

## 체외순환 없는 관상동맥우회술 시 우관상동맥의 협착 정도가 우심실박출분율에 미치는 영향

연세대학교 의과대학 <sup>1</sup>마취통증의학교실 및 <sup>2</sup>마취통증의학연구소

심재광<sup>1</sup> · 곽영란<sup>1,2</sup> · 오영준<sup>1,2</sup> · 이종화<sup>1,2</sup> · 최영림<sup>1</sup> · 홍용우<sup>1,2</sup>

### The Effect of Right Coronary Artery Stenosis on Right Ventricular Function in Patients Undergoing off Pump Coronary Artery Bypass Surgery

Jae Kwang Shim, M.D.<sup>1</sup>, Young Lan Kwak, M.D.<sup>1,2</sup>, Young Jun Oh, M.D.<sup>1,2</sup>, Jong Hwa Lee, M.D.<sup>1,2</sup>, Yeong Rim Choi, M.D.<sup>1</sup>, and Yong Woo Hong, M.D.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Anesthesiology and Pain Medicine and <sup>2</sup>Anesthesia and Pain Medicine Research Institute, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

**Background:** Right ventricular (RV) function has important prognostic implications in off-pump coronary artery bypass surgery (OPCAB). This study investigated the effect of the extent of right coronary artery (RCA) stenosis on RV function and hemodynamics in patients undergoing OPCAB.

**Methods:** Fifty five patients undergoing OPCAB were divided into two groups according to the degree of RCA stenosis; patients with RCA stenosis of < 70% (Group 1, n = 26) and ≥ 80% (Group 2, n = 29). RV ejection fraction (RVEF) and RV volumetric parameters were measured using thermodilution technique. Hemodynamic variables were recorded 5 min after induction (T1), 5 min after stabilizer application for anastomosis of the left anterior descending coronary artery (T2), the obtuse marginalis branch (T3) and the RCA (T4) and 5 min after sternum closure (T5).

**Results:** There were no significant differences in hemodynamic variables between two groups during all study periods except in RVEF. RVEF was significantly greater at T2 and T5 in Group 1 than in Group 2. It decreased significantly at T4 in Group 1 and at T3 and T4 in Group 2 compared to values at T1.

**Conclusions:** RVEF significantly decreased at T2 and T5 in group 2 patients. Other variables affecting the RV function such as cardiac output, pulmonary vascular resistance and RV end diastolic volume index showed no differences between the two groups. These findings suggest that the degree of RCA stenosis has contributed to the decrease in RVEF in patients undergoing OPCAB.

(Korean J Anesthesiol 2005; 49: 810~5)

**Key Words:** off-pump coronary artery bypass graft, right coronary artery stenosis, right ventricular function.

### 서 론

우심실 기능은 심부전증 환자나 심장수술을 시행받는 환자들의 예후에 영향을 미치는 중요한 인자 중의 하나이다.<sup>1-3)</sup> 체외순환을 이용한 관상동맥우회술(coronary artery bypass graft, CABG)을 시행받는 환자에서는 체외순환 중 우심실의

가온과 수술적 조작에 따른 우심실 손상, 그리고 심장지액의 불완전한 공급 등으로 수술 후 우심실 기능이 저하될 수 있다.<sup>4,7)</sup> 반면에 우관상동맥 협착이 있는 환자에서 우관상동맥(right coronary artery)에 우회술을 시행해 주면 상기의 요인들에도 불구하고 우심실박출분율이 증가하였다는 보고들도 있다.<sup>8,9)</sup> 이는 우관상동맥 혈류 유지가 우심실 기능과 밀접한 연관관계를 갖고 있음을 보여주는 연구 결과들이다.

최근 수술 술기와 기구들의 발달로 체외순환 없는 관상동맥우회술(off-pump coronary artery bypass graft, OPCAB)의 시행이 증가하고 있는데, 이는 OPCAB이 체외순환과 연관된 합병증을 피할 수 있다는 이론적 장점을 갖고 있기 때문이다.<sup>10,11)</sup> 그러나 OPCAB 동안 문합하고자 하는 원위부관

논문접수일 : 2005년 7월 8일  
책임저자 : 곽영란, 서울시 서대문구 신촌동 134  
연세의료원 마취통증의학과, 우편번호: 120-752  
Tel: 02-2228-8513, Fax: 02-364-2951  
E-mail: ylkwak@yumc.yonsei.ac.kr

