승모판 치환술 환자에서 폐동맥혈과 상대정맥혈 산소포화도의 비교

인제대학교 의과대학 마취과학교실

이근무 · 정순호 · 최영균 · 김영재
박진우 · 신치만 · 박주열

- Abstract -

Comparison of Oxygen Saturation of Pulmonary Artery and Superior Vena Cava during Mitral Valve Replacement

Kun Moo Lee, M.D., Soon Ho Jeong, M.D., Young Kyun Choi, M.D.
Young Jae Kim, M.D., Jin Woo Park, M.D., Chee Mahn Shin, M.D.
and Ju Yuel Park, M.D.

Department of Anesthesiology, College of Medicine,
In Je University, Pusan, Korea

Background: Mixed venous oxygen saturation($S\bar{v}O_2$) has been considered as an important parameter during therapy of critically ill patients. But pulmonary artery catheterization for monitoring of $S\bar{v}O_2$ involves risks and sometimes may be contraindicated. The purpose of this study was to evaluate whether $S\bar{v}O_2$ could be replaced by oxygen saturation of superior vena cava($SvcO_2$).

Methods: We inserted pulmonary artery catheter in 38 patients scheduled for undergoing mitral valve replacement. Blood samples for $S\bar{v}O_2$ were drawn from PA ports of pulmonary artery catheter, blood samples for distal $SvcO_2$ were drawn from CVP ports of pulmonary artery catheter and blood samples for proximal $SvcO_2$ were drawn from distal ports of sheath introducer.

Results: There was no significant difference between $S\bar{v}O_2$ and $SvcO_2$ (79.6% and 79.9%, 78.0%), and also no significant difference between distal and proximal $SvcO_2$ (79.9%, 78.0%). Correlation of $S\bar{v}O_2$ and $SvcO_2$ was good ($r=0.69$: PA and SVCD, $r=0.62$: PA and SVCP).

Conclusions: We conclude that mixed venous oxygen saturation might be replaced by oxygen saturation of superior vena cava during mitral valve replacement. (Korean J Anesthesiol 1998; 34: 1221~1226)

Key Words: Monitoring: oxygen. Oxygen saturation: pulmonary artery; superior vena cava.

서 론

혼합정맥혈 산소포화도는 산소공급량과 산소소모량의 균형에 따라 변화하므로 산소소모량이 일정하

게 유지되는 경우 산소공급량의 증감에 따라 혼합정맥혈 산소포화도도 같이 변화한다. 혈색소량과 동맥혈 산소포화도가 일정하게 유지될 경우 산소공급량은 심박출량에 의하여 결정되므로 혼합정맥혈 산소포화도의 변화는 심박출량의 변화를 대변할 수 있다고 할 수 있을 것이다. 또한 호흡 부전증과 같이 폐내 셉트가 증가되어 있는 경우 혼합정맥혈 산소포화도는 동맥혈 산소포화도와 함께 폐내 셉트의 변화를 감시하는데 유용한 지표가 된다.¹⁾ 따라서 호

논문접수일: 1998년 2월 23일

책임저자: 이근무, 부산시 부산진구 개금동 산 51-3, 부산
백병원 마취과, 우편번호: 614-735, Tel: 051-
890-6520, Fax: 051-898-4216

흡기제와 심혈관계가 불안정한 환자에서 혼합정맥혈 산소포화도의 변화는 환자의 상태를 평가하는데 있어서 중요한 감시 장치로 이용된다.

그러나 혼합정맥혈 산소포화도는 폐동맥 카테테르를 삽입하여야 측정할 수 있기 때문에 이로 인한 수기의 어려움과 비용 및 합병증²⁻⁴⁾ 등의 문제점이 있다. 그래서 우심방혈이나 상대정맥혈 또는 하대정맥혈의 산소포화도를 측정하여 이것이 혼합정맥혈의 산소포화도를 간접적으로 대변할 수 있는가에 대한 많은 연구⁵⁻¹¹⁾가 이루어졌다. Flamm 등¹²⁾은 상, 하대정맥과 폐동맥에서 채취한 혈액으로, 혼합정맥혈 산소포화도 = 3(상대정맥혈 산소포화도) + (하대정맥혈 산소포화도)/4 공식을 유도하여 상대정맥혈 산소포화도가 혼합정맥혈 산소포화도를 가장 잘 대변한다고 하였고, French 등¹³⁾은 혼합정맥혈 산소포화도 = 2(하대정맥혈 산소포화도) + (상대정맥혈 산소포화도)/3의 공식을 유도하여 하대정맥혈 산소포화도가 혼합정맥혈 산소포화도를 대변한다고 하였다.

