

24時間ホルター心電図に関する研究

第 2 編

人工ペースメーカーの作動状態と合併不整脈および血行動態

岡山大学医学部第一外科学教室 (主任：折田薫三教授)

畑 隆 登

(昭和61年4月16日受稿)

Key words : ホルター心電図, ペーシングモード,
ペースメーカー作動状態,
ペースメーカー合併不整脈,
ペースメーカー血行動態

緒 言

徐脈性不整脈に対する人工ペースメーカー治療の目的は、最初は主に房室ブロックに併発する Adams-Stokes 発作に対する救命的手段であった。しかしペースメーカー治療効果より、その適応は洞不全症候群や徐脈性心房細動にも拡大されてきた¹⁾。さらに従来の心室抑制型ペースメーカー (VVI ペーシング) に加え、血行動態上の優位性を目的とした生理的ペースメーカー (AAI および DDD ないし DVI ペーシング) の導入により治療効果は明らかに改善された。しかし生理的ペースメーカーによる、新たな問題点も生じている。すなわち心房機能温存を目的とした各種ペーシングモードで発生してきた個々の合併不整脈に対し、必ずしも充分な対応がなされているといたい点があることである。これら不整脈は、ホルター心電図法により検討されてきた^{2) - 5)}。しかしペースメーカー植え込み症例の合併不整脈を、ペースメーカー介在性と非介在性に、かつ一過性と恒久性に分類し、ホルター心電図法で詳細に分析した研究はない。本研究では、24時間ホルター心電図法によりペースメーカー植え込み症例のペーシング作動状態および合併不整脈を分析し、併せてペーシングモード別の血行動態より、徐脈性不整脈疾

患別の至適ペーシングモードの検討を行った。

対 象

国立岩国病院で1981年より1985年までの過去5年間に、人工ペースメーカー植え込みを行い、24時間ホルター心電図にて経過観察を施行した124症例を対象とした (表1)。このうち35症例に、心室ペーシングと生理的ペーシングにおける血行動態検査を施行した。

徐脈性不整脈診断基準は第1編⁶⁾と同様であるが、洞不全症候群の分類は Rubenstein ら⁷⁾の基準により3群に分類した。

これら対象の人工ペースメーカー植え込み手術条件は、以下のごとくであった。ペースメーカー電極の心臓挿入部位の条件として、刺激閾値はペースメーカー標準出力の1/3以下とし、検出心内心電位はペースメーカー標準センシング感度に対し心房内で2倍 (1.5 mV) 以上、心室内で3倍 (6 mV) 以上とした。全例ペースメーカー本体は、単極型 multiprogrammable type を使用した。センシング感度は、心房内で0.7 mV、心室内で2 mV に設定した。また心房抑制型ペースメーカー (AAI ペーシング) 適応条件は次のごとくとした。(1) 心電図において PQ 間隔が0.22 sec 未満で2枝ブロックを認めない。(2) 24時間ホルター心電図において房室ブロックない

Table 1. Cases with permanent pacemaker implantation

	No.	Age (years)		Sex		Pacing Mode		
		Mean \pm SD	Range	M	F	VVI	AAI	DDD
Advanced AVB	62	65.9 \pm 12.6	33-89	34	28	42	---	20
SSS	51	61.2 \pm 14.8	21-87	24	27	17	19	15
Af with SVR	11	66.5 \pm 9.7	52-86	7	4	11	---	---
Total	124	63.9 \pm 13.5	21-89	65	59	70	19	35

No.=number of cases; SD=standard deviation; M=male; F=female;
 AVB=atrioventricular block; SSS=sick sinus syndrome; Af=atrial fibrillation;
 SVR=slow ventricular response.

Table 2. Symptoms in patients with permanent pacemaker implantation

	Advanced AVB		SSS			Af with SVT
	VVI	DDD	VVI	AAI	DDD	VVI
	n=42	n=20	n=17	n=19	n=15	n=11
Death	1	0	2	0	1	1
Palpitation	2	2	3	2	0	1
Chest pain	3	2	4	0	1	1
General fatigue	3	0	4	1	0	4
No symptoms	33	16	4	16	13	4

AVB=atrioventricular block; SSS=sick sinus syndrome; Af=atrial fibrillation;
 SVR=slow ventricular response.

し基本調律の心房細動を認めない。(3)Overdrive suppression test のペースングレート120/min以上の心房ペースングにおいて1対1房室伝導が得られる。(4)His 束心電図においてHV時間が55 msec未満である。

方 法

1. 24時間ホルター心電図検査

24時間ホルター心電図法は第1編⁶⁾と同様であるが、全症例の24時間圧縮心電図を記録した。この分析により、自覚症状を含めたペースングモード別の作動状態と合併不整脈を比較検討した。

2. 血行動態検査

心臓カテーテル法によるペースング中の血行動態評価には、大腿動脈における観血的動脈圧測定、心拍出量測定、および心内圧測定を行った。動脈圧測定および心内圧測定には、SIEMENS社カテラボシステム (siedoc および transducer 746) を用いた。また熱稀釈心拍出量測定には、Swan-Ganz カテーテルおよび EDWARDS 社 Model 9520 を用いた。

ペースング作動時の動脈圧変化測定では、高度房室ブロック10症例において、自己洞調律よりペースング調律に変化する際の収縮期動脈圧変化を、VVI ペースングと DVI ペースングにて比較検討した。

ペースングモード別血行動態測定では、洞不全症候群25例における血行動態変化を同一症例において、VVI ペースングと DVI ペースングにて比較検討した。まずペースングレート100 imp/minにて全VVI ペースング調律となったのを確認後、平均動脈圧、平均左房圧および心拍出量(心係数)を測定した。さらにこれら症例においてペースングレート100 imp/minにて全DVI ペースング調律になったのを確認後、同様の測定を行った。なおDVI ペースングの心房心室刺激間隔は180 msecの条件で行った。

