

## ペースメーカーの治療と実際

今日、徐脈性不整脈の治療にペースメーカーは欠かせない存在となって、多数の患者が恩恵に預かっている。それだけに、安易な適用拡大は禁物。適応決定、適応機種、術後管理には細心の注意が必要である。開業医で管理する場合には、専門病院との連携が不可欠である。

本紙では、ペースメーカーの「最新の治療」、「適応と検査法、フォローアップ」、「開業医の診療と実際」を専門の権威者にご紹介頂いた。御理解の一助としたい。

### 最新のペースメーカー治療



愛知医科大学 第三内科 助教授 水谷 登

徐脈に対するペースメーカー治療は確立された方法であり数多くの患者が恩恵に預かっている。また、ペースメーカーは人工臓器のなかで最も完成されたものとして知られている。最近、ペースメーカー治療法の中で注目を集めているのが、single-pass lead DDD pacing、発作性心房細動を予防するmulti-site pacingや各種アルゴリズム、心不全治療のための両室ペーシングである。本稿ではこれらの項目に関する概説を行い、著者らの成績を一部加えて現在までの知見を紹介する。

#### Single-Pass Lead DDD Pacing

いまでは洞機能が正常な房室ブロック例に、心房と心室へ二本リードを挿入してDDDペーシングを行うことが生理的に好ましいことは良く知られている。これは、心房心室間の協調あるペーシングにより血行動態が改善することおよび自己のP波に追従してペーシングレートが変動するためと理解されている。しかし、いまだに心室へリードを一本のみ挿入するVVIペーシングがおよそ40%の患者に用いられているのが現状である。このような患者では、所謂ペースメーカー症候群とってペースメーカー植え込み後にそれまで認めなかった動悸、眩暈、息切れ、全身倦怠感等を訴えることが往々にある。著者は房室ブロック例にVVIペーシングを行うことは原則的に禁忌と考えるが、VVIペーシングを選択する理由を調

べてみると心房と心室へ二本のリードを挿入するには手術時間が長くなり、それに加えて心房リードの移動や脱落が心配との返事が多かった。しかし、一本リードで生理的ペーシングが可能であるVDDペースメーカーが登場してからは徐々にVVIペースメーカーに変わって臨床の場で用いられるようになってきた。VDDペースメーカーに用いられるsingle-passリードは心室電極からおよそ11~13cm近位端に心房電極が付着しているリードであり心房電極は心房内で浮遊した状態でP波を感知するように作られている。当然のことではあるが、VDDペースメーカーでは心房側をペーシングする機能はなかった。VDDペースメーカーの適応は洞機能が正常な房室ブロック症例ではあるが、ペースメーカー植え込み後に洞機能が傷害され心房ペーシングが必要となることがまれにある。かかる場合には新たに心房リードを追加挿入してペースメーカーをVDDからDDDへ変更しなければならない。仮に、このような場合に浮遊心房電極を用いて心房をペーシングすることが可能であったならば患者に与える恩恵は計り知れない。このような考えを考慮して心房ペーシングが可能なDDDモードを備えたVDDペースメーカーも登場してきている。しかし、現時点で浮遊電極を用いて心房をペーシングするにはいくつかの条件が必要である。心房は2.5Volt, 0.5msec以下で安定してペーシングが可能である。心房閾値が低いとし

ても横隔膜刺激閾値が十分に高いことが必要である。この条件を満たすには心房電極の位置が心房壁に接しているか極めて隣接していることが必要である。また、OLBI (overlapping biphasic stimulation) といって近位電極が (+) に、遠位電極が (-) に同時に刺激するペースング方法が有効であることも解かってきた。浮遊している電極よりも心房壁に接触している電極のほうが心房ペースングを可能にすることは明らかである。このため、あらかじめ心房壁に接するように特殊な形状をしたsingle-passリードを用いた研究も行われている。図1に、著者が経験した3年以上安定してsingle-pass lead DDD pacingを継続している症例のホルター心電図を示したが、2.5Volt,0.1msecで有効な心房ペースングが得られているのが解かる。しかし、single-pass lead DDD pacingを全ての症例で可能にするには今後更に検討を加えていく必要がある。

### 心房細動予防のためのペースング

不整脈治療に非薬物療法が導入されて以来、その目覚ましい進歩により現在では殆どの不整脈が治療可能になった。唯一取り残されているのが発作性心房細動に対する治療である。発作性心房細動に対するペースメーカー治療は、以前よりDDDペースングを行うとVVIペースングに比べて高率に心房細動の発症を抑えるとして知られていた。しかし、DDDペースングは決して発作性心房細動に対する積極的な治療法ではない。近年、発作性心房細動発症の機序が詳しく解析され発症に右房内や右

房と左房の伝導遅延が大きく関与していることが解かってきた。また上室性期外収縮の出現や上室性期外収縮によるlong-shortのP-P間隔の変動が心房細動発症の引き金になることも判明した。右房内の高位と低位を2ヶ所同時ペースングするDual-Site Pacingや右房と左房の2ヶ所を同時ペースングするBi-Atrial PacingなどのMulti-Siteペースング法が発作性心房細動予防に有効であるとされ現在検討が進められている。但し、これらのペースング法を行うには冠静脈洞内へ専用のリードを挿入する必要があり煩雑となる。著者もDual-Site Pacing 図2とBi-Atrial Pacing 図3 を各々1例ずつ行い、前者では発作性心房細動を完全に抑制することは不可能であったが、それまで効かなかった抗不整脈薬が奏効し発作回数や持続時間が減少した。また、後者の方法を選択した症例では抗不整脈薬なしにBi-Atrial Pacingで発作性心房細動を10ヶ月の間、完全に予防できている。心房の複数箇所を同時にペースングすることで心房細動を予防できる可能性が示唆されているが、この方法とても60%強の有効率しかない。そこで、心房細動発症の引き金を抑えることを目的に数々のアルゴリズムが考案され臨床試験が行われている。著者は心房内複数箇所の同時ペースングにこれらアルゴリズムを組み合わせることで高い有効率が得られるものと考えている。将来、カテーテルアブレーションによる根治療法が確立されるまでは発作性心房細動の予防に対して今回紹介したような積極的なペースング療法がしばらく注目を集めていくものと考えている。



図1 Phymos 830-s single-pass leadとPhymos 3Dペースメーカーを用いて継続しているSingle-Pass Lead DDD Pacing例。ホルター心電図から明瞭なevoked P波が読み取れる。

