

# Dobutamine 負荷 $^{201}\text{Tl}$ -SPECT を用いた拡張型心筋症の病態評価：局所壁運動との対比

# Assessment of regional wall motion and myocardial flow in patients with dilated cardiomyopathy using $\text{Tl-201}$ SPECT during dobutamine infusion

加納 康至  
大西 正孝  
森 孝夫  
塩谷 英之  
大森 好晃  
横田 慶之  
福崎 恒  
前田 和美

Yasushi KANOH  
Masataka OHNISHI  
Takao MORI  
Hideyuki SHIOTANI  
Yoshiaki OHMORI  
Yoshiyuki YOKOTA  
Hisashi FUKUZAKI  
Kazumi MAEDA

## Summary

The present study clarified the relationship between wall motion and myocardial flow in dilated cardiomyopathy (DCM). Two-dimensional echocardiography (2-DE) was performed in 14 patients before and after dobutamine (DOB) drip infusion (8  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ ). Thallium-201 emission computed tomography (ECT) was performed after dobutamine infusion and three hours thereafter. The left ventricle was divided into nine segments. In each segment, the degrees of defects were scored from 0 (normal) to 3 (complete defect), and the severity of wall motion abnormalities was scored from 0 (normal) to 3 (akinesis) by visual inspection.

1. Perfusion defects on ECT images were observed during dobutamine infusion in all patients. Redistribution was observed in nine of 14 (64%) patients.

2. During infusion, 38 (81%) of 47 segments without defects showed normal wall motion, but 44 (86%) of 51 segments with defects showed wall motion abnormalities.

3. Redistribution was observed in 18 (35%) of 51 segments, and these segments showed lower incidence of wall motion abnormalities as compared to the other segments (94% vs 45%,  $p < 0.001$ ).

4. After infusion, the segments with redistribution frequently showed improved wall motion as compared to the other segments (56% vs 18%,  $p < 0.05$ ).

神戸大学医学部 第一内科  
神戸市中央区楠町 7-5-2 (〒650)

The First Department of Internal Medicine, Kobe  
University School of Medicine, Kusunoki-cho 7-5-2,  
Chuo-ku, Kobe 650

Received for publication June 23, 1986; accepted July 26, 1986 (Ref. No. 31-51)

These results indicate that redistribution on the ECT image is observed in some patients with dilated cardiomyopathy after dobutamine administration. This may be due to the capacity of the drug to increase myocardial flow in proportion to the increase of oxygen demand.

**Key words**

Dilated cardiomyopathy      Dobutamine      Thallium-201 emission computed tomography

はじめに

拡張型心筋症 (dilated cardiomyopathy: DCM) は心室拡張と収縮能低下を特徴とする原因不明の疾患と定義されているが, 近年診断法の進歩に伴い, DCM についても新しい知見が見られるようになってきた. すでに, DCM では心筋病変が必ずしも均一でないことなどが知られ<sup>1-5)</sup>, その詳細な病態の検討には, 心臓全体としての評価のみならず, 局所ごとの評価が必要と考えられている. また DCM の病態や予後を知る上では, 安静時の心機能だけでなく予備能を知ることが重要である.

本研究では, DCM の病態を明らかにするため, かかる観点から, 局所の評価に適した 201-Tl 心筋 SPECT と断層心エコー図を用いて冠血流動態と壁運動を観察し, さらに inotropic agent であり, DCM の治療にも用いられる dobutamine<sup>6)</sup> を点滴静注し, 心筋と冠血管の予備能についても検討した.

対象と方法

対象は厚生省特定疾患特発性心筋症調査研究班の診断の手引き<sup>7)</sup>に準じて診断した DCM 14 例 (平均 56.7 歳, 男性 9 名, 女性 5 名) である. 全例, 冠動脈造影を施行し, 有意な狭窄は認めていない (Table 1).