成 績

1. ペースメーカー植え込み後自覚症状

表2にペースメーカー植え込み後の自覚症状を示す。同期間中に死亡したのは、VVI ペースン

グ4例（心不全2例，脳梗塞1例，悪性腫瘍1例）であった。また AAI ペーシングには死亡例はなく，DDD ペーシングでは1例が心筋症の心不全にて死亡した。しかし直接ペースメーカーに起因する死亡は認められなかった。ペー

シングモード別の自覚症状では，特に洞不全症候群の VVI ペーシングにおいて，動悸，胸痛，全身倦怠感等が著明であった。洞不全症候群の VVI ペーシングにても自覚症状が無かったのは，ホルター心電図でみると自己脈が少なく，

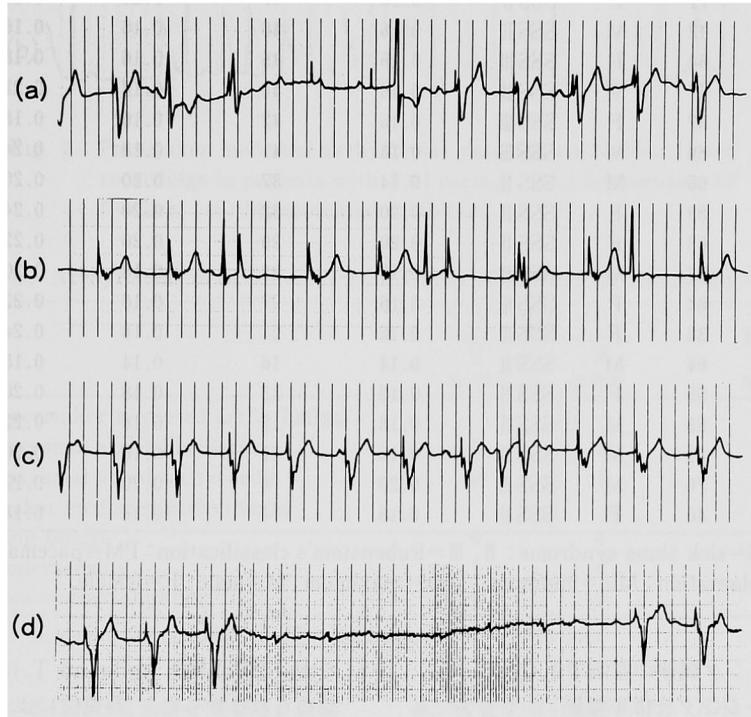


Fig. 1. Pacemaker mediated arrhythmias detected on 24-hour Holter recordings in patients with VVI pacing. (a) Pacing failure. (b) Undersensing of normal R-wave. (c) Undersensing of premature ventricular constraction. (d) Myopotential inhibition

Table 3. Arrhythmias detected on 24-hour Holter recordings in VVI pacing cases

	Advanced AVB (Sinus) n=37	(Af) n=5	SSS n=17	At with SVR n=11	Total n=70
Non-pacemaker mediated arrhythmias					
Established atrial fibrillation	1	---	5	---	6
Paroxysmal atrial fibrillation	0	---	2	---	2
Paroxysmal atrial tachycardia	0	---	2	---	2
Pacemaker mediated arrhythmias					
Pacing failure	1	0	1	0	2
R-undersensing	2	1	1	1	5
Myopotential inhibition	9	2	3	3	17

()=atrial rhythm ; AVB=atrioventricular block ; SSS=sick sinus syndrome ; Af=atrial fibrillation ; SVR=slow ventricular response.

Table 4. AAI pacing cases with sick sinus syndrome (19 cases)

Case	Age (yr)	Sex	SSS group	PQinterval before PM (sec)	Follow-up period (months)	PQinterval after PM (sec)	Spike-Q interval Min-Max (sec)
1	46	F	SSS II	0.18	50	0.20	0.22-0.32
2	71	F	SSS II	0.20	47	0.20	0.22-0.24
3	42	M	SSS II	0.16	46	0.16	0.16-0.18
4	64	F	SSS III	0.16	45	0.16	0.18-0.20
5	67	M	SSS II	0.16	44	0.18	0.22-0.42
6	67	F	SSS III	0.16	42	0.16	0.18-0.18
7	68	M	SSS III	0.16	41	0.18	0.24-0.26
8	68	M	SSS II	0.14	37	0.20	0.20-0.22
9	83	F	SSS II	0.20	32	0.20	0.24-0.24
10	63	F	SSS II	0.20	29	0.20	0.22-0.32
11	77	M	SSS II	0.18	28	0.18	0.20-0.20
12	84	F	SSS III	0.16	27	0.16	0.22-0.36
13	35	F	SSS III	0.16	24	0.18	0.24-0.24
14	64	M	SSS II	0.14	16	0.14	0.18-0.20
15	55	F	SSS II	0.18	13	0.18	0.20-0.20
16	55	M	SSS II	0.18	12	0.18	0.22-0.26
17	41	M	SSS II	0.16	11	0.18	0.20-0.22
18	76	M	SSS III	0.20	4	0.20	0.22-0.24
19	46	F	SSS II	0.18	4	0.18	0.18-0.20

SSS=sick sinus syndrome; II, III=Rubenstein's classification; PM=pacemaker implantation; Min=minimum; Max=maximum; M=male; F=female.