## 心不全治療を目的とした両室ペーシング

心不全患者にもDDDペーシングを行うことで血行動態の改善がなされ症状の軽減ないし消失が期待できる。しかし、実際には心室を右室からペーシングする限り右室と左室の協調ある収縮は損なわれ血行動態が悪化することは避けがたい。しかも、重症心不全例ではしばしば左脚ブロックを認める。このような左脚ブロックを認める症例では右室ペーシングに代って左室ペーシングを行うことで、右室と左室の協調ある収縮が回復すると期待されている。現在、薬物抵抗性で左脚ブロックを認める症例を対象にして両室ペーシング（右室と左室を同時にペーシングする方法で、左室ペーシングを可能にするリードには経中隔法と冠状静脈洞から左室までリードを進める二つの方法がある）の臨床治験が欧米で開始されている。現在進行中のPATH-CHF（Pacing Therapies for Congestive Heart Failure）ではNYHA分類 または度の拡張型心筋症で、洞リズム $>55\text{bpm}$ 、QRS幅 $>120\text{msec}$ 、PR間隔 $>150\text{msec}$ の患者を対象にしてペーシング群と非ペーシング群、右室ペーシングと左室ペーシングまたは両室ペーシングに分けて比較試験が行われている。その中間結果では、ペーシング群は非ペーシング

群と比べて全般改善度が優れる傾向を認めた。右室ペーシングに比べて左室ペーシングまたは両室ペーシングでは有意な血行動態の改善を得た。但し、左室ペーシングと両室ペーシングの間には有意な差は認めなかったと報告されている。この結果を見ると重症心不全患者に対する左室ペーシングまたは両室ペーシングに期待が集まるが、解明しなければならない問題も数多く残っている。例えば、左室ペーシングを行う至適部位の決定、QRS幅を縮小することが心不全改善のための必須条件であるか、QRS幅 $120\text{msec}$ 以下の患者にも有効か、洞リズムの患者と同様に心房細動の患者にも有効であるか、NYHA 度の患者に両室ペーシングを行って心不全の進展を抑制できるか等、今後の検討が必要な課題が山積みされている。更には、両室ペーシングにより心不全の治療が果たして長期に亘って有効か、さらには生命予後まで改善することを期待できるかは今後の試験結果の発表を待つ必要がある。

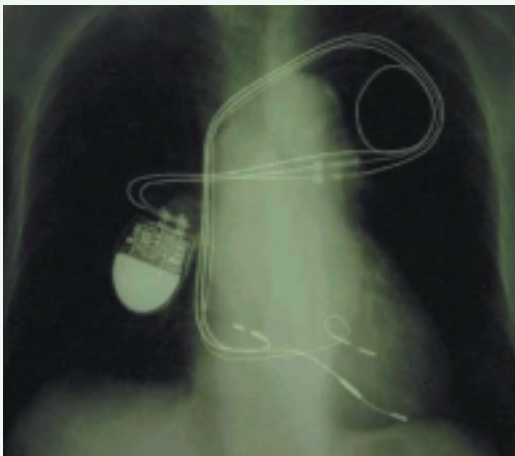


図2 通常の右心耳に挿入したJリードに加えて冠静脈洞の middle cardiac veinにリードを挿入しDual-site Pacingを行っている。

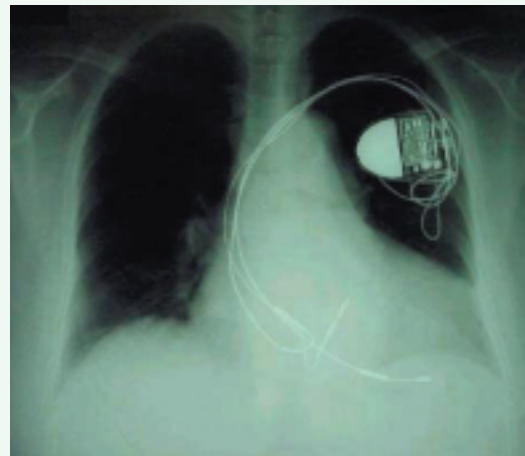


図3 通常の右心耳に挿入したJリードに加えて冠静脈洞の great cardiac veinにリードを挿入しBi-atrial Pacingを行っている。

# ペースメーカーの適応と検査法、フォローアップ



東邦大学医学部附属大橋病院 第三内科 円城寺由久

## はじめに

今日徐脈性不整脈の治療にペースメーカーは欠かせない存在となっている。ペースメーカーは、当初自己心拍と関係なく心室のみを強制的に一定頻度で刺激する方法から始まったが、現在自己心拍を感知し競合を避ける方法、心房・心室の同期性を保つ方法など生理的ペーシングの使用が一般的となってきている。本稿ではペースメーカーの植え込み適応、適応決定に必要な検査、機種選定、術後のフォローアップについて述べる。

## 1. ペースメーカー植え込みの適応

ペースメーカー治療を考慮すべき代表的基礎疾患を表1に示した。これら疾患のうち徐脈によりAdams-Stokes発作や、心不全を起こす例はほぼ例外なくペースメーカー治療の適応と考えられる。また、めまいやふらつき、身体活動の制限を認めるような例も相対的適応としてペースメーカー治療を検討すべきである。一方自覚症状がなく、偶然の機会に徐脈性不整脈が見つかった例ではその扱いに苦慮することがある。すなわちペースメーカー治療の予防的適応の位置付けである。近年米国心臓病学会（ACC/AHA）からペースメーカー適応に関するガイドラインが示された。本書では

1. ペースメーカー治療が有益で効果的であるとする証拠があるか、一般的賛同の得られる状態-Class
2. ペースメーカー治療が有益で効果的であるとする

表2 ACC/AHAのガイドライン

疾患	推奨	Class	説明
A. 房室ブロック	Class	1. ブロック部位は問わず以下の条件を満たす第3度房室ブロック	a. 徐脈による自覚症状が房室ブロックによると思われるもの b. 不整脈もしくはその他に対する薬物治療により自覚症状を伴う徐脈をきたしたものの c. 覚醒時に無症状であっても3秒以上の心停止か、40/分未満の徐脈を認めるもの d. 房室接合部へのカテーテルアブレーションを行ったもの e. 改善の見込みの無い心臓術後の房室ブロック f. 神経・筋疾患で房室ブロックを伴うもの（筋緊張性ジストロフィー、Kearns-Sayre症候群、Erb型ジストロフィー、進行性筋萎縮症など）
		2. ブロック部位は問わず徐脈による自覚症状を伴う第2度房室ブロック	
B. 2枝または3枝ブロック	Class	1. 間欠的に第3度房室ブロックとなるもの 2. Mobitz 型第2度房室ブロックとなるもの	
C. 心筋梗塞後の房室ブロック	Class	1. 急性心筋梗塞後の両脚枝ブロックを伴うヒス-プルキンエ系における第2度房室ブロックか、ヒス-プルキンエ系における第3度房室ブロック 2. 房室結節より下部の一過性高度房室ブロックで脚ブロックを伴うもの 3. 持続性で症状を伴う第2度ないし第3度房室ブロックを認めるもの	
D. 洞不全症候群	Class	1. 洞不全による徐脈で自覚症状を伴うもの（薬による徐脈で他に代替手段の無い場合も含む） 2. 脈拍の調節障害による自覚症状を認めるもの	
E. 抗頻拍ペースメーカー	頻拍停止目的	Class	1. ペーシングにより再現性を持って停止可能な自覚症状を有する反復性上室性頻拍で、薬物やカテーテルアブレーションが奏効しなかったり、副作用で使用できないもの 2. 持続性反復性の心室頻拍で植込み型除細動器治療の一環として
	頻拍予防目的	Class	1. QT延長の有無を問わず徐脈依存性に出現する持続性心室頻拍で、ペーシングによる予防効果が確認されたもの
F. 頸動脈洞性失神、神経調節性失神	Class	Class	1. 洞結節、房室結節に対する抑制効果をもった薬剤を使用することなしに、頸動脈洞への刺激で3秒以上の心停止を招き反復性の失神を来すもの
G. 小児と青少年	Class	1. 徐脈、心不全、低拍出量に伴う症状を有する高度第2度または第3度房室ブロック	
		2. 年齢不相応の徐脈により自覚症状を有する洞機能不全	
		3. 術後7日以上経過し改善の見込みのない術後の高度第2度または第3度房室ブロック	
		4. 幅広いQRS補完調律か心機能不全を示す先天性第3度房室ブロック	
		5. 心拍数が50-55/分以下か、先天性心疾患で心拍数が70/分以下の幼児先天性第3度房室ブロック	
		6. QT延長の有無に関わらずペーシングの効果が確認された徐拍依存性の持続性心室頻拍	

