

# 高血圧症の心肥大および血行動態に関する心エコー図的検討

# Echocardiographic study of hypertension: Wall thickness and hemodynamics

園谷 昇  
鷹津 正

Noboru SONOTANI  
Tadasu TAKATSU

## Summary

One hundred and one patients with hypertension were studied to evaluate the cardiac hypertrophy and hemodynamics by echocardiography, comparing with 50 normal subjects (N). Hypertensive cases were divided into four groups by its severity (I, II, III and IV). The severity was determined by a score of a society for the study of hypertension at University of Tokyo. The ratio of interventricular septal wall thickness (IVSed) to left ventricular posterior wall thickness at end-diastole (PWTed) was  $1.01 \pm 0.15$  (IVSed:  $0.85 \pm 0.16$  cm, PWTed:  $0.85 \pm 0.10$ , n=50) in N,  $0.98 \pm 0.09$  ( $1.07 \pm 0.19$ ,  $1.09 \pm 0.15$ , n=35) in I,  $1.10 \pm 0.14$  ( $1.30 \pm 0.26$ ,  $1.19 \pm 0.21$ , n=38) in II,  $1.14 \pm 0.18$  ( $1.58 \pm 0.27$ ,  $1.41 \pm 0.21$ , n=22) in III and  $1.00 \pm 0.09$  ( $1.52 \pm 0.23$ ,  $1.55 \pm 0.23$ , n=6) in IV, respectively. Although asymmetric septal hypertrophy (ASH: IVSed/PWTed > 1.30 and IVSed > 1.30 cm) was observed in only 5 cases of II and III groups, it seemed that IVS and PWT became asymmetrically hypertrophied more markedly as the severity increases.

In regard to left ventricular (LV) function, ejection fraction and mean Vcf gradually decreased with an increase of the severity, where there was no significant difference of heart rate between the groups ( $p > 0.50$ ). Total systemic resistance increased with an increase of the severity except for between III and IV ( $p < 0.01 \sim 0.001$ ). End-diastolic volume of the left ventricle (EDV) has no significant difference between I, II and III, but EDV was greater in IV than in N ( $p < 0.05$ ) or III ( $p < 0.02$ ). Left atrial dimension (LAD) was larger, E-F slope of the mitral valve slower, IVSed and LVPWTed thicker and left ventricular mass greater in I than N ( $p < 0.001$ ). Therefore, enlarged LAD was assigned a decreased LV-diastolic compliance for cardiac hypertrophy.

## Key words

Hypertension      Echocardiography      Asymmetric septal hypertrophy (ASH)      Ejection fraction  
MeanVcf      Left atrial dimension compliance      E-F slope of the mitral valve

## はじめに

肥大型閉塞型心筋症例に高血圧症の併存例<sup>1-7)</sup>

が報告され、その関連について種々の論議がなされてきたが、未解決である。今回の検討は慢性圧負荷状態の左室、すなわち高血圧心における心肥

大阪医科大学 第三内科  
高槻市大学町 2-7 (〒 569)

The Third Division, Department of Internal Medicine, Osaka Medical College, Daigaku-cho 2-7, Takatsuki 569

Presented at the 16th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Tokyo, March 28, 1978  
Received for publication May 15, 1978

大の様式, および左心行動態を心エコー図を用いて明らかにすることを目的とする。

対 象

高血圧症群は, 東大三内科の高血圧判定基準表<sup>9)</sup>に従い, I 度群より IV 度群に大別した。I 度群は 35 例, II 度群は 38 例, III 度群は 22 例および IV 度群は 6 例で, 合計 101 例を正常群 50 例と比較検討した。平均年齢は  $46 \pm 12$  歳である。リウマチ性心疾患, 心筋梗塞, 心膜液体貯溜および心房細動例は除外した。

方 法

心エコー装置には Aloka 製 SSD-90 を使用し, 直径 1.0 cm, 2.25 MHz の無焦点探触子を用いて, 紙送り速度 10 cm/秒で, strip chart recorder により記録した。測定値は連続する 5 拍動の平均値とした。記録の条件に関しては, automatic

gain control, いわゆる AGC を作動させ, rejection は 0 の状態で, 被検者を 30~45° の左側臥位にして記録した。心室中隔および左室後壁の心内膜側に数条の過剰エコーを検出する症例は, 不確実さを避けるため測定を断念し, 今回の検討には含めなかった。

計測項目は, 僧帽弁前尖の拡張期後退速度 DDR, 左房径, 左室内径, 心室中隔および左室後壁の厚さ (Fig. 1) である。心室中隔および左室後壁の厚さは, いわゆる腱索レベルの探触子の方向で記録された心エコー図で測定した。測定時相は, 左室後壁の C 点を拡張終期とし, 収縮終期は同時記録した心音図の第 2 音の大動脈音成分 II<sub>A</sub> の開始点とした。この 2 時相の間隔を駆出時間として, mean Vcf を算出した。左室容積計算は暫定的に Gibson<sup>9,10)</sup> 法を用いた。