본 연구에서는 승모판 치환술 환자에서 상대정맥혈액의 채취 위치에 따른 상대정맥혈의 산소포화도와 혼합정맥혈 산소포화도 사이의 상호 연관성을 비교 분석하였다.

대상 및 방법

1) 대 상

1996년 3월부터 1997년 1월까지 본 병원 흉부의과에서 승모판 치환술을 시행 받은 환자 38명을 대상으로 하였으며 이들의 분포는 남자 17명, 여자 21명, 평균연령 42.4세, 평균체중 61.6 Kg이었고(Table 1), 승모판부전증 21명, 승모판협착증 10명, 승모판부전증과 협착증이 병행된 환자가 7명이었다.

2) 방 법

마취 전 처치로 glycopyrrolate 0.2 mg과 midazolam 2 mg을 수술 1시간 전에 근주하였고 마취유도는 fentanyl(30 ug/kg), thiopental(1 mg/kg) 그리고 vecuronium(0.2 mg/kg)을 정주한 후 기관내 삽관을 시행하였다. 마취유도 직후 좌측 요골동맥에 modified Allen's test를 시행한 후 20 gauze 카테테르를 삽입하여 동맥압을 지속적으로 감시하였고 우측 쇄골 상방 2 cm 피부에서 우측 내경정맥을 통하여 7 French

Table 1. Characteristics of the Patients(n=38)

Variables	Values
Age(year)	42.4(26~62)
Sex(M/F)	17/21
Weight(kg)	61.6(53~67)
Type of operation	Mitral valve replacement

폐동맥 카테테르(CritiCath. Thermodilution SP5107H-13, OHMEDA, USA)를 삽입한 다음 폐동맥폐쇄압의 파형이 정확하게 보이는 위치에 거치하였다. 마취유지는 fentanyl, midazolam, vecuronium을 지속적으로 점적 정주 하면서 반폐쇄순환식 방법으로 50% 산소를 흡입시켰으며 일회 환기량 10 ml/kg, 분당 호흡수 12회로 조절호흡을 시행하였다. 마취중 환자상태는 심전도, 동맥압, 폐동맥압, 말초산소포화도, 호기말 이산화탄소 분압, 기도압, 체온을 지속적으로 감시하였다(NARKOMED 4, North American Dräger, USA). 체혈은 심혈관계가 안정된 시기 즉 심계수가 2.5~4.0 L/min/m²의 정상 범위에서 실시하였다.

폐동맥 카테테르를 고정한 후 우측 쇄골 상방 2 cm의 피부에서 폐동맥 카테테르의 폐동맥구까지의 길이, 피부에서 폐동맥 카테테르의 중심정맥구까지의 길이 그리고 피부에서 sheath introducer의 원위구까지의 길이를 측정하였다. 폐동맥 카테테르의 폐동맥구(PA ports), 중심정맥구(CVP ports), Sheath introducer의 원위구에서 각각 채혈하여 이들을 폐동맥혈, 상대정맥 원위부혈, 상대정맥 근위부혈이라 하였으며 혈액가스분석기(Stat profile 9, Nova biomedical Waltham, USA)를 이용하여 산소분압과 산소포화도를 측정 비교하였다.

본 연구의 모든 수치는 평균±표준편차로 표시하였다. 폐동맥혈, 상대정맥 원위부혈 및 상대정맥 근위부혈의 산소포화도와 산소분압의 비교는 일원분산분석(one way ANOVA)을 하였고 사후 다중 비교는 Bonferroni test를 이용하여 P<0.05인 경우 통계적으로 의의가 있는 것으로 간주하였다. 폐동맥혈 산소포화도와 상대정맥 원위부혈 산소포화도(Fig. 1), 폐동맥혈 산소포화도와 상대정맥 근위부혈 산소포화도(Fig. 2), 상대정맥 근위부혈과 원위부혈의 산소포화도(Fig. 3)간의 상관관계는 회귀분석(regression

Fig. 1. Relationship between oxygen saturation of pulmonary artery(PA) and distal superior vena cava(SVCD). The oxygen saturation of pulmonary artery and distal superior vena cava were well correlated($r=0.69$, $P<0.00001$).

