

두개의 電極導子를 挿入하게 된 Permanent Transvenous Pacemaker Implantation : 1예 보고*

郭 文 燮** · 李 弘 均**

- Abstract -

Permanent Transvenous Endocardial Pacemaker inevitably implanted two Electrode Leads*

Moon Sub Kwack, M.D.** and Hong Kyun Lee, M.D.**

Since cardiac pacemaker was first totally implanted by Chardack, Gage and Greatbatch (1966), the electrical circuitry of the cardiac pacemaker has been improved, modified, and refined.

The problem of transvenous electrodes, however, is still remained; this may be due to electrode displacement, exit and/or entrance block, lead fracture and insulation defects.

In permanent cardiac pacing, irreversible loss of function of the transvenous electrode catheter eventually requires insertion of new lead.

Authors now report one case that disclosed easy displacement of electrode tip in early phase of implantation and then two years and five months later, malfunctioning electrode could not be withdrawn from the cardiovascular system because it has become firmly enclosed by fibrous tissue along its course from the vein tract to the right ventricle.

Under such circumstances, the electrode catheter tip was left in tricuspid annulus after being sutured at its entrance and burying the loop of lead in generator pocket. New other one electrode was then reimplanted through left external jugular vein.

서 론

1960年 Chardack, Gage, Greatbatch가 처음으로 完全移植型 永久的 心搏動器를 임상에서 성공적으로 시술한 이래로 심박동기의 전기적 회로는 더욱 개량되고 새로워졌으며 1973년에 와서는 Wilson Greatbatch, Ltd.에 의해서 lithium-iodide 연료전지가 개발되어 최근에는 이것이 보편화되고 있다.

經靜脈心內膜電極(transvenous endocardial elec-

* 이 논문의 연구는 1981년 가톨릭중앙의료원 학술 연구비로서 이루어진 것임.

** 가톨릭의과대학 흉부의과학교실

** Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery
Catholic Medical College

trode)도 더불어 많은 발전을 거듭하여 왔으나 전극이 心內膜에서 쉽게 轉位되거나 電極의 切斷, 絶緣體의 缺損, threshold의 상승이 발생하며 기능이 상실되었을 때 靜脈入口로부터 右心室內膜까지 단단한 섬유 조직층에 의해 고정된 전극을 제거하는 어려움을 비롯하여 감염증에 이르기까지 아직도 해결해야 할 문제로 남아 있다. 본 教室에서는 영구적 心搏動器移植의 合併症에 대한 보고(왕영필, 1977)를 한 바 있으나 그후 수십예의 經靜脈心內膜 永久的 心搏動器를 移植하는 과정에서 빈번한 電極導子端轉位를 일으켜 수차례 전극을 다시 움직여 심어야 했고 그후 2년 5개월 후 電極導子端의 threshold가 너무 상승되어 이 전극을 인위적인 힘으로 牽引, 제거하려 하였으나 완전제거하지 못하고 전극도자단을 右心室內에 남겨놓은 채 부득불 左側外頸靜脈을 통해 새로운 電極導子를 심어야 했던 1예를 경험하였기에 문헌고찰과 아울러 이에 보고하는 바이다.

중 예

조○희, 46세, 여, 무직

본 환자는 입원 5일전부터 빈번한 호흡곤란, 흉통 및 현기증이 발생하였으며 2일전부터 더욱 악화되어 1980년 12월 11일 본 병원에 입원하였다.

과거력 : 본 환자는 1971년경부터 徐脈症이 있는 것으로 알려졌으며 1978년 7월 16일 上記와 똑같은 증상으로 sick sinus syndrome이라는 진단하에 입원하여 동년 7월 19일 左側 大腿靜脈을 통해 臨時心搏動器를 달았으며 5일후 국소마취하에 右側外頸靜脈을 통해 심내막에 전극을 심고 generator (Omni-Stanico, Lithium-Powered, Programmable, R-wave inhibited pacemaker)는 右側 大胸筋의 上方, 皮下조직에 묻어주었다. 當時 전극도자단은 심사의 轉位되어 수술후 心搏動器囊을 열고 電極導子端을 움직여 再位置시켰으며 그후 퇴원하여 특이 異常없이 2년 5개월간 정상적인 生活을 하여왔다.

