

非観血的方法による pacing rate の変化に対する左室機能の推移についての検討

Changes of left ventricular function during right ventricular pacing by non-invasive method

谷川 直  
小沢友紀雄  
山本 光明  
小口 義夫  
市川 正之  
高橋 信博  
小牧 宏一  
斉藤 友昭  
斉藤 颯  
波多野道信

Naoshi TANIGAWA  
Yukio OZAWA  
Komei YAMAMOTO  
Yoshio OGUCHI  
Masayuki ICHIKAWA  
Nobuhiro TAKAHASHI  
Koichi KOMAKI  
Tomoaki SAITO  
Satoshi SAITO  
Michinobu HATANO

**Summary**

The changes of the indices of left ventricular function during variable right ventricular pacing rate up to 100 beats per minute were studied by non-invasive method. The pacing rate could be changed more than 40 beats per minute in 6 out of 9 patients. It is well known that the motion of the inter-ventricular septum changes by right ventricular pacing. Therefore, it is still questionable to apply some indices of left ventricular function, including mean Vcf (velocity of circumferential fiber shortening), ejection fraction (EF) and LVDs (left ventricular end-systolic dimension) to the patients with right ventricular pacing. However, following results were obtained in our study. LVDd (left ventricular end-diastolic dimension) decreased significantly ( $p < 0.05$ ) with increasing pacing rate, and LVDs increased at the maximum pacing rate, but it was not statistically significant. The peak of mean posterior wall velocity (PWV) was definitely obtained at different pacing rate in each patient.

The indices of mechanocardiography and impedance plethysmography were of no use to determine the optimal pacing rate.

We suggested that mean PWV might be helpful to determine the optimal pacing rate.

**Key words**

Right ventricular pacing      Echocardiography      Contractility      Impedance plethysmography  
Mechanocardiography

日本大学医学部 第二内科  
東京都板橋区大谷口上町 30 (〒173)

The Second Department of Internal Medicine, Nihon  
University School of Medicine, Ooyaguchi-kamimachi  
30, Itabashi-ku, Tokyo, 173

Presented at the 15th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Kyoto, October 15-16, 1977  
Received for publication November 17, 1977

### はじめに

人工臓器の中においても permanent pacemaker の発展は最も著しいものの1つであり、日本でも pacemaker 植込み患者数は増加の一途を辿っている。今回、著者らは pacemaker 使用患者の pacing rate を変化させることによって、その心機能がどのような推移を示すかを、非観血的な検査方法である ultrasoundcardiography (UCG), impedance plethysmography (IMP), 心機図, 色素稀釈法などを使用して検討した。その目的の1つは rate programmable pacemaker の出現してきた昨今において、pacing rate の設定をいかにしたら良いのかということにあり、とくに非観血的な方法により求められる左室収縮力をあらかず諸指標の中から、何かそれを推定できるものはないかと考え検討を加えた。

### 対象と方法

対象は1977年2月から9月までに日大第2内科で permanent pacemaker を植込んだ9例である。各症例は Table 1 に示すごとく年齢は39~74歳、平均年齢62.9歳、男性5例、女性4例である。9例のうち2例(症例6, 9)は、Prolith 21S rate programmable pacemaker、残りの7例は1時 pacing によって pacing rate を変化させた。pacing はすべて右室心尖部心内膜にて経静脈的な

方法で行った。9例のうち2例(症例1, 5)は家族性ないし原因不明の房室ブロック患者で、残りの7例は平均年齢69.6歳と高齢であり、虚血性心疾患が原因と考えられるものが多い。ただしこの中には心筋梗塞の症例は含まれていない。

検査方法は原則として自発心拍時の血行動態を測定した後、一時 pacing によるものでは、心拍数50/分より10心拍毎に100/分まで、最低10分の間隔をあけて pacing を行い、Prolith 21S permanent pacemaker を使用した2例については、generator 固有のプログラム心拍数で検討を行った。また今回の報告は自発心拍から最大 pacing rate まで40心拍以上変化させることのできた6例(症例1, 5, 6, 7, 8, 9)を選択して、右室心内膜 pacing により心機能の諸指標がどのように推移するかを検討した。

非観血的な心機能の各計測法と略号は Fig. 1 のごとくであり、計測値は原則として5心拍以上の値を平均して求めた。

装置は Aloka 製 SSD90 UCG polygraph を用いて、UCG, 心音図, 頸動脈波, 心電図第II誘導を同時に記録し、日本光電 Model RGA-5 IMP を UCG polygraph に接続して dz/dt 波形を記録した。UCG トランスデューサーは直径1 cm, 2.25 MHz の平面探触子を用い、頸動脈波はトランスデューサー TY 303 を用いた。記録速度は50mm/秒ないし100 mm/秒とした。色素稀釈法は日本

