

左心室瘤を伴う心筋梗塞患者の左室内血流パターン：
ドップラー断層法による検討

Blood flow patterns in the left ventricle in patients with myocardial infarction and ventricular aneurysm: Evaluation using real-time two-dimensional Doppler echocardiography

小西池 篤
御幡 千里
松森 佳子
西庵 克彦
池岡 清光
安富 栄生
谷本 真穂
巻幡 修三
山本 忠生
岩崎 忠昭

Atsushi KONISHIIKE
Senri MIHATA
Yoshiko MATSUMORI
Katsuhiko NISHIAN
Kiyomitsu IKEOKA
Nagao YASUTOMI
Masaho TANIMOTO
Shuzo MAKIHATA
Tadao YAMAMOTO
Tadaaki IWASAKI

Summary

To evaluate how the intraventricular blood flow is affected by the size of a left ventricular aneurysm and ventricular dysfunction, systolic left ventricular blood flow patterns were evaluated using two-dimensional Doppler flow images (real-time 2-D Doppler echo). The subjects consisted of 10 normal controls, 35 patients with anteroseptal infarction, two patients with inferior infarction and five patients with anteroseptal-inferior infarctions. The systolic period was divided into three subsets; early, mid- and end-systole.

Forty-two patients with myocardial infarction were classified into three groups according to the left ventricular inflow patterns on real-time 2-D Doppler echo using the apical left ventricular long-axis approach; i.e., inflow signals confined to early systole (Group I), visualized up to mid-systole (Group II) and end-systole (Group III). Left ventricular end-diastolic dimension (LVDd), left ventricular

兵庫医科大学 第一内科
西宮市武庫川町 1-1 (〒663)

The First Department of Internal Medicine, Hyogo
College of Medicine, Mukogawa-cho 1-1, Nishino-
miya 663

Received for publication January 16, 1987; accepted April 3, 1987 (Ref. No. 30-58)

end-systolic dimension (LVDs), and % non-contractile circumference (ΔL) were calculated by the same echocardiographic approach. Ejection fraction (EF) was calculated by left ventricular cineangiography using the Simpson's method.

The left ventricular inflow Doppler signals in the normal controls and Group I turned in the apex and then directed toward the left ventricular outflow tract during late diastole and early systole.

Significant differences in EF were observed among the three groups. EF in Group I, II and III was $53 \pm 9\%$, $41 \pm 8\%$ and $29 \pm 7\%$, respectively. However, LVDd, LVDs and ΔL had the largest values in Group III and the smallest values in Group I. LVDd, LVDs and ΔL were smallest in Group I and largest in Group III.

In the normal controls, the left ventricular inflow signals proceeded to the apex and directed toward the left ventricular outflow tract in the early systolic period. Various changes in the inflow pattern were observed in patients with myocardial infarction and severe wall motion abnormalities, including delayed timing in proceeding from the apex to the left ventricular outflow tract, stagnant blood at the apex and further inflow of blood toward the apex even during end-systole. The patients with sustained inflow during late systole had hypofunction of the left ventricle as demonstrated by smaller EF and larger LVDd, LVDs, and ΔL .

In conclusion, the observation of intracardiac blood flows by real-time 2-D Doppler echo is of help in evaluating the severity of myocardial infarction.

Key words

Real-time two-dimensional echocardiography
infarction

Left ventricular aneurysm

Left ventricular blood flow image
Left ventricular function

Old myocardial

はじめに

左室内の血流は従来左室造影で観察されていたが、それは十分なものではなかった。しかし、最近ではドップラー法¹⁻⁴⁾を用いて左室内血流を非観血的に観察できるようになった。一方、虚血性心疾患では壁運動の異常が存在するために、左室内血流が正常とは異なることが予想される。これまでもパルス・ドップラー法を用い、虚血心の心室内血流に関するいくつかの研究⁵⁻⁷⁾があるが、左室内血流パターンと左心機能との関連についての検討は十分になされたとはいえない。それはパルス・ドップラー法により左室内全体の血流を検出するには多くのサンプリングポイントが必要であり、確立した心機能評価法として本法を用いるのは煩雑に過ぎるためである。一方、近年開発された断層ドップラー法⁸⁻¹¹⁾を用いれば容易に左室内腔の血流を観察できる。例えば探触子を心尖部に置いて左室を観察すると、左房からの流入血流は赤色、左室から大動脈への駆出血流は青色で表示される。

今回、我々は断層ドップラー法を用いて、心筋梗塞症患者の左室内血流パターンが左室瘤や左心機能障害によっていかなる影響を受けるのかを検討した。

対象ならびに方法

対象は陳旧性心筋梗塞患者 42 例 (前壁梗塞 35 例, 下壁梗塞 2 例, 前壁下壁梗塞 5 例) で、男 37 例, 女 5 例, 年齢は 35 歳から 71 歳 (59 ± 11 歳) である。全例に左室造影および冠動脈造影を施行した。対照として非観血的検査で心疾患の認められない症例 10 例 (男 8 例, 女 2 例) を用い、その年齢は 47 歳~63 歳 (平均年齢 55 ± 8 歳) である。使用装置は Aloka SSD880, リアルタイムドップラー断層装置で、探触子は 2.5 MHz を使用した。患者を左側臥位とし、心尖部アプローチによる左室長軸断面を得た。左室拡張末期径 (LVDd) および左室収縮末期径 (LVDs) は腱索レベルで 2DE から計測した (Fig. 1)。梗塞部位において akinesis 以上の壁運動異常を示す segment を認めた場合

