

심폐바이패스 없이 시행된 동맥 도관만을 이용한 관상동맥 완전 재관혈화

이재원* · 박남희* · 강성식* · 주석중* · 박승정** · 박성욱**
홍명기** · 송 현* · 송명근*

Routine Off-pump Total Arterial Coronary Revascularization

Jae Won Lee, M.D.*, Nam Hee Park, M.D.*, Seong Sik Kang, M.D.*, Suk Jung Choo, M.D.*
Seung Jung Park, M.D.**, Seung Wook Park, M.D.**, Myeong Ki Hong, M.D.**
Hyun Song, M.D.*, Meong Gun Song, M.D.*

Background: To avoid the adverse effects of cardiopulmonary bypass and to overcome late vein graft failure, we routinely performed off-pump total arterial coronary revascularization. **Material and Method:** From July 2000 to August 2001, 104 consecutive patients underwent first elective off-pump total arterial coronary revascularization. Both internal mammary, radial and gastroepiploic arteries were used. Sequential and composite grafts were used to achieve complete revascularization. Perioperative adverse events and postoperative angiograms were analyzed. **Result:** A total of 252 arterial conduits were used with an average of 2.47 grafts per patient. A total of 326 distal anastomosis were performed with a mean of 3.13 distal anastomosis per patient. Cross over to on-pump occurred in seven patients (6.7%). Of these 4 were due to unstable hemodynamics during lateral or posterior wall stabilization as a result of cardiomegaly and 3 were due to uncontrolled bleeding during dissection of diffusely diminutive deeply placed intramyocardial coronary arteries. There were no operative deaths. Two cases of perioperative myocardial infarction and transient neurologic complications occurred, respectively. Of the 312 distal anastomoses, 308 (98.7%) were compatible with Fitz-Gibbon A or B patency grading. **Conclusion:** Off-pump total arterial coronary revascularization was technically feasible in most elective cases with satisfactory early results. However, on-pump coronary bypass surgery should be considered in difficult circumstances, such as cardiomegaly or unfavorable anatomy of the target coronary artery.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2003;36:309-315)

- Key words:** 1. Minimal invasive surgery
2. Coronary artery bypass
3. Conduit, arterial
4. Conduit

울산대학교 서울아산병원 흉부외과학교실

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Asan Medical Center, University of Ulsan, Seoul, Korea

*울산대학교 서울아산병원 심장내과학교실

Department of Internal Medicine, Division of Cardiology, Asan Medical Center, University of Ulsan, Seoul, Korea

논문접수일 : 2002년 12월 26일, 심사통과일 : 2003년 3월 3일

부검저자 : 주석중 (138-040) 서울특별시 송파구 풍납동 388-1, 서울아산병원 흉부외과

(T:02-3010-3954, (F)02-3010-6966, E-mail: sjchoo@amc.seoul.kr

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

서 론

관상동맥질환으로 수술적 심근재관류 (myocardial revascularization)가 필요한 환자에서 관상동맥우회술(coronary artery bypass graft)의 치료효과는 이미 널리 확립되어 있으며 이러한 전통적인 관상동맥우회술은 체외순환(cardiopulmonary bypass) 및 심정지(cardiac arrest)의 유도과 함께 좌측 내흉동맥 및 복재정맥을 이용하여 심근재관류를 하는 것이 수술의 표준 방법으로 인식되어 있다. 그러나 체외순환에 따른 전신성 염증반응(systemic inflammatory reaction) 및 심정지에 따른 전체 심근의 허혈성 손상이 술 후 이환율을 증가시키는 것으로 알려지면서 심폐바이패스의 도움 없이 관상동맥우회술을 시행하는 off-pump coronary artery bypass (OPCAB)가 점차 많이 시행되고 있다^{1,2)}. 또한 수술 시기 및 기구의 발전과 함께 다혈관 질환을 가진 환자에서도 그 적용범위가 넓어지고 있다³⁾.

