

체외순환 없이 시행한 관상동맥우회술의 조기성적

이화여자대학교 의과대학 흉부외과교실
원태희 · 최세용 · 양인숙

= Abstract =

Early Result of Off-Pump Coronary Artery Bypass

Taehee Won · Se Yong Choi · In Suk Yang

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, College of Medicine,
Ewha Womans University, Mok-dong Hospital

Background : The advances in surgical techniques and stabilizing devices have made the off-pump coronary artery bypass (OPCAB) popular, and good results have been published. We analyzed the early results of OPCAB performed in our hospital.

Materials and Methods : Between January 2004 and December 2004, 23 patients underwent OPCAB. There were 14 males and 9 females with mean age of 62.6 ± 10.3 years. Preoperative diagnoses were unstable angina in 13 (57%), acute myocardial infarction in 9 (39%), and stable angina in 1 (4%). Preoperative angiographic diagnoses were three-vessel disease in 12 (52%), two-vessel disease in 8 (35%), one-vessel disease in 1 (4%), and left main disease in 2 (9%).

Results : The mean number of grafts was 2.6 ± 0.9 per patient. Vessels accessed were left anterior descending artery in 23, diagonal branch in 14, obtuse marginal branch in 9, right coronary artery in 12, and posterior descending artery in 1. Left internal mammary artery were used in 22 patients and bilateral internal mammary arteries were used in 1 patient. There was no operative mortality. Postoperative complications were cerebral vascular accident in 1, postoperative bleeding which required operative management in 2, arrhythmia including atrial fibrillation in 5, and minor operative wound problem in 1. Pre-discharge graft patency was evaluated in 11 patients. One internal mammary artery graft was occluded in 11 internal mammary artery graft evaluated. The patency rate was 91%. Seventeen saphenous vein grafts were patent in 19 saphenous vein grafts and the patency rate was 89%.

Conclusion : Our result of OPCAB is promising and OPCAB is suggested to be the ideal technique with less morbidity and mortality.

KEY WORDS : OPCAB · Early result.

서 론

관상동맥우회술은 이식편의 개통성 및 환자 장기 생존

율이 우수한 것으로 알려져 있으나 수술의 위험도 및 환자의 선호도 등의 이유로 경피적 혈관 확장술이나 스텐트 삽입술에 비해 그 시행 빈도가 점차 줄어드는 추세이다. 따라서 수술에 따른 위험성 특히 심폐바이패스로

인한 염증성 반응과 심정지로 인한 심근허혈의 가능성을 배제하고자 심폐바이패스 없이 시행하는 관상동맥우회술(off-pump coronary artery bypass, OPCAB)이 개발되어 현재 널리 사용되고 있다. 그러나 이 수술방법은 움직이는 심장의 관상동맥에 문합을 해야 하기 때문에 수술이 어렵고 고도의 기술을 요하며 특히 둔각 모서리 분지 관상동맥의 접근이 어렵다는 단점이 있다.

그러나 OPCAB의 경험의 축적과 기술개발로 특히 문합하려는 관상동맥이 위치한 심장의 일부만을 움직이지 않게 해주는 stabilizer 및 뒤쪽에 위치한 관상동맥을 접근할 수 있게 심장을 거상시키는 견인기 등의 개발로 현재는 많은 병원에서 시행되고 있다¹⁻⁴⁾.

이화여대 목동병원 흉부외과에서도 OPCAB을 시행하고 있으며 따라서 이 수술의 조기성적을 분석함으로써 이수술법의 안정성 및 우수성을 알아보려 하였다.

