臨床例における心筋収縮特性の検討 とくにatrial pacingによるVmaxの変動について

久留米大学医学部第三内科学教室（主任 木村 登教授）

青 柳 元 成

CLINICAL INVESTIGATION OF MYOCARDIAL CONTRACTILITY OF THE
NORMAL, HYPERTENSIVE AND HYPERTROPHIC HEART
—BY MEANS OF ATRIAL PACING AND THE
CONVENTIONAL CATHETERIZATION—

Motoshige AOYAGI

The Third Department of Internal Medicine, Kurume University School of Medicine

(Director: Prof. Noboru Kimura, M.D)

概要 臨床例，とくに高血圧症，高血圧による左室肥大および正常例を対象として，心筋最大収縮速度Vmaxであらわされる心筋収縮特性について検討した．各群5例ずつを対象とし，通常左心カテテル法により求められる等容収縮期の左室圧と左室dp/dtからMasonの方法に基づいて心筋最大収縮速度を求め，次いでatrial pacingによる心拍数増加の，これに及ぼす影響について調べた．心筋最大収縮速度は，安静時においても左室肥大群では正常群より低値を示し，逆に高血圧群では高値を示した．atrial pacingにより心拍数を増加させると，この傾向はさらに著明となり，とくに心拍数120では3群の間に統計的にも有意の差を認め，ヒトの肥大心においても多くの実験的報告と同様，心筋収縮特性の低下を認めることがわかった．また，通常左心カテテル法により求められる心筋最大収縮速度の臨床的有用性が認められた．

緒 言

近年，臨床上心機能を考える場合，心臓のポンプとしての機能，すなわち一般血行動態の他に，心筋自体の収縮性の問題，すなわち，心筋収縮特性を知ることの必要性が増してきつつある．もちろん動物実験，とくに摘出心においては収縮特性を知することは技術的にも比較的容易であり，とくに近年多くの報告があるが，これらの実験の多くは，従来の血行動態的測定法によつては心筋収縮特性を直接に求めることは困難であることを示している．このことが最もよく示されているのは

Sonnenblickらの心筋収縮にかんする研究⁴⁾⁵⁾⁶⁾であり，収縮特性そのものの変動は一般血行動態，すなわちpreload, afterloadの変動が及ぼす変化とは無関係で，与えられた力・速度曲線において，この曲線を上方または下方に偏位させることによつて生じる心筋最大収縮速度Vmax(maximum shortening velocity of contractile element)の変動によつてのみ示されるとされている．しかし一方において，intact heartで収縮特性を求めようとする努力もなされ，近年高精度記録装置の開発により等容収縮期の左室圧曲線と左室dp/dtの詳細な分析から心筋収縮速度Vce (shortning velocity

〔昭和46年9月21日受稿〕

Table 1. Datas of clinical cases.

	CASES	AGE	SEX	BLOOD PRESSURE systolic diastolic	ECG FINDINGS	CTR (%)
NORMAL		42	female	112 — 82	normal	42
		22	female	134 — 76	normal	40
		33	female	136 — 76	normal	42
		53	female	136 — 78	normal	46
		55	male	144 — 86	normal	45
HYPERTENSIVE		42	male	184 — 116	flattened T ($V_{5,6}$)	46
		33	male	160 — 106	normal	42
		15	female	152 — 110	normal	39
		18	female	174 — 116	normal	40
		20	male	216 — 116	normal	42
LVH		54	male	142 — 104	LVH, normal ST, T	45
		42	female	162 — 94	LVH, flattened T ($V_{5,6}$)	54
		33	male	112 — 84	LVH, ST depression ($V_{4,5,6}$)	54
		33	male	142 — 86	LVH, normal ST, T	52
		42	female	144 — 90	LVH, flattened T ($V_{4,5,6}$)	54

of contractile element) および心筋最大収縮速度 V_{max} を求める方法が考案され²⁷⁾, 動物やヒトの intact heartにおける応用が試みられはじめた. しかしこの方法も micromanometerを用いた直接心内圧測定と高精度記録装置が必要なため, 臨床的には応用しにくい点がある. そこで最近臨床的には, 通常左心カテーテル法により得られる等容収縮期の左室圧曲線と左室 dp/dt から同様に心筋収縮速度の測定を試みた報告²⁸⁾がある. 今回わたくしも, 通常左心カテーテル法により同様の方法を試み, 臨床例, とくに高血圧症例と左室肥大型の心筋最大収縮速度を求め, 正常群と比較し, これに対する心拍数増加の影響について検討した.

