

心エコー図による左室機能  
評価の精度

Accuracy of echocardiographic  
measurements  
in assessing left ven-  
tricular performance

田村 勤  
山口 徹  
松田 光生  
小関 迪  
杉下 靖郎  
伊藤 巖

Tsutomu TAMURA  
Tetsu YAMAGUCHI  
Mitsuo MATSUDA  
Susumu KOSEKI  
Yasuro SUGISHITA  
Iwao ITO

**Summary**

In order to evaluate the reproducibility in the echocardiographic estimation of left ventricular (LV) function, the variation in the recordings and measurements of LV echocardiograms was studied regarding certain parameters including %fractional shortening of LV dimension (%FS), LV wall thickness, and %systolic thickening of LV wall (%ST).

To determine the variability due to positioning of the transducer, M-mode echocardiograms (M-mode) were obtained in 34 patients from the 3rd, 4th, and 5th intercostal spaces (ICS) while monitoring short-axis two-dimensional echocardiograms (2D). Since the ultrasonic beam for M-mode transsected LV obliquely, the wall thickness measured from lower ICS was greater by 2 mm, while %FS and %ST were smaller by 4% and 5%, respectively, compared with the values from the upper ICS.

Five examiners recorded 10 echocardiograms in one patient by 3 different methods to evaluate the variation due to the examiner and the recording method. The 3 different methods included M-mode without 2D, M-mode with 2D long-axis view, and M-mode with 2D short-axis view. Interexaminer and intermethod variations were not small. The highest reproducibility was given by M-mode with 2D short-axis view in which the 95% confidence interval ( $\pm 2$  standard deviations) for %FS, wall thickness, and %ST was  $\pm 3\%$ ,  $\pm 1$  mm, and  $\pm 12\%$ , respectively, while those by M-mode without 2D was  $\pm 5\%$ ,  $\pm 2$  mm, and 21%, respectively.

Ten experienced observers measured 10 randomly-selected abnormal echocardiograms to test the intermeasurement variation. Even for good records, intermeasurement variation was  $\pm 3\%$  for %FS,  $\pm 1$  mm for interventricular septal thickness (IVST),  $\pm 2$  mm for posterior wall thickness (PWT),  $\pm 17\%$  for %ST of IVST, and  $\pm 25\%$  for %ST of PWT.

It was concluded that the most reproducible way to measure LV dimension, wall thickness, %FS, and %ST was M-mode with the 2D short-axis view from the upper ICS.

筑波大学臨床医学系 内科  
茨城県新治郡桜村天王台 1-1-1 (〒305)

Department of Internal Medicine, Institute of Clinical  
Medicine, The University of Tsukuba, Tennodai  
1-1-1, Sakura-mura, Niihari-gun 305

Presented at the 21st Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Tokyo, October 14-15, 1980  
Received for publication January 16, 1981

**Key words**

Echocardiography      Variation      %fractional shortening      Wall thickness      %systolic thickening  
Inter- and intraobserver variations

はじめに

左室内径・壁厚およびそれらの心周期による変化率は心エコー図で求められる左室機能評価の指標として重要なものであり、疾患の経時的変化や薬剤・運動等の負荷に対する反応の評価に用いられている。時間や負荷による変化を検討する場合に、心エコー図によるこれらの指標の精度について知る必要があるが、これまで検討されてきたものはシングルビームの M モード法によるものであった<sup>1,2,6-11)</sup>。断層心エコー図が導入され、断層像の上に示された M モード心エコー図のための超音波ビームと左室との位置関係は症例により、また探触子の位置により一様ではなく、これまでの M モード法のみではこの位置関係が不明なため、断層法を併用した場合と比べ内径計測に関する精度が低いことがわかった<sup>12)</sup>。

今回、心エコー図による左室機能を表わす指標として、左室内径短縮率、壁厚およびその変化率

に関して記録法による精度の差を中心に検討を行った。

対象と方法

対象は第 3~5 肋間の 3 肋間にわたって心エコー図が記録できた種々の心疾患 18 例、スポーツ選手 16 例の合計 34 例で、年齢 15~64 歳(平均 31 歳)、男 23 例、女 11 例である。

心エコー図は東芝製電子走査型セクタースキャン SSH-11A を用い、2.25 MHz の探触子を使用し、被検者を約 30° の左側臥位にして記録を行った。

まず探触子の位置による計測値の変動を検討するために、第 3~5 肋間に探触子を置き長軸断層像を描出し、ついで探触子を 90° 回転して短軸断層法を併用した M モード心エコー図<sup>12)</sup>を記録した (Fig. 1)。そして左室内径および心室中隔厚・左室後壁厚をそれぞれ拡張終期・収縮終期で呼吸にて測定し、左室内径短縮率 (%fractional shor-

