

심폐바이패스 없이 시행하는 관상동맥우회술과 경피적 관상동맥중재술의 병합요법: 적응증 및 조기성적

황호영* · 김진현* · 조광리* · 김기봉*

Hybrid Off-pump Coronary Artery Bypass Combined with Percutaneous Coronary Intervention: Indications and Early Results

Ho Young Hwang, M.D.*, Jin Hyun Kim, M.D.*, Kwang Ree Cho, M.D.*, Ki-Bong Kim, M.D., Ph.D.*

Background: The possibility of incomplete revascularization and development of flow competition after revascularization of the borderline lesion made the hybrid strategy as an option for complete revascularization. **Material and Method:** From January 1998 to July 2004, 25 (3.2%) patients underwent hybrid revascularization among 782 total OPCAB procedures. Clinical results and angiographic patencies were evaluated. Percutaneous coronary intervention (PCI) was performed before CABG in 8 patients and after CABG in 17 patients. **Result:** The causes of PCIs before CABG were to achieve complete revascularization with minimally invasive surgery (n=7) and emergent PCI for culprit lesion (n=1). The indications of PCIs after CABG were high possibility of flow competition in the borderline lesion of right coronary artery territory (n=8), diffuse atheromatous lesion preventing anastomosis of graft (n=5), severe calcified ascending aorta with no more arterial graft available (n=3), and intramyocardial coronary lesion (n=1). Mean number of distal anastomoses was 2.3 ± 1.0 . Mean number of lesions treated by PCI was 1.2 ± 0.4 . There was no operative or procedure-related mortality. PCI-related complication was periprocedural myocardial infarction in one patient, and complications related to CABG were transient atrial fibrillation (n=5), perioperative myocardial infarction (n=1), and transient renal dysfunction (n=1). Early postoperative coronary angiography (1.8 ± 1.6 days) revealed 100% patency rate of grafts (57/57). The stenosis occurred in one patient performed PCI before CABG, which was successfully treated with re-ballooning. During midterm follow-up (mean; 25 ± 26 months), 1 patient died of congestive heart failure. All survivors (n=24) accomplished follow-up coronary angiographics, which showed all grafts (56/57) were patent except one string sign. In-stent restenosis was developed in 2 patients who received bare metal stents. **Conclusion:** In selected patients, complete revascularization was achieved with low risk by taking the hybrid strategy.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2005;38:733-738)

- Key words:**
1. Coronary artery bypass
 2. Angioplasty, transluminal, percutaneous coronary
 3. Minimally invasive surgery
 4. Off pump

서 론

다혈관 관상동맥질환에서 경피적 관상동맥중재술로 중

은 결과를 얻기 힘든 좌전하행지(left anterior descending artery)의 병변에 대해서는 최소개흉술 재관류를 시행하고 기타 혈관에 대해서는 경피적 중재술을 시행함으로써 수

*서울대학교병원 흉부외과, 서울대학교 의과대학 흉부외과학교실

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea

†2004년 추계 순환기학회에 구연 발표된 내용임.

논문접수일 : 2005년 7월 15일, 심사통과일 : 2005년 9월 5일

책임저자 : 김기봉 (110-744) 서울시 종로구 연건동 28번지, 서울대학교병원 흉부외과

(Tel) 02-2072-3482, (Fax) 02-764-3664, E-mail: kimkb@snu.ac.kr

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

술의 위험도를 낮추고 관상동맥 완전 재관류(complete revascularization)를 이루기 위해 시도된 수술법[1]의 추적결과를 보고하면서 하이브리드 관상동맥우회술(Hybrid Coronary Artery Bypass Grafting; Hybrid CABG)이라는 명칭이 사용되었다[2]. 이후에도 여러 연구자들이 하이브리드 관상동맥우회술의 좋은 초, 중기 성적을 보고하였는데[3-7] 대부분의 연구에서는 하이브리드 관상동맥우회술의 적응증을 최소침습적 수술을 위한 목적으로 시행하였다. 저자들은 심폐바이패스를 사용하지 않는 관상동맥우회술(Off-pump Coronary Artery Bypass Graft: OPCAB)과 경피적 관상동맥중재술을 병합하여 시행한 25예의 임상경험으로 하이브리드 관상동맥우회술의 적응증과 단기 성적을 문헌고찰과 함께 살펴 보고하고자 하였다.

