

心エコー図による左室壁厚  
および壁断面積の心時相に  
よる変化

Studies on left ventri-  
cular wall thickness and  
left ventricular wall  
cross-sectional area by  
echocardiography

福島 一也  
村木 登  
山崎 茂  
小沢 俊  
宿谷 正毅  
平井 昭  
増田 善昭  
稲垣 義明

Kazuya FUKUSHIMA  
Noboru MURAKI  
Shigeru YAMAZAKI  
Shun OZAWA  
Masaki SHUKUYA  
Akira HIRAI  
Yoshiaki MASUDA  
Yoshiaki INAGAKI

**Summary**

Echocardiography was utilized to evaluate thickness and movement of the left ventricular (LV) wall in normal subjects and patients with left ventricular hypertrophy (LVH). Thicknesses of the inter-ventricular septum (IVST) and LV posterior wall (PWT), and LV dimension (LVD) were evaluated in 3-different beam directions. LV wall cross-sectional area (S) was calculated in end-systole and end-diastole:  $S = \pi/4 \{ (IVST + LVD + PWT)^2 + LVD^2 \}$  (Fig. 1).

Results were as follows:

1. The different architecture of hypertrophy and mode of contraction were observed between subjects with hypertension, aortic stenosis and hypertrophic cardiomyopathy (HCM) (Fig. 2).
2. To differentiate hypertensives from normal control, more statistically significant difference was observed in LV wall cross-sectional area than in IVST or PWT (Fig. 4).
3. Concerning wall cross-sectional areas in each sequence of cardiac cycle, normal and hypertensive subjects showed a slight increase in end-systole in any directions. HCM, however, revealed various changes in those values in each direction, probably suggesting architectonic difference of hypertrophy (Fig. 7).

**Key words**

Left ventricular wall      Interventricular septum      Left ventricular wall cross-sectional area

千葉大学医学部 第三内科  
千葉市亥鼻 1-8-1 (〒280)

The Third Department of Internal Medicine, Univer-  
sity of Chiba, School of Medicine, Inohana 1-8-1,  
Chiba 280

Presented at the 14th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Tokyo, April 3, 1977  
Received for publication August 24, 1977

はじめに

正常および病的心における左室の構築, 動態を検討するために, 心エコー図(以下, UCG)連続記録を使用し, 拡張末期および収縮末期の心室中隔厚 (IVST), 左室内径 (LVD), 左室後壁厚 (PWT) をビーム方向による部位ごとに計測し, これより左室壁断面積を算出し, 正常および病的心の特徴を観察した.

対 象

UCG 連続記録で, 心室中隔, および左室後壁を同時に明瞭に記録しえた 145 例を選んだ. この内, 正常 45 例 (平均年齢  $32 \pm 15$  歳), 高血圧症 30 例 ( $44 \pm 17$  歳), 大動脈弁狭窄症 (AS) 11 例 ( $47 \pm 19$  歳), 大動脈弁閉鎖不全症 5 例 ( $26 \pm 17$  歳), 僧帽弁狭窄症 23 例 ( $38 \pm 13$  歳), 僧帽弁閉鎖不全症 9 例 ( $38 \pm 21$  歳), 肥大型心筋症 (HCM) 5 例 ( $46 \pm 27$  歳), うっ血型心筋症 4 例 ( $26 \pm 18$  歳), 心室中隔奇異運動 8 例 ( $33 \pm 19$  歳), 心外膜液貯溜 5 例 ( $39 \pm 25$  歳) であった.

方 法

記録には UCG ポリグラフ Aloka 製 SSD-90 を使用, 探触子は 2.25 MHz, 径 10 mm であり, 仰臥位ないしは軽度左側臥位にて, 第 3 肋間または第 4 肋間のうち, 左室後壁をより明瞭に出せる肋間で, M-mode sector scanning を行い, 25 mm/sec の紙送り速度でオッシロペーパーに記録した. 測定部位は, a 方向 (心室中隔, 左室後壁と同時に僧帽弁前尖が明瞭に見える部位), b 方向 (僧帽弁前尖が見え隠れする部位), c 方向 (僧帽弁が消失し, 腱索が分離できる部位), 以上の 3 方向とし, 拡張末期 (心電図の R 波と同時点で), 収縮末期 (左室内径の最も狭くなる時点), の両相について, IVST, LVD, PWT を測定した.

