

동맥 도관만을 이용하여 체외심폐순환 없이 시행한 관상동맥우회술

윤영남* · 유경중* · 이교준* · 이기종* · 주현철* · 임상현* · 김승호** · 곽영란**

Off Pump Total Arterial Myocardial Revascularization

Young Nam Youn, M.D.*, Kyung Jong Yoo, M.D.*, Kyo Joon Lee, M.D.*, Gy Jong Lee, M.D.*
Hyun Chul Joo, M.D.*, Sang Hyun Lim, M.D.*, Seung Ho Kim, M.D.***, Young Lan Kwak, M.D.**

Background: Arterial conduits using in coronary artery bypass grafting (CABG) have been known a great long term patency rates, and improved short and long term clinical outcomes. It has been reported that Off pump CABG has better clinical results than CABG using cardiopulmonary bypass. To evaluate the advantage of arterial conduits over venous conduits and to avoid the adverse effects of cardiopulmonary bypass, we performed total arterial Off pump CABG. **Material and Method:** From January 2001 to October 2004, Off pump CABG using only arterial conduits was performed on 325 patients with a mean age of 59.3±11.9 years (36~83). Mean ejection fraction was 55.4±14.0% (15~86). Angiography showed left main disease or triple-vessel disease in 81.9% of the patients. Indications of using arterial conduits was stenosis ≥50% of left anterior descending artery, stenosis ≥80% of branches of left circumflex artery, and stenosis ≥90% of right coronary artery and its branches. Multi-slice computed tomography was performed on 194 patients to evaluate the short term patency rates. **Result:** A total of 928 distal anastomoses were performed and the average anastomoses per a patient were 2.86±0.78. There was 1 operative mortality. Postoperative complications were mediastinitis in 6 patients (1.8%), renal failure in 4 patients (1.2%), perioperative myocardial infarction in 3 patients (0.9%), reoperation for bleeding in 3 patients (0.9%). There was no postoperative stroke. Patency rate of arterial conduits was 99.3% (581/585). There were 4 stenoses or competitive flows in 2 radial arteries and 2 right internal mammary arteries. **Conclusion:** Total arterial Off pump CABG appears to be safe, showing a low surgical mortality and morbidity and excellent short term patency rates of arterial conduits.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2005;38:349-356)

Key words: 1. Coronary artery bypass
2. Off pump
3. Cardiopulmonary bypass

서 론

Kolessove[1]에 의해 처음 시도된 관상동맥우회술은 좌내흉동맥으로 심폐체외순환 없이 시행되었으나(Off pump

coronary artery bypass; Off pump CABG), Favaloro[2] 등에 의해 좌내흉동맥보다 풍부하면서도 획득과 수술이 용이한 대복재정맥이 소개되고 심폐체외순환을 이용한 무혈상태의 수술 술식의 발달로 보편화되지 못했다가 최근 들

*연세대학교 의과대학 흉부외과학교실, 영동세브란스병원

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

**연세대학교 의과대학 마취통증의학교실

Department of Anesthesia and Pain Medicine, Yonsei University College of Medicine

논문접수일 : 2005년 1월 18일, 심사통과일 : 2005년 3월 14일

책임저자 : 유경중 (120-752) 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.

어 심장고정기의 발달과 함께 심폐체외순환의 합병증을 줄일 수 있는 좋은 술식으로 널리 사용되고 있다.

현재에도 심폐체외순환을 이용하여 정지된 심장에서 대복재정맥을 대부분의 이식편으로 사용하는 관상동맥우회술이 가장 보편화된 수술방법으로 이용되고 있으나 내흉동맥의 우수한 장기 성적이 보고되고[3-7], 또한 Off pump CABG를 이용한 많은 임상경험이 보고되면서[8-10] 관상동맥우회술의 수술방법과 이용되는 도관의 종류 및 방법 등이 많은 변화를 보이게 되었다. 관상동맥우회술의 수술목표는 관상동맥 병변에 따라 이식 가능한 혈관의 수는 차이가 있을 수 있으나 완전 재혈관화를 이루는데 있으며, 완전 재혈관화를 이루기 위해 외과의사마다 시술하는 방법이나 도관의 선택 및 이용에 큰 차이를 보일 수 있다.