入院당시 이학적 소견 : 환자의 영양 및 발육 상태는 중등도였으며 호흡이 곤란해 보이며 (分當 30회), 兩 볼은 紅潮를 띄고 있었다. 혈압은 80/60 mmHg, 맥박은 分當 35회 내지 40회로 저하되어 있었으며 체온은 36.2

℃로 다소 낮았다. 兩안점의 血管像이나 頸靜脈의 腫창은 없었으며 흉부청진상 호흡음도 정상이었다. 심음청진상 심한 徐脈 및 不靜脈이 있음을 확인할 수 있었으며, 心收縮 및 이완기의 잡음은 청취할 수 없었다. 복부소견상 간, 비장의 비대는 없었으며 腹水에 의한 복부 팽만이나 兩下肢의 부종도 관찰되지 않았다.

임상검사소견 : 혈액학적 검사에서 혈색소치 14.8 gm %, 철구용적 42%, 백혈구 5000/mm³로 정상치였으며 생화학적 검사에서 혈장단백질 7.0 gm %, 혈장콜레스테롤 187 mg %로서 별로 증가되어 있지 않았고 CPK 54 IU/g으로 기타 효소치도 정상범위에 있었다. 혈청학적 검사에서도 VDRL, CRP, 류마치스因子 및 ASO치 등 모두 음성 또는 정상치를 보이고 있었다. 흉부 X-선상에서는 兩側肺野는 깨끗하였으며 심장은 다소 커진 듯 하나 정상범위였으며 左心臟緣이 뚜렷하게 나타나는 것으로 보아 심장의 운동력이 감소되어 있음을 알 수 있었다. 심박동기의 전극도자단은 右心室尖部에 잘 고정되어 있었으며 導子自體의 絶斷소견이나 generator自體의 損傷은 없는 것으로 보였다(그림 1). 心電圖소견상에서는 徐脈과 間歇的인 nodal escape beat를 관찰할 수 있었으며 많은 pacing blip은 나타나나 心室의 반응이 뒤따르지 못하였다(그림 2).

본 환자는 입원當日부터 Isordil (30mg/dav), va-

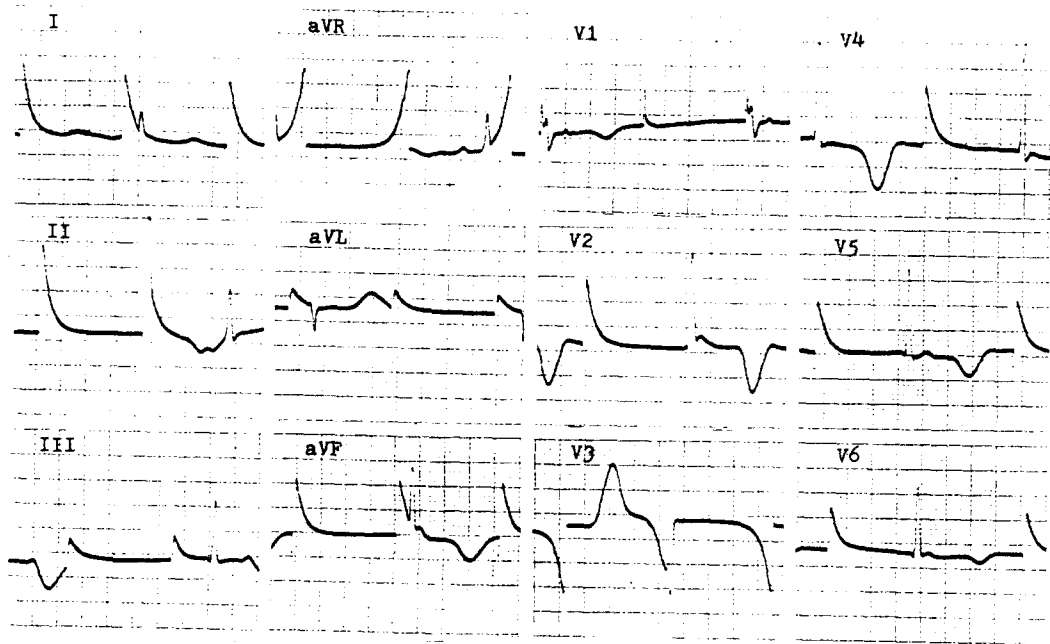


Fig. 2. This electrocardiogram reveals malfunctioning pacemaker blip without ventricular response, and sinus bradycardia with occasional nodal escape beat.