또한 관상동맥우회술 시 이식 도관으로서 많이 이용되는 복재정맥은 동맥이식편에 비해 장기 개통률이 떨어지는 단점이 있어 최근에는 동맥이식편을 선호하고 있는데, 주로 사용되는 동맥이식편으로는 내흉동맥, 요골동맥, 그리고 우위대망동맥 등이 있다. 좌내흉동맥의 적합성은 장기간의 우수한 성적으로 증명되었으며 또한 우내흉동맥의 이용도 만족스런 결과를 보여주고 있다^{4,5)}. 최근에는 요골동맥과 우위 대망동맥을 이용한 수술에서도 훌륭한 장기 성적이 보고되고 있다.⁶⁾

이러한 수술적인 발전에 힘입어 본원에서는 수술적 심근재관류가 필요한 환자를 대상으로 동맥이식편만을 이용하여 심폐바이패스 없이 관상동맥우회술을 시행하여 조기 임상결과 및 도관의 개통률을 분석하여 향후 관상동맥우회술의 새로운 수술적 방법을 제시하고자 하였다.

대상 및 방법

1) 대상

2000년 7월부터 2001년 8월까지 수술적 심근 재관류가 필요했던 104예의 연속적 환자에서 심폐바이패스 없이 동맥이식편만을 이용하여 완전 재관류를 시행하였다. Off-pump total arterial coronary revascularization (OPTACR) 프로토콜을 바탕으로 동반된 심장질환으로 심폐바이패스가 필요한 환자, 응급 수술 또는 재수술을 요하는 환자, 그리고 동맥도관의 자체적인 문제로 동맥도관을 사용할 수 없어 복재정맥을 사용할 수밖에 없었던 환자는 대상에서 제외

외하였으며 한 명의 외과 의사에 의해 수술이 이루어졌다. 대상 환자의 연령은 40에서 78세로 평균 61.9 ± 8.6 세이었으며 좌심실의 심박출계수는 평균 $57.9 \pm 9.7\%$ (30% ~ 75%) 이었다. 관상동맥조영술 소견상 삼혈관 질환이 81예로 가장 많았으며(78%), 이혈관 질환이 17예(16%), 단일혈관질환이 6예(6%)였다. 좌주관상동맥질환을 가진 환자는 33예(31%)였고 당뇨병을 가진 환자가 42예로 40%를 차지했다(Table 1).

2) 수술적 시기

마취는 통상적인 기도삽관 및 호흡마취를 유도하였으며 혈액학적인 모니터링을 위해 Swan-Ganz, 동맥, 그리고 중심정맥 도관을 거치하여 심전도, 심박출량, 동맥압, 폐동맥압, 그리고 중심정맥압을 연속적으로 모니터링하였다. 다혈관 질환으로 측벽혈관의 우회술이 필요했던 대부분의 환자에서 정중흉골절개를 시행하였으며(90/104), 나머지 14예에서는 흉골 하부절개(lower half sternotomy) 또는 전측방의 작은 절개(lateral anterior small thoracotomy-LAST)를 통하여 최소침습적접관상동맥우회술(minimally invasive direct coronary artery bypass-MIDCAB)을 시행하였다. 문합을 위해 목표 혈관의 고정은 상용의 심근고정장치(Octopus 3 Medtronic[®])를 사용하였다. 동맥도관의 구멍이 끝난 후 헤파린을 100 U/kg 투여하였고 활성화응고시간(activated clotting time-ACT)을 측정하였으며 문합하는 동안 300초 이상이 되도록 유지하였다. 좌하폐정맥(left inferior pulmonary vein)과 하대정맥(inferior vena cava) 사이에 심낭 견인을 위한 봉합(traction suture) #1-0 vicryl로 견후 심장을 거상하기 위하여 vicryl 봉합 사이로 거즈를 끼웠다. 그후 생리식염수를 채운 수술용 고무 장갑을 심장 하부에 위치시켜 밑에서 심장을 받쳐 줌으로써 필요한 경우 대상 혈관 노출에 이용하기도 하였다. 수술 시야를 확보하기 위하여 문합 부위 관상동맥의 근위부 및 원위부에 불독점자(bulldog clamp)를 거치하였는데 좌전하행지의 경우 근위부와 원위부 두 곳에 불독점자를 거치하였고 다른 혈관들의 경우 근위부만 거치하였다. 그러나 역행성 혈행이 심한 경우에는 원위부에도 불독점자를 거치하였다. 이산화탄소와 He's solution을 이용한 분출기로 관상동맥 문합부위의 시야를 확보하였다. 측벽을 고정할 때는 트랜델렌부르그위를 취하여 혈액학적 안정성을 유지하였으며 우하측으로 침대의 위치를 변경하기도 하였다. 평균 동맥압을 70 mmHg 이상 유지하기 위하여 적절한 수액 공급과 심근 수축제(도파민 또는 도부타민)를 사용하기도