対象および方法

Table 1 に示すごとく, 当科入院患者15名を対象とし, これを3群に分けた. すなわち, 不定愁訴をもつて入院したが, 心電図その他の検査により臨床的に正常範囲内にあると考えられるもの5例 (男1例, 女4例), 年令22才から55才, 平均41才. 未治療の拡張期性高血圧症で基礎血圧からみても明らかな高血圧があり, 心電図上左室肥大所見の認められないもの5例 (男3例, 女2例), 年令15才から42才, 平均25.6才. 高血圧に起因すると思われる左室肥大 (Sokolow & Lyonの基準による) のもの5例 (男3例, 女2例), 年令33才

から54才, 平均40.8才の3群である. 各症例ともあらかじめ心機能に影響すると思われる薬物の投与をさけ, 未治療の状態で行なつた. また, 各症例とも術前30分に diazepam 5 mgを内服させ, まず 8 F の courmand catheterにて肘静脈より右心カテーテルを施行し, 一般血行動態に異常のないことを確かめた上で, このカテーテルを肺動脈または冠静脈洞におき, 圧測定および採血用とした. 通常左心カテーテルは股動脈より長さ 100 cm の 8 F ダクロンカテーテルを用い, Seldinger法で行なつた. カテーテルは左室におき持続的に圧を測定した. 一方, 心拍数のコントロールは, 右心カテーテルと同側の肘静脈より単極または双極の白金電極カテーテルを挿入し, 右房壁を4ないし6ボルトの直流電気刺激してコントロールした. ペースメーカーは日本光電MDP-2型, 記録には Elema-Shönander製 8 channel jet writing recorder および EMT-34 transducerを用い, 記録速度は 100 mm/secとした. 左室 dp/dt 新しく開発した time constantを考慮する必要のない IC モノシリック演算増幅器を用いた直線型不完全微分回路 (Fig. 1) を用いた. 安静時より固定 pacerによりペースング可能な心拍数, 通常 140 beats/minまで4分間ごとに10拍ずつ心拍数を増加させ, 各4分ごとの終了時点において左室圧と左室 dp/dt (Fig. 2), 左

Fig. 1. 直線型不完全微分回路

Fig. 2. Changes of LVP and LV dp/dt by atrial pacing.

Fig. 3. Construction of pressure-velocity curve, Vpm and Vmax.

室拡張末期圧および心電図、心音図の記録を行なった。Vceは左室圧の立ち上がりから5 msecおきに等容収縮期左室圧と、これに応ずる左室dp/dtを実測し、 $dp/dt/K \cdot P$ の式より計算した。KはMasonにしたがい²⁾ 32 cm^{-1} を用いた。ついで求めたVceを縦軸に、左室圧を横軸にとり、圧・速度曲線を作図した。この曲線の頂点をVpm (physiologic maximum shortening velocity) とし、この曲線の下降線を外挿して、圧零との交点をVmaxとした²⁾³⁾ (Fig. 3)。誤差を少なくするために、同一心拍数で5ないし6個の圧波型について計測し、平均値を用いた。この他、左室収縮期圧および拡張末期圧、左室 max dp/dt (Maximum dp/dt) 等を求めた。左室拡張末期圧は、拡張期圧部分のみを拡大記録し、その測定点はペーシングによる心拍数増加とともに不明瞭となるため、心電図波形上Rの頂点に一致する点を取り測定した。

結 果

Table 2は、正常群全例についての計測値およびVmax, Vpmを示す。各症例とも安静時心拍数

Table 2. Indices of normal group.

