

최소침습적 관상동맥우회술의 발전단계와 경험에 대한 고찰

이 영 탁*·정 철 현*·나 찬 영*·김 웅 한*·이 창 하*·오 삼 세*·
김 욱 성*·김 수 철*·이 택 연*·전 흥 주*
박 영 관*·김 종 환*·문 현 수**

=Abstract=

Clinical Experiences of MIDCAB

- Developmental Stage and Early Short-term Results -

Young-Tak Lee, M.D.*, Cheol Hyun Chung, M.D.*, Chan Young Na, M.D.*
Woong-Han Kim, M.D.*, Chang Ha Lee, M.D.*, Sam Sae Oh, M.D.*, Wook Sung Kim, M.D.*,
Soo Cheol Kim, M.D.*, Taek-Yeon Lee, M.D.*, Hong Jeon Chun, M.D.*,
Young Kwan Park, M.D.*, Chong Whan Kim, M.D.*, Hyun Soo Moon M.D.,**

Background: Minimally invasive direct coronary artery bypass surgery(MIDCAB) has been increasing in interest along with the new techniques in myocardial immobilization for easier and safer procedures. Until the opening of the era of new techniques, adequate accuracy and good patency of grafts were debatable. Our experiences of MIDCAB were studied according to the stages of technical developments. **Material and Method:** Since March 1996, 55 patients have undergone MIDCAB procedures. The patients of off-pump CABG(no cardiopulmonary bypass under full sternotomy) were excluded from the study. In the early experience(Stage I), a left anterior small thoracotomy through the left parasternal incision was performed(n=6); then an approach through the lower partial sternotomy was used(Stage II, n=33); and recently, a chest wall elevator for harvesting the internal thoracic artery and the foot plate for myocardial immobilization have been used(USSC, Norwalk, CT)(Stage III, n=16). **Result:** The surgical procedures of four patients in the Stage II group have been converted to conventional bypass because of the deeply seated left anterior descending coronary artery in two patients, fracture of the calcific lesion in the right coronary artery in one patient, and a cardiogenic shock during hypothermia in the other patient with ventricular dysfunction. Two patients in stage II experienced symptomatic recurrences after surgery and restenosis was verified on angiocardiography. They were managed by interventional procedures. All the other patients were doing well without symptoms, except one patients in Stage II who underwent PTCA procedure for a lesion in the circumflex artery during the follow up period. **Conclusion:** The new and specialized devices are essential to the development of MIDCAB surgery. MIDCAB and the hybrid procedures in multi-vessel disease are

*부천세종병원, 흉부외과

Division of Thoracic & Cardiovascular Surgery, Sejong General Hospital

**부천세종병원 미취과

Department of Anesthesiology, Sejong General Hospital

논문접수일 : 99년 3월 22일 심사통과일 99년 7월 12일

책임저자 · 이영탁 (422-052) 경기도 부천시 소사구 소사본2동 91-121, 부천세종병원 흉부외과. (Tel) 032-3401-151, (Fax) 032-349-3005

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다

on the way to further development. So far, our experience is limited only to a single device among the many new devices for the purpose.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 1999;32:1009-16)

Key word : 1. Minimally invasive surgery
2. Coronary artery bypass graft

서 론

근래 관상동맥우회술에 있어서 보편화된 분야의 하나인 최소침습적(minimally invasive)방법은 이제 기초적인 단계를 넘어서 확실한 위치를 차지하고 있다^{1,2)}. 따라서 왜 할 것이냐, 누가 할 것이냐의 논란이 아닌, 어떻게 안정되고 확실하게 하며 숙달과정(learning curve)을 줄일 것이냐에 논란의 초점이 맞춰져야 할 것 같다. 심장수술에 있어서 이러한 관상동맥우회술에서 뿐만 아니라 다른 개심술에서도 최소 절개의 개념이 세계적으로도 한 관심분야가 된 것은 심장외과의들에게는 이미 주지의 사실이다. 이러한 변화의 추세에 발 맞추어야 할 것은 당연한 것이다.

소침습적 관상동맥우회술로 표현되는 minimally invasive direct CABG(이하 MIDCAB)의 정의는 심폐기 가동 없이 좌전소절개(left anterior small thoracotomy, 이후 LAST)를 통하여 직접 시야에서 내흉동맥과 좌전하행지를 문합하는 것을 칭한다³⁾. 때에 따라서는 부분 흉골 절개를 이용하기도 한다⁴⁾. 따라서 수술 후 환자는 조기 발판 및 입원기간 단축을 목표로 한다.

이렇게 심박동하에서 문합시에는 약물요법을 통한 일시적 심정지 등의 고전적인 방법이 초창기 사용되었으나 최근 특수 고안된 여러 형태의 심근 고정기구들이 개발되어 새로운 시대를 열게 되었다^{1,3,5)}. 실제적으로 이러한 특수 기구의 사용이후 개통율(patency rate)이 현저히 발전되어 개통율은 거의 심폐기 가동하의 우회술 수준에 육박한 것으로 보고된 바도 있다¹⁾.