**Dobutamine 負荷 201-Tl SPECT 法**

Dobutamine 負荷 Tl SPECT 法の概略を Fig. 1 に示す. 血圧ならびに心電図を monitor しながら dobutamine 8  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$  を点滴静注し, 血圧, 心拍数が安定したところで塩化タリウム 2 mCi を静注した. Dobutamine の点滴静注は

塩化タリウム静注後約 5 分後まで続け, 点滴中止直後より, 回転型ガンマカメラ (島津製 LFOV) およびオンラインで接続したデータ処理装置 (島津製 Scintipac 2400) を用い, 撮像を行った. また約 3 時間後に同じ位置にて遅延画像の撮像を行った. データ収集は, 被験者を仰臥位とし, 心臓の前面を中心として, 1 方向 20 秒で 5 度ずつ 180 度 (左後斜位 60 度から右前斜位 60 度まで) 回転させ, 36 方向より行った. ECT の再合成は重畳積分法を用い, Butter Worth フィルターを使用した. なお, 吸収補正は行わなかった.

**データ解析法**

Fig. 2 にデータ解析法を示す. 再構成された断面は心臓の長軸の角度を考慮した長軸断層像, 短軸断層像, 四腔断層像で, 得られた左室心筋像を AHA 分類により 7 区域に, さらに玉木らのごとく<sup>8)</sup>, 心室中隔と側壁を各々前後に分けて, 合計 9 区域について検討した. ECT 画像の読影は視覚的に 3 人の検者が別々に判定し, 区域ごとに, 灌流欠損の程度により 0~3 まで scoring した. また 3 時間後 ECT 画像は dobutamine 負荷時

**Table 1. Clinical features of the patients with dilated cardiomyopathy (DCM)**

Number of cases	14
Age (years)	56.7 $\pm$ 6.64
Sex (male/female)	9/5
CTR (%)	56.7 $\pm$ 7.05
Abnormal Q wave	3 (22%)
LVDd (mm)	64.07 $\pm$ 9.74
%FS	23.56 $\pm$ 7.93

CTR=cardiothoracic ratio; LVDd=left ventricular diastolic dimension; %FS=% fractional shortening.

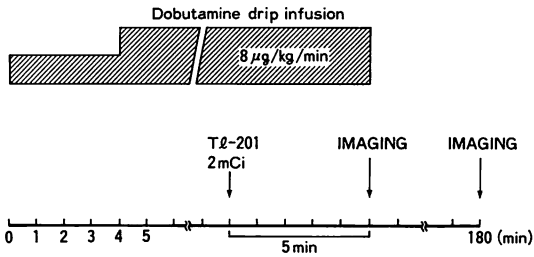


Fig. 1. Protocol of dobutamine loading ECT.

ECT 画像と対比し, 1 以上, defect score の改善を認めたものを再分布 (redistribution: Rd) 陽性(+)とした.

心エコー図検査

東芝製電子走査型心断層装置 SSH-40A を用い, 断層心エコー図 (2-DE) はビデオテープレコーダーに記録し, 局所壁運動異常 (wall motion abnormality: WMA) の程度を観察した. また M モード心エコー図は line scan recorder にて strip chart 上に記録し, 左室拡張末期径 (LVDd), 左室収縮末期径 (LVDs) を計測し, %FS [(LVDd-LVDs)/LVDd×100] を算出した. ついで dobutamine 8 µg/kg/min を点滴静注し, 再度

2-DE を行った. Dobutamine 投与前, 投与中の画像は, 傍胸骨アプローチによる僧帽弁レベルおよび乳頭筋レベルの短軸像で左室壁を前壁, 側壁, 後壁, 中隔に分割, それに心尖部アプローチによる心尖部を加えた 9 区域とし (Fig. 3), 各区域 (segment) ごとにその壁運動を視覚的に評価し, normal (0), hypokinesis (1), severe hypokinesis (2), akinesis or dyskinesis (3) の 4 段階に scoring して, wall motion abnormality index (WMAS) とした.

統計処理: 統計量は mean±SD で表示し, 平均値の検定には t 検定, 分散量の検定には  $\chi^2$  検定を用い, 棄却域の有意水準は 5% とした.

