

On Pump-CABG와 Off Pump-CABG의 임상적 고찰에 관한 비교연구

유 경 종* · 임 상 현* · 송 석 원* · 김 치 영* · 홍 유 선* · 장 병 철*

= Abstract =

The Comparison of Clinical Study of Off Pump and On Pump CABG

Kyung-Jong Yoo, M.D.*, Sang-Hyun Lim, M.D.*, Suk-Won Song, M.D.*,
Chi-Young Kim, M.D.*, You-Sun Hong, M.D.*, Byung-Chnl Chang, M.D.*

Background: In an attempt to avoid the adverse effects of the cardiopulmonary bypass, off pump coronary artery bypass grafting(Off pump CABG) that has recently been rediscovered and refined. We compared the preoperative risk factors and in-hospital outcomes of patients done Off pump with those done On pump CABG. **Material and Method:** One hundred seventy eight patients was underwent CABG between January 2001 and July 2001. 12 patients whom underwent associated valvular or left ventricular volume reduction surgery were excluded in this study. Data were collected for 52 Off pump CABG and 114 On pump CABG for patient and disease risk factors, extent of coronary disease, and in-hospital outcomes. **Result:** Off pump CABG and On pump CABG groups did not show any differences in their patient and disease risk factors, and extent of coronary disease. Off pump CABG group had significantly lower mean operation time(234 ± 37 min vs 290 ± 48 min, $p < 0.001$), lower mean CK-MB level(10.1 ± 13.5 IU/L vs 33.1 ± 18.2 IU/L, $p < 0.001$) and mean ventilation time(14.8 ± 3.5 hours vs 16.2 ± 4.9 hours, $p = 0.048$) than On pump CABG groups. On pump CABG group had significantly more distal grafts(3.4 ± 0.9 vs 2.6 ± 0.8 , $p < 0.001$) than Off pump CABG groups. There were no operative mortality in two groups. Off pump CABG and On pump CABG groups did not show any differences in their postoperative complications and outcomes including perioperative myocardial infarction, stroke, respiratory failure, renal failure, reoperation, the amount of bleeding, the need of intraaortic balloon pump, the need of inotropics, and the stay of intensive care unit and hospital. Two patients were converted to On pump CABG. **Conclusion:** This study showed that patients

*연세대학교 의과대학 심장혈관병원 심장혈관외과

Division of Cardiovascular surgery, Yonsei Cardiovascular Hospital, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

†본 논문은 대한흉부외과 제 33차 추계학술대회에서 구연함

논문접수일 : 2002년 1월 22일 심사통과일 : 2002년 3월 11일

책임저자 : 유경종(120-752) 서울시 서대문구 신촌동 134, 연세심장혈관병원 심장혈관외과. (Tel) 02-361-7286, (Fax) 02-393-2041

E-mail : kjy@yumc.yonsei.ac.kr

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

having Off pump CABG are not exposed to a greater risks of adverse outcomes and also provided evidence that patients having Off pump CABG have significantly lower operation time, CK-MB, ventilation time and less distal grafts. Although there may be potential benefits to Off pump CABG, further studies must be directed to determine those patients who would benefit from Off pump CABG.

(Korean Thorac Cardiovasc Surg 2002;35:261-6)

Key Words: 1. Cardiopulmonary bypass
2. Coronary artery bypass
3. Minimally invasive surgery

서 론

심폐체외순환 없이 시행하는 관상동맥 우회로술(Off Pump CABG)은 Kolessov¹⁾에 의해 처음 시도되었으나, 심폐체외순환 기술의 빠른 발달로 보편화되지 못하다가 1980년대부터 Buffolo²⁾ 및 Benetti³⁾ 등에 의해 많은 임상경험이 보고되고, 더불어 심폐체외순환에 따르는 여러 가지 부작용이 나타나면서 Off Pump CABG에 대한 연구가 다시 시작되었다. 또한 Off Pump CABG시 사용하는 심장의 고정기가 발달되면서 Off Pump CABG가 빠른 속도로 발전하게 되었고, 이에 따라 최근 들어 심폐체외순환의 부작용을 줄일 수 있는 관상동맥 수술로 새로이 부각되고 있다.