Table 1. Cases in our study

Case	Name	Age(y.o.)	Sex	B.S.A.(m <sup>2</sup> )	C.T.R.(%)	Diagnosis
1	T.O.	39	M	1.55	54.3	Complete A-V block
2	Y.K.	72	M	1.63	44.6	Bifascicular block
3	N.N.	64	F	1.44	68.0	Complete A-V block
4	M.K.	71	M	1.38	50.3	Bifascicular block
5	K.T.	40	M	1.57	50.0	Complete A-V block
6	I.M.	63	F	1.42	60.0	Sick Sinus Syndrome
7	K.I.	71	F	1.48	57.8	Complete A-V block
8	C.N.	74	F	1.41	58.2	Complete A-V block
9	K.W.	72	M	1.30	56.0	Complete A-V block

C.T.R.; Cardiac Thoracic Ratio M; Male F; Female

B.S.A.; Body Surface Area

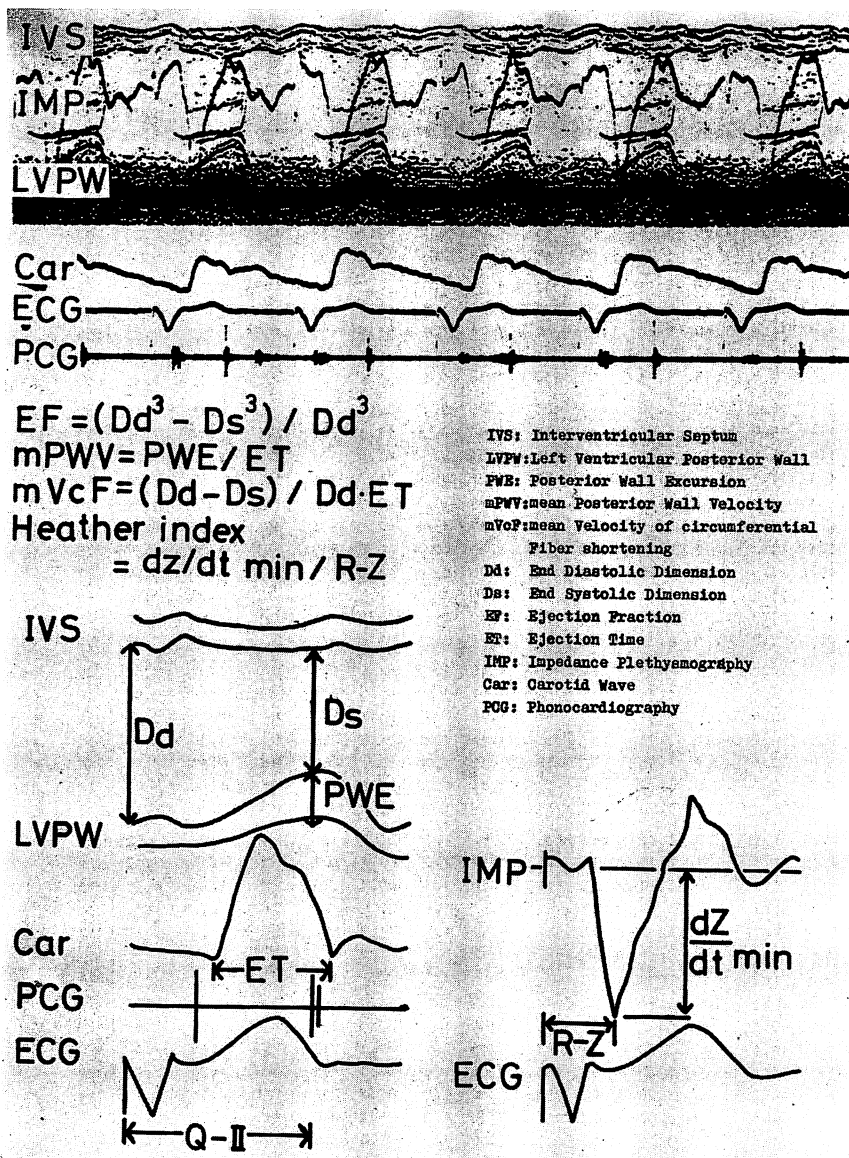


Fig. 1. Schematic representation of the non-invasive method in this study.

光電製 MLC 4100 cardiac output computer を用い、indocyanine green 5 mg を、原則として肘静脈から注入して、ear-piece 法により測定を行ったが、1つの心拍数について2~3回の曲線を描かせ、その平均値を求めた。

### 成績 (Table 2)

1. 著者らは色素稀釈法により求められた心拍出量より、rate-output 曲線を検討し、Fig. 2のごとく5つのtypeに分類した。Type Aは上昇型、Type Bは下降型、Type Cはpeak型、Type Dは平低型、Type Eは変動型とした。平

