

고위험군 환자에서 시행한 On-Pump CABG와 Off-Pump CABG의 비교연구

윤영남* · 유경종* · 이교준* · 김치영* · 안지영* · 오영준**

The Comparison of Clinical Outcomes of Off-Pump versus On-Pump Coronary Artery Bypass Grafting in High Risk Patients

Young-Nam Youn*, M.D., Kyung-Jong Yoo*, M.D., Kyo Joon Lee*, M.D., Chi Young Kim*, M.D.
Ji-Young Ahn*, B.S., Young-Jun Oh, M.D.**

Background: Off-pump coronary artery bypass grafting (Off-Pump CABG) has been proven to have less morbidity and to facilitate early recovery. High-risk surgical patients may have benefitted by avoiding the adverse effects of the cardiopulmonary bypass. We compared the effectiveness of Off-Pump CABG with that of coronary artery bypass using cardiopulmonary bypass (On-Pump CABG) in high-risk patients. **Material and Method:** 682 patients (424 Off-Pump CABG and 258 On-Pump CABG) underwent isolated coronary artery bypass grafting between January 2001 and June 2003. Patients who were considered high risk were selected. High risk is defined as the presence of one or more of nine adverse prognostic factors. Data were collected from 192 patients in Off-Pump CABG and 100 in On-Pump CABG for risk factors, extent of coronary disease, and in-hospital outcomes. **Result:** Off-Pump CABG group and On-Pump CABG group did not show differences in their preoperative risk factors. We used more arterial grafts in Off-Pump CABG group ($p < 0.05$). Postoperative results showed that operative mortality (0.5% in Off-Pump CABG versus 2.0% in On-Pump CABG), renal failure (2.6% in Off-Pump CABG versus 7.0% in On-Pump CABG), and perioperative myocardial infarction (1.5% in Off-Pump CABG versus 1.0% in On-Pump CABG) did not differ significantly. However, Off-Pump CABG had shorter mean operation time ($p < 0.05$), lower mean CK-MB level ($p < 0.05$), lower rate of usage of inotropics ($p < 0.05$), shorter mean ventilation time ($p < 0.05$), lower perioperative stroke (0% versus 2.0%), and shorter length of stay ($p < 0.05$) than On-Pump CABG. On-Pump CABG had more distal grafts ($p < 0.05$) than Off-Pump CABG. Although Off-Pump CABG and On-Pump CABG did not show statistical differences in mortality and morbidity was more frequent in CABG. **Conclusion:** Off-Pump CABG reduces morbidity and favors hospital outcomes. Therefore, Off-Pump CABG is safe, reasonable and may be a preferable operative strategy for high-risk patients.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2004;37:749-754)

Key words: 1. Coronary artery bypass surgery
2. Risk analysis

*연세대학교 의과대학 흉부외과학교실, 영동 세브란스병원

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

**연세대학교 의과대학 마취통증의학교실

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

† 본 논문은 대한흉부외과학회 제35차 추계학술대회에서 구연함.

논문접수일 : 2004년 4월 19일, 심사통과일 : 2004년 7월 2일

책임저자 : 유경종 (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.

서 론

심폐체외순환을 이용하지 않고 심장 박동 상태에서 시행하는 관상동맥우회술(Off-Pump CABG)은 심폐체외순환에 따른 전신성 염증반응 및 심정지에 따른 심근의 허혈성 손상 등을 피함으로써 낮은 수술위험률과 빠른 회복을 가져오는 것으로 보고되고 있으며[1-3], 나아가 동맥도관만을 이용한 완전 재혈관화 시에는 수술성적을 더 향상시킬 수 있는 것으로 보고하고 있다[4,5]. 최근에는 수술 수기 및 심장 고정기구의 발전과 함께 다혈관 관상동맥질환을 가진 환자로 적용 범위가 넓어지고 있으며, 이 술식은 노령, 다중 이환율(multiple co-morbidity)을 가진 환자, 낮은 폐기능, 뇌혈관 질환의 과거력, 저하된 신기능, 과다한 대동맥의 석회화를 가진 환자, 수혈을 거부하는 환자 등에서 적용할 수 있는 것으로 보고되고 있다[6].

본 연구의 목적은 수술 전 관상동맥우회술의 고위험인자를 가진 환자에 있어서 Off-Pump CABG와 On-Pump CABG를 시행하여 두 군의 수술성적을 비교하고 고위험군에서 Off-Pump CABG의 효율성을 알아보려고 하였다.

