

심한 좌심실 부전을 갖는 환자에서 시행한 Off-Pump CABG와 On-Pump CABG의 중단기 성적 비교

윤영남* · 유경중* · 이교준* · 배미경* · 심연희**

The Comparison Study of Early and Midterm Clinical Outcome of Off-Pump versus On-Pump Coronary Artery Bypass Grafting in Patients with Severe Left Ventricular Dysfunction (LVEF ≤ 35%)

Young Nam Youn, M.D.*, Kyung-Jong Yoo, M.D.*, Kyo Joon Lee, M.D.*
Mi Kyung Bae, M.D.*, Yeon Hee Shim, M.D.**

Background: Off-pump coronary artery bypass grafting (OPCAB) has been proven to result in less morbidity. The patients who have left ventricular dysfunction may have benefits by avoiding the adverse effects of the cardiopulmonary bypass. The present study compared early and midterm outcomes of off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting (On pump CABG) in patients with severe left ventricular dysfunction. **Material and Method:** Ninety hundred fourth six patients underwent isolated coronary artery bypass grafting by one surgeon between January 2001 and February 2005. Data were collected in 100 patients who had left ventricular ejection fraction (LVEF) less than 35% (68 OPCAB; 32 On pump CABG). Mean age of patients were 62.9 ± 9.0 years in OPCAB group and 63.8 ± 8.0 years in On pump CABG group. We compared the preoperative risk factors and evaluated early and midterm outcomes. **Result:** In OPCAB and On pump CABG group, mean number of used grafts per patient were 2.75 ± 0.72 , 2.78 ± 0.55 and mean number of distal anastomoses were 3.00 ± 0.79 , 3.16 ± 0.72 respectively. There was one perioperative death in OPCAB group (1.5%). The operation time, ventilation time, ICU stay time, CK-MB on the first postoperative day, and occurrence rate of complications were significantly low in OPCAB group. Mean follow-up time was 26.6 ± 12.8 months (4~54 months). Mean LVEF of OPCAB and On pump CABG group improved significantly from $27.1 \pm 4.5\%$ to $40.7 \pm 13.0\%$ and $26.9 \pm 5.4\%$ to $33.3 \pm 13.7\%$. The 4-year actuarial survival rate of OPCAB and On pump CABG group were 92.2%, 88.3% and the 4-year freedom rates from cardiac death were 97.7%, 96.4% respectively. There were no significant differences between two groups in 4 year freedom rate from cardiac event and angina. **Conclusion:** OPCAB improves myocardial function and favors early and mid-term outcomes in patients with severe left ventricular dysfunction compared to On pump CABG group. Therefore, OPCAB is a preferable operative strategy even in patients with severe left ventricular dysfunction.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2006;39:184-193)

*연세대학교 의과대학 영동세브란스병원 흉부외과학교실

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Yong Dong Severance Hospital, College of Medicine, Yonsei University

**연세대학교 의과대학 영동세브란스병원 마취통증의학교실

Department of Anesthesia and Pain Medicine, Yong Dong Severance Hospital, College of Medicine, Yonsei University

† 이 논문은 제37차 대한흉부외과학회 추계학술대회에서 구연되었음.

논문접수일 : 2005년 11월 1일, 심사통과일 : 2005년 12월 7일

책임저자 : 유경중 (135-720) 서울시 강남구 도곡동 146-92, 영동세브란스병원 흉부외과

(Tel) 02-3497-3382, (Fax) 02-3461-8282, E-mail: kji@yumc.yonsei.ac.kr

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

Key words: 1. Coronary artery bypass
2. Off pump
3. On pump
4. Ventricular dysfunction, left

서 론

최근 심폐체외순환을 사용하지 않는 관상동맥우회술(Off pump coronary artery bypass, OPCAB)은 심폐체외순환을 사용하는 관상동맥우회술(On pump coronary artery bypass grafting, On pump CABG)을 대신하여 안전하고 좋은 수술 성적을 가진 대체 수술로 자리잡고 있다. 대한흉부외과학회의 통계자료를 따르면 합병증이 없는 관상동맥우회술 중 OPCAB은 2000년 24.9% (353예/1,420예), 2001년 41.3% (952예/2,305예) 및 2004년에는 49.1% (1,189예/2,420예)로 국외에서 뿐만 아니라 국내에서도 점점 증가하는 양상을 보이고 있다.

심한 좌심실 부전은 관상동맥우회술을 시행함에 있어서 수술 사망의 독립적인 위험인자로 알려져 왔으며[1,2], 정상 좌심실 기능을 가진 환자보다 높은 수술 사망과 수술 합병증이 보고되어 있다[3]. 좌심실 부전은 수술 후 저심박출증을 유발하여 높은 수술 합병증을 일으킬 수 있으며, 다수의 환자에서 수술 후 수 일까지 강심제 혹은 혈관수축제 등의 약물이나 대동맥 내 풍선 펌프 삽입술이나 좌심실 보조 장치 등의 기계적 보조가 필요하게 된다[4]. 심한 좌심실 부전을 갖는 환자에서 심폐체외순환은 염증유발인자의 활성화, 비생리적인 심실의 geometry로 인한 허혈이 있는 부위로의 부수혈행의 감소, 심실 중격의 저하된 심근보호 등으로 수술 후 심실 부전은 더 악화되는 것으로 보고되어 있으며[5] 이러한 환자에서 심폐체외순환을 피하는 것이 바람직하지만 OPCAB의 적용은 수술 중 심실세동이나, 저혈압 등과 같은 혈액학적 불안정을 우려하여 수술자들이 기피하는 경우가 많다.

저자들은 OPCAB과 On pump CABG를 시행 받은 심한 좌심실 부전을 가진 환자에서 두 군 간의 단기 및 중기 수술 성적을 비교하여 OPCAB의 유용성을 확인하고자 하였다.