**Table 2. Findings by non-invasive method in all cases**

CASE	HR	Dye dil.		Ultrasonocardiography								Mechanocardiography				Impedance Plethysmo.		
		CO	App	Dd	Ds	PWE	SV	mPWV	mVcF	EF	ET	PEP	ET/PEP	ETc	RZ	SV	HI	
1	*42.4	7.21	14.1	5.25	3.60	1.29	98	4.45	1.08	67.7	290	110	2.64	7.71	210	69	9.0	
	60.0	9.29	11.4	5.25	3.45	1.65	104	6.88	1.43	71.6	240	210	1.14	7.59	240	48	6.7	
	71.4	10.80	10.1	5.25	3.60	1.58	98	6.58	1.08	67.7	240	205	1.17	8.28	250	48	6.4	
	82.1	10.83	9.3	4.95	3.53	1.50	77	6.25	1.20	63.7	240	190	1.26	8.88	-	-	-	
	93.7	11.31	8.9	4.65	3.53	1.35	57	6.00	1.07	56.2	225	205	1.10	8.89	-	-	-	
2	65.8	4.48	12.2	5.76	4.11	1.01	122	3.89	1.10	63.7	260	132	1.97	8.61	273	29	4.8	
	75.0	4.46	11.6	5.13	3.20	1.17	102	4.66	1.50	75.7	250	200	1.25	8.84	270	31	5.4	
	85.7	4.62	12.1	4.90	3.55	1.43	73	6.06	1.17	62.0	235	165	1.42	8.88	283	23	4.1	
	100.0	4.44	11.8	4.60	3.73	1.10	45	4.78	0.82	46.7	230	150	1.53	9.39	265	17	3.3	
3	64.9	5.17	12.4	9.10	6.13	1.27	301	5.30	1.02	56.7	239	109	2.19	7.87	167	38	17.0	
	70.6	4.02	14.7	7.73	6.20	1.27	224	5.29	0.82	48.4	240	170	1.41	8.23	222	33	10.8	
	81.6	3.73	14.4	7.40	5.80	1.13	210	5.71	1.09	51.9	198	199	0.99	7.30	256	22	6.0	
	90.9	3.89	15.0	7.84	5.92	1.26	274	5.94	1.16	56.9	212	189	1.12	8.25	256	21	6.2	
100.0	3.64	15.3	7.50	5.73	1.08	234	5.30	1.17	55.4	202	176	1.15	8.25	258	18	6.1		
4	76.3	5.65	10.5	6.90	5.90	0.73	123	3.06	0.60	37.5	240	110	2.18	8.49	230	29	6.5	
	80.0	4.40	13.7	6.80	5.60	1.20	139	6.00	0.90	44.1	200	205	0.98	7.30	253	61	15.1	
	90.9	4.26	13.5	6.15	5.05	0.95	104	4.91	0.92	44.6	193	172	1.13	7.51	230	38	10.8	
	100.0	4.04	14.1	6.65	6.05	0.90	73	5.00	0.50	24.7	180	195	0.92	7.68	240	27	7.8	
5	*30.7	3.42	18.0	5.13	3.48	1.25	93	4.65	1.19	68.7	269	115	2.34	5.99	150	109	15.3	
	49.2	4.08	15.3	5.33	3.65	1.12	103	5.17	1.48	67.9	216	191	1.13	6.18	240	52	5.7	
	60.0	3.59	15.2	5.13	4.17	0.83	63	3.95	0.89	46.3	210	193	1.09	6.64	238	35	4.0	
	69.8	4.20	13.3	4.88	4.00	1.00	52	5.00	0.90	44.9	200	201	1.00	6.82	257	28	3.0	
	80.0	4.13	13.6	4.50	3.53	1.25	47	6.76	1.17	51.7	185	217	0.85	6.75	249	34	4.2	
	90.9	4.46	13.0	4.30	3.65	1.35	31	7.30	0.82	38.9	185	199	0.93	7.20	263	31	3.6	
	100.0	4.51	12.0	4.95	4.18	0.85	48	4.75	0.87	39.8	179	209	0.86	7.31	259	23	2.8	
6	57.7	3.73	12.1	4.33	2.93	1.22	56	4.40	1.17	67.0	277	210	1.32	8.67	225	68	6.4	
	65.0	4.32	11.3	4.50	3.15	1.35	60	4.62	1.03	65.6	292	200	1.46	9.62	224	69	6.2	
	71.0	4.26	10.5	4.40	2.97	1.46	59	5.18	1.15	65.5	282	191	1.48	9.79	222	59	5.5	
	77.0	3.52	10.2	4.23	2.93	1.32	51	5.16	1.20	66.7	256	197	1.30	9.23	220	46	4.8	
	82.0	4.84	10.3	4.43	3.08	1.32	58	5.12	1.18	66.4	258	180	1.43	9.65	217	59	6.2	
	88.0	4.61	10.3	4.50	3.10	1.37	61	5.83	1.32	67.0	235	190	1.24	9.08	227	50	5.5	
	100.0	5.50	9.2	4.30	3.10	1.39	51	5.99	1.20	63.8	232	171	1.36	9.47	217	51	5.9	
7	*39.0	4.27	15.1	5.50	3.00	1.60	139	4.82	1.36	83.8	332	132	2.52	8.52	185	22	4.1	
	50.0	4.31	14.5	5.20	3.30	1.30	105	4.59	1.31	74.4	283	185	1.53	8.17	226	17	3.1	
	58.8	4.36	13.2	5.50	3.20	1.63	134	5.86	1.54	80.3	273	189	1.44	8.55	231	18	3.4	
	69.8	4.82	14.6	5.10	3.30	1.30	97	5.31	1.43	72.9	245	194	1.26	8.35	234	13	2.7	
	80.0	4.75	12.1	5.00	3.20	1.34	92	5.60	1.55	73.8	232	192	1.21	8.47	237	12	2.5	
	90.0	5.29	11.8	4.60	3.10	1.30	68	5.70	1.45	69.4	228	189	1.21	8.81	227	12	2.8	
	100.0	3.97	11.4	4.80	3.30	1.32	75	6.02	1.44	67.5	216	187	1.16	8.82	222	9	2.2	
8	*41.0	2.64	20.3	5.80	2.90	2.00	171	6.49	1.62	87.7	308	95	3.24	8.01	139	53	10.4	
	49.0	2.92	17.1	5.60	3.20	1.50	143	5.17	1.48	81.3	290	124	2.34	8.32	178	54	6.6	
	60.0	3.63	14.4	5.60	3.20	1.70	143	4.36	1.58	81.3	272	139	1.96	8.60	191	37	6.0	
	69.0	3.13	16.9	5.50	3.20	2.00	133	8.06	1.69	80.1	248	146	1.70	8.43	194	31	5.4	
	79.0	4.01	14.2	5.70	3.20	1.60	152	6.90	1.90	82.2	232	144	1.61	8.41	209	31	6.3	
	90.0	3.65	14.3	5.10	3.00	1.70	106	8.10	1.96	79.7	210	156	1.35	8.11	209	26	6.0	
	100.0	3.69	13.7	5.30	3.30	1.60	113	8.00	1.90	75.8	200	167	1.20	8.17	214	20	4.7	
9	*56.3	2.77	13.5	4.97	3.36	1.34	85	5.04	1.20	69.1	266	203	1.31	8.15	223	52	11.9	
	63.2	3.39	13.1	5.05	3.43	1.28	89	4.57	1.15	69.0	280	183	1.53	9.09	226	61	13.0	
	69.4	4.06	11.1	5.27	3.30	1.37	110	5.19	1.40	75.3	264	182	1.45	8.98	225	57	12.9	
	75.9	3.11	11.8	4.78	3.39	1.11	70	4.49	1.18	64.2	247	206	1.20	8.79	236	40	9.2	
	81.6	3.64	11.0	4.64	3.69	1.23	50	4.98	0.97	50.0	247	198	1.25	9.11	239	43	9.8	
	87.6	3.82	10.6	4.93	4.00	1.18	56	4.74	0.76	46.7	249	198	1.26	9.51	236	43	9.8	
	93.0	3.70	10.3	4.83	3.72	1.13	62	4.54	0.92	54.9	249	192	1.30	9.88	231	35	8.2	
	98.4	3.74	10.0	5.02	3.65	1.19	78	5.00	1.15	61.4	238	177	1.34	9.64	230	35	8.7	

