

虚血性心疾患における局所
壁収縮動態の研究：断層心
エコー図法による収縮期壁
厚増加の評価

Regional myocardial
contraction in ischemic
heart disease: Evalua-
tion of regional myo-
cardial thickening by
two-dimensional echo-
cardiography

宝田 明
横田 慶之
早川 正徳
熊木 知行
郭 鴻圖
鄧 尚昇
田淵 光
藤谷 和大
鍔 啓司
竹内 素志
白 鴻泰
福崎 恒

Akira TAKARADA
Yoshiyuki YOKOTA
Masanori HAYAKAWA
Tomoyuki KUMAKI
Kohtai KAKU
Shosho TOH
Hikaru TABUCHI
Kazuhiro FUJITANI
Keiji KUROGANE
Motoshi TAKEUCHI
Kohtai HAKU
Hisashi FUKUZAKI

Summary

There were many studies concerning the evaluation of regional wall motion in ischemic heart disease by left ventriculography (LVG) and two-dimensional echocardiography (2DE), but only a few observations on the regional myocardial thickening have been reported.

In a survey of 48 cases of old myocardial infarction, we selected 21 cases with adequate 2DE images for the evaluation of regional wall motion and thickening. In all cases the 2DE examinations were performed within seven days before or after LVG examinations. The left ventricular wall on 2DE was divided into 11 segments and wall motion and thickening in each segment were graded to three classes, i.e. none, reduced and normal. The results on 2DE were then compared with the grade of wall motion of the corresponding segment on LVG. The sensitivity and specificity of 2DE wall motion were 50% and 89% in none, 59% and 48% in reduced, and 89% and 84% in normal,

神戸大学医学部 第一内科
神戸市中央区楠町 7-5-1 (〒650)

The First Department of Internal Medicine, Kobe
University School of Medicine, Kusunoki-cho 7-5-1,
Chuo-ku, Kobe 650

Received for publication July 27, 1983 (Ref. No. 26-12)

respectively. The sensitivity and specificity of 2DE myocardial thickening were 81% and 93% in none, 82% and 70% in reduced, and 92% in normal, respectively.

These results indicated that the regional myocardial thickening by 2DE has a higher sensitivity and specificity. Therefore, observation of both myocardial thickening and wall motion will be necessary for the proper evaluation of regional myocardial contraction in ischemic heart disease.

Key words

Ischemic heart disease Two-dimensional echocardiography Left ventriculography Regional myocardial thickening Regional wall motion

はじめに

虚血性心疾患における左室壁収縮動態の観察は本症の重症度や予後を知る上で重要であり、近年、左室造影法や心エコー図法により、左室局所壁運動 (regional wall motion) に関する数多くの報告が行われてきた。しかし局所左室壁の収縮期壁厚増加 (regional myocardial thickening) に関する報告¹⁻⁹⁾はいまだ少ないのが現状である。今回我々は断層心エコー図法 (2DE) を用い、陈旧性心筋梗塞例 (OMI) の局所壁運動および壁厚増加を観察し、左室造影法 (LVG) により観察した局所壁運動と比較検討した。

対象と方法

対象は LVG 施行前後 7 日以内に 2DE を施行し得た OMI 60 例のうち、十分に評価に耐え得るエコー図像を得た 21 例 (男 20 例, 女 1 例, 平均年齢 52.5 歳) である。Table 1 に示すごとく、心電図上の前壁または側壁梗塞が 12 例、下壁または後壁梗塞が 9 例である。冠動脈造影図上、75% 狭窄以上の冠動脈病変を 21 例中 20 例に認め、このうち 14 例は 1 枝病変、4 例は 2 枝病変、2 例は 3 枝病変の例であった。また、1 例には有意の狭窄を認めなかった。

断層心エコー図記録には東芝製電子走査型心断層装置 SSH-11A を用い、胸骨傍心エコー図法により左室長軸像と直交する左室基部 (僧帽弁レベル) と左室中部 (乳頭筋レベル) のそれぞれの短軸像、心尖部より心尖部長軸像および四腔断層図

を得、video tape recorder に記録した。LVG は右前斜位 (RAO 30°) にて記録し、得られた左室画像を Philip 製 LVV 100 システムを用いて解析した。左室は Fig. 1 のごとく、2DE においては三田村ら¹⁰⁾の方法に準じ (ただし心尖部は 4 分画せず)、僧帽弁レベルを segment 1, 2, 3, 4a および 4p に、乳頭筋レベルを segment 5, 6,

