

# 관상동맥 질환에서의 최소 침투수술

부천세종병원, 흉부외과

이 영 탁

## 1. 역사적 배경(historical background)

관상동맥질환의 혈관재생수술요법은 1940년대말 Vineberg 등에 의해서 내흉동맥을 심근에 직접 심어준 것이 시초이다.

이후 진정한 의미의 관상동맥우회술은 1960년 초 클리브랜드 클리닉의 Mason, Sones 등에 의해서 개발된 관상동맥조영술에 힘입어 발전의 근간을 갖게 되었다.

1962년 Sabiston 등에 의해서 복제정맥을 좌관상동맥에, 1964년 Carrett, DeBakey 등에 의해서 복제정맥을 좌전하행지에 연결되었으며, 1967년 클리브랜드 클리닉의 Favaloro 등은 복제정맥을 사용한 1971년까지의 741례를 보고한 바 있다.

여기서 동맥도관을 다시 살펴보면 전기한 바와 같이 Vineberg 등에 의해서 비록 심근에 직접 연결을 하였지만 내흉동맥을 처음사용하였다. 그러나 내흉동맥을 관상동맥에 직접 연결한 것은 1964년 구소련의 Kolessov에 의해서 체외순환 없이 시행, 성공되어 "Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery"에 보고되었다. 이것이 현재 재조명되어 최소침습 관상동맥우회술의 시조격이 된다.

이후 동맥도관은 계속사용되었으며 1968년 Green

등에 의해서 좌내흉동맥이 좌전하행지에의 연결이 보고되었고 1972년 양쪽 내흉동맥 사용이 보고된 바이다.

최소침습수술(minimally invasive surgery)의 역사적 배경은 20세기초 스웨덴 내과외에 의해서 흉곽내시경을 이용하여 결핵성능막유착을 박리한 것이 최초로 서술되었고 이후 1987년 프랑스의 Dubois에 의해서 복부내시경에 의한 담낭 절제술이 시행되었다 한다. 이러한 역사적 배경이 1990년대 흉곽수술에서의 "video assisted thoracic surgery"(VATS)를 탄생케 하였으며, 흉부외과 영역에서의 최소침습술의 근간을 이루게 된다.

여기서 전기한 두 수술의 역사적 배경의 접속으로 관상동맥우회술에서의 최소침습술을 발전케 하였다. Benetti와 Buffalo등은 심폐기 가동없이 관상동맥우회술을 시행하게 되었다. 널리 알려진 바와 같이 심폐기의 가동은 그 자체의 이병율(morbidity)이 있으며 보체활성화 및 염증 반응이 따르게 된다. 관상동맥우회술은 개심술중에서 심장내가 아닌 밖에서의 수술으로써 심폐기 가동없이도 환자의 폐가 산소기의 역할을 할 수 있는 것이다.

Loop등이 일찍이 기술하였듯이 좌내흉동맥이 좌전하행지제로의 우회는 관상동맥질환에서 생존에

가장 중요한 결정인자로 작용한다 하였다. 따라서 현재 “Minimal invasive direct CABG”(이후 MIDCAB)에로의 흥미는 최소절개로 심폐기 가동 없이 우회술을 시행하는 것에 초점이 두어진다. Robinson에 의해서 1995년 최초로 보고된 후, Subramanian, Benetti, Calafiore 등에 의해서 많은 증례 축적에 의한 경험이 보고 되고 있다.

## 2. 정의(Definition)

우선 초창기 MIDCAB의 구성요건은 심폐기 가동없이, 작은 절개, 조기 발판으로 이루어지는 것으로 간주되었으나 근래 수기의 발달로 이의 변화가 생겼다. 최근 발달된 최소침습에 의한 심장수술의 전반적인 양상을 구분하여 보겠다.

### 1) MIDCAB

선택된 관상동맥에 작은 절개를 통한 직접 시야에서 심박을 유지하고 우회술을 시행하며 전흉골절개(complete median sternotomy)가 아니며, 심폐기 가동이나 심정지액이 쓰이지 않는다. 적은 투자로 쉽게 적용할 수 있다.

