

심폐바이패스 없는 관상동맥우회술의 임상성적

신제균* · 김정원* · 정종필* · 박창률* · 박순은**

Clinical Outcomes of Off-pump Coronary Artery Bypass Grafting

Je Kyoun Shin, M.D.*, Jeong Won Kim, M.D.*, Jong Pii Jung, M.D.*, Chang Ryul Park, M.D.*, Soon Eun Park, M.D.**

Background: Off-pump coronary artery bypass grafting (OPCAB) shows fewer side effects than cardiopulmonary bypass, and other benefits include myocardial protection, pulmonary and renal protection, coagulation, inflammation, and cognitive function. We analyzed the clinical results of our cases of OPCAB. **Material and Method:** From May 1999 to August 2007, OPCAB was performed in 100 patients out of a total of 310 coronary artery bypass surgeries. There were 63 males and 37 females, from 29 to 82 years old, with a mean age of 62±10 years. The preoperative diagnoses were unstable angina in 77 cases, stable angina in 16, and acute myocardial infarction in 7. The associated diseases were hypertension in 48 cases, diabetes in 42, chronic renal failure in 10, carotid artery disease in 6, and chronic obstructive pulmonary disease in 5. The preoperative cardiac ejection fraction ranged from 26% to 74% (mean 56.7±11.6%). Preoperative angiograms showed three-vessel disease in 47 cases, two-vessel disease in 25, one-vessel disease in 24, and left main disease in 23. The internal thoracic artery was harvested by the pedicled technique through a median sternotomy in 97 cases. The radial artery and greater saphenous vein were harvested in 70 and 45 cases, respectively (endoscopic harvest in 53 and 41 cases, respectively). **Result:** The mean number of grafts was 2.7±1.2 per patient, with grafts sourced from the unilateral internal thoracic artery in 95 (95%) cases, the radial artery in 62, the greater saphenous vein in 39, and the bilateral internal thoracic artery in 2. Sequential anastomoses were performed in 46 cases. The anastomosed vessels were the left anterior descending artery in 97 cases, the obtuse marginal branch in 63, the diagonal branch in 53, the right coronary artery in 30, the intermediate branch in 11, the posterior descending artery in 9 and the posterior lateral branch in 3. The conversion to cardiopulmonary bypass occurred in 4 cases. Graft patency was checked before discharge by coronary angiography or multi-slice coronary CT angiography in 72 cases, with a patency rate of 92.9% (184/198). There was one case of mortality due to sepsis. Postoperative arrhythmias or myocardial infarctions were not observed. Postoperative complications were a cerebral stroke in 1 case and wound infection in 1. The mean time of respirator care was 20±35 hours and the mean duration of stay in the intensive care unit was 68±47 hours. The mean amounts of blood transfusion were 4.0±2.6 packs/patient. **Conclusion:** We found good clinical outcomes after OPCAB, and suggest that OPCAB could be used to expand the use of coronary artery bypass grafting.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2008;41:34-40)

Key words: 1. Coronary artery bypass grafting
2. Off-pump

*울산대학교 의과대학 울산대학교병원 흉부외과학교실

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Ulsan University Hospital, University of Ulsan College of Medicine

**울산대학교 의과대학 울산대학교병원 마취통증의학교실

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Ulsan University Hospital, University of Ulsan College of Medicine

