

승모판 성형술에 있어 최소 침습적 수술 방식과 고전적 정중 흉골 절개술을 통한 접근 방식의 비교

조원철* · 이재원* · 제형곤* · 김정원**

Comparison of Mitral Valve Repair between a Minimally Invasive Approach and a Conventional Sternotomy Approach

Won-chul Cho, M.D.*, Jae-Won Lee, M.D.*, Hyung-Gon Je, M.D.*, Jeong Won Kim, M.D.**

Background: Minimally invasive cardiac surgery appears to offer certain advantages such as earlier postoperative recovery and a greater cosmetic effect than that achieved through conventional sternotomy. However, this approach has not yet been widely adopted in Korea to replace complex open heart surgery such as mitral valve reconstruction. This study compared the results of robot assisted minimally invasive mitral valve repair with those results of conventional sternotomy. **Material and Method:** From December 1993 to December 2005, 520 consecutive patients underwent mitral valve reconstruction for mitral regurgitation in our institution. These patients were subdivided according to those whose surgery used the conventional sternotomy approach (Group S, n=432) and those who underwent minimally invasive right anterior thoracotomy (Group M, n=88); we then compared the clinical results of both groups. When we performed minimally invasive right thoracotomy, we used a robot (AESOP 3000) and made an incision less than 5 cm. **Result:** Our study patients in both groups were similar for their age, gender and preoperative ejection fraction. There were two hospital mortalities in group S, but there was no mortality in the group M patients. Significant reductions in the ICU stay and the postoperative hospital stay were observed in the group M patients compared with the group S patients. However, both the bypass time and the aortic cross-clamp time were significantly longer in the group M patients. In spite of the confined incision in the group M patients, there were no limitations on the mitral valve repair techniques. There was a similar frequency of postoperative significant residual mitral regurgitation in both groups. **Conclusion:** In this study, the minimally invasive mitral valve repair showed comparable early results with the conventional sternotomy patients. We will now need long-term follow-up of these patients who underwent minimally invasive mitral valve repair, but we anticipate that based on the results of this study, we will begin to routinely perform minimally invasive cardiac surgery as our primary approach for mitral valve reconstruction.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2007;40:825-830)

Key words: 1. Mitral valve, repair
2. Mitral valve insufficiency
3. Minimally invasive surgery

*울산대학교 의과대학 서울아산병원 흉부외과학교실

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine

**울산대학교 의과대학 울산대학교병원 흉부외과학교실

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Ulsan University Hospital, University of Ulsan College of Medicine

†본 논문은 대한흉부외과학회 제38차 추계학술대회에서 구연되었음.

논문접수일 : 2007년 7월 27일, 심사통과일 : 2007년 9월 29일

책임저자 : 이재원 (138-736) 서울시 송파구 풍납동 388-1, 서울아산병원 흉부외과

(Tel) 02-3010-3580, (Fax) 02-3010-6811, E-mail: jwlee@amc.seoul.kr

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

서 론

최소 침습적인 수술 방식은 최근 수 년간 여러 외과 분야에서 비약적인 발전을 보였으며, 심혈관 외과 분야에서도 역시 예외는 아니었다. 이는 새로운 수술 기술 및 심폐기 가동 방법의 발달로 인해 심장 외과의로 하여금 전통적인 정중 흉골 절개술을 하지 않고도 심장 판막 수술을 가능하게 하였다[1-3]. 수술 후 환자의 빠른 회복, 짧은 입원기간, 수술 후 통증 감소, 우수한 미용적인 효과 등의 많은 장점으로 인해 최소 침습적 수술에 대한 요구도는 점차 커져가고 있다[4]. 수술용 로봇을 이용한 심장 수술에 대한 국내의 연구는 심방 중격 결손증 등의 치료에 대해 매우 제한적으로 보고되고 있으나, 승모판막 성형술과 같이 복잡한 개심술에서의 성적은 아직 국내에 보고된 바 없다. 따라서, 본 연구에서는 승모판막 폐쇄부전증 환자군에서 로봇을 이용하여 최소 침습적 우측 개흉술을 통해 시행한 승모판막 성형술의 유용성을 정중 흉골 절개술과 비교하여 알아보하고자 하였다.