상동맥을 노출시키기 위해 박동하고 있는 심장의 위치를 이동시키고 수술 부위의 움직임을 제한하는 것은 심각한 혈액학적 변화와 그에 따른 심근허혈 및 좌심실작업수행능력의 저하를 초래할 수 있으며,<sup>12-15)</sup> 이전의 보고들에 따르면 혈액학적 변화를 유발하는 여러 기전들 중에서도 우심실 압박에 의한 우심실의 이완기 장애가 중요한 역할을 한다고 한다.<sup>12,13)</sup> OPCAB 중 심근손상을 유발할 수 있는 또 하나의 기전은 원위부문합을 위해 관상동맥을 일시적으로 결찰할 때 발생하는 심근허혈과 재관류에 의한 심근손상이다. OPCAB은 체외순환을 사용하지 않기 때문에 저체온이나 심장지역에 의한 심근보호 효과를 얻을 수 없으며, 특히 협착 정도가 50%-80%의 관상동맥 협착이 있는 경우에는 결순환(collateral circulation)의 형성이 불충분하기 때문에 심한 관상동맥 협착이 있는 경우보다 심근손상이 더욱 심해질 수도 있다.<sup>16-18)</sup>

지금까지 OPCAB을 시행받는 환자에서 수술 중 우심실 기능 변화를 살펴본 연구가 있었으나<sup>19)</sup> 우관상동맥 협착 정도가 수술 중 우심실 기능에 미치는 영향에 대해서 보고된 바는 없다. 이에 저자들은 우관상동맥의 협착이 동반된 OPCAB을 시행받는 환자들에서, 우관상동맥 협착 정도에 따른 수술 중 우심실 기능의 변화를 열회석법 폐동맥카테터로 측정된 우심실박출분율을 이용하여 평가해 보고자 하였다.

## 대상 및 방법

본 병원에서 OPCAB을 시행받는 환자들 중 혈관촬영검사 판독 결과 우관상동맥 우위(right dominance)인 55명의 환자들을 대상으로 병원 임상연구심의위원회의 규정을 준수하고, 환자들의 동의를 얻어 연구를 진행하였다. 좌심실기능 저하가 우심실기능에 미치는 영향을 배제하기 위하여<sup>20)</sup> 수술 전 경흉심초음파에서 좌심실박출분율이 40% 이하인 환자들은 연구 대상에서 제외하였다. 환자들은 수술 전 혈관조영술 소견에서 우관상동맥의 협착 정도가 70% 미만인 군(1군, n = 26)과 80% 이상인 군(2군, n = 29)으로 나뉘었다. 환자군을 나누는 기준은 Pohl 등의<sup>18)</sup> 결순환 정도가 관상동맥의 협착 정도가 80% 이상 될 때 유의하게 발달한다는 연구 결과에 따라 70% 미만과 80% 이상으로 하였다. 관상동맥의 협착 정도가 미치는 영향을 보다 명확하게 하기 위하여 두 군을 위와 같이 분류하였는데, 처음부터 본 연구 대상에 해당하는 환자 중 우관상동맥의 협착 정도가 70-80%인 환자는 없었다.

환자들은 마취전처치로 수술실 도착 1시간 전에 morphine 0.1 mg/kg을 근주받았으며 digitalis, 안지오텐신전환효소억제제와 이노제를 제외한 모든 심장약을 평상시 대로 수술 당

일 아침까지 투약받았다. 수술실에 도착한 후 5개 유도전극을 이용해 심전도를 부착한 후 II 및 V<sub>5</sub> 유도를 지속적으로 감시하였으며 지속적 혈액학 감시와 동맥혈 채취를 위해 요골동맥을 천자하고 도관을 삽입하였다. 우측 내경정맥을 통해 심박출량, 혼합정맥혈산소포화도와 우심실박출분율 및 우심실이완기말용적지수의 지속적 감시가 가능한 폐동맥카테터(Swan-Ganz CCOmbo<sup>®</sup> CCO/SvO<sub>2</sub>, Edwards Lifesciences LLC, USA)를 거치하였다. 마취유도를 위해 midazolam 2.5 mg, sufentanil 1.5-3.0µg/kg, rocuronium bromide 50 mg을 정주한 후 기관내삽관을 시행하였다. 마취유지는 sufentanil 0.5-1.5 µg/kg/h과 vecuronium 1-2µg/kg/min 지속정주 및 흡입산소분율 0.6에서 호기말농도 1% 이하의 isoflurane으로 하였고, 호기말이산화탄소분압이 30-35 mmHg가 되도록 조절호흡을 시행하였다. 마취유도 직후부터 0.05-0.1µg/kg/min의 isosorbide dinitrate를 지속 정주하였다.

