

심폐바이패스없이 시행하는 관상동맥우회술

김기봉*·임홍국*·허재학*·안혁*·함병문**

=Abstract=

Off-Pump Coronary Artery Bypass Grafting

Ki-Bong Kim, M.D.*, Hong Gook Lim, M.D.*, Jae-Hak Huh, M.D.*,
Hyuk Ahn, M.D.*, Byung-Moon Ham, M.D.**

Background: We analyzed the result of the "Off-Pump" Coronary Artery Bypass grafting (OPCAB) performed to minimize inflammatory responses to cardiopulmonary bypass and myocardial ischemia during the aortic cross-clamp period. **Material and Method:** The preoperative diagnosis, operative procedure, mortality, complication, and postoperative course of the 50 patients who underwent OPCAB between January 1998 and September 1998 were analyzed. There were 34 males and 16 females with mean age of 60 ± 9 years. Preoperative clinical diagnoses were unstable angina in 31(62%), stable angina in 16(32%), and postinfarction angina in 3(6%) patients. Preoperative angiographic diagnoses were three-vessel disease in 25(50%), two-vessel disease in 5(10%), one-vessel disease in 7(14%), and left main disease in 13(26%) patients. There were elective operation in 37 cases and urgent operation in 13 cases. **Result:** The mean number of grafts was 3.2 ± 1.2 per patient. Grafts used were unilateral internal thoracic artery in 43, greater saphenous vein in 37, radial artery in 7, bilateral internal thoracic arteries in 4, and right gastroepiploic artery in 2 cases. Forty sequential anastomoses were performed in 18 cases. Vessels accessed were left anterior descending artery in 48, diagonal branch in 41, obtuse marginal branch in 30, right coronary artery in 24, posterior descending artery in 9, ramus intermedius in 5, and posterolateral branch in 5 anastomoses. Predischarge coronary angiography performed in 44 patients demonstrated the patency rate of 89.5%(128/143). Operative mortality was 2%(1/50). Postoperative complications were arrhythmia in 5, graft occlusion that needed reoperation in 4, perioperative myocardial infarction in 2, femoral artery thromboembolism developed after the application of IABP in 1, postoperative transient delirium in 1, peripheral compression neuropathy in 1 case. Sixteen patients(32%) were extubated at the operating room, and the other patients were extubated at the mean 13 ± 20 hours after the operation. Mean duration of stay in intensive care unit was 49 ± 46 hours. Thirteen patients(26%) required blood

*서울대학교병원 흉부외과, 서울대학교 의과대학 흉부외과학교실

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Seoul National University Hospital, Seoul National University College of Medicine

**서울대학교병원 마취과, 서울대학교 의과대학 마취과학교실

Department of Anesthesiology, Seoul National University Hospital, Seoul National University College of Medicine

†본 논문은 1998년도 제30차 대한흉부외과 추계 학술대회에서 구연되었음.

‡본 논문은 1997년도 서울대학교병원 지정연구비 지원에 의해 이루어진 것임.

논문접수일 : 99년 9월 30일 심사통과일 : 99년 11월 15일

책임저자 : 김기봉 (100-744) 서울특별시 종로구 연건동 28번지, 서울대학교병원 흉부외과. (Tel) 02-760-2348, (Fax) 02-764-3664

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

transfusions perioperatively, and the amount of perioperative blood transfusion was mean 0.70 ± 1.36 pack/patient. **Conclusion:** OPCAB is suggested to be the ideal technique with less postoperative complication, less hospitalization time, and less cost.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2000;33:38-44)

Key word : 1. Coronary artery bypass grafting
2. Minimally invasive surgery

서 론

최근 관상동맥우회술 분야에서는 작은 절개부위를 통하여 심폐바이패스를 사용하지 않고 관상동맥우회술을 시행하는 최소침습성 관상동맥우회술(Minimally Invasive Direct Coronary Artery Bypass : MIDCAB) 이 많은 관심의 대상이 되고 있다. 하지만 MIDCAB의 대상이 되는 단일혈관 질환은 관상동맥우회술의 대상이 되는 환자들 중에서 10% 내외에 불과하며, 따라서 다중혈관 질환을 갖는 대부분의 경우들에서는 MIDCAB의 적용이 되지 못하고 있다. 하지만 MIDCAB의 발전은 심폐바이패스 및 심정지액의 사용이 필수적이었던 전통적인 관상동맥우회술에서 심폐바이패스나 심정지액을 사용하지 않고 관상동맥우회술을 시행하는 술식으로의 발전을 도모하게 되었다. 서울대학교병원 흉부외과에서는 1998년 1월부터 1998년 9월까지 심폐바이패스없이 시행하는 50례의 관상동맥우회술("Off-Pump" Coronary Artery Bypass grafting : OPCAB)을 시행하고 그 성적을 분석하였다.

