

肥大型心筋症における左室  
肥大様式：断層心エコー図  
法による左室外周形態の把  
握に基づく検討

Mode of hypertrophy  
in hypertrophic cardio-  
myopathy based on the  
external shape of the  
left ventricle: A two-  
dimensional echocardio-  
graphic study

橋本 雅幸  
三神 大世  
工藤 俊彦  
菅原 智子  
安田 寿一

Masayuki HASHIMOTO  
Taisei MIKAMI  
Toshihiko KUDO  
Tomoko SUGAWARA  
Hisakazu YASUDA

**Summary**

To assess the mode of left ventricular hypertrophy in hypertrophic cardiomyopathy (HCM), two-dimensional echocardiography was performed in 15 patients with asymmetric septal hypertrophy and in 13 normal subjects. The long-axis diameter (LxD) was defined as the distance from the midpoint between the anterior annulus of the aortic valve and the posterior annulus of the mitral valve to the apex in the apical long-axis image. In the parasternal long-axis image, the long axis of the left ventricle (LV) was determined by overlaying the parasternal image on the apical image. The external diameter (ExD) and the internal diameter (InD) of the LV at chordal level were measured in the direction of the short axis. The anterior part (-a) and the posterior part (-p) of both ExD and InD, which were divided by the long axis, were also measured.

LxD, ExD, ExD-a, ExD-p and InD-p in HCM were greater than those in the normal subjects. Thus, the interventricular septum (IVS) in HCM was thickened inwardly and outwardly. In contrast, the left ventricular posterior wall (PW) in HCM showed only outward deviation. Thickness of the IVS and PW, and the excursion of the PW in HCM were greater than those in the normals, but the excursion of the IVS in HCM was smaller than those in the normals.

We concluded that outward expansion of the IVS and PW occurs in HCM and distinct narrowing of the LV occurs only on the septal side in HCM. The difference in mode of hypertrophy between the IVS and PW suggests the possibility that the compensatory hypertrophy of the PW follows the primary hypertrophy of the IVS.

北海道大学医学部 循環器内科  
札幌市北区北15条西7丁目 (〒060)

Department of Cardiovascular Medicine, Hokkaido  
University School of Medicine, Kita 15 Nishi 7, Sap-  
poro 060

Received for publication May 25, 1989; accepted August 8, 1989 (Ref. No. 36-100A)

## Key words

Hypertrophic cardiomyopathy      Two-dimensional echocardiography      Mode of left ventricular hypertrophy  
External shape of the left ventricle

### はじめに

一般に肥大型心筋症 (HCM) では, 壁厚増大のため, 左室内腔は正常ないし狭小化を示すと考えられている. しかし, その肥大が真に左室内腔側にのみ向かうものであるか否か, 十分に検討されていない. また, HCM の左室肥大様式については, 左室内腔形態や壁肥厚部位などの面から多数の報告がなされているが, 左室外周の形態をも含めた総合的な検討は少ない<sup>2-4)</sup>. 本研究の目的は, 左室内周および外周の形態に基づき, 肥大型心筋症の左室肥大様式を検討することである.

### 対 象

対象は非対称性中隔肥厚 (心室中隔厚 / 左室後壁厚 > 1.5) を示す肥大型心筋症 (HCM) 15 例, 男 12 例, 女 3 例, 年齢 18~55 歳, 平均 40 歳, および健常例 13 例, 男 10 例, 女 3 例, 年齢 15~56 歳, 平均 37 歳である.

### 方 法

アロカ製 SSD810 超音波診断装置と発振周波数 2.5 MHz の探触子を用い, 断層ならびに M モード心エコー図法を行った. リアルタイム断層図は 3/4 インチビデオカセットに記録し, ソニー製ビデオモーションアナライザー SVM1100 により, 画像解析を行った. M モード心エコー図は紙送りスピード 50 mm/sec で, ストリップチャートレコーダーに記録した.