대상 및 방법

1) 대상환자

1998년 1월부터 2004년 7월 사이에 심폐바이패스를 사용하지 않는 관상동맥우회술을 시행한 782명의 환자 중 수술 전 후에 관상동맥우회술로 재관류를 시행하지 않은 혈관부위에 중재술을 병합하여 시행한 25명(3.2%)을 대상으로 연구하였다(Table 1).

2) 수술 방법

(1) 최소침습성 관상동맥우회술(Minimally invasive direct coronary artery bypass graft; MIDCAB): 7명의 환자에서는 경피적 중재술 후에 최소침습성 관상동맥우회술을 시행하였다. 전신마취하에 환자를 30도 우측와위 자세로 눕힌 후 4번째 늑간을 통하여 8~10 cm의 절개창을 내어 좌측내흉동맥을 골격화 박리하였으며 심낭을 절개하고 1.5 mg/kg의 헤파린을 정주한 후 심장박동상태에서 좌전하행지동맥에 문합을 시행하였으며 프로타민을 이용한 헤파린용액 중화는 시행하지 않았다.

(2) 심폐바이패스없이 시행하는 관상동맥우회술: 모든 우회도관은 동맥도관을 사용하는 것을 원칙으로 하였다. 전신마취 하에 환자를 양와위로 눕혀 정중 흉골절개술을 시행하였으며 우위대망동맥을 사용한 경우에는 절개를 상복부까지 연장하였다. 내흉동맥의 박리를 위해 흉막을 열고 골격화 박리를 하였다. 초기에 1.5 mg/kg의 헤파린을 정주한 후 활성화응고시간을 300초 이상으로 유지하기 위해 간헐적으로 헤파린을 추가주입하였다. 우측내흉동맥을 정위로 좌전하행지동맥에 연결할 수 있었던 한 예를 제외

Table 1. Patient characteristics

Variable	Number of patients (n=25)
Age (yrs)	62.6±9.6
Male : Female	17 : 8
Unstable angina : Stable angina	19 : 6
Previous myocardial infarction	4
Previous PTCA	10
LVEF (%)	58±11
Angiographic diagnosis	
2 vessel disease	8
3 vessel disease	17
LMD (with or without peripheral lesion)	9
Risk factors	
Hypertension	14
Diabetes mellitus	10
Chronic renal failure	4
Previous stroke	9

PTCA=Percutaneous transluminal coronary angioplasty; LVEF=Left ventricular ejection fraction; LMD=Left main disease.

한 대부분의 환자에서 좌측내흉동맥을 좌전하행지동맥에 문합하고 우측내흉동맥이나 우위대망동맥을 8~0 polypropylene 연속봉합법으로 좌측내흉동맥에 Y복합편(composite graft)으로 연결하여 다른 병변에 문합하였다. 프로타민 중화는 역시 시행하지 않았다.

3) 경피적 관상동맥중재술(Percutaneous Coronary Intervention; PCI)

관상동맥에 접근하기 위해 대퇴동맥을 천자하여 7 Fr 카테터를 삽입하였다. 수술 후에 시행한 중재술의 경우에는 수술을 시행한 우회도관에 대한 조영술을 먼저 시행하여 관상동맥우회로의 개통을 확인하였다. 10,000 IU heparin을 주입한 후 잔존 병변에 카테터를 거치하고 경피적 경혈관 관상동맥확장술(Percutaneous transluminal coronary angioplasty; PTCA)를 시행한 후 잔존협착이 존재하거나 경쟁혈류가 예상되는 경우 등에는 스텐트를 삽입하였다.

