

소아연령군에서의 최소침투적심장수술

서울대학교 의과대학 소아흉부외과

이 정 렬

1. 서 론

최근 흉부외과의 사이에서 많이 회자되고 있는 최소침투적심장수술은 그 정의나 목표가 불분명한 경우가 많은 것이 사실이고 그 방법이나 적응증 또한 매우 다양하다. 그럼에도 불구하고 최소침투적심장수술이 점점 더 많은 관심의 대상이 되고 있는 이유는, 그 접근방법이 비록 집도의에게는 시야, 삼관위치, 수술수행등 여러가지면에서 불리한 점이 많을 수 있음에도 불구하고, 외과적인 상흔을 최소화할 수 있다는 사실과 미용적으로 보다 매력적인 접근일 수 있다는 사실에 기인한다고 사료된다.

이에 저자는 본소고를 통해 그 동안 보고되어온 소아흉부외과학 영역에서의 최소침투적 심장수술을 검토해보면서 그 장단점, 적응증, 부적응증의 선택, 등에 관하여 새로운 지침을 확보함은 물론 그간 본병원에서 경험한 100여례의 임상결과를 토대로 그 수술수기와 문제점 등을 지적해보고자 한다.

2. 내 용

1) 최소침투적 심장수술 도입의 근거

현재의 보편적인 개심술방법은 정중흉골절개, 심

폐우회술, 심근보호로 요약될 수 있다. 전(全: full) 정중흉골절개는 심장판막, 관상동맥을 포함한 모든 심장내외부 및 주변 구조물의 동시접근을 가능케 하는데, 이는 충분한 시야확보와 안전성이 심장수술의 가장 중요한 요소들이란 점을 감안할 때 목적에 잘 부합되는 수술원칙이라 할 수 있다. 특히 재수술이나 복잡심기형 교정 등 수술이 복잡해 질수록 상기 원칙은 필수적이라 할 수 있다. 최근들어 덜 침투적인 수술의 개념이 외과의들 사이에 관심의 대상이 되기 시작하면서 복강내시경 또는 흉강경 등을 이용한 수술방법과 수술기구의 발전에 힘입어 시도되기 시작한 소위 최소침투적심장수술(minimally invasive cardiac surgery)이 외과적인 외상(surgical trauma)이나 흉터(scar)를 최소화하여 환자로 하여금 수술로 초래된 고통을 감소시켜줄 뿐아니라 회복기간을 단축시킬수 있다는 잇점이 실험적, 임상적으로 증명이 되면서 여러분야의 심폐수술에 활발하게 적용되기 시작했다. 또한 최소침투적심장수술은 미용적인 측면에서도 탁월할 뿐아니라 재원기간을 단축함으로써 경제적인 면에서의 이득 또한 기대할 수 있는 점도 부각이 되고 있다. 그러나 최소침투적심장수술은 그 접근방법의 상대적인 난이성에 기인하여 시술자와 관계없이 안전하

게 재연(reproducibility)될 수 있는지와 수술결과가 전통적인 수술방법과 견주어 차이가 없을 수 있는지에 대한 객관적인 자료의 검증이 전제되어야만 완벽한 수술방법의 하나로 자리 잡을 수 있겠다.