대상 및 방법

1) 대상 환자

1993년 12월부터 2005년 12월까지 본원에서 승모판막 성형술을 시행한 환자들은 모두 948명이었다. 이 중 대동맥 판막 및 관상 동맥 질환 등이 같이 있는 경우와 승모판 성형술을 받은 환자 중 수술 전 경흉부 심초음파 검사상 승모판 개구부의 면적(mitral valve area)이 1.5 cm² 미만이거나 평균 경 승모판막 압력차(mean transmitral pressure gradient)가 8 mmHg 이상으로 승모판막 협착의 소견이 있는 환자는 연구 대상에서 제외하였다. 따라서 순수한 승모판막 폐쇄부전으로 승모판막 성형술을 시행받은 520명의 환자를 연구대상으로 하였다. 승모판막 성형술과 동반되어 시행된 삼첨판막 성형술, 메이즈 술식, 심방 중격 결손의 첩포 봉합술 등의 술식은 승모판막 성형술의 성적에 영향을 주지 않을 것으로 판단되어 연구 대상에 포함하였다. 모든 자료는 후향적으로 연구되었으며 모든 수술은 단일 술자에 의해 시행되었다. 연구 대상인 520명의 환자 중 정중 흉골 절개술을 통하여 승모판막 성형술을 시행받은 432명을 S군(sternotomy group), 최소 침습적 우측 개흉술을 이용하여 승모판막 성형술을 시행받은 88명을 M군(mini-thoracotomy group)으로 나누어 비교하였다.

Table 1. Preoperative characteristics

Characteristic	S (n=432)	M (n=88)	p value
Incision	Sternotomy	Rt. mini-thoracotomy	
Age (yr)	47.1±14.7	44.9±14.8	NS
Male : Female	207 : 225	41 : 47	NS
EF (preoperative)	60.8±9.4	60.9±7.9	NS
LVIDs (mm)	41.0±7.7	39.3±7.5	NS
F/U duration (mth)	65.2±32.6	13.2±8.0	<0.01
MR+3	33	13	NS
MR+4	399	75	NS

S=Sternotomy; M=Mini-thoracotomy; EF=Ejection fraction; LVIDs=Systolic left ventricle dimension; F/U=follow up; MR=Mitral regurgitation; NS=Non-specific.

2) 최소 침습적 수술 방법

본 연구에 사용된 최소 침습적 수술 방법의 상세한 방법은 이미 보고된 바와 동일하다[5]. 두 환자군의 체외 순환을 위해 사용된 심폐기 및 막형 산화기는 동일하였다. 체외 순환을 위하여 S군에서는 상행 대동맥 및 상대정맥 하대정맥에 삽관하였으며, M군에서는 대퇴동맥에 동맥관을 삽관하고, 정맥환류를 위해서 우측 내경정맥 및 대퇴정맥에 삽관하였다. 우측 경정맥 캐놀라 삽입은 숙련된 마취과의에 의해 경피적 방법으로 시술이 되었고, 술 후 중환자실에서 캐놀라 제거 후 단순 압박으로 지혈을 시행하였다. 대퇴동맥 및 정맥의 캐놀라 삽입을 위해서는 제한된 피부 절개(2~2.5 cm)로 동맥과 정맥을 노출시킨 후 동맥관과 정맥관을 삽입하였고, 심폐기 이탈 후 썸지 봉합술로 동맥과 정맥을 지혈 및 보완하였다. 동·정맥관 삽입 시 발생할 수 있는 신경학적 합병증 예방을 위해서 수술 전 환자 평가시 경식도 초음파상 대동맥의 석회화 침착의 정도가 경증 이하의 경우만 최소 침습적 수술을 시행하였고, 중증 이상인 경우는 정중 흉골 절개를 통해 수술하였다. 본 연구는 로봇을 이용한 최소 침습적 수술을 시행한 첫 예부터 연속적으로 시행한 88예의 환자에서 자료를 수집하였다.

