

拡張型心筋症の左室内血流
パターン：超音波パルス・
ドプラー法による分析

Intracardiac flow pattern
in dilated cardiomyo-
pathy studied with
pulsed Doppler echo-
cardiography

早川 正徳
横田 慶之
熊木 知行
藤谷 和大
鏡 啓司
竹内 素志
川西 秀夫*
猪尾 力*
福崎 恒

Masanori HAYAKAWA
Yoshiyuki YOKOTA
Tomoyuki KUMAKI
Kazuhiro FUJITANI
Keiji KUROGANE
Motoshi TAKEUCHI
Hideo KAWANISHI*
Tsutomu INOH*
Hisashi FUKUZAKI

Summary

Left ventricular (LV) flow dynamics were analyzed by pulsed Doppler echocardiography in patients (pts) with dilated cardiomyopathy (DCM). Subjects consisted of five normal controls, 27 pts with DCM, five with myocardial infarction and five with valvular heart disease. The equipment used was a two-dimensional echocardiograph (Toshiba SSH-11A) coupled with a pulsed Doppler flowmeter (Toshiba SDS-10A). The long-axis plane through the left ventricle was obtained from an apical transducer position and Doppler flow signals were recorded at the apex (point A), the middle portion (point B), the inflow portion (point C), the portion near the mid-IVS (point D) and the outflow portion (point E) of the left ventricle, respectively. Left ventriculography was performed in all subjects, and ejection fraction (EF), the ratio of the short-axis to long-axis distance in end-diastole, percent shortening of the long axis and percent shortening of the short axis of the left ventricle were measured.

Doppler signals of an ejection flow were recorded at points A, B, D and E in the normal controls, while in 27 pts with DCM Doppler signals of an ejection flow were detected only in two pts (7%) at the point A, in three pts (11%) at the point B, 16 pts (59%) at the point D and 27 pts (100%) at the point E. Twelve pts (44%) had abnormal Doppler signals with wide-band spectral pattern at the point C in systole. Toward flow signals in early diastole were recorded at the points A, B, C and D in the

神戸大学医学部 第一内科
神戸市中央区楠町 7-5-1 (〒650)
*三木市民病院
三木市加佐 58-1 (〒673-04)

The First Department of Internal Medicine, Kobe
University School of Medicine, Kusunoki-cho 7-5-1,
Chuoh-ku, Kobe 650
*Miki City Hospital, Kasa 58-1, Miki 673-04

Presented at the 25th Meeting of the Cardiography Society held in Tokushima, October 9-11, 1982
Received for publication January 27, 1983

normal controls, while in pts with DCM the signals were visualized in only three pts (11%) at the point A, in 27 pts (100%) at the points B and C, and 10 pts (37%) at the point D.

EF in pts with DCM was lower than that of the normal controls (36 ± 11 vs $65 \pm 5\%$, $p < 0.005$). The ratio of the short-axis to long-axis distance of the left ventricle was higher in pts with DCM compared with that of the normal controls (0.82 ± 0.09 vs 0.60 ± 0.02 , $p < 0.005$). Percent shortening of the long axis and the short axis was depressed in pts with DCM compared with the normal controls (11 ± 5 vs $21 \pm 4\%$, $p < 0.02$ and 15 ± 6 vs $34 \pm 3\%$, $p < 0.001$, respectively).

Twenty-seven pts with DCM were subdivided into 2 groups according to the presence (Group I: 16 pts) or absence (Group II: 11 pts) of a systolic ejection flow at the point D. EF was higher in Group I than that of Group II (46 ± 9 vs $28 \pm 11\%$, $p < 0.02$) and percent shortening of the short axis was also higher in Group I than that of Group II (20 ± 5 vs $12 \pm 15\%$, $p < 0.02$). The ratio of the short-axis to long-axis distance and percent shortening of the long axis of the left ventricle in Group I did not differ from those of Group II (0.87 ± 0.10 vs 0.78 ± 0.06 and 14 ± 5 vs $9 \pm 5\%$, respectively).

Doppler signals of a systolic ejection flow were not recorded at the points A and B in the markedly dilated failing left ventricles of myocardial infarction or valvular regurgitation.

In conclusion, abnormal LV flow dynamics were demonstrated in various portions of the left ventricle in DCM by pulsed Doppler echocardiography and disappearances of Doppler signals of an ejection flow at the point D closely correlated with severely depressed EF and percent shortening of the LV short axis.

