

人工血液 (Fluosol-DA) を  
用いた心筋内コントラスト  
エコー図法: 実験的虚血心  
の左室壁運動との対比

Myocardial contrast  
echocardiography using  
artificial blood (Fluosol-  
DA): A comparison with  
left ventricular wall mo-  
tion in the experimental  
ischemic heart

斎藤 光  
安島 春洋  
鈴木 真事

Hikaru SAITO  
Haruhiro AJIMA  
Makoto SUZUKI

**Summary**

In the present study, myocardial contrast echocardiographic enhancement was compared with left ventricular wall motion in an experimental ischemic heart according to the degree of narrowing of the coronary artery. Artificial blood (Fluosol-DA) was used as a contrast agent. In eight adult mongrel dogs, ischemic hearts with 0, 50, 70 to 90 and 100% narrowing of the coronary artery were produced by controlling a balloon catheter in a closed-chest system. Fluosol-DA was injected into the left main coronary artery and myocardial contrast echocardiograms were recorded. The short-axis images of the left ventricle were subdivided into octants using a "floating" reference system to analyze wall motion by an image analyzer (Cardias GP2000), and to evaluate density values in the echocardiogram by densitometry (MSR Vx-50).

1. With 0 and 50% narrowing of the coronary artery, the entire circumferential myocardium was filled with marked contrast echoes, and no change was observed in left ventricular wall motion.

2. In 70 to 90% narrowing, the perfusion area of the narrowed coronary artery was filled with mild contrast echoes compared to the other areas showing marked contrast echoes. But no change was observed in left ventricular wall motion.

3. During total occlusion, the perfusion area of the occluded coronary artery was not filled with contrast echoes and a distinct difference was observed between this and the other areas. Marked abnormality of wall motion was also observed. The area with abnormal wall motion tended to be wider than the area of contrast enhancement defect.

The ischemic area can therefore be more accurately confirmed by simultaneously observing the changes in contrast echocardiographic enhancement and in wall motion abnormalities.

東邦大学医学部 第三内科  
東京都目黒区大橋 2-17-6 (〒153)

The Third Department of Internal Medicine, Toho  
University School of Medicine, Ohashi 2-17-6,  
Meguro-ku, Tokyo 153

Received for publication February 27, 1984 (Ref. No. 27-69)

**Key words**

Myocardial contrast echocardiography  
ischemic heart      Artificial blood

Contrast echocardiographic enhancement  
Left ventricular wall motion

Experimental

はじめに

虚血性心疾患において、心エコー図法を用いた従来の研究には、左室壁運動異常の評価に関するものが多い<sup>1-14)</sup>。しかし、心エコー図では虚血領域を実際に病理学的に判定された範囲よりも過大に評価したり<sup>5-11)</sup>、また冠動脈に高度の狭窄を認めても、安静時の左心機能および壁運動は正常である<sup>14)</sup>等の報告があり、したがって従来の心エコー図法では、正確な心筋虚血領域や虚血程度の判定に若干の問題があると考えられる。

最近、種々のコントラスト物質を用いた心筋内コントラストエコー図法が考案、検討され、その有用性等が報告されている<sup>15-20)</sup>。我々は先に酸素運搬能力を有する人工血液 Fluosol-DA (以下 FDA) をコントラスト物質として用い、明瞭な心筋内コントラストエコー図が描出されることを報告した<sup>21)</sup>。本研究では、従来の心エコー図法による虚血心筋の壁運動異常と、FDA を用いた心筋内コントラストエコー図法による虚血領域の輝度変化との関係について、実験的虚血心を用いて対比検討した。

対象と方法

1. 対象および実験方法 (Fig. 1)

a) 実験動物の処理

体重 12~17 kg (平均 15.8 kg) の雑種成犬 8 頭を用い、ペントバルビタール (20~30 mg/kg) で静脈麻酔後、気管内挿管し、これを人工呼吸器 (Aika-respirator R60) に接続し、室内空気による陽圧呼吸を行った。

b) カテーテルの冠動脈挿入

開胸で左頸動脈より Judkins catheter を逆行性に挿入し、左冠動脈主幹部にその先端を置き、さらに catheter を通じて 2F Fogarty balloon

catheter を左冠動脈内に挿入した。

c) 超音波記録装置と心エコー図記録法

超音波記録装置には EUB-10 (日立製) を用いた。断層心エコー図は右側臥位で描出し、乳頭筋レベルにおける左室短軸断層図を 16 mm シネフィルムに記録した。断層図記録中は輝度調節を一定とし、探触子は描出断面が変化しないよう、用手的に保持した。

d) 人工血液の注入法

凍結保存した FDA (stem emulsion) (Table 1) を使用直前に温湯で融解させ、それに付加液 C と H とを混合させて得られた FDA (20 W/V% : ミドリ十字製) を、100% 純酸素を用いて酸素分圧 400~500 mmHg となるまで、板岡ら<sup>22)</sup>の方法により酸素化した。このように処理した FDA を用手的に約 2~4 秒間で左冠動脈主幹部より注入した (1 回注入量は 10 ml)。

2. 実験的虚血心の作成 (Fig. 1)

冠動脈 (左回旋枝) 内に挿入した Fogarty catheter の balloon を膨張させることによって、種々の程度の冠動脈狭窄程度を作成した。レントゲン透視下で、左冠動脈主幹部に置いた Judkins catheter より造影剤 (urografin) を注入し、狭窄程度を確認した。Fogarty catheter の balloon を膨張させて、造影剤がその末梢へまったく流れない状態を 100% (完全) 閉塞、このバルーン径の約 1/2 を 50% 狭窄、50% 狭窄と 100% 完全閉塞のほぼ中間で、造影剤がその末梢へわずかに流れる状態を 70~90% 狭窄、バルーンを全く膨張させない状態を非狭窄、と便宜上定めた。

