

肥大型心筋症における心電 図 V₁ の P-terminal force の臨床的意義

Clinical significance of electrocardiographic P- terminal force in V₁ in patients with hypertro- phic cardiomyopathy

鼠尾 祥三
中尾 正俊
寒川 昌信
長谷川浩一
忠岡信一郎
中村 節
覚前 哲
井上 省三
河原 洋介
沢山 俊民

Shoso NEZUO
Masatoshi NAKAO
Masanobu SAMUKAWA
Koichi HASEGAWA
Shinichiro TADAOKA
Takashi NAKAMURA
Satoshi KAKUMAE
Shozo INOUE
Yosuke KAWAHARA
Toshitami SAWAYAMA

Summary

The clinical usefulness of P-terminal force in lead V₁ (P-TF) was evaluated in 49 patients with hypertrophic cardiomyopathy.

These 49 patients were categorized as 17 with an abnormal P-wave (P-TF ≥ 3.0 msec·mV: group A) and 32 with a normal P-wave (P-TF < 3.0 msec·mV: group B).

Systolic blood pressure response (Δ SBP) during the treadmill exercise test was significantly less in the group A than in the group B (Δ SBP: 36 ± 22 mmHg, 58 ± 26 mmHg, respectively). Left atrial dimension measured from the M-mode echocardiogram was 37.8 ± 5.0 mm in the group A and 31.0 ± 5.2 mm in the group B. These differences were statistically significant ($p < 0.05$). Left ventricular end-diastolic pressure averaged 19.5 ± 7.9 mmHg in the group A and 13.5 ± 4.0 mmHg in the group B ($p < 0.05$).

When comparing the group A and B, negative dp/dt / positive dp/dt of the group A was significantly less (0.69 ± 0.14 , 0.90 ± 0.18 , respectively) and the time constant T of the group A was significantly prolonged (86 ± 30 msec, 56 ± 10 msec, respectively).

According to classifications of hypertrophic cardiomyopathy, all patients with the obstructive type had an abnormal P-wave. On the contrary, the majority of patients with apical hypertrophy had a normal P-wave.

From these observations, we conclude that the presence of an abnormal P-wave (P-TF ≥ 3.0 msec·

川崎医科大学 内科循環器部門
倉敷市松島 577 (〒701-01)

Division of Cardiology, Department of Medicine,
Kawasaki Medical School, Matsushima 577, Kura-
shiki 701-01

Received for publication December 17, 1987; accepted February 24, 1988 (Ref. No. 34-PS 48)

mV) in patients with hypertrophic cardiomyopathy is highly suggestive of more abnormal left ventricular diastolic properties, and abnormal hemodynamic responses, during exercise.

Key words

Hypertrophic cardiomyopathy P-terminal force in V_1

はじめに

心電図 V_1 誘導における P-terminal force (P-TF) は, 左室拡張末期圧や肺動脈楔入圧と高い相関を示すと報告され^{1,2)}, 左室機能や各種心疾患の病態把握に有用視されている. 肥大型心筋症は左室拡張期動態の異常を主とした疾患であり, 左房負荷を生じると考えられるが, 本症と P-TF に関する報告はまれである.

今回, P-TF と肥大型心筋症の臨床所見および血行動態との関連について検討し, 本症における P-TF の臨床的意義について報告する.

対象および方法

対象は合併症のない肥大型心筋症 (HCM) 49 例 (男性 48 例, 女性 1 例) で, 年齢は 27 歳から 68 歳 (平均 49 歳) である. P-TF は心電図の紙送り速度 5 cm/秒, 振幅 2cm=1 mV で記録し, Morris らの方法³⁾ に準じて計測した. 49 例を P-TF の値によって 2 群に分類し, P-TF ≥ 3.0 msec·mV 以上の 17 例 (平均年齢 47 歳) を A 群, P-TF < 3.0 msec·mV の 32 例 (平均年齢 50 歳) を B 群とした. 2 群において (1) NYHA の心機能分類, (2) treadmill 運動負荷試験の成績, (3) M モード心エコー図上の左房径, (4) 心カテーター所見, (5) 肥大型心筋症の分類別に, それぞれ検討を行った.