이론적으로 Off Pump CABG는 심폐체외순환에 따르는 합병증을 피할 수 있고, 대동맥의 손상을 적게 하여 신경학적 합병증을 줄일 수 있다는 장점이 있으나^{4,5)} 수술수기의 어려움이나 혈관개존율의 문제점이 있다는 보고도 있다^{6~8)}.

이 연구의 목적은 Off Pump CABG와 심폐체외순환하에서 시행하는 관상동맥 우회로술(On Pump CABG)를 비교하여 수술 후 발생할 수 있는 여러 가지 유병율에 대해서 Off Pump CABG가 On Pump CABG에 비해 어떤 장점이나 단점이 있는지 알아보려고 하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상

2001년 1월부터 7월까지 본원에서 관상동맥 우회로술을 시행 받았던 178명중에서 관막수술이나 좌심실 절제술 등 동반수술을 시행하지 않았던 166명을 대상으로 하였으며, 이 중 Off Pump CABG가 52명, On Pump CABG가 114명이었다. Off Pump CABG를 시행 받았던 환자는 평균연령이 61.4±8세로서 남자가 32명, 여자가 20명이었으며, On Pump CABG를 시행 받았던 환자는 평균연령이 61.6±9세로서 남자가 80명, 여자가 34명이었다. 수술 전 환자들의 심박출계수, 흉통의 정도 및 불안정성 협심증을 가진 비율은 비슷하였고 혈

Table 1. Demography of patients

| | Off Pump (n=52) | On Pump (n=114) | P value |
|-----------------|-----------------|-----------------|---------|
| Preop. EF (%) | 56.4 ± 13.5 | 57.2 ± 14.0 | NS |
| Unstable angina | 29 | 69 | NS |
| Canadian Class | 2.6 ± 0.6 | 2.7 ± 0.6 | NS |
| Left Main | 8 | 24 | NS |
| 3 VD | 32 | 75 | NS |
| < 2 VD | 12 | 15 | NS |

EF, Ejection fraction ; VD, Coronary artery disease

Table 2. Risk factors for coronary artery disease

| | Off Pump (n=52) | On Pump (n=114) | P value |
|------------------|-----------------|-----------------|---------|
| DM | 27 | 50 | NS |
| Hypertension | 35 | 64 | NS |
| Smoking | 25 | 59 | NS |
| Hypercholesterol | 6 | 7 | NS |
| Family History | 2 | 13 | NS |
| PAOD | 5 | 15 | NS |
| Preop. CVA | 5 | 11 | NS |
| CRF | 3 | 4 | NS |
| COPD | 1 | 1 | NS |
| Preop. MI | 11 | 28 | NS |

DM, Diabetes Mellitus ; PAOD, Pheripheral arterial occlusive disease
COPD, Chronic obstructive pulmonary disease ;
CVA, Cerebro vascular accident ; CRF, Chronic renal failure ;
MI, Myocardial infarction

관조영술상 진단된 관상동맥 침범범위도 비슷하였다(Table 1). 수술 전 관상동맥 질환의 위험인자나 수술에 대한 위험인자에 대한 두 군간의 비율도 비슷하였다(Table 2).

2. 연구방법

대상환자의 의무기록을 조사하여 수술전 환자의 병력, 이학적 및 상용검사 결과를 토대로 수술전 위험인자를 분석하였고, 심전도, 심초음파, 관상동맥 조영술 및 심장조영술을 통하여 질병을 분석하고 수술 후 합병증 및 사망원인을 후향적으로 분석하였다.

