

- 10) **Brignole, M., Menozzi, C. and Gianfranchi, L.:**
Neurally mediated syncope detected by carotid sinus massage and head up tilt test in sick sinus syndrome. *Am. J. Cardiol.*, **68**: 1032~1036, 1991.
- 11) **Maloney, J.D., Jaeger, F.J. and Morris, H.H.:**
Malignant vasovagal syncope: prolonged asystole provoked by head up tilt. *Cleve. Clin. J. Med.*, **55**: 542~548, 1988.

相沢 ありがとうございます。何かご質問ございませんか。

田村 sick sinus 及び AV ブロックにおいて、同じ年齢のところから急に患者数が増えているということなんですけれども、AV ブロックの中でも結節以下と結節より上位でのブロックの患者の年齢別分布も同じようになっているのでしょうか。

鈴木 今回はその点に関しては検討してありません。

相沢 他にございませんか。私から、ペースメーカー治療後に心不全が残ったのは器質的心疾患があったのか、それとも器質的心疾患がなく徐脈が長く続いたために非可逆性の心不全になったのか、その辺の可能性はどうですか？

鈴木 徐脈でペースメーカー後、心不全が残った例では、心エコー上かなり心機能の低下を認めますし、他の

例でも latent な心機能障害があると思われれます。ただ高齢者が多く詳しい検索をしていません。non-invasive な検査の限り、弁膜症などはありませんでした。

相沢 埋え込み直前の CTR などとはどれくらいですか。例えば、60から70%近いとペースメーカーを埋えても正常化しないという捉え方ができるのですか。

鈴木 いいえ。pacing 以前の CTR と、その後の症状の変化との一定の関係は認められませんでした。

相沢 それからもうひとつ。失神が残った症例ですけれど、インプロテレンールやチルティング負荷で、パソデプレッサーがないのですか。それに加えて、キャノン・ウェイブなどが関与している例があるか。その辺を研究されていたら教えてほしいのですが。

鈴木 ペースメーカー埋え込み後のチルティングで神経症状がでた例が2例あるのですが、2例とも心房 pacing ですから、それと EPS の逆行伝導のない例でしたので、キャノン・ウェイブは考えにくいと思います。やはりパソデプレッサーによるものだと思います。

相沢 ありがとうございます。他にございませんか。それでは続きまして「ペースメーカー治療の進歩」ということで、桜井先生にお願いします。桜井先生はご承知のように、pacing 学会の大御所おむらわでございますし、現在アジア太平洋 pacing 学会の準備に大奮闘おむらわでございます。お願いします。

3) ペースメーカー治療の進歩

新潟市民病院胸部外科

桜井 淑 史

The Advancement of Pacing Therapy

Yoshifumi SAKURAI

Dept. of Thoracic and Cardiovascular Surg. Niigata City General Hospital

Since the first implantable pacemaker (self-contained) was clinically used in U.S.A. in 1960, 31 years have passed, 29 years in Japan, and 26 years as far as my own clinical experience is concerned.

Reprint requests to: Yoshifumi SAKURAI,
Niigata City General Hospital,
2-6-1 Shichikuyama Niigata City,
950, JAPAN.

別刷請求先: 〒950 新潟市紫竹山2-6-1
新潟市民病院胸部外科 桜井 淑 史

During the course of history, pacemaker technology has advanced starting from VOO mode to VVI, AAI, VAT, VDD, DVI, DDI, DDD, VVIR, AAIR, DDDR (including DVIR, DDIR) mode in 1988.

Over the past 26 years, many advancements and improvements have been made with the pacemaker.

Pacemakers in the past were too large and heavy for Japanese patients. However, the size has been remarkably reduced and the smallest one has the size of a 500 yen coin. On the other hand, battery longevity for dual-chamber pacing and rate-responsive pacing seems to have decreased.

The pacemaker system now has various additional functions such as telemetry, communication, and holter. These functions are very useful for the analysis of dual-chamber pacing and rate-responsive pacing.

Physiologic pacing can be achieved through maintaining A-V synchrony and increasing the pacing rate. Rate-responsive pacing (AAIR, DDIR, DVIR, and DDDR) is designed to increase pacing rate with a dedicated sensor.

Key words: History, Advancement, Rate-responsive Pacemaker, Dual-chamber Pacemaker, Dual-chamber Rate-responsive Pacemaker.

歴史, 進歩, レート応答型ペースメーカー, デュアルチャンパーペースメーカー, デュアルチャンパーレート応答型ペースメーカー.