結 果

1. Dobutamine 負荷 SPECT での灌流欠損と再分布

Dobutamine 負荷 SPECT を行った 14 例全例に灌流欠損が認められた. またこの 14 例中 9 例 (64%) に再分布が認められた. これを区域 (segment) ごとにみると, 欠損を示した 73 区域のうち 29 区域 (39%) に認められ, その内訳は Table

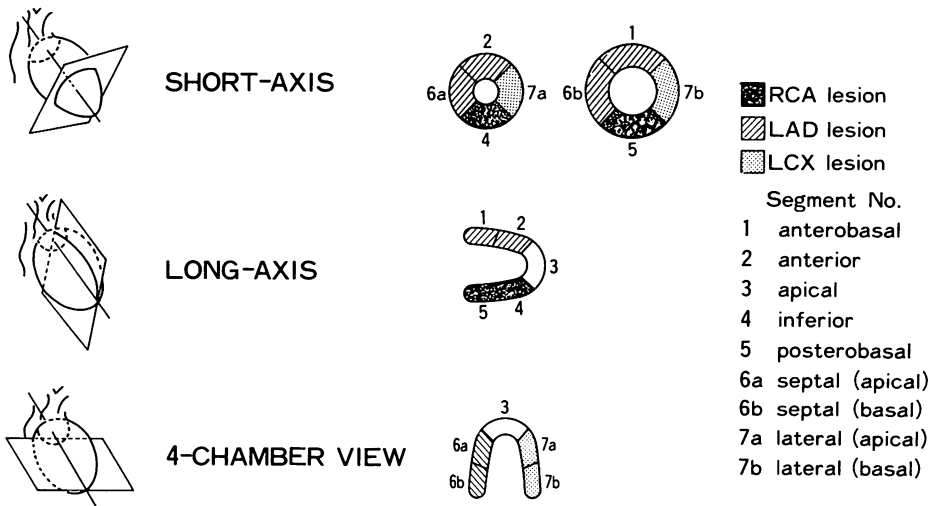
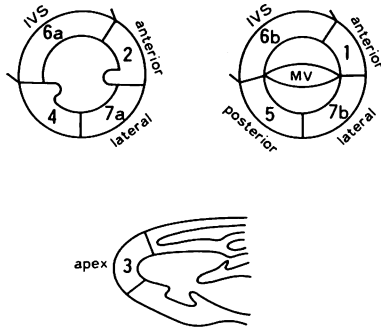


Fig. 2. Schematic representation of left ventricular myocardial segments of ECT images.



Segment No.	Score
1 anterobasal	0...normal
2 anterior	1...hypokinesis
3 apical	
4 inferior	2...severe hypokinesis
5 posterobasal	
6a septal (apical)	3...akinesis or dyskinesis
6b septal (basal)	
7a lateral (apical)	
7b lateral (basal)	

**Fig. 3. Schematic representation of left ventricular myocardial segments of two-dimensional echocardiograms.**

Top: short-axis view of the left ventricle at the level of the papillary muscle (left) and that at the level of the mitral valve (right). Bottom: long-axis view of the left ventricle.

2 に示すごとく, 中隔と下壁に多く認められた.

2. 症例提示

症例 1: 55 歳, 男性 (Fig. 4)

再分布陽性例を示す. Dobutamine 負荷時 ECT 像では, 中隔と下壁, 側壁に欠損が認められ, 3 時間後の delayed 像では同部位に再分布が認められた.

症例 2: 51 歳, 男性 (Fig. 5)

再分布陰性例を示す. dobutamine 負荷時 ECT 像に認められる中隔と下壁の欠損は, 3 時間後の delayed 像にても認められ, 再分布は認められなかった.

3. 再分布陽性群と陰性群の比較 (Table 3)

再分布陽性群と陰性群の臨床的および心エコー

**Table 2. Incidence and site of redistribution in delayed ECT images**

No (%) of patients with redistribution	(n=14)	9 (64%)
No (%) of segments with redistribution	(n=73)	29 (39%)
Site of redistribution		
anterior		3 (10%)
lateral		1 (3%)
septal		11 (38%)
apical		4 (14%)
inferoposterior		10 (34%)

図所見を比較すると, 陽性群は陰性群に比し, 年齢, Q 波の出現頻度には差がないものの, 心胸郭比, 拡張末期左室内径が小さい傾向にあり ( $p < 0.05$ ,  $p < 0.05$ ), また dobutamine 投与時の反応は良く, rate pressure product (RPP) の増加も良好であった ( $p < 0.05$ ).

