대흉외지 2004;37:827-832

□ 임상연구 □

최소 침습적 관상 동맥 우회술의 중단기 성적

손호성* · 선 경* · 방영호* · 황진욱* · 민병주* · 조양현* · 박성민* · 이성호* · 김광택*

Early and Mid-Term Results of MIDCAB

Ho Sung Son, M.D.*, Kyung Sun, M.D.*, Young Ho Fang, M.D.*, Znuke Hwang, M.D.*, Byoung Ju MIn, M.D.*
Yang Hyun Jo, M.D.*, Sung Min Park, M.D.*, Sung Ho Lee, M.D.*, Kwang Taik Kim, M.D.*

Background: The significance of MIDCAB is emerging topics recently as OPCAB is going to be universalized, and long-term outcome of bypass graft surgery was proved to be more excellent than balloon dilation or stent insertion. We report our MIDCAB results in 73 patients in the last three years. ***Material and Method:*** Retrospective analysis of medical records was done from November 1, 2000 through November 31, 2003. There were 47 males and 26 females ranging in age from 31 years to 79 years (average 61.3±9.8 years). Observation periods after operative procedures were 10 to 1238 days (average 763±319.8 days). Left longitudinal parasternal incision as a standard procedure was done to approach the heart after dissection of the left internal thoracic artery by partial or total resection of 3rd to 5th ribs. ***Result:*** Of those patients, 46 patients were transferred to ICU after extubation at operation room and 58 patients were extubated within 3 hours after operation. Average ICU staying periods was 26.8±11.5 hours. Follow-up angiography during admission was done in 36 patients and showed 100% patency. Only one patient died on the 10th post operative day because of sudden CVA. Complications included wound problems in 4 patients, and constructing pericardial window using thoracoscopy due to continuous pericardial effusion in 1. Permanent pacemaker was inserted in one patient owing to sick sinus syndrome. In one patient with recurrence of angina 8 months after operation, stenosis at anastomic site was found and improved with balloon dilatation. ***Conclusion:*** We were satisfied with our results of MIDCAB in single and multi-vessel coronary artery disease. These results have made the cardiologists tried to operate positively and we expect widening operative indications including hybrid revascularization.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2004;37:827-832)

Key words: 1. Coronary artery bypass surgery
2. Minimally invasive surgery

서 론

관상 동맥 우회술의 장기성적이 경피적 혈관 확장술이나 스텐트 같은 심도자 시술에 비해 우수한 것이 증명되고, 특히 수술 기구의 발달로 심장박동상태에서 수술하는 무펌프 관상동맥우회술(OPCAB)이 보편화됨에 따라, 최소 절개로 수술하는 최소 침습적 관상동맥 우회술(minimal invasive coronary artery bypass; MIDCAB)의 의미가 재조명되고 있다. MIDCAB은 수술 시간이 짧고 환자의 조기회복이 가능하며, 정중 흉골 절개에 비해 수술 상처가 작다는 장점을 바탕으로, 단일 관상동맥 질환뿐 아니라, 관상동맥 우회술이 필요한 고위험 환자군에서 적절한 술기로

*고려대학교 의과대학 흉부외과학교실
Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Korea University College of Medicine
논문접수일 : 2004년 6월 22일, 심사통과일 : 2004년 8월 27일
책임저자 : 선 경 (136-705) 서울시 성북구 안암동 5가 126-1, 고려대학교 의료원 흉부외과
(Tel) 02-920-5436, (Fax) 02-927-3104, E-mail: ksunmd@kumc.or.kr
본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

부각되고 있다. 특히 고위험군 환자에서 심도자 시술과 병행하는 hybrid revascularization의 개념이 호응을 얻고, 그 결과들이 보고됨에 따라 MIDCAB도 점점 증가 추세에 있다. 고려대학교 안암병원 흉부외과에서는 지난 3년 간 시행했던 MIDCAB 73예의 결과를 분석하여 보고한다.