Table 1. Clinical features of the selected patients population

case	Name	Age	Sex	ECG abnormal Q	CAG %stenosis		
					RCA	LAD	LCX
1	K.A.	43	M	V1-3	-	75	-
2	S.K.	47	M	V1-4	-	99	-
3	S.F.	39	M	V1-4	-	75	-
4	T.T.	56	M	V1-4	-	75	-
5	N.K.	64	M	V1-4	75	99	90
6	R.I.	51	M	V1-4	-	-	75
7	M.F.	45	M	V1-5	-	75	75
8	M.G.	42	F	V2-4	75	99	-
9	T.I.	67	M	V4	-	100	-
10	T.A.	51	M	I, aVL, V5	-	90	-
11	K.T.	53	M	I, aVL, V5,6	-	75	-
12	M.K.	45	M	I, aVL, V2-4	-	75	-
13	N.T.	55	M	II, III, aVF	75	-	-
14	Z.S.	42	M	II, III, aVF	99	-	-
15	M.M.	58	M	II, III, aVF	100	-	-
16	T.T.	54	M	II, III, aVF	100	-	-
17	T.T.	72	M	II, III, aVF	99	99	-
18	S.N.	54	M	II, III, aVF	75	-	99
19	Y.K.	68	M	II, III, aVF	99	75	100
20	J.H.	41	M	II, III, aVF V1 R/S>1	-	-	-
21	J.T.	56	M	V1 R/S>1	-	-	90

CAG=coronary angiography; RCA=right coronary artery; LAD=left anterior descending coronary artery; LCX=left circumflex coronary artery.

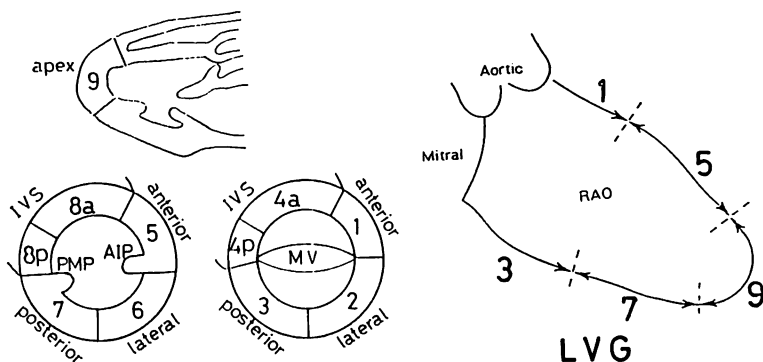


Fig. 1. Segmentation of the left ventricular wall on 2DE and LVG.

Schematic representation of segmentation of the left ventricular wall on two-dimensional echocardiography (2DE) and left ventriculography (LVG) is shown. Short-axis sections are obtained at the level of the mitral valve (MV) and papillary muscles (PMP & AIP=posteromedial & anterolateral papillary muscles). Segments 1, 5=anterior; 2, 6=lateral; 3, 7=posterior; 4a, 8a=anteroseptal; 4p, 8p=postero-septal; 9=apical.

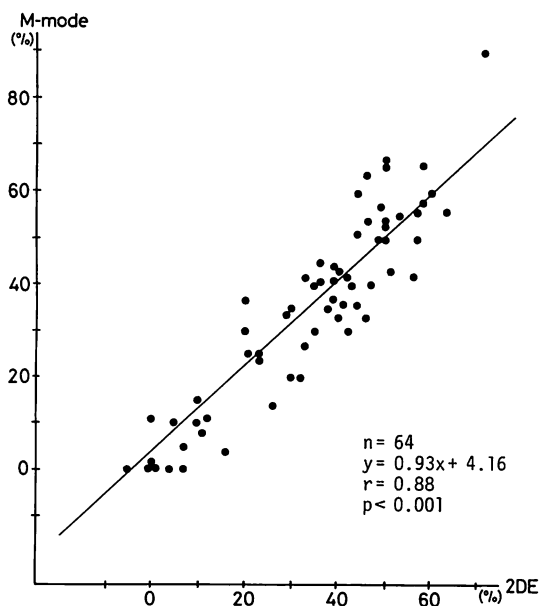


Fig. 2. Regional myocardial thickening (2DE vs M-mode).

There is a high correlation of regional myocardial thickening between two-dimensional echocardiograms (2DE) and M-mode echocardiograms (M-mode) ($r=0.88$).