각 관상동맥의 원위부 문합 중에 저혈압이 발생하면 15°-20° 정도의 두부하강위를 취하고 norepinephrine (8µg/ml)을 용량을 조절하면서 정주하여 평균동맥압이 70 mmHg 이상으로 유지되도록 하였다. 변수 측정은 마취유도 5분 후(T1, 기준값), 좌전하행동맥(left anterior descending coronary artery), 둔각변연지(obtuse marginal branch) 및 우관상동맥의 원위부 문합을 위해 심장고정기(Octopus Tissue Stabilization System<sup>®</sup>, Medtronic Inc., USA)를 부착한 후 각각 5분 경과 후(각각 T2, T3와 T4) 그리고 흉곽봉합 시행 후(T5)에 시행하였고, 단락(intracoronary shunt)의 사용 유무를 기록하였다. 측정 변수들은 심박수, 평균동맥압, 중심정맥압, 평균폐동맥압, 폐모세혈관폐기압, 혼합정맥혈산소포화도, 심박출량, 우심실이완기말용적지수 및 우심실박출분율이었으며 폐혈관저항을 계산하였고, 시기별 norepinephrine의 투여량을 기록하였다.

통계분석에는 SPSS 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하였으며 모든 값은 평균 ± 표준편차 또는 환자수/%)로 표시하였다. 군 간 비교에는 independent t-test, Chi-Square test와 반복측정에 의한 분산분석법을 이용하였고, 군 내에서 기준치에 대한 시간대별 측정치의 사후비교는 Dunnett's test를 이용하였다. 모든 통계 결과는 P값이 0.05 미만일 때 의미있는 것으로 간주하였다.

## 결 과

두 군간의 성별, 나이, 수술 전 당뇨와 고혈압의 과거력 및 약물 복용 유무, 좌심실 하벽의 심근경색의 유무, 좌심실박출분율, 우회술을 시행한 관상동맥의 수와 단락의 사용 유무는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 1). 모든 환자에서 성공적으로 OPCAB을 시행하였으며 수술

**Table 1.** Patients' Characteristics

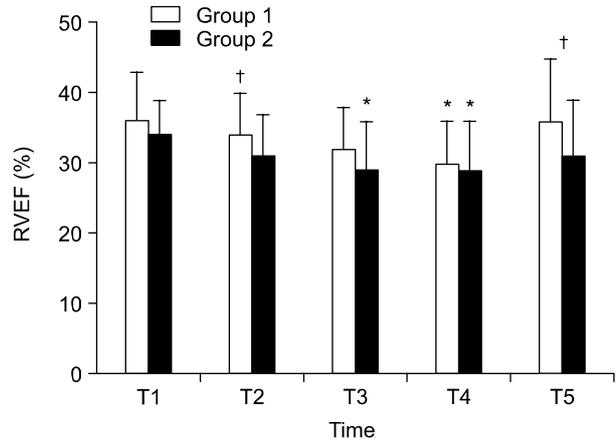
	Group 1 (n = 26)	Group 2 (n = 29)
Age (yr)	63.6 ± 8.8	63.3 ± 9.6
Sex (M/F)	17/9	18/11
BSA (m <sup>2</sup> )	1.7 ± 0.1	1.7 ± 0.2
Diabetes mellitus (n/%)	15/57.7	13/44.8
Hypertension (n/%)	15/57.7	19/65.5
Preoperative medication		
Calcium channel blocker (n/%)	17/65.4	24/82.8
Beta-blocker (n/%)	5/19.2	6/20.7
ACEI (n/%)	11/42.3	16/55.2
LVEF (%)	62.7 ± 9.2	57.6 ± 9.8
Previous IWMI (n/%)	6/23.1	7/24.1
Number of grafts	3.4 ± 0.9	3.3 ± 1.0
Use of shunt (n/%)*	11/42.3	12/41.4
Norepinephrine (µg)	365.2 ± 399.4	291.9 ± 252.1

Values are expressed as number of the patients/% or mean ± SD. LVEF: left ventricular ejection fraction, IWMI: inferior wall myocardial infarction, ACEI: angiotensin converting enzyme inhibitor. Group 1 and 2 represents patients with right coronary artery stenosis of < 70% and ≥ 80%, respectively. \*: Frequency of the use of intracoronary shunt during right coronary artery anastomosis. In all patients, intracoronary shunt was inserted during left anterior descending coronary anastomosis. Norepinephrine: total amount of norepinephrine infused during the surgery.