Treadmill 運動負荷試験は Markett 製 CASE を用い, Kattus の protocol による亜最大運動負荷試験を行った. 血圧は左上腕部にて cuff 法で測定し, ST 下降度は J 点から 0.06 秒の時点で判定した. 心カテーター法はミラー製 mikrotip catheter を左室に挿入し, 左室拡張末期圧 (LVEDP), time constant (T), negative dp/dt /

positive dp/dt を計測した. 運動負荷試験や心カテーター法は無投薬の時期に行い, 運動中の血圧上昇度に関しては閉塞性肥大型心筋症例を除外した.

HCM は心エコー図および心カテーター検査時の左室圧と左室造影所見から, 非対称性中隔肥大型 (ASH: 中隔 / 後壁比 ≥ 1.3), びまん性左室肥大型 (心室中隔および左室の前側壁~後壁にも肥大), 閉塞性肥大型 (HOCM), 心尖部肥大型 (APH) の 4 群に分類した. なお M モード心エコー図で中隔 / 後壁比が 1.3 以上 (ASH) でも, 後壁が 1.4 cm 以上の場合には, びまん性左室肥大型に分類した.

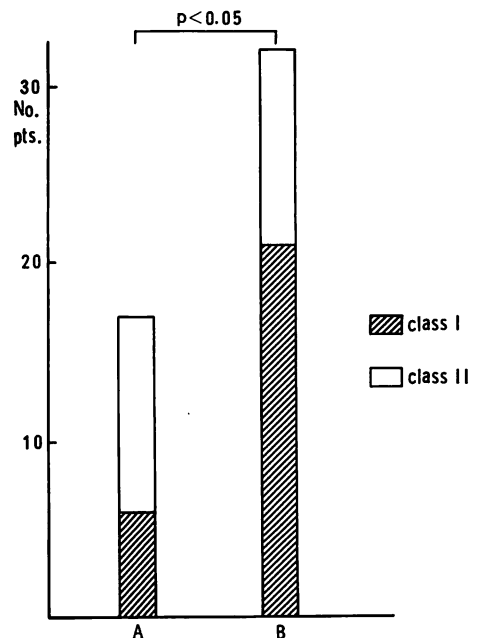


Fig. 1. Functional classification of New York Heart Association (NYHA).

A: P-TF ≥ 3.0 msec·mV

B: P-TF < 3.0 msec·mV

成績

1. NYHA の心機能分類 (Fig. 1)

P-TF \geq 3.0 msec·mV 以上の A 群 17 例中, I 度 6 例, II 度 11 例, P-TF $<$ 3.0 msec·mV の B 群 32 例中, I 度 21 例, II 度 11 例で, A 群は B 群に比し, NYHA II 度が有意に多かった ($p < 0.05$).

2. Treadmill 運動負荷試験成績

(Table 1, Fig. 2)

Treadmill 運動時間は A 群では 516 ± 144 秒 (平均 \pm 1SD), B 群では 585 ± 144 秒で, 両群間に有意差を認めなかった. 心拍数は安静時, 運動負荷終了時とも両群間で有意差を認めなかった.

運動負荷中の血圧上昇度 (Δ SBP) は, A 群 36 ± 22 mmHg, B 群 58 ± 26 mmHg で, A 群は B 群に比し有意に低値であった ($p < 0.05$).

Table 1. Results of treadmill exercise test

	Pts No.	Duration of exercise (sec)	Heart rate (/min)		Systolic blood pressures (mmHg)			Pts with ST depression
			Rest	End	a) Rest	b) End	Δ SBP (b-a)	
A	17	516 ± 144 (mean \pm 1SD)	69 ± 12	140 ± 24	120 ± 20	156 ± 28	36 ± 22	12 (71%)
B	32	585 ± 144	74 ± 13	152 ± 18	116 ± 18	174 ± 30	58 ± 26	10 (31%)
p value		NS	NS	NS	NS	NS	$p < 0.05$	$0.05 < p < 0.1$

Δ SBP: changes in systolic blood pressure during exercise.

ST depression: more than 0.1 mV.

Patients with HOCM are excluded from the analysis of systolic blood pressure.