관상동맥 우회로 조성수술의 적응이 되는 의의 있는 관상

동맥 질환은 관상동맥의 직경이 50% 이상 협착이 있으면서 직경이 1.5 mm 이상 되는 관상동맥을 대상으로 하였다. 수술 전 후의 심근경색증은 수술 직후 새로이 발생한 Q 파나, ST segment의 상승과 혈액검사상 18시간 이내에 Creatine Kinase-MB isoenzyme이 80 IU/L 이상 증가하는 경우로 하였으며, 수술사망은 수술 후 30일 이내 혹은 단일 재원기간 중에 사망한 경우를 포함하였다. 만성 폐쇄성 폐질환은 폐기능 검사로 진단하고, 만성 신부전증은 수술 전 투석을 시행하고 있는 환자로 정의하였으며, 말초혈관 질환은 혈관조영술시에 검사하는 양측 신동맥, 경동맥 및 쇄골하 동맥에 50% 이상 협착이 관찰되는 경우로 정의하였다.

3. 수술방법

수술은 전신마취 하에 흉골을 정중절개하여 내유동맥을 박리하고 동시에 좌측 요골동맥과 복재정맥을 박리 후 획득하였다. 내유동맥 박리 후 심낭을 광범위하게 절개하고 이식하고자 하는 관상동맥을 확인하고, 동시에 심장의 거상에 따른 혈액학적 변화를 관찰하였다. 이식하고자 하는 관상동맥이 심장외막하에 노출되어 있고 혈액학적 변화가 Off Pump CABG를 시행할 정도로 허용되면 Off Pump CABG를 시행하고 그렇지 않으면 On Pump CABG를 시행하였다.

Off Pump CABG 시에는 헤파린을 1 mg/kg를 주입하고 활성화된 응고시간 (activated coagulation time) 을 250초 이상으로 유지시켰다. 수술은 심낭의 후중양에 직경 2 cm 정도의 tape을 고정시킨 후 심장의 거상에 이용하였으며, 심장의 고정에는 Octopus system (Medtronic, Minneapolis, MN, USA)을 이용하였다. 문합은 모든 환자에서 요골동맥을 내흉동맥에 Y로 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 시야확보는 관상동맥내 shunt를 이용하였다.

On Pump CABG 시에는 내흉동맥과 요골동맥을 Y로 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

모든 실험값은 평균값±표준편차로 표시하였고, 통계학적

분석은 SAS program의 student t-test를 이용하였다. 통계적인 유의성은 p값이 0.05이하일 때 유의한 차이가 있는 것으로 하였다.

결 과

평균 수술시간은 Off pump CABG가 234±38분, On pump CABG가 290±49분으로 Off pump CABG가 통계적으로 유의하게 짧았으며(p<0.001), 평균 이식편수는 Off pump CABG가 2.6±0.8개, On pump CABG가 3.4±0.9개로서 On pump CABG가 통계적으로 유의하게 많았다(p<0.001). Off pump CABG를 시행 중 On pump CABG로의 전환은 2명의 환자에서 발생하였으며, 2명 모두 좌전하행지에 문합 후 회선동맥 분지에 문합 중 발생하였으며, 즉시 심폐체외순환을 시행하여 합병증 없이 수술을 마칠 수 있었다. 수술사망은 Off pump CABG와 On pump CABG 두군 모두 발생하지 않았으며, 수술합병증은 Off pump CABG와 On pump CABG 두군 모두 수술 후 일시적 신경장애와 섬망이 각각 1명씩과 2명씩 발생하였으며, 출혈로 인한 재수술은 On pump CABG에서 3명 있었다. 도관을 획득한 팔과 다리의 창상감염이 3명과 5명 있었으며, 이 중 On pump CABG에서 중격동염 1명이 있었다. 대동맥내 풍선펌프 삽입은 수술 전 각각 1명씩이었고 수술직후 4시간 안에 모두 제거하였다. 그러나 수술 전 심박출계수가 25%였던 한명의 환자가 마취유도중 심장마비가 발생하여 심폐소생술 후 On Pump CABG를 시행하였으며, 수술 후 저심박출증이 지속되어 대동맥내 풍선펌프를 수술실에서 삽입하였고, 수술 후 2일째 제거하였다. 수술직후 심근경색증은 Off pump CABG에서는 없었으며, On pump CABG에서는 CK-MB가 80 IU/L 이하였으나 ST segment 상승이 나타나 심근경색증이 의심되는 환자가 2명 있었다. 수술 후 8시간에 측정된 평균 CK-MB는 Off pump CABG가 10.0±13.5 IU/L였고, On pump CABG는 33.4±22.5 IU/L로서 Off pump CABG가 통계적으로 유의하게 낮았다. 평균 호흡기 사용시간은 Off pump CABG가 14.8±3.5 시간이었고, On pump CABG는 16.2±4.9 시간으로서 Off pump CABG가 통계적으로 유의하게 짧았다(p=0.048). 그 외 수술 후 출혈량, 강심제 사용 빈도 수, 중환자실 입원기간 및 수술 후 전체 입원기간은 두 군 사이에 비슷하였다(Table 3).