Table 1. Preoperative data (N=104)

Age (years)	61.9±8.6 (40~78)
Male/female	78 : 26
Coronary angiogram	
One vessel disease	6
Two vessel disease	17
Three vessel disease	81
LM disease	33
Diabetes*	42
LVEF(%)	57.9±9.7 (30~75)

*controlled with oral hypoglycemic agent or insulin.
LVEF, Left ventricular ejection fraction

Table 2. Arterial conduits (patients=104)

Conduits	Patients
BIMA + RA	53
LIMA + RA	29
LIMA	12
LIMA + RA + GEA	4
RIMA + RA	2
BIMA + RA + GEA	2
RA	1
BIMA	1

BIMA, Bilateral internal mammary artery; GEA, Gastroepiploic artery; LIMA, Left internal mammary artery; RA, Radial artery; RIMA, Right internal mammary artery

Table 3. Target coronary vessels

	LAD	Dx	OM	RCA	PDA	PL
LIMA	50	47	7			
RIMA	53	5	1			
RA	3	11	72	2	32	37
RGEA					5	1
Total	106	63	80	2	37	38

BIMA, Bilateral internal mammary artery; Dx, Diagonal branch (including ramus intermedius); GEA, Gastroepiploic artery; LAD, Left anterior descending artery; LIMA, Left internal mammary artery; OM, Obtuse marginal branch; PDA, Posterior descending artery; PL, Posterolateral branch; RA, Radial artery; RCA, Right coronary artery; RIMA, Right internal mammary artery

하였다. 관상동맥우회술이 완료된 후 헤파린에 의한 효과는 조정 비율-상용적정(滴定)량의 1/2용량-의 프로타민을 투여하여 중화하였다.

3) 기술적인 측면 - 동맥이식만을 이용한 심근재관류

본 저자들은 원칙적으로 양측 내흉동맥과 요골 동맥을 사용하였으며 필요에 따라 우위대망동맥도 이식동맥편으로 사용하기도 하였다. 좌내흉동맥은 관상조직과 함께 또는 혈관 단독으로 골격화를 통해 획득하였으며 우내흉동맥은 혈관 단독으로 골격화를 통해 획득하였다. 요골동맥 및 우위대망동맥의 경우 Harmonic scalpel (Ethicon Endo-surgery Inc. Cincinnati, OH)을 사용하여 획득하였다. 대부분의 경우 양측 내흉동맥과 우위대망동맥의 경우 기시부로부터 바로 관상동맥 우회술에 이용되었으며(in-situ graft) 요골동맥은 자유이식편(free graft)으로 사용되었다.

일반적인 이식편 배치의 원칙으로는 우측 내흉동맥은 좌전하행동맥에만 연결하였으며 요골동맥은 T 또는 Y자 모양으로 좌측 내흉동맥과 연결하였다. 대부분의 경우 좌내흉동맥과 요골동맥 복합 이식편의 경우 전측벽, 측벽, 후하벽 혈관 연결에도 충분한 길이가 제공되었는데, 충분한 길이가 제공되지 않을 경우 U자 이식편이나 I자 이식편을 이용하였다. 우위대망동맥의 경우 우측 관상동맥의 근위부가 95% 이상 협착되었을 때만 이용하였다. 획득한 동맥 이식편을 최대로 사용하기 위하여 요골동맥의 경우는 2개 이상의 연속적인 문합에 주로 이용되었다.