저자들은 이러한 방법 중에서 Off pump CABG와 양쪽 내흉동맥 및 요골동맥을 이용한 수술의 안전성과 효율성을 평가하고 수술 후 동맥 이식편의 단기 생존율을 알아보려고 하였다.

대상 및 방법

1) 연구 대상

2001년 1월부터 2004년 10월까지 심장외과의 1인에 의해 Off pump CABG를 시행받은 630명 중에서 동맥 도관만을 사용하였던 325명(51.6%)을 대상으로 하였다. 환자의 평균나이는 59.3±11.9세(36~83세)로 70세 이상의 환자는 65명(20%)이었으며 남성이 238명, 여성이 87명이었다. 평균 Canadian class는 2.4±0.8이었고, 평균 심장박출계수는 55.4±14.0% (15~86%)이었다. 좌주관상동맥 질환 혹은 삼혈관 질환이 있었던 환자는 266명(81.9%)이었고 불안정성 협심증을 가지고 있었던 환자는 181명(79.4%)이었다. 수술 전 위험요소로서 당뇨가 132명, 고혈압이 181명, 흡연이 171명이었고, 138명의 환자가 수술 전 심근경색을 보였고, 뇌경색의 기왕력을 가진 환자가 26명이었다 (Table 1).

2) 연구 방법

대상 환자의 의무기록을 조사하여 수술 전 환자의 병력, 이학적 및 상용검사 결과를 토대로 수술 전 위험인자를 분석하였고, 심전도, 심초음파, 관상동맥 조영술 및 심장조영술을 통하여 질병을 분석하고 수술 후 합병증 및 사망원인을 후향적으로 분석하였으며, 이식편의 개통여부

Table 1. Demographics and preoperative characteristics (n=325)

Characteristics	No. of patients
Age (years)	59.3±12.0 (range, 36~83)
Male to female ratio	238 : 87 (73.2% : 26.8%)
Mean canadian class	2.4±0.8
Ejection fraction (%)	55.4% (range, 15~86)
Coronary angiogram	
Left main disease	77 (23.7%)
Three vessel disease	189 (58.2%)
One or two vessel disease	59 (18.2%)
Unstable angina	258 (79.4%)
Hypertension	181 (55.7%)
Smoker	171 (52.6%)
Previous MI (<90 days)	138 (42.5%)
Diabetes mellitus	132 (40.6%)
Ejection fraction <50%	91 (28.0%)
PAOD	63 (19.4%)
S/p PTCA	44 (13.5%)
Previous CVA	26 (8.0%)
Renal dysfunction*	11 (3.4%)
Reoperation	3 (0.9%)
COPD	2 (0.6%)
IABP	1 (0.3%)

MI=Myocardial infarction; PAOD=Peripheral arterial obstructive disease; PTCA=Percutaneous transluminal coronary angioplasty; CVA=Cerebrovascular accident; *=Including acute renal failure and chronic renal failure; COPD=Chronic obstructive pulmonary disease; IABP=Intra-aortic balloon pump.

를 판정하기 위하여 수술 후 7~10일에 multi-slice 컴퓨터 단층촬영을 실시한 후 결과를 분석하였다. 모든 데이터는 평균±표준편차로 나타내었으며, 사용된 용어의 정의는 Society of Thoracic Surgeons (STS)의 용어 정의집[11]을 따랐다.

저자들은 관상동맥우회술의 적응이 되는 의의 있는 관상동맥 질환은 관상동맥의 직경이 50% 이상 협착이 있으면서 직경이 1.5 mm 이상 되는 관상동맥을 대상으로 하였으며, 그 중 동맥 도관을 이식편으로 사용하는 적응증은 좌전하행지는 협착이 50% 이상, 회선동맥 분지는 80% 이상, 우관상동맥은 90% 이상인 경우로 하였다. 수술 전 후의 심근경색증은 연속된 두 개 이상의 심전도 leads에서 수술직후 새로 발생한 Q 파나, ST segment의 상승과 혈액 검사에서 18시간 이내에 Creatine Kinase-MB isoenzyme이 정상의 80 IU/L 이상 증가하는 경우로 하였으며, 수술사망

은 수술 후 30일 이내 혹은 단일 재원기간 중에 사망한 경우를 포함하였다. 만성 폐쇄성 폐질환은 폐기능 검사로 진단하고, 신부전증은 수술 전 투석을 시행하고 있는 환자로 정의하였으며, 말초혈관 질환은 혈관조영술시에 대동맥에서 직접 기시하는 동맥에 50% 이상 협착이 관찰되는 경우로 정의하였다.

