam and fentanyl. Anesthesiology 1990;73:826-30.
3. Knill RL, Gleb AW. Ventilatory responses to

Table 3. Postoperative Pulse Oxymeter Saturation and Aldrete Score in the Recovery Room

	T0	T1	T2	T3	T4	T5
SpO ₂ <90	8 (5.8%)	4 (2.9%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
90≤SpO ₂ ≤94	30 (21.7%)	19 (13.8%)	1 (0.7%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
96<SpO ₂	100 (72.5%)	115 (83.3%)	137 (99.3%)	138 (100.0%)	138 (100.0%)	138 (100.0%)
mean±SD	97.8±1.6	96.0±3.1	97.0±2.7	98.1±1.5	98.6±1.3	98.6±1.3
AS 7	2 (1.4%)	1 (0.7%)				0 (0.0%)
8	24 (17.4%)	7 (5.1%)				0 (0.0%)
9	43 (31.3%)	24 (17.4%)				1 (0.7%)
10	69 (50.0%)	106 (76.8%)				137 (99.3%)
mean±SD	9.3±0.8	9.7±0.6				10.0±0.1

T0 : at discharge from the operation room

T1 : on admission to the recovery room

T2 : 10 min. on admission to the recovery room

T3 : 20 min. on admission to the recovery room

T4 : 30 min. on admission to the recovery room

T5 : at discharge from the recovery room

Table 4. Strength of Association (Correlation Coefficient) of Age, Weight, Duration of Anesthesia and Preoperative Oxygen Saturation(SpO₂) on Oxygen Saturation at Arrival in the Recovery Room using the Pearson Correlation

	Age	Weight	Duration of Anesthesia	Preoperative SpO ₂
SpO ₂ (T1)	-0.14196	-0.26757*	0.05102	0.31471 #
	(p=0.0967)	(p=0.0015)	(p=0.5523)	(p=0.0002)

T1 : on admission to the recovery room

*P<0.005

#P<0.001

Table 5. Strength of Association (Correlation Coefficient) between ASA Class, Cardiopulmonary(CP) Disease, Aldrete Score(AS) at Discharge from the Operation Room(OR), Aldrete Score(AS) on Admission to Recovery Room(RR) and the Need for Supplemental Oxygen in the RR Using the Spear Rank Order Correlations

	CP Disease	AS(T0)	AS(T1)	Requirement for supplemental O ₂
ASA Class	0.58586 #	-0.04422	0.07053	0.010332
CP Disease	(p=0.0001)	(p=0.6066)	(p=0.4110)	(p=0.9044)
AS(T0)		-0.00740	-0.06557	-0.11369
AS(T1)		(p=0.9314)	(p=0.4448)	(p=0.1843)
			0.57601 #	0.14891
			(p=0.0001)	(p=0.0813)
				0.24764*
				(p0.0034)

AS(T0) : Aldrete Score at discharge from the operation room

AS(T1) : Aldrete Score on admission to the recovery room

*; P<0.005

#; P<0.001

- hypoxemia and hypercapnia during halothane sedation and anesthesia in the man. *Anesthesiology* 1978;49:244-51.
- DiBenedetto RJ, Graves SA, Gravenstein N, Konicet C. Pulse oximetry monitoring can change routine oxygen supplementation practices in the postanesthesia care unit. *Anesth Analg* 1994;78:365-8
 - Tremper KK, Barker SJ. Pulse Oximetry. *Anesthesiology* 1989;70:98-108.
 - Severinghaus JW, Spellman MJ. Pulse oximetry failure threshold in hypotension and vasoconstriction. *Anesthesiology* 1990;73:532-7
 - Yelderman M, New W. Evaluation of pulse oximetry. *Anesthesiology* 1983;59:349-52.
 - Taylor MB, Whitwam JG. The current status of pulse oximetry. *Anesthesia* 1986;41:943-9
 - Aldrete JA, Kroulik DA. Post anesthetic recovery score. *Anesth Analg* 1970;49:924-8.
 - Marshall BE, Wyche MQ. Hypoxemia during and after Anesthesia. *Anesthesiology* 1972;37:178-207.
 - Alexander JI, Spence AA, Parikh RK, Stuart B. The role of airway closure in the postoperative hypoxemia. *Br J Anaesth* 1973;45:34-40.
 - Soliman IE, Patel RI, Ehrenpreise MB, Hannallah RS. Recovery score do not correlate with postoperative hypoxemia in children. *Anesth Anlag* 1988;67:53-6.
 - 박종민. Pulse Oximetry. *대한마취과학회지* 1992;25:798-806.
 - Shapiro BA, Kacmarek RM, Cane RD, Peruzzi WT, Hauptman D. Clinical application of respiratory care. 4th ed. Mosby Year Book 1991;118-9
 - Smith DC, Canning FJJ, Crul FJF. Pulse oximetry in the recovery room. *Anesthesia* 1989;44:345-8.

16. Murray RS, Raemer DB, Morris RW. Supplemental oxygen after ambulatory surgical procedures. *Anesth Analg* 1988;67:967-70.
 17. Smith DC, Crul JF. Early postoperative hypoxemia during transper. *Br J Anaesth* 1988;61:625-7.
 18. Canet J, Ricos M, Vidal F. Early postoperative arterial oxygen desaturation dermining factors and response to oxygen therapy. *Anesth Analg* 1989;69:207-12.
-