Key words

Pulsed Doppler echocardiography
Left ventriculography

Dilated cardiomyopathy

Blood flow pattern in the left ventricle

はじめに

近年、超音波パルス・ドプラー法の発達により、心臓内での血流が非観血的に検出可能となった¹⁻³⁾。拡張型心筋症 (dilated cardiomyopathy: 以下 DCM) は心筋収縮不全を基本病態とし、血行動態諸指標、左室造影所見、心エコー図を用いた病態の検討が行われてきたが⁴⁻⁶⁾、心臓内血流に関する研究は比較的少ない。本研究では断層心エコー法と超音波パルス・ドプラー法の複合システムを用いて DCM の左室内血流パターンを分析し、観血的に得られた左室造影所見と対比し、心機能評価における超音波パルス・ドプラー法の有用性を検討した。

対象と方法

対象は健常人 5 例、厚生省特定疾患 特発性心筋症調査研究班の診断の手引⁷⁾に従い診断した

DCM 27 例 (年齢 23~64 歳, 男 23 例, 女 4 例), 高度の心不全を伴う陳旧性心筋梗塞 5 例, および弁膜疾患 5 例である。使用装置は東芝製電子扇型走査型心断層装置 SSH-11A と超音波パルス・ドプラー血流計 SDS-10A の複合装置である。後者の搬送周波数は 2.4 MHz, パルス繰り返し数は 6 KHz, サンプルボリウムの大きさは深さ方向 2 mm, 3 mm, 5 mm, 10 mm の可変である。ドプラーシグナルはリアルタイムにサウンドスペクトログラム表示され, Honeywell 製 line scan recorder Model FR-06A により, 心電図, 心音図, M-mode 心エコー図と同時に, 紙送り速度 50 mm/秒 で記録された。ドプラー検査は被検者を軽度左側臥位とし, 心尖部に探触子をおき, 可及的に血流方向とビーム方向が一致する断面を設定し, 断層図によりサンプル部位を確認しながら行った。血流サンプル部位は Fig. 1 に示すごとく, A: 左室心尖部, B: 左室中央部, C: 僧帽弁口部,

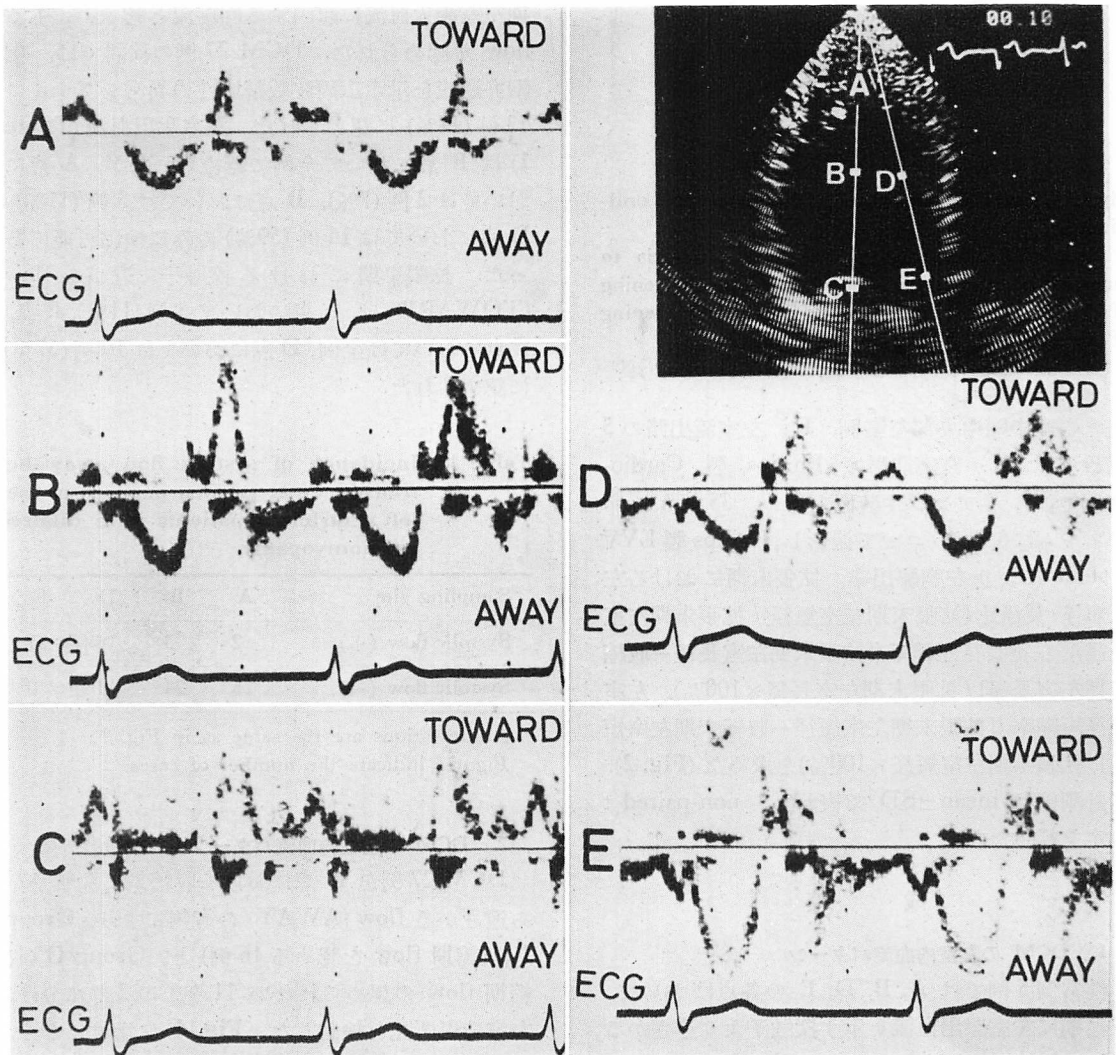


Fig. 1. Pulsed Doppler echocardiograms of a healthy subject (a 25-year-old male).