4. 灌流欠損と壁運動異常との一致度

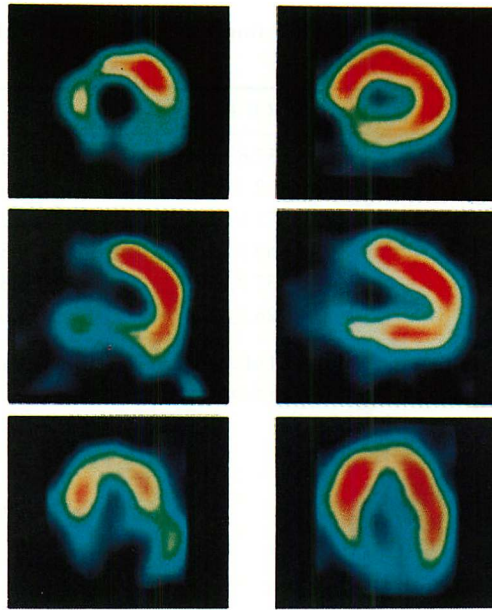
ECT 画像と心エコー画像を対比検討するにあたり, 両画像の欠損像と壁運動異常の一致を, 同一条件である dobutamine 負荷時について区域ごとに検討した. Fig. 6 で, 斜線部分は一致したものを示し, 1, 2, 3, 6a, 6b, 7a, 7b 区域では比較的良好な一致が認められたが, 4, 5 区域では灌流欠損が壁運動に比べて強くでる傾向にあり, 両者の一致し難く, 以後の局所における検討では, 4, 5 区域を除いた 98 区域で行うことにした.

5. Dobutamine 負荷時灌流欠損と壁運動異常 (Fig. 7)

Dobutamine 負荷時, 灌流欠損を示した 51 区域と, 欠損を示さなかった 47 区域について, その壁運動を比較すると, 後者では 81% (38/47) が正常壁運動を示したのに対して, 前者では 86% (44/51) がなんらかの壁運動異常を有していた.

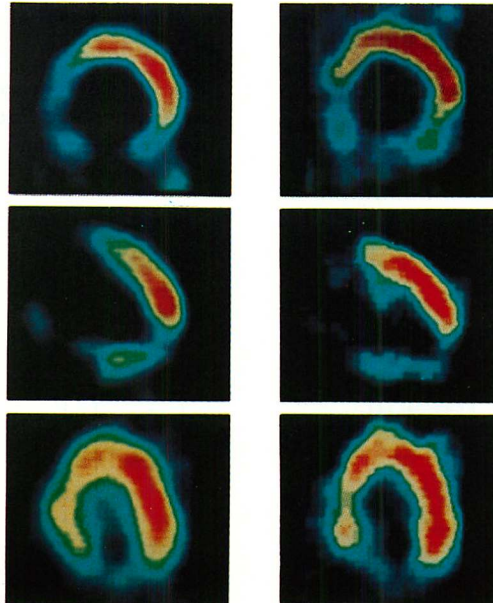
6. 再分布と壁運動異常 (Fig. 8)

Dobutamine 負荷時, 欠損像を示した 51 区域のうち, 再分布が認められた群 18 区域と, 認められなかった群 33 区域の dobutamine 負荷前の



**Fig. 4.** ECT images during dobutamine infusion (left) and 3 hours later (right) in a 55-year-old man with dilated cardiomyopathy with positive redistribution.

From top to bottom: short-axis, long-axis and 4-chamber views.



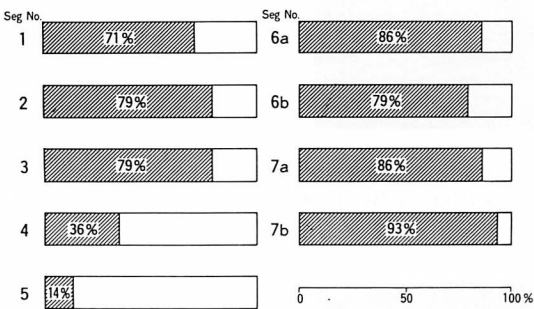
**Fig. 5.** ECT images during dobutamine infusion (left) and 3 hours later (right) in a 51-year-old man with dilated cardiomyopathy with negative redistribution.