Fig. 3. Relationship between oxygen saturation of distal superior vena cava(SVCD) and proximal superior vena cava(SVCP). The oxygen saturation of proximal and distal superior vena cava were well correlated($r=0.64$, $P<0.00001$).

Fig. 2. Relationship between oxygen saturation of pulmonary artery(PA) and proximal superior vena cava (SVCP). The oxygen saturation of pulmonary artery and proximal superior vena cava were correlated($r=0.62$, $P<0.0001$).

analysis)를 이용하였다.

결 과

1) 채혈 장소

천자 부위에서 채혈 장소까지의 평균 거리는 폐동맥은 45 cm, 상대정맥 원위부는 16 cm, 상대정맥 근위부는 10 cm였다(Table 2).

2) 산소포화도와 산소분압

평균 산소포화도는 폐동맥혈이 79.6%, 상대정맥 원위부혈은 79.9%, 상대정맥 근위부혈은 78.0%로서

Table 2. Distance of Sampling Site from Skin (n=38)

Sampling site	Distance(cm)
PA	45 ± 5
SVCD	16 ± 4
SVCP	10 ± 1

Values are mean ± SD.

PA: pulmonary artery, SVCD: distal superior vena cava
SVCP: proximal superior vena cava

Table 3. Comparison of Oxygen Saturation(SO₂) and Partial Pressure(PO₂) at PA & SVC (n=38)

Site	SO ₂ (%)	PO ₂ (mmHg)
PA	79.6 ± 4.5	43.1 ± 4.5
SVCD	79.9 ± 5.0	44.1 ± 4.0
SVCP	78.0 ± 5.2	42.6 ± 4.3

Values are mean ± SD.

PA: pulmonary artery, SVCD: distal superior vena cava
SVCP: proximal superior vena cava

서로 유의한 차이는 없었다. 그리고 각 부위에서의 평균 산소분압은 폐동맥혈이 43.1 mmHg, 상대정맥 원위부혈은 44.1 mmHg, 상대정맥 근위부혈은 42.6 mmHg로서 서로 유의한 차이는 없었다(Table 3).

3) 폐동맥혈과 위치에 따른 상대정맥혈 산소포화도의 상관관계

폐동맥혈과 상대정맥 원위부혈의 산소포화도 및 상대정맥 근위부혈의 산소포화도 사이에는 유의한 상관관계가 있었으며(Fig. 1, $r=0.69$, $P<0.00001$ 과 Fig. 2, $r=0.62$, $P<0.0001$) 상대정맥 근위부혈과 원위부혈의 산소포화도 사이에도 서로 유의한 상관관계가 있었다(Fig. 3, $r=0.64$, $P<0.00001$).

고 찰

혼합정맥혈 산소포화도는 전신 산소공급과 폐내 선트를 평가하는데 중요한 인자로서 수술 환자와 중환자의 혈액순환관리¹⁴⁻²¹⁾ 및 호흡관리¹⁾ 시에 이들 환자의 상태평가와 치료에 중요한 지표가 된다.

폐동맥 카테테르로부터 간헐적으로 폐동맥혈을 채취하여 혼합정맥혈의 산소포화도를 측정할 수 있는데, 1970년대에 이르러 광섬유를 사용한 산소포화도 감지기가 부착된 폐동맥 카테테르가 개발된 이후 혼합정맥혈 산소포화도를 지속적으로 감시함으로써 혈액순환 상태와 폐내 선트를 신속하게 평가하고 이에 따른 치료를 할 수 있어 임상에서 유용하게 이용하고 있다.

전신산소소모량($\dot{V}O_2$)은 심박출량(CO)과, 동맥혈과 혼합정맥혈의 산소함유량 차이($CaO_2 - C\bar{v}O_2$)의 곱으로 결정되며 혈장내 용해된 미세한 양의 산소를 무시한다면 혼합정맥혈 산소포화도는 다음과 같은 수식으로 표기할 수 있다.

$$S\bar{v}O_2 = SaO_2 - (\dot{V}O_2)/(K \times CO \times Hb)$$

$S\bar{v}O_2$; 혼합정맥혈 산소포화도

SaO_2 ; 동맥혈 산소포화도

K; 상수 CO; 심박출량 Hb; 혈액소량

따라서 동맥혈 산소포화도, 전신산소소모량, 혈액소량이 일정하다면 혼합정맥혈 산소포화도는 심박출량의 증감에 비례하므로 혼합정맥혈 산소포화도는 혈액순환 상태를 간접적으로 감시할 수 있는 유용한 지표가 될 수 있다.