The sampling sites are indicated on the two-dimensional image of the left ventricle.

A: apex; B: middle portion; C: inflow portion; D: portion near the middle of the interventricular septum (mid-IVS); E: outflow portion.

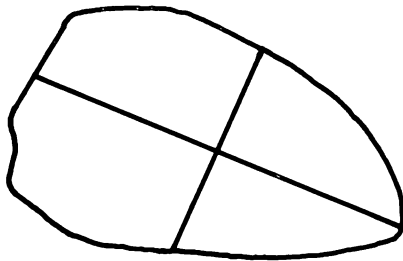


Fig. 2. Left ventricular silhouette in end-diastole.

Ejection fraction, the ratio of the short-axis to long-axis distance in end-diastole, percent shortening of the long-axis dimension and percent shortening of the short-axis dimension are measured.

D: 心室中隔中央部左室側, E: 左室流出路の5点とした^{8,9)}. 左室造影は Philips 製 Cardio-diagnost シネアンジオ装置を用い, 35 mm シネフィルムに毎秒 60 コマで撮影し, Philips 製 LVV system により左室駆出率, 拡張末期における左室短径・長径比(拡張末期左室短径 / 拡張末期左室長径), 左室長径短縮率 [(拡張末期左室長径 - 収縮末期左室長径) / 拡張末期左室長径 × 100%), 左室短径短縮率 [(拡張末期左室短径 - 収縮末期左室短径) / 拡張末期左室短径 × 100%)を求めた (Fig. 2). 諸計測値は mean ± SD で表わし, non-paired t 検定を行った.

成 績

1. DCM の左室内血流パターン

健常例 5 例では A, B, D, E の各点において, 収縮期に左室駆出血流を示す探触子より遠ざかる flow (AWAY) が認められた (Fig. 1). また拡張早期には A, B, C, D の各点において, 探触子に近づく flow (TOWARD) が認められた.

Fig. 3 に DCM 例(46 歳, 女性)の代表的左室内血流パターンを示す. 収縮期に僧帽弁口部 (C 点)において, 僧帽弁逆流による広周波数帯域性の異常シグナルが検出されたが, A, B, D の各点においては, 左室駆出血流を示す探触子より遠ざ

かる flow は認められなかった. また健常例と異なり, A 点, D 点における探触子に近づく拡張早期左室流入血流を欠き, D 点においては拡張早期左室流入血流に起因する回旋流と考えられる flow が認められた. DCM 27 例の検討では, 僧帽弁逆流を示す広周波数帯域性の異常シグナルは 12 例(44%) に認められた. 左室駆出血流 (Table 1) は E 点において全例に認められたが, A 点においては 2 例(7%), B 点においては 3 例(11%), D 点においては 16 例(59%) のみに検出可能であった. 拡張早期における探触子に近づく flow (TOWARD) は, A 点において 3 例(11%), B 点, C 点においては全例, D 点においては 10 例(37%) に認められた.

Table 1. Incidence of systolic flow away the transducer at various portions of the left ventricle in patients with dilated cardiomyopathy

| Sampling site | A | B | D | E |
|-------------------|----|----|----|----|
| Systolic flow (+) | 2 | 3 | 16 | 27 |
| Systolic flow (-) | 25 | 24 | 11 | 0 |

Abbreviations are the same as in Fig. 1. Figures indicate the number of cases.

2. DCM の左室内血流パターンと左室造影所見

DCM 27 例を D 点における収縮期に探触子から遠ざかる flow (AWAY) の有無により, Group I (収縮期 flow を認める 16 例) と, Group II (収縮期 flow の認められない 11 例) の 2 群に分け, 左室造影所見を検討した. Fig. 4 に示すごとく, DCM の左室駆出率は $36 \pm 11\%$ で, 健常例 $65 \pm 5\%$ と比較して低値であり ($p < 0.005$), また Group II の左室駆出率は $28 \pm 11\%$ で, Group I の $46 \pm 9\%$ と比べ低値であった ($p < 0.02$). Fig. 5 に示すごとく, 拡張末期における左室短径・長径比は DCM 群では 0.82 ± 0.09 で, 健常群 0.60 ± 0.02 と比べて高値であり ($p < 0.005$), DCM の左室は球状であった. Group II の左室短径・長径