Fig. 1. Chest P-A on admission: Lungs are clear. Heart appears borderline cardiomegaly. Pacemaker electrode tip is seen to be well implanted in the trabeculae of right ventricular apex. Wire seems to be not broken.

lium (6mg/day)을 經口투여하였고 Isuprel과 Dopamine을 適時에 투여하고 산소를 흡인시켰다. 입원 제 3일째 되는 날 심박동기의 電極導子와 電池의 機能

如否를 확인하기 위해 局所마취下에 환자의 右側胸壁의 心搏動機囊을 열었다. 心搏動機의 分析機를 사용하여 제거한 generator의 기능을 측정해 본 결과 pulse rate 72 ppm, output current 5.1mA, pulse interval 830msec, pulse width(pulse duration) 1.86msec로서 정상적인 기능을 갖고 있었다. 그러나 電極導子の 기능을 측정해 본 바 R-wave sensing은 4.1mV로 비교적 만족한 수치를 보였으나 pacing threshold는 6.0V로서 상당히 상승되어 있음을 확인할 수 있었다. 저자는 導子端의 상승된 threshold를 矯正하는 方法의 하나로 일단 電極導子を 제거해 볼 것을 계획하고 monitor에 나타나는 心電圖의 變化를 주시하며 도자를 人爲的으로 數回에 걸쳐 牽引시키므로써 일단 電極導子端을 右心室尖部內膜으로부터 이탈시키는데 成功하였다. 그러나 아주 강한 힘을 가해 잡아 당겨도 三尖瓣위치에 단단히 걸려있는 導子端은 더 이상 빠져나올 수 없었다. 또한 이 당시에는 새로 끼울 電極導子が 준비되어 있지 않았으므로 빠지지 않는 電極導子端을 三尖瓣位置에 있도록 당긴 상태로 靜脈入口에서 몇 바늘을 댄 뒤 導子を 고정하고 나머지는 들들 말아서 generator를 제거한 pocket內에 집어 넣고 皮膚을 닫아버렸다. 그리고 다시 좌측 大腿靜脈을 통해 臨時心搏動器를 설치하였다.

제거된 generator는 그 기능이 正常的이었으므로, gas소독을 하여 다시 사용토록 하였으며 새로운 전극도자(Omni-Stanacor® Unipolar lead)를 준비시킨