7, 8a および 8p にそれぞれ5分割し, さらに segment 9 の心尖部を加えて 11 分割とした. LVG においては左室と American Heart Association (AHA) の分類¹¹⁾に基づき5分割し, 造影上の segment 1, 2, 3, 4 および 5 に対応する 2DE の segment を, Fig. 1 のごとくそれぞれ 1, 5, 9, 7 および 3 とした.

結 果

1. M モード心エコー図と 2DE による局所左室壁の収縮期壁厚増加の比較

Fig. 2 は OMI 21 例につき心室中隔および左室後壁のそれぞれ同一部位における局所心筋壁厚増加を, M モード心エコー図および 2DE の両者で比較したものである. 2DE により求めた壁厚増加は M モード心エコー図にて求めたそれに比し, やや低値を示す傾向を示したが, 両者は $r=0.88$, $p<0.001$ の良い相関を示した.

2. 正常人例における局所左室壁の収縮期壁厚増加
健常正常人 10 例の各 segment における壁厚増加を Fig. 3 に示す. 僧帽弁レベルの増加率は, segment 4a: $36 \pm 6\%$ (mean \pm S.D.), 1: $43 \pm 7\%$, 2: $46 \pm 5\%$, 3: $38 \pm 4\%$, および 4p: $31 \pm 4\%$

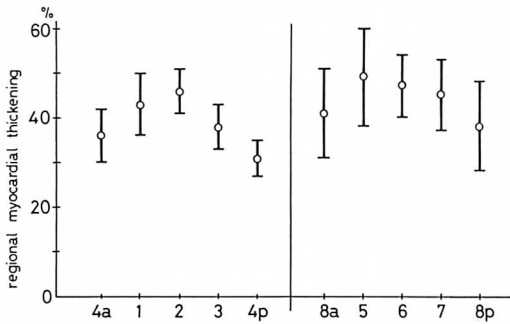


Fig. 3. Regional myocardial thickening in normal control (n=10).

Mean±S.D. are shown.

乳頭筋レベルでは, segment 8a: $41 \pm 10\%$, 5: $49 \pm 11\%$, 6: $47 \pm 7\%$, 7: $45 \pm 8\%$, および 8p: $38 \pm 10\%$ であり, 4a, 4p, 8a および 8p の心室中隔の壁厚増加は左室自由壁のそれに比しやや小であった. 以上より各分画での平均値 ± 2 標準偏差値 ($m \pm 2SD$) を normal の上下限とし, $m - 2SD$ 未満をさらに 2 等分し, それぞれ reduced および none の 3 段階とし, 各分画における壁厚増加の程度を評価した.

3. LVG および 2DE による左室局所壁運動評価

陳旧性心筋梗塞 21 例について LVG による局所壁運動の評価を行うと (Fig. 4), 心電図上, 前壁または前側壁梗塞を示す症例 1~12 では, AHA の分画の seg. 1, 2, 3, 4 および 5 で, それぞれ 12 例中 2 例 (17%), 8 例 (67%), 8 例 (67%), 5 例 (42%), 3 例 (12%) に壁運動異常を認め, 下壁または後壁梗塞を示す症例 13~21 では, それぞれ 9 例中 0 例, 1 例 (11%), 1 例 (11%), 7 例 (78%), 7 例 (78) に異常を認めた.

Fig. 5 左側は OMI 21 例の 2DE による局所壁運動評価を示す. 症例 1~12 の前壁または前側壁梗塞例では, segment 4a, 1, 2, 3, 4p, 8a, 5, 6, 7, 8p および 9 のそれぞれの分画で, 12 例中 8 例 (67%), 6 例 (50%), 2 例 (17%), 2 例 (17%), 3 例 (25%), 8 例 (67%), 9 例 (75%), 5 例 (42%), 5 例 (42%), および 11 例中 8 例 (73%) に壁運動



Fig. 4. Summary of regional wall motion obtained by LVG in 21 cases.

異常がみられ, 心室中隔, 前壁および心尖部に高頻度であった. 症例 13~21 の下壁または後壁梗塞例では, segment 4a, 1, 2, 3, 4p, 8a, 5, 6, 7, 8p および 9 のそれぞれの分画で, 9 例中 0 例, 0 例, 2 例 (22%), 6 例 (67%), 4 例 (44%), 0 例, 0 例, 1 例 (11%), 8 例 (89%), 4 例 (44%) および 8 例中 3 例 (38%) に同様の異常が観察された.