대상 및 방법

1998년 1월부터 1998년 9월까지 50례에서 심폐바이패스 사용없이 심장박동 상태하에서 관상동맥우회술을 시행하였다. 50례중 2례는 심폐바이패스없이 시행한 관상동맥우회술 후 문합부위의 폐색으로 재수술을 시행한 경우였다. 같은 기간중에 시행한 관상동맥우회술중 55례에서 심폐바이패스없이 시행하는 관상동맥우회술을 시도하였는데 그중 5례(9%)에서는 수술중 심폐바이패스를 시행하는 술식으로의 전환이 필요하였다. 남자가 34례 여자가 16례였고 평균연령은 60.2 ± 9.2 (범위:42~79) 세였다. 협심증의 유발인자로서 흡연이 31례, 고혈압이 29례, 당뇨병이 19례, 고콜레스테롤혈증이 8례 있었다(Table 1). 수술전 시행한 심장초음파 검사상 좌심실 수축기말내경/좌심실 이완기말내경/좌심실 박출계수는 각각 평균 35 ± 10 mm/ 50 ± 9 mm/ $55 \pm 12\%$ 였다. 수술전 진단으로는 불안정성 협심증이 31례, 안정성 협심증이 16례, 심근경색후 협심증이 3례였다(Table 2). 수술전에 시행한 관상동맥 조영술상 삼혈관 질환이 25례(50%)이었으며, 이혈관

Table 1. Risk factors of angina

Preoperative risk factors	Number of patients
Smoking	31 (62%)
Hypertension	29 (58%)
Diabetes mellitus	19 (38%)
Hypercholesterolemia	8 (16%)
Total	50 (100%)

Table 2. Preoperative clinical diagnosis

Preoperative clinical diagnosis	Number of patients
Stable angina Unstable angina	31 (62%)
	16 (32%)
Postinfarction angina	3 (6%)
Total	50 (100%)

질환이 5례(10%), 단일혈관 질환이 7례(14%), 좌주관상동맥 질환이 13례(26%) 있었다(Table 3). 수술의 고위험인자로서는 심근경색증의 과거력이 있었던 경우가 16례, 좌주관상동맥 질환이 13례, 상행대동맥의 석회화가 동반되었던 경우가 8례, 약물에 반응하지 않는 지속적 흉통을 호소한 환자가 8례, 70세 이상의 고령자가 8례, 술전 경피적 관상동맥성형술을 받았던 과거력이 있었던 경우가 7례, 술전 심박출계수가 35%이하의 좌심기능부전이 있었던 환자가 5례, 만성 신부전 환자가 4례, 급성 심근경색후 지속적 협심증으로 4주 이내에 수술하였던 심근경색후 협심증이 3례, 급성 소뇌 경색증이 1례 등이었다(Table 4). 좌주관상동맥 질환 13례중 11례와, 약물에 반응하지 않는 지속적 흉통을 호소하였던 8례, 심박출계수가 35%이하인 좌심실기능부전이 있었던 5례, 급성 심근경색후 협심증이었던 3례 등 27례(19명;38%)에서는 수술전 대동맥내 풍선펌프를 적용하였으며, 술후 심근수축력의 감소를 보인 2례에서는 수술직후 대동맥내 풍선펌프를 삽입하였는데, 수술후 대동맥내 풍선펌프의 보조시간은 평균 16 ± 12 시간이었다. 정규수술이 37례, 증상의 악화로 정규수술 계획

Table 3. Angiographic diagnosis

Vessels involved	Number of patients
One-vessel	7 (14%)
Two-vessel	5 (10%)
Triple-vessel	25 (50%)
Left main disease	13 (26%)
Total	50 (100%)

Table 4. Operative high risk factors

Operative high risk factors	Number of patients
LMD	13 (26%)
Ascending aortic calcification	8 (16%)
Intractable resting pain	8 (16%)
Old age > 70 years	8 (16%)
LV dysfunction (EF < 35%)	5 (10%)
CRF	4 (8%)
Postinfarction angina	3 (6%)
Acute cerebellar infarction	1 (2%)
Total	50 (100%)

LMD ; left main disease
LV ; left ventricle
EF ; ejection fraction
CRF ; chronic renal failure

Table 5. Grafts used

Graft	# Anastomosis / # Case
Saphenous vein	91 / 37
LITA	51 / 45
RITA	7 / 6
Radial artery	11 / 7
RGEA	2 / 2
Total	162 / 50 cases

