



최소 침습적 심장 수술

Minimally Invasive Cardiac Surgery

이 재 원 · 정 성 호 · 제 형 곤 | 울산의대 흉부외과 | Jae-Won Lee, MD · Sung Ho Jung, MD · Hyung Gon Je, MD

Department of Cardiovascular Surgery, University of Ulsan College of Medicine

E-mail : jwlee@amc.seoul.kr

J Korean Med Assoc 2008; 51(4): 335 - 346

Abstract

Traditional cardiac surgery has been performed via a “big” median sternotomy incision by significant complexity and invasiveness. The traditional big incision has presented with many problems, and at the same time, has given opportunity to make the procedures less invasive. During the past decade, improvement in endoscopic equipments and operative techniques has resulted in development of minimal invasive cardiac operations using small incisions with or without robotics. A number of cardiac procedures are currently performed by minimal invasive approaches and for many surgeons a minimal invasive cardiac surgery has become a standard practice. Herein, we reviewed the minimal invasive cardiac surgery in the aortic valve, mitral valve, tricuspid valve, atrial septal defect, and coronary artery disease.

Keywords : Minimal invasive; Robotic; Cardiac surgery

핵심용어 : 최소침습수술; 수술 로봇; 심장 수술

서론

“Big surgeon, big incision!” – 외과의사들 사이에서 수술시야 확보의 중요성을 지적하는 전통적인 격언이다. 심장 수술의 복잡함과 높은 수술위험률은 외과의사로 하여금 보다 큰 절개를 요구하게 되어 본격적으로 심장 수술이 시행되기 시작한 1960년대 이후 심장 수술의 가장 보편적인 접근 방법은 정중흉골절개술이었다. 이러한 정중흉골절개술은 훌륭한 수술시야를 확보할 수 있다는 장점이 있으나, 수술의 상처가 크고 수술 후 흉골 치유와 관련하여 일상 생활 및 정상적인 직장 생활로의 복귀가 지연된다는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위한 노력으로 1990년

대 중반 이후 최소 침습적 심장 수술이 시행되었으며 이러한 최소 침습적 심장 수술은 내시경 및 수술용 로봇 등의 새로운 장비의 발달과 함께 수술 기술의 향상으로 작은 절개를 이용한 수술이 가능해지면서 환자의 빠른 회복, 짧은 입원기간, 수술 후 통증 감소, 우수한 미용적 효과 등의 결과들을 보고하기 시작하였다(1~3).

최소 침습적 승모판막 수술

역사적으로 승모판막에 대한 심장 수술시 정중흉골 절개를 피하기 위한 수술적 접근 방법으로는 부분 정중흉골 절개술, 흉골 횡 절개술, 우측 흉골연 절개술, 좌측 개흉술,

Table 1. Potential benefits of minimally invasive mitral valve surgery

Avoidance of sternotomy
Very small incision
Less surgical trauma
Better visualization of intracardiac structures
Reduced bleeding
Less blood product utilization
Lower infection risk
Less pain
Shorter hospitalization
Faster recovery
Better cosmesis
Greater patient satisfaction

우측후방 개흉술 등이 시행되어 왔으나, 1990년대 중반 이후 작은 우전방 개흉술이 가장 널리 사용되고 있다. 이러한 정중흉골 절개술 이외의 접근법은 내시경 장비의 발달과 말초 혈관을 이용한 체외 순환법 그리고 대동맥내 혈관 겹자 등의 기술들이 개발되면서 보다 널리 이용되고 있으며 최소 침습적 승모판막 수술의 장점은 잘 알려져 있다(Table 1). 국내의 최소 침습적 승모판막 수술에 대한 시도는 비교적 최근에 시작되었는데 필자는 1990년대 후반부터 우측 개흉술을 통한 승모판막 질환 및 심방중격 결손증의 수술을 시행하였고 2004년부터 우전방 최소 개흉술을 이용한 심장수술을 승모판막 및 삼첨판막 질환의 기본적인 수술 방법으로 사용하고 있다. 최근까지 몇몇의 수술용 로봇이 상품화되어 있지만 그 중 가장 널리 사용되고 있는 것은 da Vinci™ (Intuitive Surgical, Mountain View, CA) 로봇 시스템으로 사람의 양안과 흡사한 2개의 내시경적 카메라를 이용하여 삼차원 영상을 구현할 수 있고 6개의 관절이 있어 사람의 손동작을 재현하는 듯한 동작의 자유도를 얻을 수 있다.

수술의 진행은 수술 의사가 환자에게서 떨어진 조종대에서 로봇팔과 카메라를 조정하면서 수술을 진행하고 한명의 보조 술자는 환자 옆에서 4cm 정도의 수술창을 통하여 수술을 보조하며 수술이 진행된다. 로봇을 이용한 심장 수술은 삼차원 확대 영상이 가능하고 좌심방 내에서 자유로운 동작의 구현되며 양손을 이용한 봉합이 자유롭고, 손떨림의 보정기능이 있으며 동작의 크기를 조절하여 미세 조정이 용이하고 최소 침습적 수술보다 좀 더 작은 수술창으로 수술이 가능하다는 장점이 있다(4~6).

1. 최소 침습적 승모판막 수술 방법(7)

환자는 마취 시작 전에 좌측 전흉부와 우측 견갑골 부위에 외부 제세동 패드를 부착한 후 앙와위로 눕히고 이중관 기관 삽관을 이용하여 전신마취 후 마취과 의사에 의해 우측 내경정맥을 통하여 경피적으로 17Fr 혹은 21Fr의 상대 정맥관(Medtronic, Inc, Minneapolis, MN)을 삽관하였다. 환자의 우측 견갑골 부위에 패드를 대어 우측 흉곽을 30도 정도 거상시키지만 골반 및 양 하지는 앙와위를 유지한 상태에서 일반적인 환자 소독을 시행하였다. 우측 서혜부의 피부 주름을 따라 사선으로 2cm 절개를 하여 우측 흉대퇴 동 정맥을 노출시킨 후 seldinger technique으로 동 정맥관(Medtronic, Inc, Minneapolis, MN)을 삽입하여 체외순환을 준비하였다. 좌측 일측 폐환기를 시행한 후 우측 제4늑간을 4~5cm 횡 절개하여 늑막강에 도달한 후 횡경막 신경에 유의하면서 심낭을 절개하고 고정하여 우심방과 대동맥을 노출시켰다.