중 사용된 norepinephrine의 총 주입량도 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 1). 수술 중 심근수축촉진제는 모든 환자에서 사용되지 않았으며, 각 시점별로 문합을 위해 심장 위치를 변화시키고 고정시켰을 때 치료를 요하거나 지속되는 부정맥도 발생하지 않았다.

두 군간 혈액학 변수들의 변화를 repeat measured ANOVA로 비교한 결과 유의한 차이를 보이는 변수는 없었다. 또한 각 측정시기 별로 두 군간의 변수들을 비교한 결과 우심실 박출분율을 제외하고는 두 군간에 통계적으로 유의한 변수들의 차이는 없었다(Table 2). 우심실박출분율은, T2와 T5시기에, 1군에서 2군에 비하여 유의하게 컸다(P < 0.05, Fig. 1).

군 내에서의 기준값에 대한 시간별 변화를 살펴보면 심박수는 두 군 모두 T4와 T5에서 유의하게 증가하였으며 평균동맥압은 수술 기간 동안 일정하게 유지되었다(P < 0.05, Table 2). 평균폐동맥압은 1군에서는 T4, 2군에서는 T2, T3와 T4에서 기준값에 비하여 유의하게 증가하였다(P < 0.05, Table 2). 중심정맥압은 두 군 모두 T4에서 유의하게 증가하였으며, 폐모세혈관쇄기압은 1군에서는 T4에서, 2군에서는 T2와 T4에서 기준값에 비하여 유의하게 증가하였다(P < 0.05, Table 2). 혼합정맥혈산소포화도는 두 군 모두에



**Fig. 1.** Changes in right ventricular ejection fraction (RVEF) in patients with right coronary stenosis of < 70% (Group 1) and ≥ 80% (Group 2). RVEF is significantly greater at T2 and T5 in Group 1 than in Group 2. It is significantly decreased at T4 in Group 1 and at T3 and T4 in Group 2 compared to values at T1. Values are expressed as mean ± SD. T1: 5 min after induction, T2, T3 and T4: 5 min after stabilizer application for anastomosis of the left anterior descending coronary artery (T2), obtuse marginalis branch (T3), and right coronary artery (T4). T5: 5 min after sternum closure. \*: P < 0.05 compared to values at T1 in each group, †: P < 0.05 between the two groups.

서 T2, T3와 T4에서, 그리고 심박출량은 T3에서 기준값에 비하여 유의하게 감소하였다(P < 0.05, Table 2). 우심실이 완기말용적지수는 1군에서만 T3에서 기준값에 비하여 유의하게 감소하였고 폐혈관저항은 1군에서는 T3에서 2군에서는 T2, T3와 T4에서 기준값에 비하여 유의하게 증가하였다(P < 0.05, Table 2). 우심실박출분율은 1군에서는 T4에서 2군에서는 T3와 T4에서 기준값에 비하여 유의하게 감소하였다(P < 0.05, Fig. 1).

**고 찰**

본 연구에서는 OPCAB을 시행받는 환자들에서 우관상동맥의 협착 정도가 심한(> 80%) 환자군에서 협착 정도가 경미한(< 70%) 환자군에 비하여 좌전하행동맥 문합 시와 흉곽봉합 후에 우심실박출분율이 유의하게 작은 것을 알 수 있었다. 본 연구에서는 우심실 심근경색의 발생과 연관이 있는 좌심실 하벽의 심근경색의 유무<sup>21)</sup> 및 우심실 기능에 영향을 미치는 인자들(심박출량, 폐혈관저항과 우심실이 완기말용적지수 등)이 두 군간에 유의한 차이가 없었기 때문에 두 군 간의 우심실박출분율의 차이는 우관상동맥의 협착 정도와 밀접한 관계가 있다고 생각한다.