대상 및 방법

2000년 11월 1일부터 2003년 11월 30일까지 고려대학교 안암병원 흉부외과에서 관상동맥 우회술을 시행받았던 환자 중 MIDCAB을 시행받은 환자 73명을 대상으로 하였다. 모든 환자의 병력과 외래 추적 관찰의 의무기록을 토대로 수술 전 수술의 적응증, 수술 후 기관 튜브의 발관까지의 시간, 중환자실 체류시간, 수술 후의 관상 동맥 촬영술의 결과, 수술의 합병증 등을 분석하였다. 환자의 성비는 남자 47명, 여자 26명이었고, 환자의 연령은 최소 31세에서 최고 79세로, 평균 61±9.8세였다.

수술은 전신 마취 후, 환자를 30° right down decubitus position을 취하였다. 흉부 절개는 세 번째 늑연골 부위부터 다섯 번째 늑연골 부위까지 흉골과 평행하게 약 6~7 cm 가량을 종절개하는 Left Parasternal Incision을 표준 술기로 하였다(Fig. 1). 흉부 절개 후 4번째 늑연골은 완전 절제하였고, 세 번째와 다섯 번째 늑연골은 좌측 내흉동맥의 주행을 따라 부분 혹은 완전 절제하여, 좌측 내흉동맥을 박리하였다. 내흉동맥을 자르기 전에 heparin (1.5 mg/kg)을 정맥 내로 주입하였다. 내흉동맥을 수집(harvesting)한 후, 심막을 정중앙에서 좌측으로 비스듬히 절개하여 좌전하행지를 노출하였다. 좌심비대가 심한 경우는 deep pericardial retraction suture를 하여 문합부위의 수술 시야를 확보하였다. Genzyme immobilizer™ system (Genzyme Biosurgery, Fall River, USA)를 이용하여 좌전하행지의 문합부위를 고정한 후, 관상동맥을 절개하고 intra-coronary shunt (Flo-Thru™ Synovius Life Technologies, Inc., St. Paul, USA)를 관상동맥에 삽입하여 수술 중에도 혈류를 유지하였다. 미리 준비해둔 내흉동맥을 우회하고자 하는 좌전하행지나 대각 분지(Diagonal branch)에 7-0 polypropylene으로 측단문합 하였다. 흉관을 심막 내에 삽입한 후, 수술 상처는 흉벽의 안정성을 고려하여 근육층과 피하층은 한꺼번에 단층으로 봉합한 후 피부를 봉합하였다.

Table 1. Operative indications

	Indications	Cases
Single vessel disease	Primary LAD single lesion	32 (43.9%)
	Restenosis after angioplasty	19 (26.0%)
	LAD dissection	2 (2.7%)
Multivessel disease	Hybrid revascularization	15 (20.6%)
	Malignancy	2 (2.7%)
	Poor PFT	3 (4.1%)

LAD=Left anterior descending coronary artery; PFT=Pulmonary function test.

결 과

수술 후 관찰 기간은 10~1,238일(평균 763±319.8일)이었고, 수술 도중에 흉골 정중절개로 전환한 경우는 없었다.

수술 전 위험인자에는 고혈압이 있는 경우가 17예(23.3%), 당뇨가 7예(9.6%), 고혈압과 당뇨가 같이 동반된 경우가 14예(19.2%), 뇌혈관 질환이 동반된 경우가 3예(4.1%), 신부전이 있었던 경우가 3예(4.1%), 혈관질환이 동반된 경우가 2예(2.7%), 응급 수술을 시행했던 경우가 10예(13.7%)였다.

