

小児に対する経静脈的ペースメーカーの植え込み

中本 進¹⁾, 佐賀 俊彦¹⁾, 谷平由布子²⁾, 三宅 俊治²⁾
 金田 敏夫¹⁾, 尾上 雅彦¹⁾, 北山 仁士¹⁾, 中村 好秀²⁾
 篠原 徹²⁾

近畿大学医学部心臓外科¹⁾, 心臓小児科²⁾

Key words :

経静脈的ペースメーカー植え込み, スクリュー型電極, 洞機能不全症候群

Transvenous Pacemaker Implantation in Pediatric Patients

Susumu Nakamoto,¹⁾ Toshihiko Saga,¹⁾ Yuko Tanihira,²⁾ Toshiharu Miyake,²⁾ Toshio Kaneda,¹⁾

Masahiko Onoe,¹⁾ Hitoshi Kitayama,¹⁾ Yoshihide Nakamura,²⁾ and Toru Shinohara²⁾

Department of ¹Cardiovascular Surgery, and ²Pediatric Cardiology, Kinki University, School of Medicine, Japan

Background: Cardiac pacing for children has been performed to treat congenital complete atrioventricular block or bradycardia after cardiac surgery. Recently atrial pacing has been used to treat atrial flutter or atrial fibrillation in patients who have had extensive atrial surgery such as the Fontan operation. A transvenous rather than epicardial approach is being used with increasing frequency in small children because of the development of smaller leads and pulse generators. The purpose of this study is to discuss the usefulness of intravenous pacemaker lead implantation and how to adapt to patient growth.

Methods: From May 1995 to June 2001 transvenous pacing systems were implanted in 6 children (2 females and 4 males). Age at pacemaker implantation ranged from 5 years to 15 years 6 months and body weight ranged from 14.3 kg to 56 kg. Changes in the position of intravenous pacemaker leads was checked by serial chest roentgenograms. Complications due to endocardial leads were also examined.

Results: Six patients underwent intravenous pacemaker lead implantation. Reoperation was performed in one patient because of lead dislodgement. However, no reoperation was performed because of exit block or elevation of threshold. A single VDD pacemaker lead was implanted in 2 patients and a screw-in lead was implanted in 4 patients for AAI pacing. In one patient who underwent atrial pacing to treat atrial flutter after closure of a ventricular septal defect, the atrial lead became dislodged the day after pacemaker lead implantation. Because an appropriate site for atrial pacing could not be found, the pacing lead was fixed to the right ventricular apex. A 5-year-old male underwent atrial pacemaker implantation, due to atrial flutter after correction for pulmonary atresia and ventricular septal defect. A loop was created in the right atrium to allow for growth, but was not needed as the patient grew.

Conclusions: Transvenous pacemaker implantation is useful for pediatric patients, particularly to treat atrial flutter or atrial fibrillation. Appropriate entry sites must be chosen to prevent obstruction of the superior vena cava, because while it can be asymptomatic, it will prevent insertion of new endocardial leads. In small children, the internal jugular vein seems to be the best entry site and it is also important to check the diameter of vein using ultrasonography.

要 旨

背 景：小児に対するペースメーカー植え込みは、先天性完全房室ブロックや心臓手術後の徐脈の改善に主として行われてきた。近年、フォンタン手術など心房に著しい侵襲が加えられた後の心房細動あるいは心房粗動の治療の目的で心房ペースメーキングが行われるようになった。ペースメーカーの小型化、細い経静脈用電極の使用が可能となり小児に対して心筋電極よりも経静脈的に電極が植え込まれるようになった。

目 的：小児に対する経静脈的に電極を植え込みした症例について検討し、その有用性、成長過程における対処について検討する。

方 法：1995年5月～2001年6月までに経静脈的に電極を植え込んだ6例を検討の対象とした(女児2名, 男児4名)。ペースメーカー手術時の年齢は5～15歳6カ月で、体重は14.3～56kgであった。経時的に撮られた胸部レントゲン写真を検討し成長に伴うリードの変化について検討した。

結 果：6例の小児に対して経静脈的ペースメーカー電極植え込みを行い、1例で電極の遊離のため再手術が必要となった。閾値の上昇、ブロックのため再手術が必要となった症例はない。VDDリードを2名に、心房ペースメーキングのためにスクリュー型電極を4名に植え込んだ。心室中隔欠損術後の心房粗動に対して心房ペースメーキングを試みた症例で手術翌日心房電極の遊離が起こった。心房ペースメーキングのために適当な部位が見つからなかったために右室心尖部にリードを固定した。心室中隔欠損を伴った肺動脈閉鎖に対して根治手術を行ったのち心房粗動となった5歳の男児に心房ペースメーキングを行った。成長に対する対応として余分なループを右房の中に作製したが、成長に伴いリードは引き延ばされることはなかった。

結 論：経静脈的ペースメーカー植え込みは小児でも有用で、特に心房粗動、心房細動の治療には有用であった。上大静脈の閉塞は無症状のこともあるが、上大静脈が閉塞すると新しいリードを挿入することができない。従って、上大静脈の閉塞を防ぐために適当な挿入場所を選択する必要がある。小さな子供では内頸静脈が最も適していると思われるが、エコーによってその径を確認することが重要である。