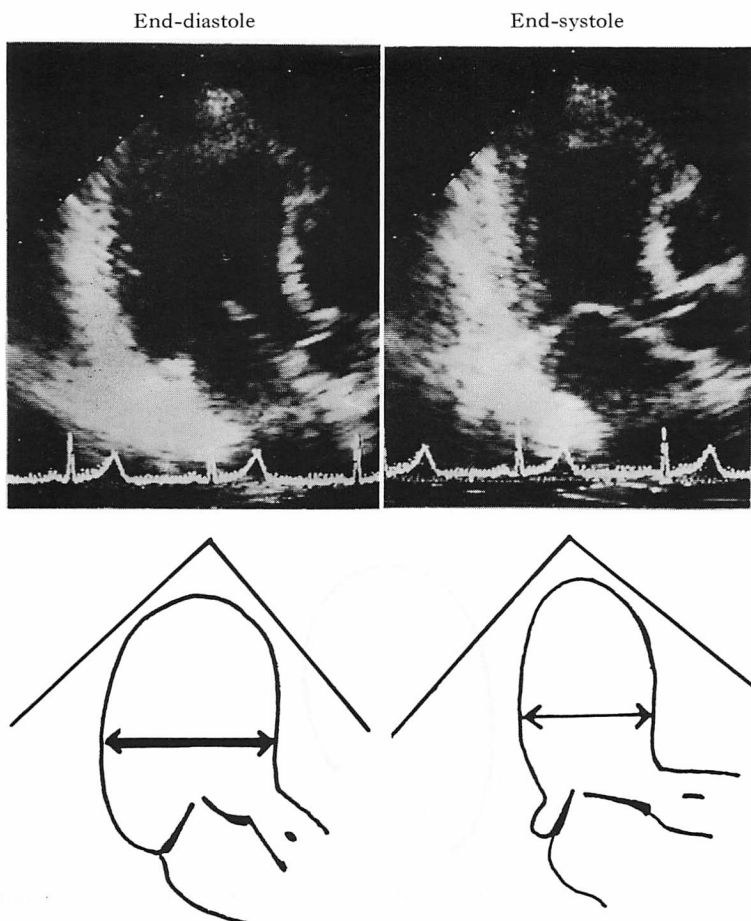


Fig. 1. Method of measuring left ventricular dimensions from apical two-chamber cross-sectional echocardiograms.

Left ventricular end-diastolic diameter (large arrow) and left ventricular end-systolic diameter (small arrow) are indicated by arrows.

には、その大きさを百分率 (BL) で表わすため、非収縮部分の周長 (a) を左室全周 (b) で除し、 ΔL ($=a/b \times 100$) (%) とした (Fig. 2). 左室造影より、Simpson 法を用いて左室容積を計測し、駆出分画 (EF) を求めた。

結 果

正常では、僧帽弁開放とともに左室へ流入する拡張早期の血流が赤色 (トランスジューサーに向う血流) で示され、拡張中期から末期には、それ

とともに、流入血の反転による左室流出路に向かい、トランスジューサーから遠ざかる青色の血流が観察できた (Fig. 3A). 収縮期には心尖から左室流出路へ向かう血流が主体を占め、僧帽弁を通過した左室流入血流は消失した (Fig. 4). しかし、正常人においても、収縮期のごく早期には、左室後壁側で心尖に向かう血流がみられる事があった (Fig. 3B).

心筋梗塞症では壁運動低下に伴う非収縮部分が生じ、収縮期の流入血流に変化がみられた。正常

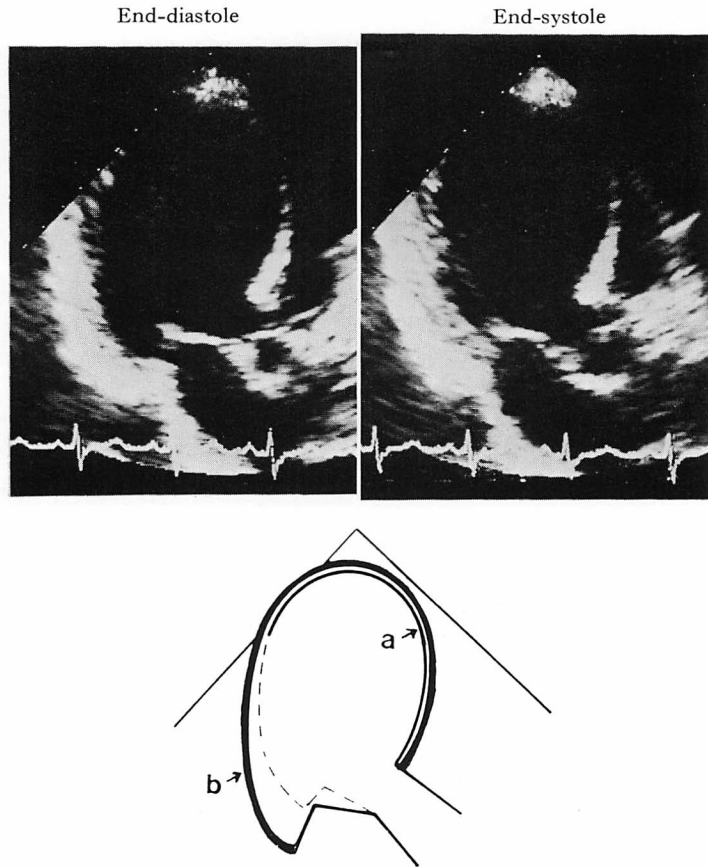


Fig. 2. Method of evaluating % non-contractile circumference (ΔL) by two-dimensional echocardiograms.

Schema of the left ventricle represents the apical two-chamber view in end-diastole and end-systole.