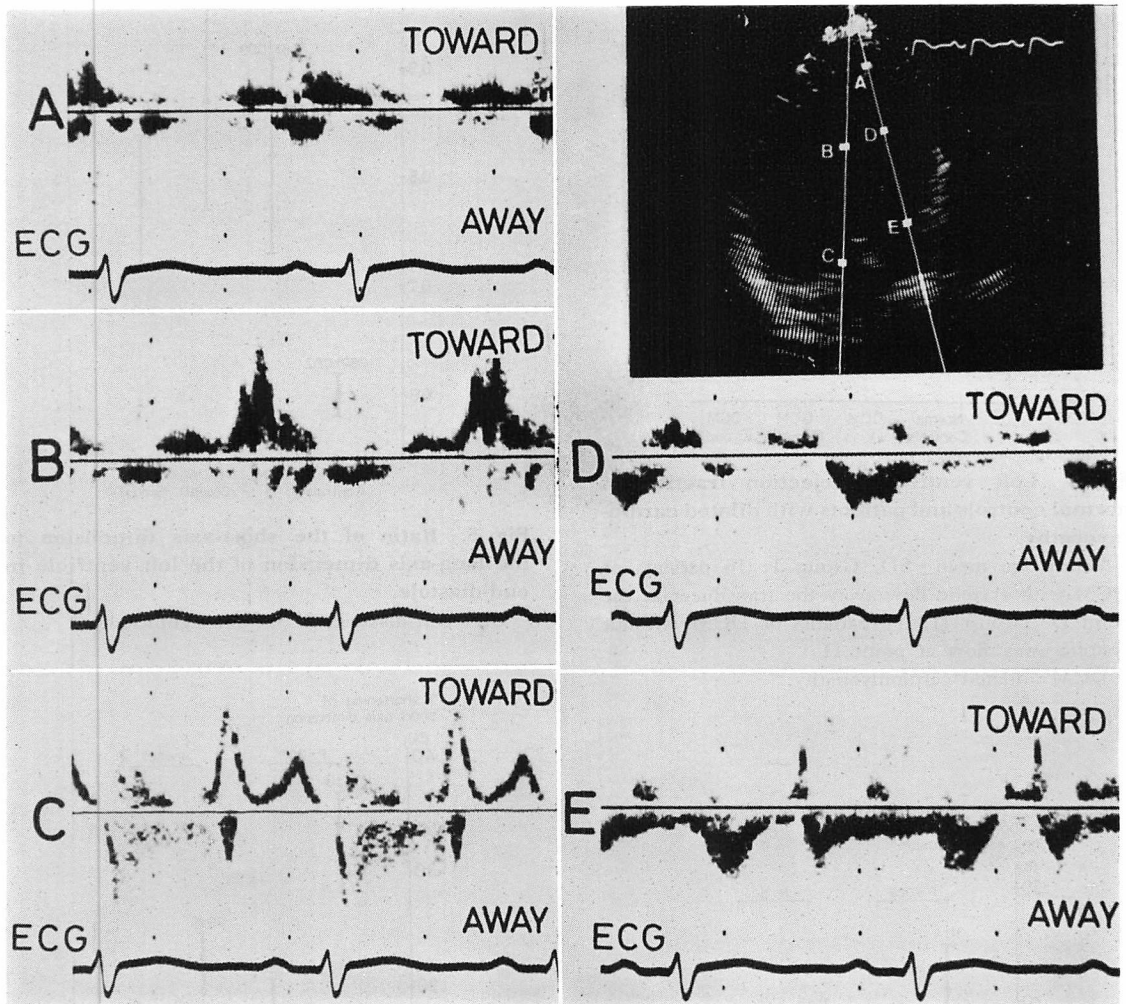


Fig. 3. Pulsed Doppler echocardiograms of a patient with dilated cardiomyopathy (a 46-year-old female).

No systolic flow (AWAY) is recorded at the apex (A), the middle portion (B) and the portion near the middle of the interventricular septum (D), but and abnormal Doppler signals with wide-band spectral pattern are recorded at the inflow portion of the left ventricle (C).

Abbreviations are the same as in Fig. 1.

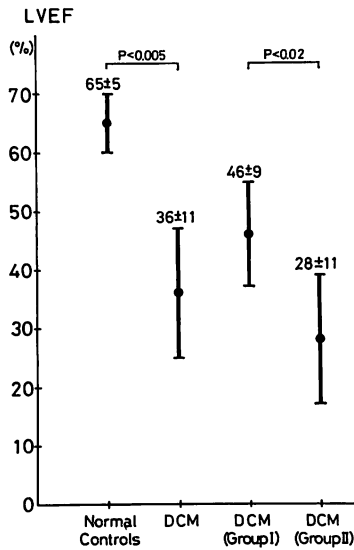


Fig. 4. Left ventricular ejection fraction of normal controls and patients with dilated cardiomyopathy.

Values are mean±SD. Group I: 16 patients of DCM with systolic flow away the transducer at the point D. Group II: 11 patients of DCM without systolic away flow at point D.

DCM=dilated cardiomyopathy.