平成13年10月18日受付

別刷請求先：〒589-8511 大阪狭山市大野東377-2

平成14年3月5日受理

近畿大学医学部心臓外科 中本 進

Table Patient profile

Patient	Gender	Age	Body weight at operation	Disease	Remark	Implanted Pacemaker
1	M	13y5m	56kg	Sick sinus syndrome AF		AAI
2	F	15y6m	47kg	Complete AV block	VSD/P	VDD
3	F	13y2m	53.6kg	Complete AV block	Ebstein anomaly/P TVR(MF-29M)	VDD
4	M	5y	14.3kg	Sick sinus syndrome AF	Pulmonary atresia with VSD/P	AAI
5	M	6y8m	15.9kg	Sick sinus syndrome AF	CAVC, SV, TGA, IVC absence with azygous connection right pulmonary arteriovenous fistulas(coil embolization/P)left modified BT/P, TCPS/P, TCPC/P	AAI
6	M	11y7m	29kg	Sick sinus syndrome AF	VSD/P	VVI

AF: atrial flutter, Complete AV block: complete atrioventricular block, VSD: ventricular septal defect, TVR: tricuspid valve replacement, CAVC: common atrioventricular canal, SV: single ventricle, TGA: transposition of great arteries, IVC: inferior vena cava, BT: Blalock Taussig shunt, TCPS: total cavopulmonary shunt, TCPC: total cavopulmonary connection

緒 言

小児に対するペースメーカー植え込みは、先天性完全房室ブロックや心臓手術後の徐脈の改善に主として行われてきた。近年、心房に著しい侵襲が加えられた後の頻拍、心房粗動あるいは心房細動の治療の目的で心房ペースキングが行われるようになった。小児に対するペースメーカー植え込みは、ペースメーカーが大きく前胸壁に植え込むのが困難なこと、電極が太くて利用可能な静脈が少なく、三尖弁に対して障害をもたらす可能性があること、リードの遊離が起こりやすいことなどの理由で、心筋電極が第一選択であった。ペースメーカーの小型化、細い経静脈用の電極が利用可能となり小児に対しても経静脈的に電極が植え込まれるようになった。小児に対して行った経静脈的ペースメーカー植え込みについて検討し報告する。

対 象

1995年5月～2001年6月までに経静脈的に電極を植え込んだ6例(女児2例,男児4例)を検討の対象とした。手術時年齢は5～15歳6カ月(平均130.6±20.3カ月)であった。ペースメーカー植え込みが必要となった原因は心臓手術後の完全房室ブロック2例,洞機能不全に合併した心房粗動4例であった(Table 1)。

結 果

心臓手術後の完全房室ブロック2例に対してVDDリードを植え込み,洞機能不全4例に対してスクリー型電極を心房に植え込んだ。ペースメーカー植え込み手術時の体重は14.3～56kg(平均35.9±7.6kg)で,経過観察期間は4～73カ月(平均25.8±9.9カ月)であった。症例1を

除きいずれも心臓手術後であった(Table 1)。症例2は生後8カ月時に肺高血圧を伴った心室中隔欠損の術後に完全房室ブロックとなり,一時ペースキングが必要であったが,ペースメーカーの植え込みは必要なく退院した。15歳時に失神発作のため当院に紹介となった。来院時の心電図は完全房室ブロックであったためVDDペースメーカーリードを植え込んだ。症例3はEbstein奇形に対して行った生体弁による三尖弁置換術後に完全房室ブロックとなり心筋電極の植え込みを行った。13歳時に本体の交換を行った後,ペースメーカーに感染を来したため,経静脈的に生体弁を通してVDDリードの植え込みを行った(Fig. 1)。生体弁は経年変化で一部弁の可動性は失われていたが,生体弁を通して電極を挿入することで三尖弁逆流が悪化するようなことはなかった。症例4は4歳の時に行われた心室中隔欠損を伴った肺動脈閉鎖症に対する根治手術後に心房粗動となった。アブレーションがいったん成功したが再発,オーバードライブを行ったところ徐脈となるためAAIペースキングの目的でスクリー型の電極を橈側皮静脈をカットダウンし右房自由壁に植え込んだ。ペースメーカー植え込み時の身長,体重,体表面積はそれぞれ14.3kg,101cm,0.63m²であった。ペースメーカー植え込みの際に成長に対する対応を期待して心房内にループを余分に作って植え込みを行った(Fig. 2)。73カ月後,身長,体重,体表面積はそれぞれ21.4kg,125.3cm,0.88m²となった。心房内に作製したループは引き延ばされることなく,電極は上大静脈から無名静脈,左鎖骨下静脈内に存在する部分が引き延ばされ,カーブを描いて心房内に挿入されていた部分が引っ張られる形となった。症例5は6歳9カ月の男児で共通房室弁口,単心室,完全大血管転位,奇静脈接合を