ほぼ全ペースング調律の症例であった。

2. VVIペースング合併不整脈

VVIペースングにおける24時間ホルター心電図では、各種の合併不整脈が記録された(図1)。

表3にVVIペースングにおける合併不整脈を、ペースメーカー関与の有無に分けて示す。ペースメーカーに起因しない不整脈としては、洞不全症候群に多く記録された。心房レベルが洞調律で高度房室ブロックの症例は1例のみ心房細動調律となったのに比し、洞不全症候群では5例と高率に心房細動化した($P<0.05$)。ペースメーカーに起因する不整脈として、ペースング不全は2例に認められたが、いずれもペースメーカー本体の出力を増加させる事で解消された。センシング不全(R-undersensing)は計5例に発生したが、この内2例のみ正常収縮のR波センシング不全で、他は心性期外収縮のR波をセンシング出来ないものであった。センシング感度を増強させることで1例を除き解決され

たが、この1例もspike on Tによる不整脈は認められなかった。筋電位による抑制(myopotential inhibition)は計17例24%と高率に記録されたが、しかし自覚症状を併うものは2例のみであった。センシング感度を低下させることで対応したが、全ペースング調律でかつ筋電位が2.5~3.0 mV発生した症例ではVOOモードに変更した。

3. AAIペースング作動状態と合併不整脈

表4にAAIペースング症例を示す。ペースメーカー植え込み後の24時間ホルター心電図では全症例に多少なりとも自己洞調律が記録された。自己洞調律ではPQ時間の延長は認められなかったが、spike-Q時間は最高0.42秒の症例が認められた。しかし比較的短期間の経過観察ではあるが、II度以上への房室伝導障害の進行は認められなかった。

洞不全症候群のAAIペースングでも、24時間ホルター心電図で合併不整脈が記録された(図2)。

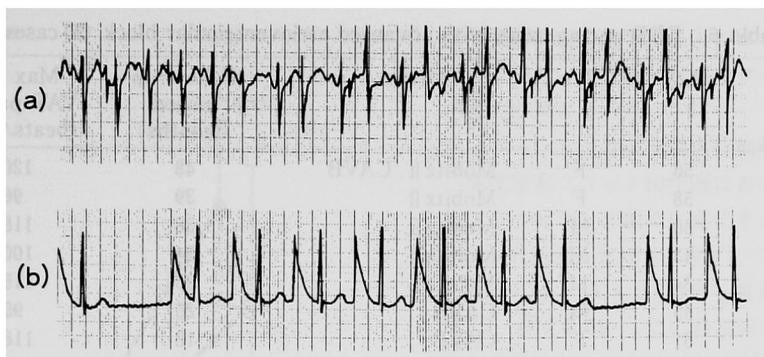


Fig. 2. Pacemaker mediated arrhythmias detected on 24-hour Holter recordings in patients with AAI pacing. (a) Undersensing of P-wave. (b) Myopotential inhibition.

Table 5. Arrhythmias detected on 24-hour Holter recordings in AAI pacing cases

	SSS		Total n=19
	II n=13	III n=6	
Non-pacemaker mediated arrhythmias			
Paroxysmal atrial fibrillation	0	2	2
Paroxysmal atrial tachycardia	0	1	1
Pacemaker mediated arrhythmias			
Pacing failure	0	0	0
P-undersensing	1	4	5
Myopotential inhibition	2	0	2

SSS=sick sinus syndrome; II, III=Rubenstein's classification.

AAIペースミングにおける合併不整脈を、表5にペースメーカー関与の有無に分けて示す。第III群に上室性不整脈発作が多く記録された。センシング不全(P-undersensing)は5例26%に発生し、VVIペースミングのセンシング不全に比し有意に高率であった($P<0.05$)。筋電位による抑制(myopotential inhibition)は2例12%とVVIペースミングのそれより低率ではあったが、統計的有意差は認められなかった。

4. DDDペースミング作動状態と合併不整脈

表6に高度房室ブロックにおけるDDDペースミング症例を示す。心房同期心室ペースミング(VATペースミング)の作動はよく保たれていた。表7に洞不全症候群におけるDDDペースミング症例を示す。本来、洞不全症候群においてDDDペースミングを選択するのは、何らかの房室伝導障害が合併する場合である⁸⁾。15症例における房室伝導障害およびoverdrive suppression test

等、著者が洞不全症候群にDDDペースミングを選択した理由を示した。これら症例ではVATペースミングレートがあまり上昇しない症例もみられた。また3例にペースメーカー介在性不整脈やペースメーカー本体感染のためモード変更を施行した。

高度房室ブロックと洞不全症候群におけるDDDペースミング症例にて、24時間ホルター心電図で検出されたVATペースミング作動状態下による安静時と運動時の心拍数を比較した(図3)。高度房室ブロックの運動時心拍数は $108.6 \pm 14.2/\text{min}$ であり、洞不全症候群の運動時心拍数 $94.5 \pm 21.6/\text{min}$ より有意に増加した($P<0.05$)。

24時間ホルター心電図に記録された合併不整脈は、DDDペースミングの場合多様であった(図4)。

表8にDDDペースミングにおける合併不整脈を、ペースメーカー関与の有無に分けて示す。ペースメーカーに起因しない不整脈としては、洞不

Table 6. DDD pacing cases with advanced atrioventricular block (20 cases)

Case	Age (yr)	Sex	Grade	Follow-up period (months)	Max HR VAT pacing (beats/min)
1	56	F	Mobitz II, CAVB	48	120
2	58	F	Mobitz II	39	96
3	60	M	Mobitz II	38	118
4	43	M	Mobitz II	34	100
5	34	M	Mobitz II	25	115
6	55	M	CAVB	25	95
7	61	F	CAVB	18	118
8	57	M	CAVB	17	122
9	33	M	CAVB	17	128
10	72	M	CAVB	15	122
11	51	F	CAVB	15	120
12	58	F	Mobitz II	13	78
13	74	F	CAVB	10	110
14	71	M	CAVB	10	80
15	80	F	CAVB	9	112
16	57	F	CAVB	8	118
17	67	M	CAVB	8	100
18	56	M	Mobitz II, CAVB	8	121
19	79	F	CAVB	6	108
20	71	F	Mobitz II, CAVB	5	103

Max HR=maximum heart rate; CAVB=complete atrioventricular block;
M=male; F=female.