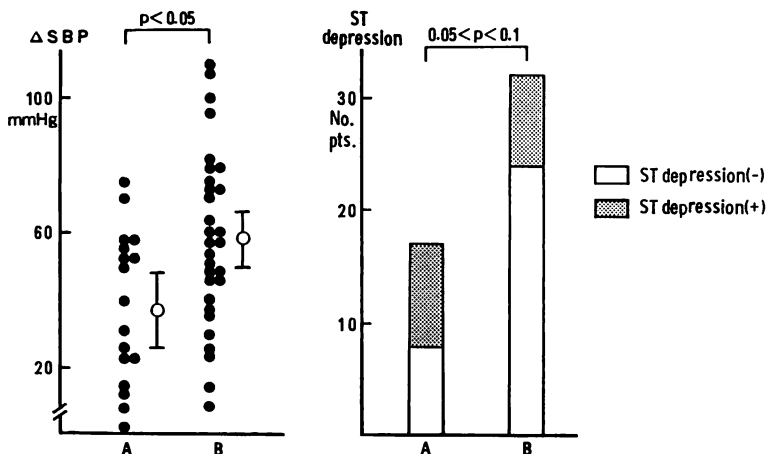


Fig. 2. Results of treadmill exercise test.

Δ SBP: changes in systolic blood pressure during the exercise test.

Mean \pm 95% confidence limit is shown. ST depression: more than 0.1 mV depression at the end point.

運動負荷終了時における 0.1 mV 以上の ST 下降例は, A 群 17 例中 12 例 (71%), B 群 32 例中 10 例 (31%) で, A 群により多い傾向を認めた ($0.05 < p < 0.1$).

3. 心エコー図上の左房径 (Fig. 3)

左房径は A 群 37.8 ± 5.0 mm, B 群 31.0 ± 5.2 mm で, A 群は B 群に比し有意に大であった ($p < 0.05$).

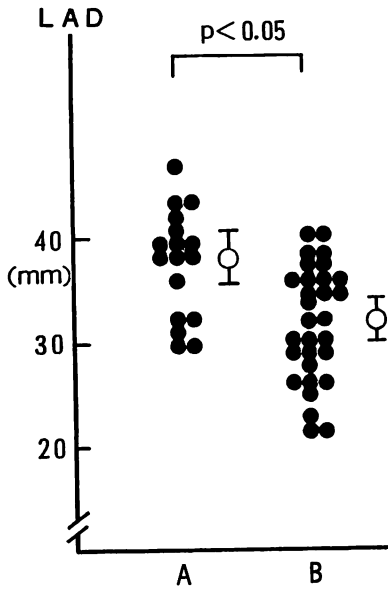


Fig. 3. Left atrial dimension (LAD).

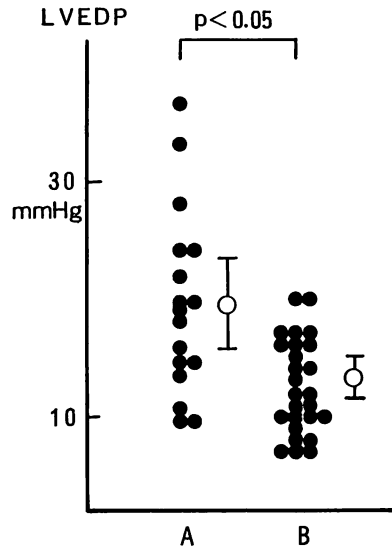


Fig. 4. Left ventricular end-diastolic pressure (LVEDP).

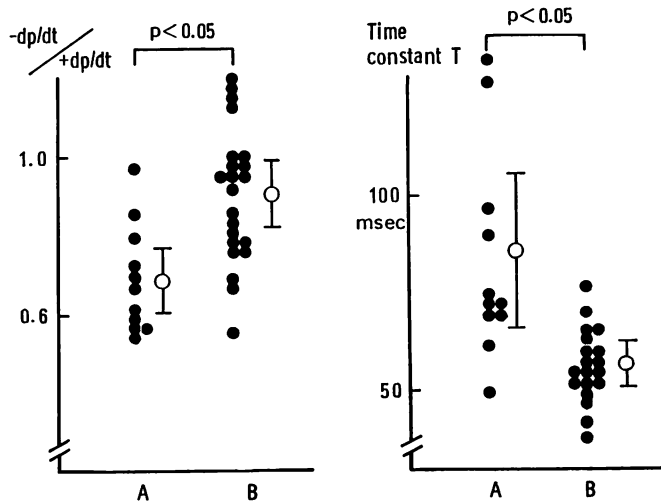


Fig. 5. Negative dp/dt / positive dp/dt and time constant (T).