수술 적응증은 좌전하행지 단일 혈관 협착이 32예로 가장 많았으며, 혈관성형술이나 stent 삽입 후 재협착이 발생한 경우가 19예, 전하행지 박리의 경우가 2예였다. 그 외에 3중혈관 환자 20예에서 hybrid revascularization을 목적으로 한 경우가 15예였고, 악성 종양이 동반된 경우가 2예, 만성 폐쇄성 호흡기 질환으로 폐기능에 문제가 있었던 경우가 3예이었다(Table 1).

수술 후 기관지 삽관의 제거에는 평균 2.6±5.5 (0~26)시간이 걸렸다. 수술실에서 기관지 삽관을 제거하고 중환자실로 이송한 경우가 46예(63%)였으며, 총 58예(79.4%)에서 수술 3시간 이내에 기도삽관을 제거할 수 있었다. 기관지 삽관 제거까지의 시간이 길었던 환자들로는, 고령으로 폐기능이 좋지 않아 기관지 삽관 제거에 24시간이 걸린 경우가 1예, 수술 전 저심박출증으로 응급수술 후 심근 수축력의 회복이 늦어진 경우와 수술 후 간헐적인 부정맥으로 기관지 삽관의 제거에 20시간이 넘게 걸린 경우가 각각 1예씩 있었다.

중환자실 체류시간은 평균 26.8±11.5 (16~94)시간으로

Table 2. Postoperative ICU stays

Durations (hrs)	Cases
~24 hrs	41 (56.1%)
25 hrs~48 hrs	30 (41.1%)
71 hrs	1 (1.4%)
94 hrs	1 (1.4%)

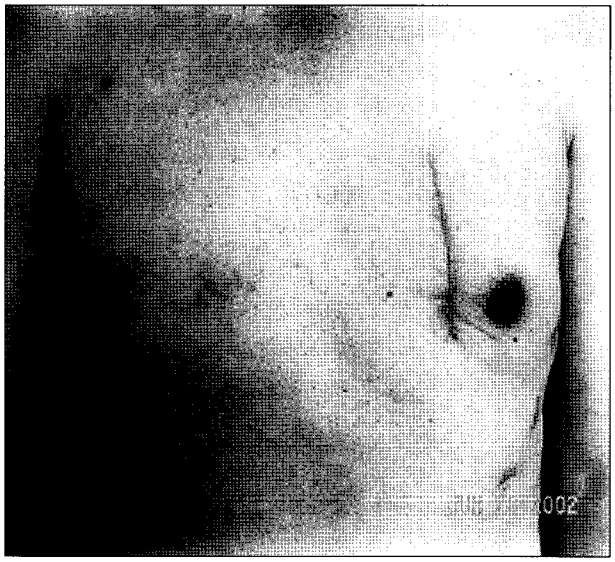

Fig. 1. Patient with incisional wound after MIDCAB. The length of the wound is about 7 cm longitudinally.

만성 신부전 환자에서 수술 후 신장 기능의 악화로 중환자실에서 관찰이 필요했던 경우 1명과, 수술 전부터 있었던 부정맥으로 최소 침습적 관상동맥 우회술 후 영구 심박동기를 삽입해야 했던 환자 1명을 제외하고 모든 환자에서 수술 후 2일 이내에 일반 병실로 이송할 수 있었다(Table 2).

최소침습적 관상동맥 우회술을 시행받았던 73명의 환자에서, 수술 후 지속적인 심낭 삼출로 인해 흉강경을 이용하여 심낭창을 조성한 1예를 제외하고 수술 후 증상이 호전되었다. 총 73명의 환자 중 36예에서 입원기간 동안에 수술 후 관상동맥 조영술을 시행하였으며, 관상동맥 조영술을 시행했던 모든 환자에서 문합부위의 협착 소견없이 내흉동맥을 통해 좌전하행지가 원활하게 조영됨을 확인하였다(Fig. 2). 또한 수술 후 7일째 시행한 심장 초음파 검사에서 수술 후 심장의 구축률이 수술 전과 같은 경우가 37예(50.7%), 저하된 경우가 5예(6.9%), 증가된 경우가 31 (42.4%)예였다.