3. 心筋エコー輝度変化の評価 (Fig. 2)

FDA を注入して得られた心筋内コントラストエコー図の評価は、肉眼的観察に加え、画像解析濃度測定装置 (MSR Vx-50) を用いて心筋エコー輝度変化を定量化した。16 mm シネフィルムに

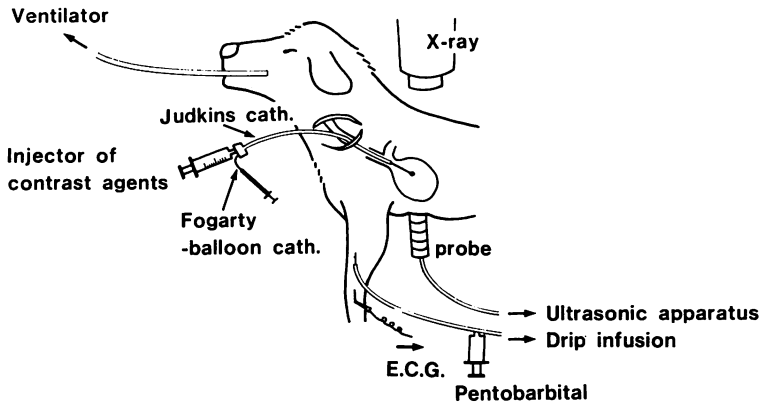


Fig. 1. Schema of the experimental set-up.

Table 1. Composition of Fluosol-DA

1. Stem emulsion (400 ml)		
FDC (perfluorodecalin)	17.5	w/v%
FTPA (perfluorotripropylamine)	7.5	w/v%
Pluronic F-68	3.4	w/v%
Yolk phospholipids	0.5	w/v%
Glycerol	1.0	w/v%
2. Annex solution-C and H		
[Annex solution-C]		
KCl	0.567	w/v%
NaHCO <sub>3</sub>	3.50	w/v%
[Annex solution-H]		
NaCl	4.28	w/v%
CaCl <sub>2</sub>	0.200	w/v%
MgCl <sub>2</sub>	0.144	w/v%
Glucose	1.28	w/v%
Hydroxyethyl starch	21.44	w/v%
Fluosol-DA		
Perfluorodecalin	14.0	w/v%
Perfluorotripropylamine	6.0	w/v%
Pluronic F-68	2.7	w/v%
Yolk phospholipids	0.4	w/v%
Glycerol	0.8	w/v%
NaCl	0.600	w/v%
KCl	0.034	w/v%
MgCl <sub>2</sub>	0.020	w/v%
CaCl <sub>2</sub>	0.028	w/v%
NaHCO <sub>3</sub>	0.210	w/v%
Glucose	0.180	w/v%
Hydroxyethyl starch	3.0	w/v%

記録された心筋内コントラストエコー図をビデオ画像に映出し、ビデオメモリー内では画面を画素256×256に、濃度階調を64階調に、それぞれデジタル変換した。変換した対象画像をモニターテレビジョンに表示し、ターゲットをディジタイザーにより移動させて、対象領域の心外膜、心内膜をトレースした。心外膜より面積重心を定め、前乳頭筋中隔側を基準点とし、その2点を結ぶ線を基準線と決め、放射状に8分画し、その各々について平均濃度値を求め、心筋エコー輝度変化の評価を行った。

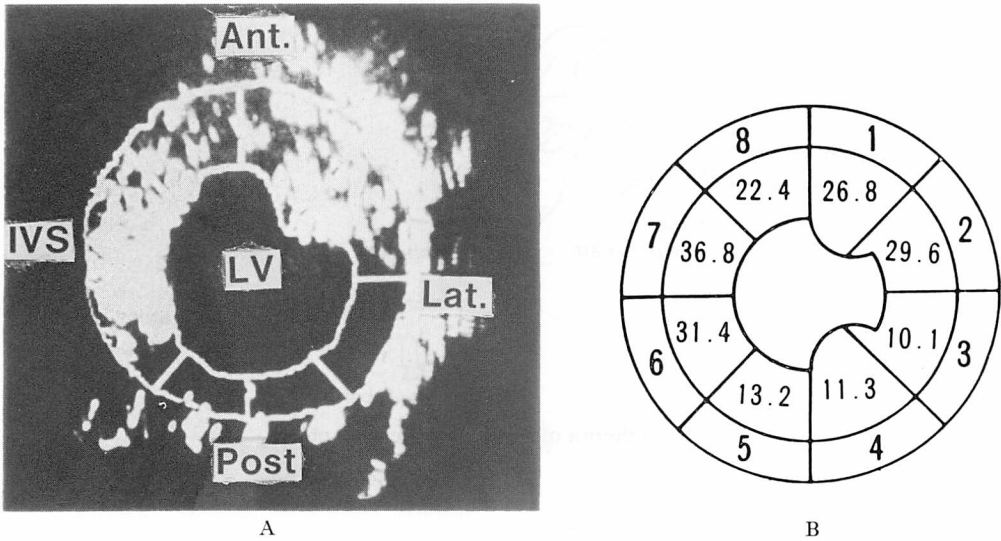
#### 4. 左室壁運動異常の評価 (Fig. 3)