4. 心カテーテル所見 (Figs 4, 5)

左室拡張末期圧 (LVEDP) は A 群 19.5 ± 7.9 mmHg, B 群 13.5 ± 4.0 mmHg で, A 群は B 群に比し有意に上昇していた ($p < 0.05$). Negative dp/dt / positive dp/dt は, A 群 0.69 ± 0.14 , B 群 0.90 ± 0.18 で, A 群でより低値であった ($p < 0.05$).

Time constant (T) は A 群 86 ± 30 msec, B 群 56 ± 10 msec で, A 群でより延長を示した ($p < 0.05$).

5. P-TF の値と各項目との相関 (Table 2)

P-TF の値と treadmill 運動負荷中の血圧上昇度 (Δ SBP) とは, $r = -0.55$ と逆相関 ($p < 0.01$)

Table 2. Coefficients of correlation between P-TF and variables

Variables	r
Δ SBP	-0.55 ($p < 0.01$)
LAD	+0.42 ($p < 0.01$)
LVEDP	+0.70 ($p < 0.01$)
T	+0.55 ($p < 0.01$)
-dp/dt/+dp/dt	-0.54 ($p < 0.01$)

Δ SBP=changes in systolic blood pressure during exercise; LAD=left atrial dimension; LVEDP=left ventricular end-diastolic pressure; T=time constant.

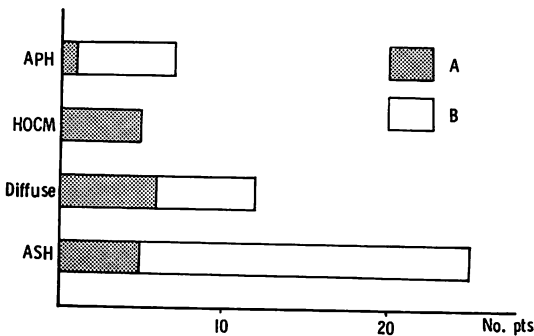


Fig. 6. Classification of hypertrophic cardiomyopathy.

APH: apical hypertrophy; ASH: asymmetric septal hypertrophy; HOCM: hypertrophic obstructive cardiomyopathy.

を, エコー図上の左房径とは $r = +0.42$ と正相関 ($p < 0.01$) を示した. 心カテーテル所見では, LVEDP とは $r = +0.70$ の正相関 ($p < 0.01$) を, T とは $r = +0.55$ の正相関 ($p < 0.01$) を, negative dp/dt / positive dp/dt とは $r = -0.54$ の逆相関 ($p < 0.01$) を示した.

6. 肥大型心筋症分類との関連 (Fig. 6)

ASH 25 例のうち A 群が 5 例, B 群が 20 例で, B 群が多かった. びまん性左室肥大型 12 例のうち A 群, B 群はおのおの 6 例であった. HOCM は 5 例とも A 群で, APH は 7 例中 A 群が 1 例, B 群が 6 例と, B 群が大多数であった.

考 按

1. 肥大型心筋症例における P-TF 増大の機序

肥大型心筋症は左室心筋の異常な肥大による左室拡張障害を主とする疾患とされている. したがって, 左室流入障害を代償するため, 本症では拡張期における左室流入に対する左房収縮の関与が亢進し^{4,5}, 左房圧が上昇した例が多いとされている. 剖検所見でも大多数の例に心房拡大が報告されており⁶, 本症では“左房負荷”を認める症例は数多いと思われる.

心電図 V_1 の P-TF 増大の機序として, 従来から P-TF 増大は左房容積の拡大と最も強く関連するとの報告や^{7,8}, 左房圧上昇との関連が深いとする報告^{1,2}がみられた. しかし, 最近では P-TF の増大はそれらよりも, 心房内伝導異常を反映することが指摘されている^{9,10}.

今回の成績では P-TF の値は LVEDP とは良好な正相関 ($r = +0.70$) を認めたが, 心エコー図の左房径とは粗な正相関 ($r = +0.42$) しか認めなかった. したがって, 本症における P-TF の増大には左房拡大自体の関与は低いと思われた.

