

## ● 一般演題

## 低分極電圧ペーシング電極の検討

国立埼玉病院心臓血管外科 堤 浩二・新堀 立  
 国立埼玉病院臨床研究部 勝本慶一郎

## はじめに

ペースメーカーの刺激によって心室補足を生じた際、その興奮電位(心内R波)を検出する回路が組み込まれ、しかもペースメーカー出力を最小に自動出力制御できるペースメーカー(auto-capture機能)が最近市販されるようになった。このペースメーカーに適合するペーシングリードは、小さな心内R波を検出するのに障害となる分極電圧を低くすることが絶対的に必要になる。そこで今回われわれは、このリードの特性を他社のリードと比較検討してみた。

て低分極電圧ペーシング電極である Pacesetter社製 MEMBRANE™ 1452T 電極を心室に植え込んだ5例を対象として、その電極植え込み時と1週間後の分極電圧、刺激閾値およびリードインピーダンス値の変化を調べ、これを他の電極と比較検討した。

当院では、電極およびgeneratorの植え込みに際して、電極を植え込んでから1週間後にgeneratorを植え込むtwo stage法を標準にしている。この5例に関しては、1例で一次的に、残り4例はtwo stage法にてペースメーカーを植え込んだ。

## 1 方 法

1996年9月から11月までの間、当科におい

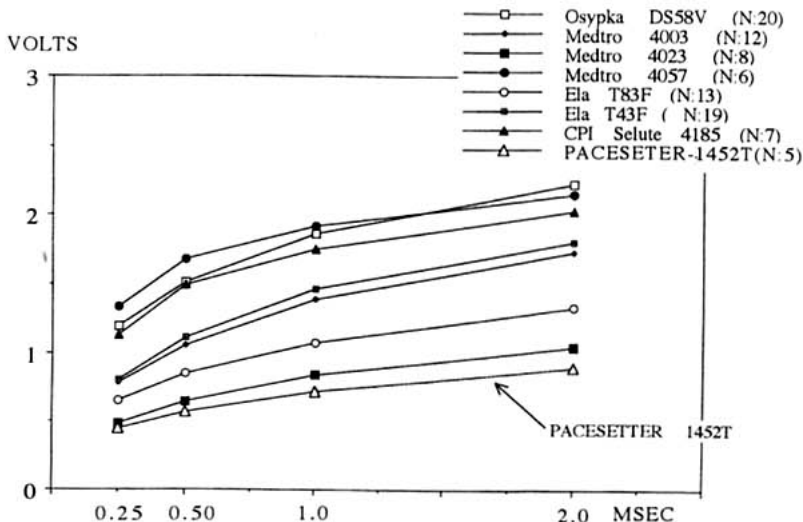


図1 5V定電圧下でパルス幅を変化させたときの各電極の分極電圧の変化  
 1452T電極の分極電圧が最も低くなっていた。

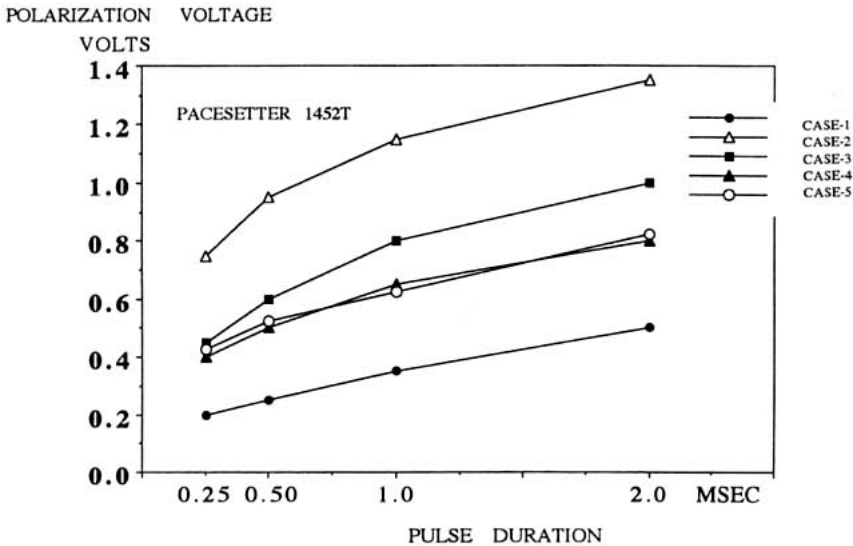