논문접수일 : 2007년 10월 17일, 심사통과일 : 2007년 12월 22일

책임저자 : 신제균 (682-714) 울산시 동구 전하동 290-3, 울산대학교병원 흉부외과

(Tel) 052-250-7141, (Fax) 052-250-8071, E-mail: jkshin@uuh.ulsan.kr

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

서론

최근 수술수기 및 의료장비의 발전으로 관상동맥우회술을 심폐바이패스 없이 시행함으로써 건강상태가 좋지 않거나 고령의 환자에게도 확대 적용할 수 있게 되었다. 이는 심폐바이패스가 염증반응을 확산시키고 여러 장기 기능의 장애를 주며 인지기능의 합병증을 초래하는 등 해로운 효과가 있음을 인식하면서 심폐바이패스 없는 관상동맥우회술을 더욱 발전시켰기 때문이다. 그리고 여러 저자들이 심폐바이패스 없는 관상동맥우회술을 심폐바이패스를 통한 관상동맥우회술과 비교한 많은 연구를 통하여 심폐바이패스 없는 관상동맥우회술의 수술성적이 심폐바이패스 하에서 시행한 관상동맥우회술의 성적에 못지 않다는 보고를 국내외에 많이 발표하였다. 저자들은 1999년 5월부터 2007년 8월까지 심폐바이패스 없는 관상동맥우회술을 시행한 100예에 대해 임상성적을 분석하였다.

대상 및 방법

1999년 5월부터 2007년 8월까지 관상동맥우회술을 시행한 310예의 환자 중 심폐바이패스 없이 시행한 100명을 대상으로 하였다. 1999년 5월 18일 처음으로 단일혈관에 대하여 1예에서 시행한 이후 2005년까지는 매년 10예 미만이었으나, 2006년에는 전체 관상동맥우회술 54예 중 43예(79.6%)의 다혈관질환에 대하여 시행하였다(Fig. 1). 남자가 63명, 여자가 37명이었으며 평균나이는 62±10세(29~82세)이었다. 수술 전 진단은 불안정성 협심증이 77예, 안정성 협심증이 16예이었으며 급성심근경색증인 경우가 7예이었다. 동반된 질병으로는 고혈압이 합병된 경우가 48예, 당뇨가 합병된 경우가 42예, 신부전증이 10예이었으며 경동맥협착질환이 동반된 경우가 6예이었다. 경동맥협착이 있는 6예 모두 중재시술로 좌측 1예, 우측 5예의 경피적 경동맥 스텐트삽입술을 시행하고 2주 뒤에 관상동맥우회술을 시행하였다. 수술 전 심박출률은 평균 57±12% (26~74%)였으며 그 중 심박출률이 50% 이상인 경우가 73예, 35%에서 50%인 경우가 20예였으며, 25% 이하인 경우는 7예이었다. 수술 전 시행한 관상동맥조영술상 삼혈관질환이 47예, 이혈관질환이 25예, 단일혈관질환이 24예이었고 이들 중 좌측관상동맥질환이 23예이었다. 수술 전 환자의 주요 소견들은 표로 정리하였다(Table 1).

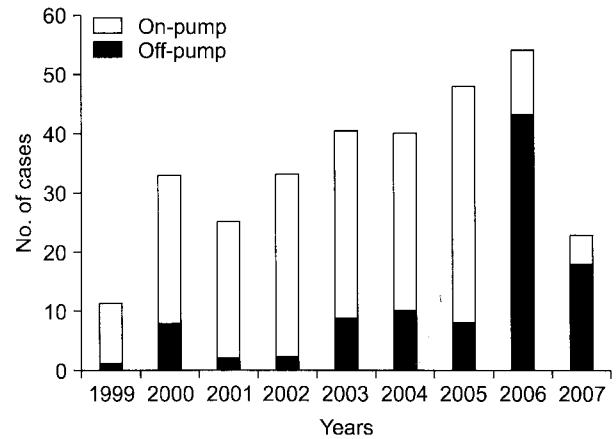


Fig. 1. Annual cases of off-pump and on-pump coronary artery bypass grafting.