左回旋枝各狭窄程度における左室壁運動異常は、肉眼的観察に加え、下記の如く定量化し検討した。心機能画像解析装置 Cardias GP-2000 (NAC製) を用い、16 mm シネフィルムに記録された左室短軸断層図の拡張終期 (ED) および収縮終期 (ES) の各々の心外膜、心内膜をトレースし、これを心筋エコー輝度変化の評価と同様に8分画に区分した。ED および ES での各分画における心筋壁厚 (TH) および内腔断面積 (A) を計測し、収縮期壁厚増加率  $\Delta Th$  (% thickness change):

$$\left[ \frac{\text{収縮終期壁厚} - \text{拡張終期壁厚}}{\text{拡張終期壁厚}} \right] \times 100\%$$

と左室内腔断面積縮小率  $\Delta A$  (% area change):

$$\left[ \frac{\text{拡張終期断面積} - \text{収縮終期断面積}}{\text{拡張終期断面積}} \right]$$

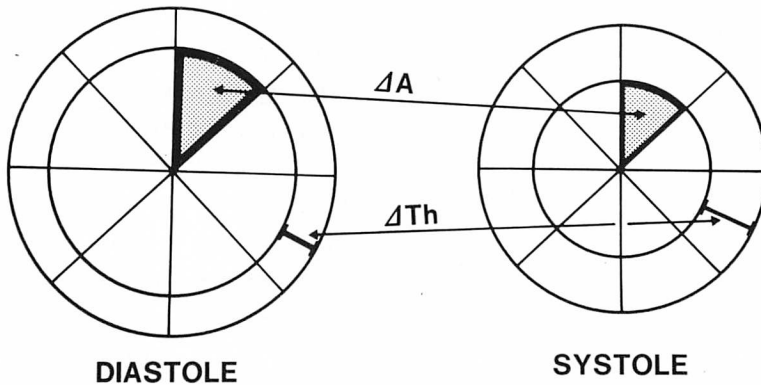


**Fig. 2. An example of the short-axis contrast image of total occlusion of the LCX and mean density value of octants determined by the image-analyzing densitometer (MSR Vx-50).**

A: Reduced enhancement is observed in the posterior area, and increased enhancement is in the other areas.

B: The density values of the LCX area are decreased markedly.

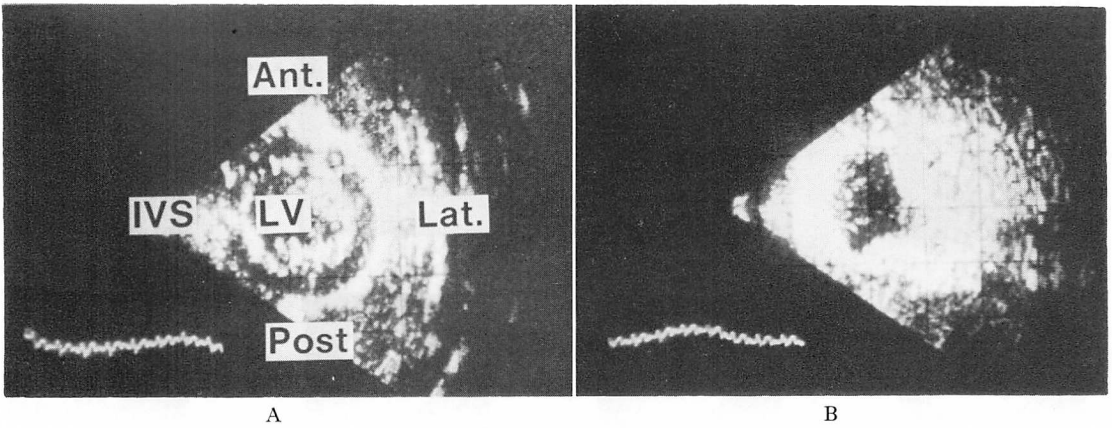
LCX=left circumflex coronary artery; IVS=interventricular septum; Ant.=anterior wall; Lat.=lateral wall; Post.=posterior wall; LV=left ventricle.



**Fig. 3. Schematic diagrams of the left ventricular wall motion analysis in the short-axis image, % area change and % thickness change, determined by the cardiac function analyser (Cardias GP-2000).**

End-diastolic and end-systolic left ventricular outlines are subdivided into octants to measure regional contraction.

$\Delta A$ : % area change;  $\Delta Th$ : % thickness change.

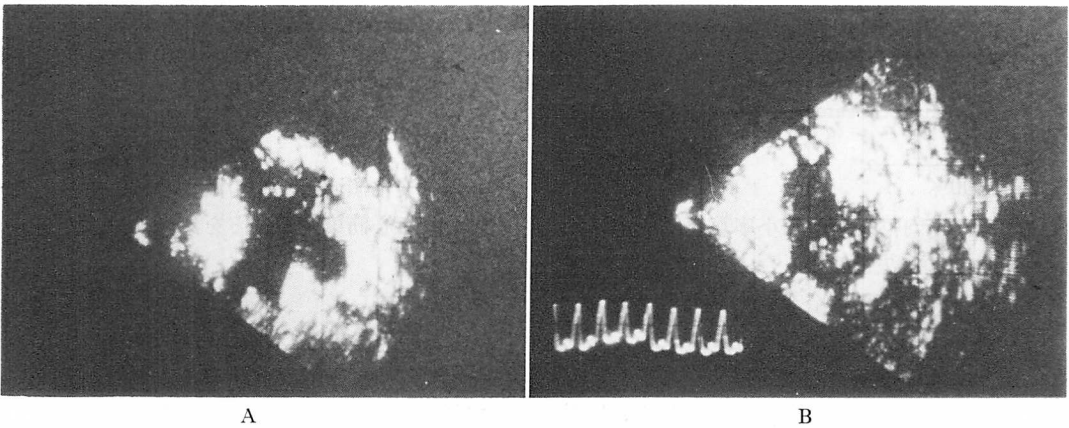


**Fig. 4. Contrast-enhanced two-dimensional echocardiograms of the left ventricle by injection of FDA into the LMC.**

A: Control.