Table 7. DDD pacing cases with sick sinus syndrome (15 cases)

Case	Age	Sex	SSS Group	AVB	RA pacing 1:1 conduction Max HR (beats/min)	Follow-up period (months)	VAT pacing Max HR (beats/min)
1	53	M	SSS III	Mobitz II	80	47	91
2	42	M	SSS III		90	45	130
3	21	M	SSS II		90	43	126 VVI*
4	58	M	SSS II		110	43	90
5	60	F	SSS II	Wenckebach	120	42	108
6	49	M	SSS II	Wenckebach	110	41	115
7	42	M	SSS III	Wenckebach	110	40	130
8	68	F	SSS II		100	3	70 DVI*
9	65	F	SSS II	Mobitz II	80	27	72 DVI*
10	68	F	SSS II	bifascicular	110	10	76
11	75	F	SSS II	Wenckebach	110	10	114
12	47	M	SSS III		110	9	122
13	72	M	SSS III		110	8	82
14	73	F	SSS III	Wenckebach	100	7	72
15	79	M	SSS II	Mobitz II	80	4	98

SSS=sick sinus syndrome; AVB=atrioventricular block; RA=right atrial;
Max=maximum; HR=heart rate; M=male; F=female; I, II, III=Rubenstein's
classification; *=reprogrammed mode.

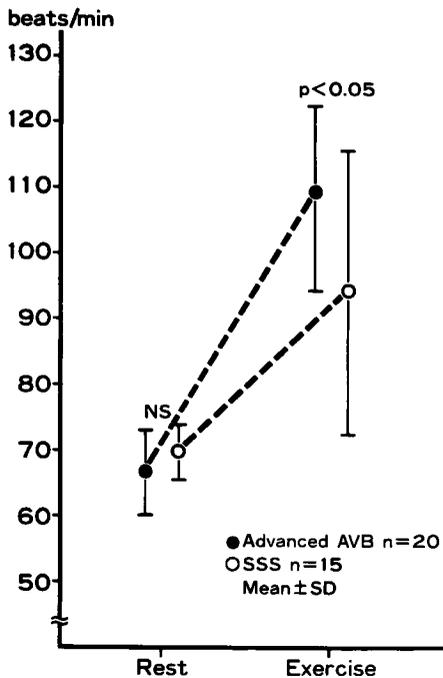


Fig. 3. Comparison of heart rate detected on 24-hour Holter recordings in patients with DDD pacing of advanced atrioventricular block and sick sinus syndrome. A-V sequential pacing at rest and VAT pacing on exercise.

全症候群第Ⅲ群にのみ上室性不整脈発作が認められた。ペースメーカーに起因するものとして、ペースメーカー不全は心房、心室ともに認められなかった。センシング不全 (undersensing) は、心房で計4例11%と高率に発生したが、心室では1例のみで、それも心室性期外収縮を認識できないものであった。筋電位による抑制 (myopotential inhibition) は VVI や AAI ペーシングと同様に計4例11%も記録されたが、これに伴う自覚症状は認められなかった。筋電位ないし異常心房収縮をセンシング (oversensing) して発生するペースメーカー頻脈は5例14%に記録されたが、動悸を自覚したのは1例のみであった。遅延した室房逆伝導 (slow VA conduction) により発生するペースメーカー介在性頻脈は、植え込み術後のモニター心電図で記録され、動悸および胸痛の自覚が強くペースメーカー

ード変更を必要とすることが多いが、術後急性期には認められず24時間ホルター心電図で確認された症例もあった。

5. ペーシングモード別血行動態

高度房室ブロック10症例において、自己洞調律よりペースメーカー調律に変化する際の収縮期動脈圧変化を図5に示す。VVI ペーシングが作動する際には、 $85.5 \pm 5.1\%$ と有意に動脈圧は低下した ($P < 0.01$)。この最高値は40 mmHgの低下であった。これに対し DVI ペーシングが作動する際には、動脈圧の低下は認められなかった。

洞不全症候群25例におけるペースメーカーモード別血行動態測定を同一症例において行ったが、DVI ペーシングの心房心室刺激間隔は180msecの条件であり、spike-Q 間隔がこれ以下の5症例ではAAI的作動となった。

平均動脈圧は図6に示すごとく、VVIペースメーカーの場合には80.1mmHgであったが、DVIペースメーカーの場合には88.6mmHgに上昇した ($P < 0.01$)。平均左房圧は図7に示すごとく、VVIペースメーカー7.3 mmHgより DVIペースメーカー5.8 mmHgに低下した ($P < 0.01$)。また心係数は図8に示すごとく、VVIペースメーカー3.00 L/min/M²より DVIペースメーカー3.64 L/min/M²に上昇した ($P < 0.01$)。

考 案

1. ペーシング症例のホルター心電図解析

Kelen²⁾, Michael³⁾, Hoffmann⁴⁾, 佐藤⁵⁾らの報告では、ペースメーカー植え込み後の経過観察にホルター心電図の必要性を強調している。しかし DDD ペーシングの24時間ホルター心電図まで高速解析が可能な装置は無く、24時間全心拍の分析によりペースメーカー作動状態および合併不整脈を検討する必要があった。

2. VVI ペーシング

VVI ペーシングの高度房室ブロックにおいては、心房レベルは洞調律が維持された。一方、洞不全症候群では、高率に心房細動を発生した。洞不全症候群において、VVI ペーシングでは心房細動が基本調律に固定化したのに対し、生理的ペースメーカーにおいては心房細動は発作性であ