3) 수술 방법

수술은 전신마취 하에 흉골을 정중 절개하여 좌내흉동맥과 동시에 좌측 요골동맥을 박리 후 획득하였으며, 필요시 우내흉동맥과 우위대망동맥을 박리 후 획득하였다. 내흉동맥은 초기에는 판상조직과 함께(pedicled) 획득하였으나 최근에는 골격화된(skeletonized harvesting) 방법으로 획득하였으며, 획득 후 papaverine 30 mg과 헤파린 1 mg이 함유된 생리식염수 10 cc를 혈관 내 주입하였다. 요골동맥은 Harmonic scalpel (Ethicon Endosurgery Inc. Cincinnati, OH, USA)을 이용하여 획득하였으며, 획득 후 papaverine 30 mg과 헤파린 1 mg이 함유된 동맥혈을 혈관 내 주입하였다. 요골동맥의 연축을 예방하기 위하여 수술 중부터 정맥 내(4 mg/hour), 그리고 경구투여가 가능해질 때에 경구를 통하여 칼슘 길항제(diltiazem)를 투여하였다(90 mg/day). 내흉동맥 획득 후 심낭을 절개하고 이식하고자 하는 관상동맥을 확인하고, 동시에 심장의 거상에 따른 혈액학적 변화를 관찰하였다. 헤파린을 1 mg/kg를 주입하고 활성화된 응고시간(activated clotting time: ACT)을 250초 이상으로 유지시켰다. 수술은 심장의 후 중앙에 직경 2 cm 정도의 tape를 고정시킨 후 심장의 거상에 이용하였으며, 심장의 고정은 Octopus system (Medtronic, Minneapolis, MN, USA)을 이용하였다. 동맥 이식편을 대동맥에 이식 시에는 부분적 대동맥 겹자를 시행하였다. 관상동맥 절개부의 시야확보를 위해 관상동맥 내 셉트와 vascular sling 및 이산화탄소 분사기를 이용하였다.

4) 이식편의 선택

원칙적으로 좌내흉동맥에 박리된 요골동맥을 Y 혹은 다중 Y 형태로 연결한 후 좌내흉동맥은 좌전하행지의 협착 원위부에 연결하고, 요골동맥은 대각지(diagonal branch) 혹은 변연둔각지(obtuse marginal branch)에 연결하였고, 우관상동맥은 우내흉동맥과 우위대망동맥으로 연결하였다. 대부분의 경우 좌내흉동맥과 요골동맥 복합 이식편으로 심장의 전 측벽, 측벽, 후 하벽 혈관의 연결에 충분한 길이가 확보되었으며, 우관상동맥 영역인 하벽과 후

Table 2. Operative datas (I): Types of coronary anastomoses

Conduits	No. (n=325)	%
LIMA+RA	143	44.0
Bilateral IMA+RA	138	42.5
Bilateral IMA	16	4.9
LIMA	12	3.7
LIMA+RA+GEA	11	3.4
LIMA+Bilateral RA	1	0.3
Bilateral IMA+RA+GEA	1	0.3
RIMA	1	0.3
RIMA+RA	1	0.3
RA	1	0.3
Mean arterial conduits*	2.45±0.56	

LIMA=Left internal mammary artery; RA=Radial artery; IMA=Internal mammary artery; RIMA=Right internal mammary artery; GEA=Right gastroepiploic artery.

하벽의 경우, 문합이 필요한 영역까지 우내흉동맥의 길이가 짧은 경우는 요골동맥을 단단 문합하여 길이를 연장하였다.

결 과

환자당 평균 2.46±0.56개의 동맥 도관을 획득하였으며, 이용된 동맥 도관은 좌내흉동맥 322예(99.1%), 요골동맥 297예(91.4%), 우내흉동맥 157예(48.3%), 그리고 우위대망동맥 12예(3.7%)였다. 좌내흉동맥과 요골동맥을 사용한 경우가 143예(44.0%), 양측내흉동맥과 요골동맥을 사용한 경우가 138예(42.5%)였으며, 연쇄 문합술(sequential grafting)은 66예(20.3%), 요골동맥과 내흉동맥의 Y 문합은 296예(91.1%)에서 시행되었다(Table 2). 9예(2.8%)에서만 부분적 대동맥 겹자를 통하여 자유 이식편을 대동맥과 문합하였으며 나머지 316예(97.3%)에서는 대동맥에 조작 없이 우회술이 시행되었다. 총 928개의 원위부 문합이 이루어졌으며, 좌전하행지 329곳, 대각지 123곳, 변연둔각지 285곳, 그리고 우관상동맥 191곳에 문합하여, 환자당 평균 2.86±0.78개의 문합률을 보였다(Table 3).