AGE & SEX	HEART RATE beats/min	PEAK LVP mmHg	LVEDP mmHg	max dp/dt mmHg/sec	V pm ML/sec	Vmax ML/sec
42 female	70	118	10.5	1688	1.23	1.44
	90	118	7.0	1852	1.54	1.78
	100	122	8.2	1950	1.61	1.93
	110	122	9.9	2010	1.39	1.60
	120	119	8.0	1800	1.27	1.51
	130	107	7.0	1523	1.13	1.40
	75	114	8.2	1838	1.39	1.60
22 female	77	118	9.9	1800	1.26	1.51
	90	124	16.0	2850	1.15	1.50
	100	137	16.0	2850	1.43	1.80
	110	137	7.2	3480	1.70	2.28
	120	135	7.0	3050	1.52	1.80
	130	135	7.6	3300	1.42	1.63
33 female	140	134	10.5	2850	1.33	1.52
	75	152	12.2	2775	0.95	1.12
	80	136	10.2	2883	1.27	1.70
	90	136	10.2	3063	1.42	1.80
	100	137	12.4	3438	1.45	1.85
	110	137	9.5	3500	1.64	1.93
53 female	120	137	12.2	3438	1.38	1.68
	130	137	12.5	3438	1.33	1.55
	88	136	12.2	2417	1.17	1.50
	90	136	9.9	3000	1.24	1.73
	100	136	9.9	3150	1.37	1.82
55 male	110	136	10.0	3138	1.47	2.00
	120	140	12.2	3188	1.37	1.92
	63	143	12.2	2143	0.97	1.26
	90	153	9.0	2411	1.13	1.34
	100	153	6.0	2625	1.36	1.61
	110	165	9.0	2732	1.32	1.48

Fig. 4-A

Changes of Vmax and pressure-velocity curve by atrial pacing in normal person.

Fig. 4-B

Table 3. Indices of hypertensive group.

AGE & SEX	HEART RATE beats/min	PEAK LVP mmHg	LVEDP mmHg	max dp/dt mmHg/sec	V pm ML/sec	Vmax ML/sec
42 male	100	216	12.0	7112	1.93	2.18
	100	196	12.2	6457	1.85	2.16
	110	189	8.1	6126	2.66	3.16
	120	196	9.0	6235	2.67	3.50
	130	180	12.0	5690	2.58	3.30
	140	180	9.0	5471	2.50	3.16
	100	198	16.2	5900	2.13	2.46
	100	191	12.2	5690	2.04	2.58
33 male	79	127	12.2	2625	1.40	1.60
	100	142	12.0	2807	1.44	1.70
	110	150	12.2	3322	2.18	2.54
	120	151	12.2	3215	2.40	3.00
	130	127	4.0	3000	4.84	6.00
	140	140	4.0	3172	4.00	5.00
	88	143	8.0	3172	2.35	3.00
	83	146	12.0	3172	2.06	2.54
15 female	60	152	10.0	2216	1.20	1.30
	110	143	4.0	2509	1.40	1.50
	120	143	1.0	2748	2.10	2.25
	130	150	4.3	2973	5.00	5.50
	140	153	6.0	2877	1.50	1.70
	100	173	15.4	2538	0.94	1.13
18 female	110	153	14.0	2775	1.64	1.80
	120	176	20.0	2725	2.28	2.65
	130	193	27.0	3000	1.92	1.93
	140	163	23.0	2663	1.62	1.63
	100	240	19.0	4406	1.84	2.35
20 male	110	215	22.0	4425	2.25	2.70
	120	208	21.0	4500	2.82	3.50
	130	240	21.0	4256	2.78	3.50
	140	200	20.0	4838	2.68	3.18

はまちまちであるが、心拍数90以上はペースングによるため各症例とも同一心拍数となつてゐる。全例とも心拍数は増加してもpeak LVPは有意の変動を認めないが、一方 Vmaxおよび Vpmは安静時心拍数 90以下に比し心拍数 120では Vmax 1.73(+24%), Vpm 1.39(+9%) の増加を認める。Fig. 4は正常群のうち代表的な2例の心拍数と Vmaxの変動である。

Fig. 4-Aは22才、女性で、安静時心拍数90で、Vpmは1.15, Vmaxは1.50, 心拍数 110で Vpmは1.70, Vmaxは最大値2.28を示し、心拍数をさらに増加させると Vmax, Vpmともかえつて低下を示す。

Fig. 4-Bは33才、女性で、安静時心拍数75でVpmは0.95, Vmaxは1.12, 心拍数110で Vpmは1.64, Vmaxは最大値1.93を示し、それ以上の心拍数では低下傾向を示す。

Table 3は高血圧症群の全例についての計測値および Vmax, Vpmを示す。安静時心拍数は症例

Fig. 5-A

Fig. 5-B. Changes of Vmax and pressure-velocity curve by atrial pacing in hypertensive patients.

Table 4. Indices of LVP group.