저자는 본 병원에서의 경험과 그 실패의 예를 분석함으로써 앞으로 본 수술방법 접근에 좀 더 용이하게 함을 목적으로 하였고, 수술기법의 변화에 따라 단계를 나누었다. 즉 제 1단계(Stage I)에서는 좌전소절개(LAST)를 시행하여 내흉동맥 박리를 위해 연골 절개 및 절제를 시행하였으며, 이후 제 2단계(Stage II)에서는 부분 흉골절개(lower midline partial sternotomy)를 시행하게 되었는데 이는 연골 절개후의 동통과 또한 수술중 대동맥 접근과 심폐기 가동이 용이한 점등의

장점이 대두되었기 때문이다¹⁾. 이후 제3단계(Stage III)에서는 MIDCAB을 위한 특수 기구를 사용하여 연골의 절제나 절개 없이 좌전소절개와 심압박 기구를 이용하여 수술을 시행하였으며 현재 진행중이다.

대상 및 방법

1996년 3월 이후부터 1998년 12월말까지 총 55예를 분석하였으며 같은 기간 중 계획적인 완전 흉골 절개하의 심폐기 가동 없는 우회술은 제외하였다. Stage I에서는 6예가 있었으며 첫 예에서는 수술경험을 위하여 완전 흉골 절개를 시행한 것을 포함시켰다. Stage II에서는 33예가 있었다.

이후 1998년 6월부터 내흉동맥 박리와 문합을 특수기구(USSC, Norwalk, CT)를 사용하여 좌전소절개(LAST)를 통하여 늑골 절제나 절개 없이 16예에서 시행하게 되었다(Stage III), 술전 환자의 상황은 Table 1과 같다.

수술방법

1. 마취

기관 삽관시 심근 불안정을 피하기 위하여 삽관 전에 리도케인 100 mg을 정주하였다. 삽관은 내흉동맥 박리시 시야 확보를 위하여 이중관 기관튜브(double lumen endotracheal tube)를 선택하거나 그렇지 못한 경우에는 박리시 흉강에 거즈를 넣어 폐를 눌러 주었다.

마취 유도후에는 에스몰롤과 니트로글리세린(기타, 도부타민) 등을 지속적으로 정맥으로 투여하여 심박동을 60회/분 정도, 수축기 혈압 80~100 mmHg 정도로 유지시켜 주었다. 따라서 에스몰롤, 베리파밀, 도부타민 등을 적시에 용량 변화를 시켜주었다. 이후 심전도 lead II와 경식도 초음파, 정맥혈 산소포화도 등으로 심장박출을 예측하고 수술시 심근허혈에 따른 심근 수축력의 변화를 관측하였다. 이후 대부분의 환자에서 외부 제세동기(external defibrillator) 패치를 흉부에 붙여 놓아 심정지에 대비하였다.

Table 1. Patient profile

Number	55
Age	37~76
Male: Female	30:25
1 vessel disease	48
2 vessel disease	5
3 vessel disease	2
left ventricular dysfunction(ejection fraction \leq 30%)	5
cerebrovascular event	1
chronic obstructive pulmonary disease	1
malignancy	1

2. 절개방법

좌측 소절개는 보통 제5 늑간을 통하여 시행하였는데, 관상동맥의 위치에 따라 제4 늑간(9예), 제3늑간(3예)을 통하기도 하였다¹⁾. 환자는 좌측을 30도 정도 올리고 6~8 cm 정도의 피부 횡절개를 하였다. 여성인 경우에는 유방 하부선(submammary line)을 통한 제5, 혹은 제4 늑간을 통하거나 제3 늑간이 필요한 경우에는 유방 상부를 통하기도 하였다.

부분 흉골절개는 제3늑간의 위치에서 밑으로 약 8 cm의 정중피부 절개하면 검상돌기 대략 3 cm 상부가 되었다⁴⁾. 흉골은 중간에서 약간 좌측으로 종절개를 한 후 상부에서는 휘어진 오스테오톰(curved osteotome)으로 제2 늑간을 향하여 두드리면 흉골이 깨어지지 않고 평편하게 잘리며, 또한 연조직에 의해서 내흉동맥 손상이 예방되었다. 흉골절개가 완전치 않은 상태에서 견인기로 당기면 골조직 손상으로 내흉동맥손상의 우려와 출혈이 많아질 수 있다.

검상돌기하절개(subxiphoid incision)은 검상돌기에서 수직으로 약 5 cm 정도 피부절개한 후 복막을 열고 우위대장동맥(right gastroepiploic artery)을 박리하였다(1예).

3. 내흉동맥 박리

제1단계의 좌측 횡절개에서는 제3, 제4연골 절제 혹은 절개를 시행한 후 내흉동맥을 박리하였고 제2단계에서는 일반적인 관상동맥우회술사와 같이 슈빌리에, 혹은 기타 흉벽거상기를 이용하여 박리하였다. 제3단계에서는 소절개 개흉부위를 통하여 흉벽거상기(USSC, Norwalk, CT)를 이용하여 상부 흉벽을 올리고 박리하였으며, 이때 환자의 우측과 머리부분을 내리면 좀더 내흉동맥의 시야가 좋아졌다.

내흉동맥의 박리는 제1, 2늑골까지 충분히 박리하며 가능하면 주위조직과 같이(pedicle technique) 박리해 내었다. 문합은 원위부의 분지 전 부위를 잘라서 사용하였다.