Dye dil.;Dye dilution method,plethysmo.;plethysmography,HR;Heart Rate(beats/min),CO;Cardiac Output(L/min), App;Appearance time(sec),Dd;Left Ventricular End-Diastolic dimension(cm),Ds;Left Ventricular End-Systolic dimension(cm),PWE;Posterior Wall Excursion(cm),SV;Stroke Volume(ml),mPWV;mean Posterior Wall Velocity (cm/sec),mVcF;mean Velocity of circumferential fiber shortening(circ/sec),EF;Ejection Fraction(%), ET;Ejection Time(msec),PEP;Pre-Ejection Period(msec),ETc;corrected ET,RZ;RZ time(msec),HI;Heather Index, \*:spontaneous heart rate,

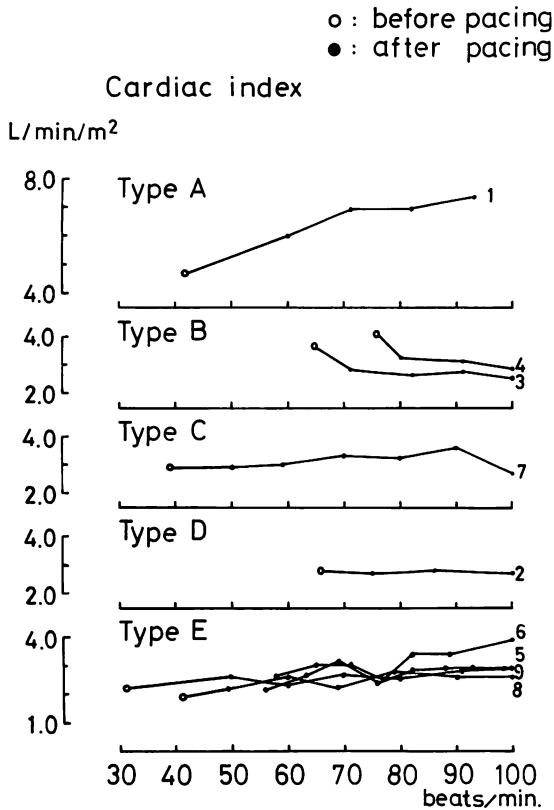


Fig. 2. Classification of cardiac indices (A-E) during right ventricular pacing.