대상 및 방법

1) 연구대상

2001년 1월부터 2003년 6월까지 관막수술이나 좌심실절제술 등 동반 수술을 시행하지 않고 관상동맥우회술만을 시행한 환자 682명(Off-Pump CABG군: 424명, On-Pump CABG: 258명) 중 수술 전 고위험인자를 가진 환자를 대상으로 그 결과를 분석하였다. 수술방법은 연구의 초기에는 주로 On-Pump CABG를, 후기로 가면서 Off-Pump CABG를 시행하였으며, 현재는 모든 환자에서 비적응증 없이 Off-Pump CABG를 시행하고 있다. 70세 이상의 고령, 수술 전 심근박출계수가 35% 이하, 뇌혈관질환의 과거력, 수술 전 심근경색의 과거력, 관상동맥우회술의 과거력, 말초혈관폐쇄질환, NYHA class 3 이상의 심부전 증상, 신부전, 만성폐쇄성폐질환 등 수술 전 관상동맥우회술의 고위험인자로 알려져 온 9가지의 위험인자 중 한 가지 이상의 인자를 가진 환자는 292명이었으며, 이 중 Off-Pump CABG군은 192명, On-Pump CABG군은 100명이었다.

Off-Pump CABG군은 평균연령이 62.0±8.4세로서 남자가 132명, 여자가 60명이었으며, On-Pump CABG군은 평균연령이 62.7±8.7세로 남자가 75명, 여자가 25명이었다. 혈관 조영술상 진단된 관상동맥의 침범정도와 심장박출

Table 1. Demography of patients

	Off-Pump CABG (n=196)	On-Pump CABG (n=100)	p-value
Age (years)	62.0±8.4	62.7±8.7	NS
Age ≥70 (%)	36 (19%)	23 (23%)	NS
Male (%)	131 (69%)	75 (75.0%)	NS
Female (%)	60 (31%)	25 (25%)	NS
DM (%)	77 (40%)	32 (32.0%)	NS
Hypertension (%)	125 (65%)	58 (58%)	NS
Smoker (%)	89 (47%)	43 (43%)	NS
Preoperative EF≤35% (%)	48 (25%)	28 (28%)	NS
	mean: 27.9±4.9	mean: 27.8±6.2	
Left main stenosis (%)	45 (24%)	29 (29%)	NS
3 VD	125 (64%)	58 (58%)	NS
<2 VD	25 (13%)	13 (13%)	NS
History of stroke (%)	33 (17%)	10 (10%)	NS
Preoperative MI (%)	103 (54%)	53 (53%)	NS
Redo CABG (%)	1 (0.5%)	3 (3%)	NS
PAOD (%)	59 (31%)	29 (29%)	NS
NYHA ≥3 (%)	60 (31%)	42 (42%)	NS
Renal failure (%)	15 (8%)	13 (13%)	NS
COPD (%)	3 (2%)	2 (2%)	NS

NS=No significance; DM=Diabetes mellitus; EF=Ejection fraction; VD=(Coronary) Vessel disease; MI=Myocardial infarction; CABG=Coronary artery bypass grafting; PAOD= Peripheral arterial occlusive disease; NYHA=New York heart association; COPD=Chronic obstructive pulmonary disease.

계수, 수술 전 관상동맥 질환의 위험인자나 수술에 대한 위험인자에 대한 두 군의 차이는 통계학적 유의성을 보이지 않았다(Table 1).

2) 연구방법

대상 환자들의 의무기록을 조사하여 수술 전 환자의 병력 및 이학적검사 결과를 토대로 수술 전 위험인자를 분석하였고, 심전도, 심초음파, 관상동맥 및 혈관조영술을 통하여 질병을 분석하고 수술 및 수술 후 결과에 대해서 후향적인 방법으로 분석하였다. 말초혈관 질환은 혈관조영술상 양측 신동맥, 하지동맥, 경동맥 및 쇄골하 동맥에 50% 이상의 협착이 관찰되는 경우로 정의하였다. 뇌혈관 질환의 기왕력은 수술 전에 뇌경색이 있었던 경우로 정의하였다. 급성 신부전증은 수술 전 혈중 크레아틴 값이 2.0

mg/dL 이상이거나 투석에 의존하는 환자, 만성 신부전증은 수술 전 투석을 시행하고 있는 환자로 정의하였다. 만성 폐쇄성 폐질환은 폐기능 검사로 진단하거나, 임상적 또는 방사선학적 폐기종성 변화로 진단하였다. 수술 전후의 심근경색증은 수술 직후 새로이 발생한 Q 파나, ST 분절의 상승과 혈액 검사상 18시간 이내에 Creatine Kinase (CK-MB)가 80 IU/L 이상으로 증가한 경우로 정의하였으며, 수술 사망은 수술 후 30일 이내 혹은 단일 재원기간 중에 사망한 경우를 포함하였다.