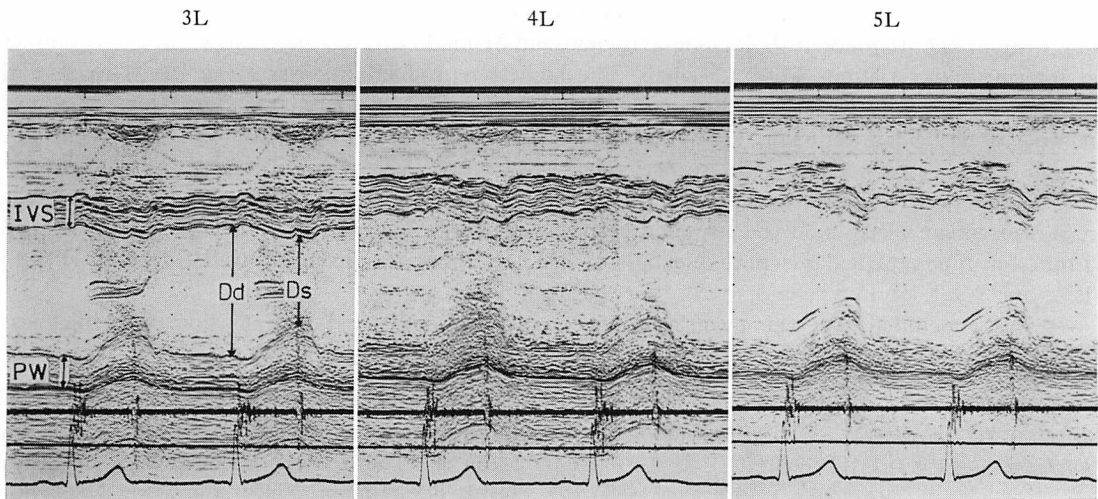


Fig. 1. M-mode echocardiograms from the different transducer positions.  
3L, 4L and 5L=the 3rd, 4th and 5th left intercostal space.

tening: %FS) および心室中隔・左室後壁の % systolic thickening (%ST) を算出した。

つぎに心エコー図記録の再現性を検討するために、5人の検者 (A~E) が長軸断層像で M モード心エコー図のための超音波ビームの左室への入射角が適切であり、明瞭な記録が得られる同一の健常男子の心エコー図記録を行った。第3肋間胸骨左縁に探触子を置き、断層法を併用しない M モード法、長軸断層法を併用した M モード法、短軸断層法を併用した M モード法の3方法により僧帽弁腱索のレベルで左室をおのおの10回ずつ記録し、左室短径、心室中隔厚、左室後壁厚をそれぞれ拡張終期および収縮終期にて同一測定者が呼気で測定し、%FS, %ST を算出した。

最後に測定値の再現性を検討するために、上記34例の症例のうち10例の M モード心エコー図を選び (I~X) それぞれ10部ずつコピーし、10人の熟練した測定者が左室短径・心室中隔厚・左室後壁厚をそれぞれ拡張終期および収縮終期にて測定し、%FS, %ST を算出した。

測定値のばらつきの大きさを示す指標として変動係数 (coefficient of variation:  $CV=SD/mean$ ) を用い、95% 信頼区間を標準偏差 (SD) の2倍と考え、2SD で表わした。

## 結 果

### 1. %fractional shortening (%FS) について

探触子の位置による %FS の変動を、第3肋間からの記録により求めた値を基準にして、第4および第5肋間から求めた値との差で表わすと、第4肋間からの記録による値はほぼ第3肋間からの値に近いが、第5肋間からの記録による値はばらつきが大となり、平均値も第3肋間からの値に比して小となった (Fig. 2)。

記録者間の %FS の変動を記録方法別にみると、変動係数 CV は断層法を併用しない M モード法で 3.5~9.4% (平均 7.4%)、長軸断層法併用の M モード法で 3.8~7.7% (平均 7.4%)、短軸断層法併用の M モード法で 3.1~6.2% (平均

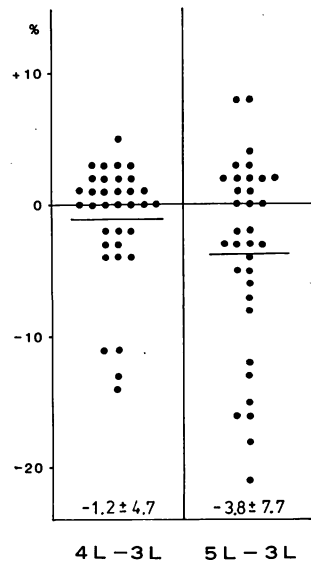


Fig. 2. Difference in the measurements of %FS by the transducer positions.

The differences of %FS from two transducer positions are shown.

Left: 4L minus 3L. Right: 5L minus 3L.