3) 추적 관찰

모든 환자군에서 승모판 성형술 후 1주 이내에 경흉부 심 초음파 검사를 시행하였고, 술 후 6개월, 1년 그리고 이후 매년 경흉부 심 초음파로 추적 관찰하였다. 수술 후

Table 2. Postoperative characteristics

	S (n=432)	M (n=88)	p value	M-1 (n=44)	M-2 (n=44)	p value*	p value [†]
CPB time (min)	119.2±41.9	139.0±39.8	<0.01	151.7±37.7	126.3±38.1	<0.01	NS
ACC time (min)	85.1±31.0	95.0±27.3	<0.01	100.9±24.7	89.1±28.7	<0.01	NS
ICU stay (d)	3.3±2.2	1.9±1.6	<0.01				
LOS (d)	11.4±8.4	7.0±3.3	<0.01				

*p value=The comparison between group M-1 and group M-2; [†]p value=The comparison between group M-2 and group S; S=Sternotomy; M=Mini-thoracotomy; M-1=The 1st half of group M; M-2=The 2nd half of group M; CPB=Cardiopulmonary bypass; ACC=Aortic cross clamp; ICU=Intensive care unit; LOS=Length of stay; NS=Non-specific.

Table 3. Immediate follow-up echocardiographic data after the operation

F/U immediate	S (n=432)	M (n=88)	p value
EF (%)	50.3±11.0	51.6±10.3	NS
LA (mm)	44.6±8.4	43.6±8.3	NS
LVIDs (mm)	39.1±8.2	37.8±7.4	NS
LVIDd (mm)	53.5±7.6	53.3±6.6	NS

S=Sternotomy; M=Mini-thoracotomy; NS=Non-specific; LA=Left atrium; LVIDs=Systolic left ventricle dimension; LVIDd=Diastolic left ventricle dimension.

Table 4. Last follow-up echocardiographic data after the operation

F/U Last	S (n=432)	M (n=88)	p value
EF (%)	57.8±8.6	58.2±6.8	NS
LA (mm)	45.8±8.7	42.2±8.1	<0.01
LVIDs (mm)	34.0±7.4	33.9±5.8	NS
LVIDd (mm)	50.7±6.7	50.7±6.1	NS

S=Sternotomy; M=Mini-thoracotomy; NS=Non-specific; LA=Left atrium; LVIDs=Systolic left ventricle dimension; LVIDd=Diastolic left ventricle dimension.

최종 심 초음파 관찰시점까지의 간격을 추적 관찰 기간으로 정의하였으며, 잔존하는 승모판막 폐쇄부전은 최근 추적한 심 초음파 검사상 2도를 초과하는 판막 역류가 있는 경우를 의미하는 것으로 보았다.

4) 통계 분석

본 연구의 통계학적 분석은 SPSS 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였다. 양군 간의 연속 변수 자료는 평균값±표준편차로 표시하였고, 독립표본 T-검정(independent T-test)으로 비교하였으며, 범주형 변수의 비교를 위하여 Chi-Square 혹은 Fisher의 정확한 검정을 이용하였다. 유의 수준이 0.05 이하일 때 통계학적으로 유의한 차이가 있는 것으로 하였다.

결 과

양 군간의 나이, 성별, 수술 전 좌심실 구출률 등은 서로 차이가 없었고, 추적 관찰 기간은 S군에서 유의하게 길었다(Table 1). S군에서 2예의 조기 사망이 있었으나 M군에서는 사망예가 없었다. S군에서 발생한 2예의 조기사망은 모두 수술 후 저심박출 증후군이 사망 원인이었다. M군의

환자 중 수술 중 원하지 않는 문제가 발생하여 정중 흉골 절개술로 전환하였던 경우는 없었다. 추적 관찰 기간은 S군이 65.2±32.6개월, M군이 13.2±8.0개월이었다.

M군이 대동맥 차단(aortic cross clamp) 시간과 심폐기 가동(cardiopulmonary bypass) 시간은 S군에 비해 길었지만, 중환자실 재원기간과 수술 후 재원 일수는 S군에 비해 유의하게 짧았다(Table 2). M군에서 숙련도에 따른 수술시간을 비교하기 위하여 전반기 44명(the 1st half of group M: M-1)과 후반기 44명(the 2nd half of group M: M-2)의 대동맥 차단 시간과 체외 순환 시간을 비교했을 때, M-2군에서 대동맥 차단 시간과 체외 순환 시간이 유의하게 감소하였다. 또한 M-2군의 대동맥 차단 시간 및 체외 순환 시간은 S군과 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2).