### 2) Minimally invasive valve technique

승모판막, 대동맥판막을 작은 절개를 통하여 심폐기 가동하에 직접 시야에서 치환 또는 성형술을 시행한다. 완전흉골절개를 하지 않는다. 기구 및 설비가 필요하다.

### 3) Port-access technique

최근 심장수술에서 새로운 분야로 각광받기 시작하였다. 특수기구를 이용하여 심폐기를 가동하면서 작은 절개를 통해 승모판막의 성형이나 치환, 관상동맥우회술을 시행한다. 완전흉골절개하지 않고, 대동맥 교차차단하지 않는다. 즉, 상행대동맥내 풍선으로 차단한 후 심정지액을 주고 심정지 시킨다.

수술수기의 습득과 특수기구가 필요하다. 최근에는 MIDCAB에서 접근하지 못하였던 위치의 관동

맥혈관에 이 방법을 이용하여 심정지 시킨후 작은 절개를 통하여 우회술을 하는 것이 보고되기 시작하였다. 즉 다중혈관질환에서도 가능한 것이다.

여기서는 심박동하의 관상동맥우회술에 대해서 기술하기로 한다.

## 3. 장점

### 1) 경피 경혈관 관동맥성형술(PTCA)과의 비교

비교적 여러 비교연구에서도 수술요법은 PTCA에 비해서 협심증의 재발이나 급작스런 사망율이 낮고 항협심증 치료제의 요구량이 적은 것으로 보고되었다.

이는 stent내면의 내피조직증강 등의 숙제가 있으나 중재적치료요법의 발달(improvements in operator technique, new device designs and adjunctive therapies intracoronary radiation)이 앞으로의 그 효과를 기대해 볼 만한 분야이다.

“Best surgical results LIMA→LAD  
Best PTCA results on RCA, Cx”

### 2) 경제적 장점

조기발판에 따른 중환자실에서의 기간이 단축되고 빠른 회복으로 입원기간이 짧아진다.

수술요법에 비해서 중재적치료방법은 다중혈관과 복잡질환에, 2세대 기구의 개발, 여러번에 걸친 조영술등으로 그 비용은 초기에 비해서 늘어나고 있다.

## 4. 적응(Indication)

일반적으로 관례적 관상동맥우회술(conventional CABG)의 8~10%의 비율로 MIDCAB이 이루어지는 것으로 보고되어 왔다. MIDCAB의 요구조건으로는 ① 재관류가 요구되는 관상동맥의 위치, ② 작은 절개로 접근할 수 있는지, ③ 적당한 도관이 있는지 결정되어야 한다.

관상동맥이나 도관이 적당하여야 한다. 즉 혈관

의 직경이 1.5mm 이상이 확실히 되어야 심박동하에서 문합이 가능하다. 따라서 이 크기이하에서는 절대적 부적응 대상이 된다.

MIDCAB의 85%는 좌내흉동맥(LITA)를 이용한 좌전하행지(LAD)에로의 우회술이다. 이외에 우내흉동맥을 중간 우관상동맥(mid RCA)에로의 연결이 이루어질 수 있고 최근에는 하복부, 후부(inferior and posterior)의 혈관(distal RCA, PDA)에도 우측 위대망막동맥(right gastroepiploic artery)을 이용하여 연결되어지며, 극히 제한적인 보고에 이하면 한 두 절개로 다중혈관에 우회술이 이루어지고 있다. 정맥이나 요골동맥도관을 이용하여 대선지, 둔각지에 연결이 가능하다. 많은 MIDCAB 외과의들은 앞으로 기술과 방법의 발달로 모든 관상동맥에 MIDCAB이 가능해 질 것으로 믿고 있다.

이외에 대동맥내에 석회화등이 심하여 조작이 힘들 때(patients unable to tolerate aortic manipulation), 심폐기 가동이 용이치 않을때(만성폐질환, 신부전등), 또한 환자가 흉골절개등의 대수술을 원치 않을 때 적응이 되겠다.