대상 및 방법

2004년 1월부터 2004년 12월까지 31예의 관상동맥우회술이 시행되었다. 이 중 23예(74%)에서 체외순환 없이 관상동맥우회술을 시행하였다. 남자가 14예 여자가 9예였고 평균연령은 62.6±10.3세(범위 34~76세)이었다. 협심증의 유발인자로써 흡연과 고혈압이 각각 14, 13예로 가장 많았고 그 외 당뇨병이 11예, 고지혈증이 9예 있었다. 또한 만성 신부전으로 혈액투석 중인 경우가 2예, 뇌혈관 질환이 2예, 동맥 경화성 말초혈관 폐쇄도 2예 있었다. 수술 전 진단으로는 불안정성 협심증이 13예(57%), 급성 심근경색이 9예(39%), 안정성 협심증이 1예(4%)였으며 수술 전 시행한 관상동맥 조영술에서 삼혈관 질환이 12예(52%), 이혈관 질환이 8예(35%), 단일혈관 질환이 1예(4%)이었으며 좌주관상동맥 질환이 2예(9%)였다(Table 1).

수술 전 심장 초음파 검사에서 좌심실 구출계수는 평균

51.4±11.6%였고 35% 이하의 좌심실 기능부전은 3예였다.

23명의 환자에서 총 59개의 문합을 시행하였으며 한 환자에서 평균 문합갯수는 2.6±0.9개(1~5개)였다. 모든 환자에서 좌측 내흉동맥을 좌전하행지에 문합을 시행하였으며(n=23) 1예에 있어서는 양측 내흉동맥을 각각 좌전하행지 및 우관상동맥에 문합하였다. 복제정맥은 총 35개의 문합을 하였으며 사선분지가 14개소, 둔각 모서리 분지가 9개소, 우관상동맥 및 후하행 동맥이 12개소였다(Table 2). Y자 문합이나 연속문합은 사용하지 않았다.

술 후 하루 동안 흉관을 통한 배액량, 술 후 첫째 및 둘째 날 심근효소양, 인공호흡기 보조시간을 체외순환 및 심정지를 사용하여 시행한 관상동맥우회술의 경우와 비교하였다. 모든 수치는 평균±표준편차로 표시하였으며 통계학적 분석은 마이크로소프트사의 엑셀 프로그램을 사용하여 t-test를 하였으며 유의수준은 0.05를 기준으로 하였다.

결 과

수술사망은 없었다. 수술 중 혈역학적 이상으로 심폐바이패스를 사용하여 수술한 경우는 3예(13%)였다. 수술 합병증으로는 술 후 대량출혈로 재수술이 필요했던 경우가 2예, 심방세동을 포함한 부정맥이 5예, 수술 전후 심근경색이 3예였으며 이외에도 폐렴, 뇌경색, 수술창상 감염, 척골신경 마비가 각각 1예씩 있었다(Table 3).

11예에 있어서는 퇴원전 관상동맥 조영술 및 MDCT로 술 후 이식편의 개통성을 조사하였다. 조사된 11개의 좌전하행동맥에 연결한 좌측 내흉동맥 중 1개에서 폐쇄된 소견 보였으며(개통율 91%) 우관상동맥에 연결한 우내흉

Table 1. Preoperative angiographic diagnosis

Vessels involved	Number of patients
One-vessel	12(52%)
Two-vessel	8(35%)
Three-vessel	1(4%)
Left main	2(9%)
Total	23(100%)

Table 2. Vessels accessed

Vessels	Number of anastomoses
LAD*	23
Diagonal branch	14
OM**	9
RCA*** & PDA****	13
Total	59

*LAD : left anterior descending, **OM : obtuse marginal branch, ***RCA : right coronary artery, ****PDA : posterior descending artery

동맥은 개통성을 유지하고 있었다. 19개의 복제정맥 이식편에서 조사되었고 이 중 2개소가 막혀 개통율은 89%였다.