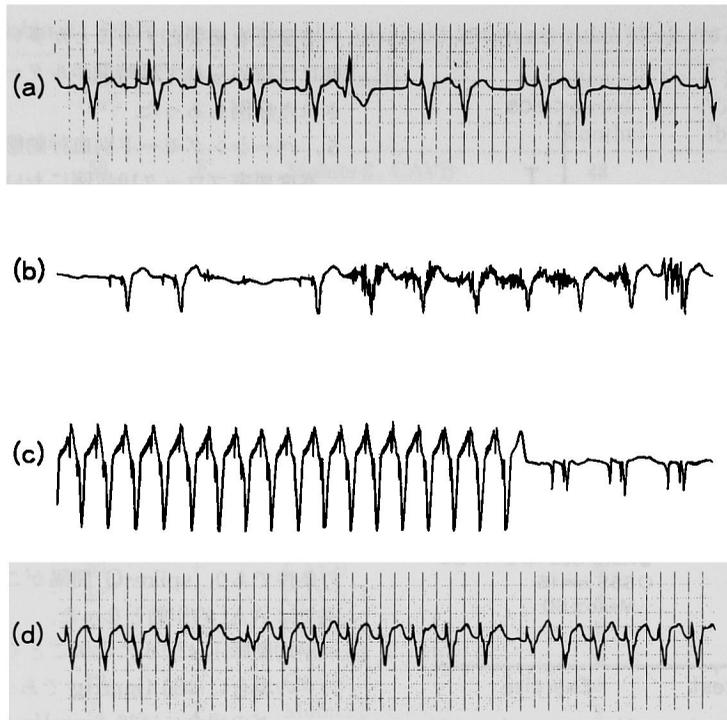


Fig. 4. Pacemaker mediated arrhythmias detected on 24-hour Holter recordings in patients with DDD pacing. (a) Undersensing of P-wave. (b) Myopotential inhibition. (c) Pacemaker tachycardia due to myopotential oversensing. (d) Pacemaker mediated tachycardia.

Table 8. Arrhythmias detected on 24-hour Holter recordings in DDD pacing cases

	Advanced AVB	SSS		Total n=35
	n=20	II n=9	III n=6	
Non-pacemaker mediated arrhythmias				
Paroxysmal atrial fibrillation	0	0	2	2
Paroxysmal atrial tachycardia	0	0	1	1
Pacemaker mediated arrhythmias				
Atrial pacing failure	0	0	0	0
Ventricular pacing failure	0	0	0	0
P-undersensing	2	1	1	4
R-undersensing	0	0	0	0
Myopotential inhibition	2	1	1	4
Pacemaker tachycardia	2	1	2	5
Pacemaker mediated tachycardia	1	0	0	1

AVB=atrioventricular block; SSS=sick sinus syndrome; II, III=Rubenstein's classification.

り、基本調律に固定化したものは認められなかった。洞不全症候群の経過中に血栓塞栓症を発生しやすいことが、Rubenstein⁷⁾、Aroesty⁹⁾、

Fairfax¹⁰⁾らにより指摘されている。Rubensteinの報告によれば洞不全症候群第III群の平均9年の追跡調査で24%の脳塞栓症を発生しており、

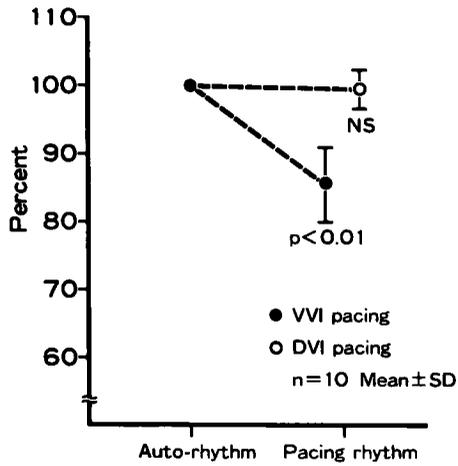


Fig. 5. Comparison of systolic blood pressure in VVI and DVI pacing, changing from auto-rhythm to pacing rhythm.

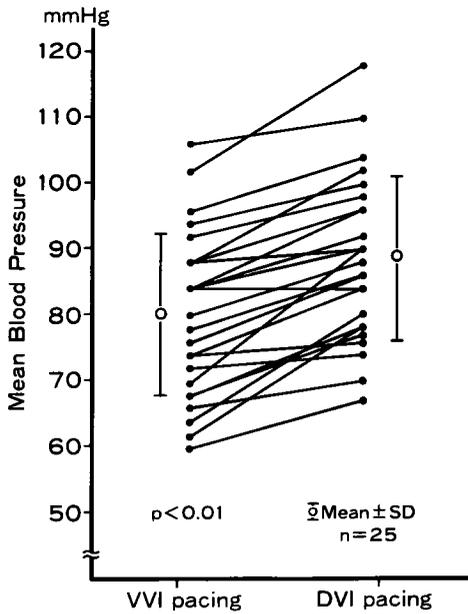


Fig. 6. Comparison of mean blood pressure in VVI and DVI pacing.

Aroesky の報告によれば洞不全症候群第Ⅲ群 VVIペースング中の21%に末梢動脈塞栓症が発生したとしている。さらに Fairfax の報告によれば、洞不全症候群10年の経過観察にて血栓塞栓症の発生は16%であり、心房粗細動の7.3%、慢

性房室ブロックの1.3%に比較し、かなりの高頻度であった。著者¹¹⁾の報告ではペースングモード別の洞不全症候群における血栓塞栓症発生率は、

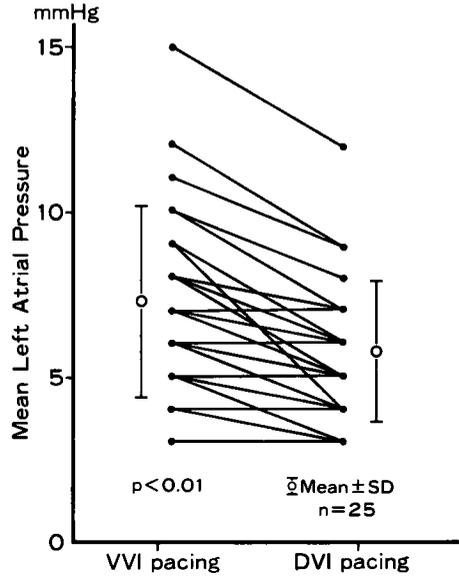


Fig. 7. Comparison of mean left atrial pressure in VVI and DVI pacing.