또한 중재적 요법과의 혼합치료시(bypass and catheter-based intervention)나 중재적 요법의 해부학적 위치가 안좋은 때에도 시행된다.

심방세동, 양심실 비대, 폐동맥고혈압이 있거나, 전신마취를 극복할 수 없는 환자, 내흉동맥이 막혔거나 사용되었던 환자는 제외된다. 연령자체는 부적응 대상이 안된다. 술전에 내흉동맥 조영술이 필수적이다.

## 5. 마취(Anesthesia)

본 수술은 마취과적 수술이라 할 정도로 마취가 중요하다.

그 목표는 ① 안정성(safety)과 그 유지 및 응급시에 대처할 수 있는 능력, ② 모니터와 약물로서 혈류역학이 유지 되어야겠고, ③ 수술시야 확보(one lung ventilation), ④ 빠른 회복에 초점이 두어져야겠다.

일단 환자가 수술장에 들어오면 fentanyl 5μ

g/kg, midazolam 0.1mg/kg, pentothal 2.5mg/kg과 근육이완제(보통 vacuronium 8mg)를 정주한 후 기관 삽관시킨다. Brevibloc은 삽관전부터 0.1~0.3mg/kg/min을 지속적으로 정주시켜서 혈압과 심박동수를 조절시킨다.

또한 일폐성 호흡을하여 수술시야의 확보(심장 및 내흉동맥 박리시)에 도움을 준다. 이는 수술시에 수술시야의 확보를 위하여 과하게 개흉부위를 벌리거나 폐를 늘려서 오는 이차적 손상으로 수술 후 동통 등의 합병증을 줄여 줄 수 있다.

이방법이 용이치 않을때는 내흉동맥 박리시에 흉막을 열고 거즈 혹은 패드를 넣어 폐압축을 시킨후 시야 확보해도 충분하겠다.

## 6. 수술방법

### 1) 절개방법

MIDCAB에서 쓰이는 5가지 방법을 인용하였다. 이중 가장 흔히 쓰이는 좌전소절개(LAST, left anterior small thoracotomy)방법에서는 최근에 흉곽 내시경 이용으로 내흉동맥 박리가 가능하여 연결절제 없이 우회술이 시행되는 것으로 보고되는 추세이다.

수술시 대기해야할 것은

인공심폐기(cardiopulmonary bypass) : 심장지나 관동맥 결찰시 심한 부정맥이 있을때는 즉시 완전 흉골절개로 CPB 시행한다.

대동맥내 풍선펌프 : CPB가 필요없는 환자중에서 심박출량의 도움이 필요할 때 쓰인다.

대퇴동·정맥 순환(femoro-femoral bypass) : 일시적으로 standard CPB시까지 한시적으로 사용된다.

#### (1) 좌전소절개(LAST)

가장 흔히 쓰이고 외과의들에 선호되는 방법이다. 좌측을 약 30° 정도 올리고 앞쪽으로 유방하를 따라 약 8cm정도 횡절개하여 제4늑간으로 개흉한다. 내흉동맥박리를 충분히 하기위해 연결절제가 필요하나 근래 내시경 혹은 특수기구이용(절개부위를 당기고 제2늑골을 압박하는)으로 절제없이도 직접

시야에서 전장의 내흉동맥박리가 가능한 것으로 되어 있다.

단점은 이러한 기구 도움없이 박리가 힘들고 심폐기 가동이 필요한 경우 또다른 흉골절개가 필요한 것이다. 장점은 좌전하행지 접근이 용이하고 흉골 절개에 관한 합병증이 없다는 것이다.