수술자의 음성을 인식하여 내시경의 위치를 안정적으로 유지시켜주는 수술용 로봇 시스템인 AESOP 3000®에 연결한 흉강경을 제3늑간으로 삽입하고 제3늑간으로 chitwood 대동맥 겹자를 삽입하여 대동맥 차단 후 상행대동맥에 심정지액을 주입하여 심 정지를 유도하였다. 제4늑간으로 이산화탄소의 연속적 주입을 위한 도관을 삽입하고 같은 늑간으로 심장내 배액을 위한 vent를 삽입하였다. 심 정지가 유도된 후 심방 사이 홈에 절개를 가하여 좌심방을 열고 견인기를 이용하여 심방중격을 들어 올리면서 승모판막을 노출시켰다.

(1) da Vinci 수술로봇을 이용한 승모판막 수술방법

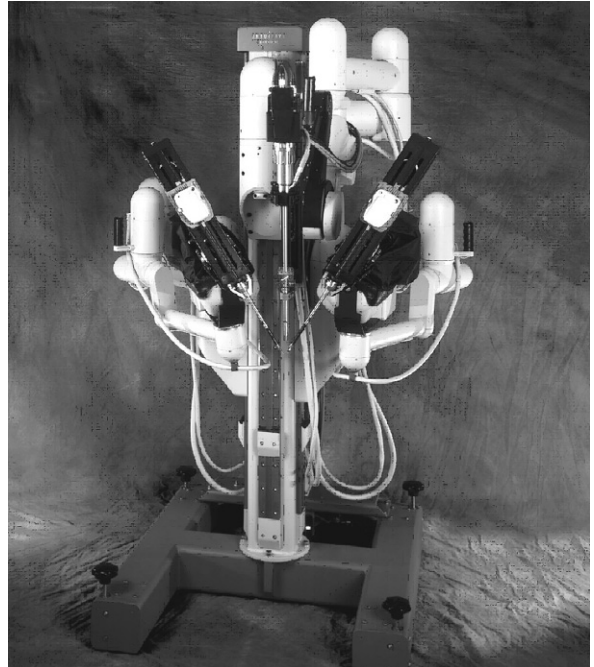
다빈치 수술로봇을 이용한 승모판막 수술의 경우 환자의 수술 및 마취 준비 과정은 최소 침습적 수술 방법과 동일하며 4cm 정도의 수술창을 열고 우측 제3, 제6늑간에 원격조정을 위한 로봇팔을 넣는다. 승모판막 수술시 추가적인 열공을 만들어 특별히 고안된 좌심방 견인기를 이용함으로써 수술시야를 확보할 수 있다. 일반적인 수술의 진행은 최소 침습적 수술 방법과 유사하므로 이전에 최소 침습적 승모판막 수술의 경험이 있는 외과의의 경우에 로봇을 이용한 승모판막 수술의 습득이 용이할 수 있겠다.



Figure 1. The da Vinci™ surgical system.

2. 수술 결과

2002년에 보고된 New York 대학의 연구 결과를 살펴보면 6년간 714명의 환자에서 승모판막에 대한 최소 침습적 수술을 시행하였고 4.2% (30/714)의 전체 수술 사망률과 승모판막 성형술 및 승모판막 치환술에서 각각 1.1%와 5.8%의 수술 사망률을 보고하였다(8). 또한 저자들은 비교적 짧은 관찰 기간이지만 승모판막 성형술을 받은 환자의 89.1%에서 잔존하는 승모판막 폐쇄부전이 없거나 경미함을 보고하면서 최소 침습적 방법을 이용한 승모판막 수술은 비교적 안전하고 효과적인 수술방법이라고 주장하였다. 다른 연구에서 단일 술자에 의해 시행된 187예의 최소 침습적 승모판막 수술 환자에서 단 1예의 사망 및 4년 추적 관찰시 93%의 환자에서 재수술이 요하지 않는 훌륭한 결과를 보고하였다(9). 정중흉골 절개술과 최소 침습적 수술의 성적을 비교하기 위해 실시한 전향적 무작위적 연구에서 각각 20명의 환자를 대상으로 정중흉골절개술과 최소 침습적 수술을 비교하였을 때 양군간에 승모판막 성형술의 정도, 심폐기 가동시간, 대동맥 겹자시간, 장기 손상의 지표 등에서 두 군



간에 차이를 보이지 않았다. 최소 침습적 수술군에서 인공 호흡기 사용시간, 중환자실 재원기간, 입원기간 그리고 수혈량이 더 적은 것으로 측정되었으나 통계적으로 유의성을 보이지 않았다(10).

비교적 경험이 많은 East Carolina University (ECU)의 최근 발표를 살펴보면 로봇을 이용한 승모판막 수술을 시행 받은 첫 200명의 환자에서 평균 수술시간은 285분, 심폐기 가동시간은 156분, 대동맥 겹자시간은 119분이었다. 심폐기 이탈시에 protamine 약제의 이상 작용으로 사망한 1예를 제외하고는 수술 술기와 관련된 사망은 없었고 3명 (1.5%)의 환자에서 병원내 사망이 발생하였다. 평균 재원기간은 4.8일 이었고 2.5%의 환자에서 성형술 실패로 인한 재수술이 시행되었다. 국내에서는 2006년에 국내 최초로 da Vinci™ system (Figure 1)이 도입된 이후, 심방 중격결손증의 교정술과 다혈관 MIDCAB (Minimally invasive direct coronary artery bypass)에 시행한 중례보고가 각각 1예씩이 보고되었으며 필자에 의한 국내 첫 임상연구가 보고되었다.



Figure 2. A postoperative scar after minimally invasive mitral valve surgery.

필자의 경험을 살펴보면 2004년 4월부터 2008년 2월까지 총 456명의 환자에게 AESOP 3000® system (Computer Motion Inc, Santa Barbara, CA, USA)을 이용한 심장수술을 시행하였고 2007년 9월 이후 33명의 환자에서 다빈치 수술로봇(da VinciTM Surgical System: Intuitive Surgical Inc, Sunnyvale, CA, USA)을 이용한 최소 침습적 심장 수술을 시행하였다. 수술 적응질환은 승모판 질환, 삼첨판 질환, 대동맥판막 질환, 심방중격결손증, 심방세동이었고 단일 및 이중 관상동맥 질환의 최소 침습적 관상동맥 우회술시 내흉동맥 박리에 사용되었다. 단일 술자에 의해 수술받았던 총 489명의 환자의 평균 나이는 46.7 ± 14.6 세였고 남자가 218명, 여자가 271명이었다. 시행된 수술은 승모판막 성형술이 241예, 승모판막 치환술이 109예, MIDCAB이 46예, 심방중격결손증 및 개방형 난원공 수술이 61예, 독립된 삼첨판막의 치환술 및 성형술이 26예, Maze 수술만 시행한 경우가 3예, 대동맥판막 치환술이 3예였다. 승모판 수술시에 동시에 시행된 수술로는 Maze 수술이 121예 삼첨판막 성형술이 83예였다. 이전에 정중흉골절개를 통한 개심술을 받은 후의 승모판 질환에 대한 재수술의 경우가 22예 있었다. 전체 489명의 환자 중 MIDCAB을 시행받은