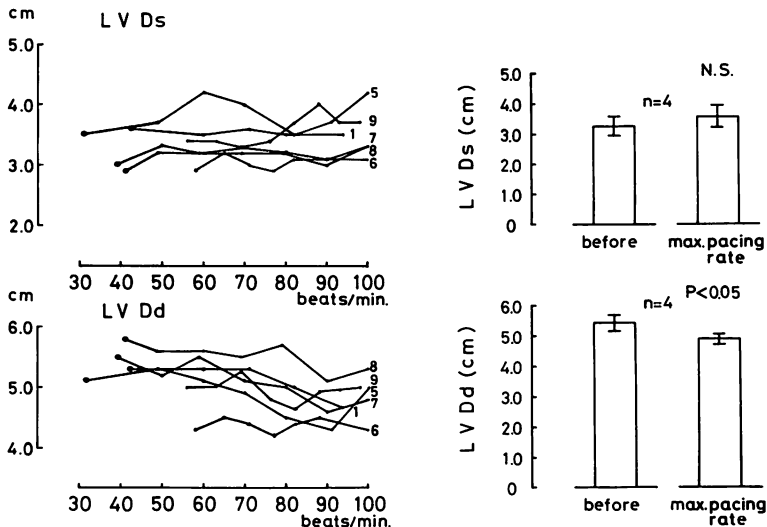


Fig. 3. Changes of the left ventricular dimension.

LVDs: left ventricular end-systolic dimension, LVDd: left ventricular end-diastolic dimension.

低型の定義は pacing の前と後で心拍出量の変動が  $\pm 10\%$  以内とした。

2. UCG により求められる左心機能諸指標の計測に関しては、右室心内膜 pacing の影響が心室中隔にあらわれるために、mean Vcf, ejection fraction などの左室収縮末期短軸径 (以下 LVDs) を指標として使用するものには問題がある。そこで著者らはおもに左室拡張末期短軸径 (以下 LVDd), PWE, mean PWV について検討を加えた。

LVDd については Fig. 3 下段に示すごとく心拍数と必ずしも並行した変化を示さないが、最大 pacing rate では有意に減少を示している。LVDs については Fig. 3 上段に示すごとく、pacing の前と後ではほとんど変化がないか、わずかに増大する傾向を示している。

PWE, mean PWV の推移については Fig. 4 に示した。pacing 後 60/分～90/分の間に peak を示すような傾向がある。この pacing 後最大 peak 値と pacing 前を比較すると、mean PWV は有意な増加を示していた。

なお、pacing 前の ejection fraction, mean

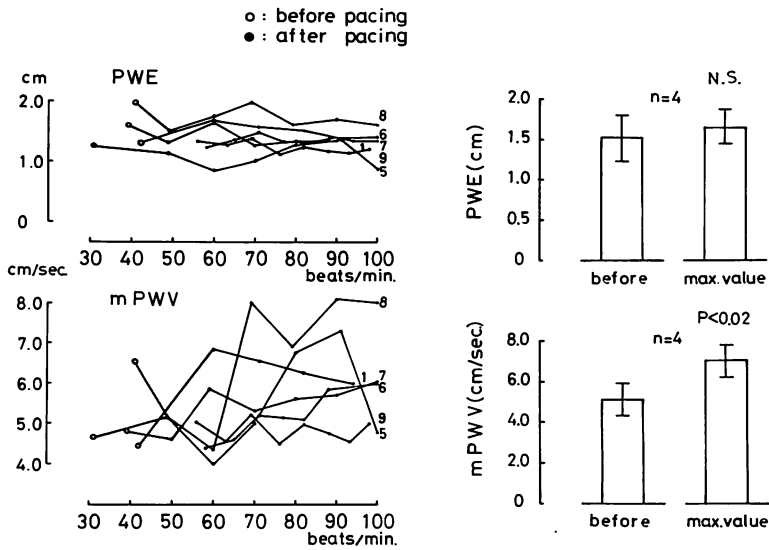


Fig. 4. Changes of PWE and mean PWV.

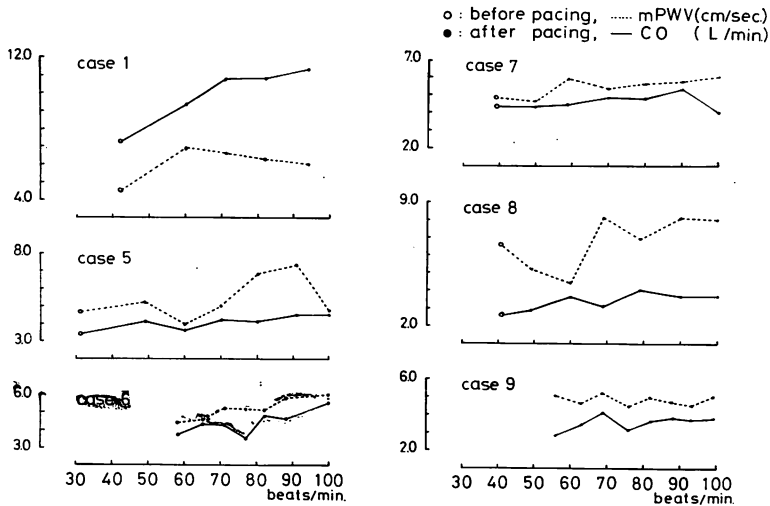


Fig. 5. Comparison of mean PWV and cardiac output in each cases.  
CO: cardiac output.