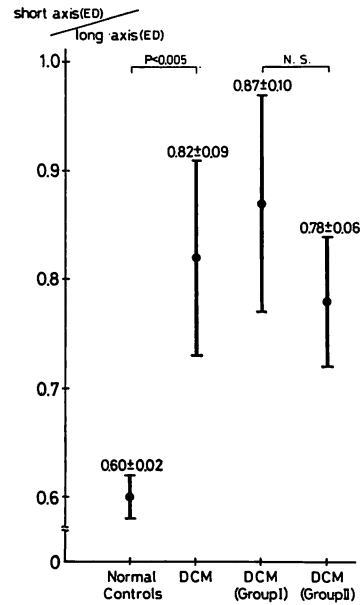


Fig. 5. Ratio of the short-axis dimension to the long-axis dimension of the left ventricle in end-diastole.

ED=end-diastole; N.S.=not significant.

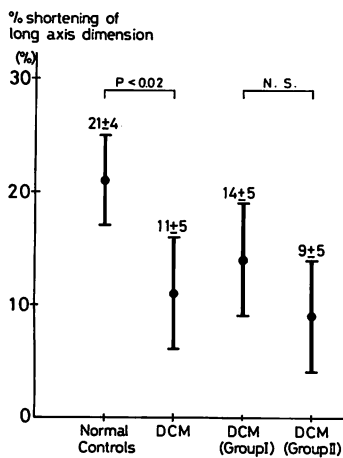


Fig. 6. Percent shortening of the long-axis dimension.

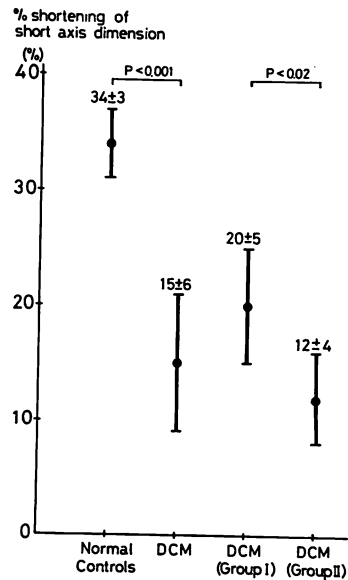


Fig. 7. Percent shortening of the short-axis dimension.

比は 0.78 ± 0.06 で、Group I の 0.87 ± 0.10 に比し低値であったが、両群間には有意差は認められなかった。Fig. 6 に示すごとく、DCM 群の左室長径短縮率は $11 \pm 5\%$ で、健常群 $21 \pm 4\%$ と比べて低値であった ($p < 0.02$)。Group II の左室長径短縮率は $9 \pm 5\%$ で Group I の $14 \pm 5\%$ と比べて低値であったが、両群間に有意差は認められなかった。Fig. 7 に示すごとく、DCM 群の左室短径短縮率は $15 \pm 6\%$ と健常群 $34 \pm 3\%$ と比べて低値であり ($p < 0.001$)、Group II の左室短径短縮率は $12 \pm 4\%$ で、Group I の $20 \pm 5\%$ に比し低値であった ($p < 0.02$)。すなわち収縮力低下と球状化を伴う DCM の左室では、心室中隔中央部左室側における収縮期 flow (AWAY) の有無は、左室長径短縮率と比べて、本症において比較的障害され難い左室短径短縮率とより密接な関連を有していた。

3. 他の病因による不全心における左室内血流パターン

Fig. 8 に陳旧性前壁梗塞による心不全例(65歳女性)の左室内血流パターンを示すが、A点、B点において収縮期 flow (AWAY) は認められず、D点におけるそのピーク流速は低下していた。またA、B、Dの各点における拡張早期の flow (TOWARD) は認められなかった。

Fig. 9 に大動脈弁閉鎖不全兼僧帽弁閉鎖不全による心不全例(35歳男性)の左室内血流パターンを示す。C点、E点においてそれぞれ僧帽弁逆流、大動脈弁逆流を示す異常血流シグナルが検出されたが、A点、B点においては明らかな収縮期駆出血流を欠き、D点では拡張早期左室流入血流による回旋流と考えられる探触子から遠ざかる flow (AWAY) が認められた。

考 査

1. DCM の左室内血流パターン

弁膜疾患の逆流血流、先天性心疾患の短絡血流の検出における超音波パルス・ドプラー法の有用性はほぼ確立されつつあるが、心機能評価にお

ける本法の意義についての報告は、散見されるのみである¹⁰⁾。本研究では種々の程度の左室拡張と左室機能障害を基本病態とする DCM を対象として、本法を用い、血流情報による左室機能評価を試みた。健常心では左室心尖部、左室中央部、心室中隔中央部左室側、左室流出路において収縮期に遠ざかる flow が検出され、収縮期におけるこれら左室内各部の血流が左室の血液駆出に関与すると考えられた。一方、DCM 例では左室心尖部、左室中央部において、それぞれ 7%、11% の頻度で収縮期に遠ざかる flow を認めたにすぎず、また心室中隔中央部左室側においても左室駆出血流は 59% の頻度で検出できたのみであり、本症では左室内の広範囲に収縮期血流異常が存在することが明らかとなった。また健常心では、左室心尖部、左室中央部、僧帽弁口部、心室中隔中央部左室側において拡張早期左室流入血流が記録されたが、DCM では左室心尖部、心室中隔中央部左室側において、それぞれ 11%、37% の頻度で、拡張早期左室流入血流が検出されたにすぎず、血流異常が拡張期にも及んでいることが示された。