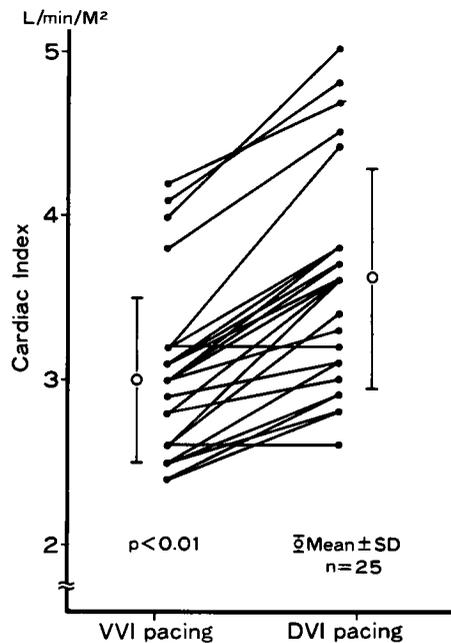


Fig. 8. Comparison of cardiac index in VVI and DVI pacing.

VVI ペーシング2.27%/患者・年, 生理的ペーシング0.89%/患者・年であり, VVI ペーシングで有意に高率であった ($P<0.01$). これは洞不全症候群の生理的ペーシングでは, 心房機能がよく温存された結果であると考えられた.

筋電位による抑制 (myopotential inhibition) は, VVI ペーシングのみならず各ペーシングモードにて発生した. これは Gaita ら¹²⁾ や佐藤ら⁵⁾ の報告と同一であった. 使用したペースメーカーが単極型である以上, 筋電位は常に問題となった. しかし会田¹³⁾ の報告のごとくペースメーカー本体の植え込み場所とmultiprogrammable の特性を考慮し, さらにペーシングモード変更およびホルター心電図の経過観察にて充分対応は可能であった. 現在臨床使用されている電極の多くが単極型であり, 単極型の利点¹⁴⁾ や将来のペースメーカー本体交換手術を考慮すれば, 筋電位の問題だけで必ずしも双極型を選択すべきとも考えられなかった.

3. AAI ペーシング

本研究対象の19例 AAI ペースメーカー植え込み症例においては, 明らかな房室伝導障害の発生は認められなかった. 著者と同じ基準で行っている井原¹⁵⁾ の25例についても同様であった. しかし66例の Ohe ら¹⁶⁾ の報告によると2例に慢性の房室ブロックが発生しており再植え込みを必要としたとしている. さらに AAI ペーシング症例における洞不全症候群の房室伝導障害進行に関する追跡調査は必要と考えられた. 一方心房ペーシング不全は1例も発生していないが, AAI ペーシングにおけるもう一つの問題点は, 心房センシングであった. 著者の使用した心房電極計54本中, life table 法による5年後のセンシング維持率は65%にすぎなかった. 特に洞不全症候群第Ⅲ群で, センシング不全が発生した場合, 自己調律下においては上室性期外収縮の原因となった. しかし AAI ペーシングは, 心房機能を温存し, かつ心電図における本来の QRS 波形および ST 波形の認識出来る唯一のペースメーカーモードである. 洞不全症候群には高齢者が多く^{7), 17) - 19)}, 血行動態および心電図上の虚血性変化の判定が必要である点よりもその有効性は大きかった.

4. DDD ペーシング

DDD ペーシングにおける運動時有効心拍数の増加は, 明らかであった. しかし DDD ペーシングにおける心拍数の増加は, ペースメーカーの合併症として発生しうることにも充分注意する必要があった. 房室ブロック症例の洞機能の評価は困難であり, このような例の異常心房収縮をセンシングした場合, 不整脈の原因となった. また遅延した室房逆伝導 (slow VA conduction) により起こるペースメーカー介在性頻脈²⁰⁾ の合併は, ペースメーカー植え込み後遠隔期にも, 逆伝導時間の延長により発生しうることにも注意する必要があった. さらに心房以外の電位を, センシング (oversensing) した場合も問題であった. 筋電位をセンシングして起こるペースメーカー頻脈²¹⁾ はその一つであるが, 心房がセンシング不全 (undersensing) をきたした状態では, ペーシング調律としての心拍数の増加は筋電位をセンシングした場合のみ生ずることになった. これら合併症としてのペースメーカー不整脈が生じた時の対応としては, 積極的に DVI ペーシングへのモード変更が必要と考えられた. DVI ペーシングでも Barold ら²²⁾ が定義している pseudo-pseudofusion が問題にはなったが, これは心房心室の刺激時間の短縮で解決された²³⁾.

5. ペーシングモード別の血行動態

生理的ペースメーカーの血行動態に対する有効性の報告はすでに1966年 Samet ら²⁴⁾ によって行われている. しかしペースメーカー開発の関係で, 長期ペーシングには問題があり, 国内での使用は AAI ペーシングで過去10年, DDD ペーシングで過去5年である. それ以来, 生理的ペースメーカーの普及は著しい²⁵⁾. 心室ペーシングでは, 特に洞調律と心室ペーシング調律が交互に出現する症例で, いわゆるペースメーカー症候群とされる自覚症状が強い. 本研究においても, 洞調律より心室ペーシングに変化する際著明な動脈圧の低下をみたが, これは心房収縮が心室収縮と無関係に生じることによるためであった. 完全ペーシング調律において, Dreifus⁸⁾ は心房収縮が心室収縮に対し100 msec 遅れた場合動脈圧が20%低下しペースメーカー症候群の