以上, LVG および 2DE による局所壁運動の評価を示したが, 両者の対応する segment における壁運動評価を比較すると, Table 2 に示すごとく, LVG に対する 2DE の dyskinetic または none の sensitivity および specificity はそれぞれ 50% と 89%, reduced のそれらは 59% と 45%, normal の領域については 89% と 84% であり, dyskinetic または none の領域に関する sensitivity, reduced のその sensitivity および specificity が低値であった. また LVG と 2DE の壁運動評価の一致率は 72% であった.

4. 2DE による収縮期局所壁厚増加と LVG による局所壁運動との比較

Fig. 6 左側は 2DE により判定した 10 seg-

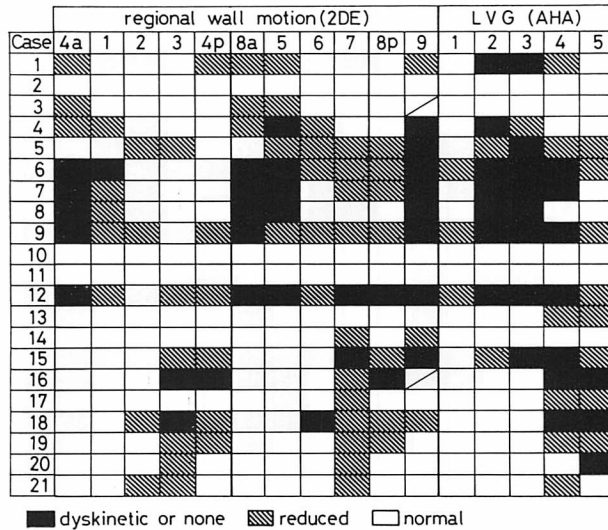


Fig. 5. Summary of regional wall motion obtained by two-dimensional echocardiography (2DE) and left ventriculography (LVG) in 21 cases.

Table 2. Correlation of left ventricular wall motion between two-dimensional echocardiography (2DE) and left ventriculography (LVG)

LVG	2DE wall motion	Dyskinetic or none	Reduced	Normal	Total	Sensitivity (%)
Dyskinetic or none		8	8		16	50
Reduced		1	10	6	17	59
Normal			4	32	36	89
Total		9	22	38	50/69	
Specificity (%)		89	45	84		72

ments における壁厚増加を示したものである。症例 1~12 の前壁または前側壁梗塞例では、segment 4a, 1, 2, 3, 4p, 8a, 5, 6, 7 および 8p のそれぞれの分画で、9 例中 4 例 (44%), 4 例 (44%), 4 例 (44%), 10 例中、3 例 (30%), 4 例 (40%), 4 例 (40%), 12 例中 5 例 (42%), 6 例 (50%), 2 例 (17%), 6 例 (50%), 5 例 (42%) が局所壁厚増加の異常を示した。また、下壁または後壁梗塞例では、6 例中 0 例、4 例 (67%), 6 例 (100%), 7 例中 0 例、1 例 (14%), 3 例 (43%), 4 例 (57%), 1 例 (14%) に同様の異常が認められた。局所壁運動と同

様、前または側壁梗塞例では segment 4a, 1, 8a および 5 で、下壁または後壁梗塞例では 3 および 7 で壁厚増加の異常を示す例が多いが、2DE の壁運動と壁厚増加との間で壁収縮動態評価が異なる例も少なくなかった。

2DE にて観察した局所壁厚増加と、LVG により観察した局所壁運動とを、それぞれ対応する segment で比較したものが Table 3 である。LVG の局所壁運動に対する 2DE の局所壁厚増加の sensitivity および specificity をみると、none は 81% および 93% reduced は 82% お

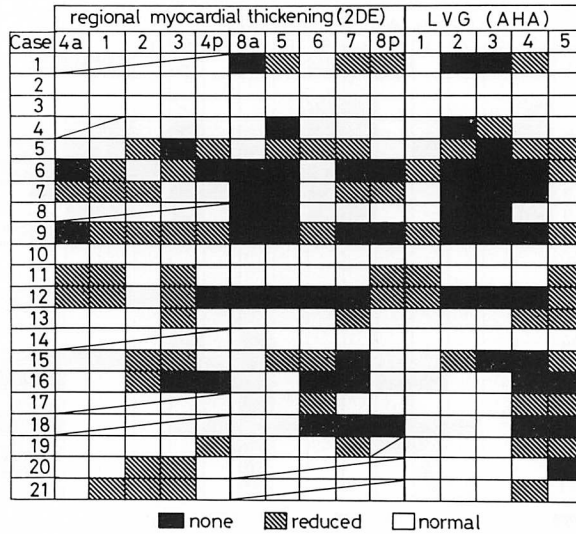


Fig. 6. Summary of regional myocardial thickening obtained by two-dimensional echocardiography (2DE) and regional wall motion obtained by left ventriculography (LVG) in 21 cases.