図2 1452 T電極を植え込んだ5症例の分極電圧の変化(5V定電圧下)症例により値にばらつきが認められた。

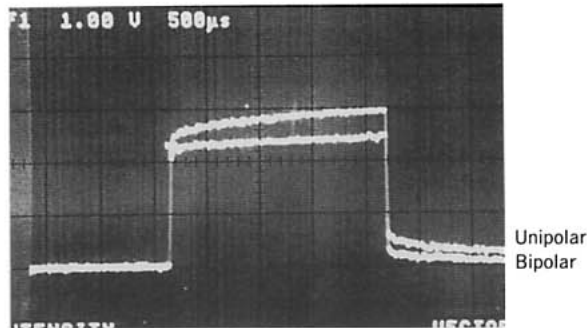


図3 1452 T電極をそれぞれunipolarまたはbipolarとして使用したときの分極電圧bipolarとして使用したほうが分極電圧が低かった。

## 2 結 果

### 1 電極の特徴

Pacesetter社製 MEMBRANE™ 1452T電極(以下1452T電極)は、心筋の小さな evoked potentialを検出するために分極電圧をできるだけ抑制するよう電極全体が窒化チタニウムでつくられている。

### 2 分極電圧の比較

1) 電極植え込み時に5Vの定電圧下でパルス幅を0.25~2.00msまで変化させたときの分

極電圧の変化を1452T電極とそれ以外の電極(Osypka社, Medtronics社, Ela Medical社, CPI社)で比較した(図1)。分極電圧測定時は、bipolarの電極はunipolarとして測定した。分極電圧は、1452T電極がすべてのパルス幅で最も低い値を示した。次に同様の条件下で1452T電極を植え込んだ5例の個別の分極電圧を測定し比較した(図2)。各症例とも低い分極電圧を示したが、最も低い分極電圧を示した症例と最も高い分極電圧を示した症例では4~5倍の電

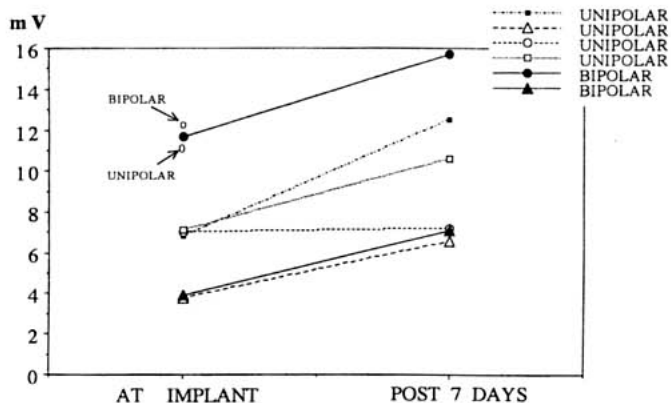


図 4 a 1452 T 電極植え込み時と植え込み後 7 日目の心内電位 (unipolar, bipolar)  
心内電位は、症例によってばらつきがみられる。

