

## 無縫合心筋電極을 사용한 人工心搏調整器 설치 (40例 報告)

심 영 목\* · 노 준 량\*

- Abstract -

### Ventricular Pacing with Screw-in Sutureless Myocardial Electrode

Young Mog Sim, M.D.\* and Joon Ryang Rho, M.D.\*

We implanted pacemakers using screw-in sutureless myocardial electrode in 40 patients between February, 1980 and November, 1982 at Seoul Nation University Hospital.

Mean age of total patient who received the pacemaker implantation was 39.9 years, but excluding the patient who received the open heart surgery, mean age was 49.3 years.

Cause of pacemaker implanation was complete A-V block in 13 patients, symptomatic sick sinus syndrome in 12 patients, complete A-V block after open heart surgery in 12 patients, second degree A-V block with dizziness in one patient, and atrial fibrillation with slow ventricular response in two patients.

In thirty nine cases, electodes were implanted by subxiphoid approach, on the diaphragmatic surface of right ventricle.

In one case, electrode was implanted through the left anterior thoracotomy.

Acute stimulation threshold, measured in 35 patients, varied from 0.1 to 2.5 mA (mean 0.85 mA.), and R-wave amplitude (sensitivity), measured in 19 patients, varied from 2.9 mV to 11.5 mV (mean 7.6 mV). There was no hospital death.

The postoperative complications included wound seroma in two patients (5%), wound hematoma in three patients (7.5%), and pacing failure in one patient (2.5%).

The subxiphoid implantation of the pacemaker using sutureless myocardial lead was valuable in obtaining safe, reliable and long-term impulse generation.

### I. 緒 論

急死(Sudden death)한 患者에 대하여 電氣의 刺戟을 使用해 보겠다는 생각은 150年前부터 있어왔지만, 外部에 設置한 人工心搏調整器에 의한 心搏의 調整이 처음 試圖된 것은 1952年 Zoll에 의해서였다.

그 후 Hunter 등에 의해서 心筋電極(Myocardial

electrode)이 心筋에 심어졌고, 1959年 Furman과 Schwedel이 靜脈을 통해서 挿入한 電極에 의해서 心內膜電極(endocardial electrode)을 이용한 心搏의 調整을 長期的으로 試圖하였고, 1960年 Chardack 등이 수은-아연 전지(Mercury-Zionc battery)를 사용하여 完全移植型 心搏調整器를 腔상에서 성공적으로 手術할 수 있게된 이래로 여러 종류의 발달된 회로 및 電源이 개발되어 왔고 手術의 適應症에도 많은 변화가 있어서 소아에서는 完全房室블록(complete A-V block)보다 洞結節 機能不全(Sinns node dysfunction)인 경우에 더 많은 手術이 이루어지게 되었으며<sup>26)</sup>, 手術方法도 여러가지가 고안되어 왔다.

서울大學校病院 胸部外科에서는 여러 疾患으로 人工

본 논문은 1982년리 서울대학교병원 임상연구비의 일부보조에 의한 것임.

\* 서울大學校 病院 胸部外科

\* Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery,  
Seoul National University Hospital

心搏調整器의 設置가 필요하게 된 40名의 患者에 대하여 無縫合心筋電極(Sutureless myocardial electrode)을 使用한 人工心搏調整器를 장치함으로써 만족할만한 結果를 얻을 수 있었기에, 문헌고찰과 더불어 報告하는 바이다.

## II. 觀察對象

1980年 2月부터 1982年 11月까지의 2年 10個月 사이에 서울大學校病院 胸部外科에서 無縫合心筋電極을 使用하여 人工心搏調整器 移植術을 받은 40名의 患者를 對象으로 施術을 받게된 原因 및 手術方法과 이식후의 電極의 상태 및 退院後의 상태에 대하여 추적조사를 시행하였다.

## III. 結果 및 手術方法

전체 患者 중 남자가 20名, 여자가 20名으로 같은수였고, 평균연령은 39.9세였으며 이중 開心術을 받은후 人工心搏調整器를 설치한 患者를 제외하면, 평균연령은 49.3세였으며 51~60세 사이가 8名으로 가장 많은 것을 알 수 있었다(Table I).