Table 1. Preoperative characteristics

Variables	No. of patients (n=100)
Mean age (years)	62±10 (29~82)
Sex (male/female)	63/37
Preoperative diagnosis	
Unstable angina	77
Stable angina	16
Myocardial infarction	7
Risk factors	
Hypertension	48
Diabetes mellitus	42
Chronic renal failure	10
Previous cerebrovascular accident	5
Chronic obstructive pulmonary disease	5
Carotid artery stenosis	6
Ejection Fraction	
> 50%	73
35~50%	20
< 35%	7
Angiographic diagnosis	
One-vessel disease	24
Two-vessel disease	25
Three-vessel disease	47
Left main stenosis	23

환자들은 마취 전처치로 수술실 도착 1시간 전에 Midazolam 2 mg를 근주 받았고, Digoxin과 이뇨제를 제외한 모든 심장약은 수술 당일 아침에도 투여하였으며, Isorbide dinitrate 0.5~1.0 µg/kg/min를 지속 정주하였다. 동맥압 감시와 동맥혈 채취를 위하여 오른쪽 요골동맥

에 도관을 삽입하였고, 우측 내경정맥에 Swan-Ganz 카테터(AVA 3Xi, Edwards Lifesciences, CA, USA)를 삽입하고 컴퓨터모니터시스템(Vigilance tm CCO/SvO₂/CEDV Monitor, Edwards Lifesciences, CA, USA)을 이용하여 감시하였다. Etomidate 0.25 mg/kg, Fentanyl 10~15 µg/kg, Rocuronium 0.9 mg/kg 등을 정주한 후 기관내 삽관을 시행하여 이산화탄소 분압이 35~40 mmHg로 유지하도록 조절호흡을 시행하였고, Remifentanil 0.05~0.2 µg/kg/min 지속 정주와 Midazolam과 Fentanyl의 간헐적 정주로 BIS (Bispectral Index) 40~60범위 내로 마취를 유지하였다. 이후 심폐바이패스를 대기한 상태로 전신마취 하에 경식도초음파를 삽입하였다. 수술 중 평균 동맥압이 60~80 mmHg 이상, 혼합정맥혈산소포화도는 70% 이상 유지되도록 수술테이블 조절과 필요에 따라 Phenylephrine, Norepinephrine 또는 Nicardipine을 사용하였다. 정중흉골절개를 하는 동시에 좌측 요골동맥과 좌측 대복재정맥을 주로 내시경(Vasoview, Endoscopic Vessel Harvesting system, Guidant, IN, USA)으로 확보하였고 좌측내흉동맥은 경상이식편으로 확보였으며 Harmonic Scalpel을 주로 사용하였다. 관상동맥의 연결을 위해 고정장치(Acrobat Off-Pump System, Boston Scientific, CA, USA)를 사용하였고 좌전하행지에 먼저 내흉동맥을 연결한 뒤 요골동맥을 내흉동맥에 Y자 문합을 하였으며 대각지나 중간분지와 둔각변연지에는 연속문합을 시행하였다. 우관상동맥이나 후하행동맥, 후측방분지에는 대복재정맥으로 대동맥과 연결하였다. 문합술 직전에 heparin 10 U/kg를 정주해서 ACT를 250초 이상 유지하고, 문합이 끝난 후 필요한 경우에 protamine을 사용하여 역전시켰다. 수술 후 통증관리는 remifentanil 0.05 µg/kg/min로 하였다.

결 과

환자 한 명당 평균 2.7±1.2개의 원위부 문합을 시행하였는데 적극적으로 심폐바이패스 없는 관상동맥우회술을 시행하기 시작한 2006년 이후에는 평균 3.2±0.9개의 문합을 시행하였다. 문합에 사용된 혈관은 내흉동맥이 97예였으며 이 중 95에는 좌측에서 경상이식편으로 확보하였고 2에는 양측에서 확보하였으며 우측은 유리이식편으로 사용하였다. 요골동맥은 70예였으며 대복재정맥은 45예였다. 요골동맥은 70예 중 53예(75.7%)에서 내시경을 사용하여 확보하였고 대복재정맥은 45예 중 41예(91%)에서 내시경을 사용하였다. 관상동맥별 문합수는