B: After injection of FDA into the LMC, the entire circumference of the left ventricular myocardium is filled with contrast echoes.

LMC=left main coronary artery; IVS=interventricular septum; Ant.=anterior wall; Lat.=lateral wall; Post.=posterior wall; LV=left ventricle.

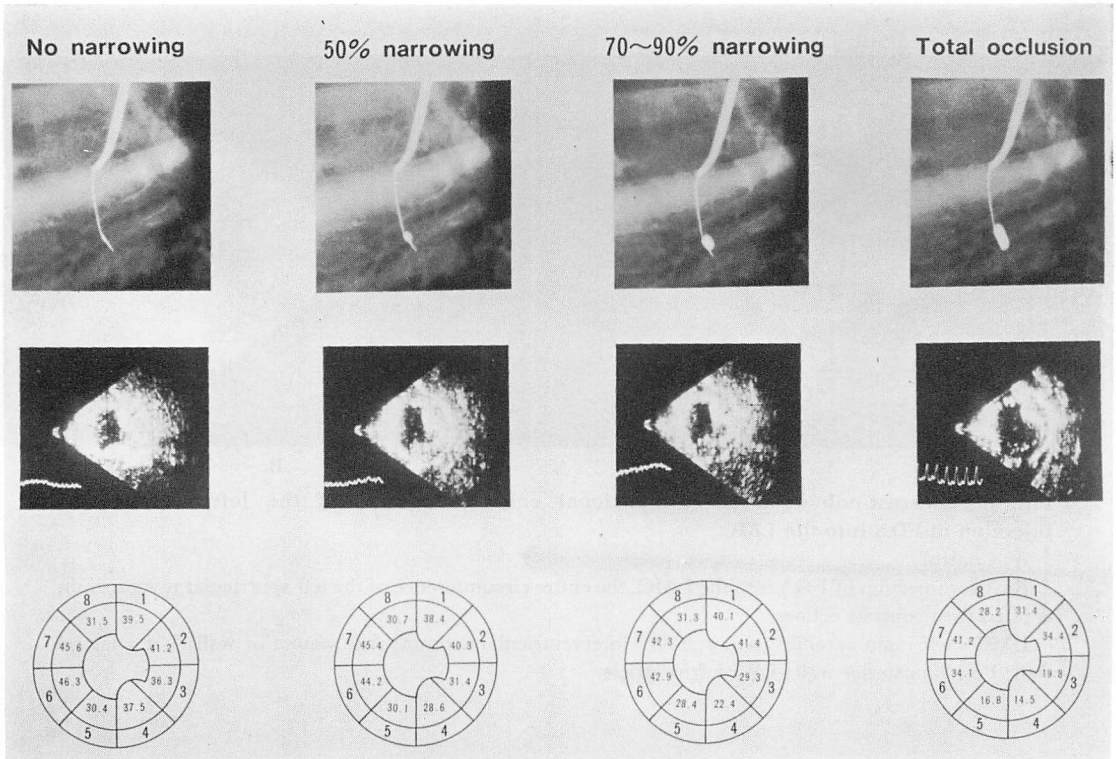


**Fig. 5. Myocardial contrast echocardiograms under total occlusion of the LAD and LCX.**

A: Reduced enhancement is observed in the anterior area, and increased enhancement is observed in the other areas.

B: Reduced enhancement is observed in the posterior area, and increased enhancement in the other areas.

LAD=left anterior descending coronary artery; LCX=left circumflex coronary artery.



**Fig. 6. Relationship of myocardial contrast echocardiograms and the density values of octants to the degree of coronary artery narrowing.**

Top: degree of narrowing of the LCX. Middle: short-axis images of the contrast-enhanced two-dimensional echocardiograms after injection of FDA. Bottom: diagrams of density values of octants.

断面積)×100%

を求めた. 左室内腔断面積縮小率算出には, floating-axis system 法を使用した. 左室壁運動異常の判定には, 非狭窄時の各分画の値を対照としてその変化量を求め, 定量的評価を試みた.

#### 5. 冠動脈支配領域の確認

実験終了後, 心筋エコー輝度変化領域と, 冠動脈灌流領域の関係を比較検討した. 左冠動脈回旋枝内に挿入したカテーテルよりブルーパーカーインクを約 10 cc 注入し, 灌流領域を染色した. その後, 塩化カリ静注により実験犬を屠殺した. 心停止後ただちに心臓を摘出し, 5 mm 間隔の左室心筋軸切片を作成した. ついで, 左回旋枝完全閉塞時の心筋内コントラストエコー図上の心筋エ

コー輝度変化領域と, その同レベルの左室短軸断面における心筋染色領域とを比較検討した.