그리고 폐내 선트율(Q_s/Q_t)을 측정하기 위한 선트

공식은 다음과 같은데

$$Q_s/Q_t(\%) = [(C\bar{c}O_2 - CaO_2)/(C\bar{c}O_2 - C\bar{v}O_2)] \times 100$$

Q_s ; 폐내 선트량, Q_t ; 심박출량

$C\bar{c}O_2$; 폐모세혈관 산소함유량

CaO_2 ; 동맥혈 산소함유량

$C\bar{v}O_2$; 혼합정맥혈 산소함유량

이 식에서 $S\bar{v}O_2$ 를 측정하여 $C\bar{v}O_2$ 를 계산하면 폐내 선트를 알 수 있다.

위와 같이 혼합정맥혈 산소포화도는 폐내 선트의 정도와 환자의 혈액학적 상태를 반영하여 준다는 점에서 상당한 중요성을 갖는다.

그러나 심폐기능이 불안정한 환자에서 폐동맥 카테테르를 거치하는 것이 혼합정맥혈 산소포화도를 측정하기 위해서는 유용하지만, 침습적인 방법일뿐 아니라 시술에 시간이 필요하고 시술 도중 심혈관계 합병증이 발생할 수 있으며 상당한 비용이 드는 단점이 있기 때문에 폐동맥 카테테르의 거치가 환자에게 목표한 만큼의 효과를 주지 못하고 오히려 해가 되는 경우도 있다. 따라서 폐동맥 카테테르를 이용하지 않고 우심방혈, 상대정맥혈 또는 하대정맥혈과 같은 중심정맥혈을 이용하여 산소포화도를 측정함으로써 혼합정맥혈을 간접적으로 감시할 수 있는가에 대한 많은 연구가 있었다.⁵⁻¹¹⁾

하대정맥혈과 상대정맥혈이 우심방으로 유입되고 여기에서 관상정맥동의 혈액과 혼합되어 우심실을 지나 폐동맥으로 순환하기 때문에 혼합정맥혈의 산소포화도는 하대정맥, 상대정맥, 그리고 관상정맥동의 혈류량과 이들 각각의 산소포화도에 의하여 결정된다. 일반적으로 하대정맥혈류량은 상대정맥혈류량의 3배 정도이고 산소포화도는 상대정맥혈보다 높으며, 관상정맥동혈은 혈류량은 소량이지만 산소포화도가 30~40%로 매우 낮기 때문에 혼합정맥혈의 산소포화도는 일반적으로 상대정맥혈보다 높고 하대정맥혈보다 낮다.⁵⁾

일부 연구에서 우심방혈 산소포화도가 상대정맥혈 산소포화도보다는 혼합정맥혈 산소포화도와 밀접한 관계가 있다고 하였는데 우심방에서는 관상정맥동혈이 혼합되기 때문에 우심방내에서도 채혈의 위치에 따라 산소포화도가 다양하게 나타날 수 있

고 또한 임상에서 중심정맥 카테테르를 우심방의 원하는 위치에 정확하게 거치하는 것이 용이치 않다고 생각된다. 또한 본 연구에서는 폐동맥 카테테르 거치 시 중심정맥구의 위치가 우심방보다는 상대정맥 원위부에 위치한 경우가 거의 대부분이었는데 이것은 서양인과 한국인과의 심혈관계의 해부학적 차이에 기인한다고 생각되며 연구 방법에 따라 폐동맥 카테테르의 중심정맥구의 위치가 우심방일 수도 있고 상대정맥일 수도 있다고 할 수 있다.

일반적으로 상대정맥혈류량은 하대정맥혈류량의 1/3정도이지만 혈액순환상태에 따라 그 비율은 달라지며 상대정맥혈 산소포화도 또한 조직의 산소이용도에 따라 변화하는데 평균 70~75%가 된다. 본 연구에서 상대정맥혈 산소포화도가 평균 75~80%로 비교적 높았던 것은 마취 중 산소소모량의 감소 때문이라고 생각되는데 이러한 결과는 송선옥등¹¹⁾의 연구와 일치하였다.

상대정맥혈과 혼합정맥혈사이의 산소포화도 연관성에 대한 많은 연구가 있었고 연구 결과도 다양하다. 이러한 결과는 앞에서 언급한 혈류량의 변화와 중요 장기의 산소 소모정도에 따른 이들 장기의 정맥혈 산소포화도의 차이에 기인한다.