心尖部アプローチにより, 心尖部左室長軸断面の拡張終期像から左室外周のトレースを行った. 外周曲線の両端となる大動脈弁右冠尖基部と僧帽弁後尖基部とを直線で結び, これを左室心基部線とした. この左室心基部線の midpoint から外周曲線上の最遠点を結んで長軸を定め, その長さを長軸径

(LxD) とした. 加えて左室心基部線と長軸のなす角  $\theta$  を求めた. ついで胸骨左縁からのアプローチにより長軸断面の拡張終期像を得, 左室の内周と外周をトレースし, 左室心基部線と角度  $\theta$  を用い, 傍胸骨像における長軸を決定した. 左室心基部線の midpoint から 2 cm 心尖側で長軸に直交するように短軸を定め, この短軸上で以下の計測を行った. 左室外周および内周の短軸径, すなわち短軸外径 (ExD) と短軸内径 (InD) を計測した. またこの両径がおのおの長軸により分割されてできる短軸外径の中隔側成分 (ExD-a) と, 後壁成分 (ExD-p), ならびに短軸内径の中隔側成分 (InD-a) と後壁側成分 (InD-p) の長さを求めた (Fig. 1). また, M モード法により, 心室中隔および左室後壁の壁厚と運動振幅を計測した. 以上の計測値は体表面積の平方根で補正した.

なお, 差の検定にはすべて unpaired t-test を用い, それぞれ危険率 0.05 以下をもって有意とした.

### 結 果

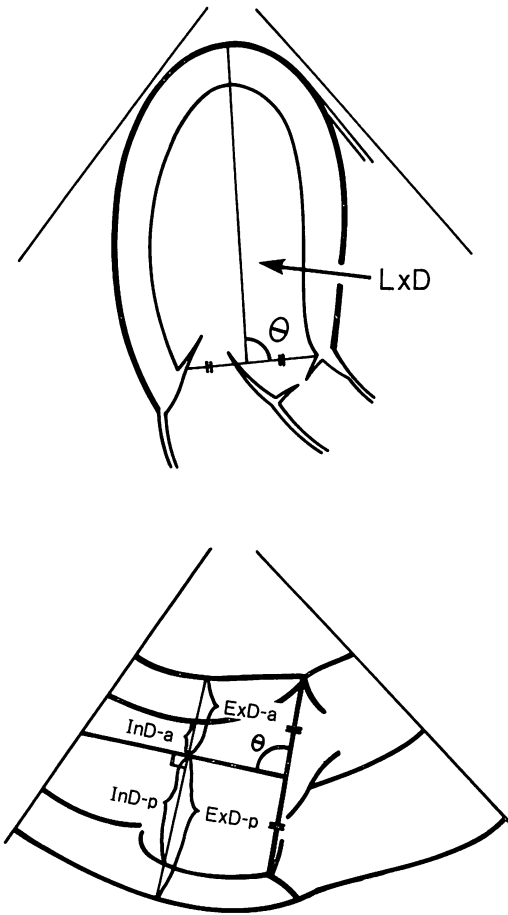
各計測値を HCM 群と健常例の両群間で比較検討し, 以下の成績を得た. 数値はいずれも平均値  $\pm$  S.D. で記載した.

#### 1. LxD の群間比較 (Fig. 2)

LxD は HCM 群  $69 \pm 8$  mm/m, 健常群  $63 \pm 5$  mm/m と, HCM 群で大であった ( $p < 0.05$ )

#### 2. ExD と InD の群間比較 (Fig. 3)

ExD は HCM 群  $58 \pm 5$  mm/m, 健常群  $48 \pm 3$  mm/m と, HCM 群で ( $p < 0.001$ ), InD は HCM 群  $32 \pm 3$  mm/m, 健常群  $35 \pm 2$  mm/m と HCM 群で小であった ( $p < 0.05$ ). なお, LxD と ExD の比は HCM 群 1.19, 健常群 1.30 と HCM で小であり, HCM 群では左室はより球形化していた.