동맥 도관만을 이용한 Off pump CABG 시행 중 On pump CABG로의 전환은 3예에서 있었으며, 모두 좌전하행지에 좌내흉동맥을 문합한 다음, 변연둔각지에 이식편을 문합하는 도중에 발생한 혈액학적 불안정상태로 즉시 체

Table 3. Operative datas (II): Target coronary vessels

	LIMA	RIMA	RA	GEA	Total
LAD	318	5	6	0	329
Dx	9	9	105	0	123
OM	11	19	255	0	285
PD	4	53	15	9	81
PL	1	36	9	2	48
RCA	0	51	6	1	58
RAM	0	3	1	0	4
Total	343	176	397	12	928
No. of mean distal grafting			2.86±0.78		

LIMA=Left internal mammary artery; RIMA=Right internal mammary artery; RA=Radial artery; GEA=Right gastroepiploic artery; LAD=Left anterior descending artery; Dx=Diagonal branch; OM=Obtuse marginal branch; PD=Posterior descending branch of right coronary artery; PL=Posterior lateral branch of right coronary artery; RCA=Right coronary artery; RAM=Right acute marginal branch.

Table 4. Postoperative datas

Characteristics	
Operation time (minutes)	248.2±47.2
Ventilation time (hours)	13.2±6.6
CK-MB (IU/L)(POD #1)	13.3±33.4
Cardiac index (L/min/m ²)(POD #1)	3.4±0.7
Blood loss (mL)	840.0±375.3
ICU stay (hours)	53.0±19.0
Hospital stay (days)	12.1±6.6

CK-MB=Creatine kinase-MB; POD=Postoperative date; ICU=Intensive care unit.

외심폐순환을 시행하여 합병증 없이 수술을 마칠 수 있었다. 이 환자들은 연구대상에서 제외하였다.

평균 수술시간은 248.2±47.2분이었고, 수술 후 평균 기계 환기 시간은 13.2±6.6시간이었으며, 평균 중환자실 체원기간은 53.0±19.0시간이었다. 수술 후 24시간에 측정된 평균 Creatinine kinase-MB는 13.3±33.4 IU/L이었으며, 평균 심장박출계수는 3.4±0.7 L/min/m²였다. 평균 출혈량은 840.0±375.3 mL이었고, 평균 재원기간은 12.1±6.6일(5~55일)이었다(Table 4).

수술 후 사망은 1예(0.31%)가 발생하였다. 사망환자는

Table 5. Postoperative complications

	No.	%
<i>Cardiovascular</i>	8	2.5
Perioperative MI	3	0.9
Postoperative IABP	2	0.6
Sudden cardiac arrest	1	0.3
Pericarditis	1	0.3
Pericardial effusion	1	0.3
<i>Wound infection</i>	7	2.2
Mediastinitis	6	1.8
Superficial wound infection	1	0.3
<i>Gastrointestinal</i>	5	1.5
UGI bleeding	3	0.9
SMA infarction	1	0.3
Peritonitis	1	0.3
<i>Renal</i>	4	1.2
Postoperative renal failure	4	1.2
<i>Respiratory</i>	4	1.2
Pleural effusion	2	0.6
Acute respiratory failure	1	0.3
Pulmonary edema	1	0.3
<i>Reoperation for bleeding</i>	3	0.9
<i>Neurological</i>	2	0.6
Cerebral infarction	0	
Delirium (transient)	2	0.6
<i>Catheter infection</i>	1	0.3
<i>Unknown thrombocytopenia</i>	1	0.3
Total	35/30 Patients	10.8%

IABP=Intra-aortic balloon pump; MI=Myocardial infarction; PT CA=Percutaneous transluminal coronary angioplasty; UGI=Upper gastrointestinal; SMA=Superior mesenteric artery.