No. of Anastomosis 3.2 ± 1.2 (1 - 6)

LITA ; left internal thoracic artery
RITA ; right internal thoracic artery
RGEA ; right gastroepiploic artery

보다 앞당겨서 시행한 준응급수술이 13례 있었다. 평균 3.2 ± 1.2개(범위:1~6) 문합을 하였는데, 대복재정맥을 37례에서 사용하여 91문합을 시행하였고, 양쪽 내흉동맥을 사용한 4례를 포함한 47례에서는 내흉동맥을 사용하여 58문합을 시행하였으며, 요골동맥은 7례에서 사용하여 11문합을 시행하였고, 우측 위대망막동맥을 2례에서 사용하여 2문합을 시행

Table 6. Techniques of Anastomosis

Techniques of Anastomosis	# Case (# Anastomosis)
Arterial Y-graft	3
Sequential graft	
artery	11 (22)
vein	9 (18)

Table 7. Vessels accessed

Vessel	# Anastomosis
LAD	48
Diagonal	41
OM	30
RCA	24
PDA	9
Ramus	5
PLB	5
Total	162

LAD ; left anterior descending artery
Diagonal ; diagonal branch
OM ; obtuse marginal branch
RCA ; right coronary artery
PDA ; posterior descending artery
Ramus ; ramus intermedius
PLB ; posterolateral branch

해, 총 162문합을 시행하였다(Table 5). 동맥 Y-자 문합을 3례에서 시행하였으며, 근위부 정맥 Y-자 문합은 12례에서 시행하였다. 원위부 연속문합은 동맥의 연속문합을 시행하였던 경우가 11례(22개소), 정맥의 연속문합을 시행하였던 경우가 9례(18개소)였다(Table 6). 관상동맥별 문합수는 좌전하행지가 48개소, 사선분지가 41개소, 둔각모서리분지가 30개소, 우관상동맥이 24개소, 후하행동맥이 9개소, 중간분지가 5개소, 후측방분지가 5개소였다(Table 7).

결 과

50례중 44례에서 퇴원전에 관상동맥조영술을 시행하여 수술후 이식편의 개존성을 확인하였는데 143문합중 128문합(89.5%)에서 개존성이 유지되었다. 대복재정맥을 이용한 77문합 중 63문합(81.8%)에서, 좌측 내흉동맥을 이용한 46문합 중 45문합(97.8%)에서, 요골동맥을 이용한 11문합 중 11문합(100%)에서, 우측 내흉동맥을 이용한 7문합 중 7문합(100%)에서, 그리고 우측 위대망막동맥을 이용한 2문합 중 2문합(100%)에서 각각 개존성이 유지되었다(Table 8). 수술 사망은

Table 8. Predischarge coronary angiography

Graft	Patency
Saphenous vein	63 / 77 (81.8%)
LITA	45 / 46 (97.8%)
Radial artery	11 / 11 (100%)
RITA	7 / 7 (100%)
RGEA	2 / 2 (100%)
Total	128/143 (89.5%)

LITA ; left internal thoracic artery
RITA ; right internal thoracic artery
RGEA ; right gastroepiploic artery

Table 9. Postoperative complications

Postoperative complications	Number of patients
Arrhythmias	5 (10%)
Graft occlusion that needed Redo CABG	4 (8%)
PMI	2 (4%)
Thromboembolism after IABP	1 (2%)
Delirium	1 (2%)
Peripheral compression neuropathy	1 (2%)

CABG ; coronary artery bypass grafting
PMI ; perioperative myocardial infarction
IABP ; intraaortic balloon pump

1례(2%)에서 있었는데, 사망례는 좌주관상동맥의 협착과 우관상동맥의 완전폐색을 동반한 불안정성 협심증이 있었던 73세 남자로서, 폐색성 동맥경화증으로 대동맥-양대퇴동맥우회술(aortobifemoral bypass graft)을 시행받았던 과거력 때문에 안정시에도 흉통을 호소하는 좌주관상동맥 질환임에도 수술전 대동맥내 풍선펌프를 적용하지 못했으며, 술후 5일째 수술후 심근경색증으로 사망하였다. 술후 합병증으로는 부정맥이 5례(10%), 재수술이 필요했던 문합부위 폐색이 4례(8%), 수술전후의 심근경색증이 2례(4%), 대퇴동맥 혈전색전증이 1례(2%), 술후 일시적 섬망이 1례(2%), 말초혈관의 신경병증이 1례(2%) 등이 있었다(Table 9). 술전, 술후 당일, 술후 1일째, 술후 2일째에 심근효소치의 변화를 측정하였는데 Creatine kinase (CK)는 각각 89 ± 74 / 290 ± 214 / 606 ± 659 / 636 ± 941 U/L 였고 Lactate dehydrogenase (LDH)는 각각 210 ± 93 / 335 ± 394 / 355 ± 360 / 299 ± 131 U/L 였으며(Fig 1), CK-MB는 각각 2.1 ± 4.7 / 16.1 ± 25.7 / 22.4 ± 33.7 / 14.7 ± 43.1 μ g/L 였다(Fig. 2). 술후 혈압이나 심근 수축력의 유지를 위하여 Dopamine($>6 \mu$ g/kg/min), Dobutamine($>6 \mu$ g/kg/min), Epineprine($>0.03 \mu$ g/kg/min), 또는 Amrinone ($>6 \mu$ g/kg/min) 과 같은 심