AGE & SEX	HEART RATE beats/min	PEAK LVP mmHg	LVEDP mmHg	max dp/dt mmHg/sec	V pm ML/sec	Vmax ML/sec
54 male	79	136	15.0	1641	0.74	0.97
	90	138	12.0	1838	0.85	1.05
	100	148	4.4	2100	1.05	1.19
	110	150	4.4	2100	1.05	1.22
	120	154	9.0	2363	1.05	1.29
	130	154	9.9	2232	1.05	1.27
	140	148	12.2	2232	1.00	1.20
	70	140	10.4	1970	0.74	0.95
42 female	65	140	12.0	1970	0.80	0.90
	60	158	18.2	2122	0.78	1.14
	80	160	12.0	2305	1.04	1.37
	90	160	9.0	3282	1.19	1.43
	100	163	9.9	3230	1.23	1.50
	110	160	12.2	2979	1.13	1.39
	120	160	9.0	3620	1.18	1.37
	130	157	12.2	2390	0.92	1.19
33 male	50	155	12.2	2205	0.90	1.19
	71	113	21.0	1278	0.70	0.90
	90	108	18.0	1278	0.78	1.02
	100	110	15.5	1550	0.91	1.18
	110	113	18.2	1536	0.83	1.11
	115	108	19.0	1379	0.76	0.99
	115	108	22.0	1235	0.76	0.91
	77	105	19.0	1299	0.76	0.99
33 male	75	105	21.0	1182	0.71	0.94
	75	142	15.0	1734	0.80	1.05
	100	144	12.2	2531	1.22	1.74
	110	144	9.0	2531	1.22	1.58
	120	143	9.9	2624	1.12	1.35
	130	143	10.2	2700	1.05	1.27
	140	143	12.2	2391	0.98	1.18
42 female	58	143	16.0	2661	0.75	1.00
	90	148	12.2	2988	0.90	1.10
	100	138	9.0	3128	1.30	1.60
	110	147	15.0	3138	1.25	1.50
	120	140	9.9	3278	1.08	1.26
	130	142	18.0	3016	0.77	0.88
	140	130	20.0	2566	0.69	0.75

ごとに異なるが、心拍数 100以上はペースングによるため一定となっている。全例とも心拍数増加によるpeak LVPの有意の変化はないが、Vmaxおよび Vpmは安静時心拍数 100以下に比し心拍数 120では Vmax 2.98 (+43%), Vpm 2.45 (+90%) の増加を示す。Fig. 5は高血圧症群のうち代表的な2例の心拍数と Vmaxの変動である。

Fig. 5-Aは33才、男性で、安静時心拍数79で、Vpmは1.40、Vmaxは1.60、心拍数 130で Vpmは4.84、Vmaxは最大値 6.00まで達する。それ以上の心拍数では Vmax、Vpmとも逆に低下傾向を示す。Fig. 5-Bは15才女性で安静時心拍数 60で Vpmは1.20、Vmaxは1.30。心拍数 130で Vpmは5.00、Vmaxは最大値5.50を示し、それ以上の心拍数では逆に低下傾向を示す。Table 4は左室肥大群の計測値および Vmax、Vpmを示す。安静時

Fig. 6-A

Fig. 6-B. Changes of Vmax and pressure-velocity curve by atrial pacing in LVH patients.

Fig. 7. Correlation between Vmax and max dp/dt.

心拍数は前群と同様各症例ごとに異なるが、心拍数90以上はpacingにより同一心拍数となつている。各症例とも心拍数増加によるpeak LVPの有意的変動はないが、VmaxおよびVpmは安静時心拍数90以下に比し心拍数120ではVmax 1.32(+23%)、Vpm 1.11(+20%)の増加を認める。しかし、安静時におけるその値は正常群および高血圧群に比し統計的に有意の低下を認め、またVmax、Vpmの最大値も正常群および高血圧群に比し有意に低下している(Table 5)。

Fig. 6は左室肥大群のうち代表的な2例の心拍数とVmaxの変動を示す。Fig. 6-Aは54才男性で、安静時心拍数70でVpmは0.74、Vmax 0.97と低く、心拍数を増加させてもVmax、Vpmの変動が少なく、心拍数120でVpmは1.05、Vmaxは1.29にとどまり、それ以上の心拍数ではかえって低下傾向を示す。Fig. 6-Bは42才、女性で、安静時心拍数58でVpmは0.75、Vmaxは1.00、心拍数100でVpmは1.30、Vmaxは1.60と最大値

Fig. 8. Correlation between peak Vce and max dp/dt.