대상 및 방법

1) 연구 대상

2001년 1월부터 2005년 2월까지 관막수술이나 좌심실 절

제술 등 동반수술을 시행하지 않고 외과의 1인에 의해 관상동맥우회술만을 시행 받은 946명(OPCAB: 668명, On pump CABG: 278명) 중에서 좌심실 심박출계수가 35% 이하였던 환자 100명(10.6%)을 대상으로 하였으며, 이 중 OPCAB을 시행 받은 환자는 68명, On pump CABG를 시행 받은 환자는 32명이었다. OPCAB군의 평균 나이는 63.8 ± 8.0 세로 남자가 48명, 여자가 20명이었으며, On pump CABG군의 평균 나이는 63.8 ± 8.0 세로 남자가 24명, 여자가 8명이었다. 두 군 간의 연령 및 성별의 차이는 없었으며, 수술 전 측정된 심장초음파상 평균 좌심실 박출계수는 OPCAB군은 $27.5 \pm 5.5\%$, On pump CABG군은 $27.3 \pm 6.3\%$ 로 두 군 간의 통계학적 차이는 없었다. 수술 전 환자들의 흉통의 정도(Canadian class)는 OPCAB군은 2.8 ± 0.9 , On pump CABG군은 3.3 ± 5.6 으로 On pump CABG에서 통계학적으로 의미 있게 높았으며, 수술 전 대동맥내 풍선펌프삽입은 OPCAB에서 1명(1.5%), On pump CABG에서 4명(12.5%)으로 On pump CABG에서 보다 많이 시행되었다. 그 외 수술 전 환자들의 고혈압, 당뇨, 흡연력, 과거의 관상동맥우회술의 시행, 뇌경색, 신장 기능저하, 말초동맥혈관 협착질환 등 위험요인의 유병률과 NYHA functional class, 관상동맥질환의 협착정도 등에서 통계학적 차이를 보이지 않았다. 응급수술은 OPCAB군 3명(4.4%), On pump CABG군 5명(15.6%)에서 시행되어 On pump CABG군에서 더 많이 시행되었으나 그 차이($p=0.067$)는 통계학적으로 유의하지 않았다. 수술 전 예측 사망률을 평가하기 위하여 EuroSCORE(European system for cardiac operative risk evaluation)를 각 군에서 측정하였으며, 본 연구의 총 집단의 평균 additive EuroSCORE는 6.7 ± 3.5 점(1~20점)으로 고위험군에 속하였으며[6], 예측 사망률(logistic EuroSCORE)은 $10.5 \pm 13.5\%$ 이었다. 각 군의 EuroSCORE를 비교하여 볼 때, 평균 additive EuroSCORE는 OPCAB군 6.6 ± 3.7 점(1~20점), On pump CABG군 6.9 ± 2.9 점(1~14점)으로 두 군 간의 차이가 없었고($p=0.64$), logistic EuroSCORE도 OPCAB군 $10.4 \pm 14.4\%$ (1.3~85.5%), On pump CABG군 $10.8 \pm 11.6\%$ (1.3~

Table 1. Demographics and preoperative characteristics

	OPCAB (n=68)	On pump CABG (n=32)	p value
Age	62.9±9.0	63.8±8.0	NS
Sex			NS
Male	48 (70.6%)	24 (75.0%)	
Female	20 (29.4%)	8 (25.0%)	
BSA	1.71±0.14	1.68±0.16	NS
LVEF	27.5±5.5	27.3±6.3	NS
Canadian class	2.8±0.9	3.3±5.6	0.01
NYHA functional class	2.8±0.9	3.1±0.7	0.043
Diabetes Mellitus	37 (54.4%)	15 (46.9%)	NS
Hypertension	42 (61.8%)	16 (50.0%)	NS
Smoking	34 (50.0%)	16 (50.0%)	NS
Left main disease + 3 VD	60 (88.2%)	27 (84.4%)	NS
Left main disease	17 (25.0%)	8 (25.0%)	NS
3 VD	43 (63.2%)	19 (59.4%)	NS
Priority			
Elective operation	59 (86.8%)	24 (75.0%)	NS
Urgent operation	6 (8.8%)	3 (9.4%)	NS
Emergent operation	3 (4.4%)	5 (15.6%)	NS
Redo surgery	0	2 (6.3%)	NS
CVA	8 (11.8%)	1 (3.1%)	NS
Renal dysfunction [†]	6 (8.8%)	3 (9.4%)	NS
PAOD	12 (17.6%)	4 (12.5%)	NS
s/p PTCA	14 (20.6%)	3 (9.4%)	NS
Preoperative IABP	1 (1.5%)	4 (12.5%)	0.035
Additive EuroSCORE	6.6±3.7	6.9±2.9	NS
Logistic EuroSCORE	10.4±14.4%	10.8±11.6%	NS

OPCAB=Off pump coronary artery bypass; On pump CABG=On pump coronary artery bypass grafting; NS=No significance; BSA=Body surface area; LVEF=Left ventricular ejection fraction; NYHA=New York heart association; 3 VD=3 Vessel disease; CVA=Cerebrovascular attack; PAOD=Peripheral arterial obstructive disease; PTCA=Percutaneous transluminal coronary angioplasty; IABP=Intraaortic balloon pump. *p value=0.067, †Including acute renal failure and chronic renal failure.

53.6%)로 두 군 간의 차이(p=0.90)가 없었다(Table 1).

2) 연구 방법

대상 환자의 의무기록을 조사하여 수술 전 환자의 병력, 이학적 및 상용검사 결과를 토대로 수술 전 위험인자를 분석하였고, 심전도, 심장초음파, 관상동맥 조영술 및 심장조영술을 통하여 질병을 분석하고 수술 후 합병증 및

사망원인을 후향적으로 분석하였다. 수술 후 1년 동안은 이식편의 연축을 막기 위하여 칼슘 길항제를 투여하였으며, 이식편의 개존율에 영향을 미치는 고혈압, 당뇨, 고지혈증 등에 대하여 약물치료로 엄격하게 관리하였다. 장기 추적은 외래차트, 전화, 우편, 경찰조사 등에 의하여 이루어졌으며, 모든 환자에서 추적이 가능하였다.

관상동맥우회술의 적응이 되는 의의 있는 관상동맥 질환은 관상동맥의 직경이 50% 이상 협착이 있으면서 직경이 1.5 mm 이상되는 관상동맥을 대상으로 하였으며, 그 중 동맥 도관을 이식편으로 사용하는 적응증은 좌전하행지는 협착이 50% 이상, 회선동맥 분지는 80% 이상, 우관상동맥은 90% 이상인 경우로 하였다. 수술 전후의 심근경색증은 연속된 두 개 이상의 심전도 leads에서 수술적 후 새로 발생한 Q파나, ST segment의 상승과 혈액검사에서 18시간 이내에 Creatine Kinase-MB isoenzyme이 정상의 80 IU/L 이상 증가하는 경우로 하였으며, 만성 폐쇄성 폐질환은 폐기능 검사로 진단하고, 수술 전 신부전증은 수술 전 투석을 시행하고 있는 환자로 정의하였으며, 말초혈관 질환은 혈관조영술 시에 대동맥에서 직접 기시하는 동맥에 50% 이상 협착이 관찰되는 경우로 정의하였으며 수술사망은 수술 후 30일 이내 혹은 단일 재원기간 중에 사망한 경우를 포함하였다. 수술 합병증에 있어 발작성 심방세동은 수술 전에 정상동율동을 가진 환자에서 수술 후 입원기간 내 발생하는 심방세동으로 정의하였으며, 수술 전부터 있었던 심방세동은 합병증에서 제외하였다. 수술 후 발생한 신부전은 수술 전 혈청 크레아티닌치 50%이상의 크레아티닌치의 증가나 새로 시행한 복막투석 혹은 혈액투석을 한 경우로 정의하였으며, 수술 후 심낭삼출은 심한 심낭삼출로 인해 심막천자나 심막개창술(pericardial window formation)이 필요한 경우로 정의하였다.