関して、議論の余地がある状態-Class

有益性や効果に関しより賛同の意見が多い-Class a

有益性や効果に関し、より懐疑的-Class b

3. ペースメーカー治療が無効であるか、場合によっては害を及ぼすことも有り得るとの証拠があるか、一般的賛同の得られる状態-Class

の三群に分類しており、これに従い疾患ごとの適応について解説している。詳細は省略するが、日常診療で遭遇することの多い疾患に関し、特にClass Iの一部を抜粋し掲載する表2。これに対し日本心臓ペーシング学会でもわが国の実情に沿った独自のガイドラインを作成した表3。日本心臓ペーシング学会のガイドラインは米国心臓病学会の提示したものより簡潔にまとめられているのが特徴である。ここでは予防的適応に関しては“適応になる場合がある”として、明確な記載はなされていない。わが国では概ね、このガイドラインに沿って植え込み適応が決定されているものと思われるが、予防的適応に関しては各施設での判断に委ねられているのが現状であろうと思われる。

表1 ペースメーカー治療を考慮すべき基礎疾患

1. 房室ブロック
2. 洞不全症候群
3. 徐脈性心房細動
4. その他
a. QT延長症候群でTorsades de pointesを繰り返す例
b. 頸動脈洞性失神
c. 神経調節性失神
d. 薬物治療が絶対に必要でそれにより徐脈を来す例

## 2.ペースメーカー植え込み適応決定に際し行う検査

### a.標準12誘導心電図

不整脈の持続性・非持続性を問わず、自覚症状に一致した心電図異常が記録されれば適応決定に役立つ。しかし不整脈が発作性に出現するような例では非発作時の心電図に異常が認められないこともあり、注意深い病歴聴取を行いさらなる検査を考慮すべきである。

### b.ホルター心電図

12誘導心電図で自覚症状に見合う徐脈性不整脈が見られない場合、ホルター心電図を行う。24時間の記録中に必ずしも異常所見が見られるとは限らないが、繰り返し行うことで診断精度はより高まる。また入院中であれば連続モニター記録も同様の目的で行われる。以下に自験例を示す。症例1 図1 は68歳の女性。転倒により頭部を殴打し救急外来を受診した。外傷は軽度であったが病歴上何度か失神の既往があり、今回も転倒する前に意識が遠のく気がしたとのことで入院となった。神経学的所見、12誘導心電図に異常は見られなかったが、ホルター心電図で自覚症状と一致する高度房室ブロックが認められた。本例は発作性房室ブロックの診断のもとにペースメーカー治療を行い、以降自覚症状は消失した。症例2 図2 は失神の精査目的で入院となった75歳女性である。入院時12誘導心電図で明らかな異常所見はみられなかったが、モニター心電図で自覚症状に一致して約4.5秒の心停止、5.8秒の洞停止が観察され洞不全症候群と診断された。本例もペースメーカー治療を行うことで、以降失神を来すことはなくなった。

### c.心臓電気生理学的検査

12誘導心電図やホルター心電図で適応決定に至らない場合、心臓電気生理学的検査 (Electrophysiological study = EPS) が役立つことがある。本法は電極付きカテーテルを用い、心内電位の記録、電気刺激に対する心筋の反応を見ることで刺激伝導系の機能を調べる検査である。以下代表的疾患について述べる。

#### 洞不全症候群

洞機能の評価には洞結節回復時間 (SNRT)、洞房伝導時間 (SACT) の測定を行う。SNRTは心房を一定の頻度

で連続的に30～60秒間刺激し、刺激中断後最後の刺激波から最初に出現する洞性心房波までの時間を計測する。ただし、2～3拍目の方が長ければ、そちらをSNRTとする。またSNRTから基本洞周期を引いたものを補正洞結節回復時間 (CSNRT) と呼ぶ。刺激頻度は80/分位から始め最大200/分位まで行う。正常ではSNRTが1500msec以下、CSNRTが550msecである。SACTの測定も同様に心房を刺激し、その回復時間から間接的に評価する。本法にはNarula法とStraus法とがあるが詳細は省略する。図3に実例を示す。症例は62歳の男性で、めまい・眼前暗黒感を主訴に来院した。EPS時心房頻回刺激後のSNRTは4.3秒と延長しており、その際普段自覚するのと同様の症状が認められ、洞不全症候群と診断された。SNRT、SACTは洞結節の直接興奮を見ているわけではなく、心房興奮からみた間接的洞結節機能評価法である。近年直接的洞結節電位の記録も可能となり、洞停止と洞房ブロックの鑑別が可能となった。しかし上述の方法で洞結節機能を評価する方が間接所見ではあるが簡便であり、まだ一般的には好んで用いられている。

#### 房室ブロック

三尖弁を超え心房および心室中隔に沿って留置した電極カテーテルでは心房興奮を表すA波、ヒス束興奮を表すH波、心室興奮を表すV波が記録される。房室ブロックは障害部位から(1)房室結節内(2)ヒス束内(3)ヒス束下の3種類に分けられるが、A、H、V間のどこで伝導が途絶するかで障害部位診断が可能となる。A-Hブロックは房室結節内のブロックで、正常者でも心房拍数が上がると見られたり、また夜間睡眠時等副交感神経の興奮が高まった時も見られる現象である。また薬物、虚血など一過性の原因による房室ブロックもA-H間で起こることが多い。それに対しヒス束内およびそれ以下のブロックは正常で見られることはなく、ペースメーカーの適応となる。これらブロックでは補充収縮も出現し難く、突然死の原因となることもある。体表面心電図からブロック部位を正確に診断することは困難であるが、補充調律が幅広いQRSを示す時はH-Vブロックである。一方正常幅のQRSの場合はヒス束より上部のブロックであるが、房室結節内とヒ