今回用いた Gibson 法が肥大および拡張心にも適用されるか否かを検討するため, 選択的左室造

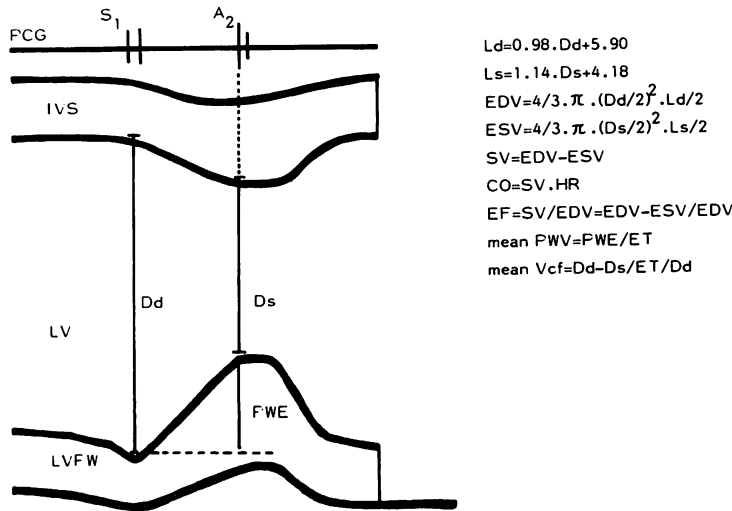


Fig. 1. IVSd, PWTd and Dd measured at the C-point on the left ventricular posterior wall.

Ds was measured at the onset of the second heart sound on PCG simultaneously recorded. The interval between Dd and Ds was defined ejection time. Left ventricular volume was calculated by Gibson's method. IVSd: interventricular septal thickness at end-diastole, PWTd: posterior wall thickness of the left ventricle at end-diastole, Dd: left ventricular end-diastolic dimension of the minor axis, Ds: left ventricular end-systolic dimension of the minor axis.

影法<sup>11)</sup>と心エコー図法の比較を行った。しかし、高血圧症例の心臓カテーテル検査は、社会的許容範囲を逸脱するため、肥大および拡張心の比較対象を肥大型およびうっ血型心筋症に求めた。内訳は肥大型心筋症 14 例、うっ血型心筋症 15 例の合計 29 例である。拡張終期短径 Dd/BSA, 拡張終期長径 Ld/BSA, 収縮終期短径 Ds/BSA, 収縮終期長径 Ls/BSA, 拡張終期容積 EDV/BSA, 収縮終期容積 ESV/BSA, 駆出分画 EF および mean Vcf を選択的左室造影法と心エコー図法とで比較

した。心拍出量に関しては、Fick 法と心エコー図法を比較した。すなわち、右心カテーテル施行中、Fick 法による呼気ガス採取の時期と同時に心エコー図を記録し、両者の心拍出量を比較した。内訳は心筋症 13 例、僧帽弁狭窄症 8 例で、残りは機能的な雑音や神経循環疲労症 NCA を含む合計 40 例である。

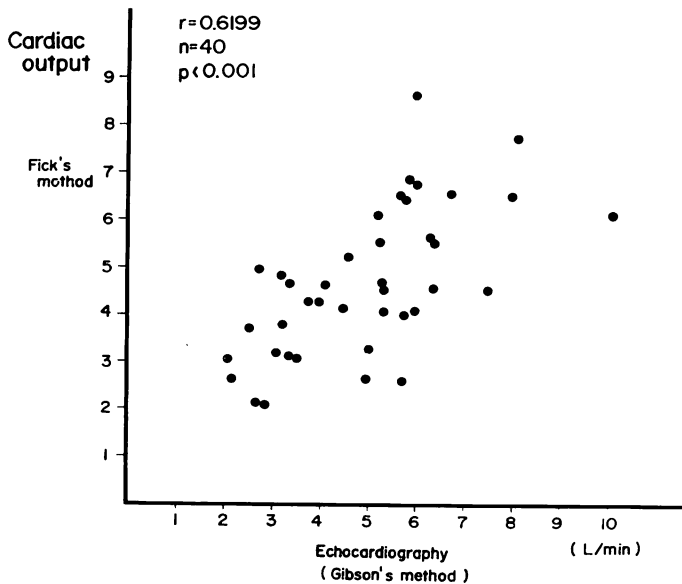
結 果

1) 選択的左室造影法と心エコー図法の比較を

**Table 1. Correlation between echocardiographic and angiographic parameters in idiopathic cardiomyopathy (14 cases of hypertrophic type and 15 cases of congestive type)**