4) 수술 전후 항응고요법(Table 2)

수술 전에 PCI를 시행하는 경우는 PCI 전날에 초기 용량으로서 아스피린(aspirin 100 mg q.d.)과 clopidogrel (600 mg q.d.)을 투여하고, 시술당일부터 수술 2일전까지는 아스피린 (100 mg q.d.)과 clopidogrel (75 mg q.d.)을 투여하

Table 2. Strategy of antiplatelet therapy

Preop PCI + OPCAB				
Pre. PCI#1	PCI #0-Preop	Preop #1	Op	Postop #1 -
ASA 100 mg CPD 600 mg	ASA 100 mg CPD 75 mg	Heparinization	Intraop Heparin	ASA 100 mg CPD 75 mg
OPCAB + Postop PCI				
Preop	Preop #1	Op	Postop #1 (PCI)	Maintain
ASA 300 mg	Heparinization	Intraop Heparin	ASA 100 mg CPD 600 mg	ASA 100 mg CPD 75 mg

PCI=Percutaneous coronary artery intervention; OPCAB=Off-pump coronary artery bypass surgery; ASA=Aspirin; CPD=Clopidogel.

Table 3. Follow-up coronary angiographic results

	Early angiographic finding	Late follow-up angiographic finding
Interval	1.8±1.6 (d)	9.6±3.0 (mo)
Graft patency	100% (57/57)	98.2% (56/57)*
PCI restenosis	1/9 preop PCI	
Balloon only (n=2)		0 (0%)
Bare metal stent (n=14)		2 (16.7%)
DES (n=15)		0 (0%)
Overall		2/31 (6.45%)
Survival	100% (25/25)	96% (24/25)

*in 1 case, arterial graft showed string sign. PCI=Percutaneous coronary artery intervention; DES=Drug-eluting stent.

였으며, 수술 전날에는 항혈소판제 대신 헤파린으로 aPTT (activated partial thromboplastin time)를 기저치의 2~2.5배로 유지하였다. 수술 후 다음날부터는 아스피린 (100 mg q.d), clopidogrel (75 mg q.d)을 투여하였다.

술 후 PCI를 시행하는 경우에는 수술 2일 전까지 아스피린(300 mg q.d.)을 투여하였으며 수술 전날에는 아스피린 대신 헤파린을 사용하였고 수술 다음날 아스피린(100 mg q.d), clopidogrel (600 mg q.d.)을 투약하고 PCI를 시행하였으며 그 다음날부터는 아스피린(100 mg q.d.)과 clopidogrel (75 mg q.d.)을 투약하였다.

5) 추적 관찰

본 연구는 모든 환자에서 환자 및 보호자의 승락 하에 이루어졌으며 수술 후 입원기간 내에 가능한 조기에 심초음파 및 심혈관조영술을 시행하였으며 술 후 9.6±3.0개월 후에 추적관찰 심혈관조영술을 시행하였다.

결 과

1) 수술 결과

모든 우회도관은 동맥도관만을 이용하여 시행하였으며 1명을 제외한 모든 환자에서 좌전하행가지에 혈관문합을 하였으며 사용한 동맥도관수는 2.2±1.1개, 문합한 관상동맥분지는 2.3±1.0개였다(Table 3). 수술과 관련된 사망은 없었으며, 수술 전 및 수술 중 대동맥내풍선펌프 삽입술이 필요한 경우가 각각 1예씩 있었으나 수술시 심폐바이패스로의 전환에는 없었다. 수술관련 합병증으로는 일시적인 심방세동 5예, 수술관련 심근경색 1예, 일과성 급성신부전 1예 등이 있었다. 수술 후 기관삽관의 발관은 20.5±14.1시간에 이루어졌으며, 중환자실 체류기간은 26.1±14.1시간이었다. 수술 후 1.8±1.6일째에 시행한 심혈관조영술에서 문합부 협착이나 폐쇄는 없었고 술 후 6.3±1.6일에 퇴원하였다.