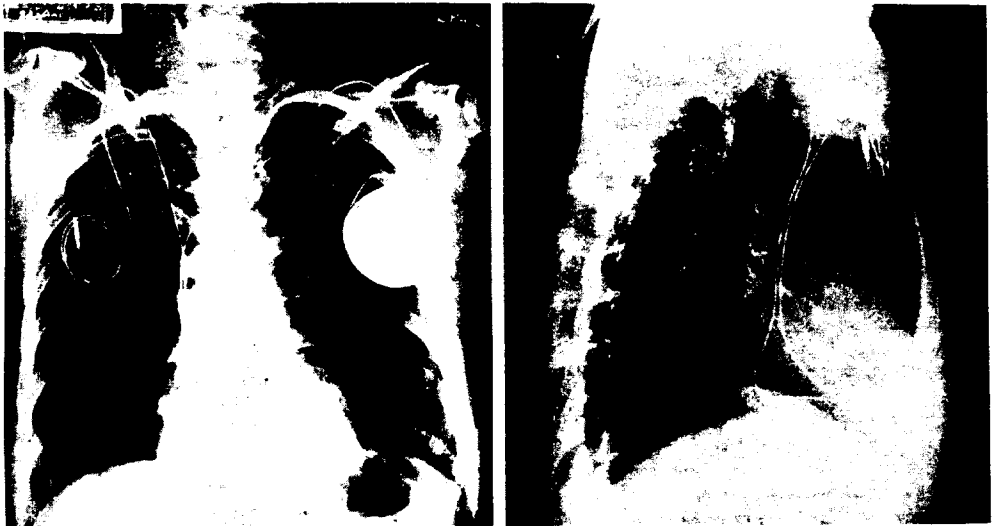


Fig. 3. Chest P-A & Left lateral view after new one permanent transvenous pacemaker implantation on the left side. The tip of old incarcerated electrode is floating in right ventricular chamber near the tricuspid valve. New one electrode tip is well wedged into right ventricular apex.

후 입원 15일째에 국소마취하에 左側 外頸靜脈을 통해 심박동기를 심어주었다(그림 3). pacing threshold 1.3mA, R-wave sensing 4.1mV를 얻을 수 있었으나 수술當日부터 도자端은 原位置를 이탈하여 心搏動器가 기능不全(malfunction)을 하고 있음을 心電圖에서 보여주었다. 그리하여 본 환자는 다음날 全身 마취하에 다시 심박동기낭을 열고 전극도자단을 재조정하여 pacing threshold 1.3V(0.7mA), R-wave sensing 5.2mV되는 심실내막에 적절히 고정시켰다. 심전도상 심박동기는 기능이 잘 발휘되고 있음을 볼 수 있었으며(그림 4) 그후 퇴원하여 現在까지 특이 異常없이 건강하게 잘 지내고 있다.

고 안

人工心搏動器의 移植은 국소마취하에 시행하는 것이 보통이며 환자가 不安하고 苦痛스러워 할 경우 全身 마취하에서 시행할 수 있다. 저자의 예에서는 臨時 또는 永久的 搏動器를 이식할 때 모두 국소마취하에 실시하였으며 다만 電極導子端이 빠져 이탈되어 마지막에 다시 심을 때 全身마취를 하고 시행하였다. 영구적심박동기를 移植할 때에는 우선 臨時心搏動器를 尺側皮靜脈(basilic vein)이나 大腿靜脈을 통해 미리 설치하고 실시하는 것이 가장 안전한 것으로 되어 있으며(Furman,

1966) 저자도 이러한 과정을 원칙으로 하였다. 電極導子는 右側의 頭靜脈(cephalic vein)을 통해 집어 넣는 것이 가장 理想的이나 너무 가늘어 집어넣기 어려울 때에는 어쩔 수 없이 右側外頸靜脈을 사용하는 것으로 되어 있으며 본예는 頭靜脈이 양측 모두 가늘고 약하여 外頸靜脈을 사용하였다.

1975年 Grögler의 報告에 依하면 經靜脈 心內膜搏動器를 使用한 770예를 분석해 본 바 그 合併症을 보면 早期轉位(2주이내) 46예, 後期轉位(2주이후) 32예로서 電極導子端의 轉位가 가장 많은 문제점이었으며 導子切緣體의 缺損 30예, 導子切斷 21예, threshold 상승 12예, 暈厥막자극 8예, 심근친공 5예, 혈전증 3예를 보고한 바 있다. 그는 ventricular capture의 喪失原因은 導子端이 右心室內에 浮遊하거나 心室밖에 位置하게 되는 때문이라고 하였으며 가장 늦게 導子端轉位를 일으킨 것이 4년 6개월이었다고 하였다.經靜脈心內膜搏動器의 근본적 短點은 導子端의 轉位로서 Grögler(1975)가 11%를 보고한 것 이외에 다른 문헌을 보아도 0.6%~29%까지 보고되고 있다(Furman 1972, Lagergren 1966, Mansour 1973, Seremetis 1973).