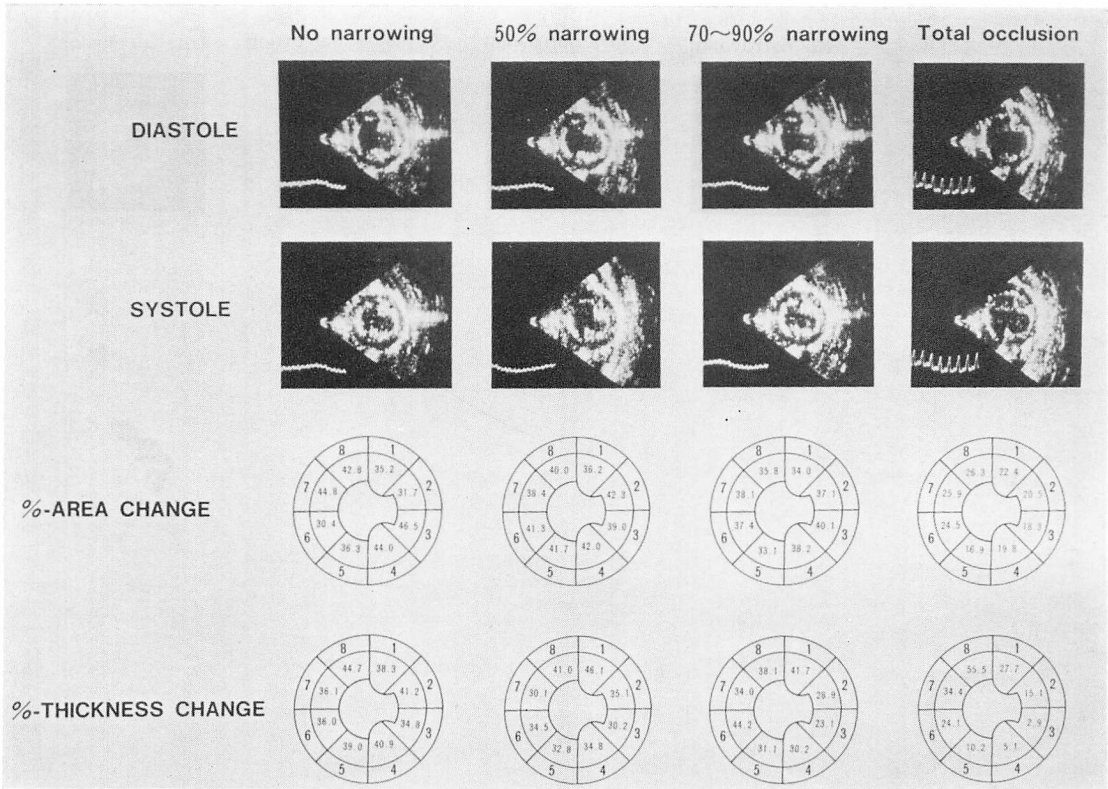
## 結 果

### 1. FDA による心筋エコー輝度変化

**Fig. 4** は左冠動脈主幹部より FDA 注入によって得られた心筋内コントラストエコー図(非狭窄)である. 注入前 (A) と比較し, 注入後 (B) は, 左室全周かつ心筋全層にわたって, 明瞭な心筋エコー輝度の増強を認めた.

### 2. 冠動脈完全閉塞時におけるその支配領域の心筋エコー輝度変化

**Fig. 5** は左冠動脈前下行枝および左回旋枝完全閉塞時の心筋内コントラストエコー図である. 左



**Fig. 7. Relationship of myocardial contrast echocardiograms to wall motion abnormalities of octants.**

Top: Short-axis images at end-diastole and end-systole on each degree of narrowing of the LCX.  
 Bottom: Schematic diagrams of % area change and % thickness change calculated by the Cardias GP-2000.

前下行枝完全閉塞時 (a) は、その支配領域である前壁側では輝度増強を認めず、他領域ではこれを認めた。左回旋枝完全閉塞時 (B) は、他領域の輝度増強に比べ、その支配領域の後壁側では輝度低下を認めた。

**3. 冠動脈狭窄程度と心筋エコー輝度変化**

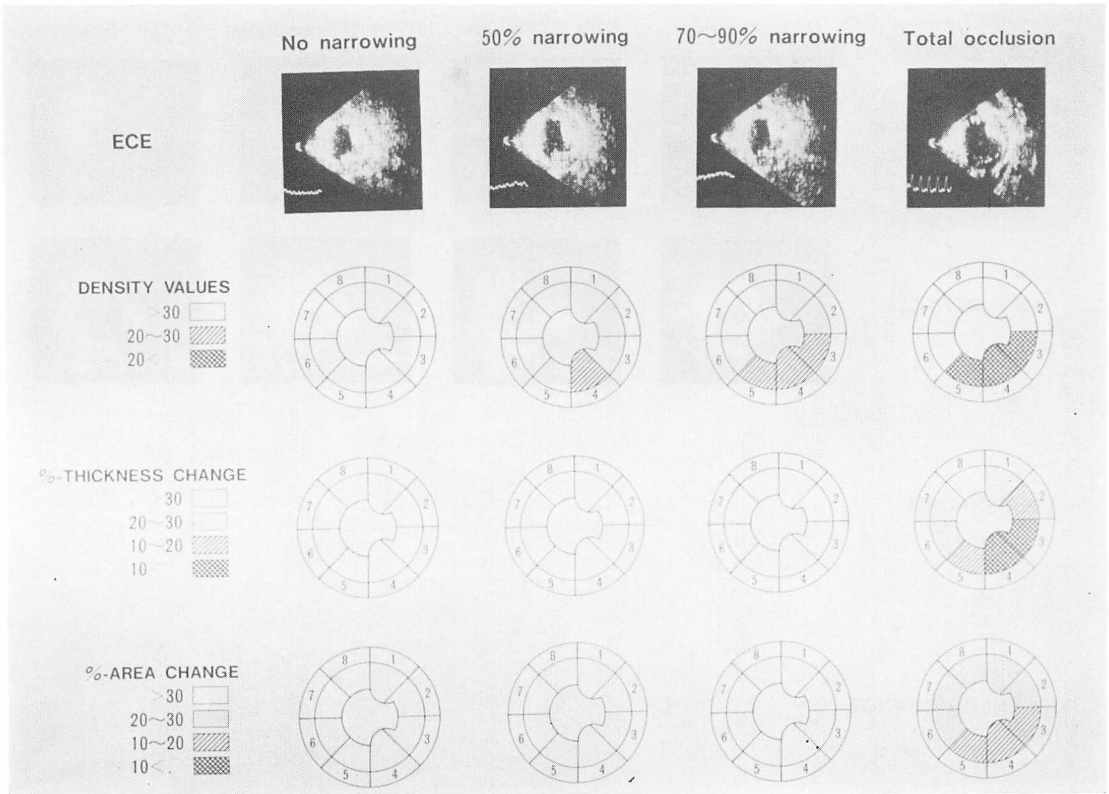
**Fig. 6** は種々の左回旋枝狭窄程度における心筋内コントラストエコー図と、その各分画における濃度値とを対比させたものである。非狭窄時には、左室全周および心筋全層に心筋エコー輝度の増強が認められた。これに対して、50% 狭窄時には肉眼的に著明な変化は認められなかったが、その冠動脈支配領域である後壁側の分画 3, 4, 5 のう