수술 직후에 시행한 심 초음파 검사와 최종 심 초음파에서 양군간의 좌심 구출률, 좌심방의 직경, 좌심실의 수축시 직경 및 좌심실의 이완기시 직경 등에서 유의한 차이는 보이지 않았다(Table 3, 4).

잔존 승모판막 폐쇄 부전은, 수술 직후 시행한 심 초음파상 S군에서 5예(1.2%), M군에서 2예(2.3%)가 관찰되었으며, 술 후 6개월에 시행한 초음파 검사상 S군에서 17예(4.8%), M군에서 2예(2.5%)가 관찰되었고, 술 후 1년째 시

Table 5. Residual mitral regurgitation after mitral valve repair

MR>Mild	S	M	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; S=Sternotomy; M=Mini-thoracotomy; NS=Non-specific.

행한 초음파 검사에서는 S군에서 20예(9.6%), M군에서 2예(5.8%)가 관찰되었지만, 양군간에 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 5). 잔존 승모판막 폐쇄 부전으로 재수술을 시행한 경우는 S군은 7예(1.6%), M군에서는 1예(1.1%)였다. 잔존 승모판막 폐쇄 부전으로 재수술을 한 경우에서, 근본적인 승모판막 폐쇄부전증의 원인을 살펴보면, S군에서 발생한 7예 중 5예는 승모판막 폐쇄 부전의 원인이 퇴행적(degenerative)이었고 2예는 류마티스성이었으며, M군에서 1예는 폐쇄 부전의 원인이 cleft였다. 재수술까지의 평균 기간은 S군은 44개월(10~101개월)이고 M군은 24개월이었다.

승모판막 성형술 시에 사용한 술식에서 판막륜 성형술(annuloplasty) (S군:84%, M군:97%)과 신건삭 형성술(new chorda formation) (S군:17%, M군:51%)은 S군에 비해 M군에서 유의하게 많았다. 승모판막 사각 및 삼각 절제술(Q/T resection), 승모판막 교련절개술(commisurotomy), Alfieri법 및 건삭 전이술/단축술(chordae transfer/shortening) 등의 술식은 양군에서 유사한 정도로 시행되었다(Table 6).

M군에서 말초 삼관과 관련된 신경학적 손상 및 혈관적인 손상은 없었으나, M군 환자 중 1예에서 수술 후 통증 관리 목적으로 수술 전 경막외 마취 카테터를 삽입한 후 경막 주변에 혈종으로 인해 양하지의 부분적 마비가 있었다. 하지 마비는 경막외 혈종의 감소에 따라 회복되어 잔존하는 후유증 없이 퇴원할 수 있었다. 이후 환자의 통증 감소를 위해 경막외 마취가 아닌 늑간 신경 냉동 차단술과 정맥내 통증 조절기를 이용하고 있다.

고 찰

기존의 심장수술은 정중 흉골 절개를 통한 접근법이 주종을 이루고 있는데 이 방법은 상처를 많이 남길 뿐 아니

Table 6. The techniques of mitral valve repair

Technique	S (n=432)	M (n=88)	p value
Annuloplasty	366 (84%)	86 (97%)	<0.01
Commissuroplasty	43 (9%)	18 (20%)	NS
NCF	73 (17%)	45 (51%)	<0.001
Q/T resection	97 (22%)	24 (27%)	NS
Alfieri	2 (0.4%)	2 (2.2%)	NS
Chordae transfer/ shortening	29 (7%)	3 (3%)	NS

S=Sternotomy; M=Mini-thoracotomy; NS=Non-specific; NCF=New chorda formation; Q/T=Quadrangular/Triangular.

라 수술 후 회복과 관련하여 흉골 상처의 감염이나 종격동염 등으로 병원 재원 일수를 연장시키는 원인이 되기도 한다[6]. 이에 반해 1996년 이후 시행되고 있는 최소 침습적 심장수술 방법들은 상처 감염의 감소, 입원 기간의 단축, 빠른 회복, 미용 효과의 증진 등의 만족스러운 결과를 보여주고 있다[4,7,8]. 1997년 등장한 심장수술로봇 AESOP 3000은 술자의 음성을 인식한 로봇이 수술 내시경을 이동시켜, 안정적인 수술 시야를 제공하는 장비로 고식적인 수술방법에 비해 작은 상처만으로 만족할만한 수술 결과들을 가져다 주었다[9-12]. 본 저자들은 국내 최초로 수술용 로봇을 이용하여 승모판막 질환, 대동맥판막 질환, 심방 중격 결손증에 대한 수술 및 최소 침습적 관상 동맥 우회술(MIDCAB)을 시행하여 그 초기 결과를 이미 보고하였다[5].