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

총 수술 합병증은 30명의 환자에서 35예(10.8%)가 발생하였다. 수술 후 뇌경색은 없었으며 발생한 주요 합병증으로는 3명의 수술 후 심근경색증을 포함한 심혈관계 합

병증이 8예(2.5%)로 가장 많았으며, 6예의 중격동염을 포함한 상흔 감염이 7예(2.2%), 위장관계 합병증이 5예(1.3%), 수술 후 신부전이 4예(1.2%), 호흡기계 합병증이 4예(1.2%), 출혈로 인한 재수술이 3예(0.9%), 수술 후 섬망(delirium)이 2예(0.6%) 발생하였다(Table 5).

수술 후 6~7일에 심장 multi slice 컴퓨터 단층촬영을 194명(59.7%)의 환자에서 시행하였다. 좌내흉동맥, 요골동맥, 우내흉동맥 및 우위대망동맥의 개존율은 각각 100% (207/207), 99.2% (238/240), 98.5% (133/135) 및 100% (3/3)이었다. 대각지와 변연둔각지에 연결한 두 개의 요골동맥과 우관상동맥의 후하행지와 후측행지에 연결한 두 개의 우내흉동맥에서 부분협착이나 경쟁혈류가 관찰되어, 총 99.3% (581/585)의 혈관 개존율을 보였다.

고 찰

최근 심장고정기와 술기의 발달로 후방과 측면의 관상동맥의 접근이 용이해졌으며 수술의 고위험인자를 가진 환자와 고령의 환자가 늘어나면서, 관상동맥질환의 치료로서의 Off pump CABG는 점점 늘어나고 있는 추세이다. Off pump CABG는 작은 혈관의 문합이 기술적으로 어려움이 있고, 관상동맥이 심근 내에 묻혀 있거나 광범위한 동맥경화가 진행되고 석회화가 심한 경우 완전한 재혈관화가 어려울 수 있으며, 수술 시 차단되는 혈류로 인한 심근 허혈의 유발 등의 문제점이 제기되고 있으나 고위험군에서 시행된 Off pump CABG는 기존의 체외심폐순환을 이용한 관상동맥우회술(On pump CABG)보다 우수한 임상성적을 나타내고 있다[12,13].

동맥 도관의 사용은 장기적으로 수술 후 협심증과 심근경색의 재발, 경피적 관상동맥 확장술의 재시행을 줄이고 기존의 정맥을 이용한 관상동맥우회술에 비해 높은 장기 혈관 개존을 기대할 수 있다[14]. 또한, 요골동맥을 복합이식편으로 이용하여 내흉동맥과 Y 혹은 T 모양으로 문합하여, 정위 동맥 도관(in situ arterial graft)이 가지고 있었던 해부학적 한계를 극복하여 완전한 심근의 재혈관화가 가능하게 되었고, 좌전하행지뿐만 아니라 다른 관상동맥에 까지도 동맥 도관을 이용한 재혈관화의 이점을 확장시킬 수 있게 되었다[15].

이 연구는 관상동맥의 수술적 재관류가 필요한 환자에서 심폐체외순환의 단점과 정맥 도관의 낮은 개존율을 극복하기 위해 동맥 도관만을 이용한 Off pump CABG를 시행한 수술의 효율성과 안전성을 보고자 하였다.

Calafiore 등[16]은 양측 내흉동맥과 우위대망동맥, 요골동맥 등을 동맥 도관으로 사용한 Off pump CABG를 시행하여 평균 2.5개의 문합률을 보였다. 이 중 Y 문합은 18%, 연쇄문합술은 14%에서 시행되었으며, 다른 연구에서도 양측 내흉동맥을 정위 동맥 도관으로 이용하고, 우위대망동맥으로 우관상동맥 분지에 문합하여 동맥 도관만을 이용한 완전 재혈관화를 시행하여 보고하였다[17]. 이 연구에서도 144예(44.0%)에서 좌내흉동맥과 요골동맥(복합이식편, Y 문합), 138예(42.5%)에서 좌내흉동맥과 요골동맥(복합이식편, Y 문합) 그리고 정위(in situ) 우내흉동맥을 이용하여, 93.2%의 Y 문합과 20.3%의 연쇄 문합으로 환자당 평균 2.86개의 문합을 시행하여 동맥 도관만으로도 심근의 완전 재혈관화가 가능하였으며, 기존의 On pump CABG에서의 문합율과도 큰 차이가 없음을 확인할 수 있었다[18].