PWV, mean Vcf は LVDd が 6 cm 以上を示した症例 3, 4 を除くと正常範囲内にあった。

Fig. 5 に pacing rate の変化による心拍出量(色素稀釈法による)と mean PWV の推移を各症例毎に示した。一般に心拍出量と同じような傾向の曲線を描くものが多いが、必ずしも一致していない。

3. 心機図より  $ETc = ET / \sqrt{RR}$ , 前収縮期時間(以下 PEP)  $= (Q-II) - ET$ ,  $PEPc = PEP / \sqrt{RR}$ ,  $ET/PEP$  を求め Fig. 6 に示した。ET は Table 2 に示すごとく, pacing rate の増加につれて短縮をするが,  $ETc$  は一定の傾向を示さなかった。pacing 後の PEP はほとんど変動がなく, したがって pacing rate の増加につれて  $PEPc$  は増加傾

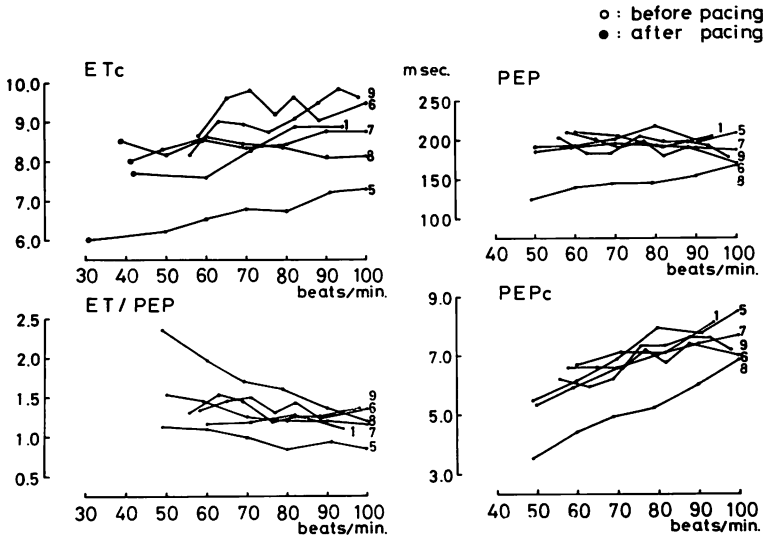


Fig. 6. Changes of various indices of mechanocardiography.  
ETc: corrected ejection time, PEPc: corrected pre-ejection period.

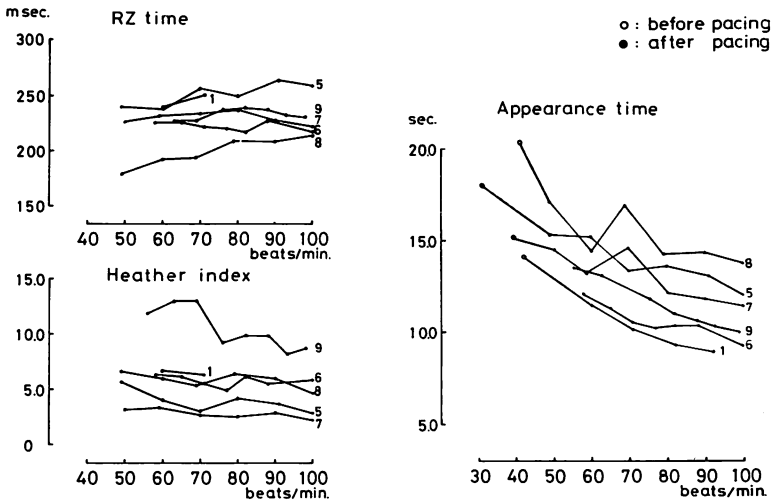


Fig. 7. Changes of indices of impedance plethysmography (left) and changes of the appearance time by dye dilution method (right).