우심실 기능은 심실상호의존성(ventricular interdependence)을 통하여 좌심실 기능에 중요한 영2향을 미치며 심부전증

Table 2. Hemodynamic Data

	Group	T1	T2	T3	T4	T5
HR (beats/min)	1	63 ± 9	66 ± 9	70 ± 11	73 ± 9*	74 ± 11*
	2	63 ± 8	68 ± 13	70 ± 11	73 ± 10*	76 ± 11*
MAP (mmHg)	1	77 ± 11	77 ± 7	77 ± 8	78 ± 9	76 ± 1
	2	78 ± 9	76 ± 16	81 ± 9	79 ± 10	77 ± 9
MPAP (mmHg)	1	18 ± 5	21 ± 7	20 ± 6	22 ± 6*	19 ± 2
	2	17 ± 4	22 ± 6*	21 ± 5*	21 ± 5*	19 ± 5
CVP (mmHg)	1	9 ± 4	9 ± 3	10 ± 4	13 ± 4*	9 ± 2
	2	9 ± 3	11 ± 3	10 ± 4	13 ± 4*	9 ± 3
PCWP (mmHg)	1	13 ± 4	15 ± 5	13 ± 5	16 ± 5*	13 ± 2
	2	12 ± 4	16 ± 5*	15 ± 4	16 ± 4*	14 ± 5
SvO <sub>2</sub> (%)	1	80 ± 5	75 ± 6*	67 ± 8*	67 ± 8*	77 ± 6
	2	80 ± 5	72 ± 8*	72 ± 10*	70 ± 8*	76 ± 8
CO (L/min)	1	5.6 ± 1.5	5.0 ± 1.4	4.2 ± 1.4*	4.6 ± 1.5	5.6 ± 1.6
	2	5.1 ± 1.1	4.8 ± 1.3	4.0 ± 1.1*	4.5 ± 1.4	5.3 ± 1.8
RVEDVI (ml/m <sup>2</sup> )	1	145 ± 28	134 ± 24	119 ± 25*	132 ± 27	131 ± 32
	2	140 ± 27	147 ± 24	128 ± 23	135 ± 21	134 ± 31
PVR (dynes · sec · cm <sup>-5</sup> )	1	78 ± 28	102 ± 56	124 ± 27*	103 ± 37	99 ± 50
	2	73 ± 24	109 ± 43*	129 ± 53*	103 ± 38*	87 ± 32

Values are expressed as mean ± SD. Group 1 and 2 represents patients with right coronary artery stenosis of < 70% and ≥ 80%, respectively. HR: heart rate, MAP: mean arterial pressure, MPAP: mean pulmonary arterial pressure, CVP: central venous pressure, PCWP: pulmonary capillary wedge pressure, SvO<sub>2</sub>: mixed venous oxygen saturation, CO: cardiac output, RVEDVI: right ventricular end diastolic volume index, PVR: pulmonary vascular resistance, T1: 5 min after induction, T2, T3 and T4: 5 min after stabilizer application for anastomosis of the left anterior descending coronary artery (T2), obtuse marginalis branch (T3), and right coronary artery (T4), T5: 5 min after sternum closure. \*: P < 0.05 compared to values at T1 in each group.

이나 CABG를 시행받는 환자들의 단기 및 장기간 생존률과 밀접한 상관관계를 갖고 있다.<sup>1-3)</sup> 체외순환 중에는 우심실의 해부학적인 위치 때문에 주변의 따뜻한 환경에 쉽게 노출되어 우심실을 저체온 상태로 유지하는 것이 어렵고, 우관상동맥의 협착 정도에 따라 심정지액이 불완전하게 공급될 수 있어 우심실을 효과적으로 보호하기 어렵기 때문에 체외순환 후 우심실 기능 저하가 쉽게 발생한다.<sup>4-7)</sup> 그럼에도 불구하고, CABG를 시행받는 환자들에서 우관상동맥우회술을 같이 시행한 경우는 체외순환 후 우심실 기능이 보존되었다는 연구 결과들을 볼 때,<sup>8,9)</sup> 우관상동맥 혈류의 유지가 우심실 기능에 매우 중요한 영향을 미치며, 우관상동맥 협착 정도 또한 우심실 기능에 영향을 미칠 수 있다.

최근 심장 고정 장치와 거상 방법의 발전으로 OPCAB 시행이 증가하고 있는데 OPCAB 중에는 문합할 관상동맥의 노출을 위해 심장을 거상하고 수술부위를 고정기를 이용하여 심장을 직접적으로 압박하기 때문에 혈액학적 변화가 쉽게 발생할 수 있다.<sup>12-15)</sup> Mathison 등은<sup>12)</sup> OPCAB 중 경식도심초음파를 이용하여 관찰한 결과 좌심실에 비해 우심실의 압박정도가 심하고 우심실의 압력상승정도가 좌심실보다 높은 것으로 보아 심장의 압박에 의한 우심실 기능장애

