

## 《原 著》

# <sup>201</sup>Tl 心筋 single photon emission computed tomography による拡張型心筋症の検討

——形態的および定量的評価——

二神 康夫\* 牧野 克俊\* 市川 毅彦\* 小西 得司\*  
浜田 正行\* 中野 赳\* 竹沢 英郎\* 伊藤 綱康\*\*  
前田 寿登\*\* 李 学中\*\*\*

**要旨** <sup>201</sup>Tl 心筋 SPECT を用い拡張型心筋症 (DCM: n=14) を形態的および定量的に評価した。安静時画像を用い、定量評価はファントム実験を基に行った。結果：[I] 形態評価：球状の著明な内腔拡大 (14/14)、限局性あるいはびまん性の集積低下～欠損 (12/14)、右室壁の描出 (6/14) が特徴所見であり、虚血性心疾患との鑑別では、欠損の程度に不釣り合いな内腔拡大所見により比較的容易 (13/14) であった。[II] 定量評価：DCM では正常例 (n=5) と比べ (1) 左室心筋 <sup>201</sup>Tl 摂取率 ( $4.8 \pm 1.3\%$ :  $3.3 \pm 0.2\%$ ,  $p < 0.01$ ) および有効左室心筋量 ( $255 \pm 54.1$  ml:  $141.6 \pm 22.4$  ml,  $p < 0.001$ ) が有意に高値であった。(2) 単位体積当たりの <sup>201</sup>Tl 摂取率 [ $(18.9 \pm 4.3) \times 10^{-5}$ :  $(23.6 \pm 3.8) \times 10^{-5}$ ,  $p < 0.05$ ] は有意に低値であった。(3) 心筋/肺・平均カウント比は有意に低値であった。

以上安静時 <sup>201</sup>Tl 心筋 SPECT を用い、DCM と虚血性心疾患の鑑別が可能であり、さらに定量評価は形態評価の客観的裏づけともなり、臨床応用可能と考えられた。

## I. 緒 言

拡張型心筋症 (dilated cardiomyopathy: DCM) は原因不明の左室拡張と収縮不全をきたす疾患であり、その診断に際し常に虚血性心疾患 (IHD)、特に虚血性心筋症を除外する必要がある。

IHD 診断における <sup>201</sup>Tl 心筋シンチグラフィ (planar=PL<sup>1,2</sup>) および single photon emission computed tomography=SPECT<sup>3,4</sup>) の有用性はすでに明らかであるが、虚血あるいは梗塞のみでなく、心筋症 (DCM<sup>5,6</sup>) または肥大型心筋症<sup>7</sup>) にも

いても灌流欠損が認められる場合があり、診断に際し常にこれらを鑑別しなければならない。

今回われわれは、安静時 <sup>201</sup>Tl 心筋シンチグラフィ (SPECT および PL) を用い DCM を形態的および定量的に評価し、本症の特徴所見について検討したので報告する。

## II. 対 象

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<sup>8</sup>) により診断した DCM 14 例および健常者 5 例である。DCM の年齢分布は 17～64 歳 (平均 44.2 歳) であり、男 12 例、女 2 例である。一方健常者は 27～38 歳 (平均 30.8 歳) の男である。

## III. 方 法

### 1) 装置、データ収集、画像再構成

既報のごとく<sup>4</sup>)、低エネルギー汎用型コリメーターを装着した回転対向型 SPECT 装置 (東芝

\* 三重大学医学部第一内科

\*\* 同 放射線科

\*\*\* 中国・白求恩医科大学内科

受付: 59 年 2 月 17 日

最終稿受付: 59 年 5 月 10 日

別刷請求先: 三重県津市江戸橋 2-174 (☎ 514)

三重大学医学部第一内科

二 神 康 夫

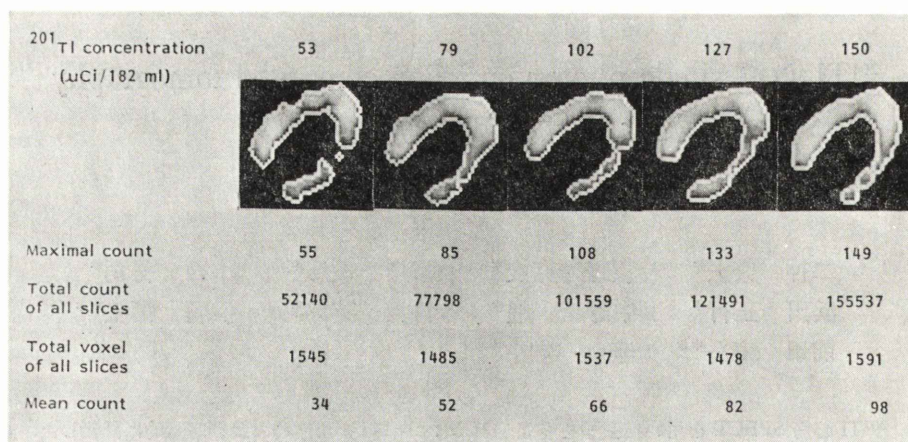


Fig. 1 Results of phantom study.