46명을 제외한 443명의 환자에서 말초 동정맥의 삼관을 이용한 체외순환을 실시하였고 평균 체외순환 시간은 127.9 ± 49.2 분, 평균대동맥 차단시간은 82.6 ± 37.7 분 이다. 수술 재원기간은 단독 승모판 수술인 경우 5일(2~28일), MID-CAB은 3일(1~9일), 심방중격결손증 수술은 3일(2~6일)이었으며 Maze 술식이 동반되는 경우에 있어서는 수술 후 항부정맥 제제의 투여 및 필수적인 검사의 시행으로 인해 수술 후 7일(4~30일)이었다. 수술중에 정중흉골절개로로의 전환이 요구되었던 환자는 한 예도 없었다. 수술 후 발생한 합병증으로는 술후 출혈로 재수술한 경우가 12명(2.5%)이었고, 수술 전 좌심실 이완 및 기능부전이 있던 2예에서 술후 저심박출증으로 막형 산환기를 이용한 순환보조 이후 회복된 경우가 2예 있었다. 우측 폐 및 흉곽내 장기손상 등의 합병증은 발생하지 않았고 종격동염의 발생은 없었으며 최소 개흉술을 시행한 부위의 상처 감염은 단 1예에서 발생하였다. 정중흉골절개술과 비교하였을 때 현저히 작은 수술상처에 대하여 대부분의 환자는 만족하였다(Figure 2). 본원에서 최소 침습적 승모판막 수술을 시행받은 환자들을 최근 까지 추적 관찰한 결과 수술 후 조기 및 만기 사망은 없었다. 본원에서 시행된 432예의 정중 흉골 절개술을 이용한 승모판막 성형술 환자와 최소 침습적 승모판막 성형술 환자의 수술 결과를 후향적으로 비교해본 결과 수술 후 6개월째 시행한 심초음파 상에서 경도를 초과하는 승모판막 역류를 보이는 경우는 정중흉골 절개술 및 최소 침습적 수술군에서 각각 4.8%와 2.5%로 유의한 차이를 보이지 않았다. 승모판막 성형술의 술기 면에서도 최소 침습적 수술군에서 판륜성형술과 신생건삭을 이용한 성형술이 더 많이 시행된 것을 제외하고는 양군간에 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2, 3).

최소 침습적 대동맥 판막 수술

대동맥 판막의 최소 침습적 수술 방법은 크게 부분 흉골절개 및 우전 개흉술에 의한 직접시야에서 대동맥 판막을 치환하는 방법과 개심술이 어려운 고위험군 환자에서 심폐기를 가동하지 않고, 경피적 혹은 심침부를 통하여 봉합없이 대동맥 판막을 삽입하는 방법이 있다.

Table 2. Residual mitral regurgitation between sternotomy and minimally invasive surgery (MIS) patients

MR > Mild	Sternotomy	MIS	P value
after 1 week	5 (1.2%) / n=432	2 (2.3%) / n=88	NS
after 6 months	17 (4.8%) / n=349	2 (2.5%) / n=80	NS
after 12 months	20 (9.6%) / n=209	2 (5.8%) / n=34	NS

MR: mitral regurgitation, NS: not significant

Table 3. Mitral valve repair techniques

Technique	Sternotomy (n=432)	MIS (n=88)	P value
Annuloplasty	366 (84%)	86 (97%)	< 0.01
New chordae formation	73 (17%)	45 (51%)	< 0.001
Leaflet resection (Q* or T**)	97 (22%)	24 (27%)	NS
Alfieri stitch	2 (0.4%)	2 (2.2%)	NS
Chordae transfer/shortening	29 (7%)	3 (3%)	NS

* Q; quadrangular resection

** T; triangular resection

MIS: minimally invasive surgery, NS: not significant

1. 최소 침습적 대동맥 판막 수술방법

대동맥 판막은 해부학적으로 제4 혹은 5늑간 높이의 흉골 직하방에 위치하므로 대동맥 판막에 대한 최소 침습적인 접근방법은 흉강경이나 수술 로봇에 의한 것이기 보다는 주로 흉골 절개를 우선 개흉술로 대체하거나 흉골절개의 범위를 최소화하는 방향으로 시도되어 왔다. 이러한 시도는 피부 절개를 최소화하고 흉골의 안정적인 유합을 유도하여 보다 빠른 회복과 환자의 만족도를 증대시킬 수 있다. 필자 및 다른 연구자들에 의해 가장 일반적으로 이용되는 최소 침습적 대동맥 판막의 수술방법은 상부흉골 부분절개(upper partial sternotomy)를 이용한 대동맥 판막 치환술로서 6~8cm 정도의 제한적인 피부절개 후에 흉골상부를 4번째 늑간까지 절개하고 이를 우측 제4늑간으로 연장하여 'J' 모양의 부분 흉골절개를 시행하여 대동맥 판막에 대한 제한 없는 수술 시야를 확보할 수 있다.

심폐기 가동을 위한 삽관은 수술 시야가 충분하다면 일반적인 상행대동맥과 우심방이를 통한 삽관이 가능하며 수술 시야가 제한적일 경우에는 대퇴 동정맥을 이용한 말초삽관으로 심폐기를 가동함으로써 보다 나은 수술 시야를 확보할 수 있다.

2. 최소 침습적 대동맥판막 수술의 결과 및 고찰

상부흉골 부분절개술은 일부 병원에서는 대동맥판막 치환술의 일차적인 방법으로 사용되고 있으며 LH Cohn 등의 필자들은 901예의 최소 침습적 대동맥판막 치환술을 시행하여 1.9%의 낮은 수술 사망률을 보고하여 그 안정성을 보고하였다(11). 최소 침습적 대동맥판막 치환술에 대한 필자들의 연구에서도 고식적인 정중흉골 절개술과 비교하여 상부흉골 부분절개술을 통한 대동맥판막 치환술을 시행한 환자군에서 수술사망률, 심폐기 가동시간, 대동맥 검자시간, 인공호흡기 사용시간 및 중환자실 재원기간 등에서 차이를 보이지 않아 최소 침습적

대동맥판막 치환술을 일상적으로 시행하는 것이 좋겠다고 보고하였다(12). 최근 일부 필자들은 심각한 동반질환으로 심폐기를 가동하며 시행하는 일반적인 대동맥 판막 치환술의 수술 위험이 매우 큰 경우, 수술의 위험을 줄일 목적으로 카테터를 이용한 경피적 대동맥 판막 삽입술을 시도하여 초기 성적을 보고하였다(13). 이러한 경피적 대동맥 판막 치환술은 이론적인 장점에도 불구하고 판막의 석회화가 심한 경우 판막주위 유출이 흔하며, 대동맥에 동맥경화가 심한 경우 색전증의 우려가 있어 보편적으로 사용되지 못하고 있다(14). 이에 대한 대안으로 최근 좌전개흉술 후 심첨부를 통하여 중재적 대동맥판막 치환술을 시행하는 방법이 보고되었으며(Figure 3), 동맥경화 및 다른 심각한 동반질환을 가지는 고령의 환자군에서 고식적인 대동맥판막 치환술을 대체할 수 있는 새로운 방법으로 기대되고 있다(15).