4. 심근 허혈적응 전처치(ischemic preconditioning)

목표가 되는 관상동맥에 5분간 허혈, 5분간 재혈류 시킨다. 허혈은 5~0 Prolene으로 목표지점 상부에서 관상동맥 주위로 깊게 떠서 조여주었다. 이것을 1회라 하며 초기에는 2~3회 시행하였으나 근래에는 보통 1회 시행하였다. 또한 초기에는 목표지점 위, 아래로 두 군데를 조여 주었으나 근래에는 상부 한 군데만 하게 되었고 문합 시에도 하부에는 시행치 않았다. 이러한 처치 중의 남은 시간에는 내흉동맥 끝 부위의 문합 예정부위를 잘라내어 경사 단면을(bevel) 약 7~8mm 정도 만들어 놓고 이것을 흉벽에 클립 혹은 실로 고정시켜 놓았다.

5. 심근 안정(myocardial immobilization)

Stage I, II에서는 포크 혹은 스폰지 등으로 압박하여 문합하였으나 Stage III에서는 foot plate(USSC, Norwalk, CT)를 이용하여 심근을 압박하였다.

약물요법은 에스몰롤, 베라파밀등으로 심박동수를 감소시키는 것에 의존하였다.

6. 문합

우선 문합전에는 헤파린을 7500 u~10,000 u(75 mg~100 mg)을 정맥주사 하였다.

어떠한 절개방법에서도 일단 심낭막을 당겨서 흉벽 절개 부위에 고정시키면 원하는 부위의 관상동맥 문합 부위에 쉽게 접근할 수 있는데 때에 따라서는 폐정맥부위까지 내려가서 당겨주었다.

문합시 출혈예방과 시야확보를 위하여 심근 허혈적응 전처치에 쓰였던 5~0 polypropylene을 당겨 고무 감자(rubber tourniquet)를 통과시켜 조여 놓았다. 이 고무 감자는 관상동맥 내피 손상을 예방하기 위함이다.

이후 관상동맥을 미세 칼날로 열어서 약 5~6 mm의 절개 부위를 만들어 놓았다. 이때 관상동맥 내면의 시야 확보가 안되면 좌, 우의 지방조직을 6~0 polypropylene으로 떠서 당겨놓으면 절개단면이 벌어져 시야확보에 좋았다. 또한 2예에서는 절개부위의 관상동맥에서 출혈이 많아서 혈관내 셉트(intraluminal shunt)를 사용하였으나 이후에 출혈이 많은 경우에는 관상동맥의 근위부(proximal)에 떠놓았던 5~0 polypropylene을 다시 정확하게 떠서 출혈을 줄여주었다.

전예에서 공기 분사를 분당 5~6리터로 추가하여 수술 시야를 확보하였다.

문합시 사용하였던 실은 전예에서 8~0 polypropylene을 사용하였고 대부분 1개로 근위부(heel)에서 내흉동맥 좌측의 밖에서 안, 관상동맥 좌측의 안과 밖으로 중간과 우측까지 각

각 3회를 떠놓은 후 두 혈관을 당겨 붙여 놓고 나머지는 연속 봉합하였다. 대체적으로 12~15회 정도 바느질을 하였다. 또한 혈관 내경이 1.5 mm 전후로 작아 보이거나 노출이 만족치 않을 때는 혈관 양끝에 각각 3개의 단속봉합(interrupted sutures)을 시행하고 양옆에는 연속 봉합하는 방법을 사용하였다(5예).

7. 슬후 관리

발관은 중환자실에서 혈류역학이 안정되고 출혈이 없으면 시행하는 것을 목표로 하였으나 때에 따라서는 다음날 아침에 발관하였다. 이후 동통관리는 모르핀 5 mg을 정주하고 경구용 진통제 투여를 시작하였다(타이레놀 2① tid).

결 과

수술은 내흉동맥을 좌전하행지에 직접 단일 연결이 50예로 가장 많았다. 이외에 좌내흉동맥을 대선지와 좌전하행지 연속연결 1예, 좌내흉동맥에 요골동맥을 "T"자형으로 연결하여 근위부 둔각지(obtuse marginal branch)에 연결이 2예, 양측 내흉동맥 연결이 1예 있었다. 우위대망동맥을 후하행지 연결이 1예 있었다. 또한 내흉동맥의 내경이 만족치 못하거나 손상으로 요골동맥으로 연장한 것이 3예 있었다(Table 2).

초기 6예는 혈관조영술을 시행하여 개통이 만족한 것을 확인하였다. 이후 Stage II중 6예에서 도플러를 통한 혈류 양상을 관측한 결과 이완기 혈류가 만족한 것을 확인하기도 하였다. 이후에는 문합이 만족치 못한 것으로 판단되었거나(2예) 증상이 재출현시(2예) 혹은 연속문합을(2예) 시행하였을 때 혈관 조영술을 시행하였다. 이중 증상 재출현시 시행하였던 2예에서 재 협착을 발견할 수 있었고, 나머지 예는 좋은 개통양상을 보였다. 1예는 대선지계에 연결되었으나 좌전하행지에서의 혈류가 좋았다.