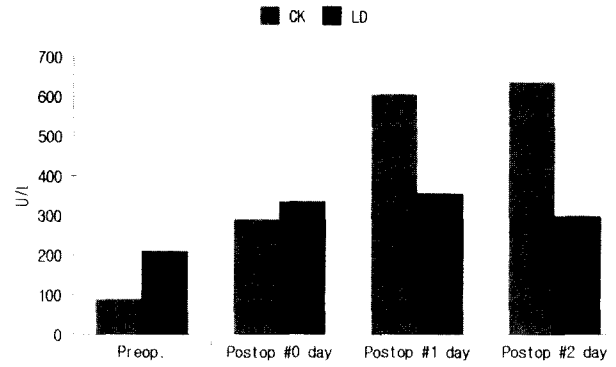


Fig 1. Postoperative changes of CK and LDH

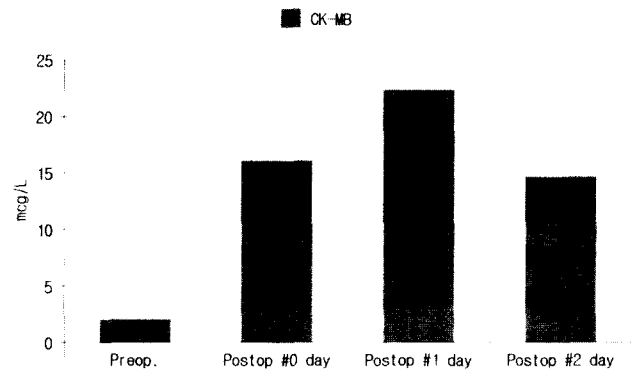


Fig 2. Postoperative changes of CK-MB

근 수축촉진제의 사용이 필요하였던 경우는 18례(36%)였다. 수술장에서 기관내 삽관을 제거하였던 환자는 16례(32%)였으며, 중환자실에서 기관내 삽관을 제거하였던 34례의 술후 인공호흡기 보조시간은 평균 13 ± 20 시간이었으며 중환자실 체류시간은 49 ± 46 시간, 재원일수는 13 ± 6 일이었다. 흉관을 통한 배액량은 술후 당일, 술후 1일째, 술후 2일째에 각각 624 ± 275 / 310 ± 190 / 152 ± 137 cc였고, 수술중 또는 수술후에 수혈이 필요하였던 환자는 13례(26%)로서, 술후 당일, 술후 1일째, 술후 2일째의 수혈량은 각각 0.41 ± 0.97 / 0.11 ± 0.47 / 0.18 ± 0.60 pack/patient이었다.

고 찰

역사적으로 관상동맥우회술의 성공적인 첫 시술은 1964년 러시아의 Kolessov 등¹⁾이 내흉동맥을 이용하여, 그리고 미국의 Garrett 등²⁾은 대복재정맥을 이용하여, 심폐바이패스를 사용하지 않는 심박동상태에서 시행한 것이었다. 하지만 심폐바이패스를 사용하지 않고 심장박동 상태에서 시행하는 관상동맥우회술은 몇가지 수술 술기상의 어려운 문제점들을