GCA-70A) および GMS-90 データ処理装置を用い、一投影データ収集角度  $4^\circ$  ごとの連続回転方式で  $360^\circ$  方向より 6 分間で、計 90 の投影データを  $64 \times 64$  マトリックスに収集した。臨床例では安静時  $^{201}\text{Tl}$  投与 10 分後より SPECT データを収集し、引き続き Planar 像 (PL) を前面、左前斜位  $45^\circ$ 、左側面の 3 方向より撮像した。 $^{201}\text{Tl}$  投与量は約 2.5 mCi であるが、投与前後にキュリメーターで測定し、前後の差を真の投与量とした。

画像再構成は、まず投影データの均一性補正を行った後、Shepp & Logan のフィルターを用いた重畳積分法で行い、スライス厚 5.4 mm の体軸横断断層像を得、この像を基に各方向の断層像を再構成した。スムージングは中心に 4 をおいた 9 点加重平均を用い、吸収補正は施行しなかった。

## 2) ファントム実験

人造骨の脊柱を備えた胸郭ファントム (30 cm  $\times$  20 cm) 内に心臓ファントム (壁厚 1 cm, 壁容量 182 ml, 内腔容量 132 ml, 長軸の長さ 10.4 cm の半回転楕円体) を入れたものを用いた。

胸郭ファントム内は空気、心臓ファントム内は水で充填し、心臓ファントム壁内  $^{201}\text{Tl}$  濃度を  $0.291 \mu\text{Ci}/\text{ml}$  (全量  $53 \mu\text{Ci}$ ) より約  $0.137 \mu\text{Ci}/\text{ml}$  (全量  $25 \mu\text{Ci}$ ) ずつ漸増し、それぞれ SPECT データを収集した。得られた再構成体軸横断断層像において、心筋最大カウントに対する 55% バックグラ

ウンドカットを行い心筋領域を決定し、全スライスの心筋領域 voxel 数および count 数を computer で算出した (Fig. 1)。

## 3) 臨床例データ解析

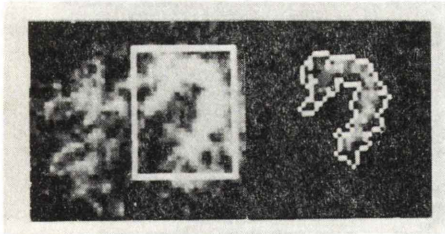
形態評価に関しては、体軸横断断層像、右前斜位断層像、左室短軸断層像、左室長軸矢状および水平断層像を作成し、CRT に 16 段階の gray scale で表示された画像において、心筋最大 count の 40% バックグラウンドカット後、ポラロイドフィルムに撮影したものを用い、視覚的に行った。

(右前斜位断層像は左室長軸矢状断層像と近似するが、垂直方向の角度補正を行っていないもの)

定量評価では、体軸横断断層像を用い、まず CRT に 16 段階の color scale で表示された画像で、左室心筋の含まれているスライスを視覚的に選別し、次いでそれぞれのスライスで、心筋最大カウントの 55% バックグラウンドカットにより心筋領域を決定しその voxel 数、count 数を算出した。これにより、(左室) 全心筋 count (total myocardial count: TMC) および (左室) 全心筋 voxel (total myocardial voxel: TMV) を求めた。

また、心筋が最大にみえるスライスで、右肺野中心部に 100 voxel の ROI をとり、その中の count 数より、1 voxel 当たりの平均肺 count (mean lung count: MLC) を求めた (Fig. 2)。

## CLINICAL STUDY

1) Myocardial counts and voxels  
(55% cut-off level)

## 2) Lung counts (100 voxels)

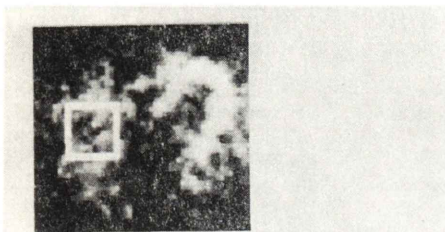


Fig. 2 Method of quantitative analysis in clinical study.

## IV. 結 果

## 1) ファントム実験

Figure 1 に心臓ファントム壁内  $^{201}\text{Tl}$  濃度を変えた時の心筋領域画像、心筋 1 voxel 当たりの最大 count (maximal count), 全スライスの合計 count, 全スライスの合計 voxel および平均 count (mean count) を示す。

最大 count, 合計 count, 平均 count は壁内  $^{201}\text{Tl}$  濃度にほぼ比例して上昇している。一方合計 voxel は壁内  $^{201}\text{Tl}$  濃度に依りなくほぼ一定値をとり、 $1,527 \pm 47$  (平均  $\pm$  標準偏差) となる。したがって、1 voxel =

$$\frac{\text{myocardial volume of cardiac phantom (182 ml)}}{\text{total voxel of cardiac phantom (1,527)}} = 0.119 \text{ (ml)}$$

の関係式が成立する。このことより、臨床例においては、全心筋 voxel (TMV) を求めることにより線維化や壊死部を除く有効左室心筋量 (left ventricular mass: LVM) の推定が可能であると考え

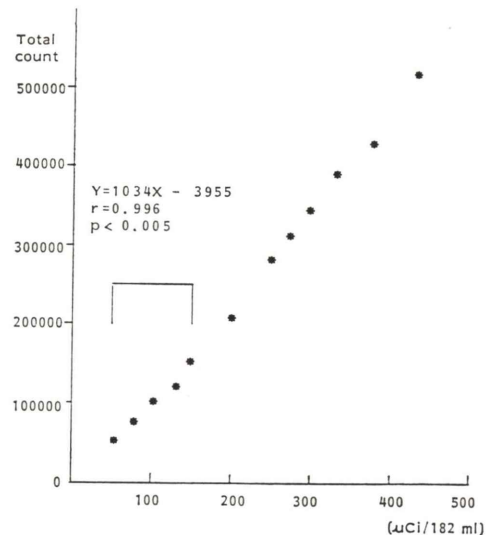


Fig. 3 Correlation between total count and  $^{201}\text{Tl}$  concentration in phantom study.