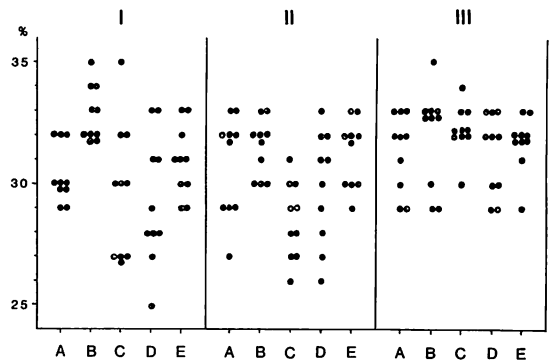


Fig. 3. Inter- and intra-examiner variation in the measurements of %FS.

Five examiners (A-E) recorded M-mode echocardiograms of the same patient by M-mode echocardiography without 2D echocardiography (I), by observing the long-axis 2D (II), and by observing the short-axis 2D (III). The inter- and intraexaminer variations of %FS are smallest by M-mode with the short-axis 2D.

4.7%)であった。断層法を併用しない M モード法では記録者間での変動が大きかったが、短軸断層法併用の M モード法では記録者間での変動が小さく、また同一記録者での変動が小さく、2SD は ±3% であった (Fig. 3, Table 1)。

同一記録の測定者間の %FS のばらつきは、左室心内膜エコーの比較的明瞭な I~V の記録で、CV が 5.5%, 2SD が ±3% であったが、やや不明瞭な記録 VI~X ではばらつきがさらに大であった (Fig. 4, Table 2)。

2. 左室壁厚について

探触子の位置による拡張終期左室壁厚の変動を第3肋間からの記録による値を基準にして第4および第5肋間からの値との差で現すと、心室中隔

厚・左室後壁厚とも第4および第5肋間からの記録による値は平均値として第3肋間からの値に近かった。また下位肋間からの壁厚は第3肋間からの値に比べ大きくなるものが多かった。しかし逆に小さくなるものもあった (Fig. 5)。

心室中隔および左室後壁厚の拡張終期での値の記録者による変動を記録方法別にみると、変動係数 CV は断層法を併用しない M モード法で心室中隔厚が 5.1~9.4% (平均 8.4%), 後壁が 3.2~6.2% (平均 4.6%) であり、長軸断層法併用の M モード法でそれぞれ 5.2~6.2% (平均 6.1%), 3.2~4.7% (平均 4.1%) であり、短軸断層法併用の M モード法でそれぞれ 4.0~6.2% (平均 5.9%), 0% であった。断層法を併用しない M モード法

Table 1. Variation by recording methods

	M-mode (without 2D)		M-mode (with long-axis 2D)		M-mode (with short-axis 2D)	
	C.V.	2SD	C.V.	2SD	C.V.	2SD
%FS	7.4%	±5%	7.4%	±4%	4.7%	±3%
IVST	8.4	±2 mm	6.1	±1 mm	5.9	±1 mm
PWT	4.6	±1 mm	4.1	±1 mm	0	±0 mm
IVS %ST	18.6	±21%	14.3	±15%	10.7	±12%
PW %ST	14.3	±17%	14.3	±17%	10.6	±12%
Dd	2.4	±3 mm	1.7	±2 mm	0.6	±1 mm

C.V.=coefficient of variation; 2SD=95% confidence interval; %FS=% fractional shortening; IVS=inter-ventricular septum; PW=left ventricular posterior wall; %ST=%systolic thickening; Dd=end-diastolic left ventricular dimension.

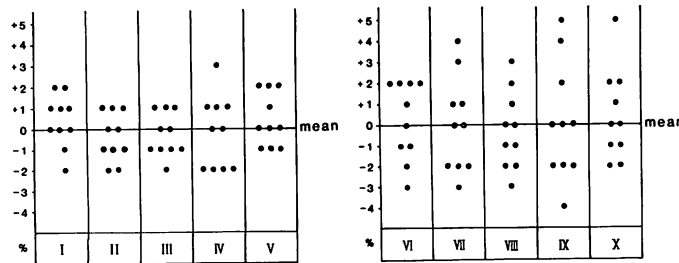


Fig. 4. Inter-observer variation in the measurements of %FS.

Inter-observer variations are smaller in good recordings (3-4% in I-V) than in poor recordings (6-7% in VI-X)

Table 2. Inter-observer variation

	C.V.	2SD
%FS	5.5%	± 3%
IVST	7.0	± 1 mm
PWT	9.0	± 2 mm
IVS %ST	32.0	±17%
PW %ST	25.0	±25%
Dd	2.0	± 2 mm

では記録者間の変動がやや大きかったが、短軸断層法併用の M モード法では記録者間の変動も小さく、また同一記録者での変動も小さく、2SD は心室中隔で ±1 mm、後壁で 0 mm であった (Fig. 6, Table 1).