### (2) 부분흉골절개술(ministernotomy)

제3늑간의 위치에서 밑으로 약 8cm의 정중피부 절개하면 검상돌기의 대략 3cm 상부가 된다. 흉골은 중간에서 약간 좌측으로 종절개를 한 후 상부에서는 휘어진 오스테오톰(curved osteotome)으로 제2늑간을 향하여 두드리면 흉골이 깨어지지 않고 평편하게 잘리며, 또한 연조직에 의해서 내흉동맥 손상이 예방된다. 흉골절개가 완전치 않은 상태에서 견인기로 당기면 골조직 손상으로 내흉동맥 손상의 우려가 있다. 이후는 보통 우회술에서와 같이 내흉동맥박리가 가능하다. 전장을 직접시야에서 박리가 가능한 것이 장점이다. 또한 좌전하행지와 우관상동맥을 동시에 노출할 수 있으며, 수술중 심폐기 가동이 필요할 때 다른 추가의 절개없이 가능하다. 단점은 흉골절개에 따른 합병증이 있을 수 있고 관상동맥 재수술(redo cases)시에 힘들다.

### (3) 흉골변절개(parasternal incision)

흉골의 좌 혹은 우측변을 따라 종절개 한 후 제4,5늑골을 이탈(disarticulation)시켜 흉골로부터 분리한다. 늑골제거 없이 훌륭한 시야 확보를 할 수 있다. 늑골과 연조직에 손상을 줄 수 있는 단점이 있다.

### (4) 검상돌기하 절개(subxiphoid incision)

검상돌기하에서 수직으로 상복부를 향해 절개 한 후 복막을 열고 우측위대망막동맥을 박리하여 원위부우관상동맥(d-RCA)이나 후하행지(PDA)에 연결한다.

### (5) 후측부 절개

흉부의 후측부를 절개하여 정맥 또는 동맥도관을 하행대동맥에서 회선지제(circumflex br.)에 연결한다. 심폐기 가동시 단점이 있다.

## 2) 내흉동맥 박리

성공적인 MIDCAB의 한 요소이다. 작은 절개로 충분하고 완전하게 박리하는 것이 수술 기술의 관건이다.

◇ 박리시 어려움의 경중은 절개방법, 심장의 크기, 관상동맥우회술 받은지의 여부, 외과의 경험, 직접시야 혹은 내시경에 의한 방법 등에 달려있다.

◇ 수술전 내흉동맥의 적당성 관찰이 중요하다.

① 혈관조영술 혹은 ② transthoracic doppler를 이용한다.

◇ 박리의 두가지 방법을 비교설명하면

○ Pedicle technique ; 주위 조직(근막 등)과 함께 박리하는 것으로

장점은 쉽고 내흉동맥이 꼬이거나 뒤틀리는 것을 예방할 수 있다는 것이다.

Tissue protects IMA from manipulation trauma (e.g. torsion, kinking)

○ Skeletonization technique ; 주위 조직 없이 박리하는 것으로

장점은 내흉동맥을 직접 관찰할 수 있고, 혈류량을 예측할 수 있으며 특히 2-3cm 길이를 늘릴수 있다.

단점은 뒤틀리고 꼬이는 것을 주의하여야 한다.

근래는 이 방법에 주위 정맥정도만(semiskelet-onization) 붙어있게 하여 양측내흉동맥을 사용하기도 한다.(단, 당뇨와 비만이 동반된 환자에서는 양측 내흉동맥 사용 금기)

◇ 박리는 충분히 한다(제1,2늑골까지)

tension free--- 수술후 폐가 부풀어 오를 때 압력이 가해지지 않게 한다.

◇ 과도하게 길게하지 않는다.

twisting, kinking의 위험이 있다. 특히 skeletonizing시에 주의한다.

◇ 원위부 사용은 피한다

원위부는 자극에 민감(reactive)하여 수축(spasm)이 잘 온다.

### - 직접시야(direct vision)

장점

단점

- 보다 간단하고 익숙하다
- 작은시야에서 제2늑골 이상부위에
- 지혈이 용이하다
- 지혈과 접근이 어렵다.
- pedicle이나 skeletonization이 가능
- IMA flow를 조기에 알 수 있다

### - 내시경(thoracoscopic takedown)

장점

단점

- 완전한 길이 박리
- 고도의 기술이 필요하다
- video를 이용한 조심스런 박리
- skeletonization이 불가능하다
- 늑골이나 연골 절제없이, 지혈이 어렵다
- 더 작은 절개로 수술을 가능하게 한다
- 유착시에 힘들다
- IMA flow 측정이 힘들다