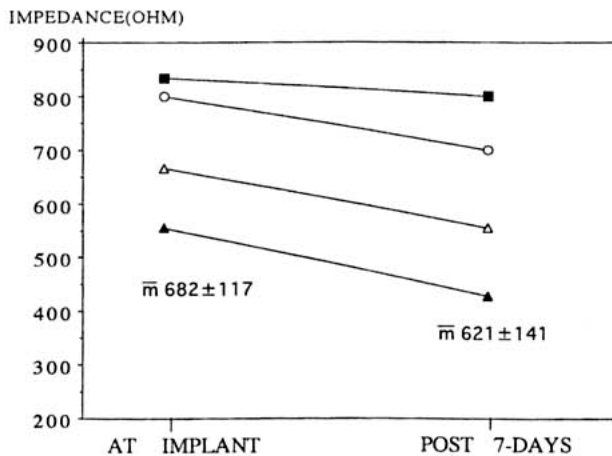


図 4 b 1452 T 電極植え込み時と植え込み後 7 日目のリードインピーダンス  
リードインピーダンスは、植え込み後 7 日目に全例低下が認められた。

圧差があり、個々の症例でばらつきが認められた。

2) 1452T 電極をパルス幅 2.0ms, 5mA の定電流下で unipolar として使用したときと bipolar として使用したときの分極電圧を測定した(図 3)。2 個の矩形波のうち高い電圧を示しているほうが、電極を unipolar として測定したときの波形で分極電圧は 0.7V であったが、bipolar 時の分極電圧は 0.4V と bipolar 時の分

極電圧のほうが低い値を示した。

3) 1452T 電極を植え込んだ症例について植え込み時と植え込み後 7 日目の心室内電位を unipolar と bipolar とで測定した (図 4 a)。心内電位は、全例で bipolar のほうが高く測定された。また、1 例を除き、植え込み後 7 日目の心内電位のほうが unipolar, bipolar を問わず高くなっていた。次に 1452T 電極を使用した 5 症例について植え込み時と植え込み後 7 日目

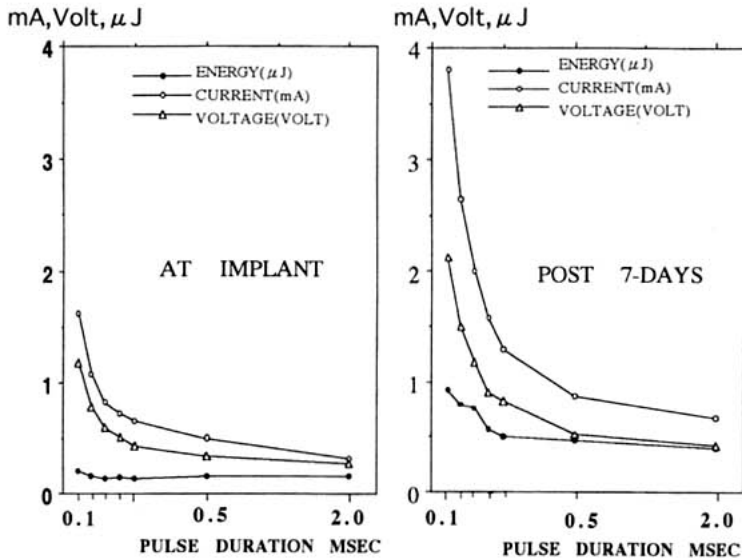


図5 1452T電極植え込み時と植え込み後7日目の刺激閾値の変化  
植え込み後7日目に刺激閾値の上昇が認められた。

のインピーダンスの変化を測定した(図4b)。電極のインピーダンスは、全例で7日目に15~20%低下した。またインピーダンス値にも個々の症例でばらつきが認められた。

4) 1452T電極を植え込んだ4症例について電極植え込み時と植え込み後7日目の各パルス幅でのエネルギー、電流、電圧閾値を測定し、その平均値を求めた(図5)。1452T電極は、ステロイド溶出電極にもかかわらず1週間後の著明な閾値上昇が認められた。最も閾値が上昇したパルス幅は0.3msで、エネルギー閾値で約7倍の増加を認めた。

### 3 考察

半球状電極の心筋刺激閾値は、電極の表面積に比例して高くなるが、一方電極の分極電圧は、電極の表面積に比例して小さくなることが知られている<sup>1)</sup>。この二つの相反する要因を制御して分極電圧と刺激閾値の両方を小さくするように工夫した電極がPacesetter社の1452T電極である。