えられる。

すなわち、 $\text{LVM (ml)} = 0.119 \times \text{TMV}$  となる。

われわれの検討では、 $^{201}\text{Tl}$  約 2.5 mCi 投与時の臨床例における最大 count および平均 count は、心臓ファントム壁内  $^{201}\text{Tl}$  濃度が  $0.291 \mu\text{Ci/ml}$  から  $0.824 \mu\text{Ci/ml}$  の場合に得られるそれぞれの値の間にあった。したがってファントム実験結果の臨床例への応用に際し、 $0.291 \mu\text{Ci/ml} \sim 0.824 \mu\text{Ci/ml}$  の壁内濃度の合計 count および合計 voxel の成績を用いた。

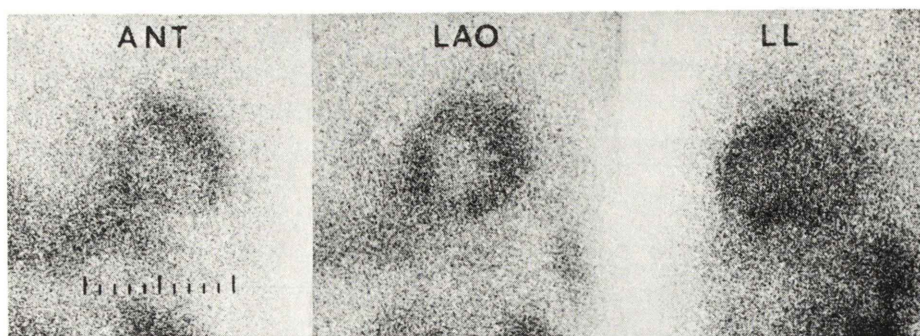
次に、前述したごとく再構成画像における全 count 数は壁内  $^{201}\text{Tl}$  濃度を正しく反映し (Figs. 1, 3),

$$\begin{aligned} \text{total count of cardiac phantom} \\ = (1,034 \times ^{201}\text{Tl concentration}) - 3955 \end{aligned}$$

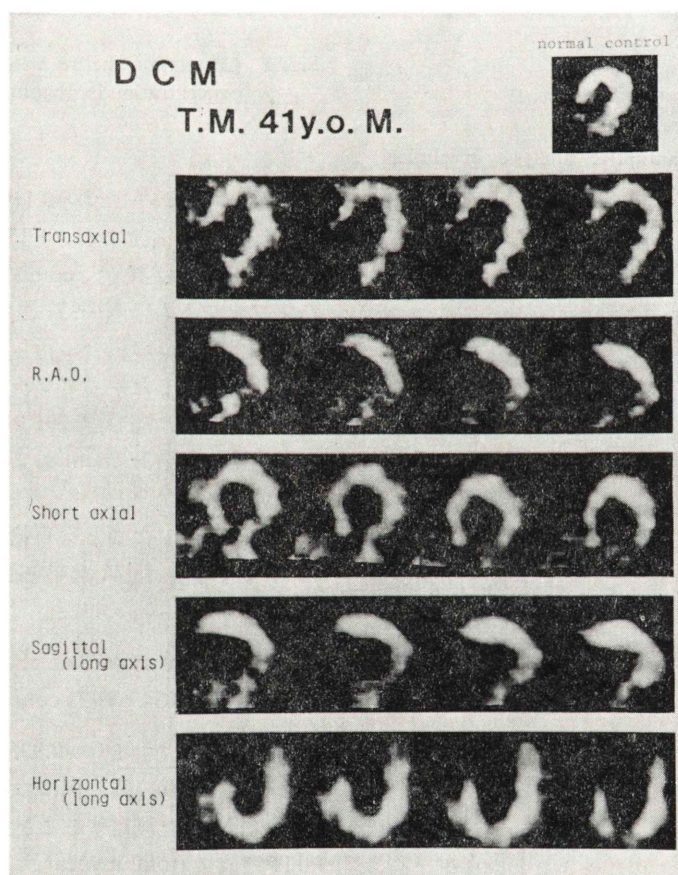
の回帰式が成立する ( $r = 0.996$ ,  $p < 0.005$ )。

このことより、臨床例においては、左室全心筋 count (TMC) を測定することにより左室全体での  $^{201}\text{Tl}$  摂取量 (total myocardial  $^{201}\text{Tl}$  uptake: TU) が推定できると考えられる。すなわち、

$$\text{TU} = \frac{\text{TMC}}{1,034} + 3.8 \text{ (}\mu\text{Ci)} \text{ となる。}$$



**Fig. 4** Planar images in case 1, a 41 year-old male with dilated cardiomyopathy. Marked left ventricular dilatation, right ventricular visualization and apical-inferior & septal low uptake of  $^{201}\text{Tl}$  were recognized.