가 혈액학적 이상을 유발하는 주요원인이라고 하였다. 이 외에도 우심실 압박에 따른 심박출량의 저하와 이로 인한 관상동맥관류압의 감소 및 문합 중 관상동맥의 근위부를 결찰하여 발생하는 일시적 허혈 및 재관류에 따른 심근손상 등 때문에 OPCAB 중 우심실 기능이 저하될 수 있는 가능성은 매우 높다. Vassiliades 등은<sup>22)</sup> OPCAB에서 근위부 우관상동맥 결찰 시 가장 심한 혈액학적인 변화를 볼 수 있었으며, 결찰 및 재관류에 따른 심근손상이 CABG 때와는 달리 협착 정도가 50-80%일 때 불충분한 결순환 형성으로 인하여 더 심해질 수 있다고 하였다.<sup>16-18)</sup>

그러나 본 연구에서 우관상동맥의 협착 정도에 따른 우심실 기능 변화를 비교하여 본 결과 예상과 달리 우관상동맥 협착 정도가 심할수록 수술 중 우심실의 기능 저하가 심하며, 수술 직후에도 그 기능이 회복되지 않음을 알 수 있었다. 이의 원인으로는 첫째, 많은 환자에서 단락을 사용하였기 때문에 결순환이 미치는 영향이 적을 수 있었으며, 둘째, 우관상동맥협착 정도가 심한 환자군에서 결순환의 발달에도 불구하고 심한 우관상동맥협착으로 만성적인 우심실의 저관류 상태가 지속되어 우심실의 내재적인 수축기능이 감소되었을 가능성들을 생각해볼 수 있다. 만성적인 저

관류 상태에 있던 우심실은 그 기능을 악화시킬 수 있는 변화들(양압환기, 약간의 압박, 후부하의 증가와 수술적 조작에 따른 손상 등)에 매우 민감하여, 우관상동맥의 재관류가 이루어진 후에도 기능을 곧바로 회복하지 못하였기 때문에 흉골봉합 후에도 우관상동맥협착 정도가 심하였던 군에서 우심실박출분율이 감소되어 있었다고 본다. 이러한 환자들에서는 적절한 관상동맥관류압을 유지할 수 있도록 전신동맥압을 유지하는 것이 매우 중요하며,<sup>23,24)</sup> 이 외에도 기계적 보조 장치의 사용, 허혈 및 재관류에 의한 심근손상을 최소화하기 위한 단락의 사용 또는 ischemic preconditioning 이나 약물학적 preconditioning 등을<sup>25,26)</sup> 통해 가능한 한 우심실 기능을 보존하는 것을 고려하여야 할 것 같다. 본 연구에서 좌전하행지 문합 중에는 모든 환자에서 단락을 사용하였기 때문에 근위부 결찰과 관계된 심근허혈이나 재관류가 좌·우심실의 기능에 영향을 미치지 않는 것으로 본다. 우관상동맥 문합 중에는 두 군 모두 약 40%의 환자에서 단락을 삽입하였기 때문에 이 시기의 우심실박출분율이 두 군 모두에서 의미있게 저하된 것은 근위부 결찰에 따른 영향이 있을 수 있다. 그러나 단락을 삽입한 환자수가 두 군 간에 차이가 없었기 때문에 군 간의 변화를 비교하는 것에는 영향을 미치지 않았다고 본다.

본 연구에서는 또한 두 군간 우심실박출분율의 차이가 우관상동맥 문합 중이 아닌, 좌전하행동맥 문합 중과 흉골봉합 후에 관찰되었는데, 이의 원인으로는 먼저 둔각변연지 문합 중이나 우관상동맥 문합 중에는 심장의 위치 변경과 압박 등 물리적 요인에 의해 우심실 기능이 저하되는 정도가 심하기 때문에<sup>12,19,27)</sup> 우관상동맥협착 정도가 우심실 기능에 미치는 영향이 크지 않을 수 있다고 본다. 이와 달리 우심실박출분율의 군간 차이가 발생했던 좌전하행동맥 문합 중과 흉골봉합 후는 심장에 가해지는 물리적 압박이 비교적 덜한 시기이고, 우심실 기능에 영향을 미칠 수 있는 여러 조건들이 두 군간에 차이가 없었기 때문에 우관상동맥의 협착 정도가 우심실 기능에 미치는 영향이 커지면서 두 군간의 차이를 관찰할 수 있었던 것으로 생각된다.