Table 3. Correlation of left ventricular contraction between 2DE (regional myocardial thickening) and LVG (wall motion)

LVG	2DE regional myocardial thickening	None	Reduced	Normal	Total	Sensitivity
Dyskinetic or none		13	3		16	81
Reduced		1	14	2	17	82
Normal			3	33	36	92
Total		14	20	36	60/69	
Specificity (2s)		93	70	92		87

および 70%, normal はともに 92% であり, それぞれ高値を示した. また LVG の局所壁運動と 2DE の局所壁厚肥厚との評価の一致率も 87% となり, 2DE の局所心筋壁厚増加の評価で低値を示した dyskinetic または none の sensitivity, reduced の sensitivity および specificity は改善した.

5. 症例

局所壁運動と局所壁厚増加の評価を異にする 1 例を呈示する. 59 歳, 男性. ECG 上, II, III, aVF に異常 Q 波を有する症例である (Fig. 7). Fig.

8 に本例の LVG および 2DE 像, Fig. 9 に同症例の LVG および 2DE による壁運動および壁厚増加評価を示す. 本症例の 2DE による壁運動は segment 4a, 1, 2, 8a, 5, と 6 で normal, segment 2, 4p, 8p で reduced, segment 7, 9 で none であったが, 壁厚増加は segment 4a, 1, 4p, 8a, 8p で normal, segment 2, 3, 5, 6 で reduced, segment 7 で none であり, segment 2, 4p, 5, 6 および 8p の 5 segments で両者間の不一致が認められた. 同症例の LVG による壁運動をみると, AHA 分類の segment 1 で

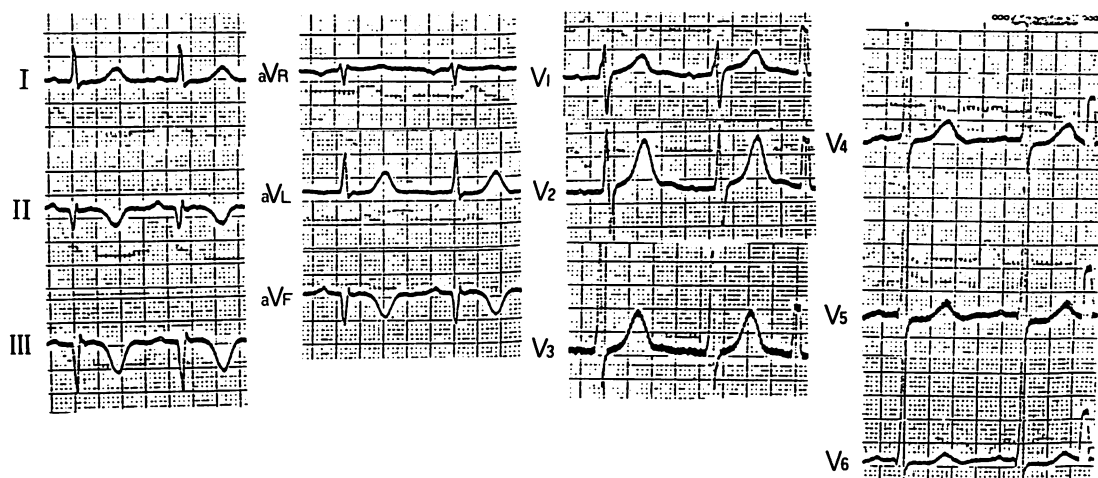


Fig. 7. Electrocardiogram of Case 15.

An abnormal Q wave is observed in leads II, III, aVf.

normal, segment 2, 5 で reduced, segment 3, 4 で none であり, これは 2DE による運動状態より, むしろ 2DE による壁厚増加の評価と一致していた. 今回検討した 69 segments 中 2DE の局所壁運動, 局所壁厚増加間の不一致例は 17 segments (25%) に認められ, これら 17 segments のうちで, 本症例のごとく, 2DE の壁厚増加と LVG の壁運動の評価が一致したものは 14 segments であった.