고 찰

초기 관상동맥우회로술은 심폐체외순환 없이 시행되었으나¹⁹⁾ 심폐체외순환 기구의 발달과 더불어 무혈상태의 정지된 심장에서 수술이 가능하게 됨에 따라 일부를 제외^{2,3)} 대부분의 외과의사들이 심폐체외순환하에서 수술을 시도하게

되었으며, 최근까지 이어지고 있다. 그러나 Off Pump CABG 는 전혀 새로이 개발된 수술방법은 아니며, 단지 수술수기나 수술기구의 지속적인 발전으로 최근 들어 새로이 부각되고 있는 것이다.

Off Pump CABG를 시행하는 경우 최근 들어 좋은 결과들이 보고되고 있으나¹⁰⁻¹⁴⁾ 아직까지 많은 문제점들이 제기되고 있다. Off Pump CABG로 시행하는 경우 작은 혈관의 문합이 기술적으로 상당한 어려움이 있고, 관상동맥이 심근내에 묻혀 있거나 광범위한 동맥경화가 진행되고 석회화가 심한 경우 완전한 재혈관화가 어려울 수 있으며, 수술시 차단되는 혈류로 인해 오히려 심근허혈이 조장될 수 있다고 보고되고 있다^{15,16)}. 또한 Calafiore 등¹⁷⁾이 심폐체외순환 없이 수술 후 재혈관화 시도율이 7.3%라고 보고한 것과 같이 불완전한 문합이 이루어질 수 있고, 따라서 상당한 시간의 숙달 기간을 보여야 한다는 문제점이 제기되고 있다. 그러나 Roach 등¹⁸⁾은 관상동맥우회로술시에 심폐체외순환을 이용하면, 6.1%의 신경학적인 손상이 올 수 있으며, 고령과 장시간의 심폐체외순환이 신경학적 손상의 가장 중요한 요소가 된다고 보고하였고, Murkin 등¹⁹⁾은 수술 후 85% 이상에서 인지능력의 장애가 올 수 있다고 보고하였다. 그의 대동맥의 캐놀라 삽입이나 겸자, 전신적인 감염반응(systemic inflammatory response), 뇌혈류량 저하 및 공기전색 등이 신경학적인 손상이나 인지능력의 저하와 관련될 수 있으며, 이러한 것은 모두 심폐체외순환과 관계된 것이라고 보고하고 있다²⁰⁾. 따라서 심폐체외순환 없이 관상동맥 우회로술을 시행한다면 이러한 신경학적인 장애를 현저히 줄일 수 있을 것이다. Mack¹⁰⁾은 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 대동맥내 풍선펌프의 사용빈도도 줄일 수 있는 장점이 있다고 보고하고 있다. 그러나 Mack은 Off pump CABG가 On pump CABG 보다 좋다고 보고하지는 않았다.