**Fig. 5** SPECT images of the same patient as in Fig. 4. Transaxial sections reveal irregular  $^{201}\text{Tl}$  uptake suggesting diffuse low uptake of  $^{201}\text{Tl}$ .

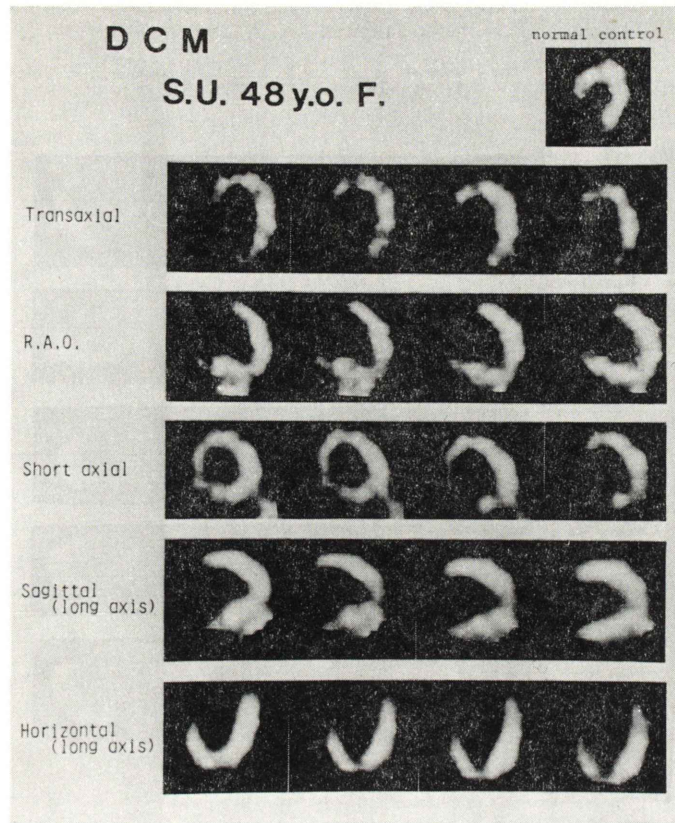


Fig. 6 SPECT images in case 2, a 48 year-old female with dilated cardiomyopathy. Marked left ventricular dilatation and septal-anterior & apical low uptake of <sup>201</sup>Tl were recognized. There was no right ventricular visualization. Note disproportionately large left ventricular cavity to defect size and degree.

## 2) 臨床研究

### [症 例]

#### 症例 1. 41 歳 男性

Figure 4 の PL では、心筋と肺のコントラストが悪く、球状の左室内腔拡大、軽度の右室壁の出現および心尖部から下壁、中隔の <sup>201</sup>Tl 集積低下が認められる。一方 Fig. 5 に示す SPECT 像では、前述 PL 所見に加え、体軸横断断層像で、画像に凹凸不整が認められ、心筋全体での count 数の低下が疑われる。

<sup>201</sup>Tl 摂取率 (UR) は 3.9%、有効左室心筋量 (LVM) は 265 ml、単位体積当たりの <sup>201</sup>Tl 摂取率 (uptake index=UI) は  $14.7 \times 10^{-5}/\text{ml}$  であった。

また心筋/肺・平均 count 比は 1.8 と低値であった。

#### 症例 2. 48 歳 女性

Figure 6 に本例の SPECT 像を示す。症例 1 と同様に著明な左室内腔の球状拡大が認められ、中隔～前壁、心尖部の <sup>201</sup>Tl 集積が低下している。右室壁の描出は認められない。UR は 5.1%、LVM は 222 ml、UI は  $23.0 \times 10^{-5}/\text{ml}$  であり、心筋/肺・平均 count 比は 2.8 であった。

#### 症例 3. 64 歳 男性

Figure 7 に本例の SPECT 像を示す。内腔拡大所見に加え、前壁、中隔の完全欠損が認められ、虚血性心疾患との鑑別が困難であった。UR は 3.5%、LVM は 143 ml、UI は  $24.5 \times 10^{-5}/\text{ml}$  で

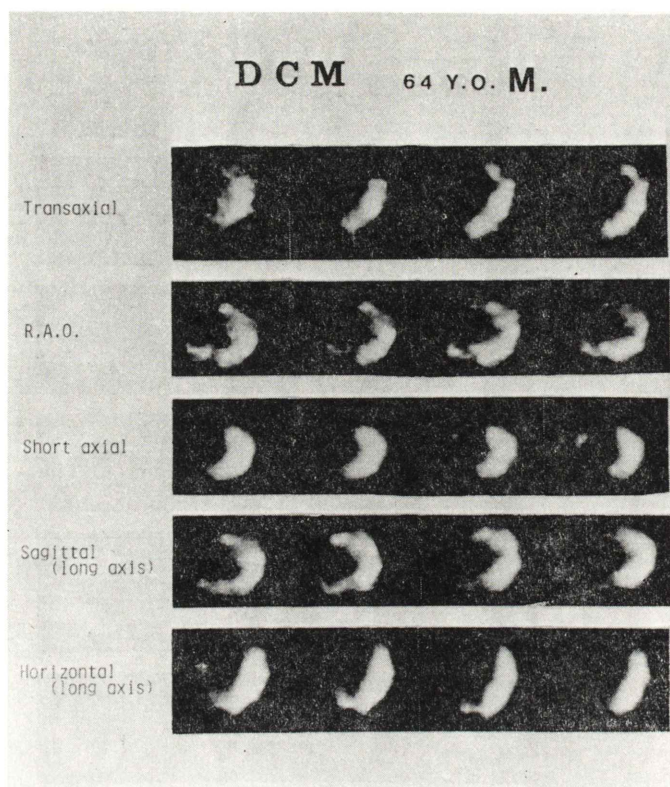


Fig. 7 SPECT images in case 3, a 64-year-old male with dilated cardiomyopathy. Left ventricular cavity and defect size (antero-septal wall) were large. This case was not distinguished from ischemic heart disease.