表3 日本心臓ペースンギ学会によるガイドライン

房室ブロック	適応あり	A.第3度または第2度房室ブロックで、明らかに症候性(注)のもの (注) 1.徐脈による失神、失神感、眼前暗黒感など脳虚血症状を伴うもの 2.徐脈によるうっ血性心不全を伴い、一時的ペースンギで改善するもの B.第3度または第2度房室ブロックで、無症状であっても以下の所見を認めるもの 1.下位(ヒス束内またはヒス-プルキンエ系)のブロックで、4秒以上の心停止があるかまたは心拍数が35/分未満の場合 2.心拍数を低下させる薬剤を使用せざるを得ない場合 3.2枝または3枝ブロックを伴う間欠性房室ブロックを認める場合 4.先天性房室ブロックで、補充調律のQRS幅が広い場合 5.心臓手術後の房室ブロックで、少なくとも2週間以上持続するもの ただし、急性心筋梗塞など急性疾患を原因とする一過性ブロックで、基礎疾患の消退に伴ってブロックが改善するものは除く
	適応となる場合がある	A.第3度または下位(ヒス束またはヒス-プルキンエ系)で起こった第2度房室ブロックで、症状と徐脈の因果関係が明らかでないもの、あるいは無症状で-Bに該当しないもの
	適応なし	第1度または上位(房室結節内)で起こった第2度房室ブロック
洞不全症候群	適応あり	洞機能不全で、明らかに症候性(注)のもの (注) 1.徐脈または心停止による失神、失神感、眼前暗黒感など脳虚血症状を伴うもの 2.徐脈によるうっ血性心不全を伴い、一時的ペースンギで改善するもの 3.過敏性頻動脈洞症候群によるものを含む ただし、急性疾患を原因とする一過性の洞機能不全で、基礎疾患の消退に伴って洞機能が改善するものは除く
	適応となる場合がある	A.洞機能不全で4秒以上の心停止あるいは35/分未満の徐脈を伴うが、無症状であるか、症状と実際の心停止ないし徐脈の関連性が明確でないもの B.薬剤による徐脈あるいは心停止であることが明らかであるが、他の治療法に変更できないもの
	適応なし	洞機能不全で無症状のもの、あるいは症状と徐脈が明らかに無関係なもの
適社会的	ペースメーカー植え込み適応を検討するにあたっては、前述の医学的適応のみならず、下記に示すような社会的側面をも十分に考慮することが必要である 1)患者および家族の希望 2)予後を規定するような合併症の有無 3)予後を規定する運動あるいは労作の種類とその程度 4)健康保険を含む経済的裏付けの有無 5)患者の日常生活における医療環境 6)健康保険を含む経済的裏付けの有無	

ス束内ブロックをそのみで鑑別することは不可能である。但し上述のようにヒス束内ブロックでは補充収縮が出現し難く、長い心停止を来し易い。体表面心電図で第1度から第3度までに区分けされる房室ブロックの分類は必ずしも重症度とは一致せず、前述のブロック部位の診断がより重要である。

### 3.ペースメーカーの機種選択

ペースメーカー機能を記号により簡便に表す方法としてICHDコードがある。ICHDコードは(1)刺激される心腔(2)自発興奮を感知する心腔(3)感知したときの応答の順に三つのアルファベットの頭文字を用いて表される表4。ペースメーカーは血行動態から考えると心房、心室の同期性が保たれる生理的ペーシングを行うのが望ましい。即ち洞結節機能の障害に対しては心房のみのペーシング、房室伝導の障害に対しては心房に同期した心室ペーシングを行うことが正常に近い血行動態を得るうえで好ましい。従って洞不全症候群にはAAIやAAT、房室ブロックに対してはDDDやVDDが好んで用いられる。一方VVIモードは従来最も多く用いられたが、心房-心室の同期性が保てず、現在当院では徐脈性心房細動の症例を除いては使用していない。

### 4.ペースメーカー植え込み後のフォローアップ

ペースメーカー植え込み直後は、リード位置のずれやペースメーカー素材によるアレルギー等により、閾値上昇や感知不全、皮下出血等植え込み部皮膚の損傷を認めることが最も多い時期である。当院では植え込み後1週間は入院で経過観察を行い、これら異常に対処している。特に1週間後の退院時には閾値、心内波高、リード抵抗など植え込み時と同様の計測を行い、安全域を見こんでの設定を行っている。一方外来でのフォローアップは約6ヶ月ごとに行っているが、電池寿命の短縮に伴いフォローアップの期間を適宜短縮して行っている。外来では12誘導心電図と胸部レントゲン写真撮影、プログラマーを用いて(1)ペーシング閾値(2)心内電位波高(3)電池電圧(4)ペーシングリードの電気抵抗などの計測を行う。この際ペーシング不全やセンシング不全が見られれば勿論のこと、閾値や心内波高の変化が見られた場合、病状の変化により現在の設定に不具合が生じた際はペースメーカー設定の変更を行う。

### おわりに

以上ペースメーカー植え込みの適応から植え込み後のフォローアップについて述べた。現在ペースメーカーは徐脈性不整脈治療にとって欠かせない存在であり、手技的にも容易に行えることより、広く普及している。しかし安易な適応拡大になってはならず、適応決定、植え込み機種の選定、植え込み後のフォローアップは細心の注意を払って行っていくべきである。

表4 ICHD分類コード

刺激される心腔	自己心拍を感知する心腔	感知時の応答様式
A:Atrium	A:Atrium	T:Triggered
V:Ventricle	V:Ventricle	I:Inhibited
D:Double Chambers	D:Double Chambers	D:Double
	O:None	O:None



図1 症例1のホルター心電図  
失神を主訴に来院した患者にホルター心電図検査を行ったところ、自覚症状に一致して高度房室ブロックが記録された。図上段・下段は連続記録で心室停止時間は9秒におよぶ。



図2 症例2のモニター心電図  
失神を主訴に精査入院中の患者のモニター心電図記録を示す。心拍数約70/分の正常洞調律であったが、突然洞停止を来した。房室接合部補充調律出現までの約4.5秒間は心停止状態であり、最初の洞性心房波の出現はさらに約5.8秒を要している。

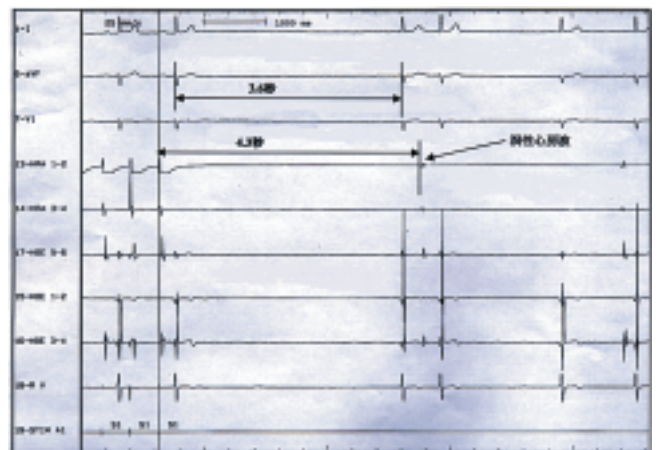


図3 心臓電気生理学的検査時に行った心房頻回電気刺激  
電気生理学的検査時の心房頻回電気刺激で、最大洞結節回復時間は約4.3秒、最大心室停止時間は約3.6秒に延長していた。上段から体表面心電図、aVF、V1誘導、以下心内心電図で高位右房HRA、ヒス束電位HBE、右室心尖部RV、電気刺激STIM。