測定点はエコー線上の前縁で測定し, 心外膜面については, pericardium と epicardium が 2 本に分離される場合は, epicardium の前縁をとって測定した. エコービームが左室長軸に直角に当たり, ビームが通り抜ける平面で, 左室壁および左室内腔が円であると仮定し, つぎの式から左

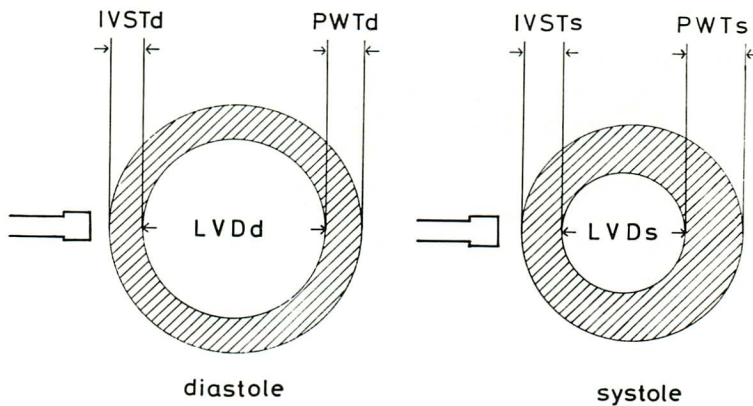


Fig. 1. Left ventricular wall cross-sectional area (S) calculated in end-diastole and end-systole.

$S = \pi/4 \{ (IVST + LVD + PWT)^2 - LVD^2 \}$ , IVSTd: interventricular septum thickness in end-diastole, LVDd: Left ventricular dimension in end-diastole, PWTd: Left ventricular posterior wall thickness in end-diastole, IVSTs: Interventricular septum thickness in end-systole, LVDs: Left ventricular dimension in end-systole, PWTs: Left ventricular posterior wall thickness in end-systole.

室壁断面面積を算出した<sup>1,2)</sup> (Fig. 1). すなわち、左室壁断面面積  $S = \pi/4\{(IVST + LVD + PWT)^2 - LVD^2\}$  とした。

成 績

1. IVST および PWT (Fig. 2)

正常例における拡張末期中隔厚 IVSTd は、Table 1 に示すごとく、平均 8 mm、収縮末期中隔厚 IVSTs は 9mm、拡張末期左室後壁厚 PWTd は 8 mm、収縮末期左室後壁厚 PWTs は 13 mm でおおのびーム方向別の差はほとんどないが、病的例では、うっ血型心筋症を除きいずれも IVST、PWT は拡張期、収縮期ともに正常より増大していた。

Table 1, Fig. 2のごとく、高血圧症では心尖部に向くに従い、AS では心基部に向くに従い、HCM では b 方向で IVST、PWT はいずれも増大する傾向があった。

2. IVST および PWT の心筋収縮による増大率 (Table 1, Fig. 3)

正常例では IVSTs/IVSTd が平均 1.2, PWTs/PWTd が平均 1.6 と後壁における厚さの増大がより大であった。また、正常および高血圧症では、