はじめに

1966年県内初の心臓ペースメーカー (PM) 植込みを施行し, 26年が経過したが, この間もっとも優れた人工臓器のひとつとして広く使用されるようになった. また PM 工学も著しい進歩をみ, ペーシング方式もより生理的ペーシングが Quality life の上からも求められている.

1966年から1991年までの PM 及びペーシング方式の変遷を紹介する.

1. ペースメーカー及びペーシング方式の変遷¹⁾

自験例で紹介すると表 1 の如くで, 1966年初めて使用した PM は VOO モード (NBG コード分類)²⁾ で, 心筋電極が固定されており, 全麻下左開胸術により左室に電極を装着, 腹壁皮下ポケットに植込みを行なった. 初期には VOO PM のため, 完全房室ブロック症例に

表 1 The Change of Pacemaker Technology and Devices Through Personal Clinical Experience (Oct 1966—May 1991)

	Pacemaker	Electrode	Battery	Remarks
1966	VOO	Myocardial	Mercury-zinc	
1969	VVI			
1970	VVI	Endocardial		
1975	VVI		Lithium	Programmable
1978	AAI, VVI	Atrial j lead		Multi-programmable
1979	AAI, VVI, DVI	Dual lead		Mluti-telemetry
1981	AAI, VVI, DDD			
1984	AAI, VVI, AAIR VVIR, DDD			Bipolar DDD
1988	AAI, VVI, AAIR, VVIR, DDD, DDDR			

のみ使用した。

1968年からは VVI モード PM が導入され、完全房室ブロック以外の間歇性房室ブロック、洞機能不全症例にも PM 植込みが行なわれるようになった。

1972年からは経静脈性電極（カテーテル電極）の使用により、より少ない侵襲で PM 植込みが可能となり、次第に内科医の領域でも普及してきた。

初期の PM は水銀電池を用いており、2～3年に1回の PM 交換を必要としたが、リチウム電池 PM が1975年から導入され、比率的に電池寿命が延び（6～8年）、患者の負擔は軽減された。

この頃から PM のプログラム化が始まり、体表から植込み後にペースングレートを変更できるプログラマブル PM となり、1978年からはレート、出力、感度、不応期なども体表から変更可能なマルチプログラマブル PM へと進み、PM の小型軽量化の動きもでてきた。

同年から心房電極（Tined J lead）を使用し、AAI モードとして洞機能不全症例に対しては、心房ペースングが行なわれるようになり、心房性不整脈に対しての心室ペースングの不自然さが解消されることとなった。

1979年からは心房電極の安定性の確立により、Dual chamber pacing として DVI モード PM の使用も行なわれた。Dual chamber PM の登場から心内心電図、マーカチャンネル、プログラム内容などの抽出がマルチテレメトリー機構として可能となり、この機構はさらに消費電流、抵抗値、電圧などの測定、ホルター機能の保有にまで進んでいる。

1981年には DDD PM の開発により、1個の PM で、AAI, VVI, VDD, DDI (DVI) モードペースング

が可能となった。

1984年からは、AAI, VVI モードとして使用される Single chamber PM (SSI PM) にも、特殊なセンサー機構を保有させ、運動時、負荷時にペースングレートを増加させるレート応答型 PM (Rate-responsive PM) も臨床に使用されるようになった。主たるセンサーとしては、身体活動センサー、QT センサー、温度センサー、呼吸センサー、分時換気量センサーを使用した PM が1991年未で使用されている。

1988年には、DDD PM もレート応答型 (DDDR) となり、PM は更に小型軽量化、多機能化されてきている。

この反面、リチウム電池の使用により、PM の耐用年数は延びたが、レート応答性、DDD PM (心房、心室両者に使用)、小型化の影響で、消費電流の増加と電池容量の減少で若干耐用年数は短縮の傾向にある。

サイズに関しては、初期に厚さ 23 mm、重量 230 g 程度あった PM が、最近では 5 mm、20 g 前後まで小型軽量化されている。

2. 現在本邦で使用可能なペースメーカー

表 2 に示す如くであるが、Single passway VDD PM、つまり一本の経静脈性電極で、心房の P 波を感知し、心室に P 波同期のペースングを行なう方法もあるが、このタイプは未だ信頼性に問題があり、数は少ない。

3. 現在一般的に使用されているペースングモード³⁾

1) VVI モード：心室抑制デマンドペースング。

最低基本レート確保、AV Synchrony、レート増加欠除。

表 2 Categorization of Currently Available Pacemakers (May 1991, using NBG code)