Dd/BSA	Ld/BSA	Ds/BSA	Ls/BSA	EDV/BSA	ESV/BSA	EF	meanVcf
r=0.7830	r=0.5344	r=0.9142	r=0.6713	r=0.7525	r=0.8903	r=0.9067	r=0.8839
n=29	n=29	n=29	n=29	n=29	n=28	n=29	n=29
p<0.001	p<0.01	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.001

Dd: left ventricular end-diastolic dimension of the minor axis, Ld: left ventricular end-diastolic dimension of the major axis, Ds: left ventricular end-systolic dimension of the minor axis, Ls: left ventricular end-systolic dimension of the major axis, EDV: end-diastolic volume of the left ventricle, ESV: end-systolic volume of the left ventricle, BSA: body surface area, EF: ejection fraction.



**Fig. 2. Comparison between cardiac output determined by Fick's method and cardiac output determined by echocardiography (Gibson's method).**

**Table 1** に示す. 拡張終期左室長径 Ld/BSA が  $r=0.5344$ ,  $p<0.01$  である点を除くと, 両法はいずれの指標も  $r=0.9142\sim 0.6713$ ,  $p<0.01$  と高度の相関を示した.

2) 心拍出量に関する Fick 法と心エコー図法の比較を **Fig. 2** に示す. 両法は  $r=0.6199$ ,  $p<0.001$  と高度な相関を示した.

3) 拡張終期の心室中隔の厚さ IVSd, 左室後壁厚 PWTd および両者の比 IVSd/PWTd の各群間の推移を **Fig. 3** に示す. IVSd および PWTd は IV 度群を除いて重症度に従って肥大は進展した ( $p<0.001\sim 0.01$ ).

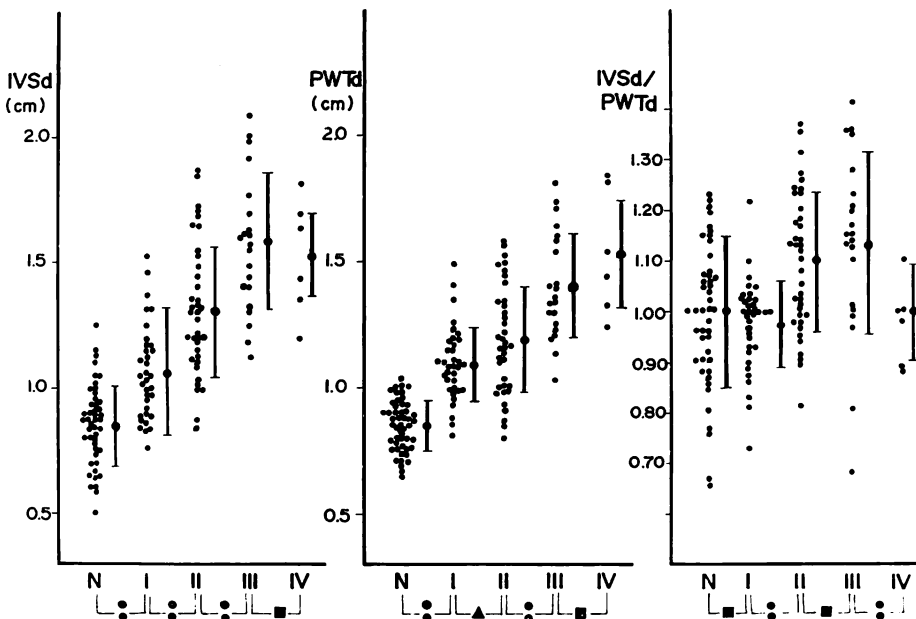
4) IVSd/PWTd は正常群が  $1.01\pm 0.15$ , I 度群  $0.98\pm 0.09$ , II 度群  $1.10\pm 0.14$ , III 度群  $1.14\pm 0.18$  および IV 度群  $1.00\pm 0.09$  で, II 度群および III 度群と他群との間に  $p<0.001$  と有意差を認めた. すなわち, 正常群, I 度群および IV 度

群は拡張終期の心室中隔および左室後壁の厚さが対称性であるが, II 度群および III 度群が軽度非対称性であった. 教室の ASH の基準 (IVSd/PWTd  $>1.30$  および IVSd  $>1.30$  cm) を満たす高血圧症例は 101 例中わずか 5 例にすぎないが, いずれも II ないし III 度群に属した.

5) 高血圧症例で心エコー図上 ASH を呈する症例の家系調査では, labile ないし borderline hypertension を示し, 心エコー図では対称性心肥大を呈した.