2) 용어 및 정의

저자들이 본 소고에서 번역하여 사용한 “최소침투적심장수술”이라는 용어가 최근 통용되고 있는 “minimally invasive cardiac surgery”라는 원어의 본래 의미를 정확하게 반영하고 있는지 또는 본 용어를 어떻게 정의해야 하는지 적어도 현재까지는 명확하지 않은 부분이 많다. 왜냐하면 무엇이 최소(minimal)이며, 무엇에 대해 최소침투적(minimally invasive)인지 사용상에 혼돈이 상당히 존재하기 때문이다. 보고된 문헌을 검토한 바로는, 현재까지는 대체로 피부절개의 길이, 흉골 또는 늑연골의 절개 또는 절제 범위와 방법, 심폐우회술을 위한 삽관방법, 흉강경의 사용여부 등 여러가지 변수를 다양한 방법으로 고려하여 나름대로의 최소침투적심장수술 기법을 고안하고 다양한 용어가 창조되어 사용되고 있다. “최소침투적심장수술”을 제외하, 현재까지 보고 되어온 관련용어를 살펴보면 절개 범위가 제한적이라는 인상을 주는 용어로 “최소흉골절개(mini-sternotomy)”^{4,5,6)}, “제한적전방소개흉술(limited anterior small thoracotomy: LAST)”⁷⁾, “열쇠구멍수술(key hole surgery)”⁸⁾ 등이 존재하며, 심폐우회술의 도움이 없이 시행한 심장수술이라는 개념을 더욱 중시하여 만든 것같은 인상을 주는 용어로 “최소침투적 직접관상동맥우회술(minimally invasive direct coronary artery bypass : MIDCAB), 최소침투적 관상동맥우회술(minimally invasive coronary artery bypass grafting : MICABG) 등이 있었고, 상기 두가지 의미가 모두 함축되어 있는 수술방법이란 인상을 주는 용어로 포트접근 수술(port-access surgery)^{8,9,10)}, 심폐우회술 없이 시행한 흉강경보조 최소침투적 관상동맥수술(video assisted minimally invasive coronary operation without cardiopulmonary bypass)¹¹⁾ 등을 예로 들 수 있겠다. 그러나 어떤 용어를 사용하건간에 보다작은절개

(smaller incision)와 보다적은 조작(less manipulation)으로 시행하는 심장수술을 통칭한다고 이해하면 무방하리라 생각된다.

3) 최소침투적 심장 수술의 현위치 및 보고 현황

Subramanian 등¹⁾은 1997년 제33차 미국 흉부의 과학회(The Society of Thorac Surgeons)에서 최소침투심장수술로 시행한 관상동맥우회술의 수술사망률을 1.4%로, 수술직후의 개통율을 91.1%로 보고하였으며, Gill 등²⁾은 97.5%의 조기개통성을 보고하였다. Mariani 등³⁾은 최근 C형 전하행관상동맥 협착환자에 대한 최소침투적 관상동맥우회술(minimally invasive coronary artery bypass graft : MICABG) 과 경피적경관 관상동맥성형술(percutaneous transluminal coronary angioplasty : PTCA)의 결과를 비교하여 1년개통성에 차이가 없었으며 무재개통율(freedom from revascularization rate)은 전자에서 현저히 높았던 것을 보고하면서 초기 학습곡선상의 자료를 제외하면 중장기 개통을 역시 전자에서 양호할 수 있다는 사실을 시사하였다.

Calafiore 등⁷⁾, Subramanian 등¹²⁾, Benetti 등¹³⁾에 의해서 보고되기 시작한 제한적전방소개흉술(LAST=limited anterior small thoracotomy)에 의한 관상동맥우회술식은 이미 임상적으로 인정을 받아 가고 있는 상태이며 이 술식의 요체는 흉골연(parasternal) 피부절개, 늑연골절제(removal of costal cartilage), 직접시아 또는 흉강경보조하의 좌내흉동맥박리 및 직접시아하에서 박동심장에서의 혈관봉합으로 요약될 수 있다. 본 수술방법으로 흉골절개나 심폐우회술을 피할 수 있었고 재원기간을 단축할 수는 있었지만 완벽한 개통성의 확보 및 다른 관상동맥의 노출등에는 실패하였다고 보고하였다. Navia 등¹⁴⁾은 우측흉골연(right parasternum)에 10cm 길이의 피부중절개를 가하고 제3,4 늑연골을 제거하여 흉강개구부를 만들어 승모판 노출이 용이함을 보고하였다. 그러나 이 방법은 심폐우회술을 위해 대퇴동맥 및 정맥 삽관이 필요하고 서혜부 피부절개까지 합하면 피부절개의 길이가 그렇게 짧