を示し、それ以上の心拍数では逆に低下傾向を認める。Vmaxとmax dp/dtの関係は Fig. 7 に示す通りで、左室肥大群では Vmax, max dp/dtとも低値 (Vmax: 1.18 ± 0.23 max dp/dt: 2295 ± 680) を示すが、高血圧症群では両者とも高値 (Vmax: 2.72 ± 1.15 max dp/dt: 3955 ± 1447) を示す。一方正常群では両者とも中間値 (Vmax: 1.65 ± 0.24 , max dp/dt: 2672 ± 625) をとるが、全例についての Vmaxと max dp/dtの相関は認められなかつた ($r = 0.53$, $p < 0.005$)。

Fig. 8 は Vpmとmax dp/dtの 関係を示すもので、Vpmは左室肥大群では 0.95 ± 0.19 、高血圧症群では 2.31 ± 0.92 、正常群では 1.35 ± 0.17 である。全例についての Vpmとmax dp/dtの相関は認められなかつた ($r = 0.52$, $p < 0.005$)。

Fig. 9, 10はそれぞれ Vmaxおよび Vpmと心拍数の関係を示す。Vmax, Vpmとも各群において心拍数 110ないし 120を頂点として、それ以上

Fig. 9. Correlation between Vmax and heart rate.

Table 5. Comparison of Vmax in various heart rate by atrial pacing.

HEART RATE beats/min	GROUPS	Vmax(S. D.) ML/sec	SIGNIFICANCE OF DIFFERENCE P
90	LVH	1.07 (0.16)	< 0.005 ☆
	NORMAL	1.53 (0.21)	
	HYPERTENSIVE	2.11 (0.79)	
100	LVH	1.44 (0.25)	< 0.025 ☆
	NORMAL	1.80 (0.12)	
	HYPERTENSIVE	2.08 (0.51)	
110	LVH	1.36 (0.19)	< 0.025 ☆
	NORMAL	1.86 (0.32)	
	HYPERTENSIVE	2.34 (0.68)	
120	LVH	1.32 (0.05)	< 0.005 ☆
	NORMAL	1.73 (0.18)	
	HYPERTENSIVE	2.98 (0.54)	
130	LVH	1.15 (0.19)	N S ☆
	NORMAL	1.44 (0.12)	
	HYPERTENSIVE	4.00 (1.70)	
140	LVH	1.02 (0.24)	N S ☆
	NORMAL	1.52 (0.00)	
	HYPERTENSIVE	2.93 (1.38)	

☆ Between LVH & Hypertensive

の心拍数ではかえって低下していることがわかる。Fig. 11は心拍数変動に伴うmax dp/dtの変化を示すが、一定の傾向は認めない。

Table 5 は各心拍数における各群の Vmaxの統

Fig. 10. Correlation between peak Vce and heart rate.

Fig. 11. Correlation between max dp/dt and heart rate.

Fig. 12. Correlation between Vmax and Vpm.

計的検討をなしたものである。心拍数90以下および心拍数120で3群の間に統計的に有意の差を認め、正常群に比し左室肥大群ではVmaxの低下、高血圧症群ではVmaxの増加がみられる。

Fig. 12は全例についてのVmaxとVpmの相関をみたもので、両者の間に高度の相関を認める($r = 0.986$, $p < 0.005$)。

考 案

心筋の収縮を定量的にとらえようとする努力は、すでに1950年代からさかんに行なわれ、とくに生理学の分野でめざましく、A.V. Hillが骨格筋においてとり上げた力・速度曲線概念は、その後心筋収縮能を理解する上で有力な手掛りとされてきた¹⁷⁾。1962年に至つて、Sonnenblickらは実験的に負荷・速度曲線の外挿法によつて、負荷零における心筋の最大収縮速度を求め、心筋の収縮能をとらえようとした¹⁸⁾¹⁹⁾²⁰⁾。この方法により求められるVmaxは、その後の外くの報告によつても、純粋に心筋収縮能を表現する指標であると考えられている²⁾³⁾⁶⁾⁸⁾。1969年、Mason等は¹⁾²⁾³⁾、左室等容収縮期中においては心室径および壁厚は