3) 수술 방법

수술은 전신마취 하에 흉골을 정중절개하여 내흉동맥을 박리하고 동시에 좌측 요골동맥을 박리 후 획득하였으며, 필요 시 우내흉동맥과, 복재정맥, 우위대망동맥 등을 박리 후 획득하였다. 내흉동맥은 초기에는 관상조직과 함께(pediced) 획득하였으나 최근에는 골격화된(skeletonized harvesting) 방법으로 획득하였으며, 획득 후 papaverine을 혈관 내 주입하였다. 요골동맥은 Harmonic scalpel (Ethicon Endosurgery Inc. Cincinnati, OH, USA)을 이용하여 획득하였다. 요골동맥의 연축을 예방하기 위하여 수술 중부터 정맥 내, 그리고 경구투여가 가능해질 때에 경구를 통하여

칼슘 길항제(diltiazem)를 투여하였다. 내흉동맥 박리 후 심낭을 광범위하게 절개하고 이식하고자 하는 관상동맥을 확인하였다. 연구 초기에는 이식하고자 하는 관상동맥이 심장외막하에 노출되어 있고 혈액학적 변화가 OPCAB를 시행할 정도로 허용되면 OPCAB를 시행하고 그렇지 않으면 On pump CABG를 시행하였으나, 최근에는 수술의 경험이 축적되면서 심한 좌심실 부전에도 불구하고 거의 모든 환자에서 OPCAB을 시행하고 있다. 즉 두 군에 대한 수술 시기적인 차이에 의해 수술방법이 결정되었다.

OPCAB 시에는 헤파린을 1 mg/kg를 주입하고 활성화된 응고시간(activated coagulation time)을 250초 이상으로 유지시켰다. 수술은 심낭의 후 중앙에 직경 2 cm 정도의 tape를 고정시킨 후 심장의 거상에 이용하였으며, 심장의 고정은 Octopus tissue stabilizer (Medtronic, Minneapolis, MN, USA)을 이용하였고, 심장 후벽 부위의 문합 시 심한 혈액학적 불안정이 예상되는 환자에서는 Starfish heart positioner (Medtronic, Minneapolis, MN, USA)를 사용하였다. 문합은 모든 환자에서 요골동맥을 내흉동맥에 Y 복합도관으로 먼저 연결하여 사용하였으며, 순서는 좌전하행지에 먼저 문합하고 다음은 협착이 심한 중요 관상동맥에 시행하였다. 복재정맥을 이용하는 경우 근위부 문합을 위해서 머리를 낮추고 혈압을 저하시킨 후에 부분적 대동맥 겹자를 시행하였다. 관상동맥 절개부의 시야확보를 위해 관상동맥 내 선트와 vascular sling 및 이산화탄소 분사기를 이용하였다.

On Pump CABG 시에는 내흉동맥과 요골동맥을 Y 복합도관으로 연결 후 상행대동맥의 원위부에 동맥캐놀라, 우심방에 한 개의 정맥캐놀라를 삽입 후 인공심폐기를 이용하여 중등도 저체온 하에서 일반적인 심폐체외순환을 하였다. 대동맥 차단 하에 냉혈심정지액을 처음 전향(antegrade)으로 주입하고 이후 후향(retrograde) 주입만을 시행하였다. 문합 방법은 원위부 문합을 먼저 시행하고 완전 대동맥 겹자 하에 근위부 문합을 시행하였으며, 마지막으로 내흉동맥 원위부 문합을 시행하고 온혈 심정지액과 온혈을 지속적으로 주입하여 심박동이 돌아오면 대동맥 겹자를 풀었다.

4) 통계학적 분석

통계 분석은 SPSS 12.0 software package for window (SPSS, Chicago, Illinois)를 이용하였다. 단기 수술 성적의 분석에 있어 두 군 간의 비교는 student t-test, chi square test, Fisher exact test를 이용하였으며, 장기 추적 결과의 생존율은 Ka-

Table 2. Operative data: Used grafts and number of anastomosis

	OPCAB (n=68)	On pump CABG (n=32)	p value
Number of used grafts (mean)	2.75±0.72	2.78±0.55	NS
LIMA	67 (98.5%)	30 (96.8%)	NS
RA	60 (88.2%)	21 (67.7%)	NS
RIMA	22 (32.4%)	0	0.001
SV	33 (48.5%)	29 (93.5%)	0.0001
GEA	1 (1.4%)	0	NS
Total arterial bypass grafting	35 (51.5%)	2 (6.3%)	0.0001
Arterial grafts (mean)	2.21±0.64	1.65±0.56	0.0001
Distal anastomosis (mean)	3.00±0.79	3.16±0.72	NS

OPCAB=Off pump coronary artery bypass; On pump CABG=On pump coronary artery bypass grafting; NS=No significance; LIMA=Left internal mammary artery; RA=Radial artery; RIMA=Right internal mammary artery; SV=Saphenous vein; GEA=Right gastroepiploic artery.

plan-Meier method를 이용하였다. OPCAB과 On pump CABG의 수술방법의 차이가 장기 추적시 좌심실 박출계수의 변화에 미치는 영향의 분석은 Repeated measures ANOVA를 사용하였다. 모든 실험값은 평균±표준편차, 유병률(%)로 표시하였으며, p 값이 0.05 미만일 때 통계학적 유의성이 있는 것으로 간주하였다.