아졌다고 이야기하기 힘들 뿐아니라 비대칭적인 피부흉터는 미용적으로도 어색한면이 존재하며 흉골 절개를 연장해야할 필요가 발생했을 때 신속 용이하지 않은 등의 불리한 점이 지적될 수 있다. 또한 심장전체가 좌측흉강내에 있는 누두흉환자에는 이 술식으로 충분한 시야확보가 곤란한 것으로 보고되고 있다. Cohn 등¹⁵⁾은 대동맥판병변에 대하여 최소침투적개심술을 시도하면서 우측흉골연접근방법, 상흉골정중절개 접근방법, 흉골횡절개 접근방법 등 적어도 세가지 접근이 가능하다고 보고하였다. 이들은 이런접근 통로를 사용할 경우, 대부분 흉강내 삽관이 가능하며 환자의 주관적인 만족도가 우수하며 비용이 저렴했고 퇴원후 재활이 필요없었다는 등의 장점을 피력하였으나 Cosgrove 등¹⁶⁾에 의해서 시도되기 시작한 세번째 방법은 양쪽 내흉동맥을 모두 희생시켜야하므로 향후 시행할 가능성이 있는 관상동맥우회술을 위한 공급원을 포기하여야 하고 흉골 절개를 연장해야하는 사태가 발생했을 때 용이하지 않다는 단점이 있다는 사실을 지적하였다. Gundry 등⁴⁾은 영아 또는 소아 연령군의 환아에서 1-2 inch 정도의 피부 절개를 통하여 역 T자 모양의 상부흉골정중절개를 시행하고 대동맥판절개, 동맥전위술, 활로씨사징증, 심방중격결손증, 심실중격결손증 등의 선천성심기형을 교정하였다. 그들은 이러한 접근방법의 경험을 바탕으로 대동맥판, 승모판 병변을 가진 성인심장수술에도 적용하기 시작하고 2례를 제외한 전례에서 수술장에서의 기도관탈관이 가능하였다고 보고하였다. 본 접근방법의 장점은 대부분의 심장구조물로의 접근이 가능할 뿐아니라 상행대동맥 및 정맥 삽관이 용이하다는 점이며 특히 대혈관 수술을 위한 시야확보가 우수하다는 사실이다. 그러나 상흉부에 흉터가 존재함으로 미용적으로는 우수하다고 할 수 없겠다. Moreno-Cabral 등³⁾은 흉골하부에 T자형 절개를 가하고 Rultrac, Favaloro 견인기 등을 사용하여 대동맥근위부 삽관은 물론 내흉동맥 박리가 가능함을 보고하였다. 이 술식의 경우 피부흉터가 흉부의 하부에 존재하여 미용적으로 우수하다는 점을 지적하지 않을 수 없다.

3. 임상경험 및 결과

저자는 소아 연령군에서의 흉골 또는 늑골이 유연하여 상부흉골을 머리쪽으로 견인하기 용이할 것이며 또한 심장 및 주변 구조물이 작고 이동범위가 넓을수 있다는 가정하에 심방중격결손증 같은 비교적 교정이 용이한 질환에 대하여 본 접근방법을 시도하여 최초 수증례를 통하여 본 접근방법이 가능하고도 안전한 방법이라는 사실을 발견하고 수술적 응증을 연장하여 모든 경우의 막주변형 심실중격결손증, 부분방실중격결손증, 막성 대동맥판협착증, 대동맥판협착증, 전폐정맥환류이상(심장형), 활로씨사징증 엡스타인심기형 등에 안전하고도 용이하게 교정을 완료하였다. 양측 흉골을 T-형 또는 역 T-형으로 절개하는 방법은 물론 최근들어 우측 흉골만 J형, inverted C형으로 횡절단하여 우측흉골에만 횡절개를 가하고도 상술한 일부질환의 교정이 가능함을 발견하였다. 또한 피부절개의 위치나 크기는 여타 피부절개보다도 탁월하다는 점을 지적하지 않을 수 없다. 중환자실체재기간, 재원기간등은 보고된 결과들보다는 길었으나 이는 초기 경험임을 감안한 신중한 조치였다고 생각되며 향후 단축이 가능하다고 본다. 객관화하기 힘든 자료가긴하나 외래 추적 중 환아의 보호자의 환아의 흉터에 대한 만족도는 대체로 양호하였으며, 수술직후 통증으로 인하여 사용한 진통제의 총량 역시 소량이었다는 사실등은 본술식의 또하나의 장점으로 지적될수 있다고 생각되었다.