술 후 1일째 흉관 배액량은 체외순환을 시행한 경우 852.7 ± 468.3 ml, 체외순환을 사용하지 않은 경우 950.5 ± 325.5 ml로 체외순환을 사용하지 않은 군에서 배액량이 많았으나 통계학적 유의성은 없었다($p > 0.05$, Table 4). 그러나 술 후 1일과 2일째 검사한 심근 효소량은 체외순환을 시행하지 않은 군에서 CK-MB가 각각 54.3 ± 42.8 ng/ml, 50.8 ± 52.4 ng/ml였으며 troponin T는 0.84 ± 0.61 ng/ml, 1.83 ± 2.04 ng/ml였으며 체외순환을 사용하지 않은 군에서는 CK-MB가 7.7 ± 6.1 ng/ml, 29.9 ± 55.2 ng/ml였으며 Troponin T의 경우는 0.34 ± 0.41 ng/ml, 0.60 ± 0.67 ng/ml로 체외순환을 사용하지 않은 군에서 사용한 군에 비해 통계학적으로 유의하게 심근 효소 수치가 낮았다($p < 0.01$, Table 4).

또한 술 후 인공호흡기 보조 시간도 체외순환을 사용한 군에서는 36.6 ± 48.6 시간, 체외순환을 사용하지 않은 군에서는 13.8 ± 30.4 시간으로 통계학적으로 유의하게 체외순환을 사용하지 않은 군에서 적었다($p < 0.01$, Table 4).

Table 3. Postoperative complications

Complications	Number
Death	0
Arrhythmia	5
Bleeding	2
PMI*	3
Pneumonia	1
CVA**	1
Uniar nerve palsy	1
Wound infection	1
Total	14

*PMI : perioperative myocardial infarction, **CVA : cerebral vascular accident

Table 4. postoperative cardiac enzyme, ventilator support, and drainage

	CABG*	OPCAB**	p value
1st day			
CKMB (ng/ml)	54.3 ± 42.9	7.7 ± 6.1	0.0002
Tropoin T (ng/ml)	0.84 ± 0.61	0.34 ± 0.41	0.0005
2nd day			
CKMB (ng/ml)	50.8 ± 52.4	30.0 ± 55.2	0.02
Tropoin T (ng/ml)	1.83 ± 2.04	0.60 ± 0.67	0.01
Ventilator (hour)	36.3 ± 48.6	13.8 ± 30.4	0.04
Postoperative drainage (ml)	852.7 ± 468.8	950.5 ± 325.5	$p > 0.05$

*CABG : coronary artery bypass graft, **OPCAB : off-pump coronary artery bypass

고 찰

관상동맥우회술은 1964년 Kolessov 등이 내흉동맥을⁵⁾, 1974년 Garrette 등이 복제정맥⁶⁾을 이용하여 심장 박동상태에서 처음으로 성공적으로 시행되었다. 이후 체외순환 및 심근보호 방법의 발전으로 대부분의 관상동맥우회술은 체외순환을 사용하여 심정지 상태에서 수술하였으나 체외순환으로 인한 염증 반응 및 심정지에 따른 심근허혈 때문에 1990년대 이후 체외순환 없이 관상동맥우회술을 시행하는 것에 많은 연구가 있어 왔고 우수한 결과들이 보고되고 있다⁷⁻¹⁰⁾.

체외순환없이 시행하는 관상동맥우회술(OPCAB)은 수술 수기상의 어려움을 동반하는데 이는 심장박동 때문에 지름 2mm 내외의 작은 관상동맥 및 내흉동맥을 정확하게 연결하기가 쉽지 않으며 절개된 관상동맥으로 나오는 혈액으로 인하여 깨끗한 수술시야를 만들기 어렵고 이 또한 정확한 관상동맥 및 내흉동맥의 문합을 어렵게 한다. 또한 심장 뒤쪽에 위치한 단각 모서리 분지 동맥이나 후하행동맥은 심장을 앞쪽으로 거상시켜야만 노출되는데 이때 혈액학적으로 불안정 상태에 빠져 문합을 어렵게 하는 등의 문제점이 있다.

