

## 소아연령군에서의 영구 심외막 심박 조율 13년 경험

이정렬\* · 한국남\* · 임홍국\* · 김웅한\* · 김용진\* · 노준량\*  
 배은정\*\* · 노정일\*\* · 윤용수\*\* · 안규리\*\*\*

### Thirteen-year Experience of Permanent Epicardial Pacing in Children

Jeong Ryul Lee, M.D.\*, Kook Nam Han, M.D.\*, Hong Gook Lim\*, Woong Han Kim, M.D.\*  
 Yong Jin Kim, M.D.\*, Joon Ryang Rho, M.D.\*, Eun Jung Bae, M.D.\*\*  
 Chung Il Noh, M.D.\*\*, Yong Soo Yoon, M.D.\*\*, Curie Ahn, M.D.\*\*\*

**Background:** We investigated the longevity, thresholds of epicardial pacemaker and causes of reoperation in the pediatric patients who underwent epicardial pacemaker implantation performed during the last 13 years. **Material and Method:** 121 operations were performed in 83 patients from January 1989 to July 2002. We analyzed the stimulation threshold, resistance, R-wave and P-wave, and sensitivity of pacemaker lead at initial implantation. Longevity and causes of reoperations were investigated. **Result:** At implantation, epicardial ventricular mean stimulation threshold was  $1.2 \pm 0.1$  (0.1~5) mV, mean resistance was  $519.1 \pm 18.1$  (319~778) Ohm, and mean R-wave sensitivity was  $8.9 \pm 0.7$  (4~20) mV, and mean P wave sensitivity was  $2.5 \pm 0.7$  (0.4~12) mV. The mean longevity of pacemaker generator was  $64.7 \pm 3.7$  (2~196) months. The reoperation free rate was 94.6% for 1 year, 93.6% for 2 years, 80.8% for 5 years, 63.7% for 7 years, and 45.5% for 10 years. The causes of reoperation were battery waste in 26 cases and lead malfunction in 9 cases. There was no postoperative death related to pacemaker malfunction. **Conclusion:** In the childrens, average longevity of epicardial pacemaker was within acceptable range. 19.1% of the patients required pacemaker related reoperation. However, recent developments, including steroid eluting lead, 6.7% of the patients required pacemaker related reoperation, look promising in expansion of pacemaker life span.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2004;37:499-503)

**Key words:** 1. Pacemaker, artificial  
 2. Congenital heart defect

\*서울대학교병원 어린이병원 흉부외과, 서울대학교 의과대학 흉부외과학교실  
 Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Seoul National University Children's Hospital, Seoul National University College of Medicine

\*\*서울대학교병원 어린이병원 소아심장과, 서울대학교 의과대학 소아과학교실  
 Department of Pediatrics, Seoul National University Children's Hospital, Seoul National University College of Medicine

\*\*\*바이오 이종장기연구개발센터, 임상의학연구소  
 Xenotransplantation Research Center, Clinical Research Institute, Seoul National University Hospital

†본 논문은 대한흉부외과학회 제35회 추계학술대회에서 발표되었음.

논문접수일 : 2004년 2월 23일, 심사통과일 : 2004년 4월 2일

책임저자 : 이정렬 (110-744) 서울특별시 종로구 연건동 28번지, 서울대학교병원 어린이병원 흉부외과  
 (Tel) 02-760-2877, (Fax) 02-765-7117, E-mail: jrl@plaza.snu.ac.kr