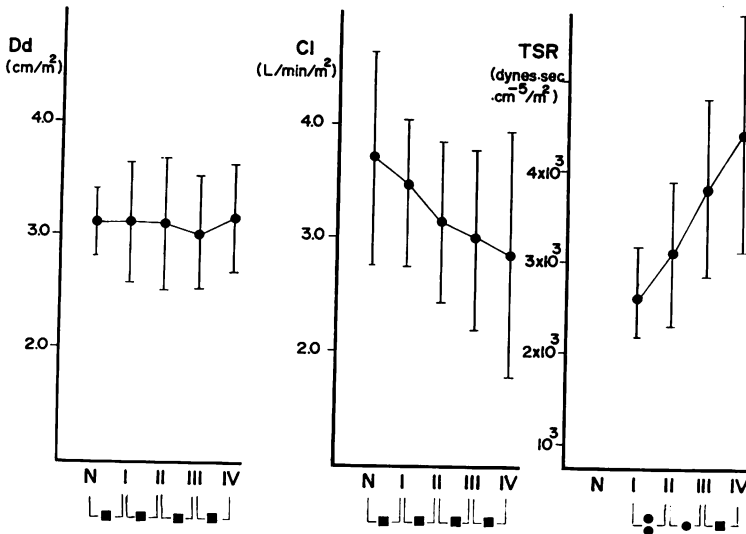
6) 左室拡張終期短径 Dd/BSA, 心拍出量 CO/BSA (CI), および末梢血管抵抗 TSR の各群間の推移を **Fig. 4** に示す.

7) 拡張終期容積 EDV/BSA は, III 度群と IV 度群の間に  $p<0.02$ , および正常群と IV 度群の間に  $p<0.05$  の有意差を認めた. すなわち, IV 度群は心拡張を呈した.



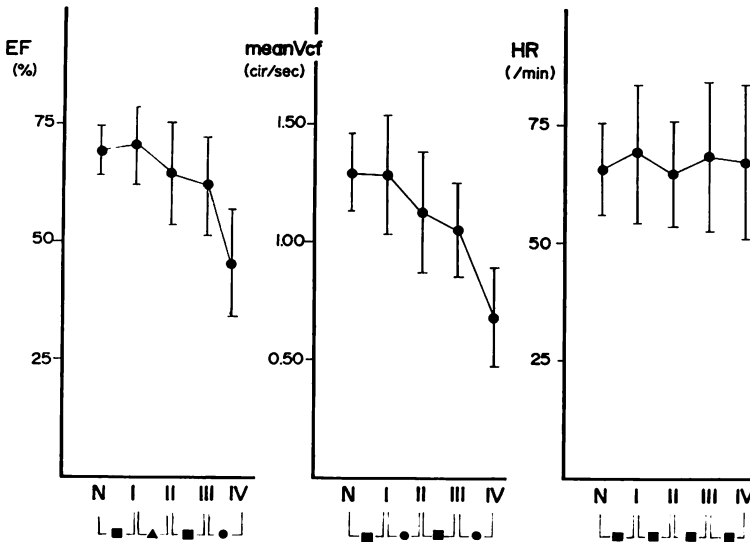
**Fig. 3. Interventricular septal wall thickness (IVSD), left ventricular posterior wall thickness at end-diastole (PWTd), and the ratio of IVSd to PWTd.**

Wall thickness increases with an increase in the severity of hypertension except for between III and IV. Probability values are shown as symbols. i.e.,  $\circ$  is  $p<0.001$ ,  $\bullet$   $p<0.01$ ,  $\blacktriangle$   $p<0.05$  and  $\blacksquare$  no significant difference.



**Fig. 4.** Left ventricular end-diastolic dimension (Dd), cardiac index (CI) and total systemic resistance (TSR).

TSR increases with an increase of the severity except for III and IV. Probability values are shown as symbols as in the Fig. 3.



**Fig. 5.** Ejection fraction (EF), meanVCF and heart rate (HR).

Ejection fraction and meanVCF gradually decrease with an increase of the severity, where there is no significant difference of heart rate among the groups. Probability values are shown as symbols as in the Fig. 3.

8) TSR は IV 度群を除いて重症度に従い増大した ( $p < 0.001 \sim 0.01$ ).

9) 駆出分画 EF, meanVcf および心拍数 HR の各群間の推移を Fig. 5 に示す. EF は II 度群より低下 ( $p < 0.05$ ), IV 度群に至り, さらに低下した ( $p < 0.01$ ).

10) MeanVcf は II 度群より低下 ( $p < 0.01$ ), IV 度群に至り, さらに低下した ( $p < 0.01$ ).

11) 心拍数は各群間に有意差を認めなかった.