## ペースメーカーの治療と実際

# 開業医の診療と実際

### 開業医でのペースメーカー植え込み患者のチェック

熊倉医院 院長 熊倉 眞



#### はじめに

私は3年前に開業した。患者は出来れば最後まで責任を持って診たいという気持ちもあって、勤務医のとき管理していた290人のペースメーカー植え込み患者のうち86人を引き続き私の診療所で診ることになった。病院では大変忙しく十分時間がさけないが開業医はゆとりを持って診れるので患者のためにも良いと思われる。ペーシングトラブルのチェックと植え換え時期の決定が必要であるが病院と十分連携をとることにより開業医で十分可能である。診療の実状について紹介する。

#### 対象

房室ブロック54人、洞不全症候群37人の計91人で、機種別ではAAI 22人、VVI 23人、DDD 46人、VDD 1人である。

#### 必要な設備

心電計・心電図モニター・ペースメーカーシステムアナライザー（PSA）・ホルター心電計・除細動器・一時的ペーシング装置を設置してあるが、循環器内科として開業したのでペースメーカー患者管理のために揃えたものではない。

#### 診療の実際

予約なしで一般の患者と一緒に診る。12誘導心電図を撮ってから診察にはいる。問診にて症状のチェック・心電図にペーシングビートのない場合ECGモニターを設置しジェネレーターにマグネットを当てペーシングの可否を判断。PSAでリード抵抗とジェネレーター電圧・抵抗のチェック・パソコンにデータ入力し抵抗値と電圧の経過をみておわる。リード抵抗が異常に上がったり下がっている症例はECGモニター下で臥位にてペーシング閾値を測定したりレントゲン撮影やホルター心電図を記録することもある。

#### 症状

動悸・めまい・失神・易疲労感・呼吸困難が診られる場合はホルター心電図を記録するがペーシングトラブルに伴うものは殆どない。たまにVVIペーシングでペースメーカー症候群による場合がある。

#### 経過観察の間隔

服薬中の患者は毎月、服薬のない場合はテストレート又は電池電圧が低下し始めるまでは1年毎、その後は半年、3ヶ月、1ヶ月毎に短縮して来院させる。パソコンデータから電池電圧とテストレートがグラフ表示されるため交換時期を推定することが出来る 図1。

#### 植え換え時期

房室ブロックは安全性を考慮してやや早めに、洞不全症

候群は出来るだけ遅く交換するようにしている。閾値測定をやりペーシング出力を閾値の2倍程度に設定しているためペースメーカーの寿命が長くなっている。現在通院中の患者でジェネレーターを交換した39症例で検討すると、交換理由にリードトラブルも含まれるが前のジェネレーターの使用期間はSSIモードで平均9年3ヶ月（=3年5ヶ月 n=21）、DDDモードで7年6ヶ月（=2年8ヶ月 n=18）であった。フクダ電子集計による東北地区の植え換えペースメーカー136個の分析ではSSIモードが6.3年でDDDモードが6.6年であり当院でフォローしてる患者ははかなり長持ちしているようである。

#### パソコンの活用

ペースメーカー植え込み時の症状、植え込み手技、ジェネレーター及びリードの情報、経過観察中の毎回測定データ、問題のあった時のコメントを入力する。IDと名前を検索が可能で、電池電圧、テストレート及び電極抵抗が経時的にグラフ表示されまた受診状況の把握が可能で経過観察には大変有効である。

#### 症例

78才 女性

平成2年11月完全房室ブロックでDDDタイプのペースメーカーの植え込みを受けた平成8年9月電池消耗のためジェネレーターの交換を行った 図1。この時心室電極の抵抗が250以下になっていたが刺激閾値が2V、0.4mSで変化していなかったので電極はそのまま使用した。平成9年11月より当院でフォローしている。定期的に刺激閾値・出力電圧の測定を行い変化が見られなかったが最近設定電圧より出力電圧が低下してきているので電極の短絡が限界にきているものと思われるので交換の予定である 図2。

#### まとめ

当院でのペースメーカー植え込み患者のフォローについて紹介したが、今のところ特に不都合なく経過している。ペースメーカー植え込み患者のフォローは開業医でも可能であるが、ペースメーカーシステムアナライザー（PSA）が必要であるので相当数の患者がいないと現実的ではない。また開業医でみる場合は循環器専門医のいる病院と密に連携をとることが必要である。

図1 交換指数の推移グラフ

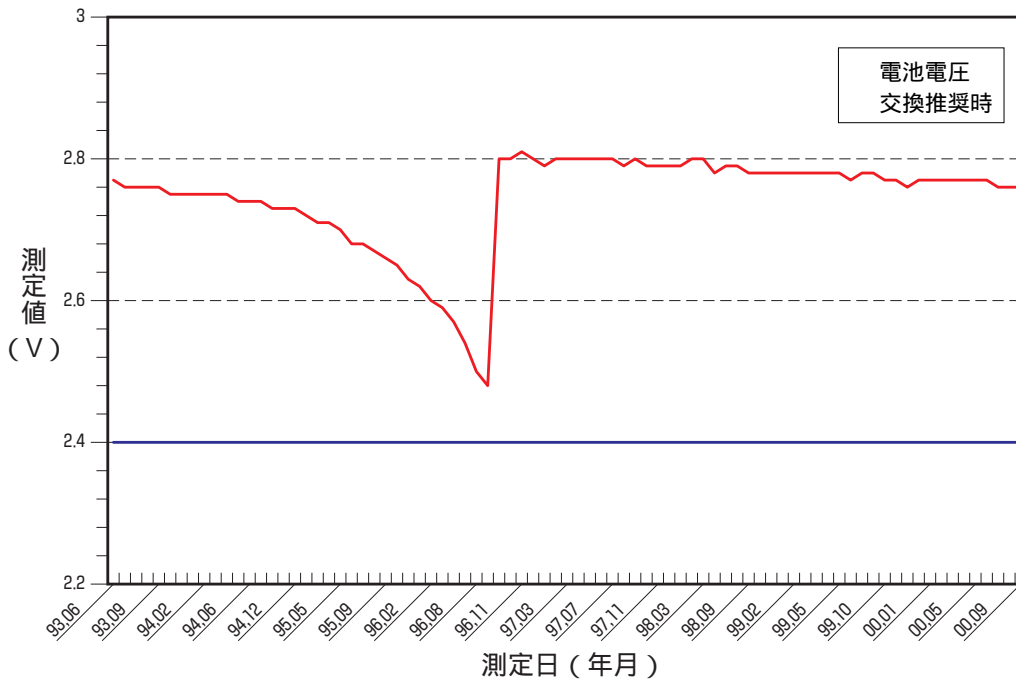
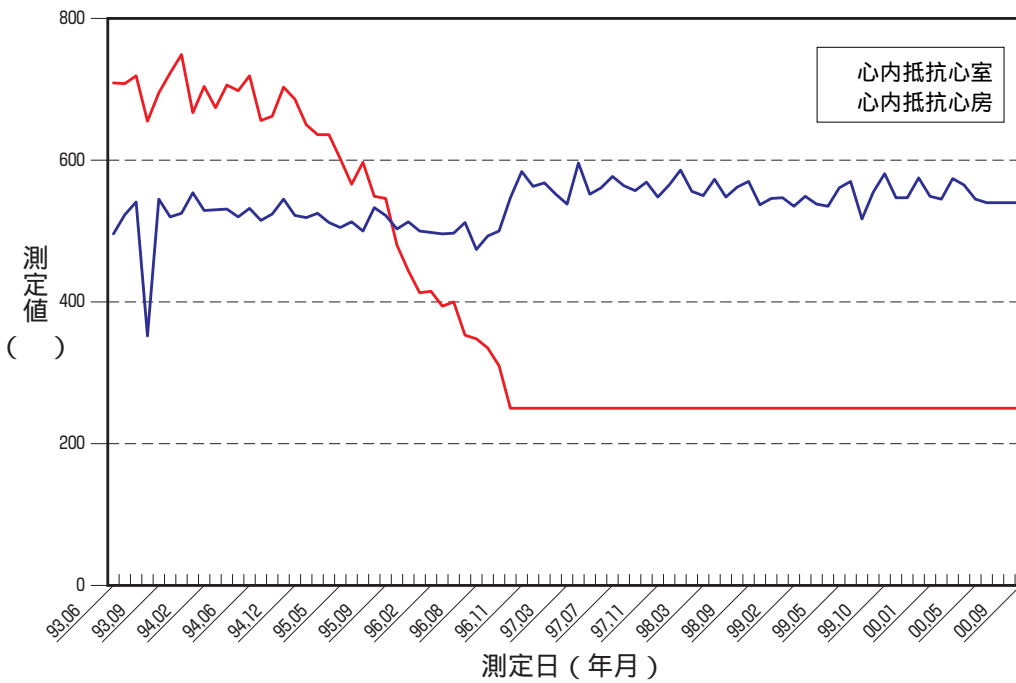