Table I. Age distribution

Age	No. of patient	(Post OHS)
0-10	4	(4)
11-20	7	(5)
21-30	5	(1)
31-40	2	(0)
41-50	6	(1)
51-60	8	(0)
61-70	6	(1)
71-80	2	(0)
Total	28	(12)

開心術을 받은 후 人工心搏調整器를 설치한 例를 제외한 患者 중에서 최연소자는 15세의 心筋炎을 앓은후 完全房室블록이 발생한 여아이였고, 최고령자는 72세의 남자 患者였다.

人工心搏調整器를 설치하게 된 適應症으로는 完全房室블록이 13名으로 가장 많았고, 症狀을 동반한 sick sinus syndrome이 12名, 개수수술후 방실블록 혹은 서맥이 12名, 眩暈(Dizziness)을 동반한 第二度 房室

블록이 1名이었으며, 心室徐脈을 동반한 心手細動(atrial fibrillation with slow ventricular response) 患者도 2名이 있었다.

가장 흔했던 症狀은 아담—스트르크씨 症候群으로 13名이었고, 眩暈이 12名이었으며 心不全이 2名이었고, 아무 症狀은 없었으나 分娩을 위하여 病院을 방문하였다가 完全房室블록이 발견되어 人工心搏調整器를 설치하게된 경우가 1名이었다.

開心術後 발생한 完全房室블록으로 人工心搏調整器를 설치한 경우는 그 대부분이 先天性 心臟畸形 手術을 試行한 後였고 관막치환술을 받은 4명은 모두 서맥을 동반한 심방 세동이였다(Table II).

Table II. Post open heart surgery

Valve replacement	: 4
P-ECD	: 3
Ebstein's anomaly	: 2
TOF	: 1
C-TGV+VSD+PS	: 1
Single ventricle	: 1

모든 患者에 대하여 전신마취하여 手術하는 것을 원칙으로 하였으나 腦內出血(Intracerebral hemonhage) 및 당뇨병을 동반하여 전신마취가 곤란하였던 한명의 患者에 대하여는 국소마취하에 手術을 시행하였다.

手術은 劍狀突起下部(Subxiphoid) 피부절개술後 Transxiphisternal Extrapleural approach를 使用하였고, 無縫合心筋電極은 右心室의 橫隔膜과 接한 部位(Diaphragmatic surface)에 하나를 심는 것을 原則으로 하였으며, 대부분의 患者에게 새로운 피부절개를 하지 않고, 劍狀突起下部의 피부절개를 통하여 左側 肋骨下部의 前腹直筋膜(anterior rectus fascia) 밑으로 포켓을 만들어서 心搏調整器 및 導出(lead)을 심었으며, 남은 導出은 心囊속에서 심장전방으로 원형으로 감아서 電極의 安定을 꾀하였다(Table. III)(Fig. 1).

開心術後 心囊內에 癒着이 있었던 例를 제외한 나머지의 경우에는 右心室에 접근하는데 어려움이 없었으나 部分心內膜床缺損症(P-ECD)으로 開心術을 받은 후 발생한 完全房室블록으로 手術 2個月後 人工心搏調整器設置를 試圖하였던 患者에서는 심한 心囊의 癒着으로 劍狀突起下部 피부절개에 의한 手術時, 右心室破裂이 發生하여 부득이 左側 第四肋間을 통하여 手術을 試圖하여야만 하였고 心搏調整器 設置를 위하여 새로운 피부절개를 左側上腹部에 할 수 밖에 없었다. 이 경우

Table III. Surgical approach

1) Subxiphoid skin incision, transxiphisternal extrapleural approach	
2) Placement of myocardial electrode	
Diaphragmatic surface of right ventricle	
3) Placement of pulse generator	
Left subcostal space	(39)
Beneath the anterior rectus fascia	(32)
Beneath the rectus muscle	( 6)
In the subcutaneous tissue	( 1)
Right subcostal space	
Beneath the anterior rectus fascia	( 1)

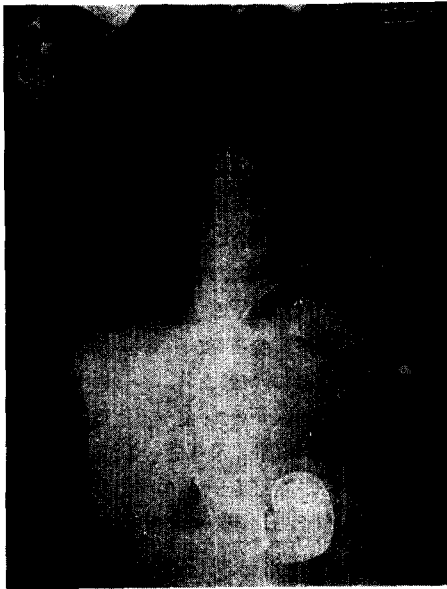


Fig. 1. Chest AP, after implantation of pacemaker.