原因になるとした。また洞不全症候群では逆行性伝導する際、心室収縮と心房収縮の時間的関係により心室ペースングにより心不全を誘発することも報告されている²⁶⁾。笹生ら²⁷⁾によるとVVIペースングに比しDVIペースングの心拍出量増加率は、16~42%であったと報告しているが、これは著者の成績と同一の傾向であった。特に心不全の合併する症例では、血行動態より考えても心房機能を温存する生理的ペースメーカーを使用すべきであった。

6. 至適ペースングモード

生理的ペースメーカーの有効性は、24時間ホルター心電図による心房機能の温存や血行動態の有意性より明らかであった。しかし心房電極のセンシングの安定性や心房センシングのための合併不整脈も考慮すると、徐脈性不整脈別の至適ペースングモードは以下のごとく考えられた。高度房室ブロックでは、基礎疾患による心不全の合併や社会的活動能の増加を目的とする症例以外では、必ずしもDDDペースングを必要としなかった。これに対し洞不全症候群では、房室伝導障害がなければAAIペースングを選択し、房室伝導障害があればDDDペースングを選択すべきであった。いずれにしても洞不全症候群では心房ペースングを必要としたが、第Ⅲ群には房室伝導障害の有無にかかわらず、心室側にセンシングを有する使用法(DVIないしAVIペースング)が望ましいと考えられた。しかし遠隔期ペースメーカー作動状態および合併不整脈の状態は変化しており、24時間ホルター心電図は、ペースメーカー植え込み症例のペースングモード別follow-upには不可欠な検査法であった。

結 論

1. 124症例(高度房室ブロック62例, 洞不全症候群51例, 徐脈性心房細動11例)の単極型人工ペースメーカー植え込み症例で、24時間ホルター心電図法による検討を行った。ペースングモード別(VVI70例, AAI19例, DDD35例)にみた作動状態と合併不整脈の分析, および血行動態の測定より以下の結果を得た。

(1) ペースメーカー植え込み後のホルター心電

図による検討において心房機能は、高度房室ブロックではペースングモードにかかわらず温存されたが、洞不全症候群ではVVIペースングに比し、生理的ペースングでよく温存された。また洞不全症候群第Ⅲ群において、ペースメーカーに起因しない合併不整脈が多く記録された。

(2) ペースング不全は心房、心室ペースングともに問題なかった。センシング不全(undersensing)は、心房ペースングの25%、心室ペースングの7%に認められた。筋電位による抑制はすべてのペースングモードで11~24%合併したが、自覚症状を伴うものは2例のみであった。DDDペースングは心房のセンシングを有するが故に、有効心拍数の増加も得られたが、ペースメーカー頻脈およびペースメーカー介在性頻脈の原因となった。これらペースメーカー合併不整脈の診断および対応に、24時間ホルター心電図は不可欠な検査法であった。

(3) ペースングモード別の血行動態比較検討では、生理的ペースングはVVIペースングに比し動脈圧、左房圧、心拍出量で有意の効果を認め、血行動態の改善を必要とされる症例では選択されるべきペースメーカーモードであった。2. これらの結果により、不整脈別のペースメーカー選択モードは、高度房室ブロックでは、血行動態改善を必要とする基礎心疾患のない症例に限り、必ずしも生理的ペースングを必要としなかった。しかし洞不全症候群では、生理的ペースングの選択を行うことが必要な治療法であった。

稿を終えるに臨み、御校間いただいた折田薫三教授に深甚なる謝意を表するとともに、御懇篤な御指導をいただいた原岡昭一教授に深謝いたします。また本研究に際し、直接御協力いただいた国立岩国病院(院長:井出愛邦博士)に厚く御礼申し上げます。

(本論文の要旨は、第45回日本循環器学会中国四国地方会、日本循環器学会・日本ME学会第9回心臓ペースング研究会、第1回日本心臓ペースング学会で発表した。)

文 献

1. A Report of the Joint American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Assessment of Cardiovascular Procedures (Subcommittee on Pacemaker Implantation).: Guideline for permanent cardiac pacemaker implantation, May 1984. *Circulation* 70, 331A-339A, 1984.
2. Kelen, G.J., Bloomfield, D.A., Hardage, M., Gomes, J.A., Khan, R., Gopalaswamy, C. and Sherif, N.E.: A clinical evaluation of an improved Holter monitoring for artificial pacemaker function. *Pace* 3, 192-197, 1980.
3. Michael, F. and Wright, D.O.: Detection of pacemaker abnormalities by Holter monitoring. *J. AOA* 81, 255-263, 1981.
4. Hoffmann, A., Jost, M., Pfisterer, M., Burkart, F. and Burckhardt, D.: Persisting symptoms despite permanent pacing. Incidence, causes, and follow-up. *Chest* 85, 207-210, 1984.
5. 佐藤重夫, 広瀬 一, 中埜 肅, 松田 暉, 島崎靖久, 榊原哲夫, 中谷武嗣, 平中俊行, 加藤 寛, 小林順二郎, 酒井 敬, 村田弘隆, 川島康生: 24時間心電図記録によるペースメーカー植え込み症例のfollow-up. *人工臓器*. 12, 54-57, 1983.
6. 畑 隆登: ホルター心電図に関する研究. 第1編 徐脈性不整脈とペースメーカー適応. *岡山医学会雑誌*. 98, 549-562, 1986.
7. Rubenstein, J.J., Schulman, C.L., Yurchak, P.M. and Desanctis, R.W.: Clinical spectrum of the sick sinus syndrome. *Circulation* 46, 5-13, 1972.
8. Dreifus L.S.: Optimal choice of cardiac pacemakers. *心臓ペースング*. 1, 8-19, 1984.
9. Aroesty, J.M., Cohen, S.I. and Morkin, E.: Bradycardia-tachycardia syndrome, results in twenty-eight patients treated by combined pharmacologic therapy and pacemaker implantation. *Chest* 66, 257-263, 1974.
10. Fairfax, A.J., Lambert, C.D. and Leatham, A.: Systemic embolism in chronic sinoatrial disorder. *N. Engl. J. Med.* 295, 190-192, 1976.
11. 畑 隆登, 津島義正, 種本和雄, 荒田 敦, 小長英二, 井出愛邦, 庵谷和夫, 湊 武: 体内式ペースメーカーの予後に関する検討. *医療*. 40, (9号印刷中) 1986.
12. Gaita, F., Asteggiono, R., Bocchiardo, M., Commodo, E., Leo, M.D., Gobbi, G., Grande, A., Rosettani, E. and Brusco, A.: Holter monitoring and provocative maneuvers in assessment of unipolar demand pacemaker myopotential inhibition. *Am. Heart J.* 107, 925-928, 1984.
13. 会田 博: 単極型心室抑制型 demand ペースメーカーにおける筋電位抑制の研究. *日胸外会誌*. 30, 1374-1385, 1982.
14. 戸川達男: 人工ペースメーカーに関する工学的諸問題. *心臓ペースング最近の進歩*, 日本人工臓器学会, 東京 pp. 19-28, 1979.
15. 井原勝彦: 洞不全症候群に対する心房ペースング治療の遠隔成績, 心室ペースング治療との比較. *日胸外会誌*. 30, 366-373, 1982.
16. Ohe, T., Shimomura, K., Isobe, F. and Kosakai, Y.: Problems and anti-tachyarrhythmic effects of chronic atrial pacing. *Jap. Circ. J.* 49, 379-384, 1985.
17. Ferrer, M.I.: The sick sinus syndrome. *Circulation* 47, 635-641, 1973.
18. ペースメーカー委員会報告: 洞不全症候群に対するペースメーカー植え込み症例に関する調査報告. 第7回心臓ペースング研究会プロシーディングス, 日本循環器学会・日本ME学会, ペースメーカー委員会, 東京, pp. 16-20, 1983.
19. Bower, P.J.: Sick sinus syndrome. *Arch. Intern. Med.* 138, 133-137, 1978.
20. Barold, S.S., Falkoff, M.D., Ong, L.S. and Heinle, R.A.: Arrhythmias caused by dual-chambered