一般的으로 早期轉位를 일으키는 가장 많은 原因은 섬유성 內皮膜에 의해서 電極이 고정되기 전에 右심실肉柱(trabeculae)內에 導子端이 不完全하게 닿을 내리기 때문이다. 後期轉位도 흔히 발생할 수 있는데 이것은 특

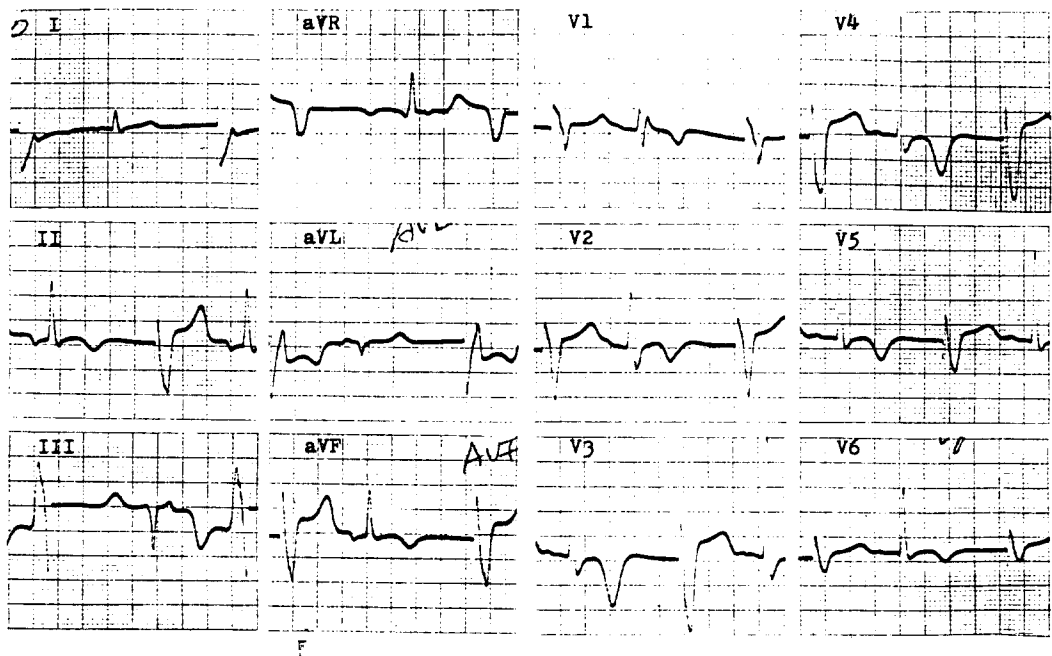


Fig. 4. This electrocardiogram reveals well functioning pacemaker before discharge from our hospital.

히 plugless electrode를 사용할 때 발생한다고 하였다(Doenecke 1972).

저자의 예는 2회나 導子端轉位 가 있었으며 모두 移植수술후 2~3일 이내에 발생하였다.

Parsonnet(1973)의 보고에 의하면 生産會社에 따라 다소의 차이가 있으나 threshold의 상승으로 인해 電極導子를 제거해야 했던 예는 281예중 39예(14%)였다고 보고하였다. 導子端의 threshold는 2주~4주내에 급격히 상승하여 드물게는 처음 threshold의 10배까지도 상승된다고 하며, 그후부터 다소 떨어진 수준에서 안정되면서 더 이상의 변화를 일으키지 않는다고 하였다(Siddons 1968). 經靜脈心内膜搏動器를 사용할 때 導子端 threshold의 測定은 반드시 이루어져야 하며(Smyth 1966) 最善의 위치를 택할 때 낮은 pacing threshold 즉 1mA 이하를 기록하도록 함이 중요하다(Smyth 1968, Grogler 1975). 저자는 심박동기분석기를 사용하여 아주 낮은 pacing threshold (0.5 mA or 0.5V)를 얻도록 하는 것을 원칙으로 하였다(Nicholas 1969). threshold치의 심한 상승은 어떤 원인이든간에 감염이나 섬유화에 의해 발생하며 결과적으로 pacing이 상실되면 "exit block"이라 부른다(Preston 1966). 저자의 예도 심박동기 이식후 2년 5개월이 경과되면서 전극導子端의 심한 섬유조직증식으로 pacing threshold가 상승되므로써 "exit block"이 나타난 것으로 생각되며 心電圖上 심박동기의 blip은 보이거나 ventricular capture가 잘 되지 않음을 주목할 수 있었다. pacing threshold가 비정상적으로 상승되면 심박동기로부터의 전기적 자극은 心筋에 영향을 주지 못하므로 결국 전극도자의 재이식이 필요하게 된다. Grögler(1975)는 high threshold 12예를 언급하면서 이들은 최소 3주와 최고 5년 사이에서 발생하였다고 하였다. 그리고 이 중 2예는 進行性心内膜纖維化症때문에 開胸하고 心外膜心搏動器를 달아주어야만 했다고 보고하였다.