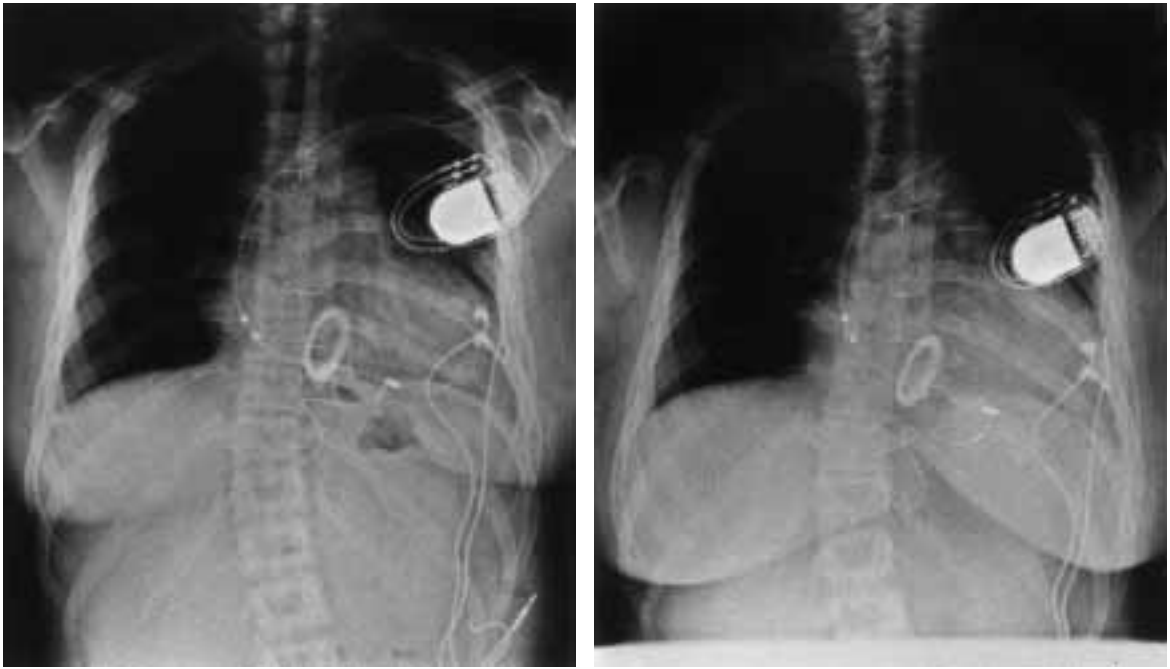


Fig. 1 Case 3
Chest roentgenogram shows the VDD pacemaker lead inserted through a Mitroflow™ 29M to the right ventricular apex.

伴った下大静脈欠損を伴う症例で、1歳5カ月時にtotal cavopulmonary shunt(TCPS)により機能的根治手術を受けた。TCPS後に生じた肺動静脈瘻に対してコイル塞栓を行ったが再発するため、2歳7カ月時にlateral tunnel法を用いてtotal cavopulmonary connector(TCPC)が行われた。TCPC後、しばしば心房粗動となり薬物治療に抵抗するためアブレーション目的で紹介された。心房粗動は容易にオーバードライブで治療可能であったが徐脈となるためAAIペースメーカー植え込みを行った。左橈側皮静脈をカットダウンし心房に電極を植え込んだ(Fig. 3)。症例6は心室中隔欠損術後に心房粗動となった11歳の男児で、AAIペースメーカーでスクリュウ型電極の植え込みを右房に行ったが術翌日に電極の遊離が生じた。再手術を行ったが心房にペースメーカーに適切な部位が見つからずVVIペースメーカーに変更した(Fig. 4)。

考 察

1952年、Zoll¹⁾が初めて体外からの刺激でアダムスストークス症候群の治療に成功した。その後、1957年Weirichら²⁾が先天性心疾患術後の完全房室ブロックに対して心筋に刺激電極を縫着し治療に成功した。Furmanらは1958年動物実験で³⁾、1959年臨床例で、クールナンドカテーテルを経静脈的に右心室に挿入し、銀メッキを行った不感電極を左前胸壁に植え込むことによって初めて心筋を刺激することに成功している⁴⁾。これらはいずれも本体は体外に存在し、現在のような形ですべてのシ

ステムを植え込みができるようになったのは文献上、1963年Elmqvistら⁵⁾が報告している。

小児にペースメーカーを植え込む際に、心筋電極と経静脈的電極のどちらを選択するかに関して、Gilletteら⁶⁾は、閾値は心房心室ともに経静脈電極が有利で、感知に関して心房は経静脈電極の方が有利であるが、心室に関して差はなかったと報告した。Hayesら⁷⁾は、心筋電極と経静脈電極を比較し、exit blockの発生は心筋電極が22例中5例に認めたのに対して経静脈電極は18例中1例であったと経静脈電極の有用性を報告した。