しかしこれらの左室内異常血流パターンは、DCM 例のみならず、Figs. 8, 9 に示したごとく、心筋梗塞、弁膜疾患による心不全例にも認められ、高度左室機能障害時にみられる血流動態であると理解された。

2. DCM の左室内血流パターンと左室造影所見

左室内血流動態は左室壁運動と密接に関連すると考えられ、血流パターンと左室造影所見との対比を行ったところ、DCM の左室は球状化しており、左室駆出率、長径短縮率、短径短縮率ともに健常心と比べて低値であった。DCM を心室中隔中央部左室側における駆出血流の有無により 2 群に分けると、駆出血流を欠く Group II は Group I と比べて、左室駆出率、拡張末期における短径長径比、長径短縮率、短径短縮率ともに低値をとる傾向が認められたが、左室駆出率、左室短径短縮率のみが両群間で有意差を示した。すなわち本症では、左室収縮力低下を代償するために左室の

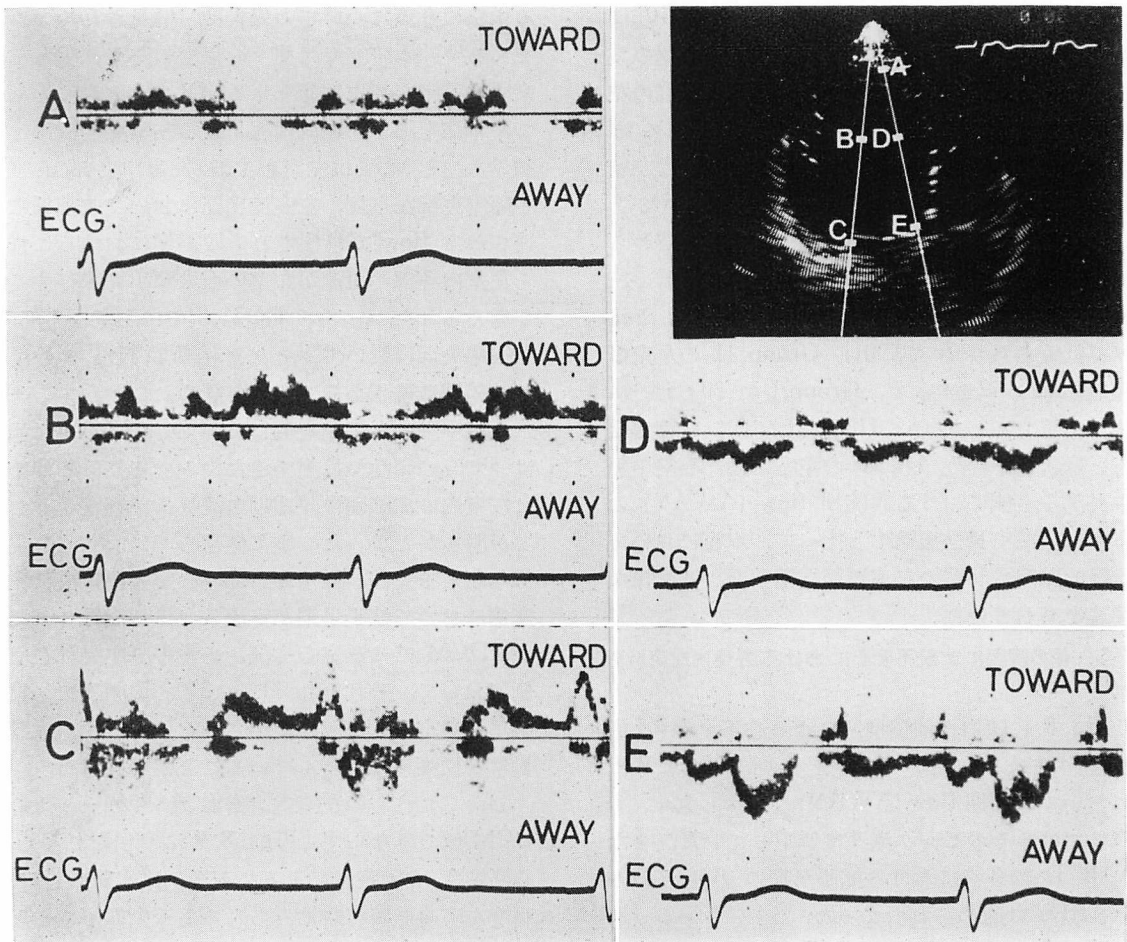


Fig. 8. Pulsed Doppler echocardiograms of a patient with anterior myocardial infarction (a 65-year-old female).

No systolic ejection flow (AWAY) is recorded at the apex and the middle portion of the left ventricle.

Abbreviations are the same as in Fig. 1.