Table 2. Operative details

Variables	No. of patients (n=100)
Mean grafts per patient	2.7±1.2
No. of vessels grafted	
1	21
2	23
3	27
4	25
5	4
Grafts used	
Left internal thoracic artery	95
Radial artery	70
Greater saphenous vein	45
Right internal thoracic artery	2
Endoscopic harvest (%)	
Radial artery	53 (76%)
Greater saphenous vein	41 (91%)
Vessels accessed	
Left anterior descending artery	97
Obtuse marginal branches	63
Diagonal branch	53
Right coronary artery	30
Intermediate branch	11
Posterior descending artery	9
Posterolateral branch	3
Techniques of anastomosis	
Arterial Y-graft	62
Sequential graft	
Radial artery (No. of anastomosis)	46 (95)
Greater saphenous vein (No. of anastomosis)	2 (4)
Conversion to on-pump	4
New IABP requirement	1

좌전하행지가 97개소였고 둔각변연지가 63개소, 대각지가 53개소, 우관상동맥이 30개소, 중간분지가 11개소, 후하행동맥이 9개소, 그리고 후측방분지가 3개소였다. 문합에 있어서 요골동맥은 좌측내흉동맥에 Y자 문합한 경우가 62예였으며 연속문합은 요골동맥으로는 46예에서 95개소에서 시행하였으며, 대복재정맥으로는 2예에서 4개소에서 시행하였다. 수술 중 심폐바이패스로 전환한 경우가 4예에서 있었는데 심박출률이 좋지 않은 허혈성 승모판막폐쇄부전이 동반된 2예에서 승모판성형술을 시행하기 전에 심폐바이패스 시간을 최소화하기 위하여 OPCAB을 시행하던 중 변연지와 우관상동맥 확보가 혈압감소로 여의치 않아서 원위부 문합을 심폐바이패스

후 시행하였고, 심한 심장비대 1예에서 우관상동맥의 노출 시 활력징후의 유지가 어려워 심폐바이패스로 전환하였으며, 수술장 내에서 경식도초음파로 우연히 발견한 대동맥판막의 양성종양을 제거하기 위하여 심폐바이패스로 전환한 경우가 각각 1예씩 있었다. 심박출률이 낮은 1예에서 수술 직후 새롭게 대동맥내풍선펌프를 삽입한 경우가 있었으나 24시간 내에 제거할 수 있었다. 상기한 수술의 상세내용을 표로 정리하였다(Table 2).

100예 중 72예에서 퇴원 전에 관상동맥조영술 혹은 다중절편 컴퓨터단층촬영을 이용한 관상동맥영상술로 수술 후 이식편의 개존성을 확인하였는데, 전체 198문합 중 184문합(92.9%)에서 개통성이 유지되었다. 경피적 관상동맥중재술을 혼합한 경우가 3예로 수술 중 예기치 않은 심장외막의 염증성 변화로 둔각변연지를 찾을 수 없었던 1예에서는 술 후 7일째 경피적 관상동맥중재술로 스텐트를 삽입하였으며, 심낭유착으로 좌전하행지를 찾지 못해 술 후 4일째 스텐트를 삽입한 경우, 그리고 퇴원에 앞서 실시한 혈관조영상 좌전하행지의 문합부위의 협착이 있어 술 후 14일째 스텐트를 삽입한 경우가 각각 1예씩이었다. 술 후 사망이 1예 있었는데 정형외과 수술 후 발생한 급성심근경색 및 폐부종으로 인공호흡기 치료하던 환자로 패혈증으로 심혈관조영술이 늦어졌으며 관상동맥우회술 후 7일만에 다시 패혈증이 악화되어 지속적 신장투석 치료까지 하였으나 회복되지 못하고 술 후 11일째 사망하였다. 만성신부전이 있었던 1예에서 술 후 발생한 급성신부전으로 지속적 신대체요법(continuous renal replacement therapy, CRRT)으로 치료하였으며 4일 뒤 회복되었다. 술 후 부정맥은 전해질 불균형으로 인한 일시적인 심실조기수축이나 조기심방수축 등은 있었으나 약물이 필요한 정도의 부정맥이나 심방세동의 예는 없었으며 새로운 심근경색의 예도 없었다. 뇌경색은 1예 있었는데 술 전 두부 자기공명영상에 우측 소뇌동맥에 급성 뇌경색소견과 척추뇌저동맥에 다중협착이 있었던 불안정성협심증 환자로, 수술 직후 안구진탕증과 보행장애가 있었으나 한달 뒤 퇴원 시는 완전히 회복되었다. 그리고 요골동맥 확보부위의 감염이 1예 있었으나 후유증 없이 항생제로 치료되었다. 수술 전후 환자당 평균 수혈량은 4.0 ± 2.6 pack이었다. 평균 인공호흡기보조시간은 20 ± 35 시간이었으며 중환자실 체류시간은 68 ± 47 시간이었다. 수술 후 Dopamine $6 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ 이상이나 Dobutamine $6 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ 이상 혹은 Epinephrine $0.03 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ 이상의 변력제가 필요하였던 경우는 18예(18%)였다. 상