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

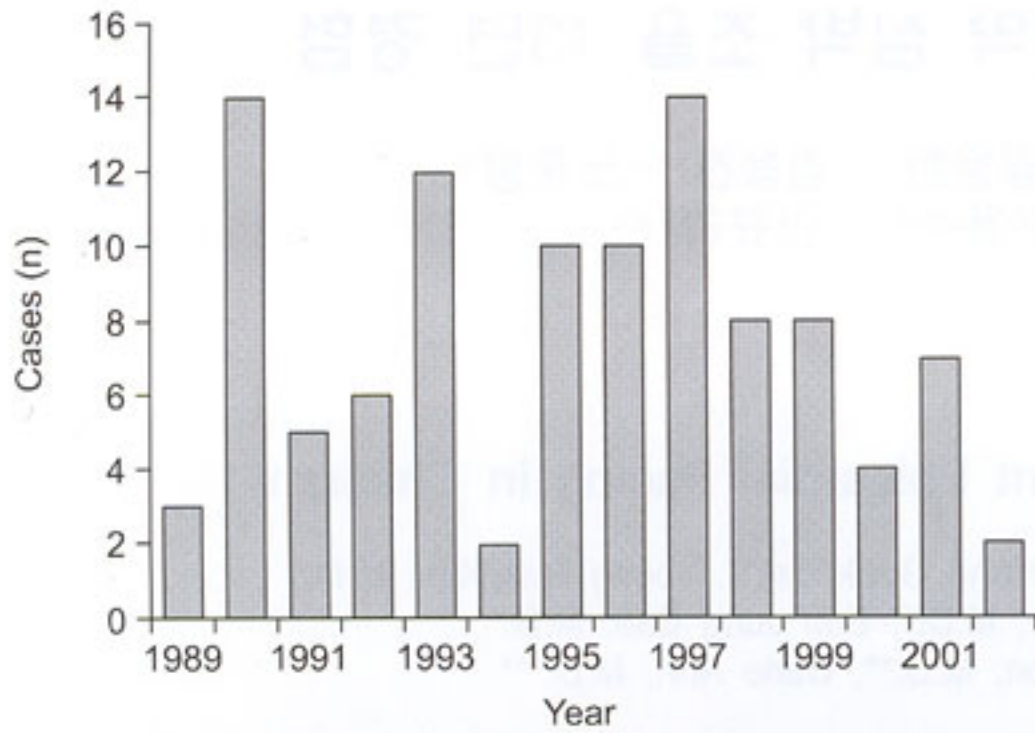


Fig. 1. Annual cases of epicardial pacemaker implantation.

## 서론

소아 연령군에서 영구 심박 조율기 삽입이 필요한 경우를 Kerstjens 등[1]은 심장수술 후 대략 1% 정도로 보고하였다. 가장 흔한 적응증은 선천성 심기형의 교정술 이후에 오는 방실차단이며 개심술 이후에 1% 정도의 빈도로 발생한다[2]. 다른 중요한 적응증은 20,000명 중 1명정도 생기는 선천성 방실차단이다[3,4]. 소아심장은 크기 자체가 작고 해부학적으로 복잡하기 때문에 소아의 영구 심박 조율은 대개 심외막 전극을 이용하며 대부분의 심외막 전극은 시간에 따라 자극역치가 증가하여 심내막 전극에 비해 수명이 짧다[5]. 최근에는 심박 조율기의 크기와 무게가 소형화되면서도 수명은 길어지고, 전극 역시 스테로이드 전극 등 새로운 기구가 개발되어 자극 역치가 감소하고 저항을 적정 수준으로 안정화하여 수명을 연장시키는데 기여하고 있다[5,6]. 본 연구를 통하여 심외막 심박 조율의 과거 13년간 경험한 임상례를 바탕으로 자료를 분석하여 수명, 역치 등의 기본 자료를 검토하고 수술을 시행 받은 후 심박 조율기의 수명 및 합병증, 재수술의 빈도를 알아보려고 하였다.

## 대상 및 방법

본 연구 대상은 1989년 1월부터 2003년 7월까지 심외막 심박 조율기 거치술 또는 전극 거치술을 시행받은 83명의 환자로 이들에게 총 121예의 수술이 시행되었다(Fig. 1). 남자 47명, 여자 36명이었고 환자의 평균 연령은  $5.6 \pm 0.4$  (1~24)세였고 평균 체중은  $19.8 \pm 1.3$  (1.9~98) kg이었다.