2) 경피적 관상동맥 중재술 결과

8명의 환자에서는 수술 전 3.9±4.3일에, 나머지 17명에서는 수술 후 1.7±2.2일에 경피적 관상동맥중재술을 시행

하였다. 25명의 환자에서 총 31부위의 병변에 중재술을 시행하였는데, 시술부 병변의 길이는 21.8 ± 7.1 mm였으며, 모든 부위에서 풍선확장술을 시행하였고 26군데 병변에 대해서는 추가로 스텐트삽입술을 시행하였다. 2003년 8월 이후에 중재술을 받은 12명 환자의 14병변 중에서 12부위에는 약물용출성스텐트(drug eluting stent; DES)로 TAXUS 2예, CYPHER 10예가 사용되었다.

스텐트 삽입의 적응증으로는 수술적 재관류로 심근의 완전재관류가 어려웠던 경우(n=9)와 큰 우관상동맥의 중등도 병변으로 수술 후 이식도관과의 경쟁혈류가 예상되는 경우(n=8) 등이었다. 수술적 방법으로 완전재관류가 힘들었던 9예의 이유로는 협착부 이하의 관상동맥에도 동맥경화성 변화 및 석회화가 있어 혈관문합이 어려웠던 경우(5예), 상행대동맥의 석회화를 동반하면서 이용가능한 동맥 우회도관이 부족하였던 경우(3예), 관상동맥의 심근내주행하는 경우(1예) 등이었다. 시술 관련 사망은 없었으며 합병증으로 1예의 시술과 관련된 심근경색(CK-MB 상승 및 심전도 소견에서 ST분절의 상승)의 소견을 보였다.

3) 추적 결과

술 후 조기 평가로서 모든 환자에서 수술 후 1.8 ± 1.6 일 에 관상동맥조영술을 시행하였다. 57개 문합부는 개존되어 있었으며 술 전에 시행되었던 경피적 관상동맥중재술 부위의 협착소견이 있었던 1예 외의 모든 중재술 부위의 개존을 확인하였다. 중재술 부위의 재협착 병변은 다시 풍선확장술을 시행하였다.

이 후 추적관찰은 전예에서 이루어졌으며 추적관찰기간은 25.4 ± 25.5 개월이었다. 만기 사망이 1예 있었는데 수술 전 심초음파소견에서 심박구출률이 25%였던 환자로 2개월째에 심부전증 악화로 사망하였다.

생존한 24명 환자 모두에서 추적관찰 관상동맥조영술을 시행하였다. 관상동맥우회술을 시행한 문합부는 1예의 string sign외에 모두 개존(56/57)되어 있었다.

중재술 부위에 대해서는 24명의 31개소의 중재술 부위 중 약물용출형 스텐트를 시행하기 이전의 12예의 중재술 중 2예에서 50% 이상의 협착 소견이 있었으나 흉통은 없었으며, 이 중 1예는 재협착부위에 방사선 근접조사(brachytherapy)를 시행하였으며 나머지 1예는 추가 시술 없이 관찰 중이다. 하지만 약물용출형 스텐트를 삽입한 경우(n=12)에는 모두 협착 소견이 없었다.

고 찰

다혈관 관상동맥 질환 환자에서 심폐바이패스하의 심정지상태로 완전재관류를 시행하는 것이 일반적 수술방법으로 사용되어 왔으나[8] 심폐바이패스의 운용은 전신염증반응을 유발하여 다장기 부전을 야기할 수 있으며, 출혈 가능성을 증가시키고, 삼관과 연관한 합병증, 특히 뇌졸중의 위험을 증가시키고 또한 술 후 우울증, 섬망, 지각장애, 기억상실 등의 신경정신적 장애의 빈도를 증가시키는 것으로 알려져 있다[9-11]. 따라서 뇌졸중, 신부전, 출혈경향 등의 위험인자를 갖는 고위험군 환자에서 심폐바이패스를 사용하지 않는 관상동맥우회술이 그 대안으로 떠오르게 되었다. 특히 작은 전흉부 개흉술을 통하여 체외순환을 사용하지 않고 관상동맥우회술을 시행하는 최소침습성 관상동맥 우회술이 정중흉골절제술에 의한 관상동맥우회술보다 고위험군 환자에서 수술위험도를 낮출 수 있다는 가능성 때문에[12] 이 술식에 대한 많은 관심이 집중되어 왔다. 특히, 다중 혈관질환을 갖는 환자들에서는 최소 침습성 관상동맥우회술과 경피적 관상동맥 중재술을 병합하여 수술의 위험도를 낮추고 심근의 완전재관류를 이루기 위해 한 방법으로 대두되었다.