따라서 초기에는 흉부절개를 작게 해서 체외순환 없이 관상동맥우회술을 시행하는 MIDCAB(minimally invasive direct coronary artery bypass)가 개발되어 각광을 받았었다¹¹⁻¹³⁾. 그러나 MIDCAB은 대부분의 경우 좌전하행지 동맥 하나만을 문합할 수밖에 없다는 단점이 있다. 또한 내과적 경피적 관상동맥 성형술(PTCA)과 스텐트의 개발로 인하여 MIDCAB을 적용시킬 수 있는 환자 수가 적어 현재는 그리 널리 시행되지 못하고 있다¹⁾

따라서 이러한 단점을 극복하기 위하여 많은 연구가 있어 왔다. 우선 심장 박동수를 줄이기 위하여 베타 차단제

및 칼슘 길항제 등의 약물 사용방법이 알려졌고 수술 중 일시적으로 관상동맥 혈류를 막아도 측부순환 때문에 심근 허혈이 심하지 않으며 허혈 전처치(ischemic preconditioning) 및 관상동맥내 단락(intracoronary shunt)을 사용하여 심근허혈을 줄일 수 있는 수술 방법 등이 개발되었다¹⁴⁾¹⁵⁾. 또한 관상동맥 및 심장을 고정시키기 위해 특별히 고안된 고정기구들(CTS stabilizer(Cardiothoracic system, Inc., Cupertino, CA), Octopus tissue stabilizer(Medtronic, Inc., Minneapolis, MN)이 개발되었고 관상동맥 절개시 출혈에 의한 수술시야 확보의 어려움은 이산화탄소를 이용한 가스통기로 극복하는 수술 기구들이 개발되어 체외순환 없이 수술하는 관상동맥우회술이 보편화 되었다¹⁶⁾¹⁷⁾.

OPCAB의 우수성은 이미 여러 보고에서 밝혀지고 있다. Cleveland 등은 1998년 1월부터 1999년 12월 31일까지 STS(society of thoracic surgeon)에 등재된 11,717예의 OPCAB과 106,423예의 체외순환 및 심정지를 사용하는 수술한 관상동맥우회술을 비교 분석하였으며 수술 사망률이 2.3%와 2.9%로 OPCAB 군에서 다른 군보다 통계학적으로 유의하게 수술 사망률이 낮았다고 보고하였다($p < 0.001$)¹⁸⁾.

OPCAB의 경우 가장 문제되는 것 중의 하나가 수술 수기의 어려움에 의한 수술 후 이식편의 개통성이다. 그러나 167명의 OPCAB 환자들의 퇴원전 관상동맥 조영술에 의한 수술 후 이식편 개통율을 보고한 Puskas 등은 좌내흉동맥을 좌전하행지에 문합한 163개의 모든 이식편들이 개통되었으며 전체 개통율을 98.8%였다고 보고하면서 OPCAB의 수술 후 이식편 개통성은 우수하다고 보고하였다¹⁹⁾.

OPCAB의 장점 중의 하나가 술 후 뇌신경계 합병증이 적다는 것이다. 이는 OPCAB의 경우 체외순환을 위한 대동맥 삽관이 필요 없고 대동맥을 조작하는 수기가 적기 때문에 이에 따른 대동맥내 동맥경화 파편들의 전색증이 적기 때문이다²⁰⁾. 또한 뇌신경계 합병증을 더 줄이기 위해 최근에는 대동맥을 겸자하지 않고 복제정맥을 대동맥에 연결하는 기구가 개발되어 사용되고 있으며 Y graft, T graft, sequential graft 등의 방법을 사용하여 복제정맥을 사용하지 않고 모두 동맥 이식편으로만 수술하는 방법들도 각광을 받고 있다⁵⁾.