3) 수술방법

수술은 전신마취하에 흉골을 정중 절개하여 내흉동맥을 박리하고 동시에 좌측 요골동맥과 필요 시 복재정맥을 탁리 후 획득하였다. Off-Pump CABG 시에는 헤파린을 1 mg/kg 주입하고 활성화된 응고시간을 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. 문합은 대부분 환자에서 요골동맥을 내흉동맥에 Y로 문합하여 이용하였으며, 문합 순서는 좌전하행지에 먼저 문합하고 다음은 협착의 정도가 심하고 중요한 관상동맥에 시행하였다. 복재정맥을 이용하는 경우 근위부 문합을 위해 부분적 대동맥 검자를 사용하였다. 관상동맥 절개부의 시야확보를 위해 관상동맥 내 선트와 vascular sling 및 이산화탄소 분사기를 이용하였다. On-Pump CABG 시에는 내흉동맥과 요골동맥을 Y로 연결 후 상행대동맥의 원위부에 동맥캐놀라, 우심방에 한 개의 정맥캐놀라를 삽입 후 중등도 저체온하에서 일반적인 심폐체외순환을 하였다. 대동맥 차단하에 냉혈심정지액을 처음에는 전향으로 주입하고 그 이후에는 후향으로 주입하였다. 문합 방법은 원위부 문합을 먼저 시행하고 완전 대동맥 검자하에 근위부 문합을 시행하였으며, 마지막으로 내흉동맥 원위부 문합을 시행하고 온혈 심정지액과 온혈을 지속적으로 주입하여 심박동이 돌아오면 대동맥 검자를 풀었다.

4) 통계학적 분석

모든 실험값은 평균값±표준편차로 표시하였고, 통계학적 분석은 SPSS program (version 9.0)의 unpaired student t-test와 교차분석(χ^2 test)을 이용하였다. 통계학적인 유의성은 p값이 0.05 이하일 때 유의한 차이가 있는 것으로 하였다.

결 과

사용한 평균 도관의 수는 On-Pump CABG에서 2.89 ± 0.57 개, Off-Pump CABG는 2.68 ± 0.54 개로 On-Pump CABG에서 통계적으로 유의하게 많았으나($p=0.0001$), 평균 이식수는 On-Pump CABG에서 3.32 ± 0.72 개, Off-Pump CABG에서 2.89 ± 0.71 개로 두 군 간의 통계적 유의성은 없었다. 사용된 평균 동맥 수는 각각 1.62 ± 0.56 개, 2.01 ± 0.62 개($p=0.019$), Y모양의 문합은 각각 46개(46%)와 157개(82%)로($p=0.0001$) Off-Pump CABG에서, 그리고 순차적 문합은 각각 40개(40%)와 48개(25%)로($p=0.0009$) On-Pump CABG에서 통계학적으로 유의하게 많았다. 평균 수술시간은 Off-Pump CABG가 254.6 ± 51.4 분, On-Pump CABG가 306 ± 61.1 분으로 Off-Pump CABG가 통계학적으로 유의하게 짧았다($p=0.009$)(Table 2). Off-Pump CABG의 시행 중 On-Pump CABG로의 전환은 5명에서 발생하였는데, 모두 회선동맥분지에 문합 중 발생하였으며, 3명에서 심실세동, 2명에서 저혈압 등 혈액학적 불안정을 보여 즉시 심폐체외순환을 시행하여 합병증 없이 수술을 시행할 수 있었으며, 이 환자들은 연구대상에서 제외되었다.