좌내흉동맥을 좌전하행가지에 연결하는 관상동맥우회술은 흉통재발 및 예방, 심근경색 발생 예방에 경피적 관상동맥 중재술보다 효과적이며 장기 개통성이 우수하며 경피적 관상동맥 중재술은 우관상동맥과 왼쪽 회물이 동맥에서는 좌전하행가지에 비해 개통성이 우수하다는 연구 결과들[13,14]에 착안하여 심폐바이패스와 관련된 위험도가 높은 환자들에서 좌측전방개흉술을 통해 좌내흉동맥을 좌전하행가지에 연결하고 문합이 어려운 좌심실 측벽 또는 하벽은 중재술로 해결하는 방식으로 안전하게 완전재관류에 도달하고자 하였으며 우수한 초중기 성적이 보고되었다[1-7]. 본 연구에서도 초기 7예에서 이러한 접근법이 이루어졌다[15]. 그러나 최근에는 무체외순환 관상동맥 우회술의 수술 기법이 급격히 발전하여 거의 모든 병변의 문합이 가능하게 되었고 낮은 사망률과 합병증, 높은 개존율을 보여[16,17] 따라서 대부분의 환자에서 정중흉골절개를 통한 무체외순환 관상동맥 우회술이 가능해졌다. 관상동맥 우회술의 이상적인 목표는 심근의 완전한 재관류화이다. 이러한 목표는 수술위험도의 감소 못지 않게 강조되어야 할 점으로 불완전한 심근 재관류는 심근허혈에 관련한 위험발생 빈도의 증가, 수술적 또는 내과적 재시술 빈도의 증가, 사망률의 증가 등과 연관됨이 보고

되었다[18]. 따라서 본 연구에서는 수술 전, 후에 경피적 중재술을 병합사용하여 완전한 심근의 재관류화를 이루려는 하이브리드 관상동맥우회술의 목적과 대상에 대해 재조명하고자 하였다. 본 연구에 포함된 25예(3.2%)의 환자에서는 1) 관상동맥우회술 시행시 자신의 관상동맥 혈류와 경쟁이 예상되는 중등도 병변이 있거나, 2) 우위내망동맥의 동맥경화가 있거나 수술 중 동맥이식편 손상 등으로 적절한 동맥이식편이 모자라면서 상행대동맥의 석회화가 동반된 경우, 3) 협착부위 이하의 혈관에 미만성 동맥경화성 병변이나 석회화가 진행되어 문합이 어려운 경우, 4) 관상동맥의 심근내 주행 등의 경우 수술 전, 후에 경피적 관상동맥중재술을 병합함으로써 완전재관류화를 이루고자 하였으며 만족할 만한 결과를 얻을 수 있었다. 명백히 이런 접근법의 가장 큰 약점은 스텐트 재협착일 것이다. 본 연구결과에서 중재술의 재협착은 31개소 중 2개소(6.45%)에서 발생하였는데 모두 bare metal stent를 사용하였던 경우로 약물용출형 스텐트의 도입 이후에는 재협착례가 없었으며, 따라서 이러한 협착 발생률의 급격한 감소는 향후 하이브리드의 적용대상을 넓힐 것으로 기대된다. 결론적으로 동반위험도가 높고 관상동맥우회술만으로 심근의 완전재관류의 효과를 얻지 못할 것으로 예상되는 환자에서 관상동맥우회술과 경피적 관상동맥중재술을 결합하는 하이브리드 관상동맥우회술을 적용함으로써 낮은 위험도로서 심근의 완전 재관류를 얻었고 좋은 초기 성적을 기대할 수 있었다.

결 론

관상동맥우회술과 경피적 관상동맥중재술 각각의 장점을 취합하는 하이브리드 방식으로 선택적 환자들에서 최소절개 관상동맥우회술을 통한 수술 위험도를 감소시키거나, 심근의 완전 재관류를 이룰 수 있었다.