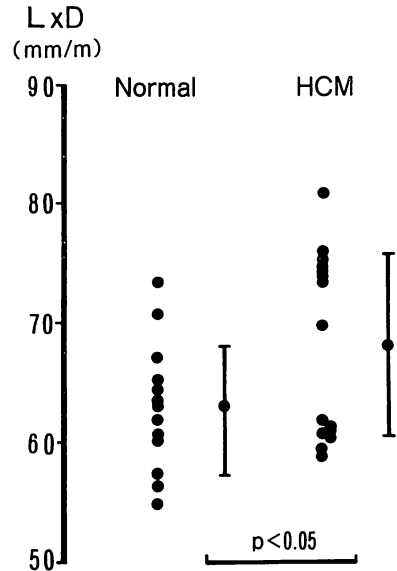
$$\begin{aligned} \text{ExD} &= \text{ExD-a} + \text{ExD-p} \\ \text{InD} &= \text{InD-a} + \text{InD-p} \end{aligned}$$

**Fig. 1. Schematic illustrations of echocardiographic measurements.**

Long-axis diameter (LxD) was measured in an apical long-axis image in the end-diastole (upper panel). Using the angle between the long axis and the line at the atrioventricular junction ( $\theta$ ), the short axis at chordal level in the parasternal image was determined (lower panel). Each of external diameter (ExD) and internal diameter (InD) in the direction of the short axis is divided into an anterior part(-a) and posterior part(-p) by the long axis.

**3. ExD-a と ExD-p の群間比較 (Fig. 4)**

ExD-a は HCM 群  $24 \pm 3$  mm/m, 健常群 19



**Fig. 2. Long-axis diameter (LxD).**

$\pm 2$  mm/m, ExD-p は HCM 群  $34 \pm 4$  mm/m, 健常群  $29 \pm 2$  mm/m と, いずれも HCM 群で大であった ( $p < 0.001$ ).

**4. InD-a と InD-p の群間比較 (Fig. 5)**

InD-a は HCM 群  $8 \pm 5$  mm/m, 健常群  $13 \pm 3$  mm/m と, HCM 群で小 ( $p < 0.05$ ), InD-p は HCM 群  $25 \pm 3$  mm/m, 健常群  $22 \pm 2$  mm/m と, HCM 群で大であった ( $p < 0.01$ ).

**5. 心室中隔と左室後壁の壁厚および運動振幅の群間比較 (Fig. 6)**

中隔厚は HCM =  $17 \pm 4$  mm/m, 健常群 =  $7 \pm 1$  mm/m, 後壁厚は HCM =  $9 \pm 2$  mm/m, 健常群 =  $7 \pm 1$  mm/m といずれも HCM 群で大であった ( $p < 0.001$ ). また, 中隔の運動振幅は HCM 群  $3 \pm 1$  mm/m, 健常群 =  $5 \pm 1$  mm/m ( $p < 0.01$ ), 後壁の運動振幅は HCM 群  $11 \pm 2$  mm/m, 健常群  $7 \pm 1$  mm/m ( $p < 0.001$ ) と, HCM 群の中隔の振幅は小, 後壁のそれは大であった.