1997년 7월부터 1998년 3월까지 본 서울대학교 병원 어린이병원 흉부외과에서 최소침투적심장수술을 받은 108례의 환아를 대상으로 하였으며 환아의 평균 연령 및 체중은 각각 34.6 ± 41.8 (범위:1-148)개월, 14.5 ± 9.9 (범위: 3.0-40.0) kg였다. 57명의 환아가 남아있으며 술전 진단은 심방중격결손증, 심실중격결손증, 대동맥내 이물, 부분방실중격결손증, 전폐정맥연결이상, 부분폐정맥이상연결증, 활로씨사징증, 엡스타인심기형, 대동맥판협착증 등이었다(Table 1)

Table 1. Surgical indications

Diagnosis	Cases
ASD group	27
ASD only	23
ASD + PS	3
ASD + PDA + RPA stenosis	1
VSD Group	62
VSD (PM)	22
VSD (PM) + ASD	11
VSD (subarterial)	10
VSD (PM) + PDA	6
VSD (muscular)	3
VSD (subarterial) + AR	1
VSD (subarterial) + PDA	1
VSD (muscular) ASD + PS	1
VSD (PM) + subaortic membrane	1
VSD (PM) + COA	1
VSD (PM) + ASD + LVOTO	1
VSD (total conal defect)	1
VSD (total conal defect) + PS	1
PDA + Foreign body (Umbrella) in Aorta	1
P-AVSD	4
TAPVC	3
supracardiac	1
cardiac	1
mixed	1
PAPVC	1
TOF	6
Ebstein's anomaly	2
AS	2
Total	108

이와같이 다양한 방법으로 시도되어온 최소침투 적심장수술을 도입하기 위해서는, 과연 작은절개와 최소조작으로도 전통적인 방법에 의한 심장수술과 비교하여 보다효과적이고도 안전한 수술을 수행할 수 있는가 하는 사항이 최우선적으로 고려되어야 한다. 이를 위해서는 모든면에서 익숙하지 않은 좁은 접근통로를 통한 조작과 시술의 연습이 수행되어야 하며 학습곡선을 최단시간내에 탈출해야하는 난코스를 극복해야한다. 또 한편으로는 상술한바와 같은 난관을 극복하고 시도할 만한 가치가 인정될

Table 2. Length of skin incision and distance between suprasternal notch and the upper most point of skin incision

	Mean ± S.D (cm)	Range (cm)
skin incision	6.1 ± 1.0	4.0 ~ 9.0
distance between suprasternal notch and the upper most point of skin incision	4.0 ± 1.0	2.0 ~ 7.0

정도로 수술결과가 양호해야한다. 다시말해서 상흔은 작고 미용적으로 우수해야하며, 흉골 또는 늑골절개 최소로 인한 동통의 최소화, 무감각 등의 신경증상의 감소, 문합부위개통성유지, 잔존병변 비존재, 합병증, 사망율의 최소화등 수술목적달성이 완벽해야 하겠다. 수술방법은 상흉골함요(陷凹)(suprasternal notch)로부터 가능한 하부로 멀리 떨어져 정중피부절개를 가한후, 하부흉골을 노출시켰다. 검상돌기부터 정중흉골절개를 시작하여 제 2늑간 수준까지 연장한 후, 흉골의 한쪽 또는 양쪽에 횡절개를 가하여 T형, J형, I형 또는 역 C형 흉골절개가 되게하여 우측 또는 양측 들창(trap door)모양의 흉골개구부를 확보하였다(Fig. 1). 이때 우측흉골의 횡절단시 내유동맥이 손상되지 않도록 조심했으며 일단 개흉이 완료되면 흉골견인기로 흉골을 좌우로 벌렸으나 이것만으로는 삼관할 위치의 대동맥근위부 노출이 어려우므로 아미네이비(Army-Navy) 견인기로 상부흉골을 환아의 머리쪽으로 견인하여 마취과쪽의 철제 격자에 고정하였다. 대동맥 삼관은 심근보호액도관 삽입할 공간만 남기고 가능한한 대동맥관과 가까운 곳에 시행하였으며 상공정맥 및 하공정맥 도관삼관은 우심위와 하공정맥 근접부위 우심방에 시행하였다. 심폐우회술 또한 일반적인 방법으로 실시하였으며, 질환별 수술방법 역시 통상적인 방법에 의해서 시행되었다(Fig. 2).