拡張および球状化が生じるが、左室長径短縮率と関連する心尖部壁運動は比較的軽症例でも障害されるのに比し、左室短径短縮率と関連する左室壁運動は、軽症例では比較的保たれやすい傾向が認められた。DCMにおいては、左室短径短縮率の低下は高度の左室ポンプ機能障害を意味するものと考えられ、これと良い対応を示す心室中隔中央部左室側における駆出血流の消失は、重篤な予後を示すものと考えられた。

要 約

超音波パルス・ドプラー法を用い、左室の収縮不全を基本病態とする拡張型心筋症 (dilated cardiomyopathy) の左室内血流パターンを分析し、左室機能評価を試みた。

電子扇型走査型心断層装置 SSH-11A と超音波パルス・ドプラー血流計 SDS-10A の複合装置を用い、健常人 5 例、拡張型心筋症 27 例、陈旧

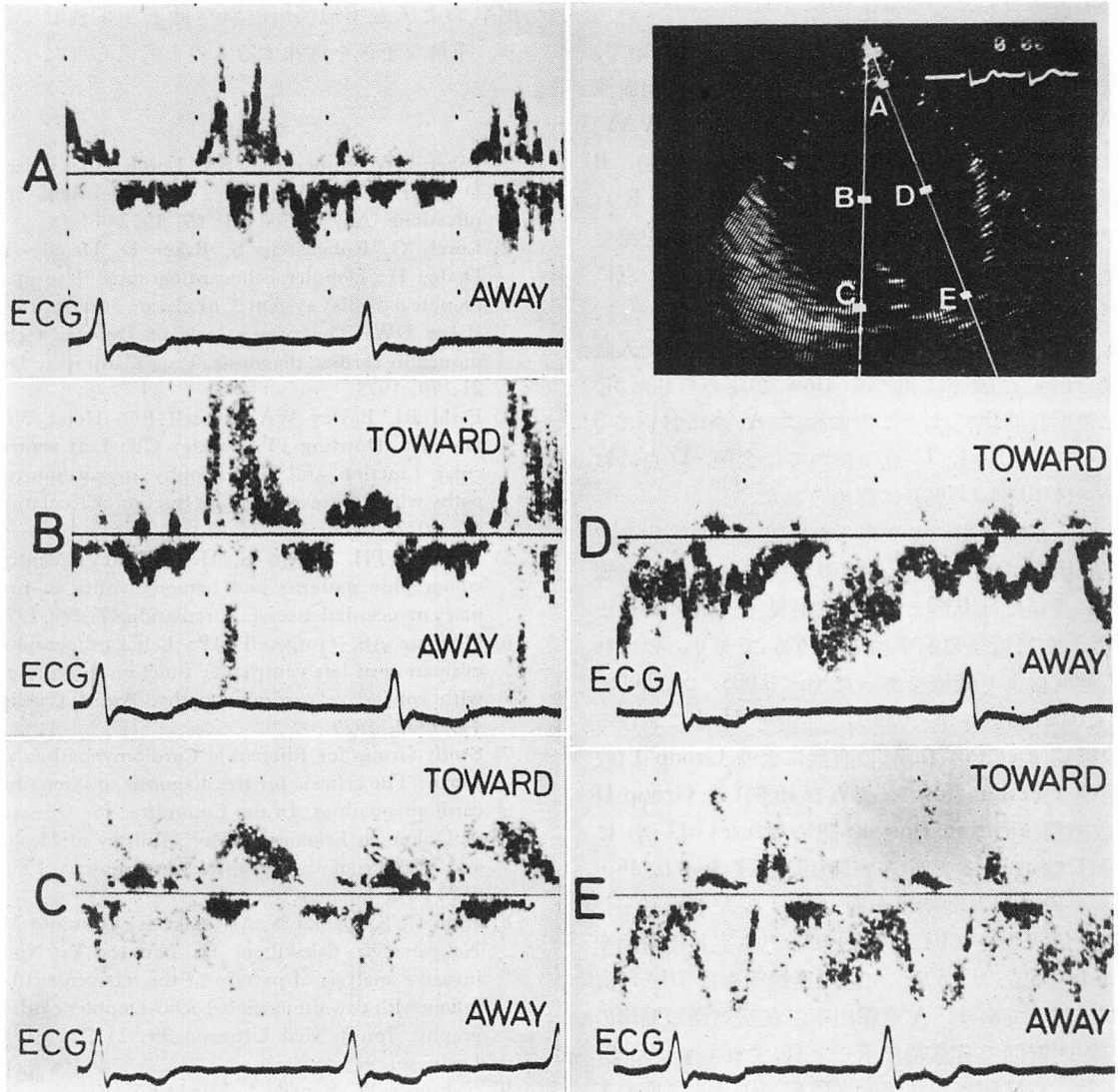


Fig. 9. Pulsed Doppler echocardiograms of a patient with aortic regurgitation and mitral regurgitation (a 35-year-old male).

The abnormal Doppler signals are recorded at the inflow (C) and outflow (E) portions of the left ventricle, but there is no systolic ejection flow at the apex (A) and middle portion (B) of the left ventricle.