図2 心内抵抗の推移グラフ



FUKUDA DENSHI



デジタルホルター記録器  
FM-300  
医療用具承認番号：20900BZZ00520000

医療と健康をつなぐテクノロジー

ペースメーカー患者にもホルター検査を行いたい!

“心電図3ch” + “ペースメーカーパルス検出”

- ペースメーカー患者に対応!  
ペースメーカーパルス検出機能を標準装備
- ICカードによるデジタル記録方式  
駆動音なしで夜間も静か!コンパクト!高精度な品質波形!
- 詳細な全波形記録!  
24時間3チャンネル 全波形記録を実現

フクダ電子ホームページ  
<http://www.fukuda.co.jp>  
お客様窓口 ☎ 03 5802-6600

医用電子機器の総合メーカー  
**フクダ電子株式会社**  
本社 東京都文京区本郷3-39-4 (03) 3815-2121 (代) 〒113-8483



## ペースメーカーの治療と実際

# 開業医の診療と実際

### ペースメーカー植え込み術を中心に

医療法人社団 みぞぐち循環器内科 院長 溝口敬一郎



#### はじめに

当院は日本列島の西端の佐世保市（人口約24万人の中都市）のほぼ中心に位置する商業地の中で循環器専門医院として2名の常勤専門医と非常勤1名を主体に地域医療に参加しているベッド数13床の小医院である。

今回、ペースメーカーの治療と実際の表題での執筆依頼を受けたのは開業以来10年、一般外来診療・入院治療の90%以上を循環器疾患関連の疾患が占める専門医院というスタンスでの業務を行い、人工ペースメーカー植え込み術施行約160例を越すに至った結果からと推察する。

#### 人工ペースメーカー植え込み術（以下PMIと略す）の実態成績及び適応

当院におけるPMI第1例目は開業半年目に、次第に患者さんの数が増加し始めた頃の平成3年3月10日に徐脈性心房細動で心不全コントロール不能となった77才の男性例から始まった。以下表1に示すように、年々その数を増し又周辺・近隣開業医の先生方からの依頼も増加し、現在年間20例以上の手術を施行している。

PMI施行例は開業当初からの全入院患者数の11.4%程度が当院の実数である。

その内訳は表2の如くであり、開業医の患者数は大学院等と異なり高齢者が多いためか加齢に伴うと考えられる洞機能不全が約半数以上を占める。中でも洞停止に伴うアダムス・ストーク症候群、心不全が多い。

最高齢は96才（女性）の完全房室ブロック例であるが良性疾患であることと、本人・家族が十分納得し希望があれば90才を超えた高齢者でも植え込み術を行うことを前提としている。

男女比は、高齢になると女性が多くなることを反映し同様の傾向を示している。事実、前記の例も元気に退院となっている。

尚、約10年間PMIの施行例のうち、これまでに27例（17%）が術後世界されており高齢者が多い開業医における特徴であろう。死因はCardiac deathは比較的少なく、多くは老衰、癌、脳卒中であり完全な循環器的死因は3例でいずれも低拍出症候群の進展増悪によるものである。

#### ペースメーカー機能の選択と術法の選択

開業医においては先にも記したように高齢者が多いため、当院においてはペースメーカーリードは1本を基本としているが75才以下では状況に応じ（疾患にもよるが）DDDも考慮に入れる。事実50才以下の比較的若い患者さんのPMIには生理的循環動態保持を考慮しDDD例が多い。最近ではVDD、AAIも適時選択し、術中の電気生理学的検

討で決定する場合もある。

術法であるが、近年は殆ど穿刺法で行われているようであるが、当院においては開業医であることを基本に、医療事故を起すことは患者さんにも当方にも大きなリスクであり、ブラインドで行うことなく全例を直視下カットダウン法（Cephalic vein）により安全性を重視した術法で施行している。平均手術時間も1時間程度で終了し穿刺法と大差はない。VVIもDDDも術時間には殆ど大差はない。

又、細径双曲リードにおいてもリードのリーク・断線例もないことから上記術法はリードに対するダメージを与えることも少ないのではと推察する。

尚、PMIの入院平均日数は約10日以内である。

#### おわりに

開業医における観血的治療は何かとリスクを背負うことで消極的になりがちであることは否めない事実であるが、当院においてはフクダ電子（株）の多大なご協力も得、術後のペースメーカークリニックも含め1例の事故もなく現在まで経過している。今後、平成13年度よりスタッフ・ドクターを増員、病床数も19床に増床し、心臓カテーテル検査及び治療を開始予定であり地域医療の多少の助けになればと願う次第である。

〒857-0864 長崎県佐世保市戸尾町7-8

TEL.0956(22)0205

表1 年間ペースメーカー植え込み術の推移 平成12年10月末現在)