同一記録の左室壁厚の測定者間のばらつきをみると、明瞭な記録において心室中隔では CV が 7.0%、2SD が ±1 mm であり、不明瞭な記録ではさらに大であった。一方、左室後壁では CV が 9.0%、2SD が ±2 mm であり、不明瞭な記録ではさらに大となった (Fig. 7, Table 2).

### 3. % systolic thickening (%ST) について

探触子の位置による心室中隔・左室後壁の

%ST の変動について、第 3 肋間からの記録により求めた値を基準にして第 4・5 肋間からの値との差で表わすと、心室中隔・左室後壁とも下位肋間からの値は平均値としては第 3 肋間からの値に一致したが、ばらつきが大きかった (Fig. 8).

%ST の記録者間の変動を記録方法別にみると、変動係数 CV は断層法を併用しない M モード法で心室中隔が 12.1~23.9% (平均 18.6%)、左室後壁が 10.8~17.8% (平均 14.3%) であり、長軸断層法併用の M モード法でそれぞれ 7.3~17.0% (平均 14.3%)、8.8~16.2% (平均 14.3%) であり、短軸断層法併用の M モード法でそれぞれ 6.6~14.2% (平均 10.7%)、5.8~12.2% (平均 10.6%) であった。断層法を併用しない M モード法では記録者間の変動が大きかったが、短軸断層法併用による M モード法では記録者間および同一記録者での変動が小さい傾向にあり、2SD は心室中隔・左室後壁とも ±12% であった (Fig. 9, Table 1).

同一記録における測定者間の %ST のばらつきは、記録の明瞭な例で心室中隔で CV が 32.0% (2SD: ±17%) であり、左室後壁で CV が 25.0%

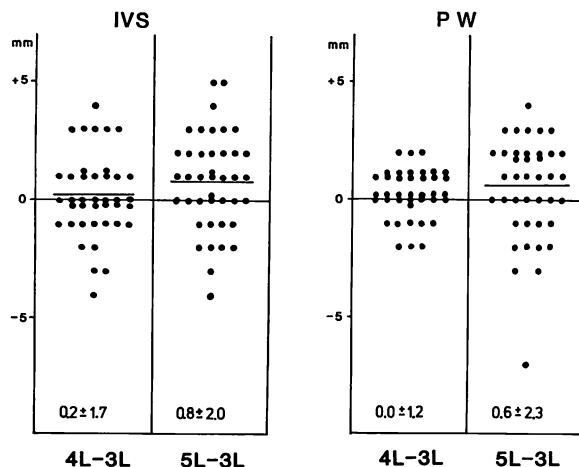


Fig. 5. Difference in the measurements of wall thickness by the transducer positions.

The differences of interventricular septal and posterior wall thickness are shown.

IVS=interventricular septum; PW=posterior wall.

Left: 4L minus 3L. Right: 5L minus 3L.

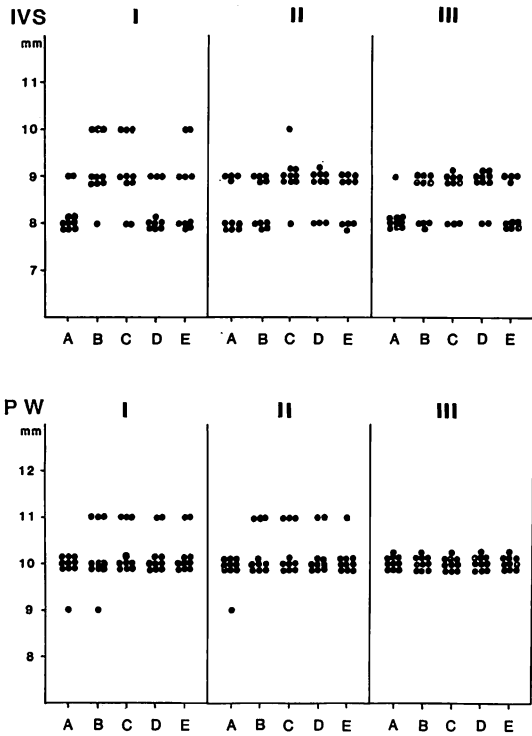


Fig. 6. Inter- and intra-examiner variation in the measurements of wall thickness.

The inter- and intra-examiner variations of both IVST and PWT are the smallest by M-mode with the short-axis 2D.

A-E: Marks of the five examiners. I: M-mode echocardiogram without 2D. II: M-mode with the long-axis 2D. III: M-mode with the short-axis 2D.

IVS=interventricular septum; PW=posterior wall.

(2SD:  $\pm 25\%$ )であったが, 不明瞭な記録では両者ともばらつきがさらに大きくなった (Fig. 10, Table 2).