최소 침습적 관상동맥 우회술

최소 침습적 관상동맥 우회술이라는 용어의 정의는 아직 정립되어 있지 않다. 그러나 일반적으로 ① 심폐기를 사용하지 않는 것, ② 정중흉골절개를 피하는 접근법이 중요한

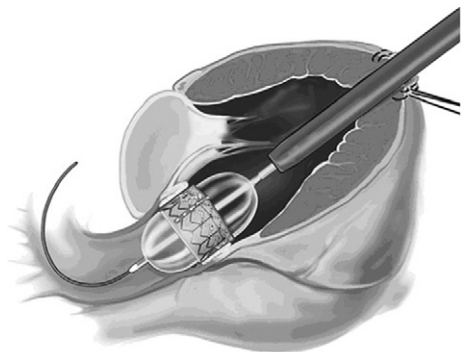


Figure 3. Transapical aortic valve implantation via a limited left anterior thoracotomy.

요소이다. 현재는 OPCAB, MIDCAB, LAST, MVST, TECAB 등의 여러 약자들을 사용하면서 여러 가지 방법으로 최소 침습 수술을 시행하고 있다.

1. Off-pump Coronary Artery Bypass Grafting (OPCAB)

전통적으로 관상동맥 우회술은 심폐기하 심정지 상태에서 시행되었고 이러한 decompressed, nonbeating heart, bloodless surgical field, easy exposure가 성공적인 수술의 중요한 요소로 생각되었다. 그러나 심폐기의 사용에 따른 여러 가지 합병증 예를 들면 ① systemic inflammatory response, ② release of cytokine, ③ activation of the clotting cascade, ④ metabolic changes, ⑤ microembolization 등이 심폐기의 사용으로 발생한다는 것이 알려지면서 이러한 합병증의 발생을 줄이기 위하여 관상동맥 우회술에서 심폐기의 역할을 다시 한번 고려하게 되었다. 심폐기를 사용하지 않고 심박동하는 상태에서 관상동맥 우회술을 시행하는 OPCAB의 발전은 stabilizer의 발전과 함께 하였고, 1990년대 초기의 pure pressure stabilizer에서 vacuum-assisted stabilizer의 발전으로 OPCAB으로 안전하게 수술할 수 있는 관상동맥의 범위가 확대되었고 이전에 비해서 널리 시행되게 되었다.

(1) 마취

전신 마취를 통하여 시행하게 되고, Swan-Ganz catheter를 삽입하여 심장 기능을 모니터링하는 방법은 다른 일반적

인 심장 수술과 비슷하다. 다만 OPCAB은 마취과 의사의 역할이 매우 중요한 수술이다. 특히 좌회전동맥을 연결할 때는 심장을 오른쪽으로 돌려야 대상 혈관을 노출할 수 있기 때문에 이로 인해서 혈압이 감소하거나 부정맥이 발생할 가능성이 높기 때문에 이 때 마취과 의사의 도움이 매우 중요하게 된다. Warm blanket, warm infusion, high room temperature 등을 이용하여 환자의 체온을 유지해야 하는 것도 수술에 매우 중요하다.

(2) 수술 방법

환자에게 접근하는 방법은 전통적인 관상동맥 우회술 방법과 마찬가지로 정중흉골절개 후에 좌측 혹은 양측 내흉동맥을 채취하고 동시에 혹은 직후에 필요한 요골동맥이나 우위대방동맥, 복재 정맥 등을 채취한다. 관상동맥을 우회하는 순서는 일반적으로 좌전하행지 부위, 좌회전동맥 부위, 우측 관상동맥 부위 혈관 순서로 이루어진다. 대상 관상동맥을 연결하는 동안 일시적으로 근위부를 occlusion하는 방법은 silastic tape, shunt, 4-0 prolene pledgetted suture 등이 사용된다. 우측 관상동맥이 dominant한 혈관인면서 80%미만의 협착을 보이는 경우는 shunt를 이용하는 것이 방실전도차단 발생을 방지하는 데 도움이 된다.

불안정 협심증 환자나 심박출계수가 20%미만의 심한 저심박출증을 보이는 환자에서 수술 전 IABP를 삽입하는 것도 도움이 된다. 또한 심방 세동이 있는 환자에서 pacing을 하기도 한다.

(3) 결과

전 세계적으로 OPCAB은 전체 관상동맥 우회술의 30%를 차지하고 일부 나라에서는 80%를 넘고 있으며 일부 병원에서는 환자에 관계없이 모든 환자에서 시도되고 있다. 초기에 OPCAB이 도입되면서 우려되었던 부분은 ① incomplete revascularization, ② impaired graft patency였다. SMART trial (16)에서 OPCAB을 통하여 complete revascularization을 얻을 수 있고 graft patency에서 on pump CABG에 비해서 차이가 없다고 보고하였다.