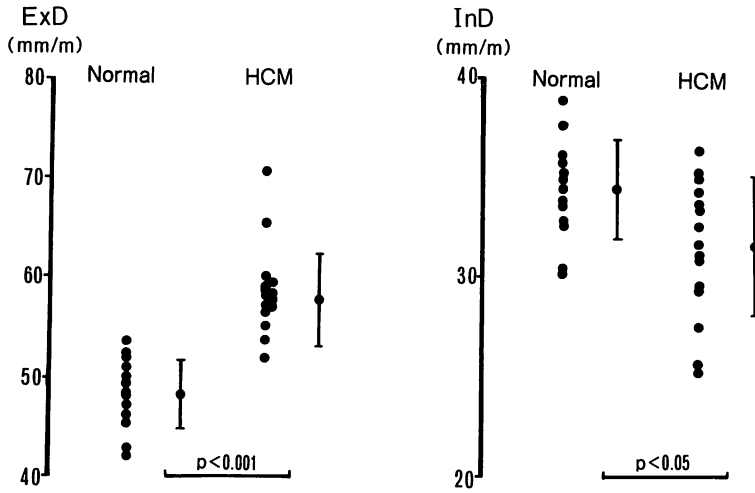


Fig. 3. External short-axis diameter (ExD) and internal short-axis diameter (InD).

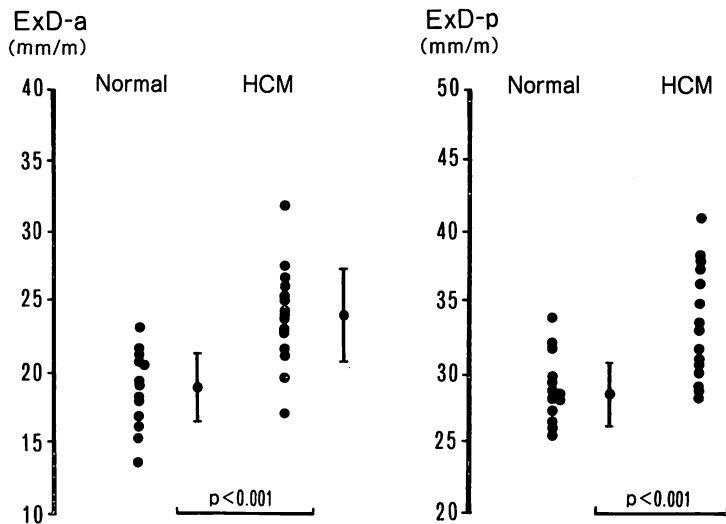


Fig. 4. Anterior part (ExD-a) and posterior part (ExD-p) of external short-axis diameter.

考 按

肥大型心筋症は一般に左室内腔の拡大を伴わず、基礎疾患なくして心筋肥大を認める心筋疾患と定義される<sup>1)</sup>。またその特徴として、不均等な左室肥大と心筋線維の錯綜配列が挙げられる。剖

検による肉眼的および組織学的検索から、これら所見の把握は容易であるが、摘出された標本の左室形態は生体内におけるそれと異なる可能性がある。また従来より、心エコー図法や左室造影法による肥大型心筋症の左室形態の検討がなされているが<sup>2-4)</sup>、これらは左室内腔の形状や肥厚部位に

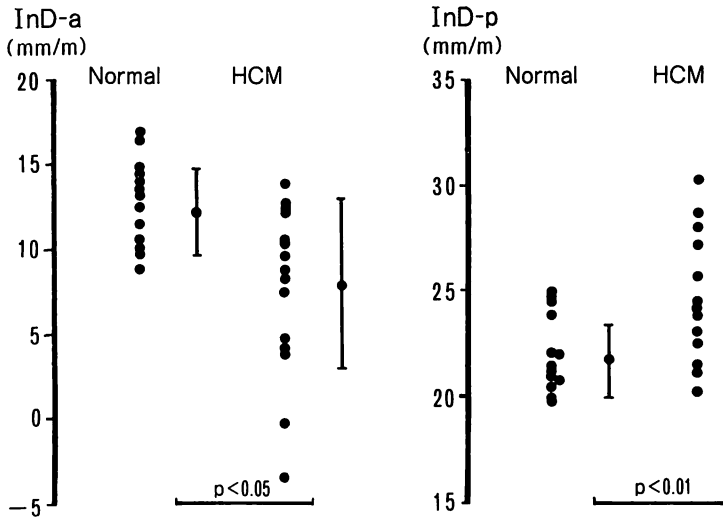


Fig. 5. Anterior part (InD-a) and posterior part (InD-p) of internal short-axis diameter.