갖는다. 첫째, 심장 박동에 따라서 문합대상 관상동맥이 움직이므로 정교한 문합을 어렵게 하며, 둘째, 문합을 위하여 절개한 관상동맥으로 나오는 혈류로 인하여 수술 시야의 확보가 어려우며, 셋째, 심장의 뒷쪽에 위치한 좌회선동맥 분지 등에 문합을 하기 위하여 심장을 들어올리면 혈압의 감소가 초래된다.¹⁾ 이러한 수술 술기상의 어려움들은 심폐바이패스와 심정지액의 개발 및 사용에 따라, 흉부외과 의사로 하여금 깨끗하고 정지된 수술시야에서 정확한 문합을 손쉽게 할 수 있도록 하여 주었으며, 관상동맥우회술의 괄목한만한 발전을 가져왔다.³⁾ 하지만 관상동맥우회술의 발전 및 수술성적의 향상에도 불구하고, 수술후 합병증이나 사망률은 이러한 심폐바이패스의 사용에 따른 합병증과 심정지에 수반되는 허혈성 심근 손상 등에 기인하여 대부분 초래되고 있다.⁴⁾ Roach 등⁵⁾은 관상동맥우회술후 중추신경계 합병증의 빈도가 6.1%이었다고 보고하면서 이는 상행대동맥 조작에 의해 방출된 반색전(plaque emboli)과 체외순환에 의한 저관류압이나 미세색전 등에 의하며, 이러한 손상을 줄이기 위해서는 새로운 진단적, 치료적 방침이 개발되어야 한다고 하였다.

심폐바이패스없이 시행하는 관상동맥우회술은 1970년대 Ankeney⁶⁾, Trapp 등⁷⁾에 의해 좌회선동맥의 둔각지와 후하행지의 병변을 제외한 관상동맥의 병변에 대하여 제한되게 재 시도되었으며, Benetti⁸⁾와 Buffalo 등⁹⁾은 1980년대 이후에 좌전하행지동맥이나 우관상동맥 병변에 대하여 각각 1000례 이상의 심폐바이패스없이 시행하는 관상동맥우회술을 하였다. 이러한 심폐바이패스없이 시행하는 관상동맥우회술의 결과에 의하면⁸⁻¹⁰⁾, 수술 사망률, 술중 심근경색 발생빈도, 이식 혈관의 개존률 등은 심폐바이패스를 하지 않은 군과 심폐바이패스를 사용한 군의 사이에 차이가 없었지만, 심폐바이패스를 사용하지 않은 군에서 술후 부정맥, 호흡기계와 신경계의 합병증 발생률 등이 현저히 감소하였을뿐 아니라 전색증 및 감염의 위험이 감소하고 수혈의 필요성도 감소되며, 술후 강심제 보조와 술후 인공호흡기 보조의 감소, 재원 시간의 단축, 수술비용의 감소 등도 가능하였다고 하였다. 따라서 심폐바이패스없이 시행하는 관상동맥우회술은 70세 이상의 고령이나 신부전, 호흡기 질환 등 동반질환을 가진 고위험군에서 특히 유리하였다. 심폐바이패스없이 시행하는 관상동맥우회술의 단점으로는 기술적인 측면이 더 요구되고, 심장의 후방에 위치하는 혈관들, 즉 좌회선동맥의 둔각지나 우관상동맥 후하행지의 병변 등에 대하여 적용하기 어렵고, 좌주관상동맥 질환인 경우에 제한이 된다고 하였으나, 이러한 기술적 어려움들은 최근 관상동맥의 국소고정기의 개발, 혈류역학적으로 불안정한 고위험군 환자에서 대동맥내 풍선 펌프의 적용과 수술 경험의 축적 등에 의하여 극복되고 있

다.

Robinson 등¹¹⁾이 1995년에 작은 절개로 체외순환없이 관상동맥우회술을 시행하는 MIDCAB의 개념을 보고한 후, Subramanian 등,¹²⁾ Benetti 등,¹³⁾ Calafiore 등^{14,15)}에 의해서 본격적인 증례 축적이 이루어져 온 MIDCAB은 심폐바이패스나 심정지액의 사용없이, 주로 좌측 내흉동맥을 좌전하행지 영역에 우회술을 시행하는 술식으로, 침습성을 최소화한다는 점에서 많은 관심을 끌었으나, 실제적으로 이러한 MIDCAB의 대상이 되는 단일혈관 질환은 경피적 경혈관 관상동맥성형술(percutaneous transluminal coronary angioplasty : PTCA)이나 스텐트(stent)와 같은 내과적 침습적 중재술의 발전에 따라 전체 관상동맥우회술의 10%에도 못미친다. 하지만 이러한 MIDCAB에 대한 관심과 임상경험의 축적에 따라서 심폐바이패스를 사용하지 않고 심장박동상태에서 시행하는 관상동맥우회술이 다시 관심의 대상이 되기 시작하였으며, 심장박동상태에서의 관상동맥우회술을 위한 관상동맥혈류의 일시적인 차단이나 문합대상 관상동맥의 고정에 대한 연구와 수술기구의 발달을 가져왔다. 관상동맥 혈류의 일시적인 차단으로 인한 허혈은 정상적으로 발달되어 있는 측방혈류에 의하여 극복되며, 허혈전처치로 허혈에 대한 역치를 높이거나, 관상동맥내 단락(intracoronary shunt)을 사용하여 관상동맥 혈류를 유지시켜주기도 한다. 문합부위의 고정을 위해서는 견인 봉합(traction sutures)을 하거나, β -차단제, calcium 길항제와 adenosine 등과 같은 약제의 도움을 얻거나, 미주신경 자극과, 특별히 고안된 기계적 고정 기구인 CTS stabilizer (CardioThoracic Systems, Inc., Cupertino, CA)와, Octopus tissue stabilizer(Medtronic, Inc., Minneapolis, MN) 등의 도움을 받아서 할 수 있다.¹⁶⁻¹⁸⁾ 심장박동 상태에서 안전하고 정확한 관상동맥 혈관 문합에 주된 장애가 되는 관상동맥 절개 부위의 출혈에 따른 관상동맥 절개부위의 시야를 확보하기 위해, 이산화탄소를 이용한 고유량 가스 통기를 시행하고 있으나, 단시간의 고유량 가스 통기에 의한 관상동맥 내막의 손상 가능성 때문에 저유량 가스 통기가 추천되고 있다.¹⁹⁾