평균 피부절개의 길이는 6.1 ± 1.0 (범위: 4.0-9.0) cm였고 상흉골함요(suprasternal notch)와 피부절개상단사이의 거리는 평균 4.0 ± 1.1 (범위: 2.0-7.0) cm

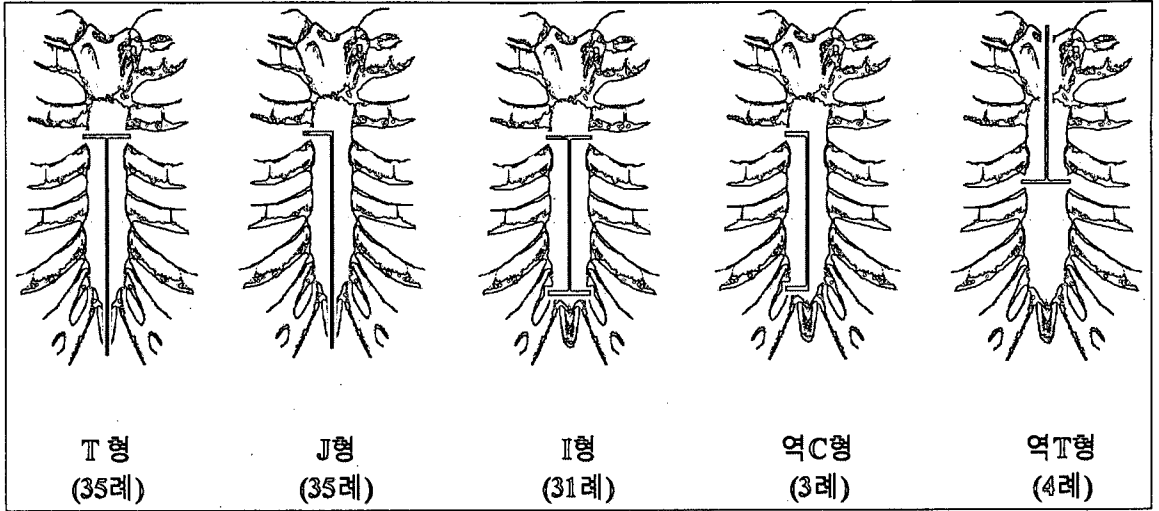


Fig. 1. Schematic drawings of mini-sternotomy

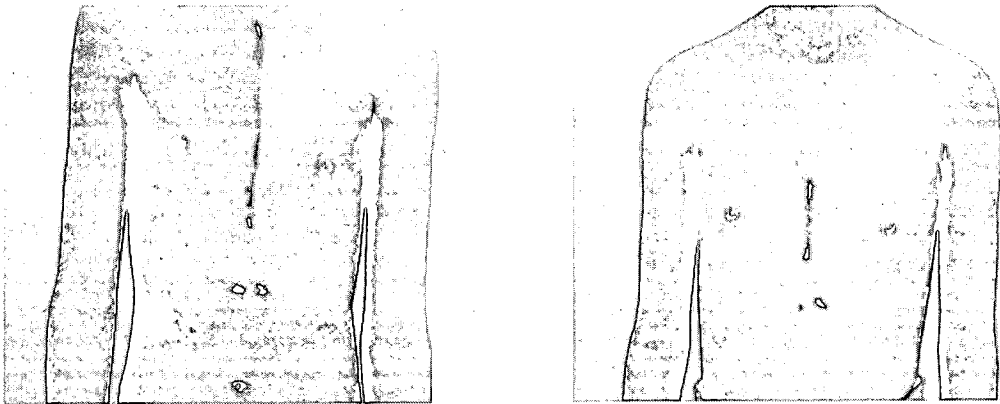


Fig. 2. Surgical view (conventional vs mini-skin incision)