From top to bottom: short-axis, long-axis and 4-chamber views.

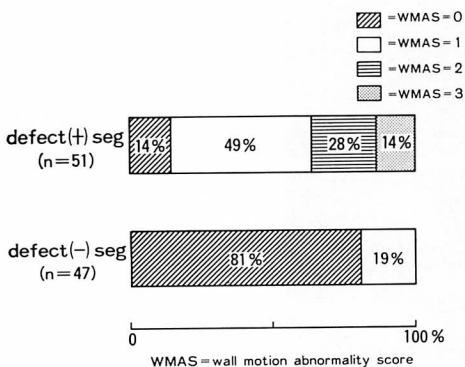
**Table 3. Clinical and echocardiographic findings in patients with and without redistribution in delayed ECT images**

	Rd(+) (n=9)	Rd(-) (n=5)	p
Age (years)	57.6±6.43	54.8±6.64	NS
No (%) of patients with abnormal Q wave	2 (11%)	1 (20%)	NS
CTR (%)	53.6±6.7	62.2±3.8	p<0.05
LVDd (mm)	60.3±6.73	70.8±11.39	p<0.05
% change of RPP	37.3±22.9%	6.8±8.8%	p<0.05
% FS	26.3±8.2	18.6±4.7	NS

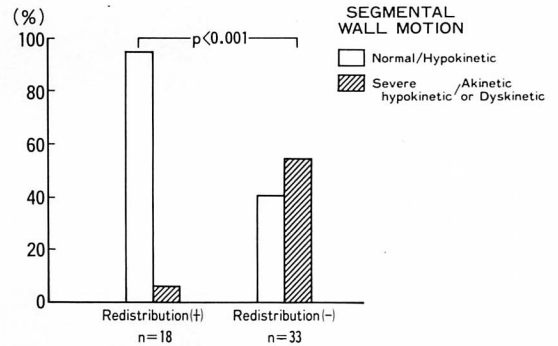
Rd=redistribution; CTR=cardiothoratic ratio; LVDd=left ventricular diastolic dimension; RPP=rate pressure product; %FS=% fractional shortening; NS=no significant difference.



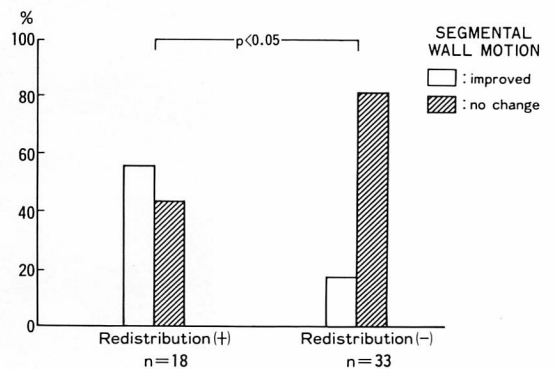
**Fig. 6. Coincidence with defects by ECT images and wall motion abnormality by two-dimensional echocardiography during dobutamine infusion.**



**Fig. 7. Wall motion abnormality score in segments with and without defects by ECT images during dobutamine infusion.**



**Fig. 8. Comparison of pattern of wall motion in segments demonstrating redistribution and no redistribution.**



**Fig. 9. Comparison of wall motion improvement by dobutamine infusion in segments demonstrating redistribution and no redistribution.**

壁運動を比較すると、前者では 94% (17/18) が軽度壁運動異常 (WMAS=0~1) を示したのに対し、後者での率は 45% (15/33) と有意に低く、再分布群の壁運動異常は軽度であった ( $p < 0.001$ )。

#### 7. 再分布と心筋収縮予備能 (Fig. 9)

また再分布群 18 区域と再分布のない群 33 区域について dobutamine による壁運動の変化を見ると、前者では 56% (10/18) が score 1 以上の壁運動の改善を認めたのに対し、後者では 18% (6/33) に改善を認めたにすぎず、再分布を示す群では然らざる群に比し、その心筋収縮予備能は有意に保たれていた ( $p < 0.05$ )。