Table 1. Cardiac diagnosis of the patients

	N
Ventricular septal defect	13
Trasnposition of great arteries	9
Single ventricle	5
Double outlet right ventricle	5
Endocardial cushion defect	4
Tetralogy of Fallot	4
Ebsteins anomaly	3
Tricuspid atresia	3
Cardiomyopathy	3
Total anomalous pulmonary venous return	1
Atrial septal defect	1
Total	51

적응증은 수술 후에 발생하여 증상을 보였던 완전방실차단 51명(67%), 선천성 방실차단 19명(23%), 무증상 동결절 기능 이상 8명(10%) 등이었다.

심박 조율기의 모드는 심실 조율(VVI) 78예, 심방 심실 동기화 조율(DDD) 23예, 심방 조율(AAI) 2예였다. 수술 후 생긴 부정맥으로 영구 심박 조율기 삽입 시기는 원칙적으로 술 후 2주 이상 지속되는 완전 방실차단의 경우로 하였고 일부 환자군에서는 필요한 경우보다 장기간 관찰한 경우도 있었다( $17 \pm 4.5$  (0~27)일). 사용된 심박 조율기와 전극은 Table 2, 3과 같았다. 심방전극은 좌심방 천장이나 우심방벽에 삽입하였다. 심실전극은 우심실 전벽 또는 횡격막 쪽 표면의 심근이 노출된 부분에 시행했다.

심장 수술을 시행받았던 환자 51명이 본래 가지고 있던 선천성 심장 질환의 진단명은 Table 1과 같았다. 심장 수술과 무관한 선천성 방실 차단 환자(n=19)의 심박 조율기 삽입 시 평균 나이는  $4.8 \pm 1.2$  (1일~16세)였다. 후향적으로 병력과 수술기록, 외래기록, 수술 후 외래 추적 기록을 바탕으로 수술 당시 심박 조율 자료의 분석과 심박 조율과 관련된 합병증, 재수술률을 추출하였다. 본 병원에서는 1996년부터 스테로이드 용출 전극(Medtronic CapSure 4965)이 총 15예에서 사용되었고 이 환자군들에서 심박조율기의 수명 및 역치값을 분석하여 기존에 비스테로이드 용출 전극을 사용했던 군과 비교하였다.

Table 2. Permanent pacemakers used at initial implantation

Pacemakers	n	Longevity
CPI vista T 445	28	8
COSMOS II 284-05, Intermedics	16	6.5
Medtronic Thera S	12	7.3
Biotronik NANOS	10	6.8
CPI Vista T 460	7	8
Medtronic Prevail	6	10.5
Medtronic prodigy 7865	5	7.9
Medtronic Spectrax sx	5	9
Teletronic OPTIMA MP 158c	5	11.5
Biotronik 58678B	4	6.9
CPI Vigor 460	4	8
Teletronics OPTIMA MP II low profiles 032-103	4	11.5
Pacesetter Affinity	3	7
Pacesetter Regency	3	>20
Biotronik Pikos	2	7.3
Medtronic Thera D	2	5.4
CPI Vista T 443	1	8
Intermedics COSMOS	1	6
Medtron ic Micromimix	1	6.3
Medtronic XDR 703	1	5
Pacesetter Microny 2424T	1	8.3
Total	121	

## 결 과

심박 조율기 삽입 후 당시 심실에 부착한 심외막 전극에서 측정된 역치값은  $1.2 \pm 0.1$  (0.1~5) mV, 평균 저항은  $519.1 \pm 18.1$  (319~778) ohm, 평균 심실 R파 감지역치는  $8.9 \pm 0.7$  (4~20) mV이었다. 심방에 부착한 심외막 전극에서 측정된 역치값은  $1.52 \pm 0.1$  (0.2~3.5) mV였고, P파 감지역치는  $2.5 \pm 0.7$  (0.4~12) mV, 저항값은  $428.8 \pm 22.6$  (288~650) ohm이었다. 전지 고갈은 평균  $64.7 \pm 3.7$  (2~196)개월 후에 발생하였다. 1명의 환자는 심박 조율기 거치 후 2개월에 역치값의 증가로 인한 전지소모, 역치의 증가로 인한 심박 조율기 작동이상으로 인해 재수술을 받았다. 6명의 환자가 심박 조율기 삽입과 동시에 심기형 교정술 관련 합병증으로 사망하였는데, 구체적인 원인은 폐혈증 1예, 저심박출 증후군 2예, 심실성 부정맥 2예, 저산소성 뇌손상 1예였으나 심박 조율기 오작동은 관련이 없었다.