수술 후 평균 호흡기 사용시간은 On-Pump CABG가 27.7 ± 70.0 시간, Off-Pump CABG가 14.5 ± 13.5 시간($p=0.0001$), 강심제 사용 빈도는 On-Pump CABG가 49명(49%), Off-Pump CABG가 26명(13.6%)($p=0.0001$), 수술 후 8시간에 측정된 평균 CK-MB는 On-Pump CABG가 46.1 ± 104.3 IU/L, Off-Pump CABG가 9.0 ± 24.7 IU/L ($p=0.001$), 수술 후 측정된 심박출량계수는 On-Pump CABG가 2.79 ± 0.57 L/min/m², Off-Pump CABG가 3.31 ± 0.73 L/min/m² ($p=0.002$)로 Off-Pump CABG에서 통계적으로 유의하게 낮았다. 수술사망은 Off-Pump CABG에서 1명(0.5%), On-Pump CABG에서 2명(2%) 있었으나, 통계학적으로 유의성은 없었다. 수술 후 대동맥 내 풍선펌프삽입, 수술 전후 심근경색, 과다출혈에 의한 재수술, 신기능 저하, 중격동염 등의 발생률은 두 군 사이에 유의성이 없었다. 수술 후 뇌경색은 Off-Pump CABG에서 발생하지 않았으나, On-Pump CABG에서 3명(3%) 발생하여 통계학적인 유의성을 보였다($p=0.04$). 수술 후 평균 중환자실 체류시간은 On-Pump CABG가 80.7 ± 88.2 시간, Off-Pump CABG가 56.1 ± 51.8 시간($p=0.0001$), 입원기간은 On-Pump CABG가 18.6 ± 20.6 일, Off-Pump CABG가 13.4 ± 7.1 일($p=0.0001$)로 Off-Pump CABG군에서 통계학적으로 유의하게 짧았다(Table 3).

Table 2. Intraoperative variables

	Off-Pump CABG	On-Pump CABG	p-value
No. of used graft	2.68±0.54	2.89±0.57	0.0001
No. of distal graft	2.89±0.71	3.32±0.72	NS
No. of arterial conduit	2.01±0.62	1.62±0.56	0.019
Y-graft (%)	157 (82.2%)	46 (46%)	0.0001
Sequential (%)	48 (25.1%)	40 (40%)	0.0009
Operation time (min.)	254.6±51.4	306±61.1	0.009

No.=Number; NS=No significance; min.=minutes; CABG=Coronary artery bypass grafting.

고 찰

심폐체외순환 없이 시행하는 관상동맥우회술은 Kolesov[7]에 의해 처음 시도되었으나, 심폐체외순환 기술의 빠른 발달로 보편화되지 못하다가 1980년대부터 Buffolo 등[8] Benetti 등[9]에 의해 임상경험이 보고되고, 심폐체외순환 자체의 부작용이 부각되면서 Off-Pump CABG에 대한 연구가 활발해졌다. 또한 심장의 고정기와 수술방법의 발달로 안전하고 우수한 수술성적이 보고되면서 그 시도가 증가하는 추세에 있다. 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[10], 좌심실부전, 고령, 신기능 저하, 뇌혈관질환의 과거력 등의 수술의 고위험인자를 가지고 있는 환자들에게 시행 시에 On-Pump CABG보다 이환율과 사망률이 더 낮은 것으로 보고되고 있다[11,12]. 또한 Mack[13]는 고위험 환자가 포함되더라도 사망률은 심폐체외순환을 시행한 군에 비해 현저히 저하되고, 초기 혈관 개존율에도 저하가 없으며, 경험이 축적되면 수술시간도 줄일 수 있고, 수술비용, 출혈량, 강심제의 사용이나 대동맥 내 풍선펌프의 사용빈도도 줄일 수 있는 장점이 있다고 보고하고 있다.

저자들은 관상동맥우회술을 시행받은 환자들 중 관상동맥우회술의 수술결과에 영향을 주는 9개의 고위험인자 중 한 가지 이상의 인자를 가진 환자들을 대상으로 Off-Pump CABG와 On-Pump CABG의 결과를 후향적으로 비교하였다. 비록 무작위 임상연구는 아니었지만 수술 전