### 3) 일시적 허혈에 대한 훈련(Ischemic preconditioning)

가역성의 손상된 심근(reversibly injured myocardium)이 뒤따른 허혈에 더 쉽게 손상받을 수 있다는 이론은 최근 바뀌어져 있다. 이러한 심근에 뒤따른 허혈이 있을 때 ATP의 이용이나 혐기성해당(anaerobic glycolysis)의 속도가 virgin myocardium에 비해 늦어지게 되어 비가역적 손상이 올 때까지 긴 시간의 여유가 있게된다. 따라서 심근세포의 죽음이 늦어진다. 또한 심근경색의 크기도 줄어들게 한다. 이러한 보호효과는 60-90분 이상을 결코 넘기지는 못하는 것으로 알려져 있다.

Ischemic preconditioning의 또다른 효과는 항부정맥 작용에 있다. 이는 재관류에 의한 부정맥(reperfusion induced arrhythmia, (예)VPB, Vf, VT 등)이 제2차 허혈후에 재관류시 현저히 감소되는 것으로 보고되었다.

또한 전조건화된 심근은 허혈성발작이 있을 후에 그렇지 않은 심근에 비해서 심근수축력이 우월하게 회복된다.

MIDCAB시 흔히 쓰이는 전조건화의 방법

#### (1) 기계적 방법(Mechanical occlusion)

보통 목표가 되는 관상동맥위치의 위, 아래를 수술용실(보통 5-0 Polypropylene)로 5분간 묶고, 다시 5분간 재관류시킨다. 이때, 경식도초음파로 심근의 부위별 수축력변화(systolic wall motion abnormality)와 심전도상 ST변화, 체정맥내 산소포화도(systemic venous O<sub>2</sub>)를 관찰한다. 이때 SWMA나 ST 변화가 없을때까지 반복한다. 보통은 2~3회 정도로 시행된다.

#### (2) 약물적 방법(Pharmacological)

Adenosine을 흔하게 쓴다. 기전은

- inhibition of ATP catabolism
- promotes anaerobic glycolysis
- causes vasodilatation
- inhibits Ca<sup>++</sup> influx
- hyperpolarizes cell membrane
- inhibits neurophil degranulation 등으로,

방법은 Venticular pacing을 80/min, demand로 한 후

rapid bolus 0.2-0.3 μg/kg

suture during pause

support BP with noradrenaline

약물요법 보다는 기계적 요법이 흔하게 이용되고 용이하다.

이 외에 심박동수 및 혈압 조절 위하여 Esmolol, Verapamil등이 흔히 쓰인다. 수축기 혈압은 약물요법하에 80mmHg, 박동수는 50-60/min이 적당하다.

### 4) 문합(anastomosis)

목표

#### (1) 문합부위의 적당한 노출

이때 가장 중요한 것은 심낭막을 당겨 chest wall에 붙여놓으면 원하는 부위 노출이 용이하다

## ESMOLOL IN BRIEF(BREVIBLOC)

Use	<ul style="list-style-type: none"> <li>To induce bradycardia(heart rate&lt;60 beats/minute)</li> <li>To decrease myocardial oxygen demand</li> </ul>
Dosage	500 $\mu$ g/kg IV loading dose for followed by 50-200g/kg/min continuous infusion
Principal advantage	<ul style="list-style-type: none"> <li>Easily titrated to effect</li> <li>Ultra-short duration of action;(half-life of only 9minutes)</li> <li>Should patient prove intolerant to beta blockade, deleterious effects quickly reversed by stopping infusion</li> </ul>
Principal disadvantages	Higher dosages may cause marked hypotension
Other properties	<ul style="list-style-type: none"> <li>Increases diastolic perfusion time</li> <li>Increases collateral blood flow</li> <li>Decreases blood pressure</li> </ul>

### (2) 국소적 관동맥 결찰

일반적으로 5-0 polypropylene(Prolene)으로 목표가 되는 관상동맥 위, 아래에 rubber tourniquet으로 조여준다. 허혈훈련으로 5분간 결찰, 5분 재관류시킨다. 다시 결찰한 후 관동맥절개한 후 air jet 등을 이용하여 무혈시야에 문합한다. 근래 관상동맥 절개를 통해서 "intraluminal occluder"를 넣는 것이 보고되고 있다.