ち、分画 4 において、濃度値が非狭窄時の 37.5 から 28.6 へ軽度低下したにすぎなかった。しかし、70~90% 狭窄時にはその支配領域に斑状の輝度低下を認め、分画 3, 4, 5 の平均濃度値は 34.7 から 26.7 に減少した。さらに完全閉塞時には、その後壁側の心筋エコー輝度は他領域に比べて著明に低下し、平均濃度値も 17.0 と著しく減少した。

**4. 冠動脈狭窄程度と左室壁運動異常**

**Fig. 7** は種々の程度の左回旋枝狭窄における左室短軸断層図と、各分画における左室壁運動値 (% area change, % thickness change) との関係を示したものである。非狭窄時から 70~90% 狭窄時までは、肉眼的にも定量的にも壁運動異常は





**Fig. 8. Relationship of myocardial contrast echocardiograms to density values and wall motion abnormalities of octants.**

Top: Short-axis images after injection of FDA on each narrowing degree of the LCX.

Bottom: Schematic diagrams of density values, % thickness change and % area change.

認められなかった。しかし、完全閉塞時では、その虚血領域である分画3,4,5の壁運動が肉眼的に著明に低下し、その3分画の平均% area changeは42.3%から18.3%に減少、平均% thickness changeも38.2%から6.1%に減少した。また分画2においても、% thickness changeは41.2%から15.1%に減少した。

5. 心筋内コントラストエコー図と左室壁運動異常

Fig. 8にFig. 6で示した濃度値とFig. 7での% area change, %-thickness changeとの関係を示した。濃度値は、70~90%狭窄時、支配領域で斜線部のように濃度値低下を示すのに対して、% area change, % thickness changeは完全閉塞

で初めてその低下が認められた。さらに、% thickness changeは分画3,4,5に加え、分画2にもその低下が認められ、その支配領域の濃度値変化よりやや広範囲であった。

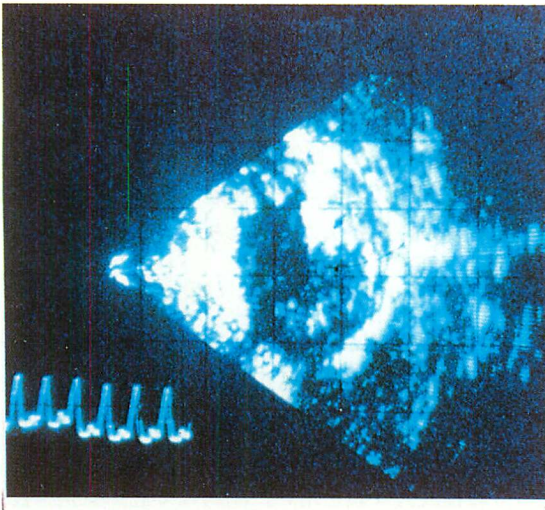
6. 実験心における冠動脈支配領域の確認

Fig. 9は左回旋枝完全閉塞時の心筋内コントラストエコー図(A)と、パーカーインクによる同回旋枝領域染色標本(B)とを対比したものである。心筋エコー輝度変化領域と染色領域とはよく一致していた。

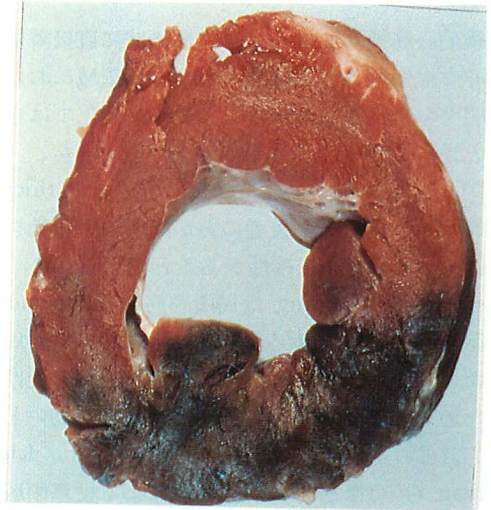
考 按

1. 心筋内コントラストエコー図法と虚血心の





(A)



(B)

**Fig. 9. Myocardial contrast echocardiogram and the corresponding slice of the left ventricular myocardium.**

A: A short-axis image at the papillary muscle level is obtained after the LCX occlusion and injection of FDA.

B: To determine the perfusion area, the left ventricular myocardium is stained by injection of a Parker ink into the LCX. The extent of a two-dimensional echocardiographic contrast defect is consistent with that of the Parker ink stain.