Table 3. Postoperative results

	Off-Pump CABG	On-Pump CABG	p-value
Ventilation time (hours)	14.5±13.5	27.7±70.0	0.0001
Usage of postoperative inotropes	26 (13.6%)	49 (49.0%)	0.0001
CK-MB (IU/L)	9.0±24.7	46.1±104.3	0.001
Cardiac index (L/min/m ²)	3.31±0.73	2.79±0.57	0.002
Blood loss (mL)	669.2±352.5	695.4±463.5	NS
Postoperative IABP	5 (2.6%)	2 (2.0%)	NS
Perioperative MI	3 (1.6%)	2 (2%)	NS
Reoperation for bleeding	12 (6.3%)	8 (8.0%)	NS
Renal dysfunction	5 (2.6%)	7 (7.0%)	NS
Stroke	0	3 (3.0%)	0.04
Mediastinitis	2 (1.0%)	1 (1.0%)	NS
ICU stay (hours)	56.1±51.8	80.7±88.2	0.0001
Surgical mortality	1 (0.5%)	2 (2.0%)	NS
Hospital stay (days)	13.4±7.1	18.6±20.6	0.0001

NS=No significance; CK-MB=Creatinine kinase - MB; IABP=Intra aortic balloon pump; MI=Myocardial infarction; ICU=Intensive care unit; CABG=Coronary artery bypass grafting.

두 군 간 환자들의 상태나 위험인자들은 차이를 보이지 않았다. 고위험인자를 가진 환자들은 그렇지 않은 환자들에 비해 Off-Pump CABG를 시행하기 어려울 것으로 생각한다. 특히 심장의 기능이 저하된 환자들은 심장의 비대가 동반되기 때문에 수술시야 확보의 어려움뿐만 아니라 혈액학적 불안정이 쉽게 유발될 수 있고, 말초혈관질환을 가진 환자들은 관상동맥의 병변도 다발성이거나 심한 석회화를 동반할 수 있고, 동맥경화도 심화되어 있는 경우가 많기 때문에 수술적 어려움이 동반될 수 있다. 또한 만성 폐쇄성폐질환을 가진 환자들도 Off-Pump CABG 시에 수술시야의 확보에 어려움을 동반할 수 있다. 그러나 뇌경색의 기왕력, 심부전 및 고령 등의 위험요인들은 심폐체외순환을 시행 시에 기존의 위험인자들이 급격히 악화되거나, 회복을 느리게 할 수 있을 것이다. 따라서 고위험인자를 가진 환자에서 Off-Pump CABG를 시행하는 것이 어렵더라도 수술결과를 향상시키고 환자의 회복을 빠르게 할 것으로 생각한다. 저자들의 대상 환자에서도 Off-Pump CABG를 시행 중 혈액학적 불안정으로 인해 On-Pump CABG로 전환된 경우가 5예 있었다. 같은 기간 저자들이 시행하였던 고위험인자를 가지지 않았던 환자에

서는 1예도 발생하지 않았던 것과 비교하면 그 빈도가 높다고 할 수 있다. Vassiliades 등[14]은 Off-Pump CABG 시 혈액학적 불안정이 심하게 초래되어 긴급히 심폐체외순환이 필요하였던 환자들이 수술 후 높은 사망률을 보였으며, 수술 후 심근경색증 및 신부전 등의 합병증 발생률도 증가한다고 보고하였다. On-Pump CABG로의 전환이 필요하게 되는 위험인자로 수술 전 협심증의 심한 정도, 수술 전 심근경색의 유무, 저 체표면적 및 심비대 등으로 보고하였다. 저자들의 연구에서 발생한 5예의 환자는 수술 후 합병증 없이 회복하였으며, 이는 혈액학적 불안정 시에 On-Pump CABG로 빠르게 전환함으로써 합병증을 예방할 수 있었던 것으로 생각한다.