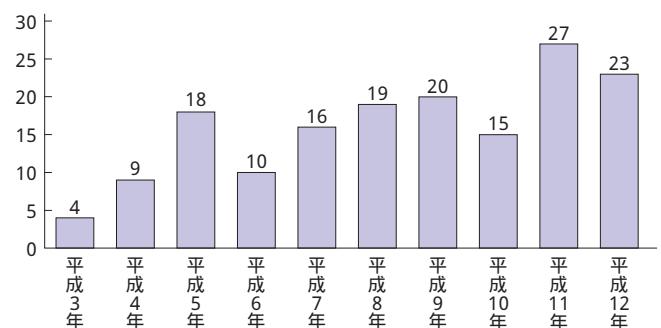


表2 疾患別症例数・年齢比・男女比

房室ブロック（高度・完全）	57例
洞機能不全症候群	84例
徐脈性心房細動	16例
平均年齢	74.2才
男：女	4：6

# ペースメーカーへの 電磁波障害とその対策

三井記念病院 ME サービス部 臨床工学技士 加納 隆



## 1.はじめに

携帯電話の爆発的な普及にともない大きな問題となってきたことの一つに、医療機器への電磁波障害（EMI：Electromagnetic Interference）の問題がある。特に、植込み型心臓ペースメーカーは、医療スタッフの目が届かない一般環境で使用される生命維持管理装置なので、当初から最も心配されたものである。また、病院環境で使用される、電気メス、ハイパーサーミアなど、強力な高周波エネルギーを使用する機器も、ペースメーカーに電磁波障害を与えるものとして知られている。ここでは、携帯電話と電気メスによる電磁波障害の問題を取り上げる。

## 2.携帯電話による電磁波障害

平成9年3月に不要電波問題対策協議会（不要協）から発表された携帯電話・PHS端末による植込み型心臓ペースメーカーへの影響に関する調査では、ペースメーカーの全機種（228機種）についての実験が行われた。この実験において実際に確認された影響は、(a) ペースメーカーパルス出力の抑制 (b) 非同期ペーシング (c) ペーシングレートの増加の3つであるが、いずれかの現象が1パルスでも生じた場合は「干渉あり」とした。これによると、800MHz帯のデジタル携帯電話では、228機種中44機種（19%）が何らかの干渉を受け、その最大干渉距離は、30cmであった1機種以外は14cm以下であった。また、1.5GHz帯のデジタル携帯電話では、228機種中10機種（4%）が干渉を受け、その最大干渉距離は15cm以下であった。尚、PHSに関しては実機による干渉は見られなかった。

この結果から、植込み型心臓ペースメーカーの場合の最大干渉距離を15cmと考え、これに安全係数2を掛けた22cmを使用安全距離とし、不要協の指針文の「携帯電話端末の使用及び携行に当たっては、携帯電話端末を植込み型心臓ペースメーカー装着部位から22cm程度以上離すこと」となったのである。しかし、満員電車内など状況によってはこの安全距離を保てない場合も有り得ることから、公共交通機関内での車内アナウンスによる注意にまで発展した。しかし、携帯電話による植込み型心臓ペースメーカーへの影響は、間欠的かつ可逆的で、それほど深刻な問題ではないことを、ペースメーカー患者によく理解してもらう必要はある。

また、同じ不要協の調査で、主に病院内で一時的に使用する体外型心臓ペースメーカーに関する携帯電話・PHS端末による影響も実験された。800MHz帯のデジタル携帯電話では、14機種中13機種（93%）が何らかの干渉

を受け、その最大干渉距離は195cmであったが、50cm以上の距離でも29%の機種が干渉を受けた。1.5GHz帯のデジタル携帯電話では、14機種中13機種（93%）が干渉を受け、その最大干渉距離は95cmであった。800MHz帯のアナログ携帯電話では、14機種中11機種（79%）が干渉を受け、その最大干渉距離は200cm以下であった。PHSでも、14機種中4機種（29%）が干渉を受け、その最大干渉距離は1cmであった。このように、植込み型に比べて体外型が格段に干渉を受け易いことから、何らかの対策が必要であると考えられた。

そこで我々は、体外型心臓ペースメーカーの携帯電話等による電磁波障害対策として、銀メッキナイロン繊維製シールド布を用いた、体外型心臓ペースメーカー携帯用袋（シールドポシェット）を試作し、そのシールド効果を実験により確認した。ポシェットは通常でも患者の歩行時に必要なものであるが、素材をシールド布にすることで、携帯電話等からの電磁波障害も十分に防ぐことが可能なものとなった（図1）。当初、カテーテル電極リードならびに延長ケーブル部分がポシェットの外に出ていることで、ここから電磁波を拾うことにならないかと懸念されたが、実験では全く問題ないことを確認している。

## 3.電気メスによる電磁波障害

心臓ペースメーカーにはデマンド機構といって、自発（自然心による）の心電図が出ると、ペーシングを一時止める機構がある。ペースメーカーを使用している患者に電気メスを使用すると、パルス状の電圧変化が生じるが、それを自発の心電図と誤認識して、ペーシングが停止してしまうことがある。これは治療器の機能そのものに影響があるという意味では問題であるが、間欠的かつ可逆的な障害であるためにそれほど深刻な問題とはなっていない。しかし、図2に示すように、電気メスによって設定モードが変更されるようなことも稀にはあるので、ペースメーカー患者に電気メスを使用しなくてはならない場合は、十分な使用中の注意と使用後の確認が必要である。

## 4.おわりに

一般環境では、携帯電話以外にも、アマチュア無線機や衛星携帯電話など携帯電話よりも強力な電磁波を出力する移動体通信機器、さらには車載の違法無線機などがペースメーカー患者の近くで使用される可能性がある。また、空港で使用される金属探知機、図書館やCDショップで使用される万引き防止装置などによるペースメーカーへの影響も報告されている。このように、様々な電磁

波発生源に囲まれた環境下で、ペースメーカーを安全に使用するためには、ペースメーカー自身のイミュニティ（Immunity：妨害排除能力）をより向上させることは勿論であるが、ペースメーカー患者と携帯電話等の利用者の双方が正しい知識とマナーを持つことが必要であろう。

[参考文献]

- 1) 不要電波問題対策協議会：携帯電話端末等の使用に関する調査報告書,1997.4
- 2) 加納 隆, 他：ペースメーカーの電磁波障害対策としてのシールド布の効果, 医科器械学, 69(10): 546-547,1999