저자들은 7개월 동안 시행한 관상동맥 우회로술을 Off pump CABG와 On pump CABG로 나누어 비교하였다. 비록 연구 자체가 randomized 연구는 아니었지만 수술 전 환자들의 상태나 위험요소들은 두군 사이의 차이점을 보여주지 않았다. 수술 후 결과에서는 Off pump CABG가 On pump CABG에 비해 수술시간의 단축과 수술 후 측정된 CK-MB의 현저한 저하를 보여주어 수술시 혈류차단에 의한 심근허혈이 조장되지는 않는 것으로 나타났다. 그러나 두 군 모두 심각한 심근손상으로 간주할 만한 수치의 증가는 없었기 때문에 통계적인 유의성은 있었으나 큰 의미는 없을 것으로 생각한다. 수술시 사용한 이식편 수는 Off pump CABG 보다 On pump CABG에서 유의하게 많았는데, 이는 저자들이 아

Table 3. Results of operation.

| | Off Pump(n=52) | On Pump(n=114) | P value |
|------------------------|----------------|----------------|---------|
| Operation time (min) | 234 ± 38 | 290 ± 49 | p<0.001 |
| Graft No. | 2.6 ± 0.8 | 3.4 ± 0.9 | p<0.001 |
| Preop. IABP | 1 | 1 | NS |
| Postop. IABP | 0 | 1 | NS |
| wound infection | 3 | 5 | NS |
| Mortality | 0 | 0 | NS |
| Postop TIA | 1 | 1 | NS |
| Postop. Psychosis | 2 | 2 | NS |
| Reoperation | 0 | 3 | NS |
| CK-MB (IU/L) | 10.0 ± 13.5 | 33.4 ± 22.5 | p<0.001 |
| Postop. MI | 0 | 2 (by EKG) | NS |
| Bleeding (24hours)(cc) | 739 ± 324 | 724 ± 352 | NS |
| Ventilator (hours) | 14.8 ± 3.5 | 16.2 ± 4.9 | p=0.048 |
| Inotropics > 8hours | 10 | 27 | NS |
| ICU stay (hours) | 49.6 ± 15.3 | 51.3 ± 22.5 | NS |
| Hospital stay (days) | 10.0 ± 1.0 | 11.8 ± 3.8 | NS |

IABP, Intraaortic balloon pump ; OP, operation ;
TIA, Transient ischemic attack ; MI, Myocardial infarction
ICU, Intensive care unit

직 충분한 경험이 축적되지 않았기 때문인 것으로 생각되며, 또한 수술초기 심장의 거상시 혈액학적 변화에 너무 민감하게 의존하였던 것으로 생각된다. 그러나 최근에는 마취과와 함께 혈액학적 변화에 충분히 대처할 수 있는 경험이 축적되어 이식편 수의 차이는 극복될 것으로 생각된다. 또한 이식편 수의 차이가 수술시간의 차이에도 어느 정도 기여했을 것으로 생각한다. 호흡기로부터의 이탈은 환자의 상태에 따라 엄격하게 적용하지 않고 수술 다음날 아침에 이탈하는 것을 원칙으로 하고 있으나 대체로 Off pump CABG를 시행 받은 환자에서 의식이 빨리 돌아오고 혈액학적 상태가 안정되기 때문에 저녁에 이탈하는 경우가 많다. 따라서 On pump CABG를 시행 받았던 환자보다는 호흡기의 사용시간이 짧았던 것으로 생각된다. 수술 전 대동맥내 풍선펌프의 사용은 가능한 억제하고 필요한 경우 응급수술이나 응급에 가까운 준응급수술을 시행하고 있다. 이는 수술 시에 경식도 초음파를 이용하여 흉부대동맥을 지속적으로 관찰한 결과 소수의 경미한 동맥경화증환자를 제외하곤 대부분이 중등도 이상의 동맥경화증에 의한 죽종(atheroma)을 보여주었기 때문에 대동맥내 풍선펌프에 의한 합병증을 피하기 위함이었다. 수술 후 입원기간은 대체로 7일에서 10일 사이를 원칙으로 하고 있으나 환자들이 조기퇴원을 기피하는 경향이 있는데, 이는 저렴한 병실료 때문일 것으로 생각되며, 두 군 사이에는 차이를 보이지 않고 있다. 수술 후 출혈량이나 혈액제재의 투여는 두군 사이에 차이를 보이지 않았는데, 이는 Off pump CABG를 시행하는 경우 cell saver를 사용하지 않기 때