에도 手術後 特別한 問題는 發生하지 않았다.

위와 같은 方法으로 手術하는데 걸린 時間은 平均 86 分(40~200分)이었고, 35名의 患者에게서 測定한 刺戟 閾值(Stimulation threshold)는 0.1~2.5mA 사이로 平均 0.85mA 이었고, 18名의 患者에 대하여 Medtronic 5300 Pacing system Analyzer로 測定한 R-wave amplitude는 2.9~11.5mV 사이로 平均 7.6mV 이었다. 이 중 2.9mV로 기록되었던 한 경우를 제외하고는 전부 5mV 이상이었다.

모든 患者에게 一極 無縫合心筋電極(Unipolar sutureless myocardial electrode)을 使用하였고, 心博

調整器는 모두 VVI type이었다.

(多目的調節用: Multiprogrammable 포함) (Table IV)

Table IV. Models of Pulse Generator

Pulse generator	No. of patient
Teletronics 182	2
Teletronics OPTIMA	11
Teletronics OPTIMA-MP	1
Medtronic MIREL VL	8
Medtronic SPECTRAX VL	13
Medtronic SPECTRAX SX	5
Electrode	
Unipolar sutureless myocardial lead with screw-in electrode	

手術後 發生한 合併症으로는 在院日에 거의 영향을 주지 않는 경한 創傷 漿液腫(Wound seroma)과 血腫(Hematoma)이 각각 2건과 3건 있었고, 心博調整失敗(Pacing failure)가 2건, 그리고 感受失敗(Sensing failure)가 1건 있었다. 心博調整失敗중 한 경우는 처음 人工心博調整器를 설치한 후 4일만에 整心博調整失敗가 發生하여 無縫合心筋電極을 右心室의 다른 部位에 設置하여 心博調整이 잘되는 것을 확인하였고, 또한 경우는 多目的 設調節用 人工心博調整器(Multiprogrammable pacemaker)를 設置하였던 경우로, 手術 3주후에 心博調整失敗가 發生하여 調節器(Rrogrammer)를 使用하여 pulse width를 0.5msec에서 0.8msec로 늘린 경우가 있었다. 感受失敗가 왔던 경우는 多目的 調節用 人工心博調整器를 설치한 후 感受失敗가 發生하여 感受閾值(Sensing threshold)를 2.5mV에서 1.25mV로 調節器를 使用하여 낮춘 경우가 있었다.

이상에서 再手術이 필요하였던 合併症은 하나 뿐이었다는 것을 알 수 있다.

#### IV. 考 按

人工心博調整器 設置를 위하여 電極을 심는 方法은 처음 開胸術(Transthoracic)에 의하여 試圖되었으나, 이에 따른 높은 死亡率과 罹病率때문에 靜脈을 통해서 電極을 設置하는 方法이 使用되게 되었고, 이 方法은 국소마취하에 試圖될 수 있으나 많은 手術後의 合併症 때문에 많은 사람들이 보다 나은 方法을 찾기위해 여러

방법들을 試圖하게 되었다. 이에 따라 많은 手術方法들이 結果와 더불어 발표되었으나, 실제 많이 使用되고 있는 方法은 위의 2가지 方法과 더불어 縱隔洞을 통한 方法(Transmediastinal)과 劍狀突起下部 피부절개에 의한 方法(Epigastric subxiphoid)을 合하여 4가지가 있다.

開胸術에 의한 方法은 左側 後外側 開胸術(Left posterolateral thoracotomy) 後 第四 혹은 第五肋間을 통하여 左心室에 접근하는 方法으로 이 경우는 시야가 매우 좋고, 따라서 房室同調性 心博調整器(A-V synchronized pacemaker)를 심는 경우에 유용하여 낮은 刺戟閾値를 얻을 수 있고<sup>14)</sup> 電極을 安定되게 부착시킬 수 있으나, 手術後의 罹病率과 死亡率이 높으므로 현재는 거의 使用을 하지 않고 제한된 경우에만 試圖될 뿐이다.