OPCAB은 on pump CABG에 비해서 수술이나 단기 사망률이 좋고 특히 고위협군(고령, 심박출계수 30% 미만, 비만)에서 생존율이 우수하고 neurocognitive function이

Table 4. Current Recommendations for OPCAB

Pathology	Indications	Contraindications
Cardiac	Multivessel disease	Intramyocardial LAD Diffusely calcified coronaries RCA stenosis <80% Severe LV dysfunction LVEDP Moderate MR Ventricular arrhythmias
Noncardiac	Elderly age Calcified ascending aorta Neurologic history COPD Renal dysfunction Bleeding diathesis	Dilated ascending aorta

OPCAB: Off-pump coronary artery bypass grafting, LAD: Left anterior descending coronary artery, RCA: Right coronary artery, LV: Left ventricle, LVEDP: Left ventricular end-diastolic pressure, MR: Mitral regurgitation, COPD: Chronic obstructive pulmonary disease

나 stroke rate가 낮고 수술 전후의 심근경색, 신부전, 심방 세동, 수혈의 빈도가 낮은 것으로 보고 되고 있다(17). 전통적인 방법의 관상동맥 우회술에 비해서 많은 장점을 가지고 있는 것은 분명한 것으로 여러 논문에서 증명되었고 특히 뇌신경계 합병증이나 신부전 환자에서는 매우 매력적인 방법이다. 또한 상행대동맥의 석회화로 cannulation이 힘든 환자에서는 액와 동맥이나 대퇴 동맥을 통하여 CPB를 이용할 수 있지만 OPCAB을 이용하여 안전하게 시행할 수 있다. 발표되는 대부분의 논문에서는 OPCAB을 통하여 모든 범위의 혈관을 안전하게 연결할 수 있고 개통률에서도 차이가 나지 않는다고 보고하고 있지만 외과 의사가 이러한 OPCAB에 적응하는 데는 분명히 learning period가 필요하다. 수술하는 외과 의사의 경험이나 성향에 따라 적응증이나 금기 사항이 다를 수 있으나 일반적으로 알려져 있는 OPCAB의 적응증과 금기사항은 Table 4와 같다.

2. Minimally Invasive Direct Coronary Artery Bypass (MIDCAB)

MIDCAB은 심박동 상태에서 정중 흉골절개가 아니 다른 접근 방법을 이용하여 수술하는 경우로 정의한다. 흥미롭게도 초기의 관상동맥 우회술은 정중 흉골 절개가 아니 thoracotomy를 통하여 박동 상태에서 시행되었다. 1946년

Vineberg가 처음 내흉동맥을 심근에 연결하였고 1967년 Kolessov가 심폐기 없이 좌전하행지와 좌회선동맥에 thoracotomy를 통하여 심박동 상태에서 관상동맥 우회술을 시행하였다. Sabiston이 정중 흉골절개를 통하여 처음 관상동맥 우회술을 시행한 후에 이 접근법이 여러 부위의 혈관에 쉽게 접근할 수 있는 장점과 함께 심폐기의 발전과 함께 많은 의사들에 의해 시행되었고 이러한 정중 흉골절개를 통하여 심폐기를 사용하여 심정지한 상태에서 수술하는 것이 관상동맥 우회술의 gold standard로 생각되었다.

1980년대 Benetti등에 의해서 다시 한번 심박동 상태에서의 수술을 시작하게 되었고 1990년대 중반에 MIDCAB이 소개되면서 1990년대 후반부터 시행되고 있다. 좌전하행지에 국한된 관상동맥 우회술에 주로 사용되었으나 최근에는 흉골절개와 연관된 합병증의 위험성이 높은 환자군에서 MIDCAB을 시행하고 있다. 좌측 내흉동맥에서 좌전하행지로 연결하는 우회술의 성적은 다른 치료 방법에 비해서 매우 좋은 장기 개통률 및 생존율에 결정적인 역할을 하는 것으로 알려져 있고 이러한 측면에서 좌전하행지에 국한된 병변을 가진 환자에서 MIDCAB을 시행하는 것은 장기적으로 수술한 치료를 방법을 시행하면서 수술 후 합병증이나 재발 측면에서 혹은 환자의 미용적인 측면에서 많은 장점을 가지고 있다.

(1) 수술 전 검사

MIDCAB을 시행할 예정인 환자는 다른 관상동맥 우회술을 시행받는 환자들과 같이 준비하면 되지만 내흉동맥의 patency를 확인하는 검사가 중요하며 따라서 수술 전에 doppler를 이용하여 내흉동맥의 혈류량과 패턴을 확인한다. 또한 좌전하행지가 심근 내에 있는 경우에는 좁은 시야에서 target site를 찾기가 매우 어렵고, 경우에 따라서는 심폐기의 도움이 필요한 경우가 있기 때문에 수술 전 관상동맥 컴퓨터 촬영을 통하여 관상동맥이 주행에 대한 정보를 가지고 있어야 한다. 또한 좌측 흉강에 유착이 의심되는 환

Table 5. Current Recommendations for MIDCAB

Pathology	Indications	Contraindications
Cardiac	Isolated high-grade (>80%) LAD stenosis	Intramyocardial LAD
	Redo LAD bypass (if LIMA not previously used)	Diffuse calcified LAD
Noncardiac	RCA stenosis("right MIDCAB" or subxiphoid)	LAD <1.5mm
	Multivesel disease(hybrid procedure)	Ventricular arrhythmias
Noncardiac	Young, active patients	Severe LV dysfunction
	Same indications as OPCAB in high-risk patients	Severe COPD (FEV1 <1.0L)
		Severe obesity (BMI >35)
		Previous laparotomy (subxiphoid procedure only)

MIDCAB: Minimal invasive direct coronary artery bypass, LAD: Left anterior descending coronary artery, RCA: Right coronary artery, LIMA: Left internal mammary artery, LV: Left ventricle, LVEDP: Left ventricular end-diastolic pressure, OPCAB: Off-pump coronary artery bypass grafting, COPD: Chronic obstructive pulmonary disease

자에서는 시행하지 않는 것이 좋겠다.

일반적으로 알려져 있는 MIDCAB의 적응증과 금기증은 Table 5와 같다.

(2) 마취

OPCAB에 준하는 모니터링이 필요하며, 추가적으로 일측 폐환기가 필요하기 때문에 double lumen tube를 넣어야 한다.

(3) 수술 방법

MIDCAB은 정의에서 정중흉골 절개를 피하는 것이라고 했다. 일반적으로 MIDCAB의 수술방법은 ① left anterior thoracotomy, ② xiphoid approach, ③ posterior lateral approach, ④ transabdominal approach, ⑤ endoscopic approach 등이 있다. 여기서는 일반적으로 많이 시행되고 있는 left anterior thoracotomy에 대해서 언급하고자 한다. 피부절개는 5번째 늑간이나 inframammary fold에 5~6cm 크기로 가하고 흉강은 피부 절개한 늑간으로 한 늑간 상방을 통해서 들어간다. 좌측 내흉동맥을 박리하는 데 direct vision이나 내시경을 통하여 혹은 3차원 영상이 가능한 telemanipulation system을 이용하여 left subclavian artery 시작 부위에서 다섯번째 늑간까지 박리한다.