Tahvanainen등⁶⁾은 42명의 중환자들을 대상으로 폐동맥과 우심방에서 채취한 혈액으로 산소포화도를 측정하여 비교한 결과 서로 유의한 상관관계가 있다고 하였고, 김갑수등²²⁾도 개심술을 받은 환자 20명을 대상으로한 우심방혈과 혼합정맥혈과의 비교에서 두 군 간의 산소분압 및 산소포화도의 통계적 차이가 없어서 우심방혈이 혼합정맥혈 대신 유용하게 사용할 수 있으며 양자간에 상당한 상관관계가 있다고 하였다. 그리고 송선옥등¹¹⁾이 전신마취중이나 중환자실에서 폐동맥 카테테르 삽입을 필요로 하는 환자를 대상으로 조사한 결과 혼합정맥혈과 우심방혈의 산소포화도 사이의 상관관계는 매우 양호한 직선적 상관관계를 나타내는 것으로 보고하였다.

상대정맥혈과 혼합정맥혈의 산소포화도의 비교에 관한 연구에서 Martin등⁹⁾은 상대정맥혈 산소포화도는 혼합정맥혈 산소포화도를 대신할 수 없다고 하였고, Faber등¹⁰⁾도 24명의 중환자를 대상으로 폐동맥 카테테르를 삽입하여 상대정맥과 혼합정맥에서 채취한 혈액의 산소포화도를 비교한 결과 상대정맥혈과 혼합정맥혈 산소포화도간의 상관관계는 적은 것

으로 발표하였다. 그러나 Wendt등⁸⁾이 중환자 19명을 대상으로 혼합정맥혈 산소포화도와 상대정맥혈 산소포화도를 비교한 결과 두 정맥혈 산소포화도간의 상관관계가 양호하였는데 이것은 본 연구 결과와 일치하였다.

본 연구는 폐동맥 카테테르를 이용하여 폐동맥혈의 산소포화도를 감시하면서 폐동맥 카테테르의 중심정맥구에서 우심방혈을 채혈하고, 폐동맥 카테테르의 sheath introducer의 원위구에서 상대정맥혈을 채혈하여 이들의 산소포화도가 폐동맥혈의 산소포화도를 대변할 수 있는가를 보려고 하였다. 그러나 결과에서 기술한 바와 같이 폐동맥 카테테르를 거치한 후 폐동맥 카테테르의 폐동맥구까지의 길이가 우측 쇄골 상방 2 cm의 피부로부터 평균 45 cm로써 우심방혈을 채혈하기 위한 폐동맥 카테테르의 중심정맥구의 위치(폐동맥 카테테르의 폐동맥구에서 29 cm에 위치)는 우심방보다는 상대정맥의 원위부, 즉 우심방의 상방에 위치하였던 것을 수술시야에서 확인할 수 있었다. 따라서 sheath introducer를 이용한 상대정맥혈 근위부(피부에서 10 cm에 위치)와 폐동맥 카테테르를 이용한 우심방혈을 채혈하기로 계획했던 폐동맥 카테테르의 중심 정맥구(피부에서 평균 16 cm에 위치) 모두 상대정맥에 위치하였으며 결국 상대정맥혈을 채혈한 결과를 초래하였다.

결과적으로 Table 3에서 보듯이 상대정맥혈 근위부와 원위부의 평균 산소포화도는 $78.0 \pm 5.2\%$ 와 $79.9 \pm 5.0\%$ 로 혼합정맥혈 산소포화도 $79.6 \pm 4.5\%$ 와 유의한 차이가 없었으며 또한 Fig. 1와 Fig. 2에서 보듯이 혼합정맥혈 산소포화도의 증감에 따라 상대정맥혈의 산소포화도의 변화는 밀접한 상관관계가 있었다.

혼합정맥혈 산소포화도를 간접적으로 측정하기 위해 우심방혈과 하대정맥혈을 택할 수 있지만 기술적으로 중심정맥 카테테르를 우심방이나 하대정맥의 정확한 위치에 거치하는 것은 쉽지 않을 것으로 생각된다.

결론적으로 성인에서 내경정맥을 이용하여 우측 쇄골 상방 2 cm피부에서 10~20 cm 길이로 중심정맥 카테테르를 거치한 경우 여기서 채혈한 상대정맥혈 산소포화도는 혼합정맥혈 산소포화도와 밀접한 상관관계가 있으므로 혈액순환 관리와 호흡관리 시 유용한 지표로 사용할 수 있다고 생각된다.