右心室尖部に 위치시킨 心内膜電極導子は 一般的으로 6주 내지 8주가 지나면 단단히 固定되어 제거하기 어려운 것으로 되어 있으므로(Rettig 1979) 그후 電極의 기능이 상실되더라도 세균이 감염돼 항생제를 비롯한 對症療法로 치료되지 않는 경우를 제외하고는 제거할 필요가 없다고 하였다(Dargan 1971). Furman(1968)에 의하면 導子が 插入된 靜脈入口로부터 右心室內에 이르는 通路를 따라 導子주위에는 두꺼운 血管肉皮層이 생기므로 導子를 더욱 단단하게 心室内柱(trabecular)에 고정시키게 되나 훗날 導子를 제거하는데 어렵게 된다고 상세히 記述한 바 있다. 이러한 어려움을 극복하고 導子를 제거하는 방법으로서 Bilgutay(1969)는 2예의

환자에서 전극도자에 1/2 내지 2파운드의 추를 달아서 은근하고 지속적인 牽引을 시도해 주므로써 성공적으로 제거할 수 있었음을 보고하였다. 그후 牽引에 의한 제거방법이 여러 사람들에 의해 제안되었지만(Imparato 1972, Kalmar 1975) 強力한 牽引으로 인하여 심한 合併症이 유발되었던 예들이 보고되었다. 그 合併症으로는 부정맥, 속이 가장 많으며 투시하에서 보면 우심실벽이 三尖瓣까지 陷沒되어 들어옴을 볼 수 있다고 하였다(Imparato 1972). 그리고 心室頻脈(Bilgutay 1969) 心室細動(Seeling 1969), 心室内電極導子切斷(Yarnoz 1974), 動靜脈瘻(Köhler 1977)가 보고되었다. Tallury(1972)는 너무 강력한 牽引을 한 결과 右心室尖部に 2cm의 裂傷이 생겨 치명적인 血心囊이 발생되었음을 보고하였다. Kohler(1977)는 뽑아낸 導子端에 心筋組織과 함께 찢겨나온 것을 보고한 바 있으며 또한 Imparato(1972)는 계속적인 牽引으로 말미암아 導子の 염증을 유발시킬 수 있다고 하였다. 이러한 위험성을 비추어 보건대, 대부분의 사람들은 持續的이거나 強力한 牽引을 하는 것을 싫어한다(Furman 1968, Seeling 1969, Tallury 1972, Petterson 1973). 저자도 이러한 内容에 同意하나 1978년에 다른 1예의 환자에서 1년 8개월후에 頸靜脈入口에서 自然切斷된 電極導子를 손으로 牽引시켜 成功的으로 心臟內로부터 完全제거할 수 있었던 경험이 있었기에 본 예에서도 牽引法으로 제거하려 시도했던 것이다. 그러나 본 예에서는 右心室内膜肉柱에서만 분리될 수 있었을 뿐 三尖瓣을 빠져나올 수가 없었다. 과거에 Jensen(1966)은 機能없는 異物質은 人體로부터 제거되어야 한다는 外科의 原則에 따라 非機能的인 導子를 開胸하고 제거한 적도 있지만 오늘날에 와서는 감염이 동반되지 않는 한 電極導子를 남겨놓는 것을 正當化하는 정책을 쓰고 있다. 왜냐하면 감염되지 않은 非機能性導子は 心臟機能에 아무런 異常도 일으키지 않고 여러해 동안(최고 86개월) 남겨져 있을 수 있으며 三尖瓣機能不全은 결코 볼 수 없었다고 하였다(Rettig 1972). 다만 감염이 계속 존재하거나 導子の 移動이 心室로부터 肺動脈으로 일어난다면 開胸하고 제거하여 주어야 한다. 반면에 Petterson(1973), Robboy(1969)는 心室内膜導子를 여러개 이식한 후에 三尖瓣機能不全을 예측할 수 있다고 했으며 剖檢上에서 瓣膜에 부착된 導子和 三尖瓣의 穿孔까지 發見하였다고 하였다.