Table 3. Epicardial pacemaker lead in used at implantation

Lead	n	Fixation	Polarity	Steroid
<i>Ventricular Lead</i>				
Biomec	2	Screw in	Unipolar	No
Biotronik ML-161	8	Screw in	Unipolar	No
CPI 4315	7	Screw in	Unipolar	No
CPI 4316	8	Screw in	Unipolar	No
CPI 4018	1	Screw in	Bipolar	No
Biotronik ELC 35-s	2	Screw in	Bipolar	No
Intermedics 43904	15	Sutured	Unipolar	No
Medtronic 4951	11	FishHook	Unipolar	No
Medtronic 4965 Capsure	11	Sutured	Unipolar	Yes
Medtronic 5071	9	Screw in	Unipolar	No
teletronic 030222	5	Screw in	Unipolar	No
<i>Atrial Lead</i>				
Intermedics Myocardial lead	3	Sutured	Unipolar	No
Teletronics 222 VS*1	1	Screw in	Unipolar	No
Intermedics 43907	1	Sutured	Unipolar	No
Intermedics 43904	12	Sutured	Unipolar	No
Life line	1	Screw in	Bipolar	No
Medtronic 4965	4	Sutured	Unipolar	Yes
Medtronic 4951	2	FishHook	Unipolar	No

83명의 환자 중 31명(27.1%)에서 심박 조율기와 관련된 재수술을 시행하였으며 이 중 3명(7.3%)은 3회, 2명(3.1%)은 4회 재수술이 필요하였다. 재수술의 원인은 심박 조율기의 전지 고갈이 26예로 가장 많았고, 전극 기능부전 9예였다. 재수술을 시행한 환자 중에서 스테로이드 용출 전극을 사용하기 전의 환자군에서 심박조율기의 평균 수명은  $61.1 \pm 5.7$  (2~196)개월이었고 재수술률은 28.1%였다. 반면 스테로이드 용출 전극을 사용하여 심박 조율기를 삽입한 경우는 총 15예였고 재수술을 시행한 경우는 5년까지 이상없이 사용하다가 전극이상으로 수술한 1예로 재수술률은 6.7%였다. 아직 스테로이드 용출 전극의 사용이 많지는 않지만 과거에 삽입했던 전극과 비교할 때 비스테로이드, 스테로이드 용출 전극이 각각 자극 역치값이  $1.12 \pm 0.1$  (0.4~2.5) mV,  $1.36 \pm 0.3$  (0.6~3.1) mV ( $p=0.42$ ), 저항은  $560 \pm 57$  (319~778) ohm,  $560 \pm 29$  (290~926) ohm ( $p=0.52$ )으로 차이가 없었다. 심박 조율기의 오작동과 관련된 수술 후 사망은 없었으며 심박 조율기 삽입 수술 후 조기 합병증은 총 9예 발생하였고 전극의 부적절한 위치로 인한 심박조율기의 오작동으로 재수술을 시행한 경우가 7예, 수술 관련 감염이 1예, 심막삼출이 1예 발생하였