注目したものであり、左室の外周形態について注目した研究は少ない。

断層心エコー図法において、心尖部長軸像では左室の全貌を観察できるが、側方分解能の不足のため、短軸方向の精密な計測は容易ではない。一方、これが可能な傍胸骨長軸像単独では、正しい左室の軸方向を知ることができない。我々が本研究に際して、心尖部像で長軸を決定し、短軸方向の計測を傍胸骨像より行ったのは、以上の理由のためである。

本研究では、左室長軸の決定にあたり、左室外周形態を用いた。その理由は、第一に一般に心尖部像では心内膜エコーが正確に捉えにくいこと、第二に HCM では心尖部内腔は狭く、僅かな入射方向の差により心尖を誤認する可能性があること、また、第三に非対称性肥大を示す HCM では内腔の変形が著しく、これに比べ外周形態は楕円に近い形態を保つので、より合理的な長軸の設定が可能と考えられたことなどである。

一般に HCM の左室内径は正常ないし短かいと考えられている。今回の検討でも HCM の短軸内径は健常例に比し有意に小であった。一方、長軸外径および短軸外径はともに健常例に比し大で

あり、左室外縁は明らかに外方へ膨らんでいることが判明した。さらに短軸内外径を心室中隔成分と左室後壁成分に分離して検討した結果、HCM では心室中隔の右室側は外方へ、左室側は内方に偏位しており、心室中隔は内外両方向に肥大していることが分かった。それに対し、左室後壁の心外膜側および心内膜側はともに外方に偏位しており、左室後壁はむしろ外方へ突出する形態をとる考えられた。

以上より HCM の左室内腔にはある程度の内腔狭小化を生じるが、これはもっぱら中隔の内腔への突出によるものであり、後壁側の内腔はむしろやや拡大傾向があった。このことは左室内腔が後方に凸の弓状の変形を呈することを定量的に示す。HCM における収縮中期前方運動 (SAM) の成因には、単なる流出路の狭小化のみでなく、このような左室内腔の変形が、駆出血流の僧帽弁装置への影響を強めていることが考えられた<sup>5)</sup>。

本研究で示した HCM における左室外径の増大は、従来ほとんど指摘されていない。剖検時には、概して左室内腔がスリット状に観察され、内腔の狭小化が強調される一方、外径の増大は目立たないことが多い。Hutchins ら<sup>6)</sup>の各種心疾患