Table 3. Postoperative details

Variables	No. of patients (n=100)
Postoperative angiographic findings	
Patency (%)	184/198 (93%)
Hybrid operation	3
In hospital death	1
Chronic renal failure requiring dialysis	1
Transient stroke	1
Graft site infection	1
Red blood cells transfusion (pack/patient)	4.0 ± 2.6
Intubation time (hours)	20 ± 35
Intensive care unit stay (hours)	68 ± 47
Postoperative cardiotonics	18

기한 수술 후 소견을 표로 정리하였다(Table 3). 수술 전, 수술 직후, 술 후 4시간, 24시간, 48시간째 CK-MB는 각각 3.9 ± 4.1 , 12.2 ± 7.8 , 22.8 ± 17.6 , 24.8 ± 18.1 , $11.4 \pm 7.5 \mu\text{g}/\text{L}$ 였으며, Troponin T는 각각 0.13 ± 0.18 , 0.45 ± 0.33 , 0.69 ± 0.45 , 0.54 ± 0.42 , $0.44 \pm 0.34 \mu\text{g}/\text{L}$ 이었다(Table 4).

고 찰

관상동맥질환의 중재적시술인 풍선확장술은 1977년부터 시행되었고 1986년 스텐트가 개발되었다. 2002년 약물방출스텐트(drug eluting stent, DES)의 개발로 재발률의 획기적인 감소가 발표되면서 관상동맥우회술이 줄어들게 되었다[1,2]. 최근에는 약물방출스텐트 삽입 후 뒤늦게 스텐트혈전증의 문제가 다시 대두되고 있다. 스텐트 내 지연성 내막형성(delayed endothelialization)과 불완전한 내막화(incomplete neointimal healing) 혹은 과민반응(hypersensitivity reaction)으로 인하여 심근경색이 오거나 스텐트 혈전으로 인한 사망 등이 보고되고 있다[3]. 미국 식약청(FDA)에서는 2006년 9월 이러한 보고들에 근거하여 CYPER 약물스텐트는 길이 30 mm 이하의 병변에 직경 2.5 mm 이상 3.5 mm 이하에서만 사용하고 TAXUS 약물 스텐트는 길이 28 mm 이하의 병변에 직경 2.5 mm 이상 3.75 mm 이하로 그 사용을 제한하였다[4]. 최근 보고에 의하면 약물방출스텐트를 처음 사용하려면 재발의 가능성이 높은 작고 긴 혈관에 선택적으로 사용하고 잠정적으로는 일반스텐트의 재발 시에 사용하도록 권장하고 있으며 좌주관상동맥질환이나 다중혈관질환에서는 특히 당뇨병이 동반된 경우에는 약물스텐트의 효능과

Table 4. Perioperative changes of CK-MB and Troponin T

	Preoperative	Postoperative (hours)			
		0	4	24	48
CK-MB ($\mu\text{g/L}$)	3.9 \pm 4.1	12.2 \pm 7.8	22.8 \pm 17.6	24.8 \pm 18.1	11.4 \pm 7.5
Troponin T ($\mu\text{g/L}$)	0.13 \pm 0.18	0.45 \pm 0.33	0.69 \pm 0.45	0.54 \pm 0.42	0.44 \pm 0.34

안정성이 입증되기 전까지는 관상동맥우회술이 우선 치료법(treatment of choice)이라 하였다[5].