あり、心筋/肺・平均 count 比は 2.0 であった。

#### [形態評価]

以上実例で示したように、DCM 例では、SPECT 像において全例に左室内腔の拡大が認められ、また限局性あるいはびまん性の集積低下ないし欠損が 86% (12/14) に認められたが、症例 3 を除きその程度は軽く、広範な完全欠損を示すことは少なかった。すなわち、欠損が認められないか (2 例)、認められても欠損の程度に不釣り合いな (11 例)、著明な左室内腔拡大が DCM の最大の特徴所見であった。この所見により症例 3 を除く 93% (13/14) が DCM と診断できた。

IHD の場合、左室内腔の拡大は、広範な心筋梗塞による高度な左室機能障害のために出現すると考えられ、SPECT 所見においては当然広範な

完全欠損が予想される。事実われわれの IHD 例の検討においても、左室内腔拡大例では広範な完全欠損を認めている。

一方、右室壁描出は 43% (6/14) に認められたが、肺高血圧を伴う 1 例を除きその程度は比較的軽度であった。

#### [定量評価]

Table 1 に前述ファントム実験の成績を基に実例における、左室全体の  $^{201}\text{Tl}$  摂取量 (TU) および摂取率 (UR)、有効左室心筋量 (LVM)、単位体積当たりの  $^{201}\text{Tl}$  摂取率 (uptake index: UI)、1 voxel 当たりの心筋平均 count 比 ( $^{201}\text{Tl}$  投与量で補正: mean myocardial count ratio=MMC ratio)、1 voxel 当たりの肺平均 count 比 ( $^{201}\text{Tl}$  投与量で補正: mean lung count ratio=MLC ratio)、心筋/

Table 1 Various parameters in SPECT in clinical study

	Normal (n=5)	DCM (n=14)	p value
Total uptake (TU)= $\frac{\text{Total myocardial count (TMC)}}{1,034} + 3.8 (\mu\text{Ci})$	81 $\pm$ 6	127 $\pm$ 45	0.05
Uptake ratio (UR)= $\frac{\text{TMC}}{\text{injected dose}} \times 100$ (%)	3.3 $\pm$ 0.2	4.8 $\pm$ 1.3	0.01
Left ventricular mass (LVM) =0.199 $\times$ Total myocardial voxel (TMV) (ml)	141.6 $\pm$ 22.4	255.5 $\pm$ 54.1	0.001
Uptake index (UI)= $\frac{\text{TU}}{\text{LVM}} \times \frac{1}{\text{injected dose}}$	(23.6 $\pm$ 3.8) $\times 10^{-5}$	(18.9 $\pm$ 4.3) $\times 10^{-5}$	0.05
Mean myocardial count (MMC) ratio = $\frac{\text{TMC}}{\text{TMV}} \times \frac{1}{\text{Injected dose}}$	(27.9 $\pm$ 4.7) $\times 10^{-3}$	(22.4 $\pm$ 5.3) $\times 10^{-3}$	0.05
Mean lung count (MLC) ratio= $\frac{\text{Count of 100 voxels}}{100 \times \text{Injected dose}}$	(10.3 $\pm$ 1.9) $\times 10^{-3}$	(12.1 $\pm$ 3.8) $\times 10^{-3}$	NS
Myocardium/lung (M/L) mean count ratio= $\frac{\text{MMC}}{\text{MLC}}$	2.8 $\pm$ 0.4	2.0 $\pm$ 0.6	0.01

肺・平均 count 比を求めた結果を示す。

正常例に比べ DCM では、TU (81  $\pm$  6  $\mu\text{Ci}$ : 127  $\pm$  45  $\mu\text{Ci}$ ,  $p < 0.05$ ), UR (3.3  $\pm$  0.2%: 4.8  $\pm$  1.3%,  $p < 0.01$ ), LVM (141.6  $\pm$  22.4 ml: 255.5  $\pm$  54.1 ml,  $p < 0.001$ ) は有意に高値であった。一方 UI は正常例に比べ DCM で有意に低値 [(23.6  $\pm$  3.8)  $\times 10^{-5}$ /ml: (18.9  $\pm$  4.3)  $\times 10^{-5}$ /ml,  $p < 0.05$ ] であった。また、MMC ratio は UI に近い意義を有するが、同様に DCM で有意に低値であった。

一方 MLC ratio は正常例と比べ DCM でやや高値の傾向はあるが有意ではない。しかし、心筋/肺・平均 count 比は DCM で明らかに低値となっている (2.8  $\pm$  0.4: 2.0  $\pm$  0.6,  $p < 0.01$ )。