이 연구에서는 9예(2.8%)에서만 부분적 대동맥 결찰을 통하여 자유 이식편을 대동맥과 문합하였다. 관상동맥 도중 시행되는 대동맥의 조작에 의해 유발되는 동맥경화판(atherosclerotic plaque)의 뇌색전이 수술 후 생기는 뇌혈관 사고의 주된 원인이며, 대동맥 처치를 최소화한 Off pump CABG는 뇌경색의 발생을 현저히 줄일 수 있다. 또한, 대동맥 처치를 하지 않은 군보다 부분 및 완전 대동맥 결찰을 시행한 군에서 뇌경색의 발생 위험률이 1.8배 높았으며, 부분적 대동맥결찰만을 시행한 군보다 부분적, 완전 대동맥결찰을 동시에 시행한 군에서 위험률이 1.7배가 높음을 보고하면서, 수술 후 발생하는 뇌혈관 사고는 대동맥의 결찰 정도에 따라 증가한다는 보고가 있다[19]. 저자들은 본 연구에서 대부분의 환자에서 대동맥 처치를 하지 않고 정위(in situ) 동맥 도관을 사용함으로써 뇌경색을 한례도 경험하지 않았다.

Off pump CABG 시행 중 혈액학적 불안정으로 인하여 On pump CABG로 전환된 경우가 3예 있었다. 한 연구에서는 Off pump CABG 도중 혈액학적 불안정을 보여 On pump CABG로 전환한 환자들에서 처음부터 On pump CABG를 시행한 환자보다 통계학적으로 의미 있게 높은 사망률과 합병증의 발생률을 보고하였으며, On pump CABG로의 전환이 필요하게 되는 위험인자로 CABG의 재수술, 심부전, 그리고 경험이 적은 수술자에 의해 수술이 이루어지는 경우 등으로 보고하였다[20]. 저자들의 연구에서 발생한 3예의 환자는 수술 후 합병증 없이 회복하였으며, 이는 혈액학적 불안정 시에 On pump CABG로 빠르게 전환함으로써 합병증을 예방할 수 있었던 것으로 생각한다.

Off pump CABG는 심폐체의순환기를 사용함으로써 생기는 전신염증반응, 혈액응고장애, 면역저하, 등의 문제점을 극복함으로써 수술 후 출혈, 신경학적 부작용, 신부전, 호흡부전의 발생가능성을 낮출 수 있다고 알려져 있으며, 본 연구에서도 Off pump CABG를 시행함으로써 기존의 연구[18] 보다 더 낮은 사망률과 합병증을 관찰할 수 있었다.

내흉동맥의 골격화 박리는 흉골의 부행 혈액순환(collateral circulation)을 보다 향상시킬 수 있으며 이로 인해 보다 빠른 흉골의 치유와 낮은 감염률을 기대할 수 있다는 보고가 있으며[21], Calafiore 등[22]은 양측 내흉동맥을 사용하여 관상동맥우회술을 받은 환자 1146명을 대상으로 분석 결과, 술 후 전체 흉골 감염률은 2.5%로 판상(pedicled) 내흉동맥 이식편을 사용한 군과 골격화 내흉동맥 이식편을 사용한 군으로 나누어 보았을 때 술 후 흉골 감염률은 각각 4.5% 및 2.5%로 유의한 차이를 보이며, 당뇨 환자들만을 모아 분석한 술 후 흉골 감염률은 각각 10% 및 2.2%로 명백한 차이를 보였다. 본 연구에서 흉골감염은 총 6예에서 발생하였으며 이 중 5예가 양측 내흉동맥을 사용한 환자 155명 중에서 발생(5/155;3.2%)하였으며, 이들 모두가 당뇨가 있었던 환자에서 발생하였다. 따라서 양측 내흉동맥의 골격화 채취로 낮은 흉골 감염률을 확인할 수 있었으나 당뇨환자는 양측 내흉동맥의 사용 시 감염에 대한 특별한 주의가 필요할 것으로 보인다.

Multi slice 컴퓨터 단층촬영은 도관이나 이식편의 개존율을 평가하는데 있어 침습적인 관상동맥 조영술을 대신하여 최근 들어 많이 이용되고 있다. 이 검사는 양성 예측비, 민감도, 특이도가 각각 98%, 98%, 100%로서 침습적인 관상동맥 조영술을 대신할 수 있는 매우 뛰어난 검사로 보고되고 있다[23]. 본 연구에서는 194명의 환자에서 multi-slice 컴퓨터 단층촬영을 시행하여 혈관의 개존율을 평가하여 99.3%의 좋은 결과를 확인하였다.