- pacing. Proceedings of the 11th World Symposium on Cardiac Pacings. Steinkopff Verlag, Darmstadt, pp. 505-510, 1983.
21. Murase, M., Tanaka, M., Takeuchi, E., Sato, K., Abe, T., Kato, R., Sassa, H. and Sone, T.: Problems of artificial pacemaker therapy. *Jpn. Circ. J.* 49, 370-378, 1985.
 22. Barold, S.S., Falkoff, M.D., Ong, L.S. and Heinle, R.A.: Characterization of pacemaker arrhythmias due to normally functioning AV demand (DVI) pulse generator. *Pace* 3, 712-723, 1980.
 23. 畑 隆登, 津島義正, 種本和雄, 小長英二, 庵谷和夫, 湊 武: DDD ペースメーカーを目的とした21症例の術後のペースメーカー作動状態. *心臓ペースング*, 2, 68-69, 1986.
 24. Samet, P., Castillo, C. and Bernstein, W.H.: Hemodynamic sequelae of atrial, ventricular, and sequential atrioventricular pacing in cardiac patients. *Am. Heart J.* 72, 725-729, 1966.
 25. Report from the Pacemaker Committee of Japan Circulation Society and Japan Society of Medical Electronics and Biological Engineering.: A survey of pacemaker in Japan-1984. *Jpn. Circ. J.* 49, 1108-1110, 1985.
 26. 勝本慶一郎, 新堀 立, 中澤博江: 逆行性室房伝導を伴った長期心室ペースング患者のモード変更と血行力学, シネ造影所見. *心臓ペースング*, 2, 74-75, 1986.
 27. 笹生正人, 横山正義, 毛井純一, 貝塚秀樹, 笠置 康, 長柄英男, 和田寿郎: DDDペースメーカー, 血行動態より見た臨床応用の研究. *人工臓器*, 14, 1419-1422, 1985.

Studies on 24-hour Holter electrocardiography
Part II : Pacemaker function, arrhythmias and hemodynamics of
cases with permanent pacemaker implantation

Takato HATA

The First Department of Surgery, Okayama University Medical School, Okayama

(Director : Prof. K. Orita)

One hundred twenty-four patients with unipolar permanent pacemaker implantation (advanced atrioventricular block, 62 cases ; sick sinus syndrome, 51 cases ; and atrial fibrillation with slow ventricular response, 11 cases) were studied by 24-hour Holter electrocardiography. Analysis of pacemaker function and arrhythmias with various pacing modes (VVI pacing, 70 cases ; AAI pacing, 19 cases ; and DDD pacing, 35 cases) and measurement of hemodynamics revealed the following.

In all pacing modes, atrial contraction was observed in cases of advanced atrioventricular block. However, in the VVI pacing mode with sick sinus syndrome, atrial contraction was often lost. In sick sinus syndrome group III, pacemaker non-mediated arrhythmias were often recorded. Pacing failure was not noted with any atrial or ventricular pacing. Undersensing was observed in 26 % of the AAI pacing group and 7 % of the VVI pacing group. Myopotential inhibition was observed in 11-24 % of all pacing modes, but only two patients complained of subjective symptoms. DDD pacing with atrial sensing yielded effective increase of heart rate, but caused pacemaker tachycardia and pacemaker mediated tachycardia. In making these diagnosis and managing of pacemaker mediated arrhythmias, 24-hour Holter recordings were the most effective. In comparison of hemodynamics in any pacing mode, physiological pacing was significantly different from VVI pacing as to blood pressure, left atrial pressure and cardiac index. Patients who require improvement of hemodynamics should be treated with physiological pacing. As for the optimal choice of pacing modes, patients with advanced atrioventricular block without underlying disease do not always require physiological pacing. However, the patients with sick sinus syndrome should receive physiological pacing.