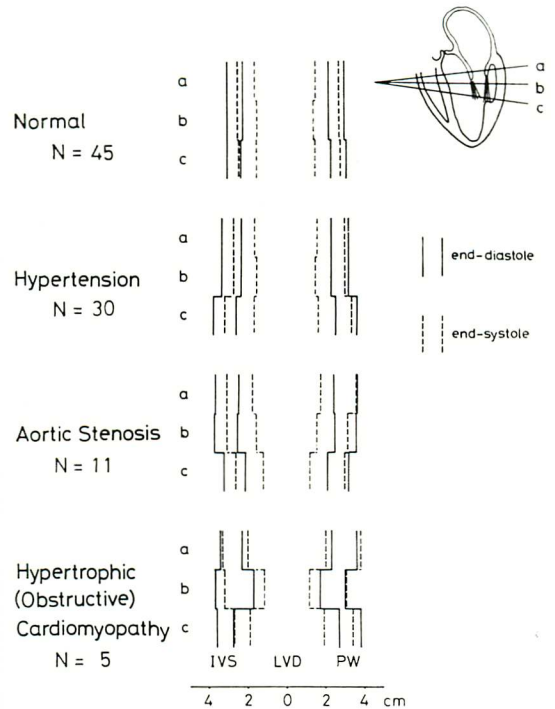


Fig. 2. Mean values of IVST, LVD and PWT in end-diastole and end-systole at various beam positions.

Table 1. Mean values and standard deviation

		IVST		PWT		LVD		LVS		IVSTs/IVSTd	PWTs/PWTd	LVSs/LVSd
		d	s	d	s	d	s	d	s			
Normal	a	8.2 ± 2.1	9.4 ± 1.9	7.9 ± 1.5	12.1 ± 2.2	43.6 ± 5.5	31.2 ± 5.1	13.2 ± 2.5	14.4 ± 3.5	1.20 ± 0.24	1.54 ± 0.31	1.09
	b	8.1 ± 1.5	9.7 ± 2.1	8.2 ± 1.8	12.9 ± 2.1	42.7 ± 5.9	28.5 ± 5.4	13.0 ± 2.8	14.0 ± 2.9	1.22 ± 0.22	1.62 ± 0.23	1.07
	c	7.0 ± 2.1	9.0 ± 2.8	7.9 ± 1.9	13.4 ± 4.7	46.1 ± 4.9	30.4 ± 4.7	12.3 ± 3.6	14.4 ± 3.7	1.28 ± 0.27	1.74 ± 0.32	1.17
Hypertension	a	10.3 ± 4.2	11.3 ± 2.9	9.2 ± 2.2	13.7 ± 3.4	45.5 ± 6.7	32.1 ± 6.5	17.2 ± 6.5	17.8 ± 6.0	1.15 ± 0.27	1.48 ± 0.21	1.03
	b	10.9 ± 3.1	12.3 ± 3.4	9.3 ± 2.4	14.8 ± 2.7	47.9 ± 5.6	31.0 ± 5.7	18.5 ± 6.1	19.1 ± 5.1	1.14 ± 0.18	1.68 ± 0.37	1.03
	c	11.8 ± 5.3	14.8 ± 4.5	10.9 ± 3.7	16.6 ± 2.2	51.1 ± 5.4	33.0 ± 6.6	21.5 ± 8.9	24.2 ± 6.8	1.34 ± 0.34	1.63 ± 0.46	1.12
AS	a	11.9 ± 3.6	13.2 ± 3.1	12.2 ± 4.3	18.5 ± 5.3	49.0 ± 7.6	34.5 ± 4.5	22.7 ± 7.9	24.8 ± 8.5	1.12 ± 0.10	1.58 ± 0.32	1.09
	b	12.3 ± 2.7	15.0 ± 3.8	11.0 ± 1.5	15.8 ± 1.9	49.5 ± 9.9	30.9 ± 6.5	23.0 ± 7.3	24.2 ± 6.0	1.22 ± 0.16	1.46 ± 0.15	1.05
	c	11.4 ± 2.9	13.8 ± 6.3	11.2 ± 2.1	17.4 ± 2.9	41.8 ± 5.1	23.5 ± 8.3	18.4 ± 3.3	18.7 ± 4.0	1.18 ± 0.38	1.55 ± 0.18	1.01
H(O)CM	a	11.3 ± 4.6	13.3 ± 6.0	12.5 ± 1.7	17.5 ± 2.3	46.1 ± 17.8	39.8 ± 24.4	22.9 ± 8.2	26.9 ± 8.9	1.16 ± 0.15	1.36 ± 0.05	1.17
	b	20.0 ± 3.1	20.5 ± 2.3	13.3 ± 1.6	19.0 ± 4.8	34.0 ± 13.5	22.5 ± 11.7	24.5 ± 4.5	23.2 ± 0.7	1.00 ± 0.10	1.38 ± 0.37	0.94
	c	8.5	8.5	10.5	15.0	55.0	37.5	19.5	18.1	1.0	1.4	0.93

AS: aortic stenosis, H(O)CM: hypertrophic (obstructive) cardiomyopathy.