4예에서 수술중 심폐기 가동으로 전환하였다. 모두 부분 흉골절개중에 있었으며 완전흉골절개를 마저 시행하였다. 2예에서는 수술 중 심한 서맥 등 혈압하강이 심하여 약물로 회복이 안된 경우였고, 2예는 좌전하행지가 깊게 위치하여 찾기 힘든 경우였다.

전기하였던 증상 출현이 나타나서 재 협착이 발견되었던 2예 중 1예에서는 첫 수술 당시의 하루 뒤에 심인성 쇼크 등으로 즉시 수술장으로 옮겨 심폐기 가동한 후에 내흉동맥이 꼬여있고 주위에 혈전에 의한 압박이 있는 것을 발견하고 정맥을 추가로 연결하였던 환자였다. 이 환자는 현재 다시 재협착이 나타났고 좌전하행지에 한차에 풍선 확장술을 시행한 상태로 증상 재발전시는 수술예정이다. 다른 1예는 중재요법 후 증상이 다시 나타났으나 타 병원으로 옮긴 상

Table 2. Surgical diagrams

Stage	Number	Diagram	
Stage I	6	LITA→LAD	5
		LITA-RA-LAD	1
Stage II	33	LITA→LAD	29
		LITA→Dx→LAD	1
		BITA→LAD,RCA	1
		RGEA→PDA	1*
		LITA→RA→LAD	1
Stage III	16	LITA→LAD	13
		LITA→LAD	2
		→RA→OM	
		LITA→RA→LAD	1

*Subxiphoid incision

LITA; left internal thoracic artery. LAD; left anterior descending artery. Dx; diagonal, BITA; bilateral internal thoracic artery RCA; right coronary artery. RGEA; right gastroepiploic artery PDA; posterior descending artery, RA; radial artery, OM; obtuse marginal

Table 3. Complication

	Stage II	Stage III	Total
Bleeding	1	1	2
Wound reclosure	2	1	3
Phrenic nerve palsy	1		1

태이다. Stage III중 첫예에서는 내시경으로 내흉동맥 박리를 완성하였으나 장시간(2시간) 소요로 이 방법은 더 이상 사용하지 않고 있다. 합병증으로는 2예에서 출혈로 재수술 시행하였고, 3예에서는 수술 부위 재봉합이 있었다.

고 찰

본 수술 방법의 동기는 일단 관상동맥 혈류차단이 15~20분까지는, 특히 짧은 기간의 허혈조건화가 이루어지면 심근은 보호되는 것으로 알려졌고 이 시간은 한 혈관문합의 충분한 시간이 된다는 것이다^{6,7)}. 또한 관상동맥은 심장 밖의 혈관으로 몇가지 기술적인 문제만 해결되면 심폐우회술(cardiopulmonary bypass) 없이 수술요법이 가능하다.

이러한 MIDCAB의 정의는 심폐기 가동없이, 작은 절개, 조기 발관 및 수술후 입원기간 단축등으로 이루어졌으나 근래 이의 변형 기술이 등장함에 따라 다소 영역이 넓어지고 있는 바, Heart Port Technology는 심폐기 가동하에 MIDCAB에서 이용되었던 작은 절개를 통하여 다중 혈관을 우회술

대상으로 삼고 있다⁸⁾. 이러한 일련의 수술수기는 이에 따른 새롭고 특수 고안된 기구의 발달과 더불어 향상되어가고 있다.

대체적으로 이러한 MIDCAB의 95% 이상은 내흉동맥을 좌전하행지에서의 연결이 되었으며 내흉동맥의 좌전하행지에서의 개통은 환자의 생명이다. 즉 초기 기술적인 문제가 해결되면 개통율은 95% 이상을 상회하게 되고, 그 외 여러 가지 내흉동맥 자체의 우월성은 이미 입증된 바이다⁹⁾. 중재적 요법 역시 최근 새로운 기구의 발달로 결과 또한 향상되어가고 있으나 장기 결과는 예측하기 어렵고 기구(device)의 발달로 비용은 늘고 있다. 또한 MIDCAB은 심폐기 가동에 따른 자체의 이병을, 보체활성 및 염증 반응 등을 방지할 수 있다¹⁰⁾. 또한 관상동맥은 심장박에 위치한 것으로 심장을 열지 않고도 수술이 가능하겠고 환자의 폐가 산소기의 역할을 해줄 수 있다.

MIDCAB의 경제적인 장점은 단일혈관과 다중 혈관에서의 차이가 있겠지만 본 병원에서의 조사결과 본인부담이 일반우회술에 비해서 200만원 정도 저렴하였고, Stent 1개 사용된 환자군에서보다 약간 저렴한 정도였다. 입원 기간이 단축되어, 중재적 요법에 비해서는 2~3일 더 연장되었으나 일반우회술에 비해서 약 1주일간 단축될 수 있었다. 이러한 MIDCAB은 실험적인 단계를 벗어났으며 이미 관상동맥우회로 분야에서 확실한 한 분야를 차지하고 있다. 따라서 일반우회술에서의 경험축적으로 내흉동맥의 조작과 좌전 하행지에서의 연결을 확실하게 시행할 수 있는 외과의에게 시도되어야 할 것은 당연하다. 이러한 측면에서 외과의 입장에서 보면 환자와 심장에 안정성을 줄 수 있는가, 기술적인 문합을 성공적으로 시행할 수 있는가, 움직이는 목표에서 심폐기 가동없이 허혈중인 심장에서 MIDCAB의 장점을 확인하는가, 중재적 요법 내과의에게 기술적인 확신을 줄 수 있는가 등의 개념이 있어야 할 것으로 생각된다.