### 考 按

Tl 心筋シンチグラフィによる DCM の所見については、従来より種々の報告があるが、その多くは planar 法による安静時のものであり<sup>9-11)</sup>、左室への Tl 摂取の低下、左室腔の拡大、および灌流欠損の出現などが特徴とされている。この方法に比較して、SPECT 法はより詳細な検討が可能であるが、その報告は少ない。我々の施設では SPECT 法による安静時の DCM 所見を検討し、planar 法に比し、高頻度かつ高度の灌流欠損が出現すること、その部位は下後壁に最も多く観察されることを既に報告した<sup>12)</sup>。

これらの安静時 Tl 心筋シンチグラフィの結果をふまえた上で、本研究では負荷 Tl 心筋シンチグラフィを試みた。

一般に心筋シンチグラフィの負荷としては、運動負荷<sup>13)</sup>、薬物負荷<sup>14)</sup>が試みられているが、DCM の場合、心機能は既に低下しており、血圧上昇、不整脈、下肢疲労などにより十分な運動負荷をかけられないことが多い。また今回は、あわせて 2-DE により壁運動の観察も行うことを考慮し、本研究では dobutamine を使用した。本剤は変時作用 (chronotropic effect) が小さく、相対的に変力作用 (inotropic effect) の強い catecholamine であり、他の catecholamine に比し、arrhythmogenicity も弱いとされている<sup>15-22)</sup>。した

がって dobutamine は心筋酸素需要の増大に応じた冠血流の増加を招来すると考えられ、Meyer らは、正常冠動脈の場合、dobutamine の 8  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$  の投与で 137% の血流増加を見た報告している<sup>18)</sup>。

今回の dobutamine 負荷 Tl 心筋 SPECT では、全例に灌流欠損が認められ、その中の 9 例 (64%) に再分布現象が認められた。この現象は、虚血性心疾患でよくみられる現象であるが、虚血性心疾患に特有のものではなく、他の心疾患でも報告されている。Dunn らも 10 例の DCM 患者で運動負荷 Tl-201 心筋シンチグラフィを行い、40% に再分布現象を認めたとしている<sup>13)</sup>。かかる再分布の機序については、心エコー図上、dobutamine 負荷時 LVDd に変化なく、LVDs が短縮する傾向にあったことから、左室の geometric な変化の影響は考えにくく<sup>24)</sup>、dobutamine 負荷時の血流に依存するものと考えられる。言い換えるならば、冠動脈に狭窄を有しない DCM の場合でも、再分布現象は虚血性心疾患で考えられている機序と同様に<sup>25,26)</sup>、再分布する部位での負荷時血流増加が、灌流欠損を認めなかった部位に比べて、障害されていたための結果であると考えられる。このことは、DCM では冠拡張能が低下しているという報告<sup>27,28)</sup>と考え合わせ、今回認められた再分布が冠拡張能低下に由来する可能性が示唆されるのである。

このように、再分布は、その有無について臨床的にみると、再分布陽性群は陰性群に比し、年齢、Q 波の出現頻度には差のないものの、心胸郭比、LVDd が小さいことが示され、また有意差はないものの、%FS も大きい傾向にあり、dobutamine に対する反応が良く、rate pressure product の増加も良好であった。既に報告した如く、dobutamine 投与時の 2-DE による局所左室壁運動の観察でも、dobutamine 低反応群では心室性頻拍が多く、心不全程度は重症で、心係数は小、肺毛細管圧は高い傾向にあった<sup>23)</sup>。以上のことから再分布陽性群は、DCM のなかでも比較的軽症

に属することが示唆される。

一方, この再分布を局所的にみると, 再分布を認めるところの壁運動は, 認めないところの壁運動に比べ, 障害程度も軽く, その心筋収縮予備能は保たれていたことが示され, 同じ心筋の中でも, 再分布を認めるところは, 障害程度の比較的軽いところであることが示唆される。

これらのことより, 再分布を認める部位は心筋障害程度も軽く, 心筋収縮予備能は保たれており, dobutamine 投与により心筋酸素需要が増加するが, すでに需要に応じた血流増加能力が低下してしまっている部位であると推察される。このように dobutamine 負荷 201-Tl 心筋 SPECT と断層心エコー図は, DCM の病態生理を明らかにする上で有用な方法であると考えられた。