결 과

환자당 획득된 평균 도관수는 OPCAB군 2.75±0.72개(2~4개), On pump CABG군 2.78±0.55개(2~4개)로 차이가 없었으며, 도관으로서 사용된 좌내흉동맥, 요골동맥, 우위대망동맥의 수는 차이가 없었으나, OPCAB군에서 우내흉동맥을, On pump CABG군에서 복재정맥을 더 많이 사용하였다. 동맥도관만을 이용한 관상동맥우회술은 OPCAB군에서 35명(51.5%), On pump CABG군에서 2명(5.3%)으로 OPCAB군에서 더 많이 시행되었으며, 사용한 동맥도관의 수도 OPCAB군에서 더 많았다. 원위 문합수는 OPCAB군에서 3.00±0.79개(2~5개), On pump CABG군에서 3.16±0.72개(2~4개)로 두 군 간의 차이를 보이지 않았다(Table 2). OPCAB 시행 중 On pump CABG로의 전환은 1예에서 있었으며, 좌전하행지에 좌내흉동맥을 문합한 다음, 변연둔각지에 이식편을 문합하는 도중에 발생한 혈액학적 불안정상태로 즉시 체외심폐순

Table 3. Postoperative results

	OPCAB (n=68)	On pump CABG (n=32)	p value
Operation time (hours)	260.1±47.6	321.2±76.6	0.0001
CK-MB (POD#1; mg/dL)	18.2±36.9	40.7±45.4	0.048
Inotrope usage (8 > hours)	9 (13.20%)	23 (71.90%)	0.0001
Postoperative bleeding (mL)	777.2±376.6	659.4±441.7	NS
Ventilation time (hours)	14.9±6.4	34.7±53.5	0.049
ICU stay time (hours)	58.9±20.6	113.0±115.5	0.015
Hospital stay (days)	14.2±10.8	21.0±22.2	NS
Surgical mortality	1 (1.5%)	0	NS
Complication (28 (28.0%)/100)	14 (20.6%)/68	14 (43.8%)/32	0.016
Paroxysmal atrial fibrillation	6 (8.8%)	7 (21.9%)	NS*
Ventilation > 24 hours	4 (5.9%)	8 (25.0%)	0.008
Respiratory failure [†]	1 (1.5%)	4 (12.5%)	0.035
Renal failure [‡]	3 (4.4%)	3 (9.4%)	NS
IABP insertion	3 (4.4%)	0	NS
Pericardial effusion [§]	0	1 (3.1%)	NS
Perioperative MI	0	1 (3.1%)	NS
Ventricular tachycardia/fibrillation	1 (1.5%)	1 (3.1%)	NS
UGI bleeding	1 (1.5%)	1 (3.1%)	NS
Reoperation for bleeding	0	2 (6.2%)	NS

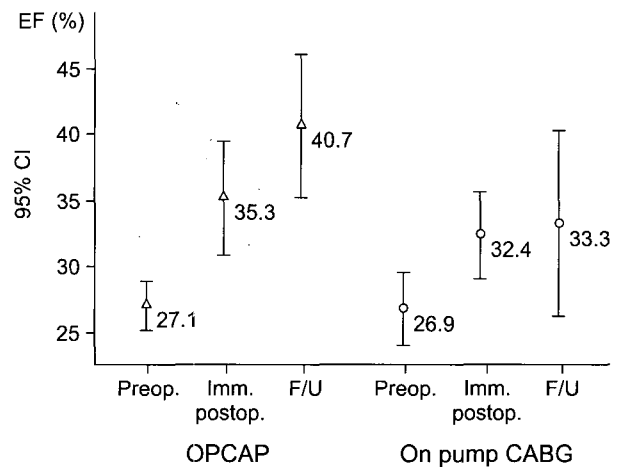
OPCAB=Off pump coronary artery bypass; On pump CABG=On pump coronary artery bypass grafting; NS=No significance; CK-MB=Creatine kinase-MB; POD=Postoperative date; ICU=Intensive care unit; IABP=Intra-aortic balloon pump; MI=Myocardial infarction; UGI=Upper gastrointestinal. *p value=0.19, [†]Defined as need for more than 48 hours of mechanical ventilation or reintubation, [‡]Defined as 50% rise in baseline creatinine or new need for dialysis, [§]Defined as need for pericardial window formation or pericardiocentesis.

환을 시행하여 합병증 없이 수술을 마칠 수 있었으며, 이 환자는 연구대상에서 제외하였다.

수술 후 1일째 측정된 CK-MB, 수술 후 강심제를 사용한 환자의 수, 기계환기 시간, 중환자실 체류기간은 통계적으로 유의하게 OPCAB군에서 On pump CABG군보다 낮았으며, 수술 후 출혈량은 OPCAB군이 더 많았다. 수술 후 입원 기간은 두 군 간의 차이가 없었다(Table 3).

수술 사망은 OPCAB군에서 1명(1.5%) 발생하였다. 사망 환자는 63세 여자환자로 수술 전 심박출계수가 30%였으며 당뇨병, 고혈압, 수술 전 심근경색 등의 과거력을 갖고 있었다. 병변은 좌주관상동맥의 협착과 삼혈관 질환을 가지고 있으면서 모든 관상동맥이 1.5 mm 이하의 작은 혈관으로 심한 석회화와 다중성 협착 소견을 보였다. 환자는 수술 중 혈액학적 불안정 없이 수술을 마쳤으나 수술 3일째부터 악화된 심부전증상으로 대동맥 내 풍선펌프삽입술을 시행하였음에도 불구하고, 수술 후 7일째 다기관부전(multiorgan failure)으로 사망하였다.

수술 합병증은 총 28명(OPCAB군 : On pump CABG군=14명(20.6%) : 14명(43.8%))에서 발생되었으며, On pump CABG군에서 통계학적으로 의미 있게 더 많이 발생하였다. 이 중



	Total	OPCAB	On pump CABG	p-value
Preop. EF (%)	27.0±4.8	27.1±4.5	26.9±5.4	NS
Imm. postop. EF (%)	34.1±8.9	35.3±10.2	32.4±6.4	NS
F/U EF (%)	37.6±13.6	40.7±13.0	33.3±13.7	NS

Fig. 1. Changes in ejection fraction. for OPCAB versus On pump CABG. CI=Confidence intervals; Preop=Preoperative; Imm. postop.=Immediate postoperative; F/U=Follow-up; EF=Ejection fraction.