여러면에서 앞으로 우리나라에서도 관상동맥질환의 이병율은 계속 늘어날 것이며 중재적 시술이나 수술을 필요로 하는 환자군들은 커질 것이다. 이러한 면에서 볼 때 중재적 요법이 늘어나면 수술요법도 늘어날 것이며, 중재적 요법이 성공적이라도 그 자체의 장기개통율에 한계가 있어서 재발시에는 확실한 수술요법이 필요할 수도 있다. 어떠한 측면에서는 이러한 중재적 치료자(interventionist)가 MIDCAB의 필요성을 더 느낄 수도 있을 것이며, 최근에는 다중혈관에서조차도 내흉동맥은 좌전하행지(left internal mammary artery → left anterior descending), 중재적 요법은 우관상동맥, 회선지에(percutaneous transluminal coronary angioplasty, stent in right coronary artery or circumflex)의 개념으로 동시 시술을 하는 것이 보고되고 있다^{11,12)}.

외과의에게 극복되어야 하는 장벽으로는 극히 제한된 환자를 갖고 있거나, 적응대상군이 적을 때, 내과의의 고정된 관념으로 환자가 의뢰될 때, 수술 적응이 제한적일 때, 다발적으로 위험인자가 많은 환자군단 접할 때(comorbidity)는 그 기술적 적응기간(learning curve)을 극복하기 어렵겠다.

일반적으로 MIDCAB의 적응은 오래되고 만성적인 완전폐쇄된 혈관(old chronic total artery occlusion), 과도하게 긴 병변(excessive lesion length), 분지부위(bifurcation stenoses), 반복된 재협착(multiple restenosis), 기타 당뇨 등이다^{13,14)}. 이 외에 심폐가동이 어려운 경우 즉, 신경학적 합병(decreased mental function), 우심실 기능 저하(RV dysfunction), 고령(advanced age), 기타 위험도 많은 환자(심부전, 뇌졸중, 고혈압, 만성폐쇄성 폐질환) 등에서 시행된다. 실제로 초기 MIDCAB에서는 심구혈율이 40%이상, 단일혈관, 합병증이 없는 환자였으나 최근에는 이에 정반대되는 환자에서도 주로 시행된다¹⁴⁾. 반대로 제외되는 대상은 좌전하행지가 전장으로 가늘고(1.5mm 이하), 길게 병변이 있을 때, 내흉동맥 사용이 불가능할 때, 심근속 관상동맥 등이다¹³⁾.

수술시 대기해야 할 것은 인공심폐기(cardiopulmonary bypass)로 심정지나 관상동맥 결찰시 심한 부정맥이 있을 때는 즉시 완전흡골절개로 심폐기 가동 시행한다. 이외 대동맥내 풍선펌프, 대퇴동·정맥 순환(femoro-femoral bypass) 등을 시행할 수 있다.

절개 방법을 설명하여보면 좌전소절개에서는 좌측을 약 30°C 정도 올리고 앞쪽으로 유방하를 따라 약 8 cm정도 횡절개하여 제5늑간으로 개흉한다. 이외에 근위부 좌전하행지나 회선지계에 동시 연결하기 위해서는 제3늑간, 대선지(Dx)와 연결하려면 제4늑간을 통하기도 한다. 즉 목표지점에 따라 제3늑간에서 제5늑간 사이를 변화시킬 수 있다. 단점은 특수 기구 도움 없이는 전장 박리가 힘들고 심폐기 가동이 필요한 경우 또다른 흉골절개가 필요한 것이다. 장점은 좌전하행지 접근이 용이하고 흉골 절개에 관한 합병증이 없다는 것이다.

부분 흉골절개술(ministernotomy)¹⁵⁾은 제3늑간의 위치에서 밑으로 약 8cm의 정중 피부절개하면 검상돌기의 대략 3cm 상부가 된다. 전장을 직접시야에서 박리가 가능한 것이 장점이다. 또한 좌전하행지와 우관상동맥을 동시에 노출할 수 있으며, 수술중 심폐기 가동이 필요할 때 다른 추가의 절개없이 가능하다. 처음 경험으로 시도할 때 좋은 절개 방법으로 생각된다. 단점은 흉골절개에 따른 합병증이 있을 수 있고 관상동맥 재수술(redo cases)시에 힘들다.

흉골변절개(parasternal incision)는 흉골의 좌 혹은 우측변을 따라 종절개 한 후 제4, 5늑골을 이탈(disarticulation)시켜 흉골로부터 분리함으로써 늑골제거 없이 훌륭한 시야 확보를

할 수 있다¹⁵⁾. 그러나, 늑골과 인조직에 손상을 줄 수 있는 단점이 있고 근래에는 사용이 거의 안되고 있다.

검상돌기하 절개(subxiphoid incision)는 우관상동맥에 우위 대동맥을 연결시에 시행하게 되는데, 검상돌기하에서 수직으로 상복부를 향해 절개한 후 복막을 열고 우위대동맥 동맥을 박리한다.