Graft의 박리가 끝나면 심낭을 절개하는데 심낭은 횡격막 신경 상방 3cm 정도 위에서 평형하게 절개하여 LA auricle을 지나 대동맥과 폐동맥 사이로 진행한다. 심낭을 고정하고 늑간 사이에 retractor를 설치하면서 심장을 고정하고 연결할 좌전하행지를 확인한 다음 박리한 내흉동맥과 연결한다. 관상동맥의 문합 후에는 flow meter를 이용하여 개통

여부를 확인한다.

(4) 결과

Holzhey 등은 1,347명의 MIDCAB을 시행받은 환자를 대상으로 한 연구에서 조기 사망은 0.8%, 수술 전후 뇌졸중은 0.4%로 보고하였다(18). 709명의 환자에서 수술 후 관상동맥 혈관 촬영을 시행하였고 조기 개통률은 95.6%, 6개월은 94.3%였다. 5년 및 7년 생존율은 각각 91.9%, 89.4%였다. MIDCAB을 시행하면서 1.7%(23/1347)의 환자에서 계획 대로 수술을 할 수 없었고 15명(1.1%)의 환자에서는 정중 흉골절개가 필요했고 10명(0.7%)의 환자에서는 심폐기가 필요하였다. 이 중에 3명의 환자에서 좌전하행지가 intra-myocardial position이거나 찾을 수 없었던 경우였다. 어떤 연구에서는 thoracotomy가 정중 흉골 절개보다 심하게 늑간을 traction하는 것 때문에 오히려 수술 후 통증 유발한다고 보고하였다. 늑간을 심하게 traction하는 것은 내흉동맥을 harvest하기 위해서 필요한 것이었고 직시야(direct vision)하에서 내흉동맥을 채취하는 것은 기술적으로 매우 어려운 부분이었고 많은 외과 의사들이 MIDCAB을 포기하는 원인이 되었다.

이러한 배경으로 내흉동맥을 좀 더 쉽게 채취하고 늑간을 traction하는 정도를 줄이기 위하여 내시경을 이용하여 내흉동맥을 harvest하는 기술이 소개되었다. 여러 논문에서 이러한 내시경을 이용한 방법의 장점(통증이 적고, 시야가 좋으며 내흉동맥의 시작부위와 끝부분의 접근이 용이하다)에 대해서 발표하였지만 많은 심장외과 의사들이 내시경을 이용한 수술에 익숙하지 않고 monocular vision, limited

dexterity, impaired hand-eye alignment, working with fulcrums, increased difficulties in the handling of complications (bleeding, injury of the graft) 등의 내시경 수술의 단점을 극복하지 못하는 경우가 많았다.

최근에는 로봇을 이용한 내흉동맥의 채취 방법이 소개되었다. 이 방법은 내시경을 이용한 이전의 방법에 비해서 3차원적인 시야를 확보할 수 있기 때문에 좀 더 빨리 적응할 수 있고 원근감을 조절할 수 있으며 향상된 시야를 통해서 좀 더 정확하게 출혈을 조절할 수 있어서 수술 후 통증을 감소시킬 수 있었다. 로봇의 팔이 좁은 공간에서 자유롭게 움직일 수 있어서 좀 더 편하게 수술할 수 있는 여러가지 장점을 가지고 있다.

따라서 이러한 로봇을 이용하여 내흉동맥을 채취하는 것은 이전의 방법은 우측 반측와위(semi-lateral decubitus position)로 고정된 후, 우측 일측 폐환기 상태에서 좌측 5번째 늑간의 전방 액와선상에 카메라 포트를 삽입하였다. 좌측 3번째 늑간의 중간액와선상에 포트를 삽입하고 로봇의 오른팔을, 좌측 7번째 늑간의 전방액와선상에 포트를 삽입하고 로봇의 왼팔을 삽입하였다. 내흉동맥의 박리시 우측 일측 폐환기 하에서 좌측 폐의 추가적인 허탈을 위하여 좌측 흉강에 이산화탄소를 분당 8~12L의 속도로 주입한 후, 30도로 상방 굴절된 양안 카메라로 내흉동맥의 주행을 확인하였다.

이후 로봇의 양 팔에 각각 부착된 monopolar 및 bipolar electrocautery를 이용하여 내흉동맥을 제1늑간부터 제5늑간까지 박리한다.

※ Multi-vessel MIDCAB

MIDCAB은 주로 좌전하행지에 국한된 병변이 있는 환자에서 이용되어 왔다. 2002년 Diegeler 등이 MIDCAB과 stent를 비교하면서 MIDCAB이 수술 후 reintervention rate와 angina 등의 빈도가 낮다고 발표하였다(19).

관상동맥 우회술로 시행된 graft 중에서 내흉동맥에서 좌전하행지로 연결하는 방법은 다른 어떤 치료방법에 비해서 장기 재통률이 우수하다고 알려져 있고 환자의 장기 생존율에도 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. Hannan 등은

다중혈관의 병변을 가진 환자에서 DES와 관상동맥 우회술을 비교하여 관상동맥 우회술을 시행한 환자에서 더 낮은 사망률과 이후의 생존율이나 심근경색의 빈도가 낮고 reintervention의 빈도 또한 낮다고 보고하였다(20).

이러한 배경에서 다중 혈관에 병변이 있는 환자에서도 small thoracotomy를 이용하여 시행할 수 있다면 환자들의 장기 성적을 향상시킬 수 있을 것으로 생각된다.

일반적으로 MIDCAB은 단일 혈관의 병변을 가진 환자에서 시행된 이유는 수술하는 공간이 좁기 때문에 노출한 혈관 이외의 혈관에 접근하기가 어려웠기 때문이다. 최근 여러 기구의 발전으로 심장의 위치를 좁은 공간에서 변경하는 것이 가능해지면서 작은 절개를 통하여 여러 혈관에 대한 revascularization을 시행하게 되었다.

MIDCAB을 시행하는 환자, 즉 단일 혈관에 병변이 있는 환자들과 동일한 수술전 준비가 필요하며 추가적으로 좌전하행지가 아닌 다른 병변의 혈관에 사용할 graft에 대한 검사를 시행해야 한다. 좌전하행지 이외의 혈관에 우회술은 내흉동맥에 composite graft를 만들어야 하고 따라서 single source를 통하여 관상동맥에 혈액이 공급되기 때문에 수술 전 도플러를 이용하여 내흉동맥의 flow에 대한 검사를 실시해야 한다.