## V. 考 察

### [形態評価]

DCM は、心腔の拡張と収縮不全をきたす疾患という本症の診断基準<sup>9)</sup>より考え、当然のこととして心筋シンチグラム所見上、著明な左室腔の拡大が認められる。一方、IHD をはじめ各種心疾患の終末像としても著明な左室腔の拡大をきたし、特に DCM の診断に当たっては虚血性心筋症を鑑別しなければならない。

DCM と虚血性心筋症の鑑別は、現在冠動脈造影所見を基礎になされているが、Bulkley らは安静時  $^{201}\text{Tl}$  心筋 PL 所見により、非侵襲的に両者を鑑別できたと報告<sup>5)</sup>している。従来 IHD の  $^{201}\text{Tl}$  心筋シンチグラム所見は灌流欠損であり、IHD の終末像である虚血性心筋症では広範な欠損像が予測され、事実彼らも虚血性心筋症13例全例で心筋輪郭の40%以上に及ぶ欠損像を認めている。一方 DCM 8 例中5例にも同様に灌流欠損を認めているが、1例を除きその範囲は狭く、これにより虚血性心筋症との鑑別が可能であったとしている。

われわれの成績を彼らの報告と比較すると、欠損像は86%と高値となっているが、その程度は彼らの報告と同様比較的軽度で、広範な完全欠損は1例のみであり、安静時  $^{201}\text{Tl}$  心筋シンチグラフィにより DCM と虚血性心筋症の鑑別が可能であると思われる。すなわち、欠損の程度に不釣り合いな球状の著明な左室内腔拡大が DCM の特徴所見である。

一方 Dunn らは運動負荷  $^{201}\text{Tl}$  心筋 PL を用い両者の鑑別を試み、DCM 10 例全例で灌流欠損を認め、欠損範囲および再分布現象の状態は IHD

と同様の所見を呈したと報告<sup>6)</sup>し、唯一の相違点は完全欠損が DCM 例で少なかった (1/10) ことである。

Dunn らの成績も本質的には Bulkley らおよびわれわれの成績と同様で、DCM では灌流欠損ではあってもその程度が比較的軽度であり、また逆に完全欠損を示し、虚血性心筋症と思われる例の中にも、まれには DCM が存在するということである。

Dunn らの報告にみられる運動負荷による欠損の拡大 (再分布あり) の原因については現在明らかではないが、われわれの症例の中で、pacing により心拍数を上げて施行した左室造影で、壁運動が control と比べ著明に悪化した例があったことは、本症の病態を解明する一つの手がかりとなるかもしれない。

右室描出に関しては、正常者の安静時画像では一例も出現せず、DCM 例では 43% に出現し、一つの特徴所見ではあるが、心不全状態あるいは肺高血圧状態でも出現し、特異的とはいえない。一方、Bulkley らは、右室拡大を一つの特徴的所見として述べている。

#### 【定量評価】

冠血流量 (coronary blood flow = CBF) または心筋血流量を測定する方法が種々提案されている<sup>9)</sup>が、いまだに確立されたものはない。その中で、K 同族体を用い、その心筋摂取率 (UR) を CBF/CO 比 (CO = cardiac output: 心拍出量) として求める方法がある。

Sapirstein によると、K 同族体は静注投与後、CO の末梢血流分布に従って各臓器に摂取され (indicator fractionation principle) この原理を応用して <sup>52</sup>K<sup>11)</sup>, <sup>86</sup>Rb<sup>12)</sup>, <sup>201</sup>Tl<sup>13,14)</sup> で UR が測定されている。

<sup>201</sup>Tl の UR については、石井らが、

$$UR = \frac{\text{心筋部に ROI を設定して得た count}}{\text{第 1 回 Tl 中心循環系通過時の全視野における count}}$$

として PL 像から計測し、安静時正常人で 4.0 ± 0.5% の結果を得ている<sup>13)</sup>。その後、大和田らも

同様の方法で測定し、安静時正常人で 3.49 ± 0.45% の成績を報告<sup>14)</sup>している。

【われわれは、SPECT を用い、ファントム実験をもとに、<sup>201</sup>Tl 左室心筋摂取絶対量を計算し、あらかじめ測定しておいた投与量で除して UR を測定し、彼らの方法とはやや異なる。

PL 像を用いて UR を計測する場合、得られた count 数は画像処理による影響を受けていないが、SPECT を用いた場合、スムージングなど画像処理による count 数の変化を考慮する必要がある。しかし、ファントム実験で示したように、再構成画像は比較的正確に <sup>201</sup>Tl 心筋内濃度を反映し、われわれの方法によっても、<sup>201</sup>Tl (左室) 心筋摂取量および UR が測定可能であると推測できる。事実、われわれの方法で求めた安静時正常人 UR は、3.3 ± 0.2% で、石井ら、大和田らの成績と比べやや低値ではあるが、近い値となっている。やや低値を示すのは、右室の <sup>201</sup>Tl 摂取を除外しているためかもしれない。

今回の検討では吸収補正は施行せず、ファントムおよび人体で同様に吸収が行われているものとみなして検討したが、適切な吸収補正により、さらに正確な <sup>201</sup>Tl 摂取量、摂取率の測定が可能となると思われる。

次に左室有効心筋量 (LVM) (ml) の測定であるが、Tauxe らは、SPECT による organ volume の測定実験で、voxel 数と organ volume は正比例することを報告<sup>15)</sup>している。彼らの実験は、一定濃度で、容積を変えた時に得られる画像の voxel 数は正確にもとの容積を表わしているということを示すものであり、われわれのファントム実験は、voxel 数は壁内濃度の変化にあまり影響を受けないということである。このことを総合して考えると、SPECT により、臨床例において、心筋への <sup>201</sup>Tl の集積が多少違っていても、比較的正確に LVM が算出できると思われる。