관상동맥우회술 성적의 지표로는 사망률, 수술 전후의 심근경색, 부정맥, 술후 저심박출증, 중추신경계의 합병증 등의 발생, 대동맥내 풍선펌프의 사용여부, 수술후 기관내튜브 발관 시점 등이 제시되고 있다.²⁰⁾ 본 연구에서 심폐바이패스없이 시행한 관상동맥우회술의 결과는 수술 사망률이 2%이었으며, 합병증으로는 부정맥이 10%, 수술전후의 심근경색증이 4%, 대퇴동맥 혈전색전증이 2%, 술후 일시적 섬망이 2%, 말초혈관의 신경병증이 2% 등이었다. 이러한 수술 결과는, 본 교실에서 보고한 관상동맥우회술의 연구결과²¹⁻²⁴⁾와 비교하여 볼 때 비록 그 연구기간이 다르긴 하지만 부정맥, 신경계 합병증, 수술전후 심근경색증, 출혈 및 급성신부전증 등

의 수술후 합병증의 빈도의 감소를 관찰할 수 있었다.

심폐바이패스없이 시행하는 관상동맥우회술의 또 다른 장점은 수술후 빠른 회복, 수술후 출혈량의 감소에 따른 수혈 필요성의 감소 등이다. 대상 환자들의 32%에서는 수술장에서 기관내 삽관을 제거할 수 있었으며 나머지 환자들도 대부분 수술 다음날 기관삽관을 제거할 수 있었고, 수술전후에 수혈이 필요한 환자는 13례(26%)이었다. 술후 심근 손상의 정도를 troponon Ic 또는 CK-MB의 수치변화로써 관찰하였을 때 심장정지군에 비하여 심장정지 없이 수술을 마친 군에서 troponin Ic 값이 두배이상 낮은 것으로 보고되고 있는데,^{10,20} 본 연구에서도 술후 당일, 술후 1일째, 술후 2일째의 CK-MB의 변화는 각각 $16 \pm 26/ 22 \pm 34/ 115 \pm 43 \mu\text{g/L}$ 로 수술후에 큰 변화가 없었다.

심폐바이패스없이 시행하는 관상동맥우회술에서 마취팀의 역할은 특히 중요한데, 수술중에 폐동맥압, 혼합정맥 산소포화도, 심박출량, 전신혈관저항 등을 계속적으로 모니터링하며, 경식도 심장초음파를 통하여 심근벽 운동의 이상을 관찰하는 등 이외에도, 박동 상태하의 문합술시 서맥상태를 유지하며, 적절한 약물 투여를 통한 혈액학적 안정성을 유지하고, 조기에 기관내삽관의 발관이 가능하도록 마취를 하며, 수술 후 동통관리를 하는 등 그 역할은 매우 크다. 특히 마취중 심근 허혈을 조기에 진단하고 이에 대하여 대처하는 마취의사의 수술팀과의 효과적이고 적절한 협동이 필요하다.^{25,26)}

심폐바이패스없이 시행하는 관상동맥우회술의 문제점으로 는 문합의 정확성과 개통성, 불완전 재관류(incomplete revascularization), 이식혈관의 장기 성적, 전공의의 교육 등의 문제가 제시되고 있으나 계속적인 경험의 축적에 따라 해결 될 것으로 생각된다. 아직까지는 OPCAB은 소미만성 관상동맥질환(small diffuse coronary artery disease), 심근내 관상동맥주행(intramyocardial coronary anatomy), 좌심실 비대 또는 확장이 동반된 경우, 급성 심근경색증으로 인한 응급수술 등에서는 심장박동 상태에서 대상 관상동맥의 수술시야 확보 또는 고정의 어려움, 불안정한 혈액역학적 상태 등으로 그 적용에 어려움이 있으나, 수술 경험의 축적, 대상 관상동맥의 국소적 고정기기의 지속적인 개발 등으로 지속적으로 적응증을 넓혀갈 수 있을 것으로 생각된다.