일찍이 심폐기를 사용한 관상동맥우회술은 관상동맥 질환에 대한 안전하고 효과적인 치료법으로 확립되어 왔으나 근래 효과적인 심장조정장치의 개발과 함께 심폐바이패스 없는 관상동맥우회술의 경험이 축적되며 심폐바이패스 없는 관상동맥우회술이 심폐기를 사용하는 관상동맥우회술보다 더 안전할 수 있다는 보고들이 있다[6-8]. Legare 등[9]은 수술 후 약 4년간 환자를 추적하여 생존율이나 심장으로 인한 재수술률에 있어서 통계학상으로 심폐바이패스를 한 경우와 하지 않은 경우 간에 차이가 없다고 하였으며 Karolak 등[10]도 150명씩 두 그룹으로 나누어 비교한 보고에서도 어느 쪽이 더 우월하다는 결과를 얻을 수 없다고 하였다. 최근 Takai 등[11]에 의하면 심폐바이패스를 하지 않은 경우에서 정맥 이식편의 폐쇄율이 더 증가하였으나 그 외에 심방세동의 빈도나 강심제의 필요성, 수혈량, 호흡기 감염, 호흡기 보조시간, 중환자실 체류기간 및 입원기간 등이 감소한 것으로 나타났다[11]. Gardner[12]는 대부분의 경험이 많고 연륜 있는 심장외과의사들은 심한 대동맥의 동맥 경화가 있는 경우는 심폐바이패스 없는 관상동맥우회술이 안전한 것은 인정하지만, 일시적인 관상동맥의 혈류 차단을 견딜 수 없는 환자나 심첨부를 들어올리는 것을 견디지 못하는 심실비대 환자, 판막부전 환자는 심폐바이패스로 하는 관상동맥우회술이 더 안전하다고 하였다. 그러나 그는 선택에 있어서는 오히려 심폐바이패스 없는 관상동맥우회술에 잘 숙련된 심장외과의사에게 맡겨, 더욱 안전하고 성공적으로 관상동맥우회술을 하는 방향으로 가게 해야 할 것이라고 하였다.

심폐바이패스 없는 관상동맥우회술의 장점으로 심근 효소의 분비가 적고, 변력제의 사용이 줄고, 술 후 부정맥의 빈도가 감소하고, 인공호흡기 보조시간이 줄며, 사구체여과와 신세뇨관의 기능이 잘 보존되고, 혈액응고장애가 적어 수혈량의 감소 등을 들 수 있다. 또한 세포의 면역반응의 매개물질인 시토카인의 분비와 보체 활성이

감소되어 염증반응이 적게 일어나므로 술 후 감염도 감소하는 것으로 되어 있으며 이 밖에 신경인지기능의 빠른 회복도 장점으로 되어 있다[13]. 수술 후 심근손상의 정도를 보기 위한 검사로 CK-MB와 troponin T, troponin I 등의 변화를 보는데 그 중에서도 troponin I가 가장 민감한 지표로 되어 있으나[14,15], 저자들은 본원의 임상병리과의 사정에 따라 수술 후 심근효소치의 변화를 CK-MB와 troponin T로 모니터링하였다(Table 4).

관상동맥우회술의 이식편으로 요골동맥은 쉽게 확보할 수 있고 응용이 자유로워, 적절한 방법으로 혈관수축을 예방하고 70% 이상의 협착이 있는 관상동맥의 원위부에 문합하게 되면 좋은 결과를 보인다[16]. 특히 요골동맥의 내시경적 확보는 새로운 도구들의 개발에 힘입어 최근 활발하게 사용되고 있다[17]. 저자들은 좌측 내흉동맥과 요골동맥을 좌측의 관상동맥 영역에 사용하고 우측 관상동맥 영역은 대복재정맥을 사용하는 것을 원칙으로 하였는데, 요골동맥과 대복재정맥은 내시경으로 주로 확보하였다.