ペースメーカーを小児に使用する際には児の成長に配慮する必要がある。経静脈的に植え込んだ電極を心室の中に余分に挿入して成長に対応することはFurmanら⁸⁾が1977年に報告した。彼らは、経時的に胸部レントゲン写真を撮影し心室のリードが引き延ばされてしまう前に再手術で行いリードをさらに血管内に進めてやるべきと報告している。Holmesら⁹⁾、胸部レントゲンを経時的に撮影し成長がリードに及ぼす影響を調べ、リードを余らせても、場合によってはペースメーカーのポケットを再び開けてリードをさらに血管内に挿入してやる必要があるかもしれないと述べている。その後も成長に対する対策として、ペースメーカーのポケットの中にリードを余らせたり¹⁰⁾、心房あるいは心室の中にリードの余分なループを作ることが行われてきた¹¹⁾。O'Sullivanら¹²⁾は小児と成人に植え込んだ経静脈リードの血管および心臓の中に存在する部分の長さを胸部レントゲン写真で検討し、身長に

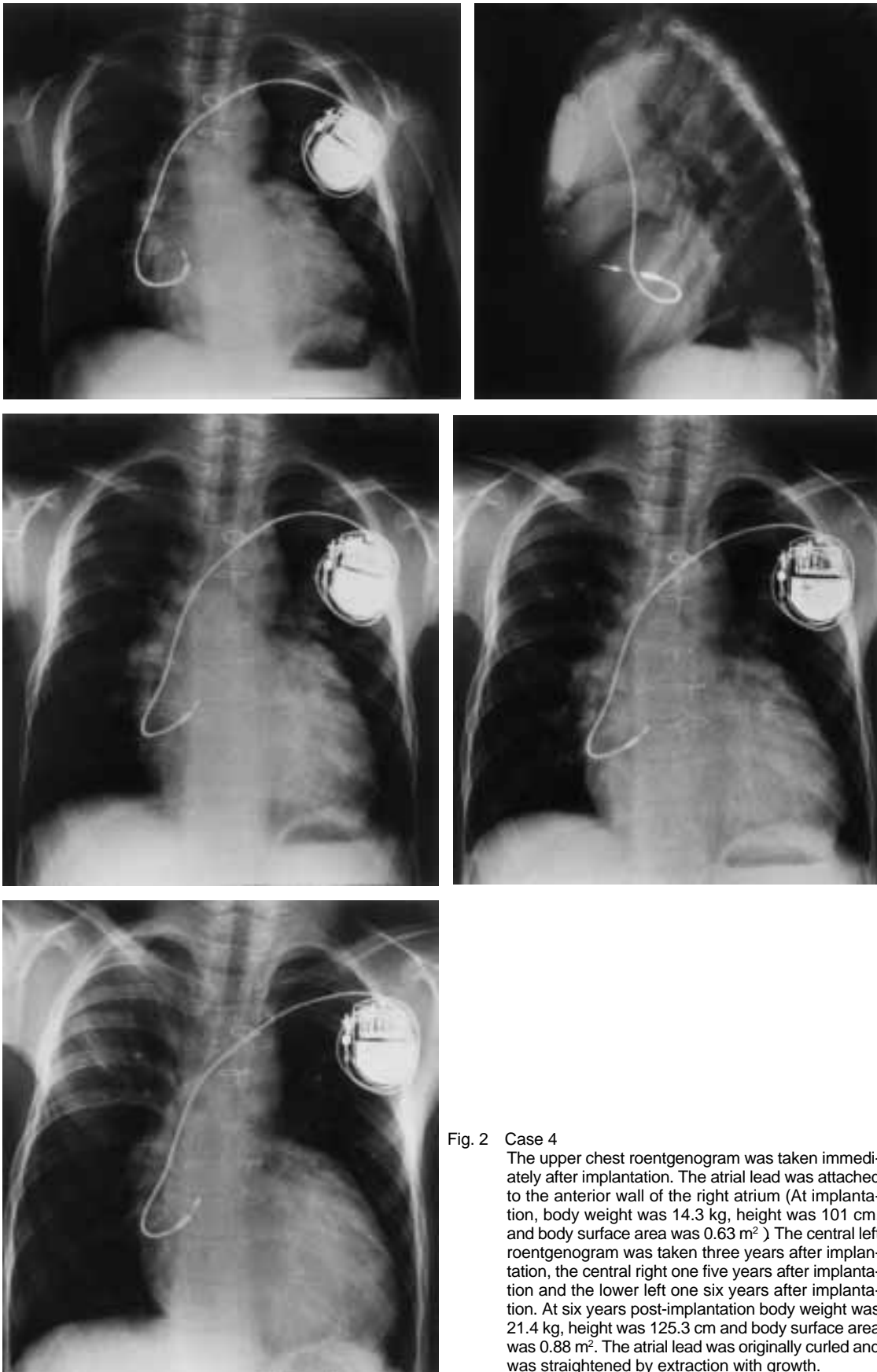


Fig. 2 Case 4

The upper chest roentgenogram was taken immediately after implantation. The atrial lead was attached to the anterior wall of the right atrium (At implantation, body weight was 14.3 kg, height was 101 cm, and body surface area was 0.63 m^2) The central left roentgenogram was taken three years after implantation, the central right one five years after implantation and the lower left one six years after implantation. At six years post-implantation body weight was 21.4 kg, height was 125.3 cm and body surface area was 0.88 m^2 . The atrial lead was originally curled and was straightened by extraction with growth.