Fig. 2. Postoperative angiography showed a good patiency between LITA and LAD.

수술 후 사망은 10일째에 갑자기 발생한 CVA로 1명의 환자에서 발생하였다. 합병증으로는 창상감염으로 보존치료한 경우가 1예, 창상열개로 재봉합한 경우가 3예, 지속적인 심낭삼출로 흉강경을 이용하여 심낭창을 조성한 경우가 1예 있었고, 수술 후 8개월째 협심증 증세가 재발된 환자 1명에서 문합부 협착이 발견되어 풍선확장술을 시행하였다.

고 찰

관상 동맥 우회술은 최근 비약적인 발전을 거듭하여 수술 후 사망률이 감소하고, 합병증의 발생률이 감소하고 있다[1]. 1967년 Kolessov 등이 심폐우회없이 심근의 재관류에 대해 보고한 이후[2-5], 여러 수술 기구들의 개발로 체외 순환을 사용하지 않고 수술이 가능하게 되었으며, 이로 인해 수술 후 인공심폐기의 사용으로 발생할 수 있는 합병증 및 중추 신경계 증상의 발생률이 줄어들고 있다[1,6-9]. 이러한 수술 기법의 개발은 적은 피부 절개만으로도 관상 동맥 우회술을 가능하게 하였을 뿐만 아니라, 우수한 미용적인 효과, 적은 수술 통증, 수술 후 조기 회복이 가능하게 되었다[1,5,6,8-11]. 특히 고령, 당뇨, 신부전 등의 전신 질환이 동반된 고위험군의 환자에서 수술의 위험

도를 낮추고, 각종 합병증의 발생을 줄일 수 있게 되었다.

일반적으로 관상동맥 질환이 좌전하행지에만 국한된 경우에 있어서는 경피적 경혈관 확장술(PTCA) 및 스텐트 삽입술은 가장 좋은 치료 방법의 하나로 받아들여져 왔다. 그러나 이러한 치료는 시술 후 높은 재협착의 발생이라는 문제점을 가지고 있다. 스텐트 삽입술 후의 재협착은 14~26%까지도 보고되고 있으며, B-type, C-type의 병변인 경우나, 당뇨, 또는 혈관 직경이 3 mm 이하인 경우에는 재협착의 발생률을 41%까지도 보고하고 있다[6,12]. 그러나 내흉동맥을 이용하여 좌전하행지에 관상동맥 우회술을 시행한 경우는 10년 개통률을 85~96%로 보고하고 있다[2,5,6]. 이러한 관상동맥 우회술의 좋은 결과에도 불구하고 수술의 위험성이나 회복에 걸리는 시간, 그리고 수술과 관련하여 발생할 수 있는 여러 가지 합병증 등을 고려할 때 수술적 치료보다는 경피적 혈관 확장술 및 스텐트 삽입술이 우선적으로 치료에 적용되어 왔다[2]. 1990년대부터 심장 박동 상태에서 관상동맥 우회술이 가능하게 되면서 작은 절개로 관상동맥 우회술을 시행하는 최소침습적 관상동맥 우회술(MIDCAB)이 주목을 받게 되었다. 이러한 MIDCAB은 수술 중 심장을 고정시키는 기계장치의 발달로 수술 시간이 감소하고 수술 성적도 향상됨에 따라 경피적 혈관 확장술의 높은 재협착 문제를 해결할 수 있는 대안으로 여겨지고 있다[1,9,13]. 이러한 최소침습적 관상동맥 우회술의 수술 적응증으로는 (1) 관상동맥 우회술을 받은 과거력이 있거나, (2) 다중 혈관 질환의 환자 중에서 악성 종양, 신부전, 뇌혈관질환, 고령, 호흡기능의 저하 등이 동반된 고위험군의 환자, (3) 경피적 혈관 확장술 후 재협착이 있는 환자, (4) 경피적 혈관 확장술이 어려운 경우의 좌전하행지나 우측 관상동맥의 질환이 있는 환자이다[5,8,14]. 그러나 (1) 심근 내에 위치한 좌전하행지의 경우, (2) 혈관의 직경이(1.5 mm 이하) 가늘면서 전반적으로 석회화가 동반되어 있는 경우, (3) 좌심실 비대를 동반한 폐동맥 고혈압이 심한 환자 등은 상대적으로 최소침습적 관상동맥 우회술의 금기로 여겨지고 있다[3,14].