수술 시 원위부 문합 수는 두 군 간의 차이가 없었으나, 등맥도관의 사용, Y모양의 문합수는 Off-Pump CABG군에서 통계학적으로 유의하게 많았다. 이는 대동맥 근위부 문합을 피할 수 있기 때문에 신경학적인 합병증을 줄이고, 등맥도관만을 이용한 완전 재혈관화를 용이하게 해 줄 것으로 생각한다. 비록 이식한 원위부 문합 수는 비슷하였으나 수술시간의 단축은 경험의 축적과 기구의 발달 등에 기인한 것으로 생각한다. 호흡기로부터의 이탈은 환자의 상태에 따라 엄격하게 적용하지 않고 수술 다음날 아침에 이탈하는 것을 원칙으로 하고 있으나 대체로 Off-Pump CABG를 시행받은 환자가 의식의 회복이 빠르고, 혈액학적 상태가 안정되기 때문에 저녁에 이탈하는 경우가 많다. 따라서 On-Pump CABG를 시행받았던 환자보다는 호흡기의 사용시간이 짧았던 것으로 생각된다. 또한 Off-Pump CABG군에서 On-Pump CABG군에 비해 수술 후 측정된 CK-MB의 현저한 저하 및 심박출량계수의 현저한 증가와 이에 따른 수술 후 강심제 사용빈도의 저하는 심근손상의 정도가 Off-Pump CABG에서 적었던 것과 일치하며, 따라서 Off-Pump CABG군에서 중환자실 체류 기간 및 입원기간이 통계적으로 유의하게 낮게 나타난 것으로 생각한다. 이러한 결과는 특히 심근경색의 기왕력이나 심실기능이 저하된 환자들에게 Off-Pump CABG가 유용한 수술법이 될 것으로 기대한다. 수술 후 뇌경색의 발생은 On-Pump CABG 군에서만 발생하였는데, 이는 Off-Pump CABG 시 대동맥에 대한 조작을 피함으로써 수술 후 뇌경색의 발생률을 현저하게 감소시킬 수 있었던 것으로 보인다. 수술사망은 Off-Pump CABG군에서 1예(0.5%), On-Pump CABG군에서 2예(2.0%)에서 발생하였으며, 사망원인으로 Off-Pump CABG를 시행받은 환자는 수술 전 급성 심근경색으로 응급수술을 시행하였으나 수술 후 좌심실 부전으

로 사망하였고, On-Pump CABG를 시행받은 환자는 신부전 및 다중기관부전으로 각각 사망하였다. 비록 두 군 간의 통계학적 유의성은 없었으나 Off-Pump CABG군에서 더 낮은 경향을 보여주었다. Micheal 등[15]은 심폐체외순환 자체가 독립적으로 관상동맥우회술의 사망률에 대한 위험인자로 작용하기 때문에 Off-Pump CABG 시행 시 On-Pump CABG보다 사망률을 낮출 수 있다고 보고하였으나, 수술성적에 대한 장기 추적조사와 전향적 임상연구에 의한 위험인자 분석 등이 필요함을 지적하였다. 수술 후 출혈량은 두 군 사이에 차이를 보이지 않았는데, 이는 Off-Pump CABG를 시행하는 경우 cell saver를 사용하지 않기 때문이며, 초기에 Off-Pump CABG를 시행 시 cell saver를 사용하였으나 재투여할 정도의 충분한 양을 얻지 못하여 사용하지 않았기 때문으로 생각한다.

이 연구의 한계점은 전향적인 무작위 임상연구가 아니라는 점으로, 따라서 향후 전향적인 연구를 통하여 장기성적의 비교 연구가 이어져야 할 것으로 생각한다.

결 론

본 연구는 수술 전 고위험군을 가진 292명을 대상으로 시행한 관상동맥우회술 시에 On-Pump CABG와 Off-Pump CABG 두 방법 모두 좋은 결과를 보여 주었으나, Off-Pump CABG를 시행받은 환자에서 더 좋은 수술결과를 얻었다. 따라서 Off-Pump CABG를 고위험군에게 적용될 수 있는 비교적 안전하고, 유용한 수술 방법이라고 생각한다.

참 고 문 헌

1. Cremer J, Martin M, Redl H, et al. Systemic inflammatory response syndrome after cardiac operations. *Ann Thorac Surg* 1996;61:1714-20.
2. Wan S, Izzat MB, Lett TW, Wan IYP, Tang NLS, Yim APC. Avoiding cardiopulmonary bypass in multivessel CABG reduces cytokine response and myocardial injury. *Ann Thorac Surg* 1999;68:52-7.
3. Yoo KJ, Lim SH, Song SW, Kim CY, Hong YS, Chang BC. The Comparison of Clinical Study of Off Pump and On Pump CABG. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg* 2002;35:261-6.
4. 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.
5. Baumgartner FJ, Gheissari A, Capouya ER, Panagiotides GP, Katouzian A, Yokoyama T. Technical aspects of total revas-