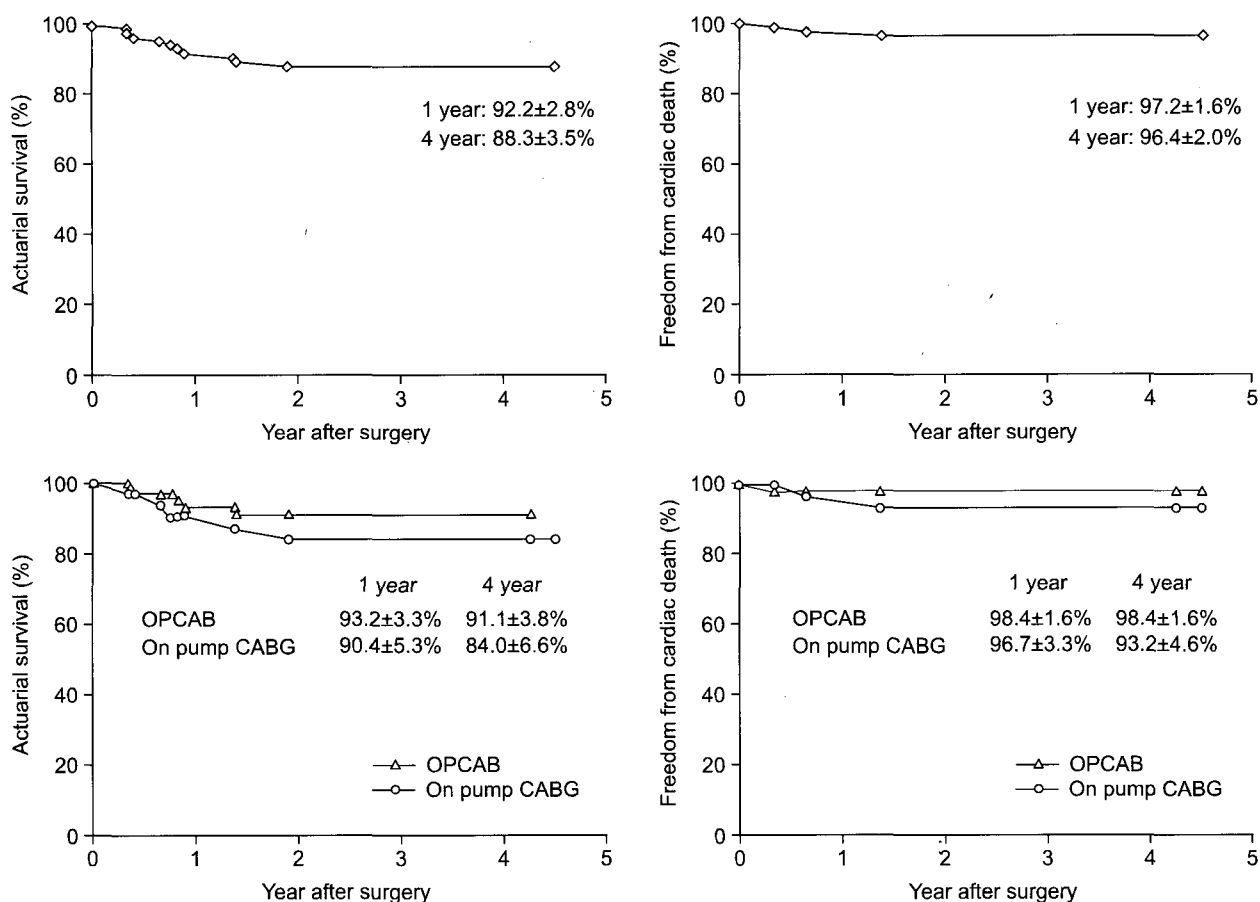


Fig. 2. Actuarial survival and freedom rate from cardiac death. ◇=Total; △=OPCAB group; ○=On pump CABG group.

발작성 심방세동은 OPCAB군 6명(8.8%), On pump CABG 군 7명(21.9%)에서 발생되었으며, On pump CABG군의 발생률이 더 높지만 통계적으로 유의하지는 않았다. 수술 후 24시간 이상 기계환기의 보조가 필요했던 환자는 OPCAB 군 3명(4.4%), On pump CABG군 8명(25.0%)으로 통계적으로 유의하게 On pump CABG군에서 더 많았다. 그 외, 신부전, 대동맥 내 풍선펌프 삽입, 심막낭출, 수술 후 심근경색, 심실성 빈맥 및 세동, 위장관 출혈, 출혈로 인한 재수술의 발생률은 두 군 간에 차이가 없었다(Table 3).

수술 후 생존한 모든 환자에서 추적 가능성이 있었다. 장기 추적 시 좌심실 박출계수의 변화를 보면, 모든 환자의 좌심실 박출계수는 수술 전-수술 직후, 그리고 수술 직후-장기 추적 시 모두 통계학적으로 의미 있게 증가를 하였으며, 두 군 모두 수술 전, 직후, 장기 추적 시 통계학적으로 의미 있게 증가를 보였다. 하지만 OPCAB과 On pump CABG의 수술방법의 차이가 이러한 좌심실 박출계수의 증가에는 통계학적으로 영향을 미치지 못하였다(p=0.267)(Fig. 1).

평균 추적기간은 26.6 ± 12.8개월(4 ~ 54개월)이었으며, OPCAB군은 22.9 ± 10.3개월(4 ~ 51개월), On pump CABG군은 33.9 ± 14.1개월(4 ~ 54개월)이었다. 추적 기간 중 사망은 10명(10.0%)에서 있었으며, OPCAB군 5명(7.0%), On pump CABG군 5명(15.6%)에서 발생하였다. 관상동맥우회술 후 사망원인에 관계없이 측정된 4년 전체 생존율은 88.3 ± 3.5%였으며, OPCAB군은 91.1 ± 3.8%, On pump CABG군은 84.0 ± 6.6%로 측정되었으며, 두 군 간의 차이는 없었다(p=0.34). 10명 중 심장관련사망은 3명(OPCAB군 : On pump CABG군=1명 : 2명)에서 있었으며, 나머지 7명은 전이암 2명(OPCAB군 : On pump CABG군=1명 : 1명), 뇌경색 2명(OPCAB군 : On pump CABG군=1명 : 1명), 흡인성 폐렴에 의한 호흡부전 1명(OPCAB군), 원인 불명의 사망 2명(OPCAB군 : On pump CABG군=1명 : 1명)으로 추적되었다. 심장관련 사망에 대한 4년 생존율은 96.4 ± 2.0%로 OPCAB군 98.4 ± 1.6%, On pump CABG군 93.2 ± 4.6%로 두 군 간의 차이는 없었다(p=0.26)(Fig. 2). 장기 추적 기간 동안 10명