로 웬만큼 목이 파진 옷을 입어도 상처가 보이지 않는 정도였다(Table 2)(Fig. 2). 평균심폐우회시간, 대동맥차단시간, 및 총수술시간은 각각 62.9 ± 20.0 (범위: 28-147), 29.8 ± 12.8 (범위: 11-79), 161.1 ± 34.5 (범위: 100-250)분이었다. 수술후 수혈총량은 평균 71.0 ± 68.1 (범위: 0-267) cc였으며 환아는 평균 11.3 ± 13.8 (범위: 1-73) 시간후에 인공호흡기이탈이 가능하였다. 진통제로는 평균 0.8 ± 1.8 (범위: 0-9) mg 용량의 모르핀이 사용되었으며 환아는 평균

35.0 ± 32.2 (범위: 10-194)시간동안 중환자실 관리가 필요했고 평균 재원기간은 6.2 ± 2.0 (범위: 3-11) 일이었다. 상흔관련 합병증 및 내유동맥 손상등 사고 또한 1례도 발생하지 않았으며 수술사망례도 없었다.

비록 단기간의 관찰이었지만 본연구를 통해 저자들은 소아연령군에서 일부 선천성 심질환에 대하여 부분흉골최소절개에 의한 최소침투적심장수술 적용의 가능성 및 유용성을 입증하였으며 특히 미용적

인 측면에서 탁월하다는 사실을 발견하였다. 그러나 향후 후천적인 늑골 변형의 발생여부 등은 주의깊게 관찰해야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Subramanian VA, McCabe JC, Geller CC. Minimally invasive direct coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass: Two-year clinical experience. Presented at the Thirty-third Annual Meeting of The Society of Thoracic Surgeons, San Diego, CA, January, 1997.
2. Gill IS, FitzGibbon GM, Higginson LAJ, Valji A, Keon WJ. Minimally invasive coronary artery bypass : A series with early qualitative angiographic follow-up. *Ann Thorac Surg* 1997;64:710-4.
3. Mariani MA, Boonstra PW, Grandjean JG, et al. Minimally invasive coronary artery bypass grafting versus coronary angioplasty for isolated type C stenosis of the left anterior descending artery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1997;114:434-9.
4. Gundry SR, Shattuck H, Sardari FF, Bailey LL. Cardiac operations in adults and children by ministernotomy: Facile minimally invasive cardiac surgery. Presented at the Thirty-third Annual Meeting of The Society of Thoracic Surgeons, San Diego, CA, January, 1997.
5. Moreno-Cabral RJ. Mini-T sternotomy for cardiac operations. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1997;113:810-1.
6. Arom KV, Emery RW, Nicoloff DM. Mini-sternotomy for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1996;61:1271-2.
7. Calafiore AM, Giammarco GD, Teodori G, et al. Left anterior descending coronary artery grafting via left anterior small thoracotomy. *Ann Thorac Surg* 1996;61:1658-1665.
8. Ribakove GH, Galloway AC, Grossi EA, et al. Port-access coronary artery bypass grafting. *Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery* 1997;9:312-9.
9. Schwartz DS, Ribakove GH, Grossi EA, et al. Minimally invasive mitral valve replacement : port-access technique, feasibility, and myocardial functional preservation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1997;113:1022-31.
10. Stevens JH, Burdon TA, Peters WS, et al. Port-access coronary artery bypass grafting : A proposed surgical method. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996;111:567-73.
11. Benetti F, Mariani MA, Sani G, et al. Video-assisted minimally invasive coronary operations without cardiopulmonary bypass : A multicenter study. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996;112:1478-84.
12. Subramanian VA, Sani G, Benetti FJ, et al. Minimally invasive coronary bypass surgery: A multi-center report of preliminary clinical experience. *Circ* 1995;92(Suppl):1-645.
13. Benetti FJ, Naselli G, Wood M, Geffner L. Direct myocardial revascularization without extracorporeal circulation. Experience in 700 patients. *Chest* 1991;100:312-6.
14. Navia JL, Cosgrove III DM. Minimally invasive mitral valve operations. *Ann Thorac Surg* 1996;62:1542-4.
15. Cohn LH, Adams DH, Couper GS, Bichell DP. Minimally invasive aortic valve replacement. *Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery* 1997;9:331-6.
16. Cosgrove DM, Sabik JF, Navie J. Minimally invasive valve surgery. Presented at the Thirty-third Annual Meeting of The Society of Thoracic Surgeons, San Diego, CA, January, 1997.