최소 침습적 관상동맥 우회술은 짧은 수술 시간, 흉골절개의 불필요, 체외순환이 필요하지 않으며, 수술 중 대동맥의 조작이 필요없으며, 환자의 조기회복으로 입원 기간의 단축, 비용 절감 등의 장점이 있다[1,5]. 그러나 최소침습적 관상동맥 우회술은 수술 시야의 확보에 제한점이 있고, 심장 박동상태에서 수술해야 하며, 외과의사가 수술의 완숙단계까지의 시간이 많이 필요한 점 등이 단점으로 지적되고 있다[1]. 이러한 수술적 제한점들은 심장고정기의 개선과 수술 수기의 발달로 상당 부분 해결되고 있다. 저자들도 경험의 축적을 통하여 좌심실 비대가 심한 환자에서 심막을 정중앙에서 좌측방향으로 사선 절개함으로써 쉽게 좌전하행지의 시야를 확보하여 수술하고 있다.

1996년 이후 수술 중 심장을 안정화시키는 고정장치(stabilizer)를 수술에 적용하기 시작하면서 기존의 약물로서 심장을 안정화시킬 때보다 문합이 쉬워지면서 수술 성적도 향상되었다[13-15]. 수술 후 시행한 관상동맥 촬영술에서 문합부의 개통률에 있어서 Subramanian 등[14]은 97%, Oliveira 등[13]은 98%로 보고하고 있으며, 이는 전통적인 관상동맥 우회술에서의 개통률과 차이가 없이 보고되고 있다. 또한 Calafiore 등[15]은 심장고정기의 사용 전과 후의 MIDCAB 수술 성적을 비교하였는데, 문합 부위의 개통률은 심장고정기의 사용 전이 92.5%였고, 사용 후는 98.8%로 보고하였으며, 19개월간의 추적관찰에서 재수술이나 경피적 혈관 성형술과 같은 치료가 필요하지 않고 생존한 경우를 비교한 결과에서는 89.9%와 95.8%로 심장고정기 사용 후가 수술의 결과에 있어서 나아졌음을 보고하였다. 또한 최소 침습적 관상동맥 우회술은 수술 후 조기에 기관 삽관의 제거가 가능하며, 회복이 빨라 중환자실 입원기간도 줄일 수 있다[2-5]. Oliveira 등[13]은 120명의 MIDCAB환자에서 수술 후 118명(98.3%)의 환자가 수술 후 6시간 이내에 기관 삽관의 제거가 가능하였고, 113명(94.2%)의 환자가 24시간 이내에 중환자실에서 일반병실로 이송하였다고 보고하였다. 저자들도 46명(63%)환자에서 수술이 끝난 직후에 기관 삽관의 제거가 가능하였으며, 수술 후 7시간까지 65명(89%)의 환자에서 기관지 삽관의 제거가 가능하였다. 또한 중환자실의 체류 기간은 56명(76.7%)의 환자에서 26시간 이내였으며, 71명(97.2%)의 환자에서 수술 후 2일 이내에 일반 병실로의 전실이 가능하였다. 중환자실의 체류기간이 길게 나온 것은 병실 회전에 있어서의 문제로 환자 상태로 보아서는 일찍 일반 병실로 이송할 수 있는 상황이었다.