이상과 같이 저자의 예는 移植된 電極導子が 쉽게 轉位되기도 하고 또 후에 높은 pacing threshold를 보여주었으므로 이러한 경우 Larsson(1976)이 주장한 대로 開胸하고 心筋에 직접 電極을 부착시켜 주는 것이 환자에게 괴로움을 덜 주는 현명한 處事이었을지도 모른

다. 더우기 본 에는 輕微하나마 原因不明의 心筋病(cardiomyopathy)를 서서히 보이는 듯 하며 이미 左右에 心搏動器를 심은 것을 勘案할 때 次後 다시 pacing threshold가 상승되고 exit block이 출현할 경우에는 開胸하고 心外膜電極을 심는 方法을 講究하여야 할 것이다.

결 론

저자는 그동안 수십예의 經靜脈心内膜搏動器를 移植하는 過程에서 빈번한 電極導子端의 이탈로 수차에 걸쳐 導子を 再調整해야 했고 pacing threshold의 상승으로 본래의 導子を 右心室内에 남겨놓은 채 새로운 電極導子を 反對側에 使用해야 했던 sick sinus syndrome 1예를 經驗하였기에 報告하는 바이다.

REFERENCES

1. Bilgutay, A.M., Jensen, N.K., Schmidt, W.R., Garamella J.J., and Lynch, M.F. : *Incarceration of transvenous pacemaker electrode. Removal by traction. Am. Heart J.* 77:377, 1969.
2. Chardack, W.M., Gage, A.A., and Greatbatch, W. : *A Transistorized, Self-contained, Implantable Pacemaker for the long-term Correction of Complete Heart Block, Surgery*, 48:643, 1960.
3. Dargan, E.L., and Norman, J.C. : *Conservative Management of Infected Pacemaker Pulse Generator Sites, Ann. Thorac. Surg.* 12:297, 1971.
4. Doenecke, P., Bette, L., Harbauer, G., Hoffmann, W., Hofmeier, G., and Schieffer, H. : *Verminderung der Dislokationshäufigkeit durch Verwendung neuentwickelter transvenöser Schrittmacherelektroden, Z. Kreislaufforschg.* 61:887, 1972.
5. Furman, S., Escher, D.J.W., Solomon, N., and Schwedel, J.B. *Implanted transvenous pacemakers : Equipment, technic and clinical experience. Ann. Surg.* 164:465, 1966.
6. Furman, S., and Escher, D.J.W. : *Retained endocardial pacemaker electrodes, J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 55:737, 1968.
7. Furman, S., Escher, D.J.W., and Parker, B. : *The Pacemaker Follow-up Clinic, Progr. Cardiovasc. Dis.* 14:515, 1972.
8. Grögler, F.M., Frank, G., Greven, G., Dragojevic, D., Oelert, H., Leitz, K., Dalichau, H., Brinke, U., Löhlein, D., Rogge, D., Hetzer, R., Hennersdorf, G., and Borst, H.G. : *Complications of permanent transvenous cardiac pacing. J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 69:895, 1975.
9. Imparato, A.M., and Kim, G.E. : *Electrode complications in patients with permanent cardiac pacemakers, Arch. Surg.* 105:705, 1972.
10. Imparato, A.M., and Kim, G.E. : *The trapped endocardial electrode. Removal by prolonged graded skin traction, Ann. Thorac. Surg.* 14:605, 1972.
11. Jensen, N.K., Schmidt, W.R., Garamella, J.J., Lynch, M.F., and Peterson, C.A. : *Intracavitary cardiac pacing. J.A.M.A.* 195:916, 1966.
12. Kalmar, P., Bally, K., Bleese, N., Kitzing, J., Krebber, H.J., Pinich, P., and Polonius, M.J. : *Clinical complications due to pacemaker system failures and their management : M. Schaldach and S. Furman, eds., Advances in pacemaker technology, Berlin-Heidelberg. New York, 1975. Springer Verlag. pp. 153-174.*
13. Köhler, F., and Schmitt, C.G. : *Über einige seltene Komplikationen durch transvenöse Herzschrittmacher-Elektroden. Morphologische und klinische Befunde, Z. Kardiol.* 66:44, 1977.
14. Lagergren, H., Johannson, L., Schüller, H., Kugelberg, J., Bojs, G., Alestig, K., Lindner, E., Borst, H.G., Schaudig, A., Giebel, O., Harms, H., Rodewald, G. and Scheppokat, K.D. : *Three Hundred Five Cases of Permanent Intravenous Pacemaker Treatment for Adams-Stokes Syndrome, Surgery* 59:494, 1966.
15. Larsson, S. : *Experiences with a new myocardial electrode for permanent cardiac pacing. Acta. Med. Scand., Suppl.*, 596:448, 1976.
16. Mansour, K.A., Dorney, E.R., Denis, H.T., and Hatcher, C.R., Jr. : *Cardiac Pacemakers: Comparing Epicardial and Pervenous Pacing. Geriatrics* 3:151, 1973.
17. Nicholas, P.D., Symth, M.D. *Cardiac Pacemaking : Collective Review. Ann. Thorac. Surg.* 8:166, 1969.
18. Parsonnet, V., Gilbert, L., and Jucker, I.R. : *The Natural History of Pacemaker Wires, J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 65:315, 1973.
19. Petterson, S.R., Singh, J.B., Reeves, G., and Kocot, S.L. : *Tricuspid valve Perforation by Endocardial Pacing Electrode, Chest* 63:125, 1973.
20. Preston, T.A., Judge, R.D., Bowers, D.L., and Morris, J.D. *Measurement of pacemaker performance. Amer.*