12) 僧帽弁拡張期後退速度 DDR, 左房径 LAD/BSA および左室重量 LV-mass/BSA の各群間の推移を Fig. 6 に示す. 正常群と比較する

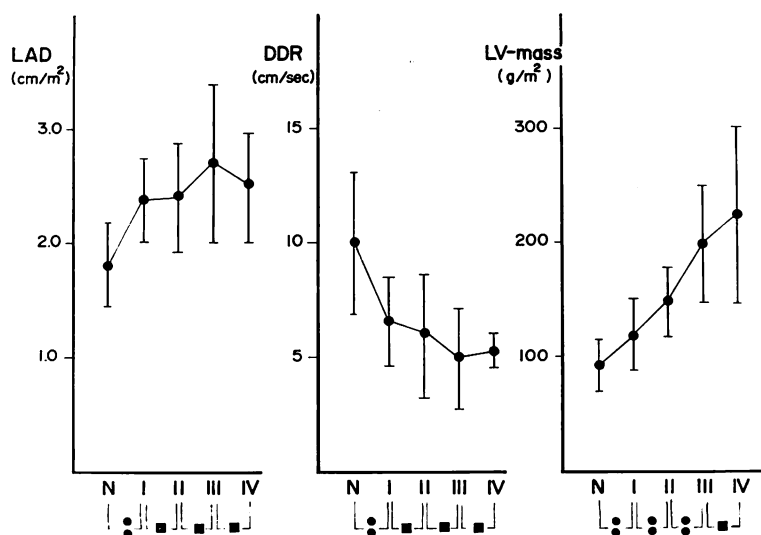


Fig. 6. Left atrial dimension (LAD), diastolic descent rate of the mitral valve (DDR = E-F slope) and left ventricular mass (LV-mass).

LAD is larger, DDR slower, LV-mass greater in I than N. Therefore, enlarged LAD is assigned a decreased LV-diastolic compliance for cardiac hypertrophy. Probability values are shown as symbols as in the Fig. 3.

Table 2. Echocardiographic data

	IVSd (cm)	PWTd (cm)	IVSd/PWTd	LV-mass	LAD (cm/m <sup>2</sup> )	DDR (cm/sec)
Normal subjects (n=50)	0.85 ± 0.16	0.85 ± 0.10	1.01 ± 0.15	96 ± 19	1.81 ± 0.37	9.94 ± 3.11
Group I (n=35)	1.07 ± 0.19	1.09 ± 0.15	0.98 ± 0.09	119 ± 31	2.39 ± 0.35	6.55 ± 1.94
Group II (n=38)	1.30 ± 0.26	1.19 ± 0.21	1.10 ± 0.14	148 ± 31	2.40 ± 0.48	6.00 ± 2.75
Group III (n=22)	1.58 ± 0.27	1.41 ± 0.21	1.41 ± 0.18	198 ± 51	2.71 ± 0.69	4.93 ± 2.18
Group IV (n=6)	1.52 ± 0.23	1.55 ± 0.23	0.98 ± 0.09	227 ± 63	2.92 ± 0.89	5.75 ± 1.00

Values are represented as means ± SD. IVSd: interventricular septal thickness at end-diastole, PWTd: left ventricular posterior wall thickness at end-diastole, LV-mass: left ventricular mass, LAD: left atrial dimension, DDR: diastolic descent rate of the mitral valve (E-F slope).

Table 3. Echocardiographic data

	Dd (cm/m <sup>2</sup> )	EDV (ml/m <sup>2</sup> )	CI (l/min/m <sup>2</sup> )	TSR	EF (%)	meanVCF (cir/sec)	HR (/min)
Normal subjects (n=50)	3.10±0.29	82±17	3.70±0.93	(-)	69±5	1.29±0.17	65±10
Group I (n=35)	3.10±0.53	77±18	3.46±0.71	2595±573	71±7	1.28±0.25	66±12
Group II (n=38)	3.10±0.58	74±15	3.14±0.71	3103±803	66±9	1.13±0.25	65±11
Group III (n=22)	3.01±0.49	78±28	3.04±0.84	3835±988	62±10	1.05±0.20	69±16
Group IV (n=6)	3.36±0.34	112±22	3.64±1.40	3862±1499	46±9	0.71±0.21	68±17

Values are represented as means±SD. TSR is shown as dynes. sec. cm<sup>-5</sup>/m<sup>2</sup>. Dd: left ventricular end-diastolic dimension, EDV: left ventricular end-diastolic volume, CI: cardiac index, TSR: total systemic resistance, EF: ejection fraction, HR: heart rate.

と、I度群からDDRが低下した(p<0.001).

13) 左房径は正常群と比較すると、I度群から拡張を示した(p<0.001).

14) 左室重量は正常群と比較すると、I度群から増大した(p<0.001). IV度群を除いて、重症度に従い増大した(p<0.001~0.01).