결 론

심폐바이패스없이 시행하는 관상동맥우회술은 지속적으로 적응증을 넓혀갈 경우 심정지나 심폐바이패스의 사용에 따른 위험(사망률, 합병증 발생률)을 줄이고 입원기간을 줄임으로써 경제적인 효과를 극대화하며 훌륭한 수술 결과를 거둘 수 있고, 고위험군의 환자들에서 특히 유리한 이상적인

술식이라고 할 수 있다.

참 고 문 헌

1. Kolessov VI. *Mammary artery-coronary artery anastomosis as a method of treatment for angina pectoris.* J Thorac Cardiovasc Surg 1967;54:535-44.
2. Garrett HE, Dennid EW, Debakey ME. *Aorto-coronary bypass with saphenous vein graft.* JAMA 1973;223:792-4.
3. Kirklin JW, DuShane JW, Patrick RT, et al. *Intracardiac surgery with the aid of a mechanical pump-oxygenator system (Gibbon type):Report of eight cases.* Proc Staff Meet Mayo Clin 1955;30:201-9.
4. Kirklin JW, Barratt-Boycs BG. *Cardiac surgery. Morphology, diagnostic criteria, natural history, techniques, results, and indications.* 2nd ed. New York: Churchill Livingstone, 1993:73-116, 143-7, 175-7.
5. Roach GW, Kanchuger M, Mangano CM, Newman M, Nussmeier N, Wolman R. *Adverse cerebral outcomes after coronary bypass surgery.* N Engl J Med 1996;335:1857-63.
6. Ankeney JL. *To use or not to use the pump oxygenator in coronary bypass operations.* Ann Thorac Surg 1975 ;19:108-9.
7. Trapp WG, Bisarya R. *Placement of coronary artery bypass graft without pump oxygenator.* Ann Thorac Surg 1975;19:1-9.
8. Benetti FJ, Naselli G, Wood M, et al. *Direct myocardial revascularization without extracorporeal circulation. Experience in 700 patients.* Chest 1991;100:312-6.
9. Buffolo E, de Andrade JCS, Branco JNR, et al. *Coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass.* Ann Thorac Surg 1996;61:63-6.
10. Pfister AJ, Zaki MS, Garcia JM, et al. *Coronary artery bypass without cardiopulmonary bypass.* Ann Thorac Surg 1992;54:1085-92.
11. Robinson MC, Gross DR, Zeman W, et al. *Minimally invasive coronary artery bypass grafting: A new method using an anterior mediastinotomy.* J Card Surg 1995;10:529-36.
12. Subramanian VA, Sani G, Benetti FJ, et al. *Minimally invasive coronary bypass surgery: A multi-center report of preliminary clinical experience.* Circulation 1995;92 (Suppl):1-645.
13. Benetti F, Mariani MA, Sani G, et al. *Video-assisted minimally invasive coronary operations without cardiopulmonary bypass: A multicenter study.* J Thorac Cardiovasc Surg 1996;112:1478-84.
14. Calafiore AM, Giammarco GD, Teodori G, et al. *Left anterior descending coronary artery grafting via left anterior small thoracotomy.* Ann Thorac Surg 1996;61:1658-65.
15. Calafiore AM, Teodori G, Giammarco GD, et al. *Minimally invasive coronary artery bypass grafting on*