### (3) Myocardium stabilization

- 약물요법으로 심박동수를 줄여주거나
- 기구사용(mechanical device)
- Octopus : 음압으로 심장을 당겨서 고정시킨다
- direct compression : 여러 가지 기구를 사용하여 직접 심장을 압박하여 고정한다
- 수술시 심장안정이 매우 중요하다
- 내흉동맥의 개통율(patency rate)에 영향을 주는 정도이다
- 문합은 연속적인 방법(continuous), 혹은 단속불합(interrupted)을 이용한다. 8-0 polypropylene을 이용한다.
- 수술후 관류측정
- angiography 시행
- doppler flow 등이 이용된다.
- 수술완료후 관찰

- 100% 막힌 관상동맥에서의 수술후 심전도나 심실 운동의 변화는 관찰되지 않는다.
- 75%이하의 관동맥 협착 병변에서 수술후 문합부위의 협착은 부위별 심근 수축에 변화가 온다
- 20분이상 관동맥 혈류차단후 심근수축변화나 ST의 상승이 좋아지는 경우는 부행지(collaterals)가 열린다는 증거이다.
- 부위별 운동장애시 esmolol의 투여로 호전되면 지속적인 약물요법이 요구된다.

## 7. 슬후관리(Postop. management)

- 목표
- Early extubation
- Short ICU stay
- 보통 발관은 수술장 혹은 ICU에서 4시간이내 시행한다
- 이때 안정된 혈압, 심전도, 심박계수와 비정상적인 출혈이 없는지 확인한다.
- 수술후 심근허혈의 예방, 진단, 치료는 수술의 생명이다
- 연속적인 CPK-MB 측정과 esmolol, nitroglycerin 등은 다음날 아침까지 지속적으로 투여한다.

동통관리(management of postop. pain)

- . 0.5% Marcaine with epinephrine 1:200,000 intercostal nerve block하고
- . 정기적으로 morphine 2-6mg IV q 4hrs을 투여하고
- . 경구용으로 Tylenol 2① x 3 tiones/day 복용시킨다.
- . 아스피린 100mg 투여한다.

수술후 추적방법은

- . CK-MB q 8hrs x 2
- . doppler velocity 다음날, 퇴원후 2주, 3개월, 1년
- . stress Thallium 3개월
- . angiography : symptom(+), abnormal test (+) 등을 시행한다.

### 8. MIDCAB과 혼합수술요법(Adjunctive role of MIDCAB)

다음과 같은 혼합요법으로 MIDCAB의 영역이 넓어질 수 있겠다.

- . MIDCAB + transmyocardial laser revascularization
- . MIDCAB + PTCA
- . MIDCAB + CPB(Port access) multivessel disease

### 9. 예후(Perspectives in MIDCAB)

앞으로는 기술의 발달로

- o 다중 혈관에서의 심근운동고정
- o 관동맥내 shunt 사용
- o 내시경 수술
- o 양쪽 내흉동맥의 사용 등이 근간에 늘어날 것이다.

이외에 수년내에는 MIDCAB은 평준화된 수술이 되고 외래 차원의 수술이 될 것으로 예상하는 사람도 있다.

Robotic surgical instrument의 개발 - 내시경으로 문합하는 방법의 개발 등이 연구중이다.