심폐바이패스 없는 관상동맥우회술에서는 수술 중 저혈압과 부정맥, 심박출량의 감소 등이 쉽게 발생할 수 있어 마취과의 역할이 매우 중요하다. 과거에는 수술시야를 확보하기 위하여 서맥을 유도하였으나, 새로운 심장 고정 및 견인기구(coronary stabilizer)의 개발에 따라서 심한 서맥의 유도 없이 수술시야의 양호한 확보가 가능해졌다.

결론

저자들은 100예의 임상분석에서 비록 적은 예이지만 만족스러운 결과를 얻었다. 심폐바이패스 없는 관상동맥우회술은 심폐바이패스에 수반되는 부작용을 줄임으로써 향후 경험의 축적과 더불어 관상동맥우회술의 적응증을 넓힐 수 있으리라 기대된다.

참 고 문 헌

1. Hill RA, Dunder Y, Bakhai A, et al. *Drug-eluting stents: an early systematic review to inform policy*. Eur Heart J 2004;25:902-19.
2. Briguori C, Colombo A, Airolidi F, et al. *Sirolimus-eluting stent implantation in diabetic patients with multivessel coronary artery disease*. Am Heart J 2005;150:807-13.
3. Joner M, Finn AV, Farb A, et al. *Pathology of drug-eluting stents in humans: delayed healing and late thrombotic risk*. J Am Coll Cardiol 2006;48:193-202.
4. US Food and Drug Administration Public Health Web Notification. *FDA statement on coronary drug-eluting stents*. 2006. Available at: <http://www.fda.gov/cdrh/news/091406.html>. Accessed November 3, 2006.
5. Feldman T. *Increased mortality with DES: is this a real issue?* December, 2006. <http://www.cardiosource.com> Accessed October 10, 2007.
6. Sabik JF, Gillinov AM, Blackstone EH, et al. *Does off-pump coronary surgery reduce morbidity and mortality?* J Thorac Cardiovasc Surg 2002;124:698-707.
7. Clevel JC, Shroyer AL, Chen AY, et al. *Off-pump coronary artery bypass grafting decreases risk-adjusted mortality and morbidity*. Ann Thorac Surg 2001;72:1282-8.
8. Plomondon ME, Cleveland JC, Ludwig ST, et al. *Off-pump coronary artery bypass is associated with improved risk-adjusted outcomes*. Ann Thorac Surg 2001;72:114-9.
9. Legare JF, Buth KJ, King S, et al. *Coronary bypass surgery performed off pump does not result in lower in-hospital morbidity than coronary artery bypass grafting performed on pump*. Circulation 2004;109:887-92.
10. Karolak W, Hirsch G, Buth K, et al. *Medium-term outcomes of coronary bypass graft surgery on pump versus off pump: results from a randomized controlled trial*. Am Heart J 2007;153:689-95.
11. Takai H, Tanabashi T, Kawai N, et al. *Off-pump coronary artery bypass graft patency: meta-analysis of randomized trials*. J Thorac Cardiovasc Surg 2007;133:2-3.
12. Gardner TJ. *On-pump versus off-pump coronary artery bypass grafting*. J Thorac Cardiovasc Surg 2007;133:1.
13. Song HK, Puskas JD. *Off-pump coronary artery bypass surgery*. In: Kaiser LR, Kron IL, Spray TL. *Mastery of cardiothoracic surgery*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. 2007:454-5.
14. Paparella D, Cappabianca G, Malvindi P, et al. *Myocardial injury after off-pump coronary artery bypass grafting operation*. Eur J Cardiothorac Surg 2007;32:481-9.
15. Nageh T, Sherwood RA, Harris BM, Byrne JA, Thomas MR. *Cardiac troponin T and I and creatine kinase-MB as markers of myocardial injury and predictors of outcome following percutaneous coronary intervention*. Int J Cardiol 2003;92:285-93.
16. Mussa S, Choudhary BP, Taggart DP. *Radial artery conduits for coronary artery bypass grafting current perspective*. J Thorac Cardiovasc Surg 2005;129:250-3.
17. Bleiziffer S, Hettich I, Eisenhauer B, et al. *Patency rates of endoscopically harvested radial arteries one year after coronary artery bypass grafting*. J Thorac Cardiovasc Surg 2007;134:649-56.