Single chamber pacemakers			
	Pacemaker	Pacing mode	
	SSI	AAI, VVI	Non programmable
	SSIR	AAIR, VVIR	Programmabl Multi-programmable Communicating
Dual chamber pacemakers			
Dual electrodes	Pacemaker	Pacing mode	
	DDD	VDD, DVI, DDI, AAI, VVI	Multi-programmable
	DDDR	VDD, DVIR, DDIR, AAIR, VVIR, DVI, DDI, AAI, VVI	Communicating
Single electrode	VDD	VDD, VVI	

R: Rate-modulated pacemaker Special modes: AAT, VVT, AOO, VOO, DOO

房室ブロック、洞機能不全症、徐脈性心房粗細動など何れにも使用可。

- 2) VVIR モード：心室抑制デマンド、レート応答ペーシング。

最低基本レート、レート増加確保、AV Synchrony 欠除。

房室ブロック、頻拍傾向を伴わない洞機能不全症、徐脈性心房粗細動などに使用可。

- 3) AAI モード：心房抑制デマンドペーシング。

最低基本レート、AV Synchrony 確保、レート増加欠除。

洞機能不全症にのみ使用可。

- 4) AAIR モード：心房抑制デマンド、レート応答ペーシング。

最低基本レート、AV Synchrony、レート増加確保。

頻拍傾向を伴わない洞機能不全症にのみ使用可。

- 5) VDD モード：P波同期心室抑制デマンドペーシング。

最低基本レート確保、運動、負荷時P波の増加に同期レート増加、AV Synchrony も確保、もっとも生理的なペーシング。

洞機能正常の房室ブロックに使用可。

- 6) DDI モード：心房心室順次心房心室抑制デマンドペーシング。

最低基本レート、AV Synchrony 確保、レート増加欠除。

洞機能不全を伴う房室ブロック、房室伝導障害を伴う洞機能不全症に使用可。

- 7) DDIR モード：心房心室順次心房心室抑制デマンド、レート応答ペーシング。

最低基本レート、AV Synchrony、レート増加確保。

洞機能不全を伴う房室ブロック、房室伝導障害を伴う洞機能不全症に使用可。

- 8) DDD (DD IT/I) モード：個有のペーシングモードではなく、AAI, VVI, VDD, DDI (DVI) モードペーシングが可能である。

- 9) DDDR (DD IT/I) モード：個有のペーシングモードではなく、AAIR, VVIR, VDD, DDIR (DVIR) モードペーシングが可能である。

- 10) その他。

VOO, AOO モード：心室固定、心房固定ペーシング。電磁波干渉時に使用

VVT, AAT モード：心室同期デマンド、心房同期デマンドペーシング、診断用に使用。

DVI, DVIR モード：心房心室順次心室抑制デマンド、同レート応答ペーシング。現在は DDI, DDIR モードの使用が多いが、心房電磁波干渉時に使用。

4. 20年以上経過症例

最長は26年経過し、当初 VOO PM、心筋電極であったが、その後 VVI PM 使用、心筋電極の損傷で、心室経静脈性電極による VVI モードに変更、その後心房にも電極を挿入、DDD PM で VDD モードペーシングで経過しており良好である。

10症例中3例が DDD PM を使用している。全て完全房室ブロック症例であった。

5. 生理的ペーシングについて

生理的ペーシングの定義については、諸家により異なるが、一時はレート応答型 PM を含め、AAI, AAIR, VVIR, VDD, DDI, DDIR を生理的ペーシングと称していた。

厳しくは、AV Synchrony を保ち、身体状況によるレート変化とすると、AAIR, VDD, DDIR に限定される。

6. 将来の PM の進歩

レート応答型 PM は、スタンダードリードで使用でき、またコントロールの容易な身体活動センサーを使用したものが多く使用されている。然し発熱時、その他の負荷時の変化にかけるため、Dual-sensor system, Multi-sensor system として複数以上のセンサーを使用する PM が開発中である。

また Fully automatic PM (Switching PM) として、患者の ECG パターンを認識し、自動的にモードを組みかえ、さらに自動的に閾値を測定し、出力、感度を組みかえる PM の研究も行なわれているが、実現には未だ時間が必要であろう。

また Single passway lead としては VDDPM のみであるが、将来一本の電極で心房心室共にペーシング、センシングの有効な方法が、患者の将来の負担軽減のために待たれる。

ま と め

ペーシング治療26年の変遷と、ペーシングモード、適応の紹介、生理的ペーシングについて述べたが、適応については各症例の年齢、社会的活動状況、合併症などを考慮し選択すべきと考える。

参 考 文 献

- 1) 桜井淑史: 心臓ペースメーカーの変遷—VOO から DDDR まで—。心臓ペースィング, 4: 11~22, 1988.
- 2) Bernstein, A., Camm, J., Fletcher, R., et al.: The NASPE/BPEG generic pacemaker code for antibradyarrhythmia and adaptive-rate pacing and antitachyarrhythmia devices. PACE, 10: 794~799, 1987.
- 3) 桜井淑史: Pacing mode の選択基準。循環器科, 24: 413~424, 1988.