OPCAB의 또 다른 장점은 체외순환을 하지 않고 심정지를 시키지 않기 때문에 수술 후 심근 허혈 및 괴사

가 적고²⁰⁾, 수혈량이 적으며²¹⁾, 신부전이 적다는 것이다²²⁾. 이번 연구에서도 술 후 심근효소 수치가 OPCAB의 경우 $7.7 \pm 6.1 \text{ ng/ml}$ (CK-MB), $0.34 \pm 0.41 \text{ ng/ml}$ (Tropoin T)로 체외순환을 사용한 경우의 $54.3 \pm 42.9 \text{ ng/ml}$, $0.84 \pm 0.61 \text{ ng/ml}$ 보다 통계학적으로 유의하게 나타났다. 이는 다른 보고의 결과와 일치한다²⁰⁾. 그러나 이번 연구에서 수혈량은 연구되지 않았으나 흉관을 통한 술 후 배액량은 두군 간에 차이가 없었다. 이는 술 후 배액량이 OPCAB군에서 적다는 다른 보고와는 다른 결과이나 이는 아마도 수술 전 아스피린 등의 항응고제를 충분한 기간 동안 중지하지 못하고 항응고제를 사용한 상태에서 수술 했기 때문이라고 생각된다.

또한 OPCAB의 장점은 술 후 회복시간이 짧다는 것이다¹⁾. 이번 연구에서도 술 후 인공호흡기 보조시간이 OPCAB의 경우 평균 13.8 ± 30.4 시간으로 체외순환을 사용한 경우의 36.3 ± 48.6 시간 보다 통계학적으로 적게 나왔다. 이는 체외순환에 의한 염증 반응 및 이로 인한 폐기능의 저하가 적기 때문이라고 생각된다.

OPCAB의 또 다른 장점은 수술비용이 저렴하다는 것이다. Lim 등이 보고한 바에 따르면 OPCAB의 경우 종진료비가 17,220,000원으로 체외순환을 사용한 경우의 21,250,000원보다 통계학적으로 유의하게 적다고 한다($p < 0.01$)³⁾.

OPCAB은 앞서 언급한 바와 같이 심근의 일시적인 허혈 및 심장 거상으로 서맥 및 혈압강하 등이 수시로 나타나게 되는데 따라서 혈액학적 안정성을 유지시키기 위한 마취과 의사의 역할이 특히 중요하다. 따라서 수술 중에 폐동맥압, 혼합정맥 산소포화도, 심박출량, 전신혈관 저항 등을 계속적으로 모니터링하며, 경식도 심장초음파를 통하여 심근벽 운동을 관찰하며 박동 상태하의 문합술시 서맥상태를 유지하고 적절한 약물을 투여하여 혈압을 유지하는 등의 적극적인 대처가 중요하다¹⁾.

결론적으로 OPCAB은 숙련된 흉부외과 의사 및 마취과 의사가 정확하게 수술을 시행한다면 체외순환 및 심정지에 의한 여러 가지 합병증을 줄일 수 있는 이상적인 관상동맥우회술이라고 생각된다.

요 약

이화여자대학교 복동병원 흉부외과에서는 2004년 1월부터 2004년 12월까지 총 23예의 체외순환없이 수술하

는 관상동맥우회술을 시행하였다. 수술사망은 없었으며 퇴원전 시행한 이식편의 개통성은 좌내흉동맥을 좌전하행지에 연결한 경우 91%, 복제정맥은 89%였다. 술 후 합병증으로는 대량출혈 2예, 심방세동을 포함한 부정맥 5예, 그리고 폐렴, 뇌경색, 척골신경 마비 등이 1예씩 있었다. 체외순환을 사용하여 시행한 관상동맥우회술과 비교하였을 때 수술 후 배액량에는 차이가 없었으나 수술 후 1일과 2일째 심근효소 수치가 체외순환 없이 시행하였을 때 통계학적으로 유의하게 낮았으며 술 후 인공호흡기 보조시간도 체외순환 없이 수술하였을 때 적었다. 결론적으로 체외순환을 사용하지 않고 시행하는 관상동맥우회술은 수술 사망률 및 이환율을 낮출 수 있는 좋은 수술방법이라고 생각된다.

중심 단어 : 체외순환없이 시행한 관상동맥 우회술 · 조기성적.