Composite graft를 만든 후에 내흉동맥을 좌전하행지에 연결한 후 Starfish™ heart positioner (Medtronic Inc., MN, USA)를 이용하여 좌회선 동맥의 둔각지 및 우관상동맥의 분지에 대한 문합을 시행한다. 본원에서는 1998년 3월부터 2007년 10월까지 115명의 환자에서 MIDCAB을 시행하였고(단일 문합이 90예, 이중 문합이 20예, 삼중 문합이 5예) 그 중에서 다중 혈관 문합 MIDCAB을 시행받은 25명의 환자를 분석한 결과는 다음과 같았다. 수술 전 평균 나이는 58세, 남자가 20명, 수술 전 평균 심박출계수는 59%, 심근경색의 과거력이 있는 환자가 4명, 이전에 PCI의 과거력이 있는 환자가 11명 있었다. 조기 및 만기 사망은 없었고 수술 후 평균 중환자실 재원 기간은 1.6 ± 1.1 일(1~5일), 평균 입원기간은 평균 5일(3~22일)이었다. 수술 후 합병증은 2명의 환자에서 발생하였는데 한 명은 이식편이 kinking되었고 다른 한명에서는 이식편이 막혀서 정중 흉



골 절개로 전환한 경우가 있었다. 이 환자에서 수술 후 뇌졸중과 급성 신부전이 발생하였으나 이후 회복되었다. 수술 직후에 모든 환자에서 관상동맥 조영술을 시행하였고 모든 환자에서 모든 이식편은 patent 하여 조기 개통률은 100%였다.

본원의 임상적 경험으로 볼 때 좌전하행지에 심한 단일 병변이 있는 환자에서 내흉동맥을 이용한 MIDCAB은 안전하고 효과적인 방법이며 다혈관 질환을 가진 환자에서도 선택적으로 시행할 경우 임상적으로 안정적으로 좋은 결과를 얻을 수 있을 뿐만 아니라 환자에게도 큰 만족을 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

그러나 아직까지는 장기 성적에 대한 보고는 매우 드물고, 이러한 다중혈관 MIDCAB은 다른 OPCAB과의 성적 비교가 필요할 것으로 생각된다.

3. Total Endoscopic Coronary Artery Bypass Grafting (TECAB)

가장 덜 침습적인 방법으로 관상동맥 우회술을 시행하는 방법은 beating heart에서 TECAB을 시행하는 방법이다. 위에서 언급한 로봇을 이용하여 내흉동맥을 채취한 후에 추가적으로 subxiphoid를 통하여 endostabilizer를 삽입하여야 한다.

초기에는 TECAB를 심장을 정지한 상태에서 시행하였다. Patency rate는 퇴원전 검사에서 95~100%이고 3개월 후에 시행한 검사에서는 96%로 보고되었다. 최근 beating heart에서 TECAB를 시행하는 경우가 보고되고 있다. 하지만 MIDCAB으로 전환하는 경우가 33%로 높으며 아직까지는 setup하는 과정의 시간 및 전체 수술 시간이 긴 단점이 있다. 앞으로 일부 선택된 환자에서 시행할 수 있을 것으로 생각된다(22).

전통적으로 심폐기하의 심정지 상태에서 시행되었던 관상동맥 우회술에서 현재 박동하는 상태에서 시행되고 있는 관상동맥 우회술은 안전하고 많은 장점을 가지고 있어서 점점 더 증가하고 있으며, 많은 외과 의사에서 routine하게 시행되는 수술 방법으로 자리 잡았다. 더 나아가 흉골 절개에 따른 합병증을 피하고자 하는 경우나 흉골 절개에 따른 합병증이 예상되는 환자에서 혹은 단일 혈관을 가진 환자에서

다른 약물치료나 스텐트에 비해서 우수한 내흉동맥을 사용하고자 하는 경우에 MIDCAB은 안전하게 시행될 수 있는 수술 방법이며 일부 선택된 환자에서 다중혈관을 가진 경우에 고려해 볼 수 있는 방법으로 생각되며, 앞으로 환자의 선택 기준이나 장기 성적에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

앞으로 일부 선택적인 환자에서 좌전하행지의 병변에 대해서는 내흉동맥을 이용하여 문합하는 MIDCAB과 다른 부위의 혈관에는 stent를 시행하는 hybrid procedure의 역할에 대해서도 연구가 필요할 것이다.

결론

최소 침습적 및 수술 로봇을 이용한 심장수술의 안정성 및 효용성은 널리 인정받고 있어 가까운 미래에 더 많은 심장외과 의사들이 침습적 심장 수술을 시행할 것으로 생각되며 승모판막의 수술의 경우 기본적인 접근 방법이 정중 흉골절개술에서 우측 개흉술을 통한 최소 침습적 방법 혹은 수술 로봇을 이용한 방법으로 전환될 수 있으리라 생각한다. 최소 침습적 심장 수술은 이미 국내에서도 500예 이상의 수술 증례와 4년 이상의 추적 관찰기간을 통하여 승모판막과 삼첨판막에 국한된 판막질환이나 심방중격결손증에 대한 개심술시에 경우 정중 흉골절개술을 대체할 만한 검증된 수술 방법이다. 수술 로봇을 이용한 승모판막 수술은 국내에서는 아직 태동기이나 필자를 비롯한 여러 외과의들의 관심이 증폭되고 있어 가까운 장래에 표준 수술방법의 하나로 자리매김할 것으로 예상된다. 나아가 새로운 기술 및 장비의 도움으로 수술의 전 과정을 수술창 없이 내시경적으로 시행하는 심장 수술도 최근 필자들에게 의해 시행되고 있으며, 체외순환 없이 시행하는 승모판막 성형술이나 중재적 시술에 의한 승모판막 성형술 등의 치료 방법들도 일반적인 심장 수술을 건디기 힘든 고위험 환자군에서 향후에 보다 폭넓게 시도될 것으로 전망한다.

심장수술은 다른 의학 영역에 비하여 높은 사망률과 수술 후 합병증 때문에 수술 후 환자의 생존 및 회복이 수술의 성공으로 인식되어 비교적 큰 수술상처와 심한 술후 통증 등

은 환자가 불가피하게 감내해야 하는 부분으로 생각되어 왔다. 하지만 최근 발전하고 있는 최소 침습적 심장 수술을 적용함으로써 환자의 생존과 더불어 환자의 만족도를 높이고 수술 후 환자의 더 나은 삶의 질을 보장할 수 있을 것이다.