본 연구에서 우심실 기능을 반영하는 지표로 사용된 열회석법을 이용하여 폐동맥카테터로 측정된 우심실박출분율은 여러 연구들에서 다른 방법들을 이용하여 측정된 우심실박출분율과 매우 밀접한 상관관계를 가지며, 신뢰도 및 재현성이 높은 우심실 기능 감시장치로 보고되었다.<sup>28,29)</sup> 폐동맥카테터를 이용하여 측정된 우심실박출분율은 전부하와 후부하의 변화에 매우 민감하다는 단점을 갖고 있는데, 본 연구에서는 수술 전 시기에 걸쳐 두 군간에 유의한 우심실 이완기말용적지수와 폐혈관저항의 차이가 없었던 것으로 미루어 이의 영향은 배제할 수 있었다고 본다. 그 밖에 본 연구의 한계들로 첫째, 우관상동맥협착 정도로 환자군을 분

류하기는 하였으나 두 군에서 우관상동맥의 결순환 정도를 평가하지 못하였다는 점이 있다. 그러나 임상에서는 환자를 평가함에 있어 우관상동맥의 결순환 정도보다는 협착 정도가 보다 널리 인용되는 변수이기 때문에 실제적인 결순환의 발달 정도와 별도로 우관상동맥협착 정도가 OPCAB중 우심실 기능에 영향을 미친다는 본 연구의 결과는 의미가 있다고 본다. 둘째, 둔각변연지와 우관상동맥 분지에 행해진 관상동맥 문합의 위치가 환자에 따라 다르기 때문에 이러한 관상동맥의 해부학적 구조가 결과에 미칠 영향을 완전히 배제할 수 없다는 점이 있다. 또한 우관상동맥의 협착 정도에 따른 수술 중 우심실 기능의 저하가 수술 후 지속되는지 여부와 환자의 유병률이나 생존율에 영향을 미치는가에 관해서는 좀 더 연구가 이루어져야 할 부분이라고 생각된다.

결론적으로 우관상동맥우회술을 포함한 OPCAB을 시행받는 환자들에서 우관상동맥의 협착 정도가 70% 미만인 환자군과 80% 이상인 환자군으로 나누어 우심실 기능을 관찰한 결과 열회석법을 이용하여 측정된 우심실박출분율 값이 좌전하행동맥 문합 시와 흉골봉합 후에 우관상동맥 협착 정도가 심한 환자군에서 유의하게 작았으며, 이러한 환자군에서 OPCAB 중 관상동맥관류압의 유지와 우심실 기능 보전에 대한 각별한 주의가 필요하다고 생각한다.

### 참 고 문 헌

1. Maslow AD, Regan MM, Panzica P, Heindel S, Mashikan J, Comunale ME: Precardiopulmonary bypass right ventricular function is associated with poor outcome after coronary bypass grafting in patients with severe left ventricular systolic dysfunction. *Anesth Analg* 2002; 95: 1507-18.
2. De Groote P, Millaire A, Foucher-Hossein C, Nugue O, Marchandise X, Ducloux G, et al: Right ventricular ejection fraction is an independent predictor of survival in patients with moderate heart failure. *J Am Coll Cardiol* 1998; 32: 948-54.
3. Gorscan J, Murali S, Counihan PJ, Mandarino WA, Kormos RL: Right ventricular performance and contractile reserve in patients with severe heart failure. Assessment by pressure-area relations and association with outcome. *Circulation* 1996; 94: 3190-7.
4. Christakis GT, Fremes SE, Weisel RD, Ivanov J, Madonik MM, Seawright SJ: Right ventricular dysfunction following cold potassium cardioplegia. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985; 90: 243-50.
5. Gonzales AC, Brandon TA, Fortune RL, Casano SF, Martin M, Benneson DL, et al: Acute right ventricular failure is caused by inadequate right ventricular hypothermia. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985; 89: 386-99.
6. Hines R, Barash PG: Intraoperative right ventricular dysfunction detected with a right ventricular ejection fraction catheter. *J Clin Monit* 1986; 2: 206-8.
7. Honkonen EL, Kaukinen L, Pehkonen EJ, Kaukinen S: Myocardial