The % non-contractile circumference (ΔL) is calculated by the following equation:

$$\Delta L = a/b \times 100 (\%) \quad a = \text{perimeter of akinetic area; } b = \text{left ventricular end-diastolic perimeter.}$$

例で左室後壁寄りに認められた収縮早期の血流が、虚血性心疾患では収縮末期にも認められた。収縮期を平等に3分割すると、この血流は収縮早期に認められても中期に及ばない場合 (I 群), 収縮中期にも認められるが、収縮末期には認められない場合 (II 群), 収縮末期にまで認められる場合 (III 群) とがあった (Fig. 4).

I 群の血流パターンの実例を Fig. 5 に示す。非収縮部分の少ない心筋梗塞と正常群がこの血流パターンを示した。II 群の血流パターン (Fig. 6) では、I 群と異なり、収縮中期にも暗い赤色、す

なわち、トランスジューサーに向う速度の遅い血流が左室後壁側に認められている。Fig. 7A は III 群の症例で、心尖部に心室瘤を有し、著明な左心機能低下例である (EF: 24%, ΔL : 57%)。心尖寄りの後壁では、全収縮期を通じ、常に心尖に向かう赤色調の血流が認められ、収縮末期においてもそれが残存しているのが観察できる。また、心室中隔側では心尖部の反転血流が流出路に向かい、したがって血流は心室瘤内を常に時計回りに回旋しているのがわかる。Fig. 7B は同症例の心尖レベル短軸像であるが、心尖部後壁側から

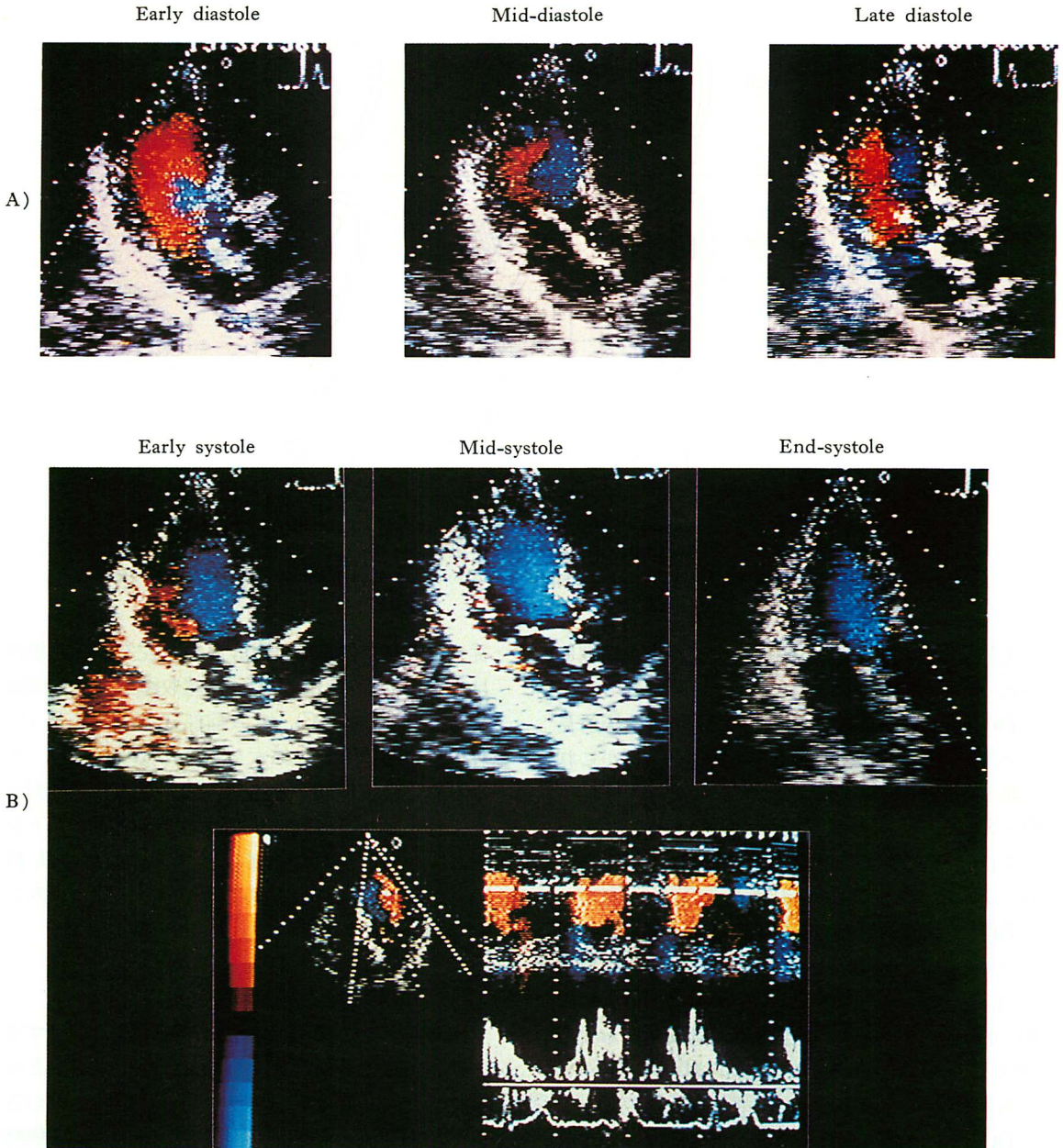


Fig. 3. Left ventricular flow patterns in a normal subject in diastolic phase (A) and systolic phase (B).

Reddish color indicates the inflow Doppler signals into the left ventricle, and bluish color indicates the ejection signals from the left ventricle to the aorta.