以上の測定値をTable 2および3に示す.

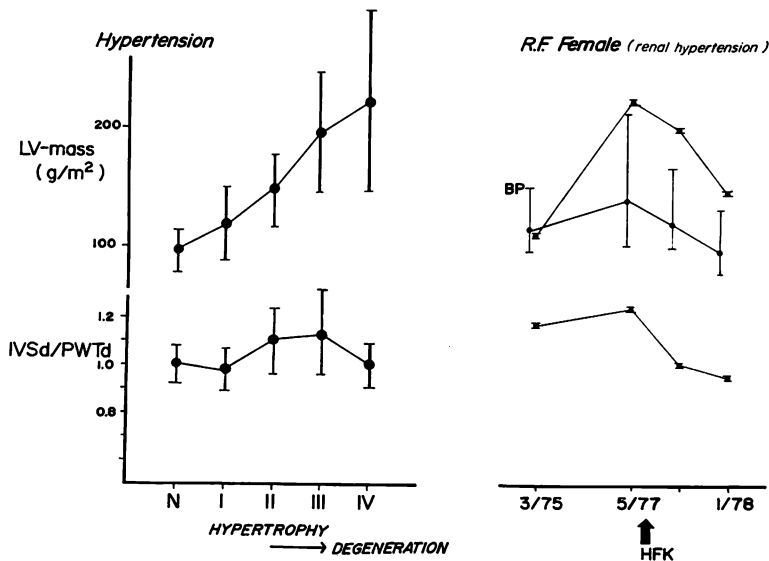
### 考 案

軽度の高血圧症から左房拡張がみられることは従来の報告<sup>12,13)</sup>と一致する. 正常群と比較すると、I度群から心室壁厚は肥大し、左室重量は増大し、DDRが低下する. DDRは、厳密には左室の拡張期 complianceを反映するとは規定しえない<sup>14)</sup>が、臨床上有用な指標<sup>15~17)</sup>と考えられる. したがって、軽度の高血圧症の時期から左室は肥大し、拡張期 complianceが低下し、左房拡張が生じると考えられる.

我々は心室中隔および左室後壁の測定時相を、Henryら<sup>18)</sup>の行う左室後壁上のA点ではなく、C点としている. この理由は、心エコー図法で求める壁厚の測定値が十分な信頼に値するものではないため、左室造影法との比較を行いつつ検討を進めていく必要を感じる我々の方針にほかならない. 心室中隔および左室後壁の測定については種々の

問題<sup>19~22)</sup>があり、現時点では到底解決不能の問題である. 末梢静脈からの contrast echocardiography<sup>23,24)</sup>を使って、心室中隔の右室側心内膜エコーを明確にさせる方法など誰しも考えるが、常に明瞭な contrast echocardiogramを得られないこと、および contrast medium、血流ならびに探触子のビームの方向の相互関係により、false negativeを生じやすいことなどの理由より、よい方法とはいえない. したがって、我々は現時点ではある程度の誤差は許容するという妥協に基づいて壁厚を計測するしかないと考えている. そのためには心室中隔および左室後壁に対する探触子のビームの方向を一定にし、AGCを作動させ、rejectionをかけずに明瞭な心エコー図を記録しえる症例に限定し、心室中隔および左室後壁の心内膜側に数条の過剰エコーをみる症例は、いさぎよく測定を断念する必要があると考えている.

慢性圧負荷状態の左室において、systolic forceの増大に対して、心室単位断面積あたりの応力を正常化する代償機転として左室壁は厚くなり、左室は求心性肥大を呈する<sup>25)</sup>. 左室重量の増加に伴い、しだいに相対的冠血流量<sup>26,27)</sup>低下を招き、さらに過大な圧負荷状態下では心機能の顕著な低下<sup>28,29)</sup>をきたすとされている. Ejection fractionおよびmeanVCFはII度群より低下、IV度群に



**Fig. 7. Progress of cardiac hypertrophy in hypertension (group I~IV) and changes in left ventricular mass and thickness ratio of IVS and PW.**

Left ventricular mass (LV-mass) increases depending on the severity of hypertension (left).

Although asymmetric septal hypertrophy (ASH:  $IVSd/PWTd > 1.30$  and  $IVSd > 1.3$  cm) was observed in only 5 cases of II and III groups, it seems that IVSd and PWTd become asymmetrically hypertrophied more markedly depending on the severity of hypertension.

A case with hypertension is observed for 3 years and echocardiograms are recorded at 4 times (right).

Wall thickness and LV-mass increases during the progress of hypertension, and IVSd/PWTd shows asymmetrical hypertrophy. Wall thickness and LV-mass decrease in the course of hypertension, and IVSd/PWTd indicates symmetrical hypertrophy.