최소 침습적 우측 개흉술은 소아 또는 젊은 사람들에서 심방 중격 결손증의 수술을 위해 처음으로 제안되었다[8]. 심장 수술에서 최소 침습적 우측 개흉술의 목적은 수술 후 유병율을 줄이고 조기 퇴원을 증진시키는 데 있는데, 몇몇의 저자들이 판막 수술에 있어 최소 침습적 수술과 정중 흉골 절개술을 비교 연구하여 이런 주장을 뒷받침하였다[13,14]. 본 연구에서도 M군이 중환자실 재원기간과 수술 후 재원 일수가 S군에 비해 유의하게 짧았으며, 수술 후의 결과도 S군과 비교하여 유의하게 다른 차이를 보이지 않았다.

그러나 로봇을 이용한 최소 침습적 수술의 남아 있는 문제점들 중 하나로 증가된 대동맥 차단 시간과 체외 순환 시간을 들 수 있다. 즉 최소 침습적 수술의 경우 수술적 방법이 복잡하고 시간이 많이 걸린다는 견해들이 있다[4,15]. 그렇지만 또 다른 저자들은 수술이 숙련됨에 따라 대동맥 차단 시간과 체외 순환 시간은 감소될 것이라고

주장하고 있다[16]. 본 연구에서도 M군을 S군과 비교해 보았을 때 대동맥 차단시간 및 체외순환 시간이 10~20분 정도 길었으나 최소 침습적 우측 개흉술의 도입 초기부터 모든 환자를 대상으로 한 연구인 점을 감안하면 수긍할 만한 수치라고 생각한다. 또한 본 연구에서 M-1군과 M-2군을 비교했을 때 M-1군에서 대동맥 차단 시간과 체외 순환 시간이 유의하게 감소하였으며, M-2군과 S군을 비교해 보았을 때 유의한 차이가 없는 것으로 보아 숙련된 최소 침습적 승모판막 성형술은 대동맥 차단시간 및 체외순환 시간을 증가시키지는 않을 것으로 생각한다.

제한된 절개를 통한 최소 침습적 수술 방법과 고전적인 절개를 통한 수술 방법을 비교하였을 때, 최소 침습적 수술 방법을 통해서도 승모판막 성형술의 여러 술식을 제한 없이 시행할 수 있는지에 의구심을 갖는 주장도 있다[17]. 그러나 몇몇의 보고자들은 최소 침습적 수술 방법으로도 승모판막 성형 술식에 제한이 없다고 주장하였다[17]. 본 연구에서도 양군간에 승모판막 성형술에 시행된 술식에는 차이가 없었으며 오히려 M군에서 신진삭 형성술과 같이 기술적인 숙련도가 요구되며 수술시간을 연장시킬 수 있는 성형술식이 더 많이 시행되었다. 따라서 로봇을 이용한 최소 침습적 승모판막 성형술은 정중흉골절개술과 비교하였을 때 제한이 없다고 생각한다.

몇몇 보고자들의 연구를 분석하면 최소 침습적 수술을 하는 데 있어 여성보다는 흉곽이 더 큰 남성을, 나이가 많은 사람보다는 젊은 사람을 선호하는 경향을 나타내기도 하였으나[18,19], 본 연구 결과를 살펴보면 양군간의 성별, 나이가 서로 유사하여(Table 1) 최소침습적 승모판막 성형술의 대상으로 젊은 환자나 남자 환자를 선호하지는 않는 것을 알 수 있다. 본원에서는 승모판막 성형술 시 최소 침습적 심장수술을 일차적인 수술방법으로 적용하고 있으며, 유일한 제외대상으로 대동맥 판막수술이나 관상 동맥 우회술을 필요로 하는 경우나 술 전 경식도 심 초음파상 중등도 이상의 하행대동맥 죽상경화증이 발견된 경우를 들 수 있다.