참 고 문 헌

1. Angelini GD, Wilde P, Salerno TA, Bosco G, Calafiore AM. *Integrated left small thoracotomy and angioplasty for multivessel coronary artery revascularization*. Lancet 1996;347: 757-8.
2. Riess FC, Bader R, Kremer P, et al. *Coronary hybrid revascularization from January 1997 to January 2001: a clinical follow-up*. Ann Thorac Surg 2002;73:1849-55.
3. Zenati M, Cohen HA, Griffith BP. *Alternative approach to multivessel coronary disease with integrated coronary revascularization*. J Thorac Cardiovasc Surg 1999;117:439-44.
4. Wittwer T, Cremer J, Boonstra P, et al. *Myocardial "hybrid" revascularization with minimally invasive direct coronary artery bypass grafting combined with coronary angioplasty: preliminary results of a multicentre study*. Heart 2000;83: 58-63.
5. Cisowskia M, Morawskia W, Drzewieckib J, et al. *Integrated minimally invasive direct coronary artery bypass grafting and angioplasty for coronary artery revascularization*. Eur J Cardiothorac Surg 2002;22:261-5.
6. Isomura T, Suma H, Hori T, Sato T, Kobashi T, Kanemitsu H. *Minimally invasive coronary artery revascularization: off-pump bypass grafting and the hybrid procedure*. Ann Thorac Surg 2000;70:2017-22.
7. Stahl KD, Boyd WD, Vassiliades TA, Karamanoukian HL. *Hybrid robotic coronary artery surgery and angioplasty in multivessel coronary artery disease*. Ann Thorac Surg 2002; 74(Suppl):S1358-62.
8. Cameron A, Davis KB, Green G, Schaff HV. *Coronary bypass surgery with internal-thoracic-artery grafts - effects on survival over a 15-year-period*. N Engl J Med 1996;334: 216-9.
9. Kirklin JK, Westaby S, Blackstone EH. *Complement and the damaging effects of cardiopulmonary bypass*. J Thorac Cardiovasc Surg 1983;86:845-57.
10. Salasidid GC, Latter DA, Steinmetz OK, et al. *Carotid artery duplex scanning in preoperative assessment for coronary artery revascularization: the association between peripheral vascular disease, carotid artery stenosis, and stroke*. J Vasc Surg 1995;21:154-60.
11. Reragui I, Birdi I, Izzat MB, et al. *The effects of cardiopulmonary bypass temperature on neuropsychologic outcome after coronary artery surgery: a prospective randomized trial*. J Thorac Cardiovasc Surg 1996;112:1036-45.
12. Calafiore AM, Di Giammarco G, Teodori G, et al. *Left anterior descending coronary artery grafting via a left anterior small thoracotomy without cardiopulmonary bypass*. Ann Thorac Surg 1996;61:1659-65.
13. Hueb WA, Bellotti G, DeOliveira SA, et al. *The medicine, angioplasty or surgery study (MASS): a prospective, randomized trial of medical therapy, balloon angioplasty or bypass surgery for single proximal left anterior descending artery stenosis*. J Am Coll Cardiol 1995;26:1600-5.
14. Hirshfeld JW, Schwartz JS, Jugo R, et al. *Restenosis of coronary angioplasty: a multivariate statistical model to relate lesion and procedure variables to restenosis*. J Am Coll Cardiol 1991;18:647-56.
15. Chang JM, Ryu WH, Kim KB. *Combined percutaneous transluminal coronary angioplasty and minimally invasive coronary arterial bypass grafting (Hybrid CABG)*. Korean J Thorac Cardiovasc Surg 1999;32:1127-30.
16. Kim KB, Kang CH, Chang WI, et al. *Off-pump coronary*

- artery bypass with complete avoidance of aortic manipulation. *Ann Thorac Surg* 2002;74:1377-82.
17. Kim KB, Cho KR, Chang WI, Lim C, Ham BM, Kim YL. Bilateral skeletonized internal thoracic artery graftings in off-pump coronary artery bypass: early result of Y versus in situ grafts. *Ann Thorac Surg* 2002;74:1371-76.
18. Bourassa MG, Holubkov R, Yeh W, Detre KM. Strategy of complete revascularization in patients with multivessel coronary artery disease (a report from the 1985-1986 NHLBI PTCA registry). *Am J Cardiol* 1992;70:174-8.