이러한 장점을 바탕으로 최근 들어 고위험군의 다중 관상동맥 질환을 가진 환자에서 최소 침습적 관상동맥 우회술과 경피적 혈관 성형술을 같이 시행하는 병용 요법(hybrid revascularization)의 개념이 도입되면서, 기존의 수술방법을 적용할 때보다 위험도를 줄일 수 있게 되었다[1,8]. 이러한 고위험군의 다중 관상 동맥질환의 환자를 심장 박동상태에서 수술할 경우 관상동맥 차단으로 인한 심근 경색 등의 위험이 가장 염려되지만, Izzat 등[8]은 고위험군의 다중 관상동맥 질환을 가진 환자들을 최소 침습적

관상동맥 우회술로 수술할 때, 대부분의 이런 경우의 환자는 곁가지 순환이 잘 발달되어 있어 좌전하행지의 차단에 문제가 없음을 보고하고 있다. 이러한 병용 요법은 고위험군의 관상 동맥 질환 환자들에서 수술 적응증을 넓히고, 수술의 위험도는 줄이면서 치료에 대한 선택의 폭을 넓힐 것으로 기대된다.

결 론

최소 침습적 관상동맥 우회술은 수술 시간이 짧고 환자의 조기회복이 가능하며, 합병증의 발생률이 낮고, 정중 흉골 절개에 비해 수술 상처가 작다는 장점이 있다. 고려대학교 안암병원 흉부외과에서는 지난 3년간 단일 관상동맥 질환과 고위험 환자군에서 최소 침습적 관상동맥 우회술을 적용하여 만족할 만한 결과를 얻고 있다. 특히 이러한 결과는 내과 의사들로 하여금 적극적으로 수술에 접근하도록 유도하고 있으며, 고위험군의 환자에서 병용 요법을 통해 수술의 위험도를 줄이고, 수술 적응증을 넓힐 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

1. Mack M. *Perspectives on minimally invasive coronary artery surgery current assessment and future directions.* Int J Cardiol 1997;62:S73-9.
2. Acuff TE, Landreneau RJ, Griffith BP, Mack MJ. *Minimally invasive coronary artery bypass grafting.* Ann Thorac Surg 1996;61:135-7.
3. Weinschelbaum E, Rodriguez C, Cabello ML, et al. *Left anterior descending coronary artery bypass grafting through minimal thoracotomy.* Ann Thorac Surg 1998;66:1008-11.
4. Reichenspurner H, Boehm DH, Welz A, et al. *Minimally invasive coronary artery bypass grafting: Port-access approach versus off-pump techniques.* Ann Thorac Surg 1998; 66:1036-40.
5. Mishra YK, Mehta Y, Juneja R, Kasliwal RR, Mittal S, Trehan N. *Mammary-coronary artery anastomosis without cardiopulmonary bypass through a minithoracotomy.* Ann Thorac Surg 1997;63:S114-8.
6. Cisowski M, Morawski W, Drzewiecki J, et al. *Integrated minimally invasive direct coronary artery bypassing grafting and angioplasty for coronary artery revascularization.* Eur J Cardiothorac Surg 2002;22:261-5.
7. Benetti F, Dullum MK, Stamou SC, Corso PJ. *A xiphoid approach for minimally invasive coronary artery bypass surgery.* J Card Surg 2000;15:244-250.
8. Izzat MB, Yim AP. *Minimally invasive LAD revasularization in high-risk patients with three-vessel coronary artery disease.* Int J Cardiol 1997;62:S101-4.
9. Watanabe G, Misaki T, Kotoh K, Kawakami K, Yamashita A, Ueyama K. *Multiple minimally invasive direct coronary artery bypass grafting for the complete revascularization of the left ventricle.* Ann Thorac Surg 1999;68:131-6.
10. Lichtenberg A, Hagl C, Harringer W, Klima U, Haverich A. *Effects of minimal invasive coronary artery bypass on pulmonary function and postoperative pain.* Ann Thorac Surg 2000;70:461-5.
11. Lin PJ, Chang CH, Chu JJ, et al. *Minimal access surgical techniques in coronary artery bypass grafting for triple-vessel disease.* Ann Thorac Surg 1998;65:407-12.
12. Cisowski M, Drzewiecki J, Drzewiecka-Gerber A, et al. *Primary stenting versus MIDCAB: preliminary report-comparision of two methods of revascularization in single left anterior descending coronary artery stenosis.* Ann Thorac Surg 2002;74:S1334-9.
13. Oliveira SA, LIsboa LA, Dallan LA, Rojas SO, Figueiredo LF. *Minimally invasive single-vessel coronary artery bypass with the internal thoracic artery and early postoperative angiography: midterm results of a prospective study in 120 consecutive patients.* Ann Thorac Surg 2002;73:505-10.
14. Subramanian VA, McCable JC, Geller CM. *Minimally invasive direct coronary artery bypass grafting: two-year clinical experience.* Ann Thorac Surg 1997;64:1648-55.
15. Calafiore AM, Vitolla G, Mazzei V, et al. *The LAST operation: techniques and results before and after the stabilization era.* Ann Thorac Surg 1998;66:998-1001.