向, ET/PEP は減少傾向を示している。

4. IMP を用いて, 左室機能の指標をあらわすものの1つといわれる Heather index および RZ 時間について検討した。Fig. 7 の左にその結果を示したが, pacng rate の変化につれて一定の傾向を認めなかった。

5. 色素稀釈法により求められた色素出現時間の推移を Fig.7 の右に示したが, pacng rate の増加につれて短縮の傾向を示した。

### 考 案

右室心内膜 pacng 時に, pacng rate の変化に

よる心機能の推移を検討した報告は多い<sup>1-10)</sup>。最近, 体外より pacing rate を可変しうる rate programmable pacemaker が出現してきたことにより, その pacing rate の設定については臨床的にきわめて身近な問題として関心を払わざるをえなくなってきた。また, 経年や疾病への罹患など患者の状態に応じて pacing rate を変化させることも可能になってきた。このような現況の中で, 非観血的検査方法により求めうる諸指標が pacing rate の変化によりどのような推移を示すか検討することは意義のあることと思われる。今までに UCG, IMP, 心機図, 色素稀釈法を同時に用いて pacing rate の変化と心機能の推移を追った報告はない。

今回, 著者らは心拍出量についても検討を加えたが, 主として左室収縮力をあらわす諸指標の推移をみた。

UCG については, 右室心内膜 pacing を行うと心室中隔の運動が変化すると報告<sup>11-13)</sup>されており, pacing rate の変化により心機能をみる際にも, 収縮末期の心室中隔の位置を使用した計算式より求められる指標, たとえば mean Vcf, ejection fraction, LVDs などには問題が多い。しかし, PWE, mean PWV, LVDd などについては問題は少ないと思われる。Pacing rate の増加につれて左室短軸径, 左室容積がどのような変化をするかについての検討では, 左室拡張末期容積は pacing 後減少すると報告<sup>11,14)</sup>されており, 左室収縮末期容積は根本ら<sup>15)</sup>の動物実験によると, ほとんど変化がないとしており, 彼らはその理由として心筋収縮力にあまり変化がなかったためではないかと述べている。著者らの成績では LVDd は pacing 前と最大 pacing rate では有意に減少を示したが, その間については必ずしも並行して減少を示さなかった。また pacing 後の LVDs については, UCG を使用して検討する場合にはきわめて問題が多い事を上述したが, 著者らの成績では, 心室中隔は pacing 後, B 点を形成した後, 平低ないし paradox に動くものが多く, LVDs の変化は

一般に増大の傾向をとるか, 変化のないものが多かった。

PWE, mean PWV は左室収縮力の指標の1つとされているが<sup>16,17)</sup>, pacing rate の変化につれての PWE, mean PWV の推移についての報告は少ない。山口ら<sup>14)</sup>は pacing 後, 一般に減少の傾向を示すと報告しているが, 著者らの成績では, ともにある心拍数で peak を示すような傾向がみられた。今までの報告<sup>18)</sup>の中でも pacing 後左室収縮力は増大すると述べられているが, 今回の著者らの成績においても mean PWV は確かに増大を示している。しかし, これを臨床的にどのように意味づけていくかは今後の課題と考えられる。

Fig. 2 の rate-output 曲線の Type B の下降型については, 現在まで報告されていない。この症例 3, 4 の pacing 前の心拍数は正常であり, 予防的に pacemaker 植込みを行った症例であるが, pacing 前の LVDd は 6 cm を越え, また mean PWV, mean Vcf, ejection fraction は, 正常範囲内にある他の 7 例よりも悪く, type B は, 将来, 徐脈になると type C の peak 型に移行すると考えられ, 至適 pacing rate の範囲はきわめて狭いと思われる。IMP の用いて, pacing rate の変化によりその推移を追った報告は少ない<sup>19)</sup>。Heather index, RZ 時間は収縮力の指標の1つではないかといわれるが<sup>20,21)</sup> pacing 後に一定の傾向を認めなかった。IMP より求められた心拍出量については, 色素稀釈法によるものと比べると高齢のためか全体に低い値をとる傾向があり, 絶対値として扱うには問題が多いが, Rate-Output 曲線の傾向をある程度判断しうると思われた。

心機図より得られる諸指標が pacing rate の変化につれて, どのように推移するかについての報告<sup>23-26)</sup>は多い。著者らの成績もほぼ同様の結果を得ている。一般に pacing 前の ETc は正常範囲よりも低く, pacing 後一定の傾向はない。PEP は pacing 前との比較はできないが pacing 後にはほとんど変動がなく, PEPc は上昇傾向を有し, ET/PEP は下降傾向を示している。



今回、著者らは非観血的方法を使用して、 pacing rate の変化に対する左室機能の推移について検討した。その目的の1つは、容易にかつ反復して行いうる検査法の中から、至適 pacing rate の推定に役立つものがあるかどうかを研究することにあった。今回、検討した諸指標の中で pacing 後に peak を有する傾向のあるものは mean PWV, PWE のみであった。この peak の心拍数が、即、至適であるとは考えられないが、至適 pacing rate の決定には、1つの参考になると思われる。今後、症例を重ねることにより、mean PWV、あるいは他の指標についても、rate-output 曲線のようないくつかの type に分類することが可能になるかもしれない。さらに症例数を増し検討を続けていきたいと思う。