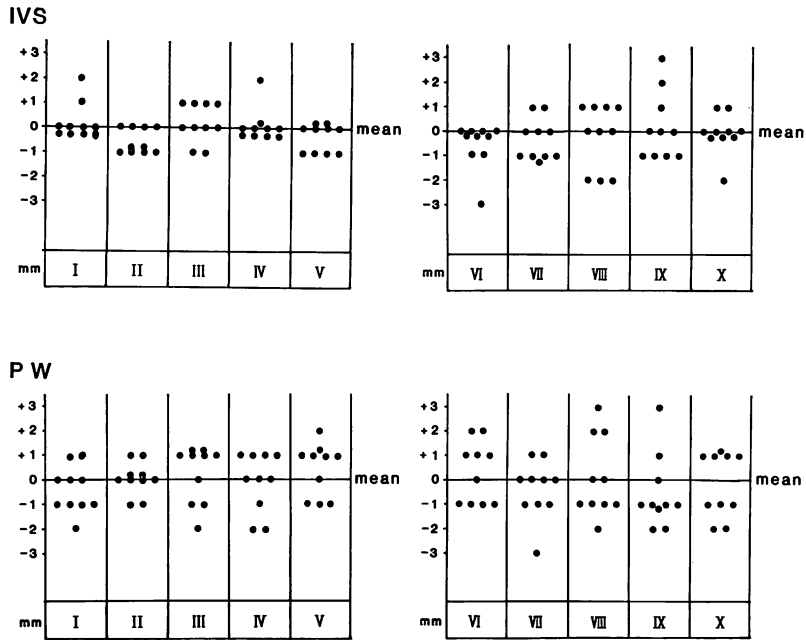
### 考 案

左室機能評価のための M モード心エコー図を記録する探触子の位置は第3ないし第4肋間で, 胸壁に垂直にビームを入射し, 僧帽弁・左室心内膜が明瞭に描出されることを条件としてきたが<sup>13)</sup>, 断層心エコー図でみるとこの条件だけでは

必ずしも十分ではなく, 真の左室短径測定の間所をとらえているとは限らず, 内径測定に不正確さをもたらすこととなり, 断層法の併用が必要である<sup>12)</sup>.

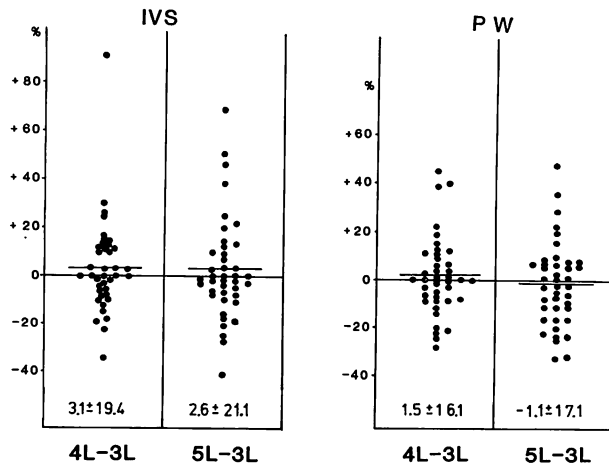
探触子を置く肋間が下位になるほど, 左室短径は過大に評価されるが<sup>12)</sup>, 相対的な値である %FS も肋間が異なった場合にも必ずしも上位肋間からの値と一致せず, 第4肋間で平均 1%, 第5肋間で平均 4% 過小評価しており, 下位肋間からの記録では誤差を生じることになる. 左室壁厚は心室中隔・左室後壁とも下位肋間からの記録では, おおの 1 mm および 2 mm 過大評価する傾向にあったが, 下位肋間から記録したもののほうがむしろ小さい値をとるものもあった. 前者については M モードビームが左室壁に斜めに入射し, 壁厚を実際より大きくみせているためであるが, 後者については M モードビームが斜めに入射した場合に心室中隔の右室側および左室後壁の心内膜エコーが描出されず, その背方のエコーを誤まって心内膜と同定するために過小評価するものと考えられ, M モード心エコー図のための超音波ビームの心室中隔への入射角が大きい例では壁厚の測定も不正確となる. %ST についても, 下位肋間からの記録は平均値としては第5肋間からの後壁の %ST が 5% 過小評価している以外第3肋間の値と比べ大きな差はないが, 心室中隔・後壁ともばらつきが大きく, 上位肋間からの記録の代用にはならない. 左室内径, 壁厚およびそれらの変化率の測定には, 上位肋間から断層法を併用した M モード法で記録する必要がある. なお, Table 3 に探触子の位置別に各指標の平均値を示すが, 下位肋間からの記録で壁厚が第3肋間からの値に比べて小さい例は除いてある.