- cooling and right ventricular function in patients with right coronary artery disease: antegrade vs. retrograde cardioplegia. *Acta Anaesthesiol Scand* 1997; 41: 287-96.
8. Schirmer U, Calzia E, Lindner KH, Hemmer W, Georgieff M: Right ventricular function after coronary artery bypass grafting in patients with and without revascularization of the right coronary artery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1995; 9: 659-64.
  9. Boldt J, Kling D, Thiel A, Scheld HH, Hempelmann G: Revascularization of the right coronary artery: Influence on thermomodulation right ventricular ejection fraction. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1988; 2: 140-6.
  10. Sawa Y, Shimazaki Y, Kadoba K, Masai T, Fukuda H, Ohata T, et al: Attenuation of cardiopulmonary bypass-derived inflammatory reactions reduces myocardial reperfusion injury in cardiac operations. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996; 111: 29-35.
  11. van Dijk D, Nierich AP, Jansen EW, Nathoe HM, Suyker WJ, Diephuis JC, et al: Early outcome after off-pump versus on pump coronary bypass surgery: results from a randomized study. *Circulation* 2001; 104: 1761-6.
  12. Mathison M, Edgerton JR, Horswell JL, Akin JJ, Mack MJ: Analysis of hemodynamic changes during beating heart surgical procedures. *Ann Thorac Surg* 2000; 70: 1355-60.
  13. Porat E, Sharony R, Ivry S, Ozaki S, Meyns BP, Flameng WJ, et al: Hemodynamic changes and right heart support during vertical displacement of the beating heart. *Ann Thorac Surg* 2000; 69: 1188-91.
  14. Nierich AP, Diephuis J, Jansen EW, Borst C, Knape JT: Heart displacement during off-pump CABG; how well is it tolerated? *Ann Thorac Surg* 2000; 70: 466-72.
  15. Grundeman PF, Borst C, van Herwaarden JA, Mansvelt Beck HJ, Jansen EW: Hemodynamic changes during displacement of the beating heart by the Utrecht Octopus method. *Ann Thorac Surg* 1997; 63: S88-92.
  16. Sepic J, Wee JO, Soltez EG, Laurence RG, Aklog L: Intraluminal coronary shunting preserves regional myocardial perfusion and function. *Heart Surg Forum* 2003; 6: 120-5.
  17. Koh TW, Carr-White GS, DeSouza AC, Ferdinand FD, Pepper JR, Gibson DG: Effect of coronary occlusion on left ventricular function with and without collateral supply during beating heart coronary artery surgery. *Heart* 1999; 81: 285-91.
  18. Pohl T, Seiler C, Billinger M, Herren E, Wustmann K, Mehta H, et al: Frequency distribution of collateral flow and factors influencing collateral channel development. *J Am Coll Cardiol* 2001; 38: 1872-8.
  19. Kwak YL, Oh YJ, Jung SM, Yoo KJ, Lee JH, Hong YW: Change in right ventricular function during off-pump coronary artery bypass graft surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004; 25: 572-7.
  20. Santamore WP, Dell' Italia LJ: Ventricular interdependence: significant left ventricular contributions to right ventricular systolic function. *Prog Cardiovasc Dis* 1998; 40: 289-308.
  21. Goldstein JA: Right heart ischemia: pathophysiology, natural history and clinical management. *Prog Cardiovasc Dis* 1998; 40: 325-41.
  22. Vassiliades TA, Nielsen JL, Lonquist JL: Hemodynamic collapse during off-pump coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 2002; 73: 1874-9.
  23. Chassot PG, van der Linden P, Zaugg M, Mueller XM, Spahn DR: Off-pump coronary artery bypass surgery: Physiology and anaesthetic management. *Br J Anaesth* 2004; 92: 400-13.
  24. Do QB, Goyer C, Chavanon O, Couture P, Denault A, Cartier R: Hemodynamic changes during off-pump CABG surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002; 21: 385-90.
  25. Laurikka J, Wu JK, Iisalo P, Kankinen L, Honkonen EL, Kaukinen S, et al: Regional ischemic preconditioning enhances myocardial performance in off-pump coronary artery bypass graft surgery. *Chest* 2002; 121: 1183-9.
  26. Muraki S, Morris CD, Budde JM, Velez DA, Zhao ZQ, Guyton RA, et al: Experimental off-pump coronary artery revascularization with adenosine-enhanced reperfusion. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001; 121: 570-9.
  27. Jung SM, Kwak SD, Shinn HK, Kwak HJ, Choi MY, Kwak YL: Hemodynamic changes during displacement and epicardial stabilization of the beating heart in patients undergoing off-pump coronary artery bypass graft. *Korean J Anesthesiol* 2002; 43: 611-8.
  28. Perings SM, Perings C, Kelm M, Strauer BE: Comparative evaluation of thermomodulation and gated blood pool method for determination of right ventricular ejection fraction at rest and during exercise. *Cardiology* 2001; 95: 161-3.
  29. Urban P, Scheidegger D, Gabathuler J, Rutishauser W: Thermomodulation determination of right ventricular volume and ejection fraction: a comparison with biplane angiography. *Crit Care Med* 1987; 15: 652-5.