### 要 約

DCM における局所冠血流動態と局所壁運動の関連からその病態を明らかにする目的で, dobutamine (8  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ ) 負荷時および3時間後に 201-Tl 心筋 SPECT を施行し, 安静時および dobutamine 負荷時断層心エコーと対比検討した。対象は DCM 14 例で, 得られた両画像を対応する9の心筋区域に分割し, 灌流欠損を0(正常)~3(全領域欠損)に, 壁運動異常を0(normal)~3(akinesis)まで scoring し, 評価に用いた。

1. 14 例全例で, dobutamine 負荷時に defect を認め, その 64% (9/14) に再分布が認められた。

2. Dobutamine 負荷時に欠損を認めない区域では, 81% (38/47) が正常壁運動を示したのに対し, 欠損を示す区域では 86% (44/51) が何らかの壁運動異常を有していた。

3. Dobutamine 負荷時に欠損を有する分節の 35% (18/51) に再分布が認められ, 再分布を有する区域では 94% (17/18) が正常ないし軽度の壁運動異常を示し, 再分布を認めない区域 45% (15/33) に比し, 壁運動異常は有意に軽度であった ( $p < 0.001$ )。

4. また再分布を認めた区域では 56% (10/18) に dobutamine により壁運動異常の改善を認めたが, 再分布のない分節では 18% (6/33) が改善を示したにすぎず, その差は有意であった ( $p < 0.05$ )。

以上のことより DCM 患者の中には, dobutamine により ECT 上再分布を示す例があり, これは dobutamine 投与による心筋酸素需要の増加に応じた血流の増加に差があるためと考えられた。

### 文 献

- 1) Kreulen TH, Gorlin R, Herman M: Ventriculographic patterns and hemodynamics in primary myocardial disease. *Circulation* **47**: 299-308, 1973
- 2) Ritchie JL, Clarke LJ, Reichenbach D: Congestive cardiomyopathy with segmental wall motion abnormalities and non-uniform pattern of fibrosis. *Catheter Cardiovasc Diag* **5**: 283-287, 1979
- 3) Takanashi M, Fujisawa A, Nakamura M, Kannagi T, Kawai C: Localized disorders of left ventricular wall motion in congestive cardiomyopathy. *J Cardiol* **11**: 1241, 1981 (in Japanese)
- 4) Yazawa Y, Hayashi S, Hosokawa O, Watanabe K, Takano S: Regional wall motion of the left ventricle in congestive cardiomyopathy: In comparison with progressive muscular dystrophy of Duchenne type. *J Cardiol* **11**: 1233, 1981 (in Japanese)
- 5) Wallis DE, O'Connell JB, Henkin RE, Costanzonordin MR, Scanlon PJ: Segmental wall motion abnormalities in dilated cardiomyopathy: A common finding and good prognostic sign. *J Am Coll Cardiol* **4**: 674, 1984
- 6) Liang C, Sherman LG, Doherty JD, Wellington K, Lee VW, Hood WB: Sustained improvement of cardiac function in patients with congestive heart failure after short term infusion of dobutamine. *Circulation* **69**: 113, 1984
- 7) 厚生省特定疾患特発性心筋症調査研究班(班長 戸嶋裕徳)特発性心筋症 Idiopathic cardiomyopathy 診断の手引き。昭和58年度報告集 p 13
- 8) Tamaki N, Mukai T, Ishii Y, Yonekura Y, Kambara H, Kawai C, Torizuka K: Clinical evaluation of thallium-201 emission myocardial tomography using a rotating gamma camera: Comparison with seven-pin-hole tomography. *J Nucl Med* **22**: 849-855, 1981
- 9) Bulkley BH, Hutchins GM, Bailey I, Strauss HW, Pitt B: Thallium-201 imaging and gated cardiac