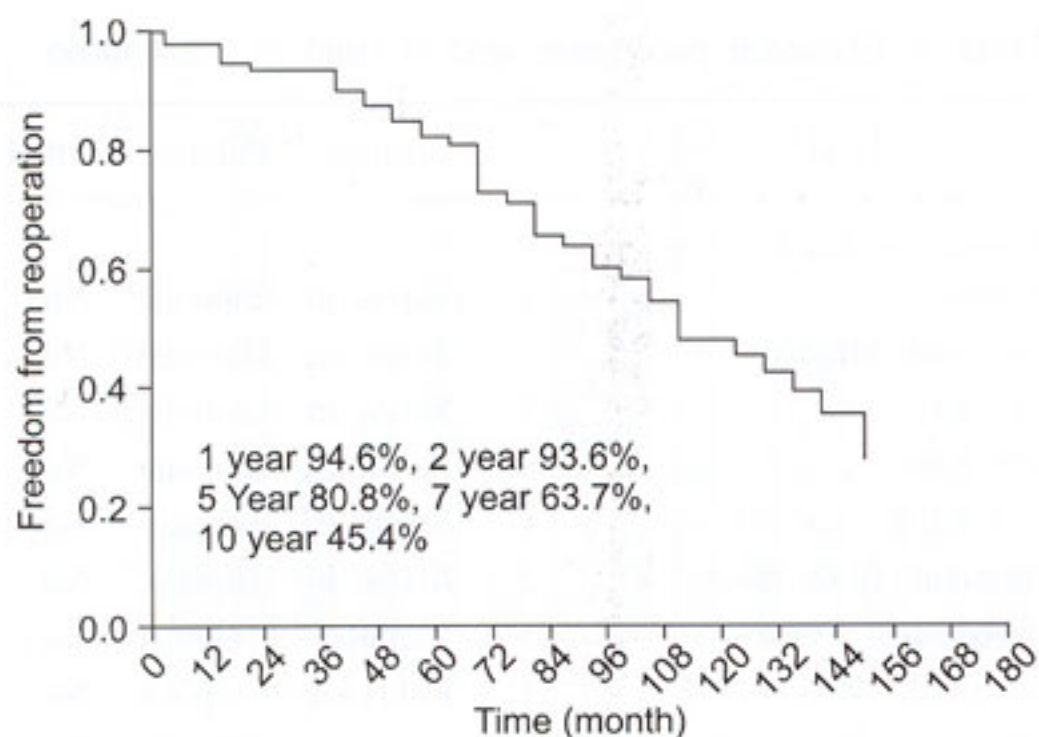


Fig. 2. Freedom from reoperation for pacemaker implantation.

다. 심박 조율기 삽입 후 무재수술률은 1년 94.6%, 2년 93.6%, 5년 80.8%, 7년 63.7%, 10년 45.4%였다(Fig. 2).

## 고 찰

복잡 심기형으로 수술을 받는 환자가 늘어남에 따라 이의 합병증으로 생기는 방실차단을 치료하기 위한 심박 조율기의 삽입사례가 증가하고 있는 추세이나 실제 증가된 전체 환자 수에 비하면 수술 관련 부정맥의 빈도는 오히려 감소하고 있는 것이 현실이다[7]. 이는 심기형의 교정 수술이 정교해짐에 따라 부정맥이 합병증으로 흔하게 유발되지 않는 것으로 생각된다. 본 병원에서는 매년 5~15건의 심외막 심박 조율기 삽입을 시행하고 있다. 최근에는 쇄골하정맥을 통하여 심박 조율기를 삽입하는 방법이 많이 행해지고 있으나, 소아 연령군에서는 소아심장의 크기가 작고 해부학적 구조의 제한점 때문에 정맥을 통한 심박동기의 사용은 한계가 있으며 그 결과 심외막 심박 조율기 삽입이 여전히 선호되고 있다[4]. 심외막 전극 삽입수술 후 초기에 많은 에너지가 소모되며 전지소모에 따른 재수술률이 정맥을 통한 심박 조율기보다 높고, 따라서 심박 조율기의 수명도 짧은 편이다[4,8]. 또한 소아 연령이라는 특성으로 인해 더 많은 심박수가 필요하기 때문에 전지 소모가 많아지는 것이 또 하나의 이유이다[4,8,9]. 수술부위의 상처 회복에 따라 반흔 조직의 형성이나 심막 내 유착의 증가로 인한 역치의 증가도 전지 소모를 증가시키는 한 요인이 된다. 스테로이드 용출 전극은 이러한 문제를 보완하기 위한 전극으로, 인산 텍사메타존을 전극의 표면에 도포하여 역치의 증가를 막는 역할을 하며 역