Clark ら<sup>7)</sup>は %FS に関して記録者間で CV 11.6%, 測定者で CV 9.7% のばらつきがあり, 記録・測定にともなうばらつきを  $2SD \pm 5\%$  としてしている. 今回の我々の成績では, 断層法を併用しない M モード法では 2SD が  $\pm 5\%$  と Clark らの値と一致するが, 短軸断層法を併用し



**Fig. 7. Inter-observer variation in the measurements of wall thickness.**

Inter-observer variations are smaller in good recordings (1–2 mm in IVS, and 2–3 mm in PW) than in poor recordings (3–4 mm in IVS, and 3–5 mm in PW).



**Fig. 8. Difference in the measurements of %ST by the transducer positions.**

The differences of %ST from two transducer positions are shown.

IVS=interventricular septum; PW=posterior wall.

Left: 4L minus 3L. Right: 5L minus 3L.

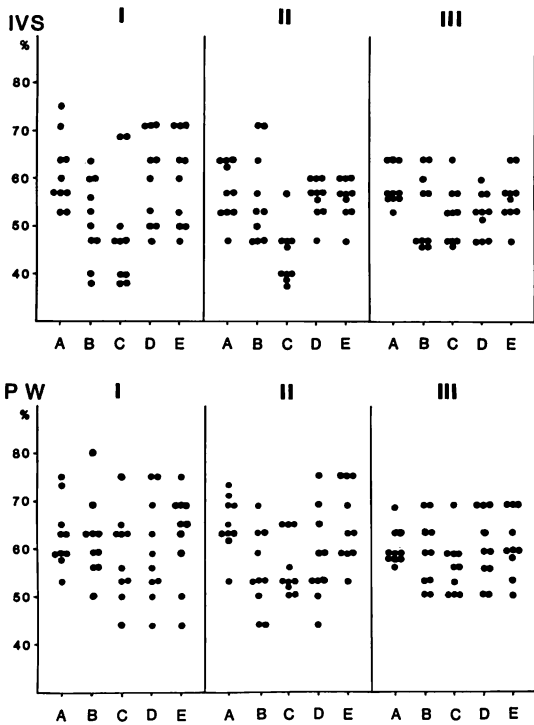


Fig. 9. Inter- and Intraexaminer variation in the measurements of %ST.

The inter- and intraexaminer variation in %ST of both IVS and PW are the smallest by M-mode with the short-axis 2D.

A-E: Marks of the five examiners. I: M-mode without 2D. II: M-mode with long-axis 2D. III: M-mode with short-axis 2D.

IVS=interventricular septum; PW=posterior wall.

た M モード法ではそれより小さく, CV は 4.7%, 2SD は  $\pm 3\%$  であった. これは Clark らの記録が, 断層法を併用しない M モード法のみによるものであるからと考えられる. %FS の測定者間の変動は CV が 5.5%, 2SD が  $\pm 3\%$  で, %FS は記録・測定に伴う誤差が  $\pm 3\%$  程度と考えられる.

左室壁厚に関して Troy ら<sup>2)</sup>は後壁厚で記録者間で  $SD \pm 1$  mm, 測定者間で  $SD \pm 1$  mm の変動をみており, Ladipo ら<sup>8)</sup>は測定者により心室中隔で 2SD が  $\pm 3$  mm, 左室後壁で 2SD が

$\pm 1$  mm のばらつきをみており, また Sahn ら<sup>10)</sup>は測定者間のばらつきを心室中隔で CV が 9.9%, 左室後壁厚で CV が 11.7% としている. 今回の我々の成績では短軸断層法を併用した M モード法で記録すれば, 後壁では 0 mm, 心室中隔で  $2SD \pm 1$  mm のばらつきにとどめることができる. また測定者間では心室中隔厚で 2SD が  $\pm 1$  mm, 後壁厚で 2SD が  $\pm 2$  mm のばらつきがみられたが, これはこれまでの報告と大差はない. 壁厚に関しては心室中隔で  $\pm 1$  mm, 左室後壁で  $\pm 2$  mm 以上の変化をもって有意と考えるべきである.

%ST はとくに心筋梗塞等の虚血性心疾患において左室の局所の contractility を示すものとして, 壁運動の振幅とともに重要な指標とされているが<sup>4,5)</sup>, その記録法による値のばらつきは最良の方法である短軸断層併用の M モード法にても, 心室中隔・左室後壁とも CV が 10.6%, 2SD が  $\pm 12\%$  であった. 測定者間のばらつきは心室中隔で CV が 32% (2SD  $\pm 17\%$ ), 後壁で CV が 25% (2SD  $\pm 25\%$ ) に達した. これは壁厚が内径に比べ値として小さいために, 壁厚にわずかな差があっても比率として大きくなるためと考えられる. Corya ら<sup>4)</sup>によると %ST の正常値は 14~57% と広範囲にわたっており, これに記録および測定に伴う誤差を加えるとさらに広い範囲となり, 左室機能評価の指標に使う場合に注意を要する. 同一症例の経過に伴う変化や種々の負荷に対する反応を検討する場合には, 同一記録者が最良の方法で, 記録しかつ測定すれば,  $\pm 12\%$  以上の変化を有意とみなすことができると考えられる.