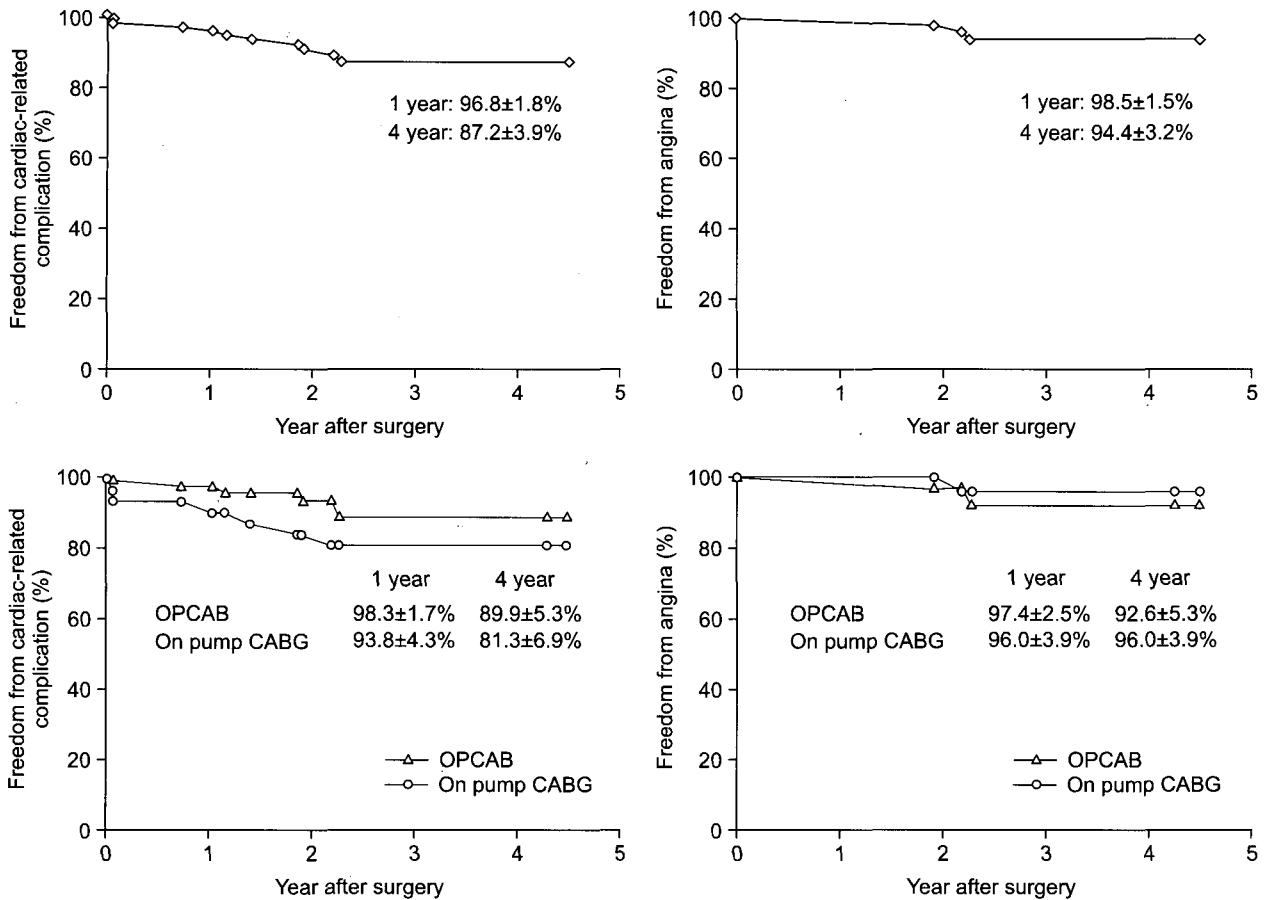


Fig. 3. Freedom rate from cardiac-related complication and freedom from angina. ◇=Total; △=OPCAB group; ○=On pump CABG group.

(OPCAB군 : On pump CABG군=4명 : 6명)의 환자에서 심장관련 합병증이 발생하였으며, 심부전 6명(OPCAB군 : On pump CABG군=1명 : 5명), 협심증 3명(OPCAB군 : On pump CABG군=2명 : 1명), 심실 부정맥은 OPCAB군에서 1명 발생하였다. 심장관련합병증의 4년 freedom rate는 87.2±3.9%로 OPCAB군 89.9±5.3%, On pump CABG군 81.2±6.9%로 측정되었으며, 두 군 간의 합병증의 발생은 통계학적으로 차이가 없었다(p=0.16). 이 중 협심증의 4년 freedom rate는 94.4±3.2%이었으며, OPCAB군 92.6±5.3%, On pump CABG군 96.0±3.9%로 측정되었으며, 이 역시 통계학적으로 차이가 없었다(p=0.62)(Fig. 3).

고 찰

관상동맥 협착증에 대한 치료로 경피적 스텐트 삽입술이 점차 늘어나면서 관상동맥우회술이 지연되며, 혈전용

해제의 사용으로 급성 심근경색이 있는 환자의 생존율이 높아지면서 수술이 고려되는 환자들의 관상동맥 협착증의 정도는 점점 더 심해지는 경향이 있으며, 동시에 심한 좌심실 부전을 갖고 있는 환자들이 수술로 의뢰되는 경우가 점차 많아지고 있다[7]. 이러한 좌심실 부전이 있는 환자에서 중요한 사망원인은 초기에 심실빈맥으로 시작되다가 결국 치명적인 심실세동으로 이어지는 부정맥이며, 관상동맥우회술은 허혈성 심근부위에 재관류를 시킴으로써 치명적인 부정맥의 원인을 제거하는 역할을 하는 것으로 보고되어 있다[8]. On pump CABG의 경우 심한 좌심실 부전이 있는 환자에서 적은 심장예비력(Cardiac reserve)을 갖고 있는 상태에서 대동맥의 완전결찰과 체외심폐순환은 전반적인 심근력 저하를 초래할 수 있으며, 실제로 On pump CABG시 좌심실벽의 운동장애가 OPCAB시 보다 더 심함이 보고되고 있다[9]. 이에 비해 좌심실부전이 있는 환자에서 OPCAB은 양호한 조기 수술 성적을 가지며, 기

존의 On pump CABG을 대체할 만한 술식으로 많이 보고되어 있다[10-12]. 하지만 이러한 고위험군에서의 OPCAB의 중기 혹은 장기 결과에 대해서는 많은 연구가 보고되어 있지 않다. 본 연구에서는 좌심실 박출계수 35% 이하의 좌심실 부전을 갖는 환자에서 OPCAB의 안정성과 중기 추적 관찰시 OPCAB과 On pump CABG군의 임상성적의 차이를 알아보려고 하였다.

2001년에 OPCAB이 본원에 본격적으로 도입되어 시행한 이래 2003년 이후에는 거의 모든 환자들에게 OPCAB을 시행하고 있다. 따라서 On pump CABG군의 대부분은 OPCAB의 경험이 많지 않던 초기에 시행한 환자들로 구성되어 있다. 응급으로 시행한 수술은 OPCAB군보다 On pump CABG군이 더 많았는데 이는 수술을 시행한 시기에 인한 것이지 환자의 상태에 따른 수술방법의 선택은 아니었다. 또한 응급으로 수술을 시행 받은 On pump CABG군 5명 중 4명(12.5%)에서 수술 전 대동맥 내 풍선펌프를 넣은 상태로 수술을 시행하였기에 On pump CABG군에서 수술 전 대동맥 내 풍선펌프의 사용이 의미 있게 높았던 것으로 추정된다. OPCAB군에서는 동맥도관을, On pump CABG군에서는 복재정맥을 통계학적으로 의미 있게 더 많이 사용하였다. 이는 OPCAB을 시행 시에 도관의 장기 개존율을 높이고 가능한 상행 대동맥의 조작을 피하기 위해 앞서 언급한 동맥도관의 사용 적응증이 된다면 동맥도관을 사용하였다. On pump CABG 시행 시는 좌전하행지나 회선동맥 분지에는 동맥도관을 주로 사용하였으나 우관상동맥에는 정맥을 많이 이용하였는데 이는 On pump CABG가 시행되었던 수술 시기와 관계가 있다. 그러나 On pump CABG 시 우관상동맥에 정맥을 이용하면 역행성 심정지액을 주입 시 심근보호작용이 저하되는 우관상동맥 영역의 심근보호에 유리하다. 즉 복재정맥을 사용하여 원위부를 우관상동맥 영역에 문합한 후 정맥을 통하여 우관상동맥으로 전향과 후향으로 동시에 심정지액을 투여하는 방법을 사용하였다.