LCX=left circumflex coronary artery.

## 評価

### i) FDA によるエコー発生機序

我々は第43回日本循環器学会総会で、他剤と比較してFDAが優秀なコントラスト源であることを報告した<sup>21)</sup>。FDAによるコントラスト発生機序は、FDAの粒子自体によるのか、あるいは注入時に同時発生する微小気泡によるのかは現在未解決であり、経静脈的注入による左室腔および心筋内のコントラストエコーについて報告している松田ら<sup>16)</sup>も、エコー源の発生機序については結論を示していない。

### ii) 心筋虚血とFDAによる心筋エコー輝度変化

虚血性心疾患では、FDAを用いることによりその冠動脈狭窄の支配領域に一致した心筋エコー輝度の減少が認められ、かつこの領域と虚血領域はほぼ一致することから、この心筋内コントラストエコー図法は虚血心の診断にとって有用なもの

と思われる。さらに冠動脈狭窄の重症度と心筋エコー輝度変化にはかなりの相関が認められたから、本法により冠動脈病変の推定も可能であろう。もちろん本法は冠動脈造影法に比べると狭窄判が、虚血領域や側副循環による灌流状況を知る上で、虚血心における新たな情報収集手段になると考えられる。

### 2. 心エコー図法による左室壁運動異常の評価

従来的心エコー図法では、冠動脈が完全閉塞に至らないと左室壁運動異常の検出が困難であり、またその検出された虚血領域は実際の障害領域より広範囲にわたる傾向にあった。これは動物実験<sup>5-8)</sup>においても、また臨床的研究<sup>9-11)</sup>でも同様である。本研究でも、左室壁運動異常領域は心筋エコー輝度変化領域より広範囲にわたる傾向にあり、また後者は、前者の出現よりも軽度の狭窄で認められている。

この過大評価の原因として、Kerberら<sup>1)</sup>は、実

験の心筋梗塞において, 虚血領域に直接隣接する非虚血領域の壁運動異常は, 虚血領域における著明な壁運動異常に依存した受動的変化ではないかと述べている.

本研究における %area change と %thickness change とでは, 後者の方が局所の壁運動をより鋭敏に反映し, 正確性があると考えられた. 実際, systolic thickening は局所心筋の fiber shortening によく相関する<sup>2)</sup>といわれており, 心周期または呼吸による心臓自体の動きに影響を受けないため<sup>9)</sup>, 左室壁運動評価上, 特異性が高いと考えられる. しかしその正確性については, Lieberman ら<sup>7)</sup>は断層心エコー図法による梗塞領域評価の指標では, systolic wall thickening の方が endocardial motion よりも正確であるが, 過大評価しやすいと報告している.

### 3. 心筋内コントラストエコー図法と左室壁運動異常との比較

#### i) 虚血領域の評価について

Armstrong ら<sup>18)</sup>は gelatin-encapsulated microbubbles を用いて実験的虚血心の心筋内コントラストエコー図法を行い, 虚血の評価には壁運動よりもコントラスト効果の方が正確であったと報告している. また Kemper ら<sup>20)</sup>も同様に, hydrogen peroxide による心筋内コントラストエコー図法を施行し, コントラスト効果欠損領域は冠灌流異常領域および梗塞領域と一致し, 壁運動異常領域は冠灌流異常領域および梗塞領域より過大評価される傾向にあったと報告している. これらは, コントラスト物質こそ異なるが, 本研究の成績を支持するものと考えられる.

#### ii) 虚血程度の評価について

本研究における心筋エコー輝度変化は左室壁運動異常が認められる以前の虚血段階においてすでにみられている. この輝度変化は, 心筋虚血程度の検索に関しての心エコー図法による従来の左室壁運動評価よりも鋭敏であると考えられた. 一方, 従来の心エコー図法は感度は劣るが, 冠動脈完全閉塞による強い虚血を確実に反映するもので

ある. したがって両者を併用することにより, 心筋虚血程度および虚血領域をより正確に検出しうると考えられた.

以上より, 人工血液 Fluosol-DA を用いた心筋内コントラストエコー図法は, 虚血性心疾患に対する新しい検査法の一つたりうると考えられた.

## 要 約

人工血液 Fluosol-DA を用い, 心筋内コントラストエコー図法による虚血領域の心筋エコー輝度変化と, 従来の心エコー図法による左室壁運動異常との関係について検討した.

雑種成犬 8 頭を用い, 閉胸にて冠動脈狭窄程度を段階的に変えた虚血心を作成し, 左冠動脈主幹部より FDA を注入, 心筋内コントラストエコー図を記録した. 左室短軸断層エコー図を 8 分画し, コンピューター処理にて左室壁運動を評価した. さらに, 同 8 分画のコントラスト濃度値を求めた. その結果, 次の結論を得た.

1. 左回旋枝 50% 狭窄では, 心筋内コントラストエコー短軸断層図において, 非狭窄時と同様に, 左室全周かつ心筋全層に輝度増強が観察され, 左室壁運動に変化は認めなかった.

2. 70~90% 狭窄では, その支配領域の輝度, 濃度値の減少を認めたが, 左室壁運動に大きな変化は認めなかった.

3. 完全閉塞では, その支配領域の輝度は欠損し, 濃度値も著明な減少を認め, その領域の壁運動も著しく低下した. また, 左室壁運動異常領域は, 心筋内コントラストエコー図の輝度変化領域よりも広範囲にわたる傾向にあった.

したがって, 心筋内コントラストエコー図法による心筋エコー輝度変化と, 従来の心エコー法による左室壁運動の同時観察によって, 虚血領域が正確に把握できると考えられた.