결 과

동맥이식편을 사용함에 있어서 사용빈도를 순서대로 정리해 보면 좌내흉동맥(101/104), 요골동맥(88/104), 우내

Table 4. Cross over to cardiopulmonary bypass

1. Hemodynamic instability					
Case	CTR	LVD(s/d)	LVH	Off-pump	On-pump
65/F	59%	38/53	+	LAD & PL	OM
53/M	58%	29/53	+	LAD & OM	PDA
73/M	52%	25/48	-	LAD & Dx	OM
61/M	46%	29/45	-	LAD & Dx	OM

2. Uncontrollable bleeding

Case	Target	Size	Anatomic feature
61/M	LAD	<1.5 mm	Diffuse, long, small
70/M	LAD	<1.5 mm	Small, intramyocardially placed
53/M	LAD	>1.5 mm	Intramyocardially placed

CTR, Cardiothoracic ratio; Dx, Diagonal branch (including ramus intermedius); LAD, Left anterior descending artery; LVD(s/d), Left ventricular dimension(systolic/diastolic); LVH, Left ventricular hypertrophy; OM, Obtuse marginal branch; PDA, Posterior descending artery; PL, Posterolateral branch

흉동맥(57/104), 우위망동맥(6/104) 순이었다. 우내흉동맥의 경우 52예에서는 in-situ graft로 사용하였고 5예에서는 자유이식편으로 사용하였다. 사용된 이식편의 총수는 252개였으며 환자당 평균 2.4개였다. 양측내흉동맥과 요골동맥을 사용한 경우는 53예였으며 좌내흉동맥과 요골동맥을 사용한 경우는 29예였다. 좌내흉동맥과 요골동맥의 복합 도관을 이용한 경우는 81예였으며 T자 또는 Y자 이식을 시행하였다(Table 2). 총 326개의 원위부 문합이 이루어졌으며 환자당 평균 3.13개의 문합이 시행되었다. 326예의 문합 중 좌전하행동맥은 모든 환자에서, 둔각모서리 분지의 경우는 80예, 후하행 동맥의 경우 37예, 우후측방분지의 경우 38예에서 원위부 문합이 시행되었다(Table 3).

술 중 심폐바이패스로 전환된 경우는 7예였으며 불안정한 혈액학적인 현상으로 인한 경우가 4예, 좌전하행동맥의 박리 중 발생한 출혈에 의한 경우가 3예였다(Table 4).

수술사망은 없었으며 급성신부전이나 호흡부전의 경우도 없었다. 술 후 심근 경색 및 일시적인 신경학적 합병증이 각각 2예에서 발생하였다. 총 104예의 수술 중 25예에서 수혈이 필요하였으며 1예에서 과도한 출혈로 지혈을 위한 재수술이 시행되었다(Table 5).

술 후 관상동맥조영술을 시행하여 도관의 개통률을 조사하였으며 핏츠기본 시스템(FitsGibbon patency grading system) 등급 A와 B에 해당되는 경우가 312개의 문합 중

Table 5. Postoperative data (N=97)

Mechanical ventilation (hours)	7.5 ± 6.0
Bleeding (cc)	912 ± 458
Transfusion (cc)	154 ± 553
None	79
0~200 cc	5
200~400 cc	7
>400 cc	6
ICU stay (day)	2.0 ± 1.8
Hospital stay (day)	9.1 ± 4.5
Operative mortality	0
Reoperation for bleeding	1
Perioperative MI	2
Arrhythmia	3
Transient neurologic event	2
Deep sternal infection	0
Inotropic use	29
IABP	2
Renal failure	0
Respiratory failure	0

IABP, Intra-aortic balloon pump; ICU, Intensive care unit; MI, Myocardial infarction

Table 6. Early postoperative coronary angiogram

	LAD	Dx	OM	RCA	PDA	PL
FitzGibbon A	99	58	75	2	32	36
FitzGibbon B	3	2	1	0	0	0
FitzGibbon O	1	0	2	0	1	0
Patency(%)	99	100	97.4	100	97	100

DX, Diagonal branch (including ramus intermedius); LAD, Left anterior descending artery; OM, Obtuse marginal branch; PDA, Posterior descending artery; PL, Posterolateral branch; RCA, Right coronary artery

308개로 98.8%의 조기 개통률을 보였다(Table 6).