최소 침습적 심장수술을 시행함으로써 인하여 과도한 의료비의 상승의 우려할 수 있으나 본 연구 결과에서처럼 중환자실 재원기간을 1일 이상 단축시키고, 수술 후 재원기간을 4일 이상 단축시켜 최소 침습적 심장수술과 관련된 의료비의 상승요인을 상쇄할 수 있다. 나아가 환자의 빠른 회복 및 재원기간의 단축은 제한된 병상하에서 병상 회전율을 상승시키는 장점이 있다.

본 연구는 정중흉골절개술을 시행받은 대조군(S군)에

비해 실험군인 최소 침습적 우측개흉술(M군)의 환자 수가 현저하게 적으며, 단일 술자에 의한 연대기적 수술 방법 간의 비교라는 제한점이 있다. 그러나 앞으로 최소 침습적 심장 수술을 시행받는 환자군은 증가할 것이고, 수술의 숙련도를 요하는 승모판막 성형술식의 특수성을 고려해 볼 때 단일 술자에 의해 시행된 수술 결과를 비교하는 것이 접근 방법에 따른 차이를 규명하는 데 가장 적합한 연구 모델일 것이다.

결 론

로봇을 이용한 최소 침습적 승모판막 성형술은 정중 흉골 절개술에 비해 대동맥 차단시간과 심폐기 가동시간은 더 길었지만 이는 숙련됨에 따라 개선되었고, 중환자실 재원 기간과 총 재원 일수는 유의하게 짧았다. 절개를 최소화하여 우측 개흉술을 통한 승모판막 성형술을 시행하더라도 술식의 구사에는 제한이 없었으며 수술의 성적은 유사하여 만족할 만한 초기 성적을 보였다. 향후 최소 침습적 승모판막 성형술의 중-장기 성적의 관찰을 요하며 본 연구를 바탕으로 승모판막 성형술의 일차적인 접근 방법으로 최소 침습적 개흉술이 보다 폭넓게 시행될 수 있을 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

1. Gulielmos V, Wagner FM, Waetzig B, et al. *Clinical experience with minimally invasive coronary artery and mitral valve surgery with the advantage of cardiopulmonary bypass and cardioplegic arrest using the port access technique.* World J Surg 1999;23:480-5.
2. Gillinov AM, Cosgrove DM. *Minimally invasive mitral valve surgery: mini-sternotomy with extended transeptal approach.* Semin Thorac Cardiovasc Surg 1999;11:206-11.
3. Glower DD, Komtebedde J, Clements FM, Debruijn NP, Stafford-Smith M, Newman MF. *Direct aortic cannulation for port-Access mitral or coronary artery bypass grafting.* Ann Thorac Surg 1999;68:1878-80.
4. Cohn LH, Adams DH, Couper GS, et al. *Minimally invasive cardiac valve surgery improves patient satisfaction while reducing costs of cardiac valve replacement and repair.* Ann Surg 1997;226:421-8.
5. Cho SW, Chung CH, Kim KS, et al. *Initial experience of robotic cardiac surgery.* Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2005;38:366-370.
6. Gummert JF, Barten MJ, Hans C, et al. *Mediastinitis and cardiac surgery: an updated risk factor analysis in 10,373*