相沢 ありがとうございます。それではどなたか質問ございませんか。それでは徐脈に関して一旦総合討論を行い、もう一度質問を受け付けますが、どなたかございますか。

佐藤 幾つか質問があります。Mobitz II型の AV ブロックで、小沢先生のスライドについていけなかっただけでも知れませんが、ペースメーカーの implantation も含めて、症状のない Mobitz II型のその後フォローアップをどうするかが第1点です。それから、ペースメーカーを入れた症状のその後の管理ですが、会社によって、例えばバッテリーがどのくらい残っているかの表示方法がかなり違って、こちらとしては非常に煩雑な感じがします。特に入れ始めの時はいいのですが、5年目、7年目、10年目位経過するとその間に新しいものが出てきて一層煩雑だという思いをしています。何か統一するか、或いはこれだけで判定できるというのがありましたら教えて戴きたいというのが第2点です。あとは桜井先生が最後にスライドに出されましたが、VDD は今後本邦でどのくらい実際に応用される可能性があるかどうかということについてお聞きしたいと思うんですけど。

相沢 第1点は小沢先生、質問に対するお答えをお願いします。

小沢 それでは第1点にだけお答えいたします。Mobitz II型の無症状例は、先程のスライドの ACC と AHA のガイドラインでいきますと2級に入るんですね。一般的に適応が認められているのが1級、全く無適応が3級でその中間になるわけです。この場合は、人、施設によって適応の決定がまちまちだと思うんです。やはり医学的適応だけでなく、いろいろな社会的問題、本人の希望、職業といったもの、それから医学的なもので言えば、例えばヒス束心電図で上か下かを見たり、そういう予後と本人の希望であるなど総合判断になります。よって個々

によって全部適応が違ってくると思うので、うまい答えになっているかどうかわかりませんが、私はそう考えます。

相沢 植えないでみていてトラブルがあったというような経験は、先生ございませんか。

小沢 私の知る限りではあまりないと思うんですが。

相沢 佐藤先生、そういう症例があつての質問ではなく、一般的な質問ですね。小沢先生、ありがとうございました。

桜井 今の問題に対して私自身の経験で追加させて戴きますと、Mobitz II型と申しても程度がいろいろあると思うんです。私共のところでは、確かに Mobitz II型でペースメーカーを入れないで十数年ずっとそのままのパターンできてる方もいらっしゃいます。ただいろいろ条件が違うと思うのですが、ここに胸部外科の渡辺先生がおられますけど、話がそれて申し分けありませんが、小児で congenital の中隔欠損ファローの方を手術して、数年経って房室ブロックが起きてくるのが結構あるんです。そういう場合、I度であってもII度であってもかなり継続的注意を要すると思うんです。最近目につくものですから、1回私のところのペースメーカー研究会で発表したと思います。それから初期にやはり VOO を入れて失敗したのは、その時房室ブロックで、その後すぐ自己リズムがつながりまして、また Competition を起こして VVI に変えたのですが、その方は結局 complete の AV ブロックになりずっと十数年 pacing をしています。症例によって何とも申し上げられないと思います。2番目のバッテリーの寿命についてですが、この問題は非常に厄介でして、各メーカーでプログラマーに表示されます。いわゆるボルト表示されるものと、バッテリー OK で規定ボルト数があれば OK とでるものいろいろあります。日本心臓ペースィング学会に入っておられる方は、心臓ペースィングという雑誌に付録がつき、私が編集した患者マニュアルがありますからご希望の方にはお配りいたします。これには簡単にしか書いてありませんが、電圧が落ちるとバックアップモードが3ステップに変わるわけです。一番注意すべきことはマグネットレートで計算しなさい、というのが一番多いんです。ところがマグネットをあてて心電図を測定するのは、検査技師がいやがります。マグネットをあてて外したときに戻らない場合があり、遅れて戻るといふ現象があつて困るわけです。通常はマグネットレートが65とか設定レートからずれていれば elective の replacetime に入っているだろうということになります。その規定電圧は、詳