고 찰

OPCAB이 처음 소개된 후 수술 시기 및 기구의 발전과 함께 지금은 그 적용범위가 상당히 넓어지고 있다. 그동안 좌심실의 측벽 또는 후하벽을 고정할 때 불안정한 혈액역학 등으로 인한 기술적인 어려움이 보고되었고 이러한 어려움은 다혈관 관상동맥질환 환자에서 완전 재관류를 위한 가장 큰 제한점으로 알려져 왔다. 이를 극복하기 위해 측벽 및 후하벽을 노출시키기 위한 몇 가지 방법들이 제시되어 왔었는데^{8,9)} 저자들의 경험으로는 긴 거즈를 이용한 1회 견인 봉합 방법(pericardial stitch)으로 특별한 기술적인 어려움 없이 OPCAB를 시행할 수 있었다. 81예의 삼혈관질환 환자에서 정중절개를 통하여 심장의 모든 혈관에 접근이 가능하였고 환자당 평균 3.13개의 원위부 문합을 시행하였는데 이는 전통적인 관상동맥우회술에서의 결과와 비슷하였다¹⁰⁾. 또한 술 후 관상동맥조영술을 통하여 확인한 단기성적에서 측벽의 개통률은 97.4% (76/98)이였으며 후하벽의 개통률은 98.5% (67/68)로 우수한 결과를 보였다. 이는 다혈관질환에서 OPCAB의 제한점으로 지적되어왔던 문제점을 극복한 것이라고 하겠다.

그러나 술 중 심폐바이패스로 전환한 경우가 7예(6.7%) 있었는데 그 원인을 분석해 보면 측벽의 혈관을 연결할 때 혈액역학적 불안정성이 발생한 경우가 3예, 후하행동맥의 근위부를 절찰한 후 발생한 부정맥이 문제가 된 경우가 1예, 심근 내에 위치한(intramucosal) 좌전하행지를 박리하던 도중 발생한 조절하기 힘든 출혈에 의한 경우가 3예 있었다. 심비대가 심하거나 심장의 좌전하행지가 심한 경우심폐바이패스를 이용한 수술로 전환되기 쉬운데¹²⁾ 이는 수술 시야 확보를 위하여 심장을 과도하게 거상하면서 좌심실과 심낭 사이에서 우심방이 심하게 눌리면서 불안

정한 혈액역학을 보이기 때문이다. 또한 OPCAB 시 우관상동맥의 완전한 절찰은 서맥을 유발하게 되고 그에 따른 혈액역학적 불안정성이 나타나기도 하는데 이러한 경우 일시적인 pacemaker의 사용이 도움이 되기도 한다. 심근내에 위치하며 심하게 석회화되어 있고 비교적 작은 혈관의 경우도 OPCAB의 적용이 어려운 경우가 있다¹³⁾. 특히 심근 속에 깊게 위치한 좌전하행지의 경우 박리 도중 출혈이 발생할 가능성이 높으며 이는 좌전하행지의 중요성에 비추어 볼 때 술 중 혈압유지의 어려움, 저심박출증 등 여러 가지 문제를 야기시킬 수 있다. 이러한 경우 무리한 OPCAB의 진행은 술 중 또는 술 후에 이환율 및 사망률을 높이는 요인으로 작용할 수 있으므로 심폐바이패스를 이용한 수술로의 전환을 고려하는 좋을 것으로 생각된다. 따라서 OPCAB를 시행하기 위험한 환자군에서는 술 전 미리 심폐바이패스의 가능성을 염두에 두는 것이 안전할 것으로 생각한다.

OPCAB의 장점으로 심폐바이패스를 이용할 때 발생하는 여러 문제점들(과도한 술 후 출혈, 신경학적 부작용, 신부전 또는 호흡부전)의 발생가능성을 낮출 수 있다고 알려져 있으나 일부 연구에 의하면 술 후 발생하는 여러 가지 문제점들은 심폐바이패스와 관련이 없다고 보고하고 있다^{14,15)}. 본 연구에서는 이에 대한 비교분석을 하지 않아 그 상관관계를 논하기에는 무리가 있으나 80%의 환자에서 혈액제제의 사용이 필요하지 않았던 점은 OPCAB의 장점으로 생각한다.