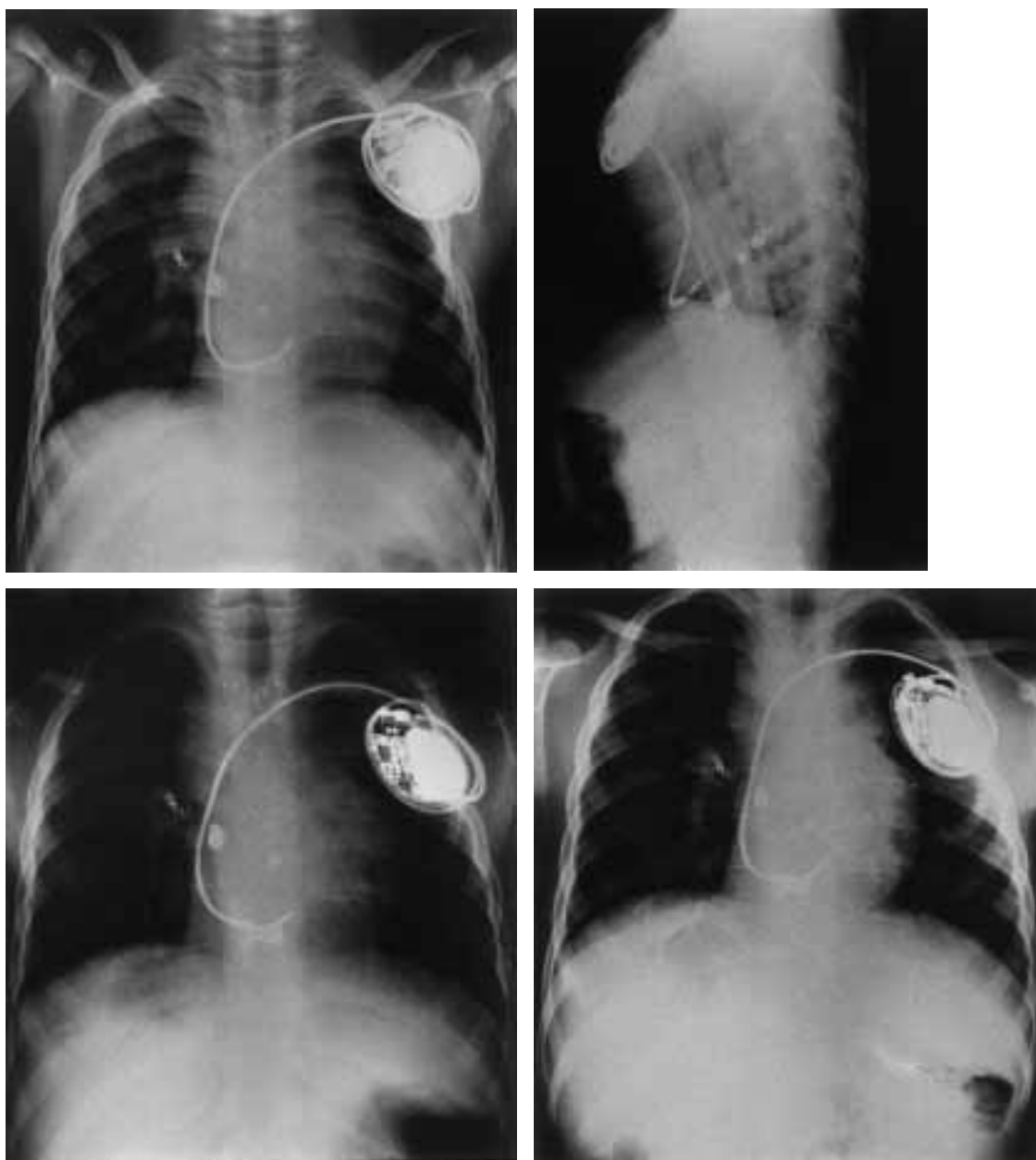


Fig. 3 Case 5
The upper chest roentgenogram was taken immediately after implantation. The atrial lead is attached to the posterolateral wall of the right atrium. The left lower roentgenogram was taken one month after implantation and the right lower roentgenogram was taken nine months after implantation.

対する必要な長さを見いだした。手術の際には患児の身長に対応する長さを求め、将来の身長を仮定し、その身長に必要な長さから現在必要な長さを差し引いたものを心室あるいは心房内に余らせればよいと結論した。Gheissari¹³⁾は、成長に伴う必要なリードの長さは1年間に約10mmと報告した。Stojanov¹⁴⁾は新生児や乳児では心臓は小さく成長に必要な長さを心臓の中に余らせることは困難で、これを解決するためにはリードを挿入したところの固定は吸収系を用い、リードをペースメーカーのポケット内に必要なだけ余らせる。そうすることで成長

に伴いリードは血管内に引っ張られ、成長に対応できると報告した。

経静脈的に植え込み可能な電極はタインド型とスクリュー型であるが、成人に一般的に使用されるタインド型の電極は、感染で抜去が必要となった際に、牽引で容易に抜去可能である。従って、成長に伴い電極に徐々に力が加わることを考慮すれば小児にはタインド型ではなくスクリュー型の電極を選択すべきである。Williams¹⁵⁾はタインド型の電極を小児に使用し成長に伴い電極の離脱が生じたと報告している。