- beating heart. Ann Thorac Surg 1997;63S72-5.
16. Shennib H, Lee AGL, Akin J. Safe and effective method of stabilization for coronary artery bypass grafting on the beating heart. Ann Thorac Surg 1997;63:988-92.
 17. Jansen EWL, Gründeman PF, Brost C, et al. Less invasive off-pump CABG using a suction device for immobilization: The 'octopus' method. Eur J Cardiothorac Surg 1997;12:406-12.
 18. Brost C, Jansen EWL, Tulleken CAF, et al. Coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass and without interruption of native coronary flow using a novel anastomosis site restraining device("Octopus"). J Am Coll Cardiol 1996;27:1356-64.
 19. Burfeind WR, Duhaylongsod FG, Annex BH et al. High-flow gas insufflation to facilitate MIDCABG: Effects on coronary endothelium. Ann Thorac Surg 1998;66:1246-9.
 20. Perrault L, Menasch P, Peynet J et al. On-Pump, beating-heart coronary artery operations in high risk patients: An acceptable trade-off? Ann Thorac Surg 1997;64:1368-73.
 21. 신윤철, 김기봉, 안 혁, 채 현, 노준량, 서경필. 관상동맥 우회술 500례의 임상적 고찰. 대흉외지 in press.
 22. 문현중, 김기봉, 노준량. 역행성 심정지액을 이용한 관상동맥 우회술. 대흉외지 1997;30:27-33.
 23. 김준석, 김기봉, 김원곤 등. 성인에서의 개심술후 부정맥. 대흉외지 1998;31:1056-62.
 24. 배희준, 윤병우, 강동화 등. 관상동맥 우회술의 중추신경계 합병증. 대한신경과학회지 1998;16:769-774.
 25. Greenspun HG, Adourian UA, Fonger JD, et al. Minimally invasive direct coronary artery bypass(MIDCAB) surgical techniques and anesthetic considerations. J Cardiothorac Vasc Anesth 1996;10-4:507-9.
 26. Gayes JM, Emery RW, Nissen MD. Anesthetic considerations for patients undergoing minimally invasive coronary artery bypass surgery: Mini-sternotomy and minithoracotomy approaches. J Cardiothorac Vasc Anesth 1996;10-4:531-5.
 27. Borst C, Santamore WP, Smedria NC, Bredée JJ. Minimally invasive coronary artery bypass grafting: On the beating heart and via limited access. Ann Thorac Surg 1997;63:S1-5.

=국문초록=

배경 및 목적: 심폐바이패스중에 일어나는 염증성 반응이나 심정지에 의하여 초래되는 심근허혈을 최소화하기위해 심폐바이패스없이 시행하는 관상동맥우회술을 시행하고 그 성적을 분석하였다. **방법:** 1998년 1월부터 1998년 9월까지 심정지역 및 심폐바이패스 사용없이 심장박동 상태하에서 관상동맥우회술을 시행한 50례의 환자들에서 술전진단, 수술방법, 사망률, 합병증, 술후 경과에 대해 알아보았다. 남자가 34명 여자가 16명이었으며 평균연령은 60±9세였다. 수술전 진단으로는 불안정성 협심증이 31례, 안정성 협심증이 16례, 심근경색후 협심증이 3례였다. 수술전에 시행한 관상동맥 조영술상 삼혈관 질환이 25례이었으며, 이혈관 질환이 5례, 단일혈관 질환이 7례, 좌주관상동맥 질환이 13례 있었다. 정규수술이 37례, 준응급수술이 13례 있었다. **결과:** 평균 3.2±1.2개 문합을 하였으며, 일측내흉동맥의 사용은 43례에서, 대복재정맥의 사용은 37례에서, 요골동맥의 사용은 7례에서, 양측내흉동맥의 사용은 4례에서, 우측 위대망동맥의 사용은 2례에서 있었다. 연속문합은 18례에서 40개소가 시행되었다. 관상동맥별 문합수는 좌전하행지가 48개소, 사선분지가 41개소, 둔각모서리분지가 30개소, 우관상동맥이 24개소, 후하행동맥이 9개소, 중간분지가 5개소, 후측방분지가 5개소 등이었다. 50례중 44례에서 퇴원전에 관상동맥조영술을 시행하였는데 143문합중 128문합(89.5%)에서 개통성이 유지되었다. 술후 사망은 1례 있었으며, 술후 합병증으로는 부정맥이 5례, 재수술이 필요했던 문합부위 폐색이 4례, 수술전후의 심근경색증이 2례, 대퇴동맥 혈전색전증이 1례, 술후 일시적 섬망이 1례, 말초혈관의 신경병증이 1례 등이었다. 수술장에서 기관내 삽관을 제거하였던 환자는 16례(32%)였으며, 중환자실에서 기관내 삽관을 제거하였던 34례의 평균 술후 인공호흡기 보조시간은 13±20 시간이었고, 중환자실 체류시간은 49±46 시간이었다. 수술중 또는 수술후에 수혈이 필요한 환자는 13례(26%)로서 수혈량은 0.70±1.36 pack/patient이었다. **결론:** 심폐바이패스없이 시행하는 관상동맥우회술은 수술후 합병증을 줄이고 입원기간을 줄임으로써 경제적 부담도 줄일 수 있는 이상적인 술식이라고 할 수 있다.

중심단어 : 1. 관상동맥우회술
2. 심폐바이패스없이 시행하는 관상동맥우회술