- consecutive adult patients.* Thorac Cardiovasc Surg 2002; 50:87-91.
7. Cosgrove DM, Sabik JF. *Minimally invasive approach for aortic valve operations.* Ann Thorac Surg 1996;62:596-7.
 8. Navia JL, Cosgrove DM. *Minimally invasive mitral valve operations.* Ann Thorac Surg 1996;62:1542-4.
 9. Mohr FW, Falk V, Diegeler A, Walther T, van Son JA, Autschbach R. *Minimally invasive port access mitral valve surgery.* J Thorac Cardiovasc Surg 1998;115:567-74.
 10. Falk V, Walther T, Autschbach R, Diegeler A, Battellini R, Mohr FW. *Robotic-assisted minimally invasive solo mitral valve operation.* J Thorac Cardiovasc Surg 1998; 115:470-1.
 11. Felger JE, Chitwood WR Jr, Nifong LW, Holbert D. *Evolution of mitral valve surgery: toward a totally endoscopic approach.* Ann Thorac Surg 2001;72:1203-9.
 12. Vanerman H, Wellens F, De Geest R, et al. *Video-assisted port-access mitral valve surgery. Will trocar-port-access cardiac surgery ultimately lead to robotic cardiac surgery?* Semin Thorac Cardiovasc Surg 1999;3:223-34.
 13. Grossi EA, LaPietra A, Ribakove GH, et al. *Minimally invasive versus sternotomy approaches for mitral re-construction: comparison of intermediate-term results.* J Thorac Cardiovasc Surg 2001;121:708-13.
 14. De Vaumas C, Philip I, Daccache G, et al. *Comparison of minithoracotomy and conventional sternotomy approaches for valve surgery.* J Cardiothorac Vasc Anesth 2003;17:325-8.
 15. Loulmet DF, Carpentier A, Cho PW, et al. *Less-invasive techniques for mitral valve surgery.* J Thorac Cardiovasc Surg 1998;115:772-9.
 16. Jones BA, Krueger S, Howell D, Meinecke B, Dunn S. *Robotic mitral valve repair.* Tex Heart Inst J 2005;32: 143-6.
 17. Greelish JP, Cohn LH, Leacche M, et al. *Minimally invasive mitral valve repair suggests earlier operations for mitral valve disease.* J Thorac Cardiovasc Surg 2003;126: 365-73.
 18. Mishra YK, Malhotra R, Mehta Y, Sharma KK, Kasliwal RR, Trehan N. *Minimally invasive mitral valve surgery through right anterolateral minithoracotomy.* Ann Thorac Surg 1999;68:1520-4.
 19. Aybek T, Dogan S, Risteski PS, et al. *Two hundred forty minimally invasive mitral operations through right minithoracotomy.* Ann Thorac Surg 2006;81:1618-24.

=국문 초록=

배경: 최소 침습적 심장 수술은 전통적인 정중 흉골 절개술에 비해 수술 후 조기 회복 및 우수한 미용적 효과 등의 장점이 있지만 승모판막 성형술과 같이 복잡한 개흉술에서의 성적은 아직 국내에 보고된 바 없다. 본 연구에서는 승모판 폐쇄 부전증의 환자군에서 로봇을 이용한 최소 침습적 승모판 성형술의 유용성에 관해 정중 흉골 절개술과 비교하여 알아보려고 하였다. 대상 및 방법: 1993년 12월부터 2005년 12월까지 승모판막 폐쇄 부전으로 승모판막 성형술을 시행받은 520명의 환자를 연구대상으로 하였다. 이 중 정중 흉골 절개술을 통하여 승모판 성형술을 시행한 군을 S군(n=432), 최소 침습적 우측 개흉술을 이용한 환자군을 M군(n=88)으로 하여 임상 결과를 비교하였다. 우측 개흉술시에는 AESOP (Automated Endoscopic System for Optimal Positioning) 3000이라는 로봇을 이용하여 5 cm 이하의 절개로 수술을 시행하였다. 결과: 양 군 간의 나이, 성별, 수술 전 좌심실 구출률 등은 양 군 간의 차이는 없었다. S군에서 2예의 조기 사망이 있었으나 M군에서는 수술 사망예가 없었다. M군이 대동맥 차단 시간과 심폐기 가동 시간은 S군에 비해 유의하게 길었지만, 중환자실 재원기간과 수술 후 재원 일수는 S군에 비해 유의하게 짧았다. 제한된 절개에도 M군에서 승모판막 성형술식에 사용된 수술 술기는 제한이 없었으며, 술 후 의미있는 잔존 승모판막 폐쇄부전증의 빈도는 양 군에서 유사하였다. 결론: 최소 침습적 우측 개흉술을 통한 승모판막 성형술을 시행하더라도 조기 성적은 차이가 없었다. 향후 최소 침습적 승모판막 성형술의 중-장기 성적의 관찰을 요하며 본 연구를 바탕으로 승모판막 성형술의 일차적인 접근 방법으로 최소 침습적 개흉술이 보다 폭넓게 시행될 수 있을 것으로 기대한다.

중심 단어 : 1. 승모판막 성형술
2. 승모판막 폐쇄 부전증
3. 최소 침습적 수술