현재까지 보고된 각 도관의 장기 개통률은 이미 잘 알려져 있으며 동맥이식편의 우수한 장기 개통률은 점차 동맥이식편의 사용을 넓혀가고 있다. 따라서 현재는 동맥이식편만을 이용한 완전 재관류를 위해 어떤 이식편을 이용할 것인가, 그리고 제한적인 동맥이식편을 얼마나 효과적으로 이용할 것인가 하는 데 관심이 모아지고 있다. 일반적으로 동맥이식편의 선택은 내흉동맥과 요골동맥 또는

우위대망동맥을 이용하게 되는데 내흉동맥의 사용은 이미 그 결과가 입증되어 좌전행하지에 문합하는 것에 대해서는 이의가 없으며 요골동맥 또는 우위대망동맥의 경우 술자의 선호도에 따라 선택에 영향을 받는 경우가 많다. 최근에는 양측내흉동맥을 모두 사용하는 추세인데¹⁶⁾ 본 연구에서도 양측내흉동맥을 모두 이용하는 것을 원칙으로 하였다. 우측내흉동맥의 경우는 단일연결로 좌전행하지에 연결하였는데 이는 좌전행하지의 중요성을 고려하여 더 많은 혈류가 갈수록 더 안전하며 더 좋은 장기 생존율을 기대할 수 있을 것으로 생각되기 때문이다. 좌내흉동맥의 경우 주로 요골동맥과 Y자 모양의 복합이식편을 만들어 이용하였는데 박리 시 기저부의 판상조직을 동반하거나 또는 골격화를 시행하기도 하였다. 좌내흉동맥의 경우는 사선분지 또는 둔각 모서리분지에 문합하였으며 측면과 후하면의 혈관들은 요골동맥을 이용하여 단일 또는 연속적인 방법으로 문합하였다. 복합이식편으로의 요골동맥의 이용은 자유이식편으로 사용 시 발생할 수 있는 여러 가지 문제점을 방지할 수 있는 장점을 가지며¹⁷⁾ 또한 길이의 제한성을 극복할 수 있어 둔각 모서리 분지와 우관상동맥의 말단 부위까지 연속 문합 방법으로 연결할 수 있었다.

결론적으로 심폐바이패스 없이 동맥이식편만을 이용한 관상동맥우회술(Off-pump total arterial coronary revascularization, OPTACR)은 대부분의 환자에서 특별한 문제점 없이 시행될 수 있었으며 술 후 우수한 조기 개통률 및 임상 결과를 보였다. 그러나 심한 심비대가 있는 환자나 해부학적으로 목표하는 혈관의 접근이 어려운 경우 심폐바이패스의 사용을 염두에 두는 것이 좋을 것으로 생각한다. 이러한 결과는 이와 같은 수술방법이 관상동맥우회술의 또 다른 한 방법으로 제시될 수 있을 것으로 판단되며 향후 장기추적관찰이 필요할 것으로 생각한다.

참 고 문 헌

1. Buffolo E, Andrade JCS, Branco JNR, Teles CA, Aguiar LFA, Gomes WJ. Coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1996;61:63-6.
2. Benetti FJ, Naselli G, Wood M, Geffner L. Direct myocardial revascularization without extracorporeal circulation: experience in 700 patients. *Chest* 1991;100:312-6.
3. Calafiore AM, Mauro MD, Contini M, et al. Myocardial revascularization with and without cardiopulmonary bypass in multivessel disease: Impact of the strategy on early outcome. *Ann Thorac Surg* 2001;72:456-63.
4. Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM, et al. Influence of the internal mammary on 10-year survival and other cardiac events. *New Eng J Med* 1986;314:1-6.
5. Barner, HB, Standeven, JW, Reese, J. Twelve-year experience with internal mammary artery for coronary artery bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985;90:668-75.
6. Iaco AL, Teodori G, Di Giammarco G, et al. Radial artery for myocardial revascularization: Long-term clinical and angiographic results. *Ann Thorac Surg* 2001;72:464-9.
7. FitzGibbon GM, Burton JR, Leach AJ. Coronary bypass graft fate: angiographic grading of 1400 consecutive grafts early after operation and of 1132 after one year. *Circulation* 1978;57:1070-4.
8. Bergsland J, Karamanoukian HL, Soltoski PR, Salerno TA. Simple suture for circumflex exposure in off-pump coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1999;68:1428-30.
9. Cartier R, Blain R. Off-pump revascularization of the circumflex artery: technical aspects and short-term results. *Ann Thorac Surg* 1999;68:94-9.
10. Daily PO. Early and five-year results for coronary artery bypass grafting. A benchmark for percutaneous transluminal coronary angioplasty. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1989;97:67-77.
11. 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;71:1477-84.
12. Mathison M, Edgerton JR, Horswell JL, Akin JJ, Mack MJ. Analysis of hemodynamic changes during beating heart surgical procedures. *Ann Thorac Surg* 2000;70:1355-61.
13. Baumgartner FJ, Gheissari A, Capouya ER, Panagiotides GP, Katouzian A, Yokoyama T. Technical aspects of total revascularization in off-pump coronary bypass via sternotomy approach. *Ann Thorac Surg* 1999 67:1653-8.
14. Kshetry VR, Flavin TF, Emery RW, Nicoloff DM, Arom KV, Petersen RJ. Does multivessel, off-pump coronary artery bypass reduce postoperative morbidity? *Ann Thorac Surg* 2000;69:1725-30.
15. Lancey RA, Soller BR, Vander Salm TJ. Off pump versus on pump coronary artery bypass surgery: a case-matched comparison of clinical outcome and costs. *The Heart Surgery Forum* 2000;3:277-81.
16. Schmidt SE, Jones JW, Thornby JJ, Miller III CC, Beall AC. Improved survival with multiple left-sided bilateral internal thoracic artery grafts. *Ann Thorac Surg* 1997;64:9-14.
17. Murkin JM. Neurological outcomes after OPCAB: How much better is it? *The Heart Surgery Forum* 1999;2:216-21.