殆んど変化がないと考えると、心筋の張力・速度関係はそのまま心内圧・速度関係として求められることから、ヒトの左室等容収縮期の間の圧曲線とその dp/dt から圧・速度曲線を作図し、これが力・速度曲線とほぼ等価であることを示し、この圧・速度曲線の外挿法により圧零における収縮速度を心筋最大収縮速度 V_{max} として、収縮能の指標とした。この実験で用いられる仮定や方法は¹⁴⁾¹⁵⁾、多くの問題をふくんではいくが、臨床家にとっては現在のところ唯一の収縮特性の有力な指標といつてよいであろう。

1) 通常左心カテーテル法による V_{max} , V_{ce} の測定の意義

前述のように、MasonやGlick¹⁵⁾らはヒトにおいて高精度記録装置とmicromanometerを用いた血行動態値より V_{max} を求めているが²⁾³⁾、今回わたくしはこの概念を日常臨床に応用するため、通常左室カテーテル法により得られる圧波型から同様の方法で V_{max} を求めた。この方法による左室圧波型記録から求めた V_{max} の値は、多くの報告による V_{max} の実測値と比較しても極めて妥当な値であることから、通常左心カテーテル法による記録圧のひずみを考慮してもなお臨床的に許容しうる誤差にとどまることが推測される。このことはまた、Tomoda⁸⁾等の報告によっても明らかである。

2) 心拍数増加による V_{max} の変動について

今回は、とくにpacingにより心拍数を増加させるため、心拍数増加による V_{max} の増加は、純粋に心拍数増加に伴う心筋の陽性変力作用を示すもので、 V_{max} に影響を及ぼす他の因子は除外して考えてよいであろう。また、各症例についてpacingで心拍数をコントロールした理由は、このように心拍数の変動により V_{max} が大きく変るため、同一心拍数において V_{max} の比較を行なうためと、心拍数増加に伴う陽性変力作用に対する各症例の反応を検討するためである。

今回の結果において、左室肥大群では安静時をはじめ各心拍数で、正常群に比し V_{max} は有意に

低下を示しているが、これは肥大心筋片においては正常心筋片に比し V_{max} の低下を認めるという実験的報告^{9)~12)}ともよく一致しており、肥大心筋における収縮特性の低下をあらわしていると考えられ、心筋収縮特性の定量化としての V_{max} の臨床的応用が期待される。一方、統計的には有意ではないが、高血圧症群における V_{max} の増加傾向は、やはり交感神経緊張レベルの高さを反映するものであろう。しかし、いずれの群でも予想に反して、心拍数120ないし130をこえると必ず V_{max} が低下傾向を示すことは、心拍数の過度の増加に伴う拡張末期容量の減少、すなわち、心拡張不全に関係するのか、一部の報告に示されるように、圧・速度曲線の外挿法自体に問題があるのか、あるいは通常カテーテル法による記録圧のひずみや作図上の誤差によるものかはわからないが、Glickらのヒトにおける研究¹⁵⁾に見られるように、pacingによる心拍数と心1回拍出量とは逆相関し、とくに心拍数120以上では極端な1回拍出量の低下を認めるという報告から考え、心拍数が多くなると十分な心拡張がさまたげられることが推測される。今回のわたくしの結果からも、心拍数が120ないし130をこえると V_{max} の低下に伴って、左室拡張末期圧の上昇が認められ、心室の拡張不全による心筋収縮の変化と考えられるが、micromanometerを用いた他の報告では、心拍数増加にともなつて左室拡張末期圧は持続的に低下するという結果もあり、あるいは通常カテーテル法による圧記録のひずみなのかもしれない。

3) V_{max} と V_{pm} の相関について

V_{max} と V_{pm} はFig. 12のように高度の相関($r = 0.986$, $p = 0.005$)を示しているが、このことは、作図による誤差の危険性のある V_{max} に変つて、計算値の確実な V_{pm} が、心筋収縮特性の指標として代用できることを示している。

4) V_{max} , V_{pm} と $\max dp/dt$ の関係について

V_{max} と $\max dp/dt$ および V_{pm} と $\max dp/dt$ は、統計的に一定の関係を認めず、徒らばく然と考え

られていたようにmax dp/dtが必ずしも心筋収縮特性の指標とはなり得ないことを示している¹⁸⁾
16).