靜脈을 통해 電極을 挿入하는 方法은 일시적 心博調整을 위해 처음 考按된 方法으로 간편하게 설치할 수 있기 때문에 老人이나 심하게 전신상태가 나쁜 患者에게 安全하게 설치할 수 있다는 장점을 갖고 있으나 38~47%까지 報告되고 있는 많은 手術後 合併症<sup>12,15)</sup> 때문에 使用에 제약을 받고 있다. 흔히 發生하는 合併症으로는 電極의 이탈(Dislodgement of electrode), 刺戟閾値의 증가, 血栓症, 心內膜炎, 心臟穿孔, 心博調整器의 糜爛(erosion), 橫膈膜刺戟, 感染 등이 있다. 이중 가장 문제가 되는 電極의 이탈은 tined electrode를 使用함으로써 현저히 줄일 수 있다는 報告를 한 사람도 있다<sup>25)</sup>.

右心室로 접근하는 길로는 右側一橈側皮靜脈(Cephalic vein)이 가장 많이 使用되고 있으나, 이것이 작거나 막혀 있는 경우에는 頸靜脈(Jugular vein)이 使用될 수 있으며, 特別한 이유가 없는한 心博調整器는 患者의 右側 胸筋筋膜 위에 심는 것으로 되어 있다.

드문 경우로 感染된 心內膜電極을 빼는 도중에 三尖瓣膜의 裂離(Avulsion)를 초래한 경우에 대한 보고도 있다<sup>18)</sup>.

縱隔洞을 통한 手術方法은 開胸術때 發生하는 罹病率과 死亡率을 줄이면서 開胸術때의 장점을 얻기 위한 方法으로 考按해낸 것으로 左側 第五 肋軟骨을 자른후 心臟으로 접근하는 方法과<sup>6)</sup> 劍狀突起와 胸骨末端部를 자른 후 잘린 胸骨을 左側으로 젖히고 心臟으로 접근하는 方法(이 方法으로는 右心房에의 조작도 가능하므로 A-V sequential pacing時 유리하다) 및 肋骨下 피부절개(Subcostal incision)에 의한 方法도 있다<sup>17,22)</sup>.

Perryman 등은 縱隔洞을 통한 手術方法을 使用하였을때 無氣肺(Atelectasis), 胸水(pleural effusion)

등이 發生할 수 있고, 入院기일이 좀더 필요하지만 靜脈을 통하여 電極을 심는 方法과 비교하여 불 때 心博調整의 安定性 및 지구성이 월등이 우수하다는 발표를 하였다<sup>8)</sup>.

劍狀突起下部 피부절개술후 橫膈膜을 통해서 右心室로 접근하는 方法은, 1973年 처음으로 Screw-in type의 電極이 소개된 이래로 開胸術의 장점인, 導出의 安定性 및 낮은 刺戟閾値를 얻을 수 있고, 靜脈을 통한 方法처럼 간편하게 시술할 수 있기 때문에 널리 使用되게 되었다.

劍狀突起下部 피부절개에 의한 方法을 使用할 경우, 피부절개는 劍狀突起를 중심으로 上下로 하며, 시야를 돕기 위해 劍狀突起를 자를 수도 있는 것으로 되어 있으나, 劍狀突起를 자를 경우, 創傷 漿液腫, 血腫 및 感染 등 그에 따른 合併症이 생길 위험이 있으므로 우리의 경우는 될수 있는 한 劍狀突起를 자르지 않고 手術을 試行하였으며, 心囊을 좋은 시야에서 安全하게 절개하기 위해서는 心囊의 橫膈膜과의 경계부위를 감자로 잡아 아래로 당기면서 경계부위에 橫으로 절개를 가하면 右心室의 橫膈膜部位와 左心室의 일부가 노출되게 된다. 그후 右心室의 橫膈膜部位에 지방, 혈관 및 상처조직을 피하여 無縫合心筋電極을 심고, 心博調整器의 설치를 위하여 左側上腹部에 새로운 피부절개를 橫으로 가한후 劍狀突起下部 피부절개와 tunnel을 만들어서 導出을 통과시킨후 皮下 또는 筋膜 밑에 心博調整器를 심는 것으로 되어 있으나, 서양인에서와 달리 동양인은 피하지방의 두께가 얇아서, 皮下에 心博調整器를 심은 경우에 糜爛이 發生할 가능성이 많기 때문에, 우리의 경우는 한명을 제외하고는 모두 腹直筋膜 및 筋肉 밑에 심었으며, 새로운 피부절개를 하지 않고 劍狀突起下部 피부절개를 한 곳으로부터 포켓을 만들어서 心博調整器 및 導出을 심었다.