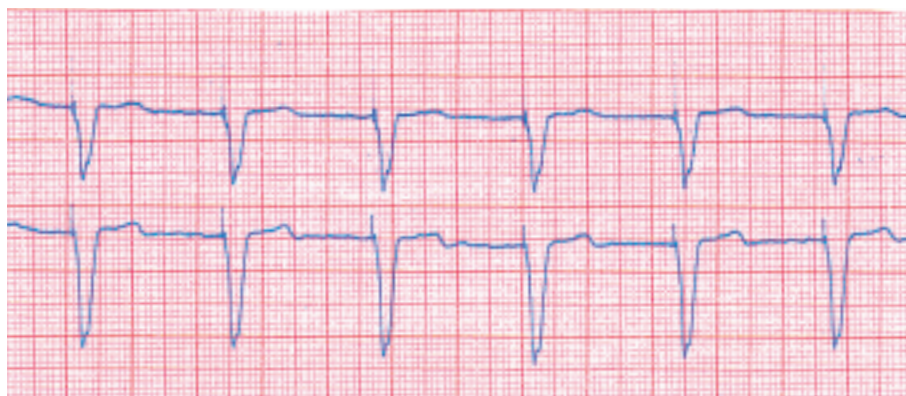


図1 体外型心臓ペースメーカー用シールドポシェット

図2 電気メスによるペースメーカー障害（プログラム機構への影響）：ジェネレータ交換時に見られた設定レートの誤変更



(1) EMI前、HR：34（自己脈）、バックアップレート：30



(2) EMIにより設定レートが30 65へ誤変更

# ペースメーカー 早わかり

ペースメーカーに  
興味のない人のための本

本書は、看護婦や学生、あるいは医師ではあるが、ペースメーカーに余り馴染みがなく、必要上どうしても勉強しなくてはならないという人たちのために、必要事項をピックアップし、分かりやすく解説した手引書です。



ロングセラー

執筆 西本 孝(元大阪医科大学胸部外科)  
西本泰久(大阪府三島救命救急センター)  
監修 武内敦郎(元大阪医科大学胸部外科教授)  
定価：2,000円(内税)

株式会社 **エム・イー・タイムス**  
〒113-0033 東京都文京区本郷3-13-6  
TEL. 03(5684)1285  
ホームページ <http://www.me-times.co.jp>

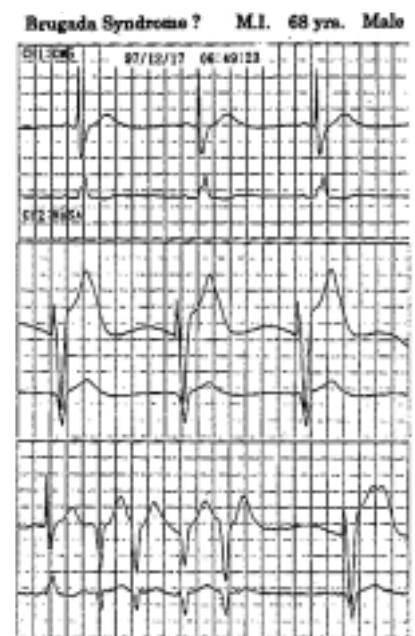
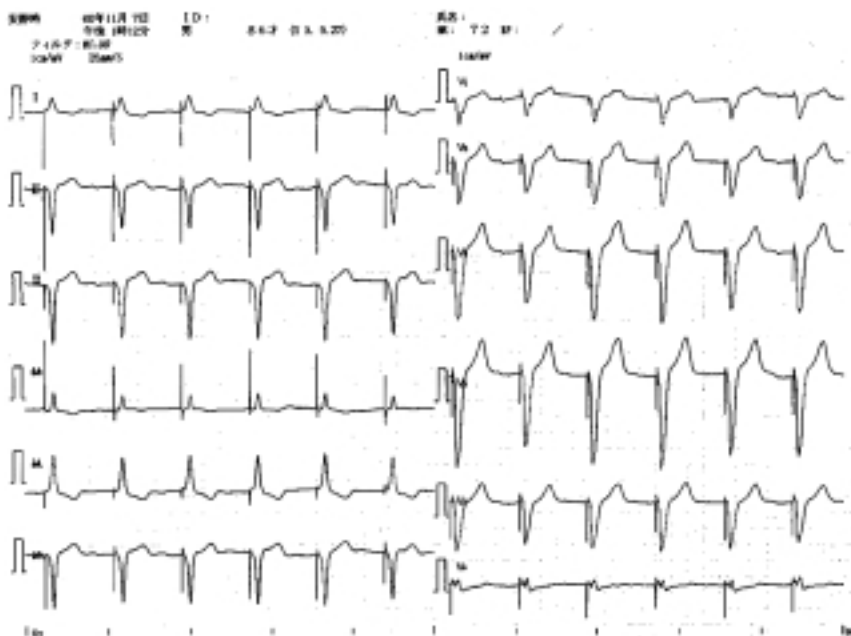
## 心電図Q&amp;A

**Q**：人工ペースメーカー心電図の特徴と判読のポイントについてお尋ねします

**A**：左図は19年前、完全房室ブロックによる高度徐脈のため、人工ペースメーカーを植込み、9年前に3度目のVVI型ペースメーカーを右室心尖部に植込んだ86歳男性の12誘導心電図です。高齢と脳梗塞後遺症のためQOL低下を認めますが、自立歩行可能でペースメーカー機能も正常です。鋭いスパイク信号後に、aVFでQS型の幅広い心室波、胸部誘導（V1-V5）では小さいr波に続く深い幅広いS波を認め、心拍数は毎分72拍です。従って心室興奮は右前下方から左後上方へ進むことを示し、ペースメーカーが心尖部右室側に植込まれていることが判ります。なお、一時的な洞調律回復時に、しばしば巨大陰性T波を認めることがありますが、必ずしも心筋虚血とはいえません。なお、ペースメーカーの異常を早期に見出すよう、定期的な心電図記録とペースマ

愛知三の丸病院 名誉院長 岡本 登  
ーチェックが必要です。

右図は10年来の不整脈や動悸、前胸痛を訴えていた68歳男性で、突然に意識消失、心臓・呼吸が停止し、モニター心電図で心室細動を認めDC直流除細動術施行、約20分の蘇生術で回復した症例です。冠動脈造影では異常なく、電気生理学的検査などの所見からBrugada症候群が疑われました。洞停止と心室頻拍を繰り返すため、心停止時のペーシングと頻拍時の除細動の双方の機能を有する、植込み式自動除細動器・ICD（Implantable Cardioverter Defibrillator）を装着した時のホルター心電図記録です。2誘導の上はV5に近いCM5誘導、下はV1/V2誘導に近似のNASA誘導です。V1/V2誘導で特徴を認めるBrugada症候群ではNASA誘導を記録することが必要です。ホルター心電図の上段は洞調律時、中段は徐脈時のペーシング時、下段は心室頻拍時の記録です。



## エム・イー・タイムスのご紹介

- ・ 学術医学書の発刊  
（既刊・図説超音波検査法、ME入門、新ホルター心電図検査法等）
- ・ 『エレクトロニクスの臨床』（医学雑誌）
- ・ 『ハート&ウェルネス』（臨床医学情報紙）
- ・ 『ホットウェブ』（在宅医療情報紙）
- ・ 『ハートネット』（業界情報紙）
- ・ 各種医学会会誌・編集・発行

発行日 平成13年2月26日  
 発行人 野口亮造  
 編集人 小野 薫  
 印刷所 三浦印刷株式会社

株式会社 エム・イー・タイムス  
 〒113-0033 東京都文京区本郷3-13-6  
 TEL. 03(5684)1285  
<http://www.me-times.co.jp/>

（定価250円） E. No. 002374 M