Felner ら<sup>11)</sup>は M モード法での 2 人の記録者間の値のばらつきが小さいと述べているが, 我々は多人数で断層法を併用しない M モード法で記録を行ってみたが, 短軸断層法併用による M モード法に比べ, 内径・%FS・壁厚・%ST とも記録者による CV の差が大きく, 値のばらつきが大きい傾向にあった. これは前に述べたごとく,



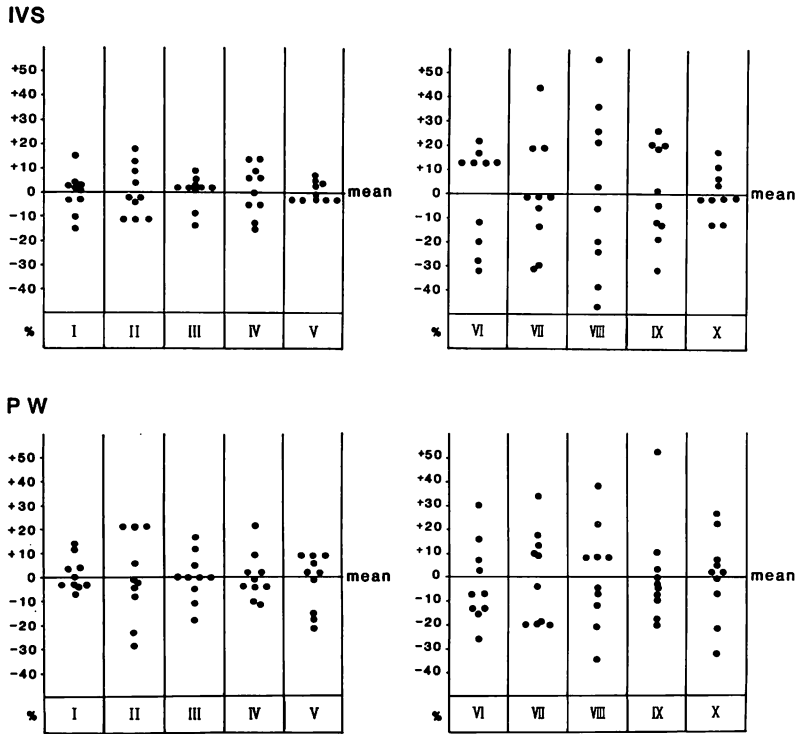


Fig. 10. Interobserver variation in the measurements of %ST.

Interobserver variations are smaller in good recordings (10-30% in IVS, and 22-50% in PW) than poor recordings.

IVS=interventricular septum; PW=posterior wall.

Popp ら<sup>13)</sup>の提唱する断層法を併用しない M モード法では、明瞭な記録であることのみを条件としており、明瞭な記録であったとしても、M モード法のみ的心エコー図では M モードビームの左室への入射位置が不明で、内径・壁厚計測に最適の部位を記録しているとは限らないということの結果であると考えられる。また記録方法別にみて、短軸断層法併用による M モード法が各指標とも同一記録者でのばらつきが小さく、左室機能評価のための心エコー図は短軸断層法併用の M モードで記録しなければならない。

### 結 論

1) 心エコー図による左室内径・壁厚およびそ

の変化率である %FS, %ST の測定には上位肋間から至適入射角の M モードビームで記録する必要があった。

2) 記録者によるばらつきの 95% 信頼区間は断層法を併用しない M モード法では、%FS で  $\pm 5\%$ 、心室中隔厚で  $\pm 2\text{mm}$ 、後壁厚で  $\pm 1\text{mm}$ 、%ST で心室中隔  $\pm 21\%$ 、後壁  $\pm 17\%$  であり、一方短軸断層法併用の M モード法では %FS で  $\pm 3\%$ 、心室中隔厚で  $\pm 1\text{mm}$ 、後壁厚  $0\text{mm}$ 、%ST で心室中隔・左室後壁とも  $\pm 12\%$  であり、長軸断層法併用による M モード法では両者の中間であり、短軸断層法併用による M モード法が再現性がすぐれていた。

3) 測定者によるばらつきの 95% 信頼区間は

**Table 3. Variation in the mean of left ventricular measurements by the transducer positions**

	3L	4L	5L	
Dd	53	55	59	mm
Ds	36	38	42	mm
%FS	32	31	28	%
IVST	10	11	11	mm
PWT	11	11	13	mm
IVS %ST	40	41	38	%
PW %ST	49	49	44	%

3L, 4L and 5L=3rd, 4th, and 5th intercostal space.