考 察

左室壁局所収縮動態は従来 LVG および M モード心エコー図¹²⁻²¹⁾により評価されてきたが, 近年 2DE にも観察されるようになった¹⁹⁻²¹⁾. LVG, 2DE の両者で検討すると, 局所壁運動異常の評価は比較的一致する^{9,22-24)}. しかし, reduced の評価に関しては, いまだにその sensitivity および specificity が低く, これは装置の分解能の問題, 不適当な断面, さらに不明瞭な画像のために, 得られた 2DE 像自体に問題がある場合, 検者の判定に問題がある場合, あるいはまた心臓全体の運動の影響などが考えられる. さらに LVG にも多くの問題があり, 真の壁収縮動

態の指標を何にするかも, 今後, 重要な問題である. 一方, 局所左室壁の収縮期壁厚増加は心臓全体の動きや右心負荷などに影響されず, 局所壁運動に比し, さらに特異性の高い壁収縮動態の指標と考えられ, この点は M モード心エコー図法により明らかにされてきた^{2,5)}. しかしまだ 2DE による検討は数少ない³⁻⁹⁾.

今回, M モード心エコー図と 2DE 間で同一部位の壁厚増加を対比すると, 2DE ではやや低値を示すが, 両者に良好な相関が認められ, 臨床的には 2DE により局所の壁厚増加を観察し得るものと考えられた. LVG における局所壁運動との対比では, 2DE による壁厚増加は壁運動よりも sensitivity, specificity がともに高く, さらに reduced の評価に関しても sensitivity が 59% より 82%, specificity が 45% より 70% と改善を示した. 本来, 心筋の壁厚増加と壁運動とは異なる壁収縮動態の指標であるが, 虚血性心疾患においては, 2DE における壁厚増加は LVG の壁運動と高い一致率を示していた. 以上のごとく, 2DE により, 心筋局所の壁運動のみならず, その壁厚増加を観察することは, 虚血性心疾患の病態や予後を知るうえで有用と思われた.