치값을 일정하게 유지하는 것으로 알려져 있다[5,6,10]. 본 병원에서 시행한 심외막 심박 조율기 삽입 후 평균 수명은 약 64.7개월이었다. 이는 보고자들에 따라 다르긴 하지만 초기에 비스테로이드 전극을 많이 사용하였고 심박 조율기 자체의 수명도 그리 길지 않은 편이었으나 최근에는 심박 조율기 생산 기술의 발달로 그 수명이 늘어나고 있다. 물론 심박 조율기의 수명을 결정하는 요소는 심박 조율기 자체의 기술적인 측면 외에도 환자의 심장 재수술로 인한 유착, 빠른 심박동, 전극의 적절한 위치, 위치에 따른 자극 역치의 최소화, 심박 조율기 위치들이 심박 조율기의 수명에 영향을 미치는 것이 사실이다. 최근에는 크기가 작고 수명이 늘어난 심박 조율기가 많이 개발되고, 전극도 스테로이드 용출 전극을 사용하는 추세에 따라 심박 조율기의 수명은 더 늘어날 것으로 예상된다. 본 병원에서는 1996년부터 스테로이드 용출 전극을 사용하였으며 총 15예를 시행하였는데 재수술률은 6.7%로 이는 최근에 많이 시행되었기 때문에 추후 자극 역치값에 대한 추적 관찰이 필요하다.

심장 수술의 발달로 수술 후 방실차단과 같은 합병증은 많이 감소하였지만 본원에서 매년 5~15예의 심박조율기 삽입술이 행해지고 있으며 특히 복합심기형과 같은 질환에서 심장 수술 후 발생하는 방실차단의 경우 심박조율기 삽입이 필요한 경우가 있는 것이 사실이다. 본 연구를 바탕으로 향후 심박조율기의 수명을 늘릴 수 있는 방법으로 낮은 역치값을 가지는 전극의 적절한 위치, 역치값의 시간에 따른 증가를 최소화하는 스테로이드 용출 전극의 사용이 고려되어야 한다는 사실을 확인할 수 있었다. 본원의 경험으로 심박 조율기는 5년 이상 80%의 환자가 재수술 없이 사용할 수 있었다. 이는 수술 후 발생한 방실 차단이나 부정맥, 서맥 등의 치료에 도움을 주었으며 큰 합병증 없이 심외막 심박조율기를 삽입하는 것이 환자에게 유리하였음을 보여주는 것이다. 심외막 심박 조율기 삽입 후 초기에 급격한 역치증가를 가져올 수 있어 전지소모를 빨리 일으키는 것이 재수술의 78%를 차지할 수 있다[4,8]. 원인은 환자의 나이가 어려서 생리적으로 빠른 심박동이 요구되고 수술 후 전극 삽입 부위에 생기는 섬유화의 영향이며, 이를 보완하기 위해, 급격한 역치의 증가를 막는 스테로이드 용출 전극이 사용되고 있으며 스테로이드 용출 전극의 하나인 Medtronic Capsure 4965 epicardial lead의 경우 본 병원에서도 총 15예 시행하였고 재수술이 5년 관찰 기간 중 1예밖에 없는 것을 볼 때 추후 이의 사용이 역치값의 급격한 증가를 막고 전지 소모를 감소시켜 심박 조

율기의 재수술률을 낮추는 데 도움이 될 것으로 생각된다. 또한 심외막 심박 조율기 삽입 시 전극의 위치, 혈액학적 변화에도 주의를 기울여야 한다.

## 결 론

소아연령군에서 심외막 심박 조율기 삽입 후 이를 재수술 없이 사용할 수 있는 비율은 기존 경험의 경우 19.1%의 환자만이 5년 내에 재삽입이 필요했으나 최근에는 스테로이드 용출 전극의 사용이 증가하고 있는 추세로 스테로이드 용출 전극의 재수술률은 6.7%였다. 향후 추적 관찰이 더 필요하지만 이는 심외막 심박 조율기의 수명을 늘리는 데 도움이 될 것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