=국문 초록=

배경: 경피적 관상동맥중재술과 최소침습성 관상동맥우회술을 병합하여 시행하는 하이브리드 관상동맥우회술(hybrid coronary artery bypass surgery; hybrid CABG)은 고위험군 환자에서 심근의 불완전한 재관류가 예상되는 경우에 수술관련 합병증을 낮추고 완전 재관류화를 이루기 위하여 적용할 수 있다. 대상 및 방법: 1998년 1월부터 2004년 7월 사이에 심폐바이패스를 사용하지 않고 관상동맥우회술을 시행한 782명의 환자 중에서 수술 전, 후에 경피적 관상동맥중재술을 같이 시행한 25명(3.2%)의 환자들(M:F=17:8)을 대상으로 임상적 결과 및 심혈관 조영술을 통한 개존율을 비교하였다. 결과: 수술 전에 중재술을 시행한 8예 중 7예는 최소절개 관상동맥우회술을 시행하기에 부적합한 병변에 대해서 경피적 관상동맥중재술을 시행하였고, 다른 1예는 급성심근경색증에서 culprit 병변에 대한 응급 중재술 후 관상동맥우회술이 필요했던 경우였다. 수술 후 중재술을 시행한 17예는 관상동맥의 중등도 병변(70~90% 협착)으로 수술 후 이식도관과의 경쟁혈류가 예상되었던 경우 8예, 관상동맥병변이 혈관 전체에 광범위하여 혈관문합이 불가능했던 경우 5예, 상행대동맥 석회화를 동반하면서 이용 가능한 동맥 우회도관의 부족 3예, 그리고 심근내 관상동맥의 주행 1예 등에서 관상동맥우회술 후에 대상혈관에 대한 경피적 중재술을 시행하였다. 관상동맥우회술시 평균 원위부 문합수는 평균 2.3 ± 1.0 개소였으며, 중재술로 치료된 병변의 수는 평균 1.2 ± 0.4 개소였다. 중재술 및 수술관련사망은 없었다. 중재술관련 합병증으로 심근경색이 발생한 경우 1예가 있었으며 수술관련 합병증으로는 일시적인 심방세동 5예, 수술전후 심근경색 1예, 일시적 신기능저하 1예가 있었다. 전례에서 수술 후 평균 1.8 ± 1.6 일째에 관상동맥조영술을 시행하여 모든 도관의 개존율(100%=57/57)을 확인하였다. 수술 전 중재술을 시행한 1개소에서는 중재술 부위의 재협착소견이 보여 수술 후 조영술시 재풍선확장술로 치료하였다. 수술 후 추적관찰(평균 25 ± 26 개월) 동안 1예에서 심부전으로 사망하였다. 생존한 환자 24예에서 수술 후 평균 9.6 ± 3 개월째에 관상동맥조영술을 시행하였고 이식도관이 string 징후를 보인 1예를 제외하고 모두 개존(56/57)되어 있었으며, 약물용출형 스텐트를 시행하기 이전의 12예의 중재술 중 2예에서 50% 이상의 스텐트 협착이 있었으나 흉통의 재발은 없었다. 결론: 하이브리드 관상동맥 우회술은 수술위험도를 낮추기 위하여 최소절개 관상동맥우회술과 병합하여 시도될 수 있을 뿐 아니라, 선택적 환자에서는 정중 흉골절개 관상동맥우회술과 병합하여 수술관련 합병증을 낮추고 심근의 완전 재관류화를 도모할 수 있었다.

- 중심 단어 : 1. 관상동맥우회술
2. 경피적 관상동맥 중재술
3. 최소침습적 수술
4. 무체외순환