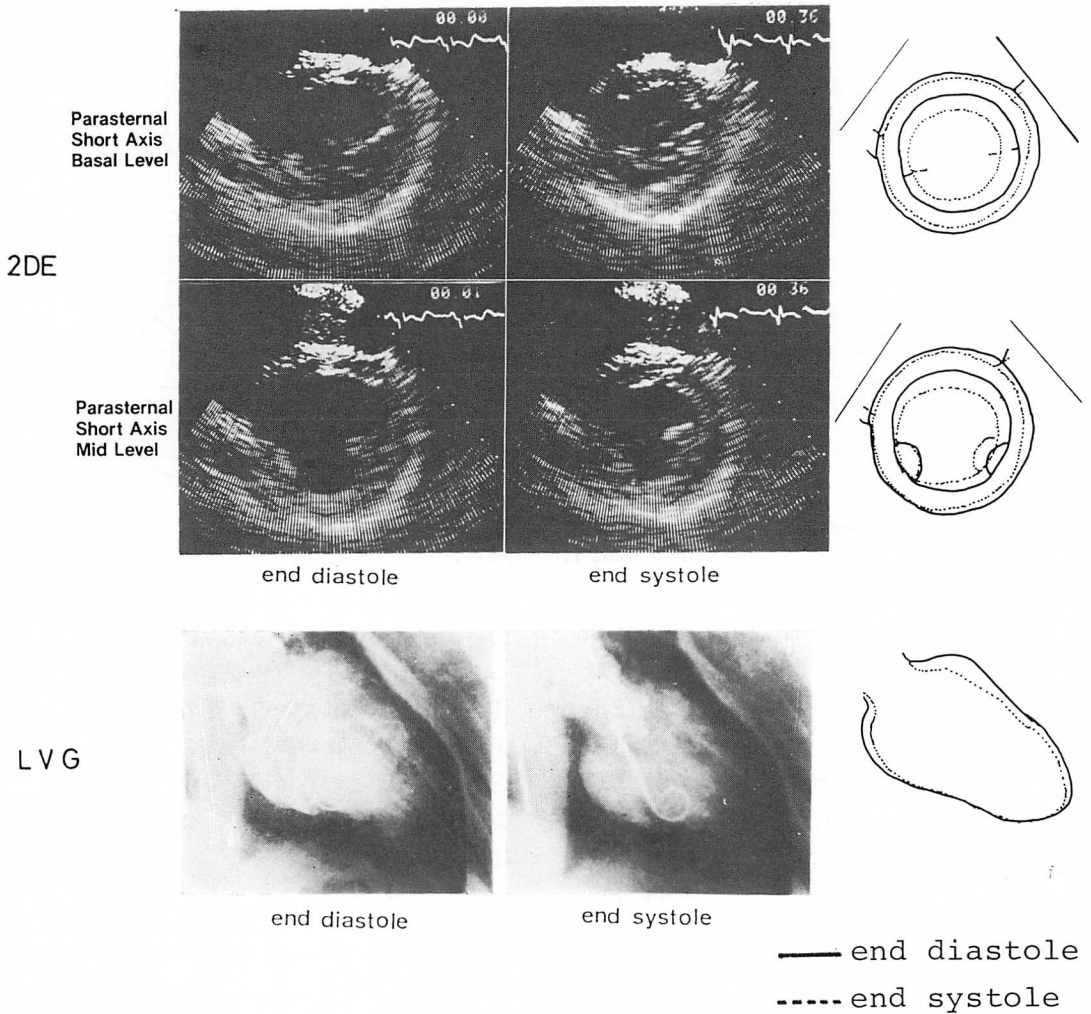


Fig. 8. Two-dimensional echocardiograms (2DE) and left ventriculograms (LVG) in Case 15.

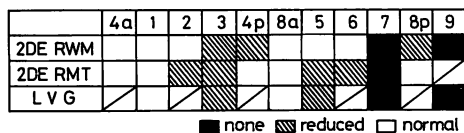
結 語

1. 陳旧性心筋梗塞21例のLVGおよび2DEを得, 前者における局所壁運動と後者により評価した壁運動および収縮期局所壁厚増加とを対比検討した.
2. LVG上のdyskineticまたはnoneに対する2DE上の壁運動のsensitivityおよびspecificityはおおの50%と58%, reducedに対しては59%と45%, normalに対しては89%

と84%であった.

3. LVG上のdyskineticまたはnoneに対する2DE上の壁厚増加のsensitivityおよびspecificityはおおの81%と93%, reducedに対しては82%と70%, normalに対しては92%と92%であった.

4. 2DEによる虚血心の局所壁収縮動態の評価には, その運動のみでなく, 壁厚増加の観察が有用と思われた.



文 献

- 1) 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**: 109, 1977
- 2) Mason SJ, Weiss JL, Weisteld ML, Garrison JG, Fortuin NJ: Exercise echocardiography: Detection of wall motion abnormalities during ischemia. *Circulation* **59**: 50, 1979
- 3) Eaton LW, Weiss JL, Bulkley BH, Garrison JB, Weisteldt ML: Regional cardiac dilatation after acute myocardial infarction. *N Engl J Med* **300**: 57, 1979
- 4) Lieberman AN, Weiss JL, Jugdutt BI, Becker LC, Bulkley BH, Garrison JG, Hutchins GM, Kallman CA, Weisfeldt ML: Two-dimensional echocardiography and infarct size: Relationship of regional wall motion and thickening to the extent of myocardial infarction in the dog. *Circulation* **63**: 739, 1981
- 5) Fujii J, Kuboki M, Aizawa T, Onoe M, Kuno Y, Kaneko Y, Kato K: Digital image processing of two dimensional echocardiogram for the evaluation of regional contractility of left ventricle. *J Cardiology* **11**: 901, 1981 (in Japanese)
- 6) Nieminen M, Parisi AF, O'Boyle JE, Folland ED, Khuri S, Kloner RA: Serial evaluation of myocardial thickening and thinning in acute experimental infarction: Identification and quantification using two-dimensional echocardiography. *Circulation* **66**: 174, 1982
- 7) Pandian NG, Kerber RE: Two-dimensional echocardiography in experimental coronary stenosis. I. Sensitivity and specificity in detecting transient myocardial dyskinesia: Comparison with sonomicrometers. *Circulation* **66**: 597, 1982
- 8) Pandian NG, Kieso RA, Kerber RE: Two-dimensional echocardiography in experimental coronary stenosis. II. Relationship between systolic wall thinning and regional myocardial perfusion in severe coronary stenosis. *Circulation* **66**: 603, 1982
- 9) Blumenthal DS, Becker LC, Bulkley BH, Hutchins GM, Weisfeldt ML, Weiss JL: Impaired function of salvaged myocardium: Two-dimensional echocardiographic quantification of regional wall thickening in the open-chest dog. *Circulation* **67**: 225, 1983
- 10) Mitamura H, Ogawa S, Murayama A, Fujii I,

Fig. 9. Regional wall motion (RWM) obtained by two-dimensional echocardiography (2DE) and left ventriculography (LVG) and regional myocardial thickening obtained by 2DE in Case 15.