#### 1 分極電圧

1452T電極は、リード全体およびgeneratorを同一の材質である窒化チタニウムを用いることと電極表面にporousな性状をつくるように微粒子化した窒化チタニウムを使用することで、大きな有効表面積を確保し分極電圧を減少させた。今回の検討でも5V定電圧下でパルス幅を0.25~2.0msまで変化させたときの分極電圧は、1452T電極が最も低かった。また、電極先端をcoatingすることで電極表面の電解浸食などの経年変化を防止することも行っている。また、電極をunipolarとbipolarとに分けて分極電圧を測定したが、bipolarで測定したほうが分極電圧が低かった。これは、bipolarで測定したほうが電極の表面積が陽性の分だけ大きくなるためと考えられた。

#### 2 刺激閾値

1452T電極を植え込んだ5症例の5V定電圧下でパルス幅0.11msのときの植え込み時と植え込み後7日後のエネルギー閾値を比較すると、6.25倍になっていた。文献的には、植え込み後7日後の刺激閾値の上昇率は、ステロイド

非溶出電極で7~12倍,ステロイド溶出電極で3~4倍と報告されている<sup>2,3)</sup>が,これと比較すると1452T電極の刺激閾値上昇率は,ステロイド溶出電極の中で高いことが明らかとなった。

### 3 リードインピーダンス

1452T電極を植え込んだ4症例は,全例植え込み後7日目のリードインピーダンスが低下した。文献的にも減少率は10~20%<sup>3,4)</sup>と報告されている。リードインピーダンスの低下の機序は明らかとなっていないが,電極周囲に発生する異物反応によって電極周囲の血管が拡張することによって生じると説明されている<sup>3,4)</sup>。また,この4症例のリードインピーダンスを個別に比較すると症例によってばらつきのあることが認められた。これは,電極表面積が3.5mm<sup>2</sup>と小さく,症例によって電極先端と心筋との接触面積の差がリードインピーダンス値に大きく反映されるためと考えられた。

### 4 心内電位

unipolarで測定したときよりもbipolarで測定した心内電位のほうが高い値を示したのは,心内電位が電極表面積に依存している<sup>5)</sup>ためと考えられた。また,今回1452T電極で測定された心内電位は,症例によってばらつきが認められた。これは,リードインピーダンス同様1452T電極の電極表面積が3.5mm<sup>2</sup>と小さく症例によって電極先端と心筋と接触面積が異なり,この面積の違いが心内電位の大きさに大きく反映されるためと考えられた。また心内電位は,電極植え込み時よりも植え込み後7日目のほうが大きくなっていったが,これは電極先端部と心筋接触面との異物反応により植え込み後7日目のほうが電極先端と心筋との接触面が大き

くなるためと考えられた。

## 結 語

1) Pacesetter社製MEMBRANE<sup>TM</sup>1452Tは他社の電極と比べて分極電圧が低かった。

2) 心内電位は電極表面積が3.5mm<sup>2</sup>と小さいにもかかわらず良好であった。

3) unipolarよりもbipolarとして使用したほうが分極電圧が低く心内電位が高く測定できた。

4) リードインピーダンスは,他の電極と同様植え込み後7日目で15~20%低下した。

5) 1452T電極の植え込み後7日目の刺激閾値上昇率は,ステロイド溶出電極にしては,高い値を示した。

## 文 献

- 1) Ripart A, Mugica J: Electrode-heart interface: Definition of the ideal electrode. *PACE* 6: 410-421, 1983
- 2) Mond H, Stokes K, Helland J *et al*: The porous titanium steroid eluting electrode: A double blind study assessing the stimulation threshold effects of steroid. *PACE* 11: 214-219, 1988
- 3) Fogel R, Pirzada F, Casavant D *et al*: Initial experience with 1.5 mm high impedance, steroid-eluting pacing electrodes. *PACE* 19: 188-196, 1996
- 4) 勝本慶一郎, 新堀立, 堤浩二: 国産ガラス状カーボン電極を付けたOsypka DS58Vリードの研究. *人工臓器* 26(1): 69-74, 1997
- 5) 勝本慶一郎ほか: 永久ペースメーカー電極の電極表面積と心内ポテンシャルの関係とその意義に関する研究. *人工臓器* 6: 385, 1977