至り、一層の低下を示す。この I 度群より IV 度群までの ejection fraction および mean VCF は、圧負荷心の段階的過程を示すと考えられる。

高血圧心に心エコー図上の ASH を呈する頻度が比較的高いと報告されてきたが<sup>30,31)</sup>、今回の検討では 101 例中、わずか 5 例にすぎない。Dunn ら<sup>32)</sup>の最近の検討では、我々とほぼ同様の成績が得られている。しかし、1) この 5 例は高血圧分類の II 度ないし III 度群に属する。2) ASH を呈する高血圧症例の家系調査では、labile ないし borderline hypertension を示し、心エコー図では対称性肥大を呈する。3) 3 年間の治療経過中、高血圧症の各群間を移動した症例で、心エコー図を記録しえた症例<sup>33)</sup>を分析すると、Fig. 7 右に

示すように、血圧の上昇とともに壁厚は増大し、非対称性に肥大が進展し、血圧下降とともに壁厚を減じ、対称性肥大に変化した症例が観察された。圧負荷の除去とともに心室壁厚が減少することは、動物実験<sup>34~36)</sup>ならびに大動脈弁置換術後<sup>37,38)</sup>の左室重量減少として報告されているが、肥大の様式の変化については報告がない。4) Fig. 7 左に示すように、高血圧症の II 度群および III 度群は、正常群および I 度群と比較すると軽度非対称性肥大の傾向を示す。以上の結果より、心エコー図で観察される高血圧症例の非対称性中隔肥大は、左室への慢性圧負荷により心肥大が進展し、その結果として構築されるのではないかと考えられる。IV 度群は 6 例と例数が少なく、検討の余地を残



す。今後、症例を重ねたい。

謝 辞

稿を終るにあたり、高血圧症に関してご教示いただいた教室の久保新一郎講師、および血行動態に関してご教示いただいた陳 憲雄先生に深謝の意を表します。

文 献

- 1) Brock RC: Functional obstruction of the left ventricle. *Guy's Hosp Rep* **106**: 221, 1957
- 2) Brock RC: Functional obstruction of the left ventricle. *Guy's Hosp Rep* **108**: 126, 1959
- 3) Sanders C, Austen WG, Jordan JC, Scannell JG: Idiopathic subaortic stenosis in two elderly siblings. *New Engl J Med* **274**: 1254, 1966
- 4) Ewy GA, Marcus FI, Bohajalian O, Burke H, Roberts WC: Muscular subaortic stenosis. Clinical and pathologic obstruction in an elderly patient. *Amer J Cardiol* **22**: 126, 1968
- 5) Moreyra E, Knibbe P, Brest AN: Hypertension and muscular subaortic stenosis. *Chest* **57**: 87, 1970
- 6) Hamby RI, Robert GS, Meron JM: Hypertension and hypertrophic subaortic stenosis. *Amer J Med* **51**: 474, 1971
- 7) Sonotani N, Hori K, Takatsu T: Two cases of hypertrophic cardiomyopathy with narrowing at the mid-portion of the left ventricle (hourglass-shaped) by left ventriculography: Mid-ventricular obstruction. *J Cardiography* **8**: 67, 1978
- 8) 東京大学 3 内科高血圧研究会: 高血圧患者診療基準に関する試案. *最新医学* **22**: 2027, 1967
- 9) Gibson DG: Estimation of left ventricular size by echocardiography. *Brit Heart J* **35**: 128, 1973
- 10) Gibson DG, Brown DJ: Relation between diastolic left ventricular wall stress and strain in man. *Brit Heart J* **36**: 1066, 1974
- 11) Green DG, Carlisle R, Grant C, Bunnell IL: Estimation of left ventricular volume by one-plane cineangiography. *Circulation* **35**: 61, 1967
- 12) Tarazi RC, Miller A, Frohlich ED, Dustan HP: Electrocardiographic changes reflecting left atrial abnormality in hypertension. *Circulation* **34**: 818, 1966
- 13) Frohlich ED, Tarazi RC, Dustan HP: Clinical physiological correlation in the development of hypertensive heart disease. *Circulation* **44**: 446, 1971
- 14) DeMaria AN, Miller RR, Amsterdam EA, Markson W, Mason DT: Mitral valve early diastolic closing velocity in the echocardiogram: Relation to sequential diastolic flow and ventricular compliance. *Amer J Cardiol* **37**: 693, 1976
- 15) Layton C, Gent G, Pride R, McDonald A, Brgden W: Assessment of left ventricular filling and compliance using an ultrasound technique. *Brit Heart J* **35**: 559, 1973
- 16) Ziady G, Madeira H, Prdie R, Callen G, Oakley C: Diastolic closure rate of mitral valve as determined by ultrasound. *Brit Heart J* **35**: 560, 1973
- 17) Quinones MA, Gaasch WH, Waissner E, Alexander JK: Reduction in the rate of diastolic descent of the mitral valve echogram in patients with altered left ventricular diastolic pressure-volume relation. *Circulation* **49**: 246, 1974
- 18) Henry WL, Clark CE, Roberts WC, Morrow AG, Epstein SE: Differences in distribution of myocardial abnormalities in patients with obstructive and nonobstructive asymmetric septal hypertrophy (ASH): Echocardiographic and gross anatomic findings. *Circulation* **50**: 447, 1974
- 19) 吉川純一, 柳原皓二, 大脇 嶺, 加藤 洋, 鈴木隆夫, 高木義博, 奥町富久丸, 吉田 清: 左室後壁の心内膜・心外膜エコー. *日超医講演論文集* **31**: 321, 1977
- 20) 藤野武彦, 金谷庄蔵, 平田宗隆, 蔵田恵美子, 伊東盛夫, 藤野正典: 心内膜エコーの同定に関する二, 三の問題点について. *日超医講演論文集* **31**: 323, 1977
- 21) Larter WE, Allen HD, Sahn DJ, Goldberg SJ: The asymmetrically hypertrophied septum: Further differentiation of its causes. *Circulation* **53**: 19, 1976
- 22) Kotler MN, Segal BL, Mintz G, Pany WR: Pitfalls and limitation of M-mode echocardiography. *Amer Heart J* **94**: 227, 1977
- 23) Desmon F, Duff MB, Gutgesell HP: The use of saline for ultrasonic detection of a right-to-left shunt in postoperative period. *Amer J Cardiol* **37**: 132, 1976 (abstr)
- 24) Valdes-Cruz LM, Pierroni DR, Roland JA, Varghese PJ: Echocardiographic detection of intracardiac right-to-left shunts following peripheral vein injection. *Circulation* **54**: 558, 1976
- 25) Gould KL, Lipscomb K, Hamilton G, Kennedy JW: Relation of left ventricular shape, function and wall stress in man. *Amer J Cardiol* **34**: 627, 1974
- 26) Rodriguez FL, Robbins SL: Capacity of human coronary arteries: A post mortem study. *Circulation* **19**: 570, 1959