수술 전의 환자들의 위험도 평가를 위하여 EuroSCORE (European System for Cardiac Operative Risk Evaluation)를 도입하여 사용하였으며[6], 각각의 위험인자에 배정된 점수를 합산한 대상 환자들의 Additive EuroSCORE는 평균이 6.7 ± 3.5 점(1~20점)이었으며, 논리회귀방정식에 의해 계산된 예측 사망률, 즉 Logistic EuroSCORE는 평균이 $10.5 \pm 13.5\%$ (1.3~85.5%)으로 대상 환자들은 고위험군에 속하였다. EuroSCORE는 관상동맥우회술에 있어서 위험도를 측정하는데 아주 유용한 척도가 되며, 최근 환자들의 위험도가 올라가는 데에도 불구하고 수술 사망이 감소하는

경향을 보이는데 이는 OPCAB이나 최소 침습적 관상동맥우회술이 고위험인자를 갖는 환자군에 적용되고 이에 따라서 수술 성적이 향상되는 것으로 보고되고 있다[14]. 저자들의 대상 환자들도 모두 고위험군에 속하는 환자들로 OPCAB 뿐만 아니라 On pump CABG를 시행 받았던 환자들도 예측된 EuroSCORE의 위험도 보다 훨씬 양호한 성적을 얻을 수 있었다.

수술 성적에 있어서 OPCAB은 수술시간, 수술 후 심근효소의 상승률, 기계환기 시간, 중환자실 체류시간 등에 있어서 On pump CABG군에 비해 통계학적으로 의미 있게 더 좋은 성적을 보였다. Arom 등[15]은 좌심실 박출계수 30% 미만의 환자 177명을 대상으로 하여 45명에서 OPCAB을, 132명에서 On pump CABG을 시행한 결과, 수술 후 출혈량, 수술 시간, 수술 후 심근효소의 최고치가 OPCAB에서 통계학적으로 의미 있게 낮게 나타났고, 그 외에 수술 사망률이나 합병증에는 차이가 없다고 보고하였으며, 본 연구에서도 호흡부전을 제외한 합병증의 발생률이나 수술 사망률에서는 차이를 보이지 않고 있다.

좌심실 박출계수 30% 미만의 환자 250명을 대상으로 연구한 보고에 의하면[16], OPCAB 및 On pump CABG 등 관상동맥우회술을 시행한 결과 1년, 3년 생존율이 각각 90%와 84%로 심부전이 심한 환자들에 있어서 On pump CABG 뿐만 아니라 OPCAB 역시 좋은 장기 임상결과를 확인하였다. 본 연구의 장기 추적 조사에서 모든 환자의 1년 및 4년 생존율을 92%와 88%이며, OPCAB군과 On pump CABG군의 1년 생존율은 93%와 90%, 4년 생존율은 91%와 84%로 두 군 모두 양호한 결과를 보였으나 중기 생존 및 심장관련 합병증의 발생에는 수술 방법이 통계학적으로 영향을 미치지 않는 것으로 조사되었다. 그러나 통계적인 유의성은 보이지 않았으나 대체로 OPCAB군에서 중기 성적이 더 양호한 경향을 보이고 있다. 관상동맥우회술 후 장기생존율에 동맥도관의 사용이 중요한 요소가 된다는 사실은 보고되어 있으며[16-20], 특히 완전 재혈관화는 심장 기능이 저하된 환자에게 장기 생존율에 영향을 주는 또 다른 중요한 요소이다[1-3]. 두 군 모두 완전 재혈관화는 차이가 없으나 동맥도관의 사용은 OPCAB군에서 유의하게 많았기 때문에 장기적인 결과를 비교 시에는 통계적인 유의성이 나타날 것으로 생각한다.

본 연구가 후향적이고, 무작위로 시행하지 않았으며, 환자수가 많지 않고 수술 사망이나 중기 사망수가 많지 않아서 통계학적 분석의 한계가 있을 것으로 생각된다. 향후 전향적인 연구가 필요하며, 장기 성적의 평가가 필요

할 것으로 생각된다.

결 론

저자들은 좌심실 박출계수 35% 이하의 심한 좌심실 부전을 갖는 환자 100명에서 OPCAB과 On pump CABG을 시행하여 낮은 사망률과 합병증의 발생률을 확인하였다. OPCAB군의 경우 수술시간, 기계 환기시간, 중환자실 체류기간, 합병증의 발생률에 있어서 On pump CABG군에 비해 더 좋은 성적을 관찰할 수 있었으며, 중기 성적은 두 군에서 좋은 결과를 확인하였으나 두 군 간의 통계적 유의성은 없었다. 따라서 두 군 모두 안전한 수술방법이며 완전재혈관화나 동맥도관의 적극적인 사용 시 두 군 모두 장기적인 결과도 우수할 것으로 생각한다.