肥大型心筋症では左室筋のみでなく, 心房筋自体の肥大や傷害を生じていることも考えられる. したがって, 本症における P-TF の増大は, 心房心筋の肥大や傷害, 左室拡張障害による 2 次的

な左房圧上昇や, 左房拡大等によって生じた心房内伝導異常を反映している可能性がある。

2. 肥大型心筋症例における P-TF 増大の意義

今回の成績では, P-TF の増大した A 群は B 群に比し LVEDP がより上昇していた。また, A 群では左室弛緩特性を表す time constant T や negative dp/dt / positive dp/dt の値が異常を示す例が多くみられた。したがって, P-TF の増大した肥大型心筋症例では, 左室弛緩特性を含めた著しい左室拡張障害例が多いことが示された。また, A 群は B 群に比し心エコー図上の左房径が有意に大で, このことは左室流入障害に対する左房の代償機転を示す所見と考えられた。

Treadmill 運動負荷試験の成績では, 到達心拍数には両群間に差を認めなかったが, 運動中の血圧上昇度が B 群に比し A 群で有意に低値であった。冠動脈疾患では運動中の血圧上昇度は運動時の心機能を反映することが示されている^{11,12}。我々は肥大型心筋症例においても, 運動中の血圧上昇度が心機能を反映しうることを報告している¹³。

また, 今回の症例には動脈系インピーダンスに異常を生じやすい若年者は含まれておらず, 両群の年齢も同等であった。したがって, A 群における血圧上昇度が低いことは, P-TF の増大した例では運動時の心機能が異常を示す例が多いことを示唆する所見と考えられた。NYHA 心機能分類でも, P-TF の増大した A 群では, B 群に比し, NYHA II 度の例が多くみられた。本症における運動時の心機能の異常が拡張障害に基づくものか, 収縮能の低下も関与しているのか, 一定の見解は得られていない¹⁴⁻¹⁷。しかし, 安静時の血行動態の指標では, 左室拡張障害の強い例に運動時の心機能の異常を認める例が多いことが示されており¹⁸, 今回の成績と一致する。

運動時の ST 下降は心筋虚血と関連し¹⁸, 左室拡張障害が強い例に多く, 運動時の左心機能異常との関連が指摘されている¹⁹。P-TF が増大した A 群は, B 群に比し, ST 下降を示す例が多

い傾向を認めた ($0.05 < p < 0.1$)。

肥大型心筋症の分類別では, P-TF の増大は HOCM の全例に認め, びまん性左室肥大例の 50% にも認められた。しかし, 心尖部肥大型の例にはまれであった。

結 論

肥大型心筋症例における心電図 V_1 の P-terminal force (P-TF) について検討した。P-TF の増大 ($P-TF \geq 3.0 \text{ msec} \cdot \text{mV}$) は本症 49 例中 17 例 (35%) にみられた。P-TF の増大は左室拡張障害がより著しい例に多く, 運動時の心機能に異常を示す例に多いことが示された。

要 約

肥大型心筋症における心電図 V_1 の P-terminal force (P-TF) の臨床的意義について検討した。

P-TF の増大 ($P-TF \geq 3.0 \text{ msec} \cdot \text{mV}$) した A 群 17 例と, $P-TF < 3.0 \text{ msec} \cdot \text{mV}$ の B 群 32 例に分類した。A 群は B 群に比し, 自覚症状を有する例 (NYHA II 度) が有意に多く, treadmill 運動負荷試験でも運動中の血圧上昇度が有意に低く ($36 \pm 22 \text{ mmHg}$ vs $58 \pm 26 \text{ mmHg}$), したがって運動時の心機能異常を示す例が多いことが示唆された。A 群は B 群に比し, M モード心エコー図上の左房径が有意に大であった ($37.8 \pm 5.0 \text{ mm}$ vs $31.0 \pm 5.2 \text{ mm}$, $p < 0.05$)。

心カテーテル所見では, A 群は B 群に比し, 左室拡張末期圧が有意に高く ($19.5 \pm 7.9 \text{ mmHg}$ vs $13.5 \pm 4.0 \text{ mmHg}$), negative dp/dt / positive dp/dt は有意に低く (0.69 ± 0.14 vs 0.90 ± 0.18), time constant (T) は有意に延長 ($86 \pm 30 \text{ msec}$ vs $56 \pm 10 \text{ msec}$) していた。

肥大型心筋症の分類別では, 閉塞性肥大型 5 例は全例 A 群, 心尖部肥大型は大多数が B 群, びまん性左室肥大型は A 群, B 群のおおの 50%, ASH では B 群が多かった。