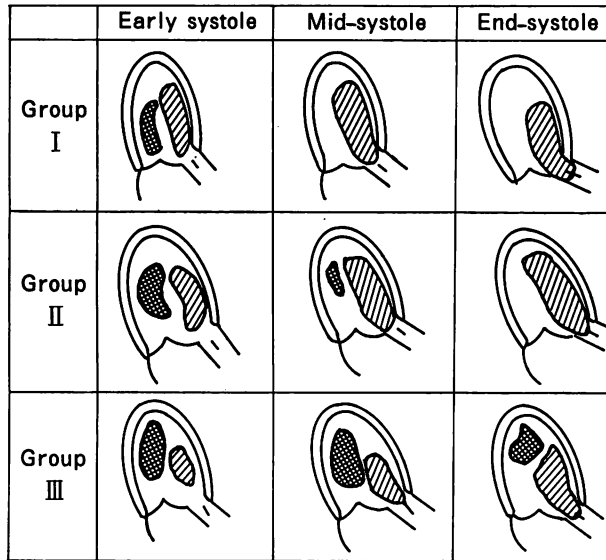


Fig. 4. Schematic representation of the left ventricular inflow patterns visualized by real-time 2-D Doppler echocardiography in the three groups.

Latticed area indicates the inflow Doppler signals and hatched area indicates the ejection Doppler signals.

心尖部前壁側へ赤色系の一定の血流が全収縮期にわたって認められる。

Table 1 は I 群の像を示した 17 例の臨床所見であり, 下壁梗塞の 2 例と前壁梗塞 15 例がこれに属した. EF は平均 $53 \pm 9\%$ で, LVDd は 48 ± 5 mm, LVDs は 36 ± 6 mm であった. 17 例中 7 例 (41%) に akinesis 以上の壁運動異常を認め, ΔL は $25 \pm 5\%$ であった.

Table 2 は II 群の像を示した 14 例の臨床所見である. 1 例を除き, 全例 EF は 50% 以下 ($41 \pm 8\%$) で, LVDd は 53 ± 6 mm, LVDs は 40 ± 6 mm, akinesis 以上の壁運動異常を示す症例は 14 例中 8 例 (57%) で, その ΔL は $33 \pm 4\%$ であった.

Table 3 には III 群の臨床所見を示す. いずれも EF が 37% 以下で, 全例が akinesis 以上の壁運動異常を呈し, LVDd は 64 ± 7 mm, LVDs は 54 ± 9 mm で, ΔL は $47 \pm 11\%$ と高値を示したが, EF は $29 \pm 7\%$ であった.

以上から, EF は I 群, II 群, III 群と進むに

従って有意に低下し (**Fig. 8A**), 左室拡張末期径は有意に拡大 (**Fig. 8B**), 左室収縮末期径も同様であった (**Fig. 8C**). 非収縮部分 (ΔL) は I, II, III 群の順に有意に拡大を示した (**Fig. 8D**). すなわち, 心尖に向かう赤色血流が収縮末期に到るまで認められる症例ほど, 著明な心機能の低下を示していた. なお心尖部の dyskinesis は III 群の 7 例 (64%) に認められたが, I, II 群にはみられなかった.

考 察

断層心エコー図法とともに, パルス・ドップラー法は循環器分野で欠く事のできない検査法となってきた. これはドップラー法が心腔内血流の方向や, 弁逆流の有無, 重症度を評価でき, 弁膜症や先天性心疾患の診断に重要な位置を占めるようになったためである. 近年, さらに血流がその方向と速さによってカラー表示されることにより心腔内血流を検出できる断層ドップラー法が開発され⁸⁻¹⁰⁾, 視覚的な色調変化による情報が得られる

Table 1. Clinical and echocardiographic profiles in Group I

Name	Age (years)	Location of infarct	EF (%)	LVDd (mm)	LVDs (mm)	ΔL (%)
1 N.T.	35	inf	35	52	42	
2 Y.T.	53	ant	55	40	25	
3 S.T.	63	ant	43	48	40	30
4 S.S.	69	ant, inf	45	58	48	30
5 N.M.	56	ant	60	49	32	
6 Y.Y.	54	ant	75	44	33	
7 H.H.	66	ant	47	48	34	18
8 T.M.	63	ant	57	43	32	25
9 F.H.	68	ant	53	45	37	20
10 T.O.	40	ant	42	53	35	30
11 S.I.	66	ant	51	40	30	32
12 T.Y.	71	ant	54	50	40	
13 G.T.	60	ant	53	49	35	
14 S.U.	58	ant	58	45	31	
15 S.U.	59	inf	50	53	40	
16 S.I.	62	ant	55	52	42	
17 A.T.	59	ant	60	45	31	
m \pm 1SD	59 \pm 8		53 \pm 9	48 \pm 5	36 \pm 6	25 \pm 5 (n=7)

EF=left ventricular ejection fraction; LVDd=left ventricular end-diastolic diameter; LVDs=left ventricular end-systolic diameter; ΔL =% non-contractile circumference of the left ventricle; ant=anterior infarction; inf=inferior infarction.

ようになった。本法により弁膜疾患における逆流血の方向や先天性心疾患における短路血流の方向性だけでなく、それらの定量的分析¹¹⁻¹³⁾も試みられるようになった。しかし、断層ドップラー法を用いて虚血性心疾患の左室内血流を観察した報告は少ない。

従来、パルス・ドップラー法を用いて梗塞心の左室内の血流を検討した報告にはいくつかのものがある^{14,15)}。これらは、左室流入路から心尖部へ、あるいは心尖部から左室流出路にかけて多くのサンプリングポイントを定め、各ポイントにおける血流パターンを観察した上で、それらを総合的に判定するものである。高尾ら¹⁶⁾によれば、心尖2腔断面を用いた健常者の左室内血流の検討に

Table 2. Clinical and echocardiographic profiles in Group II

Name	Age (years)	Location of infarct	EF (%)	LVDd (mm)	LVDs (mm)	ΔL (%)
1 T.K.	51	ant	38	49	35	37
2 T.I.	62	ant	47	45	36	28
3 H.I.	52	ant	46	48	37	
4 K.I.	70	ant	32	45	30	35
5 T.N.	67	ant, inf	42	60	49	38
6 T.S.	69	ant	36	49	30	33
7 H.N.	74	ant	35	61	48	35
8 M.H.	47	ant	60	57	42	
9 T.T.	49	ant	48	54	41	
10 S.Y.	37	ant	38	51	40	
11 I.T.	38	ant	40	51	41	
12 H.N.	66	ant	46	55	47	34
13 H.F.	41	ant	31	61	48	35
14 K.M.	56	ant, inf	30	50	40	32
m \pm 1SD	56 \pm 13		41 \pm 8	53 \pm 6	40 \pm 6	33 \pm 4 (n=9)

Abbreviations: see Table 1.