1. Kerstjens-Frederikse MW, Bink-Boelkens MT, de Jongste MJ, et al. *Permanent cardiac pacing in children: morbidity and efficacy of follow-up.* Int J Cardiol 1991;33:207-14.
2. Codreanu A, Marcon F, Bosser G, et al. *Cardiac stimulation in the infant and young child.* Arch Mal Coeur Vaiss 2003;96:499-506.
3. Bonatti V, Agnetti A, Squarcia U. *Early and late postoperative complete heart block in pediatric patients submitted to open-heart surgery for congenital heart disease.* Pediatr Med Chir 1998;20:181-6.
4. Cutler NG, Karpawich PP, Cavitt D, et al. *Steroid-eluting epicardial pacing electrodes: Six year experience of pacing thresholds in a growing pediatric population.* Pacing Clin Electrophysiol 1997;20:2943-8.
5. Frohlig G, Schwaab B, Schwerdt H, Lawall P, Trendelenburg M, Schieffer H. *A new steroid-eluting screw-in electrode.* Pacing Clin Electrophysiol 1994;17(6):1134-42.
6. Balaji S. *Postoperative cardiac arrhythmias in children.* Curr Treat Opin Cardiovasc Med 2001;3(5):385-92.
7. Villain E, Martelli H, Bonnet D, Iserin L, Butera G, Kachaner J. *Characteristics and results of epicardial pacing in neonates and infants.* Pacing Clin Electrophysiol 2000;23(12):2052-6.
8. Schmid FX, Nowak B, Kampmann C, Hilker M, Oelert H. *Cardiac pacing in premature infants and neonates: steroid eluting leads and automatic output adaptation.* Ann Thorac Surg 1999;67(5):1400-2.
9. Hashimoto T, Sugawara M, Watanabe H, Hayashi J, Eguchi S. *A case of permanent pacemaker implantation in neonate using steroid-eluting myocardial pacing leads.* Kyobu Geka-Jpn J Thorac Surg 1997;50(11):965-7.
10. de Voogt WG. *Pacemaker leads: performance and progress.* Am J Cardiol 1999;83(5B):187-91.

### =국문 초록=

**배경:** 본 연구에서는 소아연령군에서 과거 13년 동안 시행한 심외막 인공 심박 조율 수술의 임상경험을 바탕으로 인공 심박동기의 평균 수명, 위치, 재수술의 원인 등을 알아보려고 하였다. **대상 및 방법:** 1989년 1월부터 2002년 7월까지 영구 심박 조율기 또는 전극의 이식을 시행한 83명의 환아에게 시행한 121예의 수술을 대상으로 하였다. 후향적으로 환자의무기록을 조사하여 심박 조율기의 수명, 자극 위치, 저항, R파, P파, 감지 위치 등을 조사하였다. **결과:** 수술 당시 측정된 평균 심실 자극역치는  $1.2 \pm 0.1$  (0.1~5) mV, 평균 저항은  $519.1 \pm 18.1$  (319~778) ohm, 평균 심실 R파 감지역치는  $8.9 \pm 0.7$  (4~20) mV, 평균 P파 감지역치는  $2.5 \pm 0.7$  (0.4~12) mV이었다. 심박 조율기의 평균 수명은  $64.7 \pm 3.7$  (2~196)개월이었다. 심박 조율기 무재수술률은 1년 94.6%, 2년 93.6%, 5년 80.8%, 7년 63.7%, 10년 45.4%였다. 재수술의 원인은 전지 고갈이 26예, 전극 이상이 9예 등이었다. 심박 조율기 삽입 후 이의 오작동과 관련된 수술 후 조기 사망은 없었다. **결론:** 소아연령군에서 심외막 심박 조율기 삽입 후 재수술 없이 이를 사용할 수 있는 비율은 비교적 만족할 만한 수준으로 19.1%의 환자만이 5년 내에 재삽입이 필요했다. 스테로이드 용출 전극의 재수술률은 6.7%로 이는 심외막 심박 조율기의 수명을 늘리는 데 도움이 될 것으로 생각된다.

**중심 단어 :** 1. 심박 조율기  
 2. 선천성 심장병