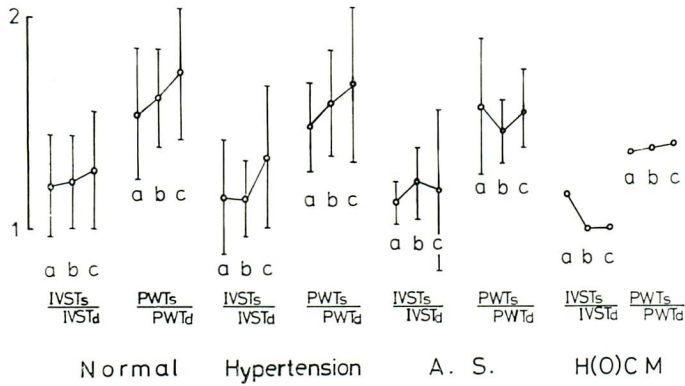


Fig. 3. Systolic thickening of IVST and PWT at various beam positions.

いずれも心尖部方向へ向くに従って、これらの増大率は大きくなる傾向があるが、AS や HCM では、このような傾向がみられず、前述の成績と併わせて、疾患により肥大および収縮様式が部位的に異なることを思わせた。

3. 左室壁断面積 (S)

左室壁断面積測定の有用性を調べるため、高血圧症と正常例との差を b 方向の位置における PWTd と拡張末期左室壁断面積 Sd について比較した (Fig. 4)。その結果は、図のごとく Sd のほうが両群を区別するのに統計的に有利であった。そこで、左室壁断面積についてみると (Fig. 5), Sd は正常例では心尖部に向くに従いやや減少するが、高血圧症では逆に増大した。HCM や AS では Sd が正常の約 2 倍になり、より強い肥大があることを思わせた。正常例での拡張末期断面積 (Sd) と収縮末期断面積 (Ss) の関係をビーム方向ごとにみると (Fig. 6), その相関係数は a 方向 0.883, b 方向 0.892, c 方向 0.795 で、b 方向で最も良く、それぞれの点は図の 45 度線よりやや上方に散布していて、Ss のほうが a 方向で平均 9%, b 方向で 8%, c 方向で 17% 大であった。

つぎに疾患群について、心時相における S の差をみると (Fig. 7), 高血圧症では正常と同様な傾向であるが、HCM では b 方向, c 方向で Ss が著しく減少し、これに対し心外膜液貯溜例や、

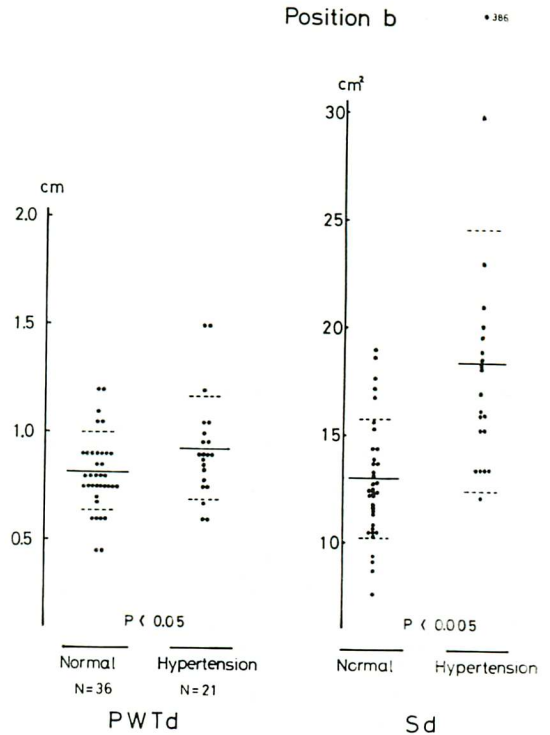


Fig. 4. Comparison of PWTd and Sd in normal and hypertension at the position b.