外國의 문헌에 발표된, 人工心博調整器移植術을 받은 患者의 평균연령은 65~75세 사이이나<sup>4,15,22,24)</sup> 우리의 경우 평균연령이 39.9세로 낮은 것은 人工心博調整器의 설치를 받은 患者가 많지 않고, 開心術을 받은 후에 人工心博調整器를 설치한 患者가 많다는 것과, 冠狀動脈疾患으로 人工心博調整器의 설치를 받게 된 경우가 거의 없다는 것이 原因이 되지 않았나 생각된다.

Screw-in electrode를 使用한 경우 Mansour<sup>24)</sup> 등은 刺戟閾値가 1V이하이코(p.w; 0.5msec) 電極의 저항이 300~900Ω 사이이며, R-wave amplitude가 4mV 이상이면 만족하다고 생각하여, 300名の 患者에게 右心室과 左心室에 각각 하나씩의 電極을 심고 Medtronic 5300 Pacing System Analyzer를 使用하여 測

Table V. Comparison of electrode complication rate.

Series	Transthoracic		Transvenous		Transmediastional		Epigastric Transdiaphragmatic	
	No. of electrodes	Cx. rate (%)	No. of electrodes	Cx. rate (%)	No. of electrodes	Cx. rate (%)	No. of electrodes	Cx. rate (%)
Brenner et al	50	34†	129	38	68	35†		
Green et al			129	26†				
Edhag d Lagergren			260	29				
Hehrlein et al			66	23 <sup>1</sup>			80	17 <sup>2</sup>
Lipp et al	31	65†	39	36†				
Harthorne et al	58	53	68	19				
Buffle <sup>29</sup>	30	76	98	38 <sup>3</sup>			52	15
			55	29				
Mansour et al <sup>24</sup>							300	19 <sup>4</sup>
Lawrie et al <sup>22</sup>					200	9 <sup>5</sup>		
Dixon et al <sup>8</sup>			100	47†	82	28		

1. Electrode displace only      2. Wound healing and stimulation disorder only  
 3. Before and after 1970.      4. Including mild pericarditis      5. Subcostal approach

정한 결과, 左心室에 심는 경우 刺戟閾値는 平均 0.8 7V, 1.92mA 였고 R-wave amplifade 는 11.2mV 였으며, 右心室에 심으 경우에는 刺戟閾値가 平均 0.90 V, 1.46mA 였으며 R-wave amplitude 는 8.62mV 였다는 결과를 얻어서 右心室에 심는 경우와 左心室에 심는 경우 별 차이가 없다는 결론을 얻었다. 이를 우리들이 경험한 40名의 患者에 대한 결과와 비교해보면 우리들의 경우는 刺戟閾値가 平均 0.85mA로 Mansour 등이 보고한 平均刺戟閾値보다 낮았고, R-wave amplitude 는 Mansour 등이 발표한 경우가, 우리들의 平均 7.6mV보다 높다는 것을 알 수 있다.

Lawie<sup>22)</sup> 등도 刺戟閾値가 1V이하 (p.w.; 0.8msec) 이고 電極의 저항이 300~800Ω 사이이며 R-wave amplitude가 4mV 이상이면 만족한 것으로 생각하였는데, 이는 1981년 Starv<sup>27)</sup> 등이 발표한, Screw-in electrode를 사용하였을 경우 刺戟閾値가 처음 일주일 동안에 8.2uJ까지 올라갔다가 점차 떨어져서 25주 후에는 1.8uJ까지 떨어지고, R-wave amplitude는 처음 試術할때 16.6mV로 높았다가 3주후에 8.5mV로 떨어진 후 다시 상승하여 25주 후에는 10.2mV로 된다는 것과 비교하여 볼때 매우 의미있는 수치라 할 수 있겠다.

이상과 같은 방법을 사용하여 人工心搏調整器를 설치한 후, 각각의 手術方法에 대한 결과를 발표한 논문

은 많이 있으나, 한 곳에서 2가지 이상의 수술조작을 하여 그 결과를 비교 발표한 논문은 매우 드문 편이다 특히 3가지 이상의 방법을 사용하여 그 결과를 비교 발표한 것은 Brenner 등과 Buffle 등이 발표한 논문밖에 없는 것 같다. 여러 病院에서 비교발표한 논문을 모아보면 Table 5와 같다.