=국문 초록=

배경: 심폐바이패스 없는 관상동맥우회술의 개발은 심폐바이패스로 일어나는 부작용을 피함으로써 관상동맥우회술의 적용범위를 더 확대할 수 있게 하였다. 특히 심폐바이패스 없는 관상동맥우회술은 심근보호, 폐 및 신기능의 보호, 혈액응고 장애 예방, 전신 염증 반응 및 인지기능의 예방 등에서 이점이 있는 것으로 알려져 있다. 저자들은 관상동맥우회술을 좀 더 확대 적용할 수 있는지를 알기 위하여 심폐바이패스 없는 관상동맥우회술의 임상성적을 분석하였다. 대상 및 방법: 1999년 5월부터 2007년 8월까지 관상동맥우회술을 시행한 310예의 환자 중 심폐바이패스 없이 시행한 100명을 대상으로 하였다. 남자가 63명, 여자가 37명이었으며 평균연령은 62±10세(29~82세)이었다. 수술 전 진단은 불안정성 협심증이 77예, 안정성 협심증이 16예이었으며 급성심근경색증인 경우가 7예이었다. 동반된 질병은 고혈압이 48예, 당뇨병 42예, 신부전증의 경우가 10예이었고 만성폐쇄성폐질환이 5예, 경동맥질환이 동반된 경우가 6예이었다. 수술 전 평균 심박출률은 56.7±11.6% (26~74%)였다. 관상동맥조영술에서 삼혈관질환이 47예, 이혈관질환이 25예이었고 단일혈관질환이 24예였으며, 이 중 좌주관상동맥협착이 있는 경우가 23예이었다. 내흉동맥은 97예에서 경상이식편으로 획득하였고 요골동맥과 대복재정맥은 각각 70예, 45예이었으며 이 중 내시경을 사용한 혈관 확보는 각각 53예, 41예이었다. 결과: 평균 2.7±1.2개의 문합을 하였다. 일측 내흉동맥은 95예(95%)에서 사용되었으며 요골동맥이 62예, 대복재정맥이 39예였고 양측 내흉동맥은 2예에서 시행되었으며, 100예 중 연속문합은 46예가 있었다. 각각의 관상동맥별 문합 수는 좌전하행지가 97개소, 둔각변연지가 63개소, 대각지가 53개소, 우관상동맥이 30개소, 중간분지가 11개소, 후하행동맥이 9개소, 그리고 후측방분지가 3개소였다. 수술 중 심폐바이패스로 전환한 경우는 4예 있었다. 전체 100예 중 72예에서 퇴원 전 관상동맥조영술 혹은 다중절편 컴퓨터단층촬영술을 이용한 관상동맥영상술로 확인하였는데 198문합 중에 184문합(92.9%)에서 개통성이 유지되었다. 수술 후 1예에서 패혈증으로 사망하였으며, 뇌경색 1예와 창상 감염 1예가 있었고 술 후 부정맥과 심근경색증은 없었다. 수술 후 평균 인공호흡기보조시간은 20±35시간이었으며 중환자실 체류시간은 68±47시간이었다. 수술 중 평균 수혈량은 4.0±2.6 pack이었다. 결론: 저자들은 100예의 심폐바이패스 없는 관상동맥우회술을 시행하여 좋은 성적을 얻었기에 관상동맥우회술의 범위를 확대하기 위해 사용할 수 있는 수술이라 제시할 수 있겠다.

- 중심 단어 : 1. 관상동맥우회술
2. 심폐바이패스 없는