대흉외지
2004;37:827-832

=국문 초록=

배경: 관상동맥우회술의 장기성적이 풍선확장술이나 스텐트 같은 심도자 시술에 비해 우수한 것이 증명되고, 특히 심장박동상태에서 수술하는 관상동맥우회술(OPCAB)이 보편화됨에 따라, 최소절개로 수술하는 MIDCAB의 의미가 재조명되고 있다. 고려대학교 안암병원 흉부외과에서는 지난 3년간 시행했던 MIDCAB 73예의 결과를 분석하여 보고한다. **대상 및 방법**: 2000년 11월 1일부터 2003년 10월 30일까지 시행한 환자 73명을 대상으로 의무 기록을 토대로 후향적 조사를 하였다. 환자 분포는 남자 47명 여자 26명이었고, 평균 연령은 61.3±9.8 (31~79)세였다. 수술 후 관찰 기간은 10~1,238일(평균 763±319.8일)이었다. 수술은 흉골 좌연의 종절개를 표준술기로 하여, 3~5번 늑연골을 부분 혹은 전체 절제하여 내흉동맥을 박리한 후 심장에 접근하였다. **결과**: 수술실에서 기도삽관을 제거하고 중환자실로 이송한 경우가 46예였으며, 총 58예에서 수술 3시간 이내에 기도삽관을 제거할 수 있었다. 중환자실 체류시간은 평균 26.8±11.5시간이었다. 입원기간 동안 추적한 관상동맥조영술 36예에서 100% 개통률을 보였다. 수술 후 사망은 10일째에 갑자기 발생한 뇌경색으로 1명의 환자에서 발생하였다. 합병증으로는 창상감염으로 보존치료한 경우가 1예, wound dehiscence로 재봉합한 경우가 3예, 지속적인 심낭삼출로 흉강경을 이용하여 pericardial window를 조성한 경우가 1예, 동기능 부전으로 영구 심박동기를 삽입한 경우가 1예가 있었다. 수술 후 8개월째 협심증 증세가 재발된 환자 1예에서 문합부 협착이 발견되어 풍선확장술을 시행한 경우가 1예 있었다. **결론**: 고려대학교 안암병원 흉부외과에서는 단일 관상동맥 질환과 고위험 환자군에서 MIDCAB을 적용하여 만족할 만한 결과를 얻고 있다. 특히 이러한 결과는 내과의사들로 하여금 적극적으로 수술에 접근하도록 유도하고 있으며, hybrid revascularization를 포함하여 수술 적응증을 넓힐 것으로 기대한다.

중심 단어 : 1. 관상동맥 우회술
2. 최소침습수술