참고문헌

- Cosgrove DM, Sabik JF. Minimally invasive approach for aortic valve operations. *Ann Thorac Surg* 1996; 62: 596-597.
- Cohn LH, Adams DH, Couper GS, Bichell DP, Rosborough DM, Sears SP, Aranki SF. Minimally invasive cardiac valve surgery improves patient satisfaction while reducing costs of valve replacement and repair. *Ann Surg* 1997; 226: 421-426.
- Navia JL, Cosgrove DM. Minimally invasive mitral valve operations. *Ann Thorac Surg* 1996; 62: 1542-1544.
- Argenziano M, Oz MC, Kohmoto T, Morgan J, Dimitui J, Mongero L, Beck J, Smith CR. Totally endoscopic atrial septal defect repair with robotic assistance. *Circulation* 2003; 108 (S1): II191-II194.
- Bonatti J, Schachner T, Bernecker O, Chevchik O, Bonaros N, Ott H, Friedrich G, Weidinger F, Laufer G. Robotic totally endoscopic coronary artery bypass: program development and learning curve issues. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004; 127: 504-510.
- Wimmer-Greinecker G, Dogan S, Aybek T, Khan MF, Mierdl S, Byhahn C, Moritz A. Totally endoscopic atrial septal repair in adults with computer-enhanced telemanipulation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; 126: 465-468.
- Cho SW, Chung CH, Kim KS, Choo SJ, Song H, Song MG, Lee JW. Initial experience of robotic cardiac surgery. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg* 2005; 38: 366-370.
- Grossi EA, Galloway AC, LaPietra A, Ribakove GH, Ursomanno P, Delianides J, Culliford AT, Bizakis C, Esposito RA, Baumann FG, Kanchuger MS, Colvin SB. Minimally invasive mitral valve surgery: a 6-year experience with 714 patients. *Ann Thorac Surg* 2002; 74: 660-664.
- Casselmann FP, Van Slycke S, Dom H, Lambrechts DL, Vermeulen Y, Vanermen H. Endoscopic mitral valve repair: feasible, reproducible, and durable. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; 125: 273-282.
- Dogan S, Aybek T, Risteski PS, Detho F, Rapp A, Wimmer-Greinecker G. Minimally invasive port access versus conventional mitral valve surgery: prospective randomized study. *Ann Thorac Surg* 2005; 79: 492-498.
- Kim BS, Soltesz EG, Cohn LH. Minimally invasive approaches to aortic valve surgery: brigham experience. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2006; 18: 148-153.
- Lee JW, Lee SK, Choo SJ, Song H, Song MG. Routine minimally invasive aortic valve procedures. *Cardiovasc Surg* 2000; 8: 484-490.
- Cribier A, Eltchaninoff H, Bash A, Borenstein N, Tron C, Bauer F, Derumeaux G, Anselme F, Laborde F, Leon MB. Percutaneous transcatheter implantation of an aortic valve prosthesis for calcific aortic stenosis: first human case description. *Circulation* 2002; 106: 3006-3008.
- Cribier A, Eltchaninoff H, Tron C, Bauer F, Agatiello C, Nercolini D, Tapiero S, Litzler PY, Bessou JP, Babaliaros V. Treatment of calcific aortic stenosis with the percutaneous heart valve: mid-term follow-up from the initial feasibility studies: the French experience. *J Am Coll Cardiol* 2006; 47: 1214-1223.
- Lichtenstein SV, Cheung A, Ye J, Thompson CR, Carere RG, Pasupati S, Webb JG. Transapical transcatheter aortic valve implantation in humans: initial clinical experience. *Circulation* 2006; 114: 591-596.
- Puskas JD, Williams WH, Duke PG, Staples JR, Glas KE, Marshall JJ, Leimbach M, Huber P, Garas S, Sammons BH, McCall SA, Petersen RJ, Bailey DE, Chu H, Mahoney EM, Weintraub WS, Guyton RA. Off-pump coronary artery bypass grafting provides complete revascularization with reduced myocardial injury, transfusion requirements and length of stay: A prospective, randomized comparison. SMART study. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; 125: 797.
- Puskas J, Cheng D, Knight J, Angelini G, DeCannier A, Dullum M, Martin J, Ochi M, Patel N, Sim E, Trehan N, Zamvar V. Off-pump versus conventional coronary artery bypass grafting: a meta-analysis and consensus statement from the 2004 ISMICS consensus conference. *Innovations* 2005; 1: 3.
- Holzhey DM, Jacobs S, Mochalski M, Walther T, Thiele H, Mohr FW, Falk V. Seven-year follow-up after minimally invasive direct coronary artery bypass: experience with more than 1300 patients. *Ann Thorac Surg* 2007; 83: 108-114.
- Diegeler A, Thiele H, Falk V, Hambrecht R, Spyranis N, Sick P, Diederich KW, Mohr FW, Schuler G. Comparison of stenting with minimally invasive bypass surgery for stenosis of the left anterior descending coronary artery. *N Engl J Med*. 2002; 347: 561-566.
- Hannan EL, Wu C, Walford G, Culliford AT, Gold JP, Smith CR, Higgins RS, Carlson RE, Jones RH. Drug-eluting stents vs. coronary-artery bypass grafting in multivessel coronary disease. *N Engl J Med* 2008; 358: 331-341.
- Nathoe HM, van Dijk D, Jansen EW, Suyker WJ, Diephuis JC, van Boven WJ, de la Rivière AB, Borst C, Kalkman CJ, Grobbee DE, Buskens E, de Jaegere PP; Octopus Study Group. A comparison of on-pump and off-pump coronary bypass surgery in low-risk patients. *N Engl J Med* 2003; 348: 394-402.
- Falk V, Fann JJ, Grünenfelder J, Daunt D, Burdon TA. Endoscopic computer enhanced beating heart coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 2000; 70: 2029-2033.



Peer Reviewers Commentary

본 논문은 최근 흉부외과 영역에서 관심이 증가하고 있는 최소 침습적 접근법의 전반적인 개요에 대해서 설명하고 있다. 심장 수술기법의 발달과 함께 수술의 침습성을 낮추고자 하는 노력이 계속되고 있다. '최소 침습성'이라는 용어는 ① 절개를 작게 하거나 변형하여 외과적 창상을 줄이고, ② 심장 수술에 필수적이라고 여겼던 체외순환기의 가동을 피하여 이에 따르는 전신 합병증을 막는 노력 등이 그것이다. 본 논문에서 최소 침습적 심장 수술을 일목요연하게 정리하고 임상 성적까지 소개하고 있다. 심장 수술이 가진 성격상 아직도 위험도가 없다고 할 수 없으나 안전성을 해치지 않는 범위 내에서 최소 침습적 심장 수술이 향후 지속적으로 이루어질 것이다. 이러한 최소 침습적 심장 수술은 그 적응증을 신중히 하고 무리한 적용을 삼가해서 환자의 생존율을 높이는 노력을 병행해야 할 것이다.

[정리: 편집위원회]

자율학습 2008년 3월호 (과도한 주간 졸림증) 정답

1. ③

6. ②

2. ③

7. ③

3. ④

8. ③

4. ④

9. ①

5. ③

10. ①