이 연구의 한계점은 전향적인 무작위 연구가 아니며, 적은수의 사망률 및 합병증 때문에 비교연구가 힘들다는 점, 그리고 이식편의 개존율의 단기 성적을 평가했다는 점으로 향후 전향적 연구가 필요하며, 장기 성적의 평가가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

결 론

저자들은 325명의 환자에서 체외순환기를 사용하지 않고 동맥 도관만을 이용한 관상동맥우회술을 시행하여 낮

은 사망률 및 합병증과 함께 완전한 심근의 재혈관화가 가능하였으며, 비침습적인 multi-slice 컴퓨터 단층촬영을 이용하여 동맥 도관의 높은 개존율을 확인하였다. 따라서 동맥 도관을 이용한 Off pump CABG는 관상동맥의 협착의 정도에 따라 효율적으로 시행 시 좋은 임상결과를 얻을 수 있을 것으로 생각한다.

참 고 문 헌

1. Kolessov VL. *Mammary artery-coronary anastomoses as a method of treatment for angina pectoris.* J Thorac Cardiovasc Surg 1967;54:535-44.
2. Favalaro RG. *Saphenous vein graft replacement of severe segmental coronary artery occlusion.* Ann Thorac Surg 1968; 5:334-9.
3. Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM, et al. *Influence of the internal-mammary-artery graft on 10-year survival and other cardiac events.* N Engl J Med 1986;314:1-6.
4. Lytle BW, Blackstone EH, Loop FD, et al. *Two internal thoracic artery grafts are better than one.* J Thorac Cardiovasc Surg 1999;117:855-72.
5. 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.
6. 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.
7. Calafiore AM, Contini M, Vitolla G, et al. *Bilateral internal thoracic artery grafting: long-term clinical and angiographic results of in situ versus Y grafts.* J Thorac Cardiovasc Surg 2000;120:990-6.
8. Benetti FJ, Naselli G, Wood M, Geffner L. *Direct myocardial revascularization without extracorporeal circulation. Experience in 700 patients.* Chest 1991;100:312-6.
9. Buffolo E, Andrade JCS, Succi JE, et al. *Direct myocardial revascularization without cardiopulmonary bypass.* Thorac Cardiovasc Surg 1985;33:26-9
10. Kim KB, Lim HG, Hur JH, Ahn H, Ham BM. *Off-pump coronary artery bypass grafting.* Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2000;33:38-44.
11. Society of Thoracic Surgeons data definitions <http://www.sts.org/outcomes/sts/defsbook.pdf>.
12. Zile SM, Yugal KM, Vijay K, et al. *Off-Pump multivessel coronary artery surgery in high-risk patients.* Ann Thorac Surg 2002;74:S1353-7.
13. Youn YN, Yoo KJ, Lee KJ, Kim CY, Ahn JY, Oh YJ. *The comparison of clinical outcomes of off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting in high risk patients.*

- Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2004;37:749-54.
14. Muneretto C, Negri A, Manfredi J, et al. *Safety and usefulness of composite grafts for total arterial myocardial revascularization: a prospective randomized evaluation.* J Thorac Cardiovasc Surg 2003;125:826-35.
 15. Royse A, Royse CF, Raman JS. *Exclusive Y-graft operation for multi-vessel coronary revascularization.* Ann Thorac Surg 1999;68:1612-8.
 16. Calafiore AM, Teodori G, Di Giammarco G, et al. *Multiple arterial conduits without cardiopulmonary bypass: early angiographic results.* Ann Thorac Surg 1999;67:450-6.
 17. Jansen WL, Borst C, Lahpor JR, et al. *Coronary artery bypass grafting using the octopus method: results in the first hundred patients.* J Thorac Cardiovasc Surg 1998;116: 60-7.
 18. 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.
 19. Kapetanakis EI, Stamou SC, Dullum MKC, et al. *The impact of aortic manipulation on neurologic outcomes after coronary artery bypass surgery: a risk-adjusted study.* Ann Thorac Surg 2004;78:1564-71.
 20. Edgerton JR, Dewey TM, Magee MJ, et al. *Conversion in off-pump coronary artery bypass grafting: an analysis of predictors and outcomes.* Ann Thorac Surg 2003;76:1138-43.
 21. Parish MA, Asai T, Grossi EA, et al. *The effects of different techniques of internal mammary artery harvesting on sternal blood flow.* J Thorac Cardiovasc Surg 1992;104:1303-7.
 22. Calafiore AM, Vitolla G, Iaco AL, et al. *Bilateral internal mammary artery grafting: midterm results of pedicled versus skeletonized conduits.* Ann Thorac Surg 1999;67:1637-42.
 23. Yoo KJ, Choi DH, Choi BW, Lim SH, Chang BC. *The comparison of the graft patency after coronary artery bypass grafting using coronary angiography and multi-slice computed tomography.* Eur J Cardiothorac Surg 2003;24:86-91.