참 고 문 헌

1. Trachiotis GD, Weintraub WS, Johnston TS, et al. *Coronary artery bypass grafting in patients with advanced left ventricular dysfunction*. Ann Thorac Surg 1998;66:1632-9.
2. Bouchart F, Tabley A, Litzler PY, et al. *Myocardial revascularization in patients with severe ischemic left ventricular dysfunction. Long-term follow-up in 141 patients*. Eur J Cardiothorac Surg 2001;20:1157-62.
3. O'Connor GT, Plume SK, Olmstead EM, et al. *Multivariate prediction of in-hospital mortality associated with coronary artery bypass graft surgery. Northern New England Cardiovascular Disease Study Group*. Circulation 1992;85:2110-8.
4. Ferguson TB Jr, Hammill BG, Peterson ED, DeLong ER, Grover FL, and the STS National Database Committee. *A decade of change-risk profiles and outcomes for isolated coronary artery bypass grafting procedures, 1990-1999: a report from the STS National Database Committee and the Duke Clinical Research Institute*. Society of Thoracic Surgeons. Ann Thorac Surg 2002;73:480-9.
5. Moshkovitz Y, Sternik L, Paz Y, et al. *Primary coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass in impaired left ventricular function*. Ann Thorac Surg 1997;63 (6 Suppl):S44-7.
6. Nashef SAM, Roques F, Michel P, Gauducheau E, Lemes-show S, Salamon R, for the EuroSCORE Study Group. *European system for cardiac operative risk evaluation EuroSCORE*. Eur J Cardiothorac Surg 1999;16:9-13.
7. Yau T, Fedak P, Weisel R, Teng C, Ivanov J. *Predictors of operative risk for coronary bypass grafting operations in patients with left ventricular dysfunction*. J Thorac Cardiovasc Surg 1999;118:1006-13.
8. Veenhuizen G, Singh S, McAreavey D, Shelton B, Exner D. *Prior coronary artery bypass surgery and risk of death among patients with ischemic left ventricular dysfunction*. Circulation 2001;104:1489-93.
9. Wos S, Bachowski R, Ceglarek W, Domaradzki W, Matuszewski M, Kucewicz E. *Coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass: initial experience of 50 cases*. Eur J Cardiothorac Surg 1998;14(Suppl 1):38-42.
10. Nathoe HM, van Dijk D, Jansen EW, et al. *A comparison of on-pump and off-pump coronary bypass surgery in low-risk patients*. N Engl J Med 2003;348:394-402.
11. Al-Ruzzeh S, Athanasiou T, George S, et al. *Is the use of cardiopulmonary bypass for multivessel coronary artery bypass surgery an independent predictor of operative mortality in patients with ischemic left ventricular dysfunction?* Ann Thorac Surg 2003;76:444-52.
12. Shennib H, Endo M, Benhamed O, Morin JF. *Surgical revascularization in patients with poor left ventricular function: on- or off-pump?* Ann Thorac Surg 2002;74:S1344-7.
13. Ohata T, Kaneko M, Kuratani T, Ueda H, Shimamura K. *Using the Euroscore to assess changes in the risk profiles of the patients undergoing coronary artery bypass grafting before and after the introduction of less invasive coronary surgery*. Ann Thorac Surg 2005;80:131-5.
14. Arom KV, Favini TF, Emery RW, et al. *Is low ejection fraction safe for off-pump coronary bypass operation?* Ann Thorac Surg 2000;70:1021-5.
15. Narayan P, Rogers CA, Lim KH, Capoun R, Angelini GD. *Early and midterm clinical outcome in patients with severe left ventricular dysfunction undergoing coronary artery surgery*. Ann Thorac Surg 2003;76:793-9.
16. Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM, et al. *Influence of arterial coronary bypass graft on 10-year survival and other cardiac events*. N Engl J Med 1986;314:1-6.
17. Lytle BW, Loop FD. *Superiority of bilateral internal thoracic artery grafting: it's been a long time comin'*. Circulation 2001;104:2152-4.
18. Pevni D, Kramer A, Paz Y, et al. *Composite arterial grafting with double skeletonized internal thoracic arteries*. Eur J Cardiothorac Surg 2001;20:299-304.
19. Stevens LM, Carrier M, Perrault LP, et al. *Single versus bilateral internal thoracic artery grafts with concomitant saphenous vein grafts for multivessel coronary artery bypass grafting: effects on mortality and event-free survival*. J Thorac Cardiovasc Surg 2004;127:1408-15.
20. Ura M, Sakata R, Nakayama Y, Arai Y, Saito T. *Long-term results of bilateral internal thoracic artery grafting*. Ann Thorac Surg 2000;70:1991-6.

=국문 초록=

배경: 심장박동 상태에서 시행하는 관상동맥우회술(Off pump coronary artery bypass grafting, OPCAB)은 심폐체외순환 하에서 시행하는 관상동맥우회술(On pump coronary artery bypass grafting, On pump CABG)에 비해 합병증이 다소 적은 것으로 보고되고 있다. 저자들은 좌심실 기능이 저하된 환자들에서 OPCAB과 On pump CABG의 단기 및 중기 성적을 평가하여 OPCAB의 유용성을 확인하였다. 대상 및 방법: 2001년 1월부터 2005년 2월까지 동반수술을 시행 받지 않고 관상동맥우회술만을 시행 받은 946명 중 좌심실 박출계수가 35% 이하인 100명을 대상으로 하였다(OPCAB군 : On pump CABG군 = 68명 : 32명). 평균 연령은 두 군이 OPCAB군과 On pump CABG군이 각각 62.9 ± 9.0 세와 63.8 ± 8.0 로 두 군의 차이가 없었다. 두 군의 수술 전 위험요인을 분석하고, 수술 결과 및 추적결과를 평가 및 비교하였다. 결과: OPCAB군은 평균 2.75 ± 0.72 개, On pump CABG군은 2.78 ± 0.55 개의 도관을 획득하여, 각각 3.00 ± 0.79 개, 3.16 ± 0.72 개의 원위문합을 시행하였다. 수술 후 사망은 OPCAB군에서만 1명(1.5%) 발생하였으나 두 군 간의 통계적 유의성은 없었다. 수술시간, 수술 후 1일째 CK-MB, 수술 후 기계 환기 시간, 중환자실 체류기간, 합병증 발생률이 통계적으로 유의하게 OPCAB군에서 더 낮았다. 평균 추적 기간은 26.6 ± 12.8 개월(4~54개월)이었으며, 추적 기간 중 좌심실 박출계수는 OPCAB군과 On pump CABG군이 각각 $27.1 \pm 4.5\%$ 와 $26.9 \pm 5.4\%$ 에서 $40.7 \pm 13.0\%$ 와 $33.3 \pm 13.7\%$ 로 통계적으로 유의하게 각각 증가하였다. 4년 생존율은 OPCAB군과 On pump CABG군이 각각 92.2%, 88.3%, 심장관련 사망에 있어서 4년 freedom rate은 각각 97.7%와 96.4%로 두 군 간의 차이는 없었으며, 심장관련 합병증과 협심증 발생의 freedom rate도 두 군 간의 차이는 없었다. 결론: 좌심실 기능이 저하된 환자들에서 심장박동 상태에서 시행하는 관상동맥우회술은 심장기능을 향상시키고 On pump CABG군에 비해 우수한 수술결과를 보였다. 특히 On pump CABG군에 비해 우수한 단기 성적을 보였으나 중기 성적은 차이가 없었다. 따라서 좌심실 기능이 저하된 환자들에 있어서 심장박동 상태에서 시행하는 관상동맥우회술은 안전하고 효과적으로 사용될 수 있는 수술방법이라고 생각한다.

- 중심 단어 : 1. 관상동맥우회술
 2. Off pump
 3. On pump
 4. 좌심실부전