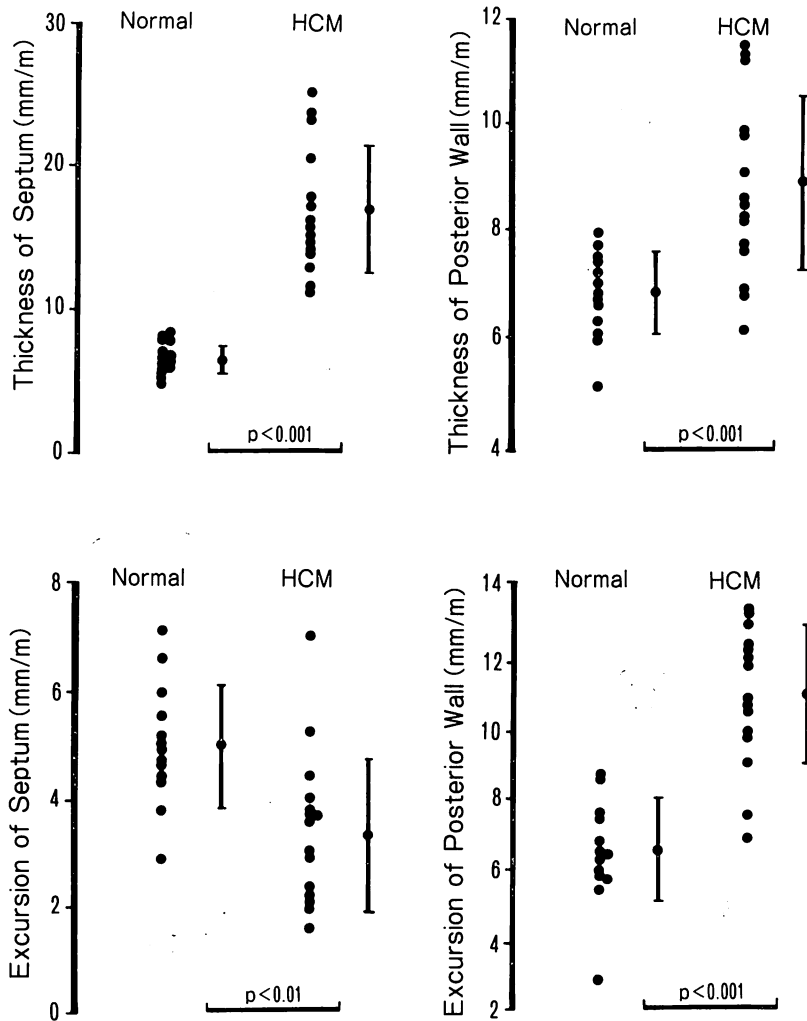


Fig. 6. Thickness and excursion of the ventricular septum and the posterior wall of the left ventricle.

患者における剖検時の各房室サイズに関する検討によると、同一疾患においても左室内径は個体差が大きく、これは異なった心時相で固定されているためと結論されている。剖検時における HCM の左室も同様で、概して収縮期の状態で固定されるため、内腔の狭小化が目立ち、それに対して外径の増大が不明瞭になっていると思われる。このように、剖検心における検討は、必ずしも生体内

における心形態とは一致しないと考えられる。

HCM における左室中隔の壁運動は低下していると考えられている。本研究においてもこれが確認され、それに対して左室後壁の壁運動の増大が認められた。これらの所見は Cohen, Silverman らの報告と同様であった<sup>7,8)</sup>。HCM において錯綜配列を示す異常心筋の存在が、中隔の壁運動低下の成因の一つと考えられている<sup>9)</sup>。Maron ら<sup>10)</sup>

による HCM の左室壁各部位での錯綜配列の定量的検討によると、中隔の 35% の領域に錯綜配列を認めたのに対し、後壁では 15% の領域にこれを認めるのみである<sup>10)</sup>。また、藤原ら<sup>11)</sup>は HCM における左室後壁の細胞横径は正常に比し大であり、かつ正常例と同様、左室心内膜側で左室心外膜側よりも細胞横径が大きく、このことは壁張力の違いによる transmural gradient を示すものであると報告している。このように、HCM における左室後壁の肥大は、中隔とはかなり異なった機序で生じているものと推定される。以上のことから、本研究で示された後壁の外方への肥大と壁運動増大は、中隔の肥厚、運動低下に対する代償的機序で生じている可能性があると考えられる。

以上、心エコー図法により HCM の左室形態の特徴を検討した結果、内腔の狭小化に加え、中隔、後壁ともに外方への肥大が生じていることが明らかとなった。また、HCM における内腔狭小化はもっぱら中隔の内腔への突出により生じるものであった。中隔と後壁のこのような肥大様式の差異は、異なった肥大の成因が存在する可能性を示唆するものと考えられた。

### 要 約

肥大型心筋症 (HCM) の左室肥大様式を断層心エコー図法を用い検討した。対象は非対称性中隔肥厚を有する HCM 15 例、健常 13 例である。心尖部左室長軸像の左室外縁をトレースし、大動脈弁右冠尖基部と僧帽弁基部の midpoint から左室心筋外周上の最遠点までの距離を長軸径とした。傍胸骨左室長軸像における左室長軸は、心尖部長軸像との重ね合わせにより決定した。心基部より 2 cm 心尖側で長軸に直交するように短軸を定め、その外径と内径を求めた。さらに短軸外径と内径のおのについて、その心室中隔側成分および左室後壁側成分を計測した。また、中隔と後壁の壁厚および運動振幅を計測した。成績は以下の通りであった。