완전한 내흉동맥 박리는 성공적인 MIDCAB의 한 요소이다. 작은 절개로 충분하고 완전하게 박리하는 것이 수술 기술의 관건이다¹⁶⁾. 박리시 어려움의 경중은 절개방법, 심장의 크기, 관상동맥우회술 받은지의 여부, 외과의 경험, 직접시야 혹은 내시경에 의한 방법 등에 달려있다.

본 연구에서 3예에서는 내흉동맥 내경이 만족치 못하거나 손상으로 즉시 요골동맥을 절제하여 내흉동맥의 중간 부위에 단 대 단 연결하여 연장한 후 좌전하행지에 문제없이 용이하게 연결하였고, 두 예에서는 중간부위에 요골동맥을 연결하여 "T"자형으로 좌전하행지와 둔각지의 두 개소에 연결하였다. 이와같이 내흉동맥의 이용은 필수적이기 때문에 수술전에 중요한 것은 내흉동맥의 적당성 관찰이다. 따라서 혈관조영술 혹은 도플러를 이용하여 혈류량 및 내경을 관찰하는 것이 큰 도움이 된다.

MIDCAB시에는 주위 조직(근막 등)과 함께 박리하는 것이 좋고 뒤틀리는 것을 예방할 수 있다. 동맥만 박리하는 것(skeletonization)의 장점은 내흉동맥을 직접 관찰할 수 있고, 혈류량을 예측할 수 있으며 특히 2~3 cm 길이를 늘릴 수 있으나 단점은 뒤틀리고 꼬이는 것에 주의하여야 하는 것이다. 박리는 충분히 하여(제1,2늑골까지) 수술 후 폐가 부풀어 오를 때 압력이 가해지지 않게 하고, 반대로 과도하게 길지 않게하여 꼬이거나 구부러지지 않게 한다. 내흉동맥의 원위부(distal) 사용은 피하는 것이 좋겠으며 그 이유는, 원위부는 자극에 민감(reactive)하여 수축(spasm)이 잘 오기 때문이다. 박리시 직접시야(direct vision)에서 하는 것이 가장 흔한 방법이겠으나 내시경을 이용하는 방법도 있겠다. 내시경(thoracoscopic takedown)의 장점은 완전한 길이를 박리할 수 있고, 늑골이나 연골 절제 없이 더 작은 절개로 수술을 가능하게 한다¹⁷⁾. 단점은 고도의 기술이 필요하고 지혈이 어려우며 혈류 측정이 힘들다는 점으로, 본 예에서도 1예를 경험하였으나 박리시간이 길어서 계속하지 않았고 곧 흉벽거상기를 도입하여 사용하였다. 내시경 수술이 익숙한 외과의에게는 좋은 방법이 될 수 있겠다.

일시적 허혈에 대한 훈련(ischemic preconditioning)⁶⁾ 가역성의 손상된 심근(reversibly injured myocardium)이 뒤따른 허혈에 더 쉽게 손상받을 수 있다는 이론은 최근 바뀌어져 있다. 이러한 심근에 뒤따른 허혈이 있을 때 아데노신 트리포스페이트의 이용이나 혐기성해당(anaerobic glycolysis)의 속도가

정상심근에 비해 늦어지게 되어 비가역적 손상이 올 때까지 긴 시간의 여유가 있게된다. 따라서 심근세포의 죽음이 늦어진다. 또한 심근경색의 크기도 줄어들게 한다. 이러한 보호 효과는 60~90분 이상을 결코 넘기지는 못하는 것으로 알려져 있다. 전처치의 또다른 효과는 항부정맥 작용에 있다⁶⁾. 이는 재관류에 의한 부정맥(reperfusion induced arrhythmia)이 제2차 허혈후의 재관류시 현저히 감소되는 것으로 보고되었다. 또한 전조건화된 심근은 허혈성발작이 있을 후에 그렇지 않은 심근에 비해서 심근수축력이 우월하게 회복된다.

이러한 이론을 배경으로 MIDCAB시에 일시적 허혈을 반복하여 전처치를 하게 되는데 흔히 쓰이는 방법으로는 크게 기계적 방법과 약물요법이 있었는데 기계적 방법(mechanical occlusion)은 보통 목표가 되는 관상동맥위치의 위에 수술용 실(보통 5~0 polypropylene)로 5분간 묶고, 다시 5분간 제관류 시킨다. 이때, 경식도초음파로 심근의 부위별 수축력변화(systolic wall motion abnormality)와 심전도상 ST변화, 체정맥 내 산소포화도(systemic venous O₂ saturation)를 관찰한다. 이때 수축력이나 ST 변화가 없을 때까지 반복한다. 보통은 2~3회 정도로 추천되었으나 최근 1회 정도로 만족한 것으로 보고되고 있다.

약물적 방법(pharmacological)은 아데노신(adenosine)을 흔하게 쓴다. 방법은 일시적 박동기를 분당 80회로 저치 한 후 아데노신(0.2~0.3 μg/kg)을 급속 주사로 정주한 후 심박동이 느려진 사이 문합하며, 이때 혈압은 약물로 조절한다. 최근에는 약물요법 보다는 기계적 요법이 흔하게 이용되고 용이하다.