- blood pool scans in patients with ischemic and idiopathic congestive cardiomyopathy. *Circulation* **55**: 753-760, 1977
- 10) Goldman MR, Boucher CA: Value of radionuclide imaging techniques in assessing cardiomyopathy. *Am J Cardiol* **46**: 1232, 1980
  - 11) Saltissi S, Hockings B, Croft DN, Webb-peploe MM: Thallium-201 myocardial imaging in patients with dilated and ischaemic cardiomyopathy. *Br Heart J* **46**: 290, 1981
  - 12) Omori Y, Kajiya T, Shiotani H, Takarada A, Nakashima Y, Yokota Y, Fukuzaki H, Maeda K: Tl-201 single-photon emission computed tomography for clinical assessment of dilated cardiomyopathy. *J Cardiogr* **14**: 707, 1984
  - 13) Dunn RF, Urenn RF, Sadick N, Bautovich G, McLaughlin A, Hiroe M, Kelly D: Comparison of thallium-201 scanning in idiopathic dilated cardiomyopathy and severe coronary artery disease. *Circulation* **66**: 804-810, 1982
  - 14) Mason JR, Palac RT, Freeman ML, Virupannavar S, Loeb HS, Kaplan E, Gunnar RM: Thallium scintigraphy during dobutamine infusion: Non-exercise-dependent screening test for coronary disease. *Am Heart J* **197**: 481, 1984
  - 15) Tuttle RR, Mills J: Dobutamine. Development of a new catecholamine to selectively increase cardiac contractility. *Circ Res* **36**: 185, 1975
  - 16) Andy JJ, Curry CL, Ali N, Mehrotra PP: Cardiovascular effect of dobutamine in severe congestive heart failure. *Am Heart J* **94**: 175, 1977
  - 17) Leier CV, Unverferth DV: Dobutamine. *Ann Intern Med* **99**: 490, 1983
  - 18) Meyer SL, Curry GC, Donsky MS, Twing DB, Parkey RW, Willerson JT: Influence of dobutamine on hemodynamics and coronary blood flow in patients with and without coronary artery disease. *Am J Cardiol* **38**: 103, 1976
  - 19) Mikulic E, Cohn JN, Franciosa JA: Comparative hemodynamic effects of inotropic and vasodilator drug in severe heart failure. *Circulation* **56**: 528, 1977
  - 20) Vasu MA, O'Keefe DD, Kapellaskis GZ, Vezeridis MP, Jacobs ML, Daggett WM, Powell WJ: Myocardial oxygen consumption: Effects of epinephrine, isoproterenol, dopamine, norepinephrine, and dobutamine. *Am J Physiol* **235**: 237, 1987
  - 21) Leier CV, Unverferth DV, Kates RE: The relationship between plasma dobutamine concentrations and cardiovascular responses in cardiac failure. *Am J Med* **66**: 238, 1979
  - 22) Kates RE, Leier CV: Dobutamine pharmacokinetics in severe heart failure. *Clin Pharmacol Ther* **24**: 537, 1978
  - 23) Kubo M, Yokota Y, Takarada A, Kumaki T, Seo T, Maehashi N, Toh S, Hayakawa M, Inoh T, Fukuzaki H: Regional left ventricular function in dilated cardiomyopathy: Observation of regional left ventricular wall motion before and during dobutamine administration. *J Cardiogr* **15**: 387, 1985
  - 24) Gewirtz H, Grotte GJ, Strauss W, O'Keefe DD, Akins CW, Daggert WM, Pohost GM: The influence of left ventricular volume and wall motion on myocardial images. *Circulation* **59**: 1172-1177, 1979
  - 25) Pohost GM, Alpert NM, Ingwall JS, Strauss HW: Thallium redistribution: Mechanisms and clinical utility. *Seminars in Nucl Med* **10**: 70, 1980
  - 26) Nishiyama H, Adolph RJ, Gabel M, Lukes SJ, Franklin D, Williams CC: Effect of coronary blood flow on thallium-201 uptake and washout. *Circulation* **65**: 534, 1982
  - 27) Opherk D, Schwarz F, Mall G, Manthey J, Baller D, Kübler W: Coronary dilatory capacity in idiopathic dilated cardiomyopathy: Analysis of 16 patients. *Am J Cardiol* **51**: 1657-62, 1983
  - 28) Nitenberg A, Foulst JM, Blanchet F, Zouioueche S: Multifactorial determinants of reduced coronary flow reserve after dipyridamole in dilated cardiomyopathy. *Am J Cardiol* **55**: 748, 1985