Sd: Left ventricular wall cross sectional area in end-diastole.

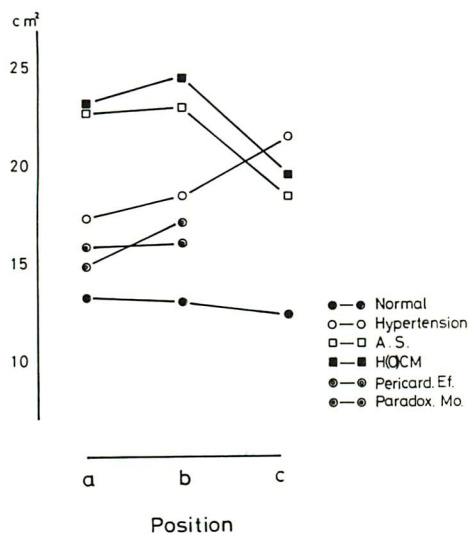


Fig. 5. Left ventricular wall cross sectional area in end-diastole at various beam positions.

Pericard. Ef.: Pericardial effusion, Paradox. Mo.: Paradoxical motion of the interventricular septum.

心室中隔奇異運動例では Ss が大であり、これらの例では、左室収縮様式が正常と異なっていることを思わせた。

### 考 案

UCG による IVST, PWT の計測は従来おもに拡張末期で行われており、収縮末期の計測は比較的行われていないが、Maron<sup>3)</sup>による HCM における剖検との比較では、拡張末期より収縮末期のほうがより相関が大きく、心室の構築を動的に観察するためには、時相別の計測が必要であると思われる。

またこのような計測にさいしては、ビーム方向の差による部位が問題<sup>4)</sup>となるので、僧帽弁と腱索の位置関係より計測部位を 3 個所に分け、左室の構築を動的にみることにした。正常では IVST, PWT がこの 3 つの方向では、ほとんど変わらないのに対し、高血圧症では心尖部よりの方向、AS では心基部よりの方向がより肥大していた。この

○ position a	r = 0.883	N = 24
● " b	r = 0.892	N = 36
x " c	r = 0.795	N = 13

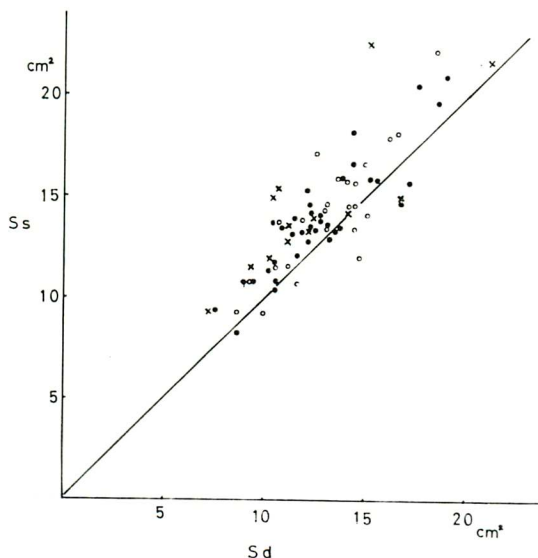


Fig. 6. Correlation between Ss and Sd at various beam position in normals.

The correlation coefficient is the highest at the position b. Ss is 8% larger than Sd at the position b.