Table 3. Clinical and echocardiographic profiles in Group III

Name	Age (years)	Location of infarct	EF (%)	LVDd (mm)	LVDs (mm)	ΔL (%)
1 K.Y.	68	ant, inf	30	65	58	42
2 Y.I.	65	ant	35	50	40	36
3 T.M.	56	ant	24	70	62	52
4 A.H.	53	ant	24	68	58	57
5 M.K.	35	ant	28	67	53	55
6 N.F.	69	ant	37	57	42	34
7 K.M.	65	ant, inf	18	75	70	65
8 H.K.	71	ant	20	65	59	60
9 Y.Y.	70	ant	35	59	48	37
10 S.K.	66	ant	35	64	52	40
11 M.S.	59	ant	33	63	56	38
m \pm 1SD	62 \pm 11		29 \pm 7	64 \pm 7	54 \pm 9	47 \pm 11 (n=11)

Abbreviations: see Table 1.

において、拡張期流入血流は基本的に左室内を時計方向に回旋しており、収縮中期から収縮後期には

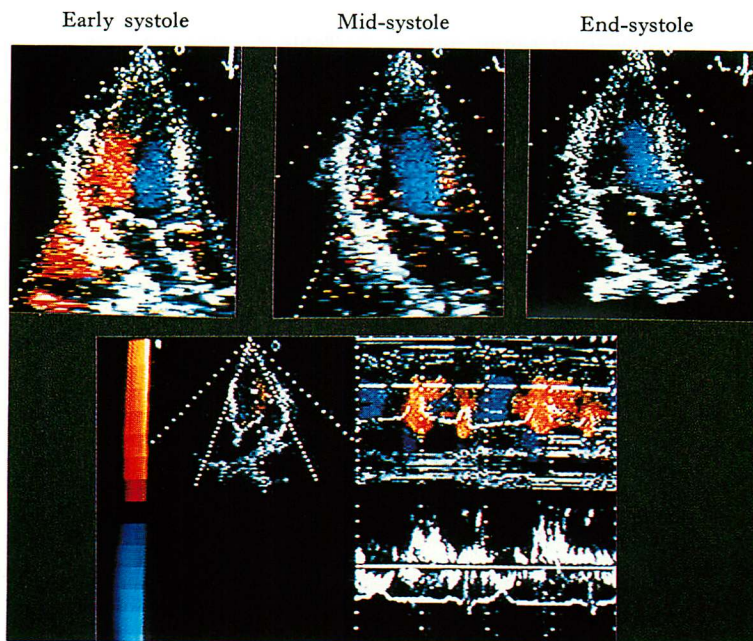


Fig. 5. Left ventricular inflow pattern in group I in the systolic phase.

Left ventricular inflow signals (reddish color) are observed in the early systolic phase, but not in the mid- or end-systolic phases.

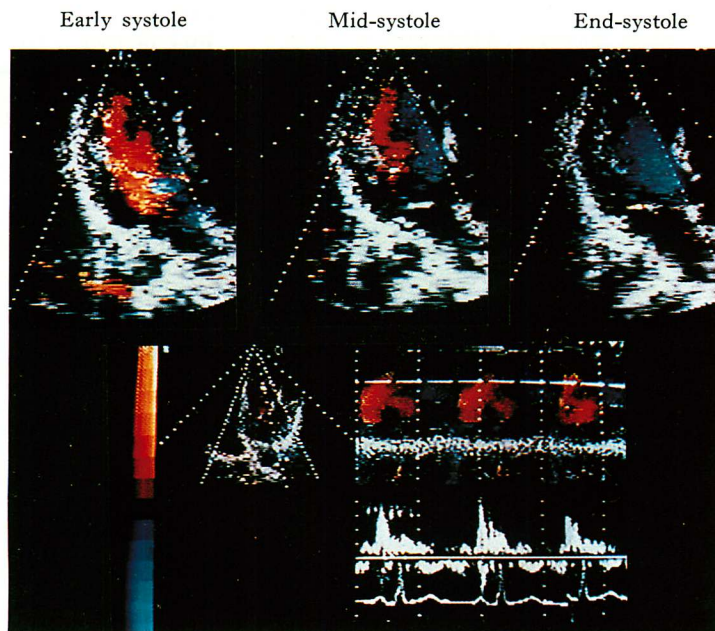


Fig. 6. Left ventricular inflow pattern in group II in the systolic phase.

Left ventricular inflow signals are observed in the early and mid-systolic phases but not in the end-systolic phase.