이외에 심박동수 및 혈압 조절 위하여 에스몰롤, 베라파필 등이 흔히 쓰인다. 수축기 혈압은 약물 요법에 80~100 mmHg, 박동수는 50~60/min이 적당하다. 그러나 오히려 근래에는 심근약화가 심한 환자군이 늘어나면서 혈압조절이 중요하다¹⁸⁾. 오히려 도파민, 도부타민, 에피네프린 등을 연결하면서 에스몰롤, 니트로글리세린을 정맥주사에 거치한 후 혈압을 수축기 기준으로 100~110 mmHg로 유지시키면서 약물을 적시에 주거나 끊는다. 이는 다혈관 질환에서도 마찬가지이다. 또한 체온은 하강하지 않게 유지시킨다. 체온하강이 심근 허혈 훈련시 오히려 역효과를 만드는 것으로 알려지고 있다.

수술 후 관류측정은 혈관조영술이 가장 확실하며 이외에 도플러 초음파를 이용할 수 있다. 수술 중 만족스러운 문합은 대부분 술후 혈관조영술에 문제가 없었다. 반대로 만족치 못한 경우에는 문합에 이상이 있을 확률이 높아지겠다.

술후관리에서는 보통 발관은 수술장 혹은 중환자실에서 4시간이내에 시행되는 것이 추천되나 본 병원에서는 중환자실에서 안정된 혈압, 심전도, 심박계수와 비정상적인 출혈이

없는지 확인한 후 시행하였다. 수술후 심근허혈의 예방, 진단, 치료는 수술의 생명이다. 따라서 연속적인 CPK-MB를 측정하고 에스몰롤, 니트로글리세린등은 다음날 아침까지 지속적으로 투여하였다.

동통판리는 0.5% Marcaine에 에피네프린 1:200,000을 늑간에 주사하는 것이 보고되나 본 병원에서는 시행치 않았고 수술후 정기적으로 모르핀 2~6 mg을 정주하고, 경구용으로 1일 3회 복용시켰다. 아스피린 100 mg을 투여한다.

마지막으로 본 병원에서의 경험상 얻은 교훈 몇가지는 다음과 같다. 심폐가동하였던 4예중 2예는 수술중 좌전하행지가 심외막 지방층 깊숙이 위치하여 찾기 힘든 경우였고, 한 예는 좌전하행지에 좌내흉동맥 연결을 완성한 후에 우관상동맥에 심근허혈 전처치를 하던 중 병변 부위에 압박 조임이 되어 병변이 깨어지면서 심한 서맥과 혈압하강으로 조임을 풀어도 회복이 안되어 심폐기 가동하였다. 나머지 1예는 심근수축력이 현저히 저하된 환자에서 체온저하(33℃ 정도)와 약물에 의한 혈압 하강이 과다하게 된 상태에서 심장서맥이 나타나고 혈압 유지가 안되어 심폐기 가동하였다. 따라서 주의하여야 할 것은 체온하강을 방지해야하고, 심장기능이 저하된 환자나 다중혈관질환 환자에서는 약물에 의한 과도한 저혈압 유도과 서맥은 금하고 강압제 등으로 적당한 혈압과 체온을 유지하고 심근고정은 심압각기구를 이용하는 것이 바람직하겠다. 또한 우관상동맥 연결시에 적어도 원위부의 분지, 즉 후하행지와 후측부위가 시야에 확보된 후에 병변이 없는 곳을 찾아서 관상동맥을 완전 박리한 후 위, 아래 고무밴드(rubber band)로 당겨놓은 후 압박기로 고정하면 훌륭한 시야 확보가 되었다.

재협착이 발견되었던 첫예는 수술 다음날 심인성 쇼크상태로 심폐 소생술 시행하면서 수술장으로 옮겨 심폐기 가동하였다. 내흉동맥이 혈류 유지 안되고 꼬인 상태를 발견하여 이를 교정한 후 정맥 도관을 추가 연결하였으나 수개월 후 재협착이 발견되었다. 내흉동맥 도관 박리에도 문제가 있었던 것으로 판단된다. 1예는 수술시에 주위 조직 없이 (skeletonization) 연결 부위에 연결되어 주위와 고정미 만족치 않았고 약간 짧은 편이었으며 조영술시 연결부위가 흉벽에 고정되어 있었다. 이후에는 주위조직과 더불어 충분히 박리하여 4~5회 정도 내흉동맥을 심외막과 고정한 후 이위에 늑간막의 지방조직을 털어서 흉벽과의 유착을 방지하였다.

요약하면 현실적으로 최소침습 심장수술은 최근 국내에서도 활발한 추세이다. 관상동맥우회술에서의 본 방법은, 새로운 기구와 기술의 발달로 심박동하의 관상동맥 우회술은 기술적인 극복과 함께 일반 우회술과 같은 수준으로 시행할 수 있는 방법이 될 것이다. 앞으로는 중계적 요법과 경쟁적이 아닌 상호보완적인 치료방법으로써 또한 혼합수술요법

(adjunctive role of MIDCAB)으로도 이용할 수 있겠는데 레이저 심근 재관류(transmyocardial laser revascularization)나 경혈관 혈관성형술(PTCA)과 더불어 앞으로 확실히 한 분야를 확보할 것이다¹⁹⁾.