문인 것으로 생각된다. Off pump CABG를 시행 시에 초기에는 cell saver를 사용하였으나 재 투여할 정도의 많은 양을 얻지 못하여 현재는 사용하지 않고 있다. 그외 수술 사망률과 수술 후 심근경색증이나 신경학적인 합병증, 감염 등 수술 후 유병율은 두군 사이에 차이점을 보이지 않았다. 따라서 수술사망률이나 신경학적인 합병증 등 심각한 수술 후 유병율에서 큰 차이점이 없기 때문에 어떠한 방법이 좋다고 단정적으로 말할 수 없을 것이다. 그러나 환자들의 연령이 고령화되어 가고, 따라서 신경학적인 합병증을 포함한 여러 가지 합병증이 발생할 가능성이 점차 증대함에 따라 합병증을 줄일 수 있는 방법을 강구하여야 하며, 적응증이 된다면 Off pump CABG를 시행하는 것이 그 한가지 방법이 될 것으로 생각된다.

이 연구의 한계점은 전향적인 randomized 연구가 아니며, 적은 대상 환자수 및 수술 후 혈관조영술을 통한 개존율의 비교연구가 이루어지지 않은데 있다. 따라서 이에 대한 보완 연구가 이어져야 할 것으로 생각된다.

결 론

저자들의 연구에서 심폐체외순환 없이 시행하는 관상동맥 우회로술은 심폐체외순환하에서 시행하는 관상동맥우회로술에 비해 뚜렷한 장점을 보여주지 못하였지만 고령이나, 고위험군 환자에서 시행시에는 심폐체외순환에 따른 여러 가지 합병증을 줄일 수 있는 방법으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Kolessov VI. *Mammary artery-coronary artery anastomosis as method of treatment of angina pectoris.* J Thorac Cardiovasc Surg 1967;54:535-44.
2. Buffolo E, Andrade JCS, Succi JE, et al. *Direct myocardial revascularization without cardiopulmonary bypass.* Thorac Cardiovasc Surg 1985;33:26-9.
3. Benetti FJ, Naselli G, Wood M, Geffner L. *Direct myocardial revascularization without extracorporeal circulation.* Experience in 700 patients. Chest 1991;100:312-6.
4. Mckhann GM, Goldsborough WA, Borowicz LM, et al. *Predictors of stroke risk in coronary artery bypass patients.* Ann Thorac Surg 1997;63:516-21.
5. Butler J, Rucker GM, Westby S. *Inflammatory response to cardiopulmonary bypass.* Ann Thorac Surg 1993;55:552-9.
6. Calafiore AM, Teodori G, Vitolla G, et al. *Multiple arterial conduits without cardiopulmonary bypass: early angiographic results.* Ann Thorac Surg 1999;67:450-6.
7. Subramanian VA. *Less invasive arterial CABG on a beating heart.* Ann thorac Surg 1997;63:S68-S71.
8. Zehr KJ, Handa N, Bonilla LF, Abel MD, Holmes DRJ. *Pitfalls and results of immediate angiography after off-pump coronary artery bypass grafting.* Herat Surg Forum 2000;3(4):293-9.
9. Garrett HE, Dennid EW, Debakey ME. *Aorto-coronary bypass with saphenous graft: 7 years follow-up.* JAMA 1973;223:792-4.
10. 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.
11. Cartier R, Blain R. *Off-pump revascularization of the circumflex artery: technical aspect and short-term results.* Ann thorac Surg 1999;68:94-9.
12. 김기봉, 임홍국, 허재학, 안혁, 함병문. 심폐바이패스 없이 시행하는 관상동맥 우회술. 대흉외지 2000;33:38-44.
13. Hernandez F, Cohn WE, Baribeau YR, et al. *In-Hospital outcomes of Off pump Versus On-pump Coronary Artery Bypass Procedures: A multicenter Experience.* Ann Thorac Surg 2001;72:1528-34.
14. 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.
15. 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.
16. Westaby S. *Coronary surgery without cardiopulmonary bypass.* Br Heart J 1995;73:203-5.
17. Calafiore AM, Teodori G, Di Giammarco G, et al. *Minimally invasive coronary artery bypass grafting on a beating heart.* Ann Thorac Surg 1997;63:S72-75.
18. Roach GW, Kanchuger M, Mora Mangano CM, et al. *Adverse cerebral outcomes after coronary artery bypass surgery.* N Engl J Med 1996;335:1857-63.
19. Murkin JM, Boyd WD, Ganapathy S, Adams SJ, Peterson RC. *Beating heart surgery.* Ann Thorac Surg 1999;68:1498-501.
20. Stump DA, Jones TJJ, Rorie KD. *Neurophysiological monitoring and outcomes in cardiovascular surgery.* J Cardiol Vasc Anesth 1999;13:600-13.