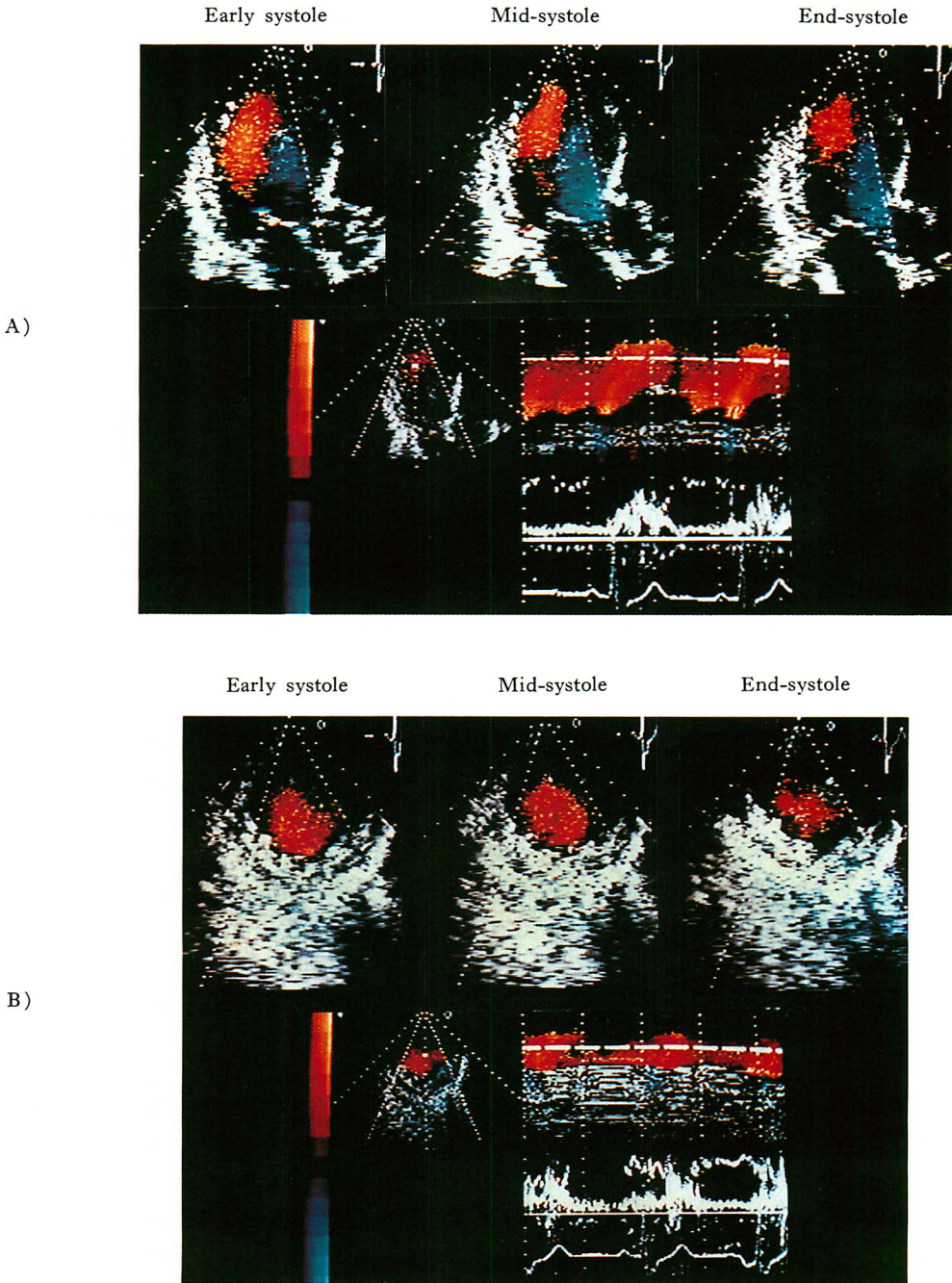


Fig. 7. Left ventricular inflow pattern in group III in the systolic phase obtained by apical long-axis (A) and short-axis (B) views.

Left ventricular inflow signals are observed throughout the systolic phase.

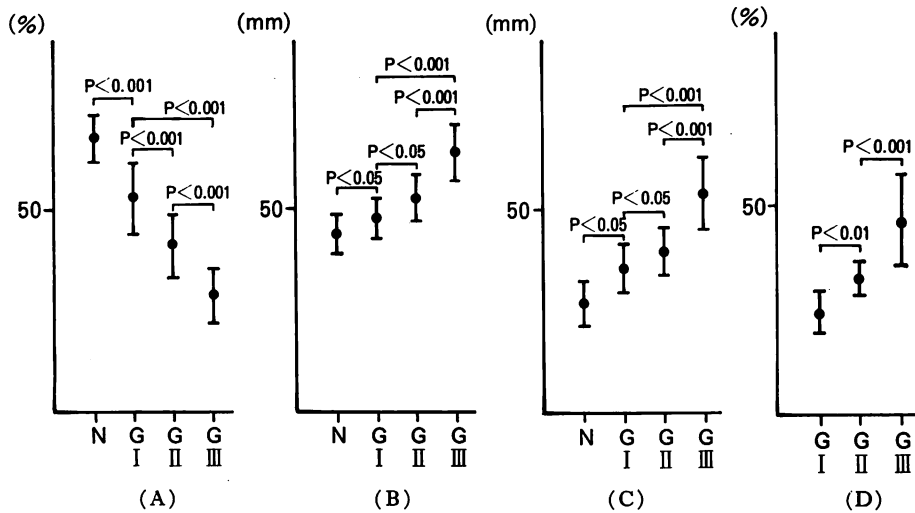


Fig. 8. Comparison of left ventricular parameters among three groups and normal controls.

Left ventricular ejection fraction (A), left ventricular diastolic (B) and systolic (C) dimensions and left ventricular % non-contractile circumference (ΔL) (D) of the left ventricle are compared among the groups.

N: normal controls, GI: Group I, GII: Group II, and GIII: Group III.