References

- 1) Kim KB, Lim HG, Huh JH, Ahn H, Ham BM : *off-pump coronary artery bypass grafting*. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg* 2000 ; 33 : 38-44
- 2) Lee C, Chang WI, Lim C, et al : *Midterm patency after off-pump coronary artery bypass grafting*. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg* 2001 ; 3 : 583-590
- 3) Lee C, Chang WI, Kim KB, Kim Y : *Financial impact of off-pump coronary artery bypass*. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg* 2002 ; 35 : 365-368
- 4) Son HS, Sun K, Fang YH, et al : *Early and Mid-term results of MIDCAB*. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg* 2004 ; 37 : 827-832
- 5) Kolessov VI : *Mammary artery-coronary artery anastomosis as a method of treatment for angina pectoris*. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1967 ; 54 : 535-544
- 6) Garrett HE, Dennid EW, DeBakey ME : *Aorto-coronary bypass with saphenous vein graft*. *JAMA* 1973 ; 223 : 792-794
- 7) Benneti FJ, Naselli G, Wood M, et al : *Direct myocardial revascularization without extracorporeal circulation. Experience in 700 patients*. *Chest* 1991 ; 100 : 312-316
- 8) Kim KB, Kang CH, Chang WI, et al : *Off-pump coronary artery bypass with complete avoidance of aortic manipulation*. *Ann Thorac Surg* 2002 ; 74 (4) : S1377-1382
- 9) Mack MJ, Pfister A, Bachand D, et al : *Comparison of coronary bypass surgery with and without cardiopulmonary bypass in patients with multivessel disease*. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004 ; 127 (1) : 167-173
- 10) Puskas JD, Williams WH, Duke PG, et al : *Off-pump coronary artery bypass grafting provides complete revascularization with reduced myocardial injury, transfusion requirements, and length of stay : a prospective randomized comparison of two hundred unselected patients undergoing off-pump versus conventional coronary artery bypass grafting*. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003 ; 125 (4) : 797-808
- 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 : 529-536
- 12) Benneti 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 : 1478-1484
- 13) Calafiore AM, Giammarco GD, Teodori G, et al : *Left anterior descending coronary artery grafting via left anterior small thoracotomy*. *Ann Thorac Surg* 1996 ; 61 : 1658-1665
- 14) Michelsen LG, Horswell J : *Anesthesia for off-pump coronary artery bypass grafting*. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2003 ; 15 (1) : 71-82
- 15) Franzone AJ, Wallsh E, Stertzler SH, DePasquale NP, Bruno MS : *Reduced incidence of intraoperative myocardial infarction during coronary bypass surgery with use of intracoronary shunt technique*. *Am J Cardiol* 1977 ; 39 (7) : 1017-1020
- 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 : 988-992
- 17) Burfeind WR, Duhaylongsod FG, Annex BH, et al : *High-flow gas insufflation to facilitate MIDCABG : Effects on coronary endothelium*. *Ann Thorac Surg* 1998 ; 66 : 1246-1249
- 18) Cleveland JC, Shroyer AL, Chen AY, et al : *Off-pump coronary artery bypass grafting decreases risk-adjusted mortality and morbidity*. *Ann Thorac Surg* 2001 ; 72 : 1282
- 19) Puskas JD, Thourani VH, Marshall JJ, et al : *Clinical outcomes, angiographic patency, and resource utilization in 200 consecutive off pump coronary bypass patients*. *Ann Thorac Surg* 2001 ; 71 : 1477

- 20) Koh TW, Carr-White GS, DeSouza AC, et al : *Intraoperative cardiac troponin T release and lactate metabolism during coronary artery surgery : comparison of beating heart with conventional coronary artery surgery with cardiopulmonary bypass. Heart 1999 ; 81 : 495*
- 21) Van Dijk D, Nierich AP, Jansen EWL, et al : *Early outcome after off-pump versus on-pump coronary bypass surgery. Circulation 2001 ; 104 : 1761*
- 22) Magee MJ, Jablonski KA, Stamou SC, et al : *Elimination of cardiopulmonary bypass improves early survival for multivessel coronary artery bypass patients. Ann Thorac Surg 2002 ; 73 : 1196*