=국문초록=

배경 및 목적; 심폐체외순환의 부작용을 피하기 위해 최근 들어 심폐체외순환 없이 시행하는 관상동맥우회로술(Off Pump CABG)이 시도되고 있다. 이 연구는 Off Pump CABG와 심폐체외순환하에서 시행하는 관상동맥우회로술(On Pump CABG)의 수술 전 위험요소와 수술 후 결과를 비교하였다.

방법; 2001년 1월부터 2001년 7월까지 CABG를 시행 받았던 178명중에서 판막수술이나 심실절제술 등 동반 수술이 없었던 166명을 대상으로 하였다. 이 중 Off Pump CABG 환자는 52명이었고 On Pump CABG 환자가 114명이었으며, 이 환자들을 대상으로 수술전 위험인자와 관상동맥 질환의 정도 및 수술 후 결과를 비교하였다. 결과; 두 군간의 연령, 남녀 비, 수술전 당뇨, 고혈압, 흡연력, 고지질증, 가족력 등 위험요소에 대한 통계적인 유의성은 없었으며, 폐쇄성 폐질환이나 말초 동맥혈관 협착증 및 뇌경색의 기왕력, 심근경색의 기왕력이나 흉통의 정도(Canadian Class), 관상동맥 질환의 정도 및 심박출계수도 통계적인 차이를 보이지 않았다. 수술시간은 Off Pump CABG에서 통계적으로 유의하게 짧았고(234 ± 37 min vs 290 ± 48 min, $p < 0.001$), 이식편수는 On Pump CABG에서 유의하게 많았다(3.4 ± 0.9 개 vs 2.6 ± 0.8 개, $p < 0.001$). 수술 후 사망은 없었으며, 수술 후 측정된 CK-MB는 Off Pump CABG에서 통계적으로 유의하게 낮았고(10.1 ± 13.5 IU/L vs 33.1 ± 18.2 IU/L, $p < 0.001$) 호흡기 사용시간도 통계적으로 유의하게 낮았다(14.8 ± 3.5 hours vs 16.2 ± 4.9 hours, $p = 0.048$). 그 외 24시간 출혈량, 출혈로 인한 재수술, 중환자실 입원 기간, 수술 후 심근경색증, 감염, 신부전증, 신경과적 합병증 및 수술 후 입원 기간 등 수술 후 결과와 유병율에는 두 군간의 통계적 유의성이 없었다. 결론; Off Pump CABG는 On Pump CABG에 비해 수술시간의 단축과 수술 후 심근 손상의 정도가 낮고, 호흡기 사용시간이 짧게 나타났으나 On Pump CABG에 비해 이식편수가 적었다. 대체로 Off Pump CABG는 On Pump CABG에 비해 수술 후 결과에서 약간의 장점을 보여주었으나 Off Pump CABG의 장점을 알아보기 위해서는 더 많은 연구가 있어야 할 것으로 생각된다.

- 중심 단어: 1. 심폐체외순환
2. 관상동맥우회로술
3. 최소침습수술