しいことは本に書いてありますが、通常のバッテリーは2.5ボルトです。これは通常5ボルトと言ってますけども、ダブルでだしてますから2.5ボルトなんですけども、2.3ボルトぐらいになると警告が出る筈です。2.1か2ボルト以下になると、telemetryもprogramも効かなくなります。そうなった場合は、固定レートでVOOで発信するか、両室にしておけばDOOもありますし、AAIならAOOもあります。そういうタイプになってますけど、もうひとつ自分の経験からヒントをお話ししますと、たいていのペースメーカーはパルス幅が伸びます。規定上は、今のDDDかレートレスポンスPMになって、パルス幅は広がらないとされていますが、長年の観察ではたいてい少しずつ伸びてきます。これもひとつのインディケータになるのではないかと思います。今のご質問はDDDPMでこられたのですが、レートオート型のペースメーカーも、身体活動で設定レートが動いてますから、前のようにプラスマイナスいくらという判断はできないので、やはりマグネットレートを使いなさいということになるわけです。それから3番目の、いわゆるsingle pathwayのVDDは、日本でおおよそ100例ぐらい使われているのではないのでしょうか。イタリアで4,000から5,000使われて、アメリカは少ないです。ひとつ問題がありますのは、心房の電極2点があって特殊フィルターで増幅するわけですが、電極間の距離がなかなか合わないんです。片一方がSVCに出ると拾わなくなる。それで心不全のある方に入れますと、どうしても心臓が小さくなるので、置かれた場所が変わるといことで、将来的に考えますと電極を何本入れられるかが問題になるわけですから、1本でVDDをやれば一番楽なんですけども、まだ日本ではそれほど安定性が確立されていないという見方の方が多くて、比較的国内でペースメーカーセンターのようなところでは使っていません。そんなような現状です。よろしいですか。

相沢 他にございますか。小沢先生、これはreplaceの問題にも関係するのですが、Bradytachy syndrome以外のsick sinusで、心房細動を合併した時、replacement時にgeneratorは取り出していいのでしょうか。それともやはり交換して入れるべきなのでしょうか。寿命のあるうちに取り出す人はいないと思うんですけど。

小沢 余りそういった症例を経験しなかったのでうまく答えられません。

相沢 例えばAFが固定してしまったと考えられたら、どうでしょうか。桜井先生、何かコメントござい

せんか。

桜井 心房細動で、いわゆるtachy tendencyのAFと、Brady dependentのAFでは全く違うと思うんです。AFはこれからまた頻脈の方で大いに問題になると思うんですけども、chronicであればいわゆる恒久的徐脈性の心房細動に移行する方が結構多いわけです。その場合には薬も使わず、Adams-stokeがなければそのままにしているわけですが、危険性がないわけではないですし、リズムが不整ということはcerebral infarctionの問題も考えれば、やはり抜かない方がいいと思います。入れ換える時にご本人が嫌だと言えればそれっきりでしょうが、tachyが全く見られないものだったら入れておいた方が無難じゃないかなと思います。

相沢 心房に入れた場合は不要になると考えられますか。

桜井 心房でAFになった場合ですか。その場合、現在のペースメーカーの治療というのは心房粗細動に關してだけはVVIしか有効ではないとされているので、そうすると心房のペースメーカーは、入れておいても…

相沢 いらない可能性が高い、と。

桜井 いいえ、戻ればまた使いますけど。追加になって私だけが喋って申し分けありませんが、VVIで長期やりますと、chronicでみた場合、心房細動の起こる率はかなり高率です。それをDual chamber pacing, DDDでやりますと、歴史は浅く最終的統計は出てませんけれども、心房細動は抑制されるという説を唱えている方もいらっしやいますので、その辺も追加させて戴きます。

相沢 ありがとうございます。その結果、脳血栓も予防されるということになりますね。鈴木薫先生、ペースメーカーのfirst choiceとしてどういうペースメーカーを使うか、簡単に教えてくれませんか。

鈴木 sssで房室伝導に異常がない場合にはAAIを植え込んでおりますし、房室伝導に異常がある場合にはDDDを植え込んでおります。房室ブロックの場合には原則としてDDDを植え込んでおりますけれども、ただある程度高齢の場合、或いはほとんどつながっているんですけど、ブロックが出現しこれを補充すればいいという例に関しては、電池寿命等を考えてVVIを植え込んでいます。

相沢 ありがとうございます。それでは続きまして頻脈の方に話題を変えさせて戴きたいと思います。「頻脈の診断と治療効果判定」について、立川総合病院の佐藤先生、お願いします。