- Heart J. 71:92, 1966.
21. Rettig, G., Doencke, P., Sen, S., Volkmer, I., Bette, L. : *Complications with retained transvenous pacemaker electrodes. Am. Heart J.* 98:587, 1979.
 22. Robby, S.J., Harthorne, J.W., Leinbach, R.C., Sanders, C.A., and Austen, W.G. : *Autopsy Findings With Permanent Pervenous Pacemakers, Circulation* 39: 495, 1969.
 23. Seeling, A., and Sykosch, H.J. : *Pacemaker and infection, Thoraxchirurgie* 18:336, 1969.
 24. Seremetis, M.G., De Guzman, V.C., Lyons, W.S., and Peabody, J.W., Jr. : *Cardiac Pacemakers : Clinical Experience With 289 Patients, Am. Heart J.* 85:739, 1973.
 25. Siddons, A.H.M., and Sowton, E. *Cardiac Pacemakers, Springfield Ill. : Thomas, 1968.*
 26. Smyth N.P.D. Technique for insertion of transvenous endocardial pacemakers. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 51:755, 1966.
 27. Smyth N.P.D., Bacos, J.M., and Keller, J.W. Progress in cardiovascular surgery : *Experimental and clinical use of a variable parameter cardiac pacer. Dis. Chest* 53:93, 1968.
 28. Tallury, V.K., De Pasquale, N.P., Bruno, M.S., and Nody, A.C. : *Migration of retained transvenous electrode catheter, Arch. Intern. Med.* 130:390, 1972.
 29. Yarnoz, M.D. Attai, L.A. and Furman, S. : *Infection of pacemaker electrode and removal with cardiopulmonary bypass. J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 68: 43, 1974.
 30. 왕영필, 박문섭, 김삼수, 이홍균 : *Cardiac pacemaker implantation의 합병증. 대한흉부외과학회잡지*, 10 : 219, 1977.