心尖部から左室流出路へ向かうとしている。我々の行った健常人の断層ドップラー左室流入血流パターンはそれとほぼ一致し、左室後壁寄りに流入した赤色の血流は、左室中央から心尖部寄りで反転し、収縮中期から末期にかけて青色血流となり、心室中隔側を通過して左室流出路から大動脈に向かった。このように正常心では拡張期と収縮期の血流の変化をそれぞれの色調変化としてとらえる事ができるが、虚血性心疾患、特に心筋梗塞では、左室形態や収縮様式の変化を伴い、血流パターンに変化が生じる事が予想される。

2DE を用いた心機能評価にとって、拡張末期左室径や収縮末期左室径、および駆出率はよい指標であり、しばしば虚血性心疾患の心機能評価にも適応される。Kreulen ら¹⁷⁾の心筋梗塞症における左室造影の壁運動と心機能の検討でも、左室の diffuse hypokinesis や localized hypokinesis を呈する症例では、駆出率の低下とともに拡張末期容量の増加を認めており、これは左室機能低下に伴う代償性機転を示すものである。我々の検討に

おいても非収縮部分 (ΔL) の少ない症例ほど駆出率は良好で、拡張末期左室径、収縮末期左室径も小さく、左室内血流パターンも正常群と類似していた。しかし、非収縮部分が多い心室瘤例ほど駆出率は低下し、拡張末期あるいは収縮末期左室径は大きく、拡張末期から収縮期にかけての左室内血流パターンに変化が生じていた。すなわち、拡張期に左房から左室に向かう左室流入血流が収縮期においても消失せずに残存し、心尖部での駆出血流への反転時期が遅れていた。中村ら¹⁴⁾のパルス・ドップラー法の検討でも、心筋梗塞症の心機能低下例では、収縮末期に心尖部から左室流出路へ向かう駆出血流の存在だけでなく、逆に心尖部に向かう血流(赤色)を認めたとしている。これは広範な心筋梗塞症における心尖部が心室瘤を形成して akinesis や dyskinesis の状態となり、それに対し心基部付近の壁運動が比較的よく保たれている事に関連している。すなわち、我々の検討した III 群におけるごとく、駆出率が著明に低下し、akinesis および dyskinesis を示す広い非収縮

部分を有する症例では、拡張期流入血流の反転時期が遅れて、収縮末期にも心室瘤内へ向かう正常とは逆方向への血流としてとらえられる事がある。この点について、尾本ら¹⁸⁾も断層ドプラー法で、我々と同様に心室瘤内にトランスジューサーに向う血流シグナルを認めたと報告しているが、左心機能との対比は行っていない。また、北島ら¹⁹⁾によれば、健常者の左室駆出血流は心尖部から心基部レベルへと直線的に加速されるが、左心機能低下例では心尖から心室中央部にかけて血流の加速がみられず、僧帽弁レベルから大動脈弁輪部付近で加速されると述べている。この事は、左室収縮不全に伴う心室瘤症例において、心尖部血流が駆出機構に関与していない事を示すものである。特に心尖部の *dyskinesis* は心尖部血流を壁運動と同じ方向へ向かせるため、このような正常とは逆の血流を生み出すのかもしれない。我々の検討でも、心尖部に *dyskinetic motion* を呈する症例は I 群と II 群には無く、III 群にのみ 64% の例で認められたが、これは上記の所見を反映したものと考えられた。巻幡ら²⁰⁾は著明な左心機能低下と左室腔拡大を示す症例において、左室内にモヤモヤエコーを認めたと報告しているが、このモヤモヤエコーは左室内血流の速度と一致し、心室瘤内を旋回し、左室後壁側では全心周期を通じて心尖部に向かったと述べている。今回の我々の検討ではモヤモヤエコーを伴った症例は認められなかったが、III 群に代表される著明な左室機能低下例の左室内カラー血流パターンは、このモヤモヤエコーの流れに近似していた。

以上から断層ドプラー法を用いた梗塞心の収縮期血流の変化は、心機能低下によって影響され、心筋梗塞の重症度判定に有用と考えられた。

要 約

心筋梗塞症の左室内血流パターンが左心室瘤の大きさや左心機能によっていかに影響を受けるかを調べるために、ドプラー断層を用いて検討した。対象は健常 10 例、前壁中隔梗塞 35 例、下壁

梗塞 2 例、前壁下壁梗塞 5 例である。収縮期相を 3 等分し、心尖部アプローチのドプラー断層に示される左室流入血流(赤色)が収縮早期に消えるものを I 群、収縮中期まで残るものを II 群、収縮末期まで残るものを III 群とした。また 2DE から左室拡張末期径 (LVDd)、左室収縮末期径 (LVDs)、心筋壁非収縮部分 (ΔL) を求め、左室造影より駆出分画 (EF) を求めた。

健常人において左房から左室へ流入する流入血流は、収縮早期に心尖部で反転して左室流出路へ向かい、I 群のパターンに相応した。

心筋梗塞症において、EF は I 群、II 群、III 群でおのおの $53 \pm 9\%$ 、 $41 \pm 8\%$ 、 $29 \pm 7\%$ と、III 群、II 群、I 群の順に低下していた。

I 群、II 群、III 群で、LVDd はおのおの 48 ± 5 mm、 53 ± 6 mm、 64 ± 7 mm、LVDs はおのおの 36 ± 6 mm、 40 ± 6 mm、 55 ± 9 mm、 ΔL は $25 \pm 5\%$ 、 $33 \pm 4\%$ 、 $47 \pm 11\%$ と、いずれも III 群、II 群、I 群の順に大であった。