Table V에서 볼 수 있듯이 開胸術에 의해서 人工心搏調整器를 심는 경우 합병증이 발생할 확률이 34~76%로 가장 높고, 劍狀突起下部 피부절개에 의한 방법이 20% 미만의 합병증을 나타내어 가장 낮은 것을 알 수 있으며 이는 우리의 경우와 비슷하다는 것 (6/40=15%)을 알 수 있다.

## V. 結 論

서울大學校病院 胸部外科에서는 40名의 患者에 대하여 無縫合心筋電極을 사용하여, 劍狀突起下部 피부절개에 의한 手術方法으로 人工心搏調整器를 설치하였던바, 거의 모든 患者에게 적은 위험부담으로 安定된 電極을 설치할 수 있었고, 手術後 合併症도 매우 낮다는 결과를 얻어 이에 報告하는 바이다.

## REFERENCES

1. Furman S and Schwedel : *An Intracardiac pacemaker for Stokes-Adams seizure. The New England Journal of Medicine* 261:943, 1959.
2. Furman S et al : *Implanted transvenous pacemaker, Ann. Surg.* 164:465, 1966.
3. Lagergren H et al : *305 cases of permanent intravenous pacemaker treatment for Adams-Stokes syndrome. Surgery* 59:494, 1966.
4. Furman S et al : *Retained endocardial pacemaker electrode, J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 55:737, 1968.
5. Imparato AM et al : *Electrode complications in patients with permanent cardiac pacemakers. Arch. Surg.* 105:705, 1972.
6. Victor Parsonnet : *Power sources for Implantable cardiac pacemakers. Chest* 61:165, 1972.
7. Imparato AM et al : *The trapped endocardial electrodes. Ann. Thorac. Surg.* 14:605, 1972.
8. Dixon SH et al : *Transmediastinal permanent ventricular pacing. Ann. Thorac. Surg.* 14:206, 1972.
9. Parsonnet V et al : *The natural history of pacemaker wires. J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 65:315, 1973.
10. Mansour KA et al : *Initial experience with a sutureless screw-in electrode for cardiac pacing. Ann. Thorac. Surg.* 16:127, 1973.
11. Hunter SW et al : *A new myocardial pacemaker lead. Chest* 63:430, 1973.
12. Mansour KA et al : *Cardiac pacemakers: comparing epicardial and pervenous pacing. Geriatrics* 3:151, 1973.
13. Scott Stewart: *Placement of the sutureless epicardial pacemaker lead by the subxiphoid approach. Ann. Thorac. Surg.* 18:308, 1974.
14. Tyers GFO et al : *The advantages of transthoracic placement of permanent cardiac pacemaker electrodes. J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 69:8, 1975.
15. Grögler FM et al : *Complications of permanent transvenous cardiac pacing. J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 69:895, 1975.
16. Nastallah A et al : *Runaway pacemaker in seven patient. J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 69:365, 1975.
17. Lawrie GM et al : *Left subcostal insertion of the sutureless myocardial electrode Ann. Thorac. Surg.* 21:350, 1976.
18. Lee ME et al : *Avulsion of a tricuspid valve leaflet during traction on an infected, entrapped endocardial pacemaker electrode J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 74:433, 1977.
19. Chavez CM et al : *Septicemia secondary to impacted infected pacemaker wire J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 73:796, 1977.
20. Lynch MF et al : *Permanent cardiac pacemakers implanted in the pleural space J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 76:101, 1978.
21. Jara FM et al : *Result of epicardial pacing by the left subcostal approach Ann. Thorac. Surg.* 28:561, 1979.
23. Nicholas P.D. Smyth: *Cardiac pacing (Collective review) Ann. Thorac. Surg.* 27:270, 1979.
24. Mansour KA et al : *Further evaluation of the sutureless, screw-in electrode for cardiac pacing J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 77:858, 1979.
25. Richardson JV et al : *Tined transvenous endocardial in children Ann. Thorac. Surg.* 31:329, 1981.
27. Starr DS et al : *Acute and chronic stimulation threshold of intramyocardial screw-in pacemaker electrodes Ann. Thorac. Surg.* 31:334, 1981.
28. 박문섭, 이흥균 : 두개의 전극도자를 삽입하게 된 permanent transvenous pacemaker implantation; 1예 보고 대한흉부외과학회지 14 : 168, 1981.
29. Pieve J. Buffle; *Ventricular pacing with epigastric transdiaphragmatic electrodes J. Thorac. Cardiovasc. Surg* 72:226, 1976.