Abbreviations are the same as in Fig. 1.

性心筋梗塞 5 例, 逆流性弁膜疾患 5 例について左室内血流パターンを記録した. 心尖部アプローチにより断面を設定し, A: 左室心尖部, B: 左室中央部, C: 僧帽弁口部, D: 心室中隔中央部左

室側, E: 左室流出路の 5 点において, 血流記録を行った. また心エコー検査とほぼ同時期に得られた左室造影像より, 駆出率, 拡張末期における短径長径比, 長径短縮率, 短径短縮率を求め, 左

室内血流パターンと対比した。

1) 健常例では, A, B, D, E の各点において, 左室駆出血流を示す探触子より遠ざかる駆出血流 (AWAY) が検出された。この駆出血流 (AWAY) は拡張型心筋症 27 例中 A 点では 2 例 (7%), B 点では 3 例 (11%), D 点では 16 例 (59%), E 点では 27 例 (100%) に認められた。僧帽弁逆流を示す広周波数帯域性の異常シグナルは, C 点において 12 例 (44%) に認められた。健常心では, A, B, C, D の各点において, 拡張早期左室流入血流を示す探触子に近づく flow が認められたが, 拡張型心筋症では, この血流は A 点において 3 例 (11%), B 点, C 点においては全例, D 点においては 10 例 (37%) に認められた。

2) 左室造影により得られた拡張型心筋症の左室駆出率は $36 \pm 11\%$, 拡張末期における左室短径・長径比は 0.82 ± 0.09 , 左室長径短縮率は $11 \pm 5\%$, 左室短径短縮率は $15 \pm 6\%$ であり, いずれも健常群より低値であった ($p < 0.005$, $p < 0.005$, $p < 0.02$ および $p < 0.001$)。症例を D 点における収縮期 ejection flow の有無により Group I (収縮期 ejection flow を認める 16 例) と Group II (収縮期 ejection flow の認められない 11 例) に分けて検討すると, 左室駆出率はそれぞれ $46 \pm 9\%$, $28 \pm 11\%$, 拡張末期における左室短径・長径比は 0.87 ± 0.10 , 0.78 ± 0.06 , 左室長径短縮率は $14 \pm 5\%$, $9 \pm 5\%$, 左室短径短縮率は $20 \pm 5\%$, $12 \pm 4\%$ であり, 左室駆出率, 左室短径短縮率のみが両群間で有意差を示した (いずれも $p < 0.02$)。

3) 心筋梗塞や逆流性弁膜疾患による高度の不全心においても, 収縮期および拡張期の血流異常が左室内に広範囲に認められた。

拡張型心筋症では左室内血流異常が左室心尖部, 左室中央部を中心に広範囲に認められるが, 左室造影所見との対比では, 心室中隔中央部左室側における収縮期駆出血流の消失は高度の左室駆

出率および左室短径短縮率の低下と関連しており, 重篤な予後を意味するものと考えられた。

文 献

- 1) Baker DW, Rubenstein SA, Lorch GS: Pulsed Doppler echocardiography. Principles and applications. Am J Med 63: 69, 1977
- 2) Lorch G, Rubenstein S, Baker D, Dooley T, Dodge H: Doppler echocardiography. Use of a graphical display system. Circulation 56: 576, 1977
- 3) Baker DW: The present role of Doppler techniques in cardiac diagnosis. Prog Cardiovasc Dis 21: 79, 1978
- 4) Feild BJ, Baxley WA, Russell RO, Hood WP, Holt JH, Dowling JT, Rackley CE: Left ventricular function and hypertrophy in cardiomyopathy with depressed ejection fraction. Circulation 47: 1022, 1973
- 5) Kreulen TH, Gorlin R, Herman MV: Ventriculographic patterns and hemodynamics in primary myocardial disease. Circulation 47: 299, 1973
- 6) Ghafour AS, Gutgesell HP: Echocardiographic evaluation of left ventricular function in children with congestive cardiomyopathy. Am J Cardiol 44: 1332, 1979
- 7) Study Group for Idiopathic Cardiomyopathies of Japan: The criteria for the diagnosis of idiopathic cardiomyopathies. In the Committee for Diseases of Unknown Etiology, ed by Ministry of Health and Welfare of the Japanese Government. 1980, p 234 (in Japanese)
- 8) Pyon C, Kinoshita N, Miyatake K, Okamoto M, Nakasone I, Sakakibara H, Nimura Y: Non-invasive analysis of pattern of the left ventricular inflow with two-dimensional echo-Doppler cardiography. Jpn J Med Ultrason 39: 247, 1981 (in Japanese)
- 9) Nakamura K, Sanada J, Minami Y, Kuroiwa N, Oshige T, Hashimoto S: Pulsed Doppler echocardiographic assessment of the abnormal blood flow dynamics in the left ventricular cavity in ischemic heart disease. Jpn J Med Ultrason 40: 7, 1982 (in Japanese)
- 10) Pearlman AS: Evaluation of ventricular function using Doppler echocardiography. Am J Cardiol 49: 1324, 1982