文 献

- 1) Mitsui T, Saigusa M: Optimal pacing rate. *Jap Circulat J* **38**: 143, 1974
- 2) Sowton E: Hemodynamic studies in patients with artificial pacemakers. *Brit Heart J* **26**: 737, 1964
- 3) Pitt B, Gregg DE: Coronary hemodynamic effects of increasing ventricular rate in the unanesthetized dog. *Circulat Res* **22**: 753, 1968
- 4) Rowe GG, Stenlund RR, Thomsen JH, Terry W, Querimit AS: Coronary and systemic hemodynamic effects of cardiac pacing in man with complete heart block. *Circulation* **45**: 839, 1969
- 5) Benchimol A, Liggett MS: Cardiac hemodynamics during stimulation of the right atrium, right ventricle, and left ventricle in normal and abnormal hearts. *Circulation* **33**: 933, 1966
- 6) Benchimol A: Cardiac functions during electrical stimulation of the heart. *Amer J Cardiol* **17**: 27, 1966
- 7) Gobel FL, Medina JR, Guenter CA, Wang Y: Immediate hemodynamic response of patients with atrioventricular block and cardiac failure to transvenous pacing. *Circulation* **39**: 64, 1969
- 8) 牧田俊彦, 原 智次, 中村昭光, 大賀興一, 田部志郎, 白方秀二, 佐々木義孝, 宇賀四郎, 中部 進, 渡部高久, 橋本 勇: Pacemaker と至適心拍数 (ことに左心機能面からみた検討). *日胸外会誌* **22**: 603, 1974
- 9) 中村昭光: 心臓ペースングの研究—心拍数・心拍出量曲線と右心内圧の検討—. *日胸外会誌* **24**: 1031, 1976
- 10) 須磨幸蔵, 佐藤文雄, 堀 原一, 伊藤健二, 藤森義蔵, 三井利夫, 三枝正裕, 戸川達男: 心拍数による循環諸量の変動—直接誘導型ペースメーカー症例についての検討—. *日胸外会誌* **14**: 1054, 1966
- 11) Gomes JAC, Damato AN, Akhtar M, Dhath MS, Calon AH, Reddy CP, Moran HD: Ventricular septal motion and left ventricular dimensions during abnormal ventricular activation. *Amer J Cardiol* **39**: 641, 1977
- 12) Zoneraich S, Zoneraich O, Rhee JJ: Echocardiographic evaluation of septal motion in patients with artificial pacemakers: Vectorcardiographic correlation. *Amer Heart J* **93**: 596, 1977
- 13) Feigenbaum H: *Echocardiography*. Lea & Febiger, Philadelphia, 1976
- 14) Yamaguchi T, Umeda T, Omoto R, Furuta S, Matsuda M, Takahashi H, Machii K: Echocardiographic assessment of left ventricular function determined by atrial or ventricular pacing. *Jap Circulat J* **37**: 603, 1973
- 15) 根本 鉄, 豊島 健, 神谷 瞭, 戸川達男: 心室ペースング周期の左心室容積に対する影響. *医用電子と生体工学* **11**: 44, 1973
- 16) Kraunz RF, Kennedy JW: Ultrasonic determination of left ventricular wall motion in normal man. *Amer Heart J* **79**: 36, 1970
- 17) Kraunz RF, Ryan TJ: Ultrasound measurements of ventricular wall motion following administration of vasoactive drugs. *Amer J Cardiol* **27**: 464, 1971
- 18) Gobel FL, Jorgensen CR, Kitamura K, Wang Y: Acute changes in left ventricular volume and contractility during ventricular pacing in patients with complete heart block. *Circulation* **44**: 771, 1971
- 19) 岸田尚夫, 武内敦郎, 佐々木進次郎, 黒田克彦, 松田 勝, 大関道磨, 飯田 稔, 西本 孝: ペースメーカー植込み後の心機能. *インピーダンスカルジオグラフィによる検討*. *人工臓器* **5**: 353, 1976
- 20) Kubicek WG, Kottke FJ, Ramos MU, Patterson RP, Witsoe DA, Labree JW, Remole W, Layman TE, Schoening H, Garamela JT: The Minnesota impedance cardiograph-theory and applications. *Biomedical Engineering (Sept)* **410**, 1974
- 21) 酒井 章: インピーダンス・カルジオグラフィ—臨床的応用とその問題点—. *最新医学* **32**: 36, 1977
- 22) 角張雄二, 後藤哲也, 上嶋十郎, 矢端幸夫, 遠藤恭子, 村松 準, 木川田隆一: 右室 pacing による Flat Type と Peaked Type の血行動態の対比. *脈波* **6**: 213, 1976
- 23) 山崎 茂, 福島一也, 小沢 俊, 宿谷正毅, 増田善

谷川, 小沢, 山本, ほか

- 昭, 稲垣義明: Pacing による STI の変化. 脈波 5: 277, 1975
- 25) 上埜帝一, 森田慶治, 東 純一, 谷本卓司, 石山太朗, 塚本 望: ペースメーカー植込み患者の心機図. 脈波 5: 160, 1974
- 26) Bashour TT, Naughton JP, Cheng TO: Systolic time intervals in patients with artificial pacemakers. Noninvasive technique for assessing atrial contribution to stroke volume at various P-R intervals. Amer J Cardiol 32: 287, 1973