結 論

1) 高血圧症、高血圧による左室肥大および正常者各5例を対象とし、通常左心カテーテル法により求められるVmaxを指標として心筋収縮特性の検討を行なった。その結果日常臨床においてはmicromanometerを用いない通常左心カテーテルにより求められるVmaxが充分有用であることが認められた。

2) Vmaxは心拍数増加に伴う陽性変力作用により、心拍数によつて著しく異なるため、各症例間の異なつた心拍数の状態で比較することは収縮特性の比較としては困難であり、同一心拍数での比較の必要性が認められた。

3) Vmaxを比較すると、左室肥大群では各心拍数において正常群に比し有意の低下を認め、多くの実験的報告と同様、ヒトの肥大心筋においても収縮特性が認められることがわかつた。

4) 心筋収縮特性の指標としては、作図による誤差の危険性のあるVmaxに変つて、計算値の確実に求められるVpmが応用できることがわかつた。

文 献

- 1) Mason, D.T.: Usefulness and limitation of the rate of rise of intraventricular pressure in the evaluation of myocardial contractility in man. *Amer. J. Cardiol.* 23: 516—527, 1969. —2) Mason, D.T.: Quantification of the contractile state of the intact human heart. *Amer. J. Cardiol.* 26: 248—257, 1970. —3) Hugenholtz, P.G. et al.: Myocardial force-velocity relationships in clinical heart disease. *Circulation* 41: 248—257, 1970. —4) Brutaert, D.L. & Sonnenblick, E.H.: Force-velocity-length-time relations of the contractile elements in heart muscle of the cat. *Circulat. Res.* 24: 137—149, 1969. —5) Pollack, G.H.: Maximum velocity as an index of contractility in cardiac muscle. *Circulat. Res.* 26: 111—127, 1970. —6) Ross, J. Jr., Covell, J.W. and Sonnenblick,

- E.H., et al.: Contractile state of the heart characterized by force-velocity relations in variably after loaded and isovolumic beats. *Circulat. Res.* 18: 149, 1966. —7) Ross, J. Jr.: The assessment of myocardial performance in man by hemodynamic and cineangiographic techniques. *Amer. J. Cardiol.* 23: 511—515, 1969. —8) Tomoda, H. et al.: Studies on myocardial contractility-max Vce measured with usual cardiac catheters. *Jap. Circ. J.* 35: 217—220, 1971. —9) Bing, O.H.L., et al.: Mechanical properties of rat cardiac muscle during experimental hypertrophy. *Circulat. Res.* 28: 234—245, 1971. —10) Kerr, A., et al.: Tension developed by papillary muscles from hypertrophied rat hearts. *Circulat. Res.* 9: 103—105, 1961. —11) Noble, M.I.M.: V Force-velocity relationships of cat cardiac muscle, studied by isotonic and quick-release techniques. *Circulat. Res.* 24: 821—833, 1969. —12) Buccino, R.A., et al.: Response of myocardial connective tissue to development of experimental hypertrophy. *Amer. J. Physiol.* 216: 425—428, 1969. —13) Wallace, A. G., Skinner, N.S. Jr. and Mitchell, J.H.: Hemodynamic determinants of the maximal rate of rise of left ventricular pressure. *Amer. J. Cardiol.* 23: 488—503, 1969. —14) Sonnenblick, E.H. and Parmley, W.W.: The contractile state of the heart as expressed by force-velocity relations. *Amer. J. Cardiol.* 23: 488—503, 1969. —15) Glick, G., Sonnenblick, E.H. and Braunwald, E.: Myocardial force-velocity relations studied in intact unanesthetized man. *J. clin. Invest.* 44: 978, 1965. —16) Gleason, W.L. and Braunwald, E.: Studies on the first derivatives of the ventricular pressure pulse in man. *J. clin. Invest.* 41: 80—90, 1962. —17) Braunwald, E., Ross, J. Jr. and Sonnenblick, E.H.: Mechanisms of contraction of the normal and failing heart. Boston, Little Brown & Co., 1968. —18) Ross, J. Jr., Covell, J. W. and Sonnenblick, E.H.: The mechanics of left ventricular contraction in acute experimental cardiac failure. *J. clin. Invest.* 46: 299, 1967. —19) Sonnenblick, E.H. and Downing, S.E.: Afterload as a primary determinant of ventricular performance. *Amer. J. Physiol.* 204: 604, 1963. —20) Parmley, W.W., and Sonnenblick, E.H.: Series elasticity in heart muscle: Its relation to contractile velocity and proposed muscle models. *Circulat. Res.* 20: 112—123, 1967.