참 고 문 헌

1. Fahey PJ, Harris K, Vanderwarf C: Clinical experience with continuous monitoring of mixed venous oxygen saturation in respiratory failure. *Chest* 1984; 86: 748-52.
2. Horst HM, Obeid FN, Vij D, Bivins BA: The risks of pulmonary artery catheterization. *Surg Gynecol Obstet* 1984; 159: 229-32.
3. Shah KB, Rao TLK, Laughlin S, El-Etr AA: A review of pulmonary artery catheterization in 6,245 patients. *Anesthesiology* 1984; 61: 271-5.
4. Robin ED: Death by pulmonary artery flow-directed catheter(editorial). *Chest* 1987; 92: 727-31.
5. Barratt-Boyers BG, Wood EH: The oxygen saturation of blood in the venae cavae, right heart chambers and pulmonary vessels of healthy subjects. *J Lab Clin Med* 1957; 50: 93-106.
6. Tahvanainen J, Meretoja O, Nikki P: Can central blood replace mixed venous blood samples? *Crit Care Med* 1982; 10: 758-61.
7. Reinhart K, Rudolph T, Bredle DL, Hannemann L, Cain SM: Comparison of central-venous to mixed-venous oxygen saturation during changes in oxygen supply/demand. *Chest* 1989; 95: 1216-21.
8. Wendt M, Hachenberg T, Albert A, Janzen R: Mixed venous versus central venous oxygen saturation in intensive medicine. *Anasth Intensivther Notfallmed* 1990; 25: 102-6.
9. Martin C, Auffray JP, Badetti C, Perrin G, Papazian L, Gouin F: Monitoring of central venous oxygen saturation versus mixed venous oxygen saturation in critically ill patients. *Intensive Care Med* 1992; 18: 101-4.
10. Faber T: Central venous versus mixed venous oxygen content. *Acta Anesthesiol Scand Suppl* 1995; 107: 33-6.
11. 송선옥, 천명학: 혼합정맥혈과 중심정맥혈 산소포화도의 비교 및 심계수와와의 상관관계. *대한마취과학회지* 1996; 30: 724-32.
12. Flamm MD, Cohn KE, Hancock EW: Ventricular function in atrial septal defect. *Am J Med* 1970; 48: 286-94.
13. French WJ, Chang P, Forsythe S, Criley JM: Estimation of mixed venous oxygen saturation. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1983; 9: 25-31.
14. Kandel G, Aberman A: Mixed venous oxygen saturation: Its role in the assessment of the critically ill patient. *Arch Intern Med* 1983; 143: 1400-2.
15. Vaughn S, Puri VK: Cardiac output changes and continuous mixed venous oxygen saturation measurement in the critically ill. *Crit Care Med* 1988; 16: 495-8.
16. Abyt JW, Scottle FD, Durbin CG: Continuous SvO₂ as predictor of changes in cardiac output: Clinical observation. In Schweiss JF(Ed): Continuous measurement of blood oxygen saturation in the high risk patient. Vol 1. San Diego, Beach International Inc. 1982, pp 45-58.
17. Boutros AR, Lee C: Value of continuous monitoring of mixed venous blood oxygen saturation in the management of critically ill patients. *Crit Care Med* 1986; 14: 132-4.
18. Magilligan DJ, Teasdale R, Eisingminger R, Peterson E: Mixed venous oxygen saturation as a predictor of cardiac output in the postoperative cardiac surgical patient. *Ann Thorac Surg* 1987; 44: 260-2.
19. Gore JM, Sloan K: Use of continuous monitoring of mixed venous oxygen saturation in the coronary care unit. *Chest* 1984; 86: 757-61.
20. Birman H, Hag A, Hew E, Aberman A: Continuous monitoring of mixed venous oxygen saturation in hemodynamically unstable patients. *Chest* 1984; 86: 753-6.
21. Shively M: Effect of position change on mixed venous oxygen saturation in coronary artery bypass surgery patients. *Heart Lung* 1988; 17: 51-9.
22. 김갑수, 김성덕, 김종성, 박일용: 기계적 환기법 중 흡입 산소 농도 변화가 중심 정맥혈과 혼합정맥혈의 산소포화도에 미치는 영향. *대한마취과학회지* 1996; 30: 76-82.