稿を終えるにあたり, 御指導, 御校閲を賜りました矢吹 壮教授, 関 清教授, 町井 潔教授に深甚なる謝意を表します. また, 終始, 御指導をいただきました出川敏行, 平井寛則両博士に厚く感謝致します.

## 文献

- 1) Kerber RE, Marcus ML, Ehrhardt J, Wilson R, Abboud FM: Correlation between echocardiographically demonstrated segmental dyskinesia and regional myocardial perfusion. *Circulation* **52**: 1097-1104, 1975
- 2) Sasayama S, Franklin D, Ross JR, Kemper WS, McKown D: Dynamic changes in left ventricular wall thickness and their use analyzing cardiac function in the conscious dog. *Am J Cardiol* **38**: 870-879, 1976
- 3) Corya BC, Rasmussen S, Feigenbaum H, Knobel SB, Black MJ: Systolic thickening and thinning of the septum and posterior wall in patient with coronary artery disease, congestive cardiomyopathy, and atrial septal defect. *Circulation* **55**: 109-114, 1977
- 4) Wyatt HL, Forrester JS, DaLuz PL, Diamond GA, Chagrasulis R, Swan HJC: Functional abnormalities in nonoccluded regions of myocardium after experimental coronary occlusion. *Am J Cardiol* **37**: 366-372, 1976
- 5) Heng MK, Lang TW, Toshimitsu T, Meerbaum S, Wyatt HL, Lee SS, Davidson R, Corday E: Quantification of myocardial ischemic damage by two-dimensional echocardiography. *Circulation* **56** (Suppl III): III-125, 1977 (abstr)
- 6) Wyatt HL, Meerbaum S, Heng MK, Rit J, Gueret P, Corday E: Experimental evaluation of the extent of myocardial dyssynergy and infarct size by two-dimensional echocardiography. *Circulation* **63**: 607-614, 1981
- 7) 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**: 739-746, 1981
- 8) 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**: 174-180, 1982
- 9) Weiss JL, Bulkley BH, Mason SJ: Two-dimensional echocardiographic quantification of myocardial injury in man: Comparison with postmortem studies. *Circulation* **58** (Suppl-II): II-153, 1978 (abstr)
- 10) Weiss JL, Bulkley BH, Hutchins GM, Mason SJ: Correlation of real-time two-dimensional echocardiography with postmortem studies. *Am J Cardiol* **41**: 369, 1978 (abstr)
- 11) Weiss JL, Bulkley BH, Hutchins GM, Mason SJ: Two-dimensional echocardiographic recognition of myocardial injury in man: Comparison with postmortem studies. *Circulation* **63**: 401-408, 1981
- 12) Heger JJ, Weyman AE, Wann LS, Rogers EW, Dillon JC, Feigenbaum H: Cross-sectional echocardiographic analysis of the extent of left ventricular asynergy in acute myocardial infarction. *Circulation* **63**: 1113-1118, 1980
- 13) Parisi AF, Moynihan PF, Folland ED, Feldman CL: Quantitative detection of regional left ventricular contraction abnormalities by two-dimensional echocardiography. II. Accuracy in coronary artery disease. *Circulation* **63**: 761-767, 1981
- 14) Mason SJ, Weiss JL, Weisfeldt ML, Garrison JB, Fortuin NJ: Exercise echocardiography: Detection of wall motion abnormalities during ischemia. *Circulation* **59**: 50-59, 1979
- 15) DeMaria AN, Bommer WJ, Riggs K, Dajee A, Keown M, Kwan OL, Mason DT: Echocardiographic visualization of myocardial perfusion by left heart and intracoronary injection of echo contrast agents. *Circulation* **62** (Suppl-III): III-143, 1980 (abstr)
- 16) 松田光生, 桑子賢司, 杉下靖郎, 伊藤 巖, 赤塚孝雄, 櫛谷征昭, 松尾 睿, 川村 修, 岩田完成, 笠原照明: 経静脈左心系コントラスト・エコー図法の試み. *日超医講演文集* **41**: 331-332, 1982
- 17) Yasui K, Matsumoto M, Shimazu T, Maeda T, Nakajima S, Fukushima M, Hori M, Inoue M, Abe H, Satoh H, Minamino T: Visualization of intramyocardial blood flow distribution with contrast echocardiography. *J Cardiology* **12**: 895-903, 1982 (in Japanese)
- 18) Armstrong WF, Mueller TM, Kinner EL, Tickner EG, Dillon JC, Feigenbaum H: Assessment of myocardial perfusion abnormalities with contrast-enhanced two-dimensional echocardiography. *Circulation* **66**: 166-173, 1982
- 19) Tei C, Sakamaki T, Shah PM, Meerbaum S, Shimoura K, Kondo S, Corday E: Myocardial contrast echocardiography: A reproducible technique of myocardial opacification for identifying regional perfusion deficits. *Circulation* **67**: 585-593, 1983
- 20) Kemper AJ, O'Boyle JE, Sharma S, Cohen CA, Kloner RA, Khuri SF, Parisi: Hydrogen peroxide contrast-enhanced two-dimensional echocardiography: Real-time in vivo delineation of regional

斎藤, 安島, 鈴木

myocardial perfusion. *Circulation* **68**: 608-611, 1983

21) 安島春洋: 心筋内コントラストエコー法に関する研究: 人工血液 (Fluosol-DA) と他剤との比較検討.

日本脈管学 **24**: 231-238, 1984

22) 板岡俊成, 和田寿郎: 人工血液 (perfluorochemicals) の選択的冠動脈造影 (cineangiography) への応用. 循環制御 **3**: 66-77, 1982