- 27) Arai S, Machida A, Nakamura T: Myocardial structure and vascularization of hypertropied hearts. *Tohoku J Exp Med* **95**: 35, 1968
- 28) Rackley CE, Hood WP: Quantitative angiographic evaluation and pathophysiologic mechanisms in valvular heart disease. *Prog Cardiovas Dis* **15**: 427, 1973
- 29) McDonald ID: Echocardiographic assessment of left ventricular function in aortic valve disease. *Circulation* **53**: 860, 1976
- 30) Criley JM, Blaufuss AH, Abbasi AS: Non-obstructive IHSS. *Circulation* **52**: 963, 1975
- 31) Toshima H, Koga Y, Akiyoshi T, Kimura N: Echocardiographic classification of hypertensive heart disease. A correlative study with clinical feature. *Jap Heart J* **16**: 337, 1974
- 32) Dunn FG, Chandraratna P, de Carvalho JGR, Basta LL, Frohlich ED: Pathophysiologic assessment of hypertensive heart disease with echocardiography. *Amer J Cardiol* **39**: 789, 1977
- 33) 鷹津 正, 園谷 昇, 陳 憲雄, 久保新一郎: 高血圧心臓病の心エコー図的検討. 厚生省特定疾患特発性心筋症研究班昭和52年度研究報告集. p. 124, 1978
- 34) Hall O, Hall CE, Ogden E: Cardiac hypertrophy in experimental hypertension and its regression following re-establishment of normal blood pressure. *Amer J Physiol* **174**: 175, 1974
- 35) Beznak M, Karecky B, Thomas G: Regression of cardiac hypertrophy of various organs. *Can J Physiol Pharmacol* **47**: 579, 1969
- 36) Cutilletta AF, Dowell RT, Rudnik M, Arcilla RA, Zak R: Regression of myocardial hypertrophy. I. Experimental model, changes in heart weight, nucleic acid and collagen. *J Mol Cell Cardiol* **7**: 767, 1975
- 37) Schuler G, Reghetti A, Hardson T, O'Rourke R, Peterson K, Johnson A, Daily P, Oury J, Ross J Jr: Serial studies on ventricular function following valve replacement for volume overload. *Circulation* **53**, **54** (suppl II): 11-104, 1976 (abstr)
- 38) Kennedy JW, Doces J, Stewart DK: Left ventricular function before and following aortic valve replacement. *Circulation* **56**: 944, 1977