1. HCM では健常例に比し、長軸径は大であった。
2. HCM では健常例に比し、短軸外径は大、かつ短軸内径は小であった。これをさらに分析すると、心室中隔は内外両方向に向い増厚し、左室後壁は外方へ偏位していた。
3. HCM では健常例に比し、中隔厚、後壁厚とも大であり、中隔の運動振幅は小、後壁のそれは大であった。

以上より、HCM において中隔と後壁はともに外方へ膨隆するため、左室外周は球形化を示した。HCM の左室内腔は、もっぱら中隔の内方への突出により、狭小化を示した。中隔と後壁の肥大様式の差異は、後壁の肥大が中隔の肥大に対する代償的な機序で生じた可能性を示唆すると考えられた。

本研究は昭和 60~62 年度厚生省特定疾患特発性心筋症研究班の補助を受けた。

### 文 献

- 1) Goodwin JF: The frontiers of cardiomyopathy. *Br Heart J* 48: 1-18, 1982
- 2) Maron BJ, Gottdiener JS, Epstein SE: Patterns and significance of distribution of left ventricular hypertrophy in hypertrophic cardiomyopathy: A wide angle, two-dimensional echocardiographic study of 125 patients. *Am J Cardiol* 48: 418-428, 1981
- 3) Shapiro LM, McKenna WJ: Distribution of left ventricular hypertrophy in hypertrophic cardiomyopathy: A two-dimensional echocardiographic study. *J Am Coll Cardiol* 2: 437-444, 1981
- 4) Yamaguchi H, Ishimura T, Nishiyama S: Hypertrophic non-obstructive cardiomyopathy with giant negative T waves (apical hypertrophy): Ventriculographic and echocardiographic features in 30 patients. *Am J Cardiol* 44: 401-412, 1979
- 5) Mikami T, Hashimoto M, Kudoh T, Sugawara T, Sakamoto S, Yasuda H: Mitral valve and its ring in hypertrophic cardiomyopathy: A mechanism creating surplus mitral leaflet involved in systolic anterior motion. *Jpn Circ J* 52: 597-603, 1988
- 6) Hutchins GM, Anaya OA: Measurements of car-

- diac size, chamber volumes and valve orifices at autopsy. *Johns Hopkins Med J* **133**: 96-106, 1973
- 7) Cohen MV, Cooperman LB, Rosenblum R: Regional myocardial function in idiopathic hypertrophic subaortic stenosis: An echocardiographic study. *Circulation* **52**: 842-847, 1975
  - 8) Silverman KJ, Hutchins GM, Weiss JL, Moore GW: Catenoidal shape of the interventricular septum in idiopathic hypertrophic subaortic stenosis: Two-dimensional echocardiographic confirmation. *Am J Cardiol* **49**: 27-32, 1982
  - 9) St John Sutton MG, Tajik AJ, Gibson DG, Brown DJ, Seward JB, Giuliani ER: Echocardiographic assessment of left ventricular filling and septal and posterior wall dynamics in idiopathic hypertrophic subaortic stenosis. *Circulation* **57**: 512-520, 1978
  - 10) Maron BJ, Anan TJ, Roberts WC: Quantitative analysis of the distribution of cardiac muscle cell disorganization in the left ventricular wall of patients with hypertrophic cardiomyopathy. *Circulation* **63**: 882-894, 1981
  - 11) 藤原久義: 各種心疾患と心肥大: 種々なる組織学的パラメーターの定量的解析からみた心肥大の促進因子について. *心臓* **20**: 349-356, 1988