われわれは、心筋部体積の異なる種々のファントムが入手できなかったため、Tauxe らの実験成績と、われわれの成績とを総合して LVM の算出が可能と判断した。

Cutoff level についても以前報告<sup>16)</sup>しているが、LVM 測定のためには最低次の2点が必要である(表示された画像において)。

- (1) 左室内腔の同定ができること
- (2) 正常心筋と思われる部位がカットされないこと

われわれは、CRT に表示された画像をみて、(1)、(2)の条件をできるだけ満足する cutoff level を検討し、55%カットが比較的両者を満足する値であるという結果を得た。

Figure 1 で示すファントム実験において、0.291  $\mu\text{Ci/ml}$  (全量 53  $\mu\text{Ci}$ ) の濃度の時には、側壁の一部に軽度欠損所見が認められ、これ以上のカット(55%)では、正常部が明らかにカットされると考えられる。臨床例においては、55%カットでファントム画像のように、正常例の側壁が欠損像となることは少ないようである。一方 cutoff level があまり少なすぎる場合、内腔の同定ができなくなり、特に肥大型心筋症例においては、50%以下のカットでは、ほとんど内腔は同定できず、これ以上のカットが必要である。したがって(1)、(2)の条件を満足する cutoff level は55%ということになった。

一方、形態評価においては、40%のバックグラウンドカットを行った画像をポラロイドフィルムに撮像したものをを用いたが、これは、ポラロイド撮影に際し、さらにカットがかかり、CRT 上の55%カットに近い画像が得られるためである。

Kennedy らによると、正常人の左室心筋重量は  $92 \pm 16 \text{ g/M}^2$  であり<sup>17)</sup>、われわれの SPECT より求めた値も、ほぼこれに近い値となっている(ただし、われわれは左室心筋量 (ml) で表わしている)。

以上述べたごとく、正常人では比較的正確に UR, LVM が測定できると思われ、同様に DCM 例で求めた値と比較した場合、DCM では UR, LVM は有意に増加しているが、単位体積当たりの摂取率 (UI) は有意に低下している。

次に 1 voxel 当たりの肺平均 count 比 (MLC ratio) であるが、肺の一部のみの測定で、全体を

表現しているとは言えないかもしれないが、測定が非常に簡単で、臨床実用面から考えると利用できるものと思われる。特に PL の相対表示画像において、肺野のとりこみ増加を指摘するのは困難で、このことに対する客観的裏づけともなると考えられる。また心筋/肺・平均 count 比も DCM 例で低下しており、これらが PL の相対表示画像における肺野のとりこみ増加様所見(実際は、心筋のとりこみ低下があるかもしれない)を増強する因子ともなる。

以上、DCM では単位心筋当たりの  $^{201}\text{Tl}$  摂取率が低下し、また、本定量評価は DCM の形態所見の客観的裏づけとなると考えられた。

## VI. 結 語

安静時  $^{201}\text{Tl}$  心筋 SPECT を用い、拡張型心筋症 (DCM:  $n=14$ ) を形態的および定量的に評価した。

### [形態評価]

球状の著明な左室内腔拡大、限局性あるいはびまん性の集積低下～欠損、右室壁の描出および一部の例で肺野集積増強が特徴所見であった。虚血性心疾患との鑑別では、欠損の程度に不釣り合いな内腔拡大所見により 93% (13/14) が DCM と診断できた。

### [定量評価]

DCM では正常者 ( $n=5$ ) と比べ、

- (1) 左室心筋  $^{201}\text{Tl}$  摂取量、摂取率および左室心筋量は有意に高値であった。
- (2) 単位体積当たりの  $^{201}\text{Tl}$  摂取率は有意に低値であった。
- (3) 心筋/肺・平均カウント比は有意に低値であった。

以上、安静時  $^{201}\text{Tl}$  SPECT 所見により、DCM を虚血性心疾患と鑑別することが可能であり、また定量評価は形態評価の客観的裏づけともなり、臨床応用可能と思われた。

## 文 献

- 1) Strauss HW, Harrison K, Langan JK, et al:

- Thallium-201 for myocardial imaging. Relation of thallium-201 to regional myocardial perfusion. *Circulation* **51**: 641-645, 1975
- 2) Pohost GM, Zir LM, Moore RH, et al: Differentiation of transiently ischemic from infarcted myocardium by serial imaging after a single dose of thallium-201. *Circulation* **55**: 294-302, 1977
  - 3) Tamaki N, Mukai T, Ishii Y, et al: Clinical evaluation of thallium-201 emission myocardial tomography using a rotating gamma camera: Comparison with seven-pinhole tomography. *J Nucl Med* **22**: 849-855, 1981
  - 4) 二神康夫, 浜田正行, 市川毅彦, 他: 心筋シンチグラムの Emission CT 法——虚血性心疾患における検討——. *心臓* **15**: 856-864, 1983
  - 5) Bulkley BH, Hutchins GM, Bailey I, et al: Thallium 201 imaging and gated cardiac blood pool scans in patients with ischemic and idiopathic congestive cardiomyopathy. A clinical and pathologic study. *Circulation* **55**: 753-760, 1977
  - 6) Dunn RF, Uren RF, Sadick N, et al: Comparison of thallium-201 scanning in idiopathic dilated cardiomyopathy and severe coronary artery disease. *Circulation* **66**: 804-810, 1982
  - 7) 二神康夫, 浜田正行, 市川毅彦, 他: 肥大型心筋症の形態診断における心電図同期  $^{201}\text{Tl}$  心筋 single photon emission computed tomography の有用性の検討. *核医学* **20**: 633-640, 1983
  - 8) 戸嶋裕徳, 河合忠一: 特発性心筋症 Idiopathic Cardiomyopathy 診断の手引. 厚生省特定疾患, 特発性心筋症調査研究班, 昭和 57 年度研究報告集: pp. 13-15, 1983
  - 9) Klocke FJ: Coronary blood flow in man. *Prog Cardiovasc Dis* **19**: 117-166, 1976
  - 10) Sapirstein LA: Regional blood flow by fractional distribution of indicators. *Am J Physiol* **193**: 161-168, 1958
  - 11) Donato L, Bartolomei G, Giordani R: Evaluation of myocardial blood perfusion in man with radioactive potassium or rubidium and precordial counting. *Circulation* **29**: 195-203, 1964
  - 12) Ishii Y, Hamamoto K, Torizuka K, et al: Evaluation of myocardial blood flow in man with radioactive rubidium-86 by means of precordial counting method. *Jpn Nucl Med* **3**: 44-45, 1966
  - 13) 石井 靖, 神原啓文, 米倉義晴, 他:  $^{201}\text{Tl}$  による心筋シンチグラフィーおよび心筋血流量測定について. *核医学* **13**: 787-797, 1976
  - 14) 大和田憲司, 束原康文, 阿部裕光, 他: 虚血性心疾患における thallium-201 心筋シンチグラフィー——体表計測による thallium-201 の経時的変化ならびに心筋血流量測定に関する検討——. *核医学* **17**: 891-899, 1980
  - 15) Tauxe WN, Soussaline F, Todd-Pokropek A, et al: Determination of organ volume by single-photon emission tomography. *J Nucl Med* **23**: 984-987, 1982
  - 16) 竹沢英郎, 二神康夫, 浜田正行, 他:  $^{201}\text{Tl}$  心筋 gated SPECT による肥大型心筋症の壁厚及び左室心筋重量算出の試み. 厚生省特定疾患, 特発性心筋症調査研究班, 昭和 57 年度研究報告集: pp. 178-185, 1983
  - 17) Kennedy JW, Baxley WA, Figley MM, et al: Quantitative angiocardiology. I. The normal left ventricle in man. *Circulation* **34**: 272-278, 1966

## Summary

### Evaluation of Dilated Cardiomyopathy by $^{201}\text{Tl}$ Myocardial Single Photon Emission Computed Tomography —Morphological and Quantitative Analysis—

Yasuo FUTAGAMI\*, Katsutoshi MAKINO\*, Takehiko ICHIKAWA\*,  
Tokuji KONISHI\*, Masayuki HAMADA\*, Takeshi NAKANO\*,  
Hideo TAKAZAWA\*, Tsunao ITO\*\*, Hisato MAEDA\*\* and Li XUEZHONG\*\*\*

*\*First Department of Internal Medicine, \*\*Department of Radiology*

*Mie University School of Medicine, Tsu, Japan*

*\*\*\*Department of Internal Medicine, Bai Chu Ên Medical School, China*

To estimate dilated cardiomyopathy (DCM) morphologically and quantitatively,  $^{201}\text{Tl}$  myocardial single photon emission computed tomography (SPECT) was performed in 14 DCM and 5 normal cases. Using a rotating dual-gamma camera system, resting SPECT data were collected for 6 minutes. Quantitative analysis of clinical cases was based on phantom studies.

#### (I) Morphological features

Marked spherical left ventricular (LV) dilatation (14/14), localized-diffuse low uptake or defect (12/14), and right ventricular visualization (6/14) were characteristic features in DCM. Differentiation of DCM from ischemic heart disease by SPECT was possible through the feature indicating disproportionately large LV cavity to defect size or degree.

#### (II) Quantitative analysis

When DCM was compared with normal control (n=5), following 3 features were impressive;

1) DCM was significantly higher in LV myo-

cardial  $^{201}\text{Tl}$  uptake ratio and LV volume than normal control.

( $4.8 \pm 1.3\%$ :  $3.3 \pm 0.2\%$ ,  $p < 0.01$ ,  $255.5 \pm 54.1$  ml:  $141.6 \pm 22.4$  ml,  $p < 0.001$ , respectively)

2) DCM was significantly lower in LV myocardial  $^{201}\text{Tl}$  uptake ratio of unit volume (1 ml) than normal control.

3) DCM was significantly lower in mean myocardial count/mean lung count · ratio than normal control.

Thus we concluded that  $^{201}\text{Tl}$  myocardial SPECT was useful non-invasive technique for diagnosis of DCM and was with fairly well correlation between morphology and quantitative estimations. Furthermore, this quantitative method appears to be applicable for estimation of other cardiac disease.

**Key words:** Dilated cardiomyopathy,  $^{201}\text{Tl}$  myocardial SPECT, Left ventricular mass,  $^{201}\text{Tl}$  myocardial uptake ratio.