=국문 초록=

배경: 관상동맥우회술 시 심폐바이패스에 의한 전신성 염증반응의 부작용을 피하고 정맥 이식편의 낮은 장기 개통률을 극복하기 위하여 수술적인 심근 재관류가 필요한 환자를 대상으로 심폐바이패스를 이용하지 않고 동맥 도관만을 이용하여 관상동맥우회술을 시행하였다. 대상 및 방법: 2000년 7월부터 2001년 8월까지 수술적인 심근재관류가 필요했던 104예의 연속적인 환자에서 심폐바이패스 없이 동맥이식편만을 이용하여 관상동맥우회술을 시행하였다. 동반된 심장질환으로 심폐바이패스가 필요한 환자, 응급 수술 또는 재수술을 요하는 환자, 그리고 동맥도관의 자체적인 문제가 있었던 환자는 대상에서 제외하였다. 상용화된 심장 고정장치를 이용하여 혈관을 노출시켜 문합을 시행하였으며 동맥이식편은 양측 내흉동맥과 요골동맥, 그리고 우위대망동맥을 사용하였다. 완전 재관류를 복합도관을 사용하거나 연속문합의 방법을 이용하였다. 술 중 심폐바이패스로 전환된 예를 분석하였고 술 후 임상결과 및 각 도관의 조기 개통률을 조사하였다. 결과: 원위부 문합은 총 326로 환자당 평균 3.13개(1~5개)를 시행하였고 동맥이식편은 총 252개를 사용하여 환자당 평균 2.47개(1~4개)의 도관을 사용하였다. 술 중 7예(6.7%)에서 심폐바이패스로 전환하였는데 이를 이용한 수술로 전환된 환자 중 심한 심비대로 측벽 고정 시 불안정한 혈역학적 소견에 의한 경우가 3예, 우관상동맥 결찰 후 발생한 서맥으로 불안정한 혈역학적 소견을 보인 경우가 1예, 그리고 관상 동맥 크기가 작고 심근 내에 위치한 관상동맥의 박리도중 발생한 과도한 출혈에 의한 경우가 3예 있었다. 수술 사망은 없었으며 술 후 발생한 심근경색 및 일시적인 신경학적 합병증이 각각 2예에서 발생하였다. 312개의 원위부 문합에 대해 관상동맥조영술을 시행하여 98.7% (308/312)의 조기 개통률을 보였다. 결론: 심폐바이패스를 이용하지 않은 동맥편만을 이용한 관상동맥우회술은 대부분의 정규수술에서 기술적인 어려움 없이 시행되었으며 만족할 만한 조기 임상 성적 및 개통률을 보였다. 그러나 심한 심비대, 좌전하행지의 심근내 주행, 미만성 병변 등의 경우 술 전에 심폐바이패스의 가능성을 염두에 두는 것이 안전할 것으로 생각한다. 이러한 수술기법은 관상동맥우회술의 새로운 대안으로 제시될 수 있으며 향후 장기추적 관찰이 필요할 것으로 생각한다.

- 중심 단어 : 1. 최소침습수술
2. 관상동맥 우회술
3. 동맥 도관
4. 도관