참 고 문 헌

1. Subramanian VA, McCabe JC, Geller CM. Minimally invasive direct coronary artery bypass grafting, two-year clinical experience. *Ann Thorac Surg* 1997;64:1648-53.
2. 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.
3. Subramanian VA. Less invasive arterial CABG on a beating heart. *Ann Thorac Surg* 1997;63:S68-71.
4. Arom KV, Emery RW, Nicoloff DM. Mini-sternotomy for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1996; 61:1271-2.
5. Borst C, Jansen EWL, Tulleken CAF, et al. Coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass and without interruption of native coronary flow using a novel anastomosis site restraining device("Octopus") *J Am Coll Cardiol*;94(Suppl 1);52.
6. Vroom MB, Van Wezel HB. Myocardial stunning, hibernation, and ischemic preconditioning. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1996;10:789-99.
7. Flameng WJ. Role of myocardial protection for coronary artery bypass grafting on the beating heart. *Ann Thorac Surg* 1997;63:S18-22.
8. 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.
9. Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM, et al. Influence of the internal mammary artery graft on 10 year survival and other cardiac events. *N Engl J Med* 1986;314:126.
10. Elefteriades JA. Mini CABG, a step forward or backward ? The "Pro"points of view. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1997;11:661-8.
11. Angelini GD, Wilde P, Saleno TA, et al. Integrated left small thoracotomy and angioplasty for multivessel coronary artery revascularization. *Lancet* 1996;347:757-8.
12. Izzat MB, Yim APC, Elzafari MH. Hybrid MIDCABG and Balloon angioplasty for multivessel coronary artery disease. *Ann Thorac Surg* 1998;65:1513-4
13. Arom KV, Emery RW, Nicoloff DM, et al. Minimally invasive direct coronary artery bypass grafting: experimental and clinical experiences. *Ann Thorac Surg* 1997;63: S48-52
14. Gayes JM, Emery RW. The MIDCAB experience; a current look at evolving surgical and anesthetic approaches. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1997;11:625-28.
15. Stanbridge RDL, Hadjinikolaou LK, Cohen AS, et al. Minimally invasive coronary revascularization through

- parasternal incisions without cardiopulmonary bypass. Ann Thorac Surg. 1997;63:S53-6.*
16. Qaqish NK, Pagni S, Spence PA. *Instrumentation for minimally invasive internal thoracic harvest. Ann Thorac Surg 1997;63:S97-9.*
17. Mack MJ, Acuff TE, Ahn HC, et al. *Video-assisted coronary bypass grafting on the beating heart. Ann Thorac Surg 1997;63:S100-3.*
18. Moshkovitz Y, Sternik L, Paz Y, et al. *Primary coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass in impaired left ventricular function. Ann Thorac Surg 1997; 63:S44-7.*
19. Vincent JG. *Clinical experience with thoracoscopic TMR versus minimally invasive approach. Ann Thorac Surg 1998;65:599-600.*

=국문초록=

배경: 최소침습적 관상동맥 우회술은 기술적 발달과 더불어 보편화되어 가고 있는 수술 기법이다. 초기 그 결과에 대한 우월성은 의심되었지만 최근 수술수기와 새로운 기구의 도입으로 일반 우회술 수준으로 되어가고 있다. 저자들은 그간의 경험을 분석 보고하고자 한다. **방법:** 1996년 3월부터 1998년 12월까지 55명의 환자를 단계별로 분석하였다. 같은 기간 중 계획적인 완전 흉골 절개하의 심폐기 가동 없는 우회술은 제외하였다. 제1단계에서는 좌전소절개와 좌측 흉골 절개를 부분적으로 하였으며(stage I, n=6), 제2 단계에서는 하부 부분 흉골 절개로 하였고(stage II, n=33), 최근에는 특수기구(USSC, Norwalk, CT)를 이용하여 좌전소절개로 늑골이나 연골 절제 없이 내흉동맥을 박리하고, 심압박 기구를 이용하여 우회술을 시행하였다(stage III, n=16). 제1, 2단계에서의 심압박은 포크를 이용하였다. **결과:** 총 55예중 제2단계의 4예에서 수술 중 심폐기를 가동하였다. 2예는 좌전하행지가 지방, 근육층 속에 존재하여 찾기 힘든 경우였고, 1예는 우관상동맥 수술시 병변부위의 손상으로 심박동이 회복되지 않아 심폐기를 가동하였으며, 나머지 1예는 좌심실기능 부전이었던 환자에서 체온하강과 더불어 쇼크 상태로 심폐기를 가동하였다. 2예에서 추적 중 증상 재출현하여 조영술 시행하여 재협착을 발견하였고 중재적요법(경피 관동맥 풍선성형술)으로 처치하였다. 나머지 예는 특별한 증상 없이 관찰 중이다. **결론:** 최소침습적 관상동맥우회술은 특수기구의 발달과 더불어 결과가 향상될 수 있고, 앞으로 다혈관에서도 중재적 요법과 더불어 그 영역을 넓힐 수 있을 것으로 판단된다.

중심단어 : 1. 최소침습적
2. 관상동맥우회술