### 10. 최근에 소개된 MIDCAB 방법

① Cohn등은 좌내흉동맥을 있는 그 위치에서 하상복부동맥(inferior epigastric artery)을 측부에 연결(side)하여 마치 “H”형 graft로 좌전하행지에 연결하여 좋은 개통율을 보고하였다.(J Thorac Cardiovasc Surg 1998;115:148-51)

② 내흉동맥의 결가지를 묶은 경우와 그렇지 않은 경우 혈류의 변화 : Calafiore 등의 연구에 의하면 내흉동맥의 원혈류는 심수축기에 이루어지나 이것이 관상동맥에 연결된 후에는 급격히 심이완기에 변화하여 결가지를 묶지 않아도 큰 손실은 없는 것으로 보고하였다.(Sem Thorac Cardiovasc Surg 9:305-311, 1997)

#### ③ Minimally invasive Port-Access CABG

뉴욕대 메디칼 센터의 최근 31례를 보고하였다. LAST 절개로 내흉동맥을 박리한 뒤 이곳에 요골동맥이나 정맥을 “Y” graft로 한다. 약 2-3cm의 서혜부 절개로 대퇴동정맥을 찾아서 캐놀라(Heartport, Inc., Redwood City, CA)를 넣는다. 이때 정맥캐놀라는 특수제작된 것으로 상대정맥부위까지 접근시킨다.

동맥캐놀라의 결가지로 endoaortic clamp를 넣는다. 이러한 과정은 식도초음파와 fluoroscopy의 도움을 받는다. 심폐가동후 25° -30℃까지 체온을 낮추며 이때 목표가 되는 관상동맥을 찾아 표시해두고 대동맥내 풍선차단 한 후 전향 심정지액을 주입한다.

관상동맥문합을 순차적으로한다. 대동맥판막역류가 있을때는 역행적 심정지액을 사용한다. 환자는 좌전하행지와 회전지계에 병변이 있는 단, 혹은 이중혈관 병변에서 시행한다. 때로는 3중혈관에서도 우관상동맥이 중간이전의 병변이 있을 때는 시행할 수 있다. 말초혈관이나 흉부대동맥질환이 있으면 심박동하 수술이 좋다.(Sem Thorac Cardiovasc Surg 9:312-319, 1997)

## 참고 문헌

1. Vineberg AM. Development of anastomosis between coronary vessels and transplanted internal mammary artery. *Can Med Ass J* 1946;55:117-23.
2. Murray G, Porcheron R, Hilario J, Rosehau W. Anastomosis of a systemic artery to the coronary artery. *Can Med Ass J* 1954; 71:594-7.
3. Sabiston DC Jr. The coronary circulation. *John Hopkins Med J* 1974;134:314-29.
4. Kolessov VL. Mammary artery coronary artery anastomosis as method of treatment for angina pectoris. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1967; 54:535-44.
5. Favaloro RG. Saphenous vein autograft replacement of severe segmental coronary artery occlusion. *Ann Thorac Surg* 1968; 5:334-9.
6. Garrett HE, Dennid EW, Debakey ME. Aorto-coronary bypass with saphenous vein graft. *JAMA* 1973;223: 792-4.
7. Trapp WG, Bisarya R. Placement of coronary artery bypass graft without pump oxygenator. *Ann Thorac Surg* 1975;199:1-0.
8. Buffolo E, Andrade JCS, Branco JNR, et al. Coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1996;61:63-6.
9. Benetti FJ, Ballester C, Sani G, et al. Video assisted coronary artery surgery. *J Card Surg* 1995;10: 620-25.
10. Acuff TE, Landreneau RJ, Griffith BP, et al. Minimally invasive coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1996;61:135-7.
11. Robinson MC, Gross DR, Zeman W, et al. Minimally invasive coronary artery bypass grafting: A new method using an anterior mediastinotomy. *J Card Surg* 1995;10:529-536.
12. Arom KV, Emery RW, Nicoloff DM. Mini-sternotomy for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1996;61:1271-2.
13. Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM, et al. Influence of the internal mammary artery graft of 10 year survival and other cardiac events. *New Engl Med J* 1986;314:1-6.
14. Landau C, Lange RA, Hillis LD, et al. Percutaneous transluminal coronary angioplasty. *New Engl Med J* 1994;330:1114: 891-93.
15. Calafiore AM, Gimmarco GD, Teodori G, et al. Left anterior descending coronary artery grafting via left anterior small thoracotomy without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1996;61: 1658-65.