要 約

虚血心の局所壁収縮動態に関する報告は、左室造影法 (LVG) や心エコー図法により数多くなされてきたが、まだ断層心エコー図法 (2-DE) による局所壁の収縮期壁厚増大に関する報告は少ない。今回我々は、LVG 施行前後 7 日間以内に 2-DE を記録し得た陳旧性心筋梗塞症 60 例のうち、十分評価に耐え得る断層像を得た例を対象とし、左室の 11 segment における局所壁運動 (regional wall motion) および局所壁厚増加 (regional myocardial thickening) を計測し、それぞれ dyskinetic または none, reduced および normal の 3 段階に分け、LVG 上対応する segment の壁運動と対比検討した。

LVG 上の dyskinetic または none に対する 2-DE 上の壁運動の sensitivity および specificity はおのおの 50%, 89%, reduced に対しては 59%, 45%, normal に対しては 89%, 84% であり、とくに壁運動異常に対する sensitivity は低かった。同様の比較を LVG と 2DE 上の壁厚増大で行うと、LVG 上の dyskinetic または none に対する sensitivity および specificity はおのおの 81%, 93%, reduced に対しては 82%, 70%, normal に対しては 92%, 92% と、ともに高値を示した。

以上のごとく、2-DE による虚血心の局所壁収縮動態の評価には、壁運動のみでなく、局所左室壁の収縮期壁厚増加の観察が有用と思われた。

- Handa S, Nakamura Y: Two-dimensional echocardiographic approach to the localization of myocardial infarction. J Cardiol 11: 779, 1981 (in Japanese)
- 11) Austen WG, Edwards JE, Frye RL, Gensini GG, Gott VL, Griffith LSC, McGoon DC, Murphy ML, Roe BB: A reporting system on patients evaluated for coronary artery disease. Report of the Ad Hoc committee for grading of coronary artery disease, council on cardiovascular surgery, American Heart Association. Circulation 55: Suppl 5, 1975
 - 12) Dortimer AC, DeJoseph RL, Schiroff RA, Liedtke AJ, Zelis R: Distribution of coronary artery disease. Prediction by echocardiography. Circulation 54: 724, 1976
 - 13) Joffe CD, Brik H, Teichholz LE, Herman MV, Gorlin R: Echocardiographic diagnosis of left anterior descending coronary artery disease. Am J Cardiol 40: 11, 1977
 - 14) Jacobs JJ, Feigenbaum H, Corya BC, Phillips JF: Detection of left ventricular asynergy by echocardiography. Circulation 48: 263, 1973
 - 15) Kolibash AJ, Beaver BM, Fulkerson PK, Khuller S, Leighton RF: The relationship between abnormal echocardiographic septal motion and myocardial perfusion in patients with significant obstruction of the left anterior descending artery. Circulation 56: 780, 1977
 - 16) Kerger RE, Marcus ML, Ehrhardt J, Wilson R, Abboud FM: Correlation between echocardiographically demonstrated segmental dyskinesis and regional myocardial perfusion. Circulation 52: 1097, 1975
 - 17) Corya BC, Rasmussen S, Knoebel SB, Feigenbaum H: Echocardiography in acute myocardial infarction. Am J Cardiol 36: 1, 1975
 - 18) Feigenbaum H, Corya BC, Dillon JC: Role of echocardiography in patients with coronary artery disease. Am J Cardiol 37: 775, 1976
 - 19) Heikkila J, Nieminen M: Echo-ventriculographic detection, localization and quantification of left ventricular asynergy in acute myocardial infarction. A correlative echo- and electrocardiographic study. Br Heart J 37: 46, 1975
 - 20) Morganroth J: Echocardiographic detection of coronary artery disease. Am J Cardiol 46: 1178, 1980
 - 21) Parisi AF, Moynihan P, Folland ED, Strauss WE, Sharma GVRK, Sasahara AA: Echocardiography in acute and remote myocardial infarction. Am J Cardiol 46: 1205, 1980
 - 22) Hattori R, Kouchi K, Itoh Y, Nishimura K, Katoh T, Ogata Y, Hiasa Y, Gouji M, Nosaka H, Nobuyoshi M: Comparison of cross-sectional echocardiography and cineventriculography in assessment of left ventricular wall motion in myocardial infarction. J Cardiol 10: 811, 1980 (in Japanese)
 - 23) Ohuchi Y, Kuwako K, Umeda T, Machii K: Real-time, phased-array, cross-sectional echocardiographic evaluation of left ventricular asynergy and quantitation of left ventricular function. Jpn Heart J 21: 1, 1980
 - 24) Kisslo JA, Robertson D, Gilbert BW, Von Ramm O, Behar VS: A comparison of real-time, two-dimensional echocardiography and cineangiography in detecting left ventricular asynergy. Circulation 55: 134, 1977