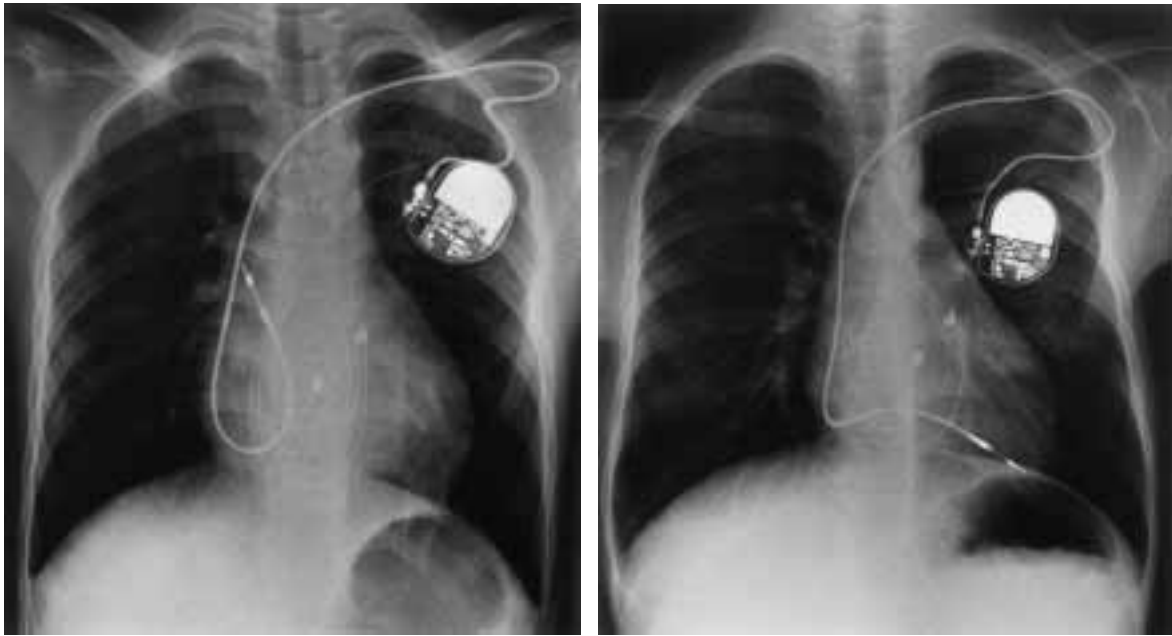


Fig. 4 Case 6

The atrial lead, that was attached to the right atrial free wall initially became dislodged (left chest roentgenogram). In a second operation, the pacing lead was inserted to the right ventricular apex (right chest roentgenogram), because it was very difficult to fix the pacing lead to the right atrial wall.

経静脈電極植え込みのアプローチに関しては、鎖骨下静脈、鳩側皮静脈、外頸静脈、内頸静脈などが用いられてきた。われわれは原則として鎖骨下静脈あるいは鳩側皮静脈を第一選択としている。小児に経静脈的にペースメーカーリードを植え込んだ際の鎖骨下静脈の閉塞に関して、非常にまれであるという報告^{11, 16)}がある一方、Molinaら¹⁷⁾は症状がなく、電極交換の際に新しい電極がうまく挿入できず、静脈造影を行って初めて分かった症例を報告している。そのうち1例では、上大静脈の閉塞のため開胸を行ってリードの抜去とパッチによる上大静脈の再建が必要であったと報告している。静脈の断面積の50%以上をリードが占めると、静脈の血栓あるいは閉塞の頻度が増し、1本のリードを植え込みする場合は静脈の直径が5mm以上必要で、2本のリードを植え込みする場合は直径が7mm以上必要であると報告した。手術の際にエコーを用いて静脈の太さを測った結果、3歳未満では1本のリードでも内頸静脈を使用し、4~7歳では、2本のリードを使用するのであれば内頸静脈から、1本であれば鎖骨下静脈を用い、7歳以上であればリードが1本であっても2本であっても鎖骨下静脈、内頸静脈のどちらでもよいと報告している。しかし彼らのエコーによる計測では、鎖骨下静脈に関してはその径にバラツキがあり、8~9歳でも5mm以下のことがあるため、鎖骨下静脈からリードを挿入する場合にはエコーあるいは造影によって静脈径を確認した方がよいと思われる。年少児では内頸静脈の使用頻度が増すと考えられ