理由は不明であるが、両群における圧負荷が、高血圧症では主として前半の等張性収縮期にかかるのに対し、AS では後半の駆血期全体にわたってかかるためかもしれない。

また、IVST, PWT の収縮期増大率に関して Corya<sup>5)</sup>の成績をみると、正常例では我々の症例のほうが IVST でより小、PWT でより大の傾向があった。

UCG による左室壁容積測定法として、左室が短軸の 2 倍の長軸を有する回転楕円体で、かつビームが近似的に短軸を通過すると仮定する従来の方法を用いると、今回の正常例で b 方向の記録により得られた IVST, LVD, PWT の平均値から計算した壁容積は、拡張末期 131 cm<sup>3</sup>, 収縮末期 122 cm<sup>3</sup> であった。Sd は 13 cm<sup>2</sup>, Ss は 14 cm<sup>2</sup> と算定されたが、壁容積は心時相により変化

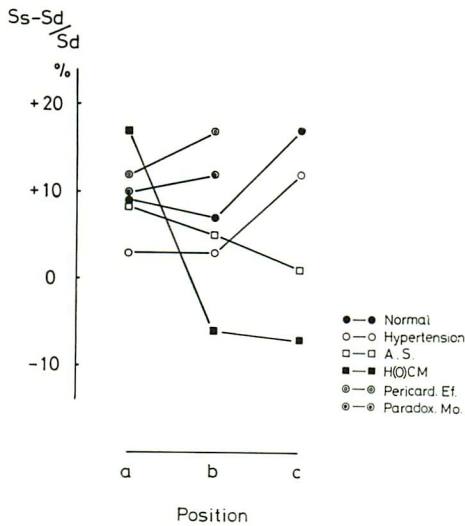


Fig. 7. Change of left ventricular wall cross sectional area during cardiac cycle at various beam positions.

The value in HCM is decreased markedly at the position b and c.

しないはずの値であり、この差は左室を回転楕円体とするとところに問題があるかもしれない。

しかし、一応左室を回転楕円体とし、それが相似形に収縮していくものとすれば、短軸 4.3 cm, 断面積 13 cm<sup>2</sup>, 壁容積 131 cm<sup>3</sup> の楕円体が内径 2.9 cm に収縮すると、断面積は 15.5 cm<sup>2</sup> となり、理論的には収縮により 20% の断面積の増大を示すはずであるが、実際の収縮末期での測定値は 14 cm<sup>2</sup> となり、8% の増大にすぎなかった。

このように回転楕円体としての理論的な値に比べて、実際の値がより少ないことは、この部位では長軸方向、すなわち上下方向の収縮が少なく、短軸方向すなわち円周方向の収縮が主体をなしていることを示唆するものと思われる。これに対し、心尖部に近い c 方向では心時相による断面積の差は 17.5% であり、理論的に予測される値に比較的近

く、上下方向の収縮も加味されていると思われる。

### まとめ

- 1) 心肥大の様式は疾患によって異なる。
- 2) これは心時相を考慮することにより、さらに明瞭になる。
- 3) 左室壁断面積の測定は、心肥大の診断に有用である。
- 4) 心基部付近では、左室の収縮は主として短軸方向の収縮であり、長軸方向の収縮は少ないと思われる。

以上、正常および病的な心、とくに肥大心を中心にして、左室の構造および動態について検討を加えたが、UCG による測定は 1 方向のみであり、今後超音波断層法および X 線 CT 像による観察を予定している。

### 文献

- 1) Bennett DH, Rowland DJ: Test of reliability of echocardiographic estimation of left ventricular dimensions and volumes. *Brit Heart J* 38: 1133, 1976
- 2) 井上 清, 植田桂子, 桑木綱一, 本間請子, 興野春樹, 白井徹郎, 宇都宮俊徳, 大鈴弘文: 心エコー図による心肥大診断法の検討. *日超医講演論文集* 31: 131, 1977
- 3) Maron BJ, Henry WL, Roberts WC, Epstein SE: Comparison of echocardiographic and necropsy measurements of ventricular wall thickness in patients with without disproportionate septal thickening. *Circulation* 55: 341, 1977
- 4) Popp RL, Filly K, Brown OR, Harrison DC: Effect of transducer placement on echocardiographic measurement of left ventricular dimension. *Amer J Cardiol* 35: 537, 1975
- 5) Corya BC, Rasmussen S, Feigenbaum H, Knoebel SB, Black MJ: Systolic thickening and thinning of the septum and posterior wall in patients with coronary artery disease, congestive cardiomyopathy and atrial septal defect. *Circulation* 55: 100, 1977