以上の成績から, P-TF の増大した肥大型心筋症例では左室拡張障害がより著しく, 運動時の心

機能も異常を示すことが多いことが示唆された。

文 献

- 1) Chandraratna PAN, Hodges M: Electrocardiographic evidence of left atrial hypertension in acute myocardial infarction. *Circulation* **47**: 493, 1973
- 2) Bianco RD, Gottdiener JS, Fletcher RD, Pipberger HV: Left atrial overload: A hemodynamic echocardiographic and vectorcardiographic study. *Am Heart J* **98**: 478, 1979
- 3) Morris JJ Jr, Estes EH Jr, Whalen RE: P wave analysis in valvular heart disease. *Circulation* **29**: 242, 1964
- 4) Bonow RO, Frederick TM, Bacharach SL, Green MV, Goose PW, Maron BJ, Rosing DR: Atrial systole and left ventricular filling in hypertrophic cardiomyopathy: Effect of verapamil. *Am J Cardiol* **51**: 1386, 1983
- 5) Hanrath P, Mathey DG, Siegert R, Bleifeld W: Left ventricular relaxation and filling in different forms of left ventricular hypertrophy: An echocardiographic study. *Am J Cardiol* **45**: 15, 1980
- 6) Roberts WC: Congenital cardiovascular abnormalities usually "silent" until adulthood: Morphologic features of the floppy mitral valve, valvular aortic stenosis, discrete subvalvular aortic stenosis, hypertrophic cardiomyopathy, sinus of Valsalva aneurysm, and the Marfan syndrom. *in* Roberts WC (ed), "Congenital Heart Disease in Adults" *Cardiovasc Clin*, EA Davis Co, Philadelphia, 1979, p 407
- 7) Rubler S, Shah NN, Moallem A: Comparison of left atrial size and pulmonary capillary pressure with P wave of the electrocardiogram. *Am Heart J* **92**: 73, 1976
- 8) Termini BA, Lee YC: Echocardiographic and electrocardiographic criteria for diagnosing left atrial enlargement. *South Med J* **68**: 161, 1975
- 9) Josephson ME, Kastor JA, Morganroth J: Electrocardiographic left atrial enlargement: Electrophysiologic, echocardiographic and hemodynamic correlates. *Am J Cardiol* **39**: 967, 1977
- 10) Surawicz B: Electrocardiographic diagnosis of chamber enlargement. *J Am Coll Cardiol* **8**: 711, 1986
- 11) Sanmarco ME, Pontius S, Selvester RH: Abnormal blood pressure response and marked ischemic ST-segment depression as predictors of severe coronary artery disease. *Circulation* **61**: 572, 1980
- 12) 長谷川浩一, 鼠尾祥三, 沢山俊民, 原田頼純, 寒川昌信, 三竹啓敏: トレッドミル運動負荷試験中の収縮期血圧上昇の程度から狭心症の重症度を判定することの試み. *呼吸と循環* **9**: 1145, 1985
- 13) 鼠尾祥三, 井上省三, 忠岡信一郎, 覚前 哲, 長谷川浩一, 中村 節, 江原洋介, 沢山俊民: 非閉塞性肥大型心筋症例における treadmill 運動負荷時の血圧反応と心機能の関連——心房ペースングによる検討. *心臓投稿中*
- 14) 北村浩一, 古川啓三, 海老沢哲也, 盛川洋一, 辻光, 小杉義和, 中村隆志, 幸田正明, 杉原洋樹, 足立晴彦, 勝目 紘, 国重 宏, 伊地知浜夫: 肥大型心筋症における運動負荷時の左室収縮動態評価: その臨床的意義. *J Cardiogr* **16**: 597, 1986
- 15) 板家研一: 肥大型心筋症患者の坐位自転車運動時の血行動態に関する研究. *久留米医誌* **48**: 743, 1985
- 16) 井福 正保: 心プールシンチ法による肥大型心筋症の運動中の左心動態の検討. *呼吸と循環* **34**: 665, 1986
- 17) Losse B, Kuhn H, Loogen F, Schulte HD: Exercise performance in hypertrophic cardiomyopathies. *Eur Heart J* **4**: 197, 1983
- 18) Ogata Y, Hiyamuta K, Terasawa M, Ohkita Y, Bekki H, Koga Y, Toshima H: Relationship of exercise or pacing induced ST segment depression and myocardial lactate metabolism in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *Jpn Heart J* **27**: 145, 1986
- 19) 板家研一, 長田浩司, 豊増攻次, 元永一郎, 戸嶋祐徳: 肥大型心筋症における運動時 ST 下降の意義. *最新医学* **42**: 1086, 1987