- cularization in off-pump coronary bypass via sternotomy approach. *Ann Thorac Surg* 1999;67:1653-8.
6. Robert AL. *Off-Pump Coronary Artery Bypass Surgery*. *Curr Probl Surg* 2003;40:683-802.
 7. Kolessov VI. *Mammary artery-coronary artery anastomosis as method of treatment of angina pectoris*. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1967;54:535-44.
 8. Buffolo E, Andrade JCS, Succi JE, et al. *Direct myocardial revascularization without cardiopulmonary bypass*. *Thorac Cardiovasc Surg* 1985;33:26-9.
 9. Benetti FJ, Naselli G, Wood M, Geffner L. *Direct myocardial revascularization without extracorporeal circulation. Experience in 700 patients*. *Chest* 1991;100:312-6.
 10. Cooley DA. *Con: beating heart surgery for coronary revascularization: is it the most important development since the introduction of the heart-lung machine?* *Ann Thorac Surg* 2000;70:1779-81.
 11. 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.
 12. Westaby S. *Coronary surgery without cardiopulmonary bypass*. *Br Heart J* 1995;73:203-5.
 13. Mack MJ. *Pro: beating heart surgery for coronary revascularization: Is it the most important development since the introduction of the heart-lung machine?* *Ann Thorac Surg* 2000;70:1774-8.
 14. Vassiliades TA, Nidlsen JL, Longquist JL. *Hemodynamic collapse during off-pump coronary artery bypass grafting*. *Ann Thorac Surg* 2002;73:1874-9.
 15. Micheal M, Donna B, Tea A, et al. *Improved outcomes in coronary artery bypass grafting with beating-heart techniques*. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002;124:598-607.

=국문 초록=

배경: 심장박동 상태에서 시행하는 관상동맥우회술 (Off-Pump CABG)은 심폐체외순환을 이용한 관상동맥우회술 (On-Pump CABG)보다 낮은 위험률과 빠른 회복을 가져오는 것으로 알려져 있으며, 특히 수술 전 고위험인자를 가진 환자에서 심폐체외순환의 부작용을 피할 수 있는 이점이 있다. 저자들은 수술 전 고위험인자를 가진 환자들에 있어서 Off-Pump CABG와 On-Pump CABG의 수술성적을 비교하여 고위험군에서 Off-Pump CABG의 효율성에 대해 알아보려고 하였다. 대상 및 방법: 2001년 1월부터 2003년 6월까지 관상동맥우회술만을 시행한 환자 682명(Off-Pump CABG군: 424명, On-Pump CABG: 258명) 중 수술 전 고위험인자를 가진 환자를 대상으로 그 결과를 분석하였다. 수술 전 심장박출계수 35% 이하, 70세 이상 고령의 환자, 뇌경색의 과거력, 최근 심근경색의 과거력, 과거 관상동맥우회술을 시행받았던 환자, 경동맥 및 말초동맥의 협착, 심부전증의 기왕력이 있는 환자, 신부전증 환자 및 만성폐쇄성폐질환 환자 등 9가지 위험인자 중에서 한 가지 이상을 가지고 있는 환자를 고위험군으로 분류하여 대상으로 삼았다. 대상 환자는 Off-Pump CABG군이 192명, On-Pump CABG군이 100명으로, 각 군의 수술 전 위험인자 및 수술 후 결과를 비교하였다. 결과: 남녀 비, 연령 및 수술 전 고혈압 등의 위험요소는 두 군에서 차이를 보이지 않았다. Off-Pump CABG군에서 On-Pump CABG군에 비해 더 많은 동맥편을 사용하였으며, 수술시간, 수술 후 측정된 CK-MB, 뇌경색의 발생률, 강심제 사용빈도, 호흡기의 사용시간 및 입원기간이 Off-Pump CABG군에서 통계적으로 유의하게 낮았으며, 이식편수는 On-Pump CABG군에서 유의하게 많았다. 수술 후 사망은 Off-Pump CABG와 On-Pump CABG를 시행받았던 군에서 각각 0.5% 및 2%로 두 군 간의 유의성은 없었으나 Off-Pump CABG를 시행받았던 군에서 더 낮은 경향을 보여주었다. 그러나 출혈로 인한 재수술, 수술 후 심근경색증, 감염 및 신부전증 등은 두 군 간에 통계적 유의성이 없었다. 결론: Off-Pump CABG는 On-Pump CABG에 비해 수술 후 심근손상을 줄이고, 합병증을 감소시키며 빠른 회복을 보여 주었다. 따라서 고위험군 환자들의 관상동맥우회술은 Off-Pump CABG로 시행하는 것이 더 좋은 수술방법이 될 것으로 생각한다. 그러나 전향적인 연구 등 더 많은 연구가 필요하리라 생각한다.

중심 단어 : 1. 관상동맥우회술
2. 고위험인자분석