以上から、左房から左室へ流入する正常左室流入血流は、収縮早期の間に反転して左室流出路へ向かうが、心筋梗塞による壁運動異常が広範囲に存在すれば、反転の時期が遅れ、あるいは反転せずに停滞し、さらには逆に心尖部方向に向かう血流が認められた。すなわち、収縮後期まで心尖部に向う血流シグナルを認めるものほど EF は小さく、LVDd、LVDs、 ΔL の大きな左心機能低下症例であった。このようにドプラー断層を用いることにより、心筋梗塞症の重症度判定に新しい知見が得られると考えられた。

文 献

- 1) Lorch G, Rubenstein S, Baker D, Cooley T, Dodge H: Doppler echocardiography. Use of a graphical display system. *Circulation* 56: 576, 1977
- 2) Matsuo H, Morita H, Senda S, Kitabatake A, Asao M, Tanouchi J, Mishima M, Abe H: Detection and visualization of regurgitant flow in valvular diseases by pulsed Doppler technique. *Jpn Circ J* 46: 377, 1982

- 3) Pearlman AS: Evaluation of ventricular function using Doppler echocardiography. *Am J Cardiol* **49**: 1324, 1982
- 4) Spirito P, Maron BJ, Bonow RO: Noninvasive assessment of left ventricular function: Comparative analysis of Doppler echocardiographic and radionuclide angiographic techniques. *J Am Coll Cardiol* **7**: 518, 1986
- 5) Murao A, Oki T, Takemura H, Asai M, Fukuda N, Ohshima C, Nuki T, Mori H: Left ventricular inflow velocity patterns in myocardial infarction studied by pulsed Doppler echocardiography: With special reference to the mechanism of diastolic gallop sounds. *J Cardiol* **12**: 583, 1983 (in Japanese)
- 6) Tanouchi J, Kitabatake A, Asao M, Morita T, Masuyama T, Hori M, Inoue M, Abe H: Role of left ventricular relaxation on transmitral flow dynamics during early diastole: A study with pulsed Doppler flowmetry. *J Cardiol* **13**: 301, 1983 (in Japanese)
- 7) Meizlish JL, Berger HJ, Plankey M, Errico D, Levy W, Zaret BL: Functional left ventricular aneurysm formation after acute anterior transmural myocardial infarction. *N Engl J Med* **331**: 1001, 1984
- 8) Namekawa K, Kasai C, Tsukamoto M, Koyano A: Real-time blood flow imaging system utilizing auto-correlation techniques. *Ultrasound Med Biol Suppl* **2**: 203, 1983
- 9) Omoto R, Yokote Y, Takamoto S, Kyo S, Ueda K, Asano H, Namekawa K, Kasai C, Kondo Y, Koyano A: The development of real-time two-dimensional Doppler echocardiography and its clinical significance in acquired valvular diseases: With special reference to the evaluation of valvular regurgitation. *Jpn Heart J* **25**: 325, 1984
- 10) Miyatake K, Okamoto M, Kinoshita N, Izumi S, Owa M, Takao S, Sakakibara H, Nimura Y: Clinical application of a new type of real-time two-dimensional Doppler flow imaging system. *Am J Cardiol* **54**: 857, 1984
- 11) Miyatake K, Izumi S, Okamoto M, Kinoshita N, Asanuma H, Nakagawa H, Yamamoto K, Takamiya M, Sakakibara H, Nimura Y: Semiquantitative grading of severity of mitral regurgitation by real-time two-dimensional Doppler flow imaging technique. *J Am Coll Cardiol* **7**: 82, 1986
- 12) 松村 誠, 許 俊鋭, 高本真一, 横手祐二, 森田紀代造, 尾本良三: ドプラー断層による大動脈弁閉鎖不全の重症度の検討. *日超医講演論文集* **46**: 473, 1985
- 13) Kyo S, Omoto R, Takamoto S, Takanawa E: Clinical significance of color flow mapping (real-time two dimensional Doppler echocardiography) in congenital heart disease. *Circulation* **70**: 11, 1984 (abstr)
- 14) 中村一彦, 真田純一, 南 幸弘, 黒岩宣親, 大重太真男, 橋本修治: 超音波パルスドプラー法による虚血性心疾患の左室流入血流の検討. *日超医講演論文集* **40**: 7, 1982
- 15) Miyatake K, Park Y, Kinoshita N, Okamoto M, Beppu S, Izumi S, Takao S, Sakakibara H, Nimura Y: Analysis of left ventricular blood flow in cases of myocardial infarction: A preliminary report. *J Cardiol* **14**: 665, 1984 (in Japanese)
- 16) 高尾精一, 宮武邦夫, 岡本光師, 清水昭彦, 松浦俊夫, 朴 永大, 木下直和, 榊原 博, 仁村泰治: 断層ドプラー・エコー法による左室内血流動態の多点分析. *日超医講演論文集* **43**: 445, 1983
- 17) Kreulen TH, Gorlin R, Herman MV: Ventriculographic pattern and hemodynamics in primary myocardial disease. *Circulation* **67**: 299, 1973
- 18) 尾本良三(編): カラーアトラスリアルタイムドプラー断層心エコー図法<ドプラー断層の臨床>. 診断と治療社, 1983
- 19) 北畠 颯, 田内 潤, 浅生雅人, 石原 謙, 森田代男, 藤井謙司, 伊藤 浩, 堀 正二, 井上通敏, 阿部 裕: 駆出期における左室血流速からする左室収縮機能評価の試み: 超音波エコー・ドプラー法による検討. *日超医講演論文集* **44**: 515, 1984
- 20) Makihata S, Tanimoto M, Yamamoto T, Konishiike A, Ohyanagi M, Ohgami T, Yamazaki K, Yasutomi N, Kawai Y, Iwasaki T: Pulsed Doppler echocardiographic evaluation of so-called "moyamoya" echoes in left ventricular aneurysms. *J Cardiol* **14**: 267, 1984 (in Japanese)