明瞭な記録において, %FS で  $\pm 3\%$ , 壁厚で  $\pm 2$  mm, %ST で心室中隔  $\pm 17\%$ , 後壁  $\pm 25\%$  であった。

4) 上位肋間からの短軸断層法を併用した M モード法がもっとも精度の高い心エコー図を得る方法である。

### 要 約

心エコー図で求められる左室機能の重要な指標である左室短径の変化率 (%FS), 左室壁厚およびその % systolic thickening (%ST) に関して, 記録方法および測定精度を検討した。

34 例において, 第 3~5 肋間に探触子を置き, 各肋間で %FS, 壁厚, %ST を短軸断層法併用の M モード心エコー図にて測定し, 第 3 肋間からの記録による測定値と, 第 4, 5 肋間からの値とを比較し, 探触子の位置による変動を検討した。

5 人の検者が同一の被検者の左室心エコー図記録を, 断層法を併用しない M モード法, 長軸断層法を併用した M モード法, 短軸断層法を併用した M モード法の 3 方法で行い, %FS, 壁厚, %ST の記録方法による変動を検討した。

10 人の熟練した測定者がそれぞれ 10 枚の心エコー図につき測定を行い, %FS, 壁厚, %ST の測定者間の変動を検討した。

探触子の位置が下位になるにしたがい, M モード心エコー図のための超音波ビームが左室に斜

めに入射し, 内径をはじめとして壁厚, %FS, %ST はビームが適切に入射する第 3 肋間からの値からずれて, 第 5 肋間からの値は壁厚で 2 mm 過大に, %FS, %ST はそれぞれ 4%, 5% 過小に評価された。

%FS, 壁厚, %ST とともに短軸断層法を併用した M モード法による記録が, 同一記録者においてもまた記録者間においても変動が最小であり, ばらつきの 2SD は %FS で  $\pm 3\%$ , 壁厚で  $\pm 1$  mm, %ST で  $\pm 12\%$  であった。

測定者間の変動は明瞭な記録でもばらつきの 2SD が %FS で  $\pm 3\%$ , 心室中隔厚で  $\pm 1$  mm, 後壁厚で  $\pm 2$  mm, %ST は心室中隔  $\pm 17\%$ , 後壁で  $\pm 25\%$  であった。

左室機能評価のための心エコー図は上位肋間に探触子を置き, 長軸断層像で M モード心エコー図のための超音波ビームが左室に適切な角度で入射することを確かめ, 短軸断層法併用による M モード法により記録するのがもっとも精度が高い。

### 文 献

- 1) Pombo JF, Troy BL, Russell RO Jr. Left ventricular volumes and ejection fraction by echocardiography. *Circulation* **43**: 480, 1971
- 2) Troy BL, Pombo J, Rackley CE: Measurement of left ventricular wall thickness and mass by echocardiography. *Circulation* **45**: 602, 1972
- 3) Fortuin NJ, Hood WP Jr, Craig E: Evaluation of left ventricular function by echocardiography. *Circulation* **46**: 26, 1972
- 4) Corya BC, Rasmussen S, Feigenbaum H, Knoebell 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**: 109, 1977
- 5) Traill TA, Gibson DG, Brown DJ: Study of left ventricular wall thickness and dimension changes using echocardiography. *Br Heart J* **40**: 162, 1978
- 6) 井田喜博, 遠田栄一: UCG 検査の測定誤差に関する一考察. *日超医講演文集* **24**: 89, 1973
- 7) Clark RD, Korcuska K, Cohn K: Serial echo-

- cardiographic evaluation of left ventricular function in valvular disease, including reproducibility guidelines for serial studies. *Circulation* **62**: 564, 1980
- 8) Ladipo GOA, Dunn FG, Pringle TH, Bastian B, Lawrie TD: Serial measurements of left ventricular dimensions by echocardiography. Assessment of week-to-week, inter- and intraobserver variability in normal subjects and patients with valvular heart disease. *Br Heart J* **44**: 284, 1980
  - 9) Martin MA, Fieller NRJ: Echocardiography in cardiovascular drug assessment. *Br Heart J* **41**: 536, 1979
  - 10) Sahn DJ, DeMaria A, Kisslo J, Weyman A: Recommendations regarding quantitation in M-mode echocardiography: Results of a survey of echocardiographic measurements. *Circulation* **58**: 1072, 1978
  - 11) Felner JM, Blumenstein BA, Schlant RC, Carter AD, Alimurung BN, Johnson MJ, Sherman SW, Klicpera MW, Kutner MH, Durcker LW: Source of variability in echocardiographic measurements. *Am J Cardiol* **45**: 995, 1980
  - 12) 田村 勤, 山口 徹, 松田光生, 杉下靖郎: 左室内径計測と断層面の標準化. *J Cardiography* **10**: 931, 1980
  - 13) Popp RL, Filly K, Brown O, Harrison DC: Effect of transducer placement on echocardiographic measurement of left ventricular dimensions. *Am J Cardiol* **35**: 537, 1975