=국문 초록=

배경: 관상동맥우회술에서 사용된 동맥 도관은 정맥 도관보다 우수한 장기 생존율을 보이며, 그에 따른 향상된 단기 및 장기 임상성적이 보고되어 있다. 또한, 심폐체외순환기를 사용하지 않고 시행하는 관상동맥우회술(Off pump coronary artery bypass grafting; Off pump CABG) 역시 기존의 심폐체외순환기를 사용하는 관상동맥우회술에 비해 좋은 수술성적이 보고되고 있다. 따라서 동맥 도관만을 이용한 Off pump CABG를 시행하면 보다 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각하여, 저자들은 동맥 도관만을 이용하여 Off pump CABG를 시행한 환자들의 임상 결과를 분석하였다. **대상 및 방법:** 2001년 1월부터 2004년 10월까지 Off pump CABG를 시행 받았던 630명의 환자 중 동맥 도관만을 사용하였던 325명을 대상으로 하였다. 대상 환자들의 수술 전 위험요인, 관상동맥질환의 정도 및 수술성적에 대해 조사하였다. 환자들의 평균 연령은 59.3 ± 11.9 (36~83세)세였고, 평균 좌심실박출계수는 $55.4 \pm 14.0\%$ (15~86%)였다. 대상 환자의 81.9%에서 삼혈관 질환, 또는 좌주관상동맥 질환을 보였다. 동맥을 사용하는 적응증은 좌전하행지는 협착이 50% 이상, 회선동맥 분지는 80% 이상, 우관상동맥은 90% 이상인 경우로 하였다. 수술 후 7~10일에 총 194명의 환자에서 multi-slice 컴퓨터 단층촬영을 시행하여 동맥 이식편의 생존율을 조사하였다. **결과:** 이용된 동맥 도관은 좌내흉동맥 322예(99.1%), 요골동맥 297예(91.4%), 우내흉동맥 157예(48.3%), 그리고 우위대망동맥 12예(3.7%)였다. 환자당 평균 2.46 ± 0.56 개의 동맥을 획득하여, 좌전하행지 329곳, 대각지 123곳, 변연둔각지 285곳, 그리고 우관상동맥 191곳 등 총 928곳에 문합하여, 환자당 평균 2.86 ± 0.78 개의 문합률을 보였다. 수술 후 사망은 1예(0.3%)였다. 수술 후 뇌경색은 없었으며 주요 합병증으로는 중격동염 6예(1.8%), 신부전증 4예(1.2%), 심근경색이 3예(0.9%), 그리고 출혈로 인한 재수술이 3예(0.9%) 있었다. 총 혈관 생존율은 99.3% (581/585)였고, 좌내흉동맥, 요골동맥, 우내흉동맥 및 우위대망동맥의 생존율은 각각 100% (207/207), 99.2% (238/240), 98.5% (133/135) 및 100% (3/3)였다. 각각 두 개의 요골동맥과 우내흉동맥에서 부분협착이나 경쟁혈류가 관찰되었다. **결론:** 동맥 도관만을 이용한 Off pump CABG를 시행하여 감염의 위험성을 증가시키지 않으면서 영구적인 신경학적 합병증을 일으키지 않았고 좋은 혈관 생존율을 보여주었다. 따라서 동맥 도관을 이용한 Off pump CABG는 관상동맥의 협착의 정도에 따라 효율적으로 시행 시 좋은 임상결과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

- 중심 단어 :** 1. 관상동맥우회술
2. 무심폐기체외순환
3. 심폐체외순환