るが、リードの刺入部が頸部に存在するため美容上の問題がある。リードを穿刺で挿入する方がより創部が小さくなると考えられ、リードは鎖骨の下をくぐらせる方が美容上あるいはリードに対しても負荷が少ないものと考えられる。リードを内頸静脈から挿入する際に考慮しなければならないことは、上矢状静脈洞血栓症である^{18, 19)}。経静脈的にペースメーカーリードを植え込んだ際にもこのような合併症は生じるとの報告がある^{20, 21)}。これらの報告はいずれも成人に対して行った報告であり、Girardら²¹⁾は鎖骨下静脈から挿入したリードでもこのようなことが生じたと報告している。上矢状静脈洞血栓症の予後は必ずしも良好ではなく、その死亡率は5~80%と報告されている¹⁸⁾。経静脈的に挿入されたカテーテル周囲の無症候性血栓は必ずしも珍しいことではなく、その頻度は70%程度と報告されている²²⁾。このように明らかにカテーテル先端の血栓形成の頻度は高いにもかかわらず症状のある順行性あるいは逆行性に血栓形成が進展することはまれである。血栓形成の進展が生じるためには感染あるいはもともと存在する凝固機能異常が関係すると考えられている。静脈洞の解剖には個体差があり、多くの例で上矢状静脈洞は右横静脈洞に環流し、右内頸静脈に最終的に環流する。上矢状静脈洞が左横静脈洞に環流し左内頸静脈に環流するのは8%である²³⁾。このような解剖学的特徴を考慮すれば左内頸静脈をリードの挿入に利用することは合理的であると考えられる。しかし、内頸静脈の太さには左右差が著しいとの報告も

あり²⁴⁾エコーによってその径を確認することも重要であると考えられる。橈側皮静脈に関しては適当であるという報告¹⁶⁾と上肢の運動を制限し、リードに緊張がかかりリードの遊離の原因となるためよくないという報告がある¹⁷⁾。

症例4で手術の際に心房内にループを作って成長に対応することを期待したが、73カ月の経過観察中には、心房内のループが引き延ばされるよりも鎖骨下静脈、無名静脈の中に存在するリードが引っ張られる形となった。Gheissariらの¹³⁾検討によれば約60mmの余裕が必要であるが、われわれの症例では初回手術時に60mmの余裕は持たせていない。鎖骨下静脈、無名静脈が引っ張られる形となったのは余裕が十分でないためとも考えられるが、ループの部分が引き延ばされていないことを考えるとリードの一部が心内構造物に引っかかった可能性がある。成人でリード抜去の際にリードとの癒着を生じやすい部分の一つが無名静脈と上大静脈への移行部であることからすれば、この部分に引っかかってリードのループが引き延ばされなかった可能性がある。さらにリードに緊張がかかればループの部分にも緊張がかかり引き延ばされる可能性もあり今後も経過観察をする必要がある。

小児の開心術後の洞機能不全症候群に対して、心房でペースングを行うことは非常に有用である。心筋電極と経静脈電極を比較すると、その特性としていずれも経静脈電極の方が有利であり^{6,7)}、先行手術がなされていて、再手術のための癒着剥離、閾値が必ずしも良くないあるいは条件が良いところに到達することが必ずしも可能でない、リードの交換のためには再び開胸をする必要があり経静脈的リードを用いた方が有利であると考えられる。経静脈的リードを用いて上大静脈の閉塞が起これば、開胸を行い閉塞の解除あるいは心筋電極に変更が必要になる。しかしexit blockの頻度が心筋電極に非常に高くそのための再手術の頻度が高い¹⁷⁾ことを考慮すれば、成長に対してうまく対応すれば経静脈リードの方が有用と考えられる。Furmanら⁸⁾は経静脈的に植え込んだ小児例13例中1例に、リードに遊離が繰り返し起こるために心筋電極に変更した症例を報告している。しかし、スクリー型の電極を使用すればこのようなことは少なくなるものと考えられる。

経静脈電極であってもいずれ断線や閾値の上昇が生じ交換の必要が生じる。その場合でも心筋電極に比較して電極の追加は比較的容易である。しかし静脈の閉塞が生じなくても長期間の間には多数の電極が心臓、静脈内に存在することになりその弊害も考慮しなければならない。以前は感染によって抜去が必要になった電極は、体外循環下や長時間の牽引を行って抜去していたため侵襲や合併症が多かった。電極の抜去キットが使用可能と

なった現在は比較的容易に抜去することが可能となり、必要に応じて抜去できるようになった。小児では長期間にわたってペースメーカーが使用されるが、不要になった電極を必要に応じて抜去することで、電極が多数心臓内に存在することによる不都合は回避できると考えられる。

われわれの症例では最も低体重の症例は14.3kgであったが、10kg以下でも症例を選択すれば可能であると報告されている¹¹⁾。低体重児では使用する静脈の選択は非常に重要である。鎖骨下静脈の閉塞は上大静脈の閉塞を引き起こす可能性があり、上大静脈が閉塞すると新しいリードの挿入が不可能となるためこれを回避するにはどの静脈からアプローチするかは非常に重要である。内頸静脈が最も太い静脈であり、Molinaら¹⁷⁾の報告にもあるように、これを使用した方が静脈の閉塞の頻度は低く、上大静脈の閉塞も回避できるものと考えられる。

結 論

6例の小児に対して経静脈的に電極の植え込みを行い良好な結果が得られた。平均25カ月の経過観察中に1例で心室ペースングに変更したが、リードの交換が必要となった症例は1例もなく、手術に伴う合併症は認めなかった。成長によって引き延ばされることを期待し心房内でリードのループを作製した症例を73カ月経過観察した。リードのループが引き延ばされることなくリード全体が引っ張られたような形になったがリードの離脱などは起こらず良好に作動している。われわれの症例では最も低体重の症例は14.3kgであった。10kg以下でも可能とする報告がある。鎖骨下静脈の閉塞は上大静脈の閉塞を引き起こす可能性がある。上大静脈閉塞は新しいリードの挿入が不可能となるため、これを回避するために特に低体重児では、どの静脈からアプローチするかは非常に重要で、内頸静脈を使用した方がよいと思われる。

この論文の要旨は第37回日本小児循環器学会(静岡)において発表した。

【参考文献】

- 1) Zoll PM: Resuscitation of the heart in ventricular standstill by external electric stimulation. N Engl J Med 1952; 247: 768-771
- 2) Weirch W, Gott VL, Lillehei CW: Treatment of complete heart block by combined use of myocardial electrode and artificial pacemaker. S Forum 1957; 8: 360-363
- 3) Furman S, Robinson G: The use of intracardiac pacemaker in the correction of total heart block. S Forum 1958; 9: 245-248
- 4) Furman S, Schwedel JB: An intracardiac pacemaker for Stokes-Adams seizures. N Engl J Med 1959; 19: 943-948
- 5) Elmqvist R, Landegren J, Pettersson SO, Senning A, William-

- Olsson G: Artificial pacemaker for treatment of Adams-Stokes syndrome and slow heart rate. *Am Heart J* 1963; 65: 731-748
- 6) Gillette PC, Shannon C, Blair H, Garson A, Jr., Porter CJ, McNamara DG: Transvenous pacing in pediatric patients. *Am Heart J* 1983; 105: 843-847
- 7) Hayes DL, Holmes DR, Jr., Maloney JD, Neubauer SA, Ritter DG, Danielson GK: Permanent endocardial pacing in pediatric patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1983; 85: 618-624
- 8) Furman S, Young D: Cardiac pacing in children and adolescents. *Am J Cardiol* 1977; 39: 550-558
- 9) Holmes DR, Jr., Maloney JD, Feldt RH: The use of the percutaneous subclavian technique for permanent cardiac pacing in childhood. *Mayo Clin Proc* 1980; 55: 579-582
- 10) Belott PH. Implantation techniques: new developments, in Barold S, Mugica J (eds) *New perspectives in cardiac pacing*. Mount Kisco, NY, Futura, 1988, pp255-277
- 11) Ward DE, Jones S, Shinebourne EA: Long-term transvenous pacing in children weighing ten kilograms or less. *Int J Cardiol* 1987; 15: 112-115
- 12) O'Sullivan JJ, Jameson S, Gold RG, Wren C: Endocardial pacemakers in children: lead length and allowance for growth. *Pacing Clin Electrophysiol* 1993; 16: 267-271
- 13) Gheissari A, Hordof AJ, Spotnitz HM: Transvenous pacemakers in children: relation of lead length to anticipated growth. *Ann Thorac Surg* 1991; 52: 118-121
- 14) Stojanov P, Velimirovic D, Hrnjak V, Pavlovic SU, Zivkovic M, Djordjevic Z: Absorbable suture technique: solution to the growth problem in pediatric pacing with endocardial leads. *Pacing Clin Electrophysiol* 1998; 21: 65-68
- 15) Williams WG, Izukawa T, Olley PM, Trusler GA, Rowe RD: Permanent cardiac pacing in infants and children. *Pacing Clin Electrophysiol* 1978; 1: 439-447
- 16) Walsh CA, McAlister HF, Andrews CA, Steeg CN, Eisenberg R, Furman S: Pacemaker implantation in children: a 21-year experience. *Pacing Clin Electrophysiol* 1988; 11: 1940-1994
- 17) Molina JE, Dunnigan AC, Crosson JE: Implantation of transvenous pacemakers in infants and small children. *Ann Thorac Surg* 1995; 59: 689-694
- 18) Stephens PH, Lennox G, Hirsch N, Miller D: Superior sagittal sinus thrombosis after internal jugular vein cannulation. *Br J Anaesth* 1991; 67: 476-479
- 19) Larkey D, Williams CR, Fanning J, Hilgers RD, Graham DR, Fortin CJ: Fatal superior sagittal sinus thrombosis associated with internal jugular vein catheterization. *Am J Obstet Gynecol* 1993; 169: 1612-1614
- 20) Floyd WL, Mahaley MS: Cerebral dural venous sinus thrombosis following cardiac pacemaker implantation. *Arch Intern Med* 1969; 124: 368-372
- 21) Girard DE, Reuler JB, Mayer BS, Nardone DA, Jendrzewski J: Cerebral venous sinus thrombosis due to indwelling transvenous pacemaker catheter. *Arch Neurol* 1980; 37: 113-114
- 22) 八木啓一, 川上正人, 杉本 侃: 中心静脈カテーテル留置に合併する血栓形成の検討. *日外会誌* 1988; 89: 1943-1949
- 23) Brouder J, Kaplan HA: *Cerebral dural sinuses and their tributaries*. Illinois, Springfield, 1979
- 24) Lichtenstein D, Saifi R, Augarde R, Prin S, Schmitt JM, Page B, et al: The Internal jugular veins are asymmetric. Usefulness of ultrasound before catheterization. *Intensive Care Med* 2001; 27: 301-305