

## 《技術報告》

左室壁厚が  $^{201}\text{Tl}$  心筋 SPECT イメージにおよぼす影響

——心筋ファントムによる検討——

古東 正宜\*      名村 宏之\*\*      川瀬 修三\*      山崎 克人\*\*\*  
 河野 通雄\*\*\*

**要旨**  $^{201}\text{Tl}$  心筋 SPECT は冠血管疾患ならびに心筋の viability の診断には planar 像に比べ sensitivity, specificity, 正診率において優れていることは知られている。SPECT 像はまた診断の sensitivity や解剖学的なオリエンテーションにおいて planar 像より優れる。しかし装置の空間分解能の限界のため、壁の菲薄化した患者ではしばしば劣化した SPECT 像が得られる。拡張型心筋症で見られるように左心室が著明に菲薄化した患者における SPECT 像の正診率を調査するためにわれわれは 7 mm 厚の心筋ファントムを用いて実験的研究を行った。ファントムの断層像は人工的な欠損像はみられなかったがむしろ不均一であった。拡張型心筋症は左心室の不均一な欠損像によって特徴づけられると考えられる。臨床的な所見に加え技術的な制約があるために、菲薄な左心室壁の患者の心筋灌流を明らかにするためには充分注意を要する。

(核医学 33: 771-777, 1996)

## I. はじめに

塩化タリウム ( $\text{Tl-201}$ ) (以下  $^{201}\text{Tl}$ ) を用いた心筋 Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT) 法による冠血管病変の検出、心筋虚血の評価、Viability の判定は診断精度、sensitivity が従来の planar 法に比し良好であるため必要不可欠のものとなっている。しかしながら、心エコー、Magnetic Resonance Imaging (MRI) で拡張末期壁厚が 6~7 mm の高度の壁運動障害、左室機能低下、左室菲薄化を伴った虚血性心疾患の多枝病変例や拡張型心筋症 (Dilated cardiomyopathy: DCM) 例に

においては、SPECT image 上正常灌流、灌流欠損の評価が困難であることをしばしば経験する。

今回われわれは、左室菲薄化ファントムを作製し、左室壁厚と SPECT image の基礎的検討を行うと共に実際の DCM 例と対比し SPECT 読影上の問題点を検討したので報告する。

## II. 使用機器

SPECT 装置；島津製作所社製 ZLC-75ECT  
 データ処理装置；島津製作所社製シンチパック 2400  
 心筋ファントム；京都科学標本社製 RH-2 型  
 JIS 規格 SPECT 用ファントム；安西総業社製 AZ-660  
 X 線 CT；東芝メディカル社製 TCT-60A/60

## III. 方 法

- 1) 心筋ファントムを用いた SPECT 画像評価
  - ① 左室心筋厚 10 mm のファントムの左室心

\* 神戸大学医学部附属病院中央放射線部  
 \*\* 同 第一内科教室  
 \*\*\* 同 放射線医学教室  
 受付：8 年 1 月 12 日  
 最終稿受付：8 年 5 月 16 日  
 別刷請求先：神戸市中央区楠町 7-5-2 (☎ 650)  
 神戸大学医学部附属病院中央放射線部  
 古 東 正 宜

筋部に  $^{201}\text{Tl}$  (740 KBq/175 ml) を封入し、また左室部、右室部および縦隔内には水を封入し、LPO  $45^\circ \sim \text{RAO } 45^\circ$  までの  $180^\circ$  度、32 方向よりデータ収集した。収集時間は 1 方向あたり 35 秒、回転半径は 22 cm、マトリックスサイズは  $64 \times 64$  であった。前処理フィルタは、バターワースフィルタ (オーダー 8, カットオフ周波数: 0.25 cycles/pixel)<sup>2,3)</sup> を使用しバックプロジェクション法にて画像再構成を行った。また同時に planar image を 1 方向 5 分間収集で撮像した (Fig. 1, 2)。

② 臨床で壁の肥厚は心筋厚 6 mm 前後の範囲で起こると考えられ、基礎実験としてファントムの左室心筋部に不均一に合成樹脂を塗布し、心筋厚を 4~7 mm とし、壁肥厚のある DCM モデルとした。データ収集は①と同様の方法で行った (Fig. 3)。

心筋厚の極在の確認は、X 線 CT を使用した (Fig. 4)。

#### 2) SPECT 用ファントム (AZ-660) による空間分解能の測定

① 空間分解能測定用ファントム (円柱ファントム) を使用し、撮像はファントム内に  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  (37 KBq/ml) を満たし、回転半径 25 cm で行った。収集条件は、1 方向あたり 20 秒で 64 Step 360 度収集であった。マトリックスサイズは  $64 \times 64$  であり、前処理フィルタは、バターワースフィルタ (オーダー 8, カットオフ周波数: 0.25 cycles/pixel) を使用し画像再構成を行った。得られた SPECT 像をもとに視覚的に空間分解能を求めた。

#### 3) 拡張型心筋症 (DCM) に対する臨床評価

① 58 歳の男性で心拡大、心電図異常で精査され、冠動脈正常、心エコー、左室造影でびまん性の左室壁運動障害を呈し、心筋生検では DCM に矛盾しない所見が得られている症例 (左室拡張期径 64 mm, 左室収縮期径 52 mm, % FS 19%, 中隔壁厚 7 mm, 後壁壁厚 7 mm) に対し、安静時に  $^{201}\text{Tl}$  を 111 MBq 静注し心筋 SPECT と planar 撮像を行い画像評価を行った。SPECT の画像収集方法および画像再構成は、方法 1)-①と同様の方法で行った。

② 心筋の灌流をよく表現する SPECT の断面を選び、 $5 \times 5$  ピクセルの ROI を設定し、同一スライス面の各 ROI 中の最高カウントを 100 とした相対値として % Tl uptake を算出した。

### IV. 結 果

#### 1) SPECT 用ファントム (AZ-660) による空間分解能の測定

① 空間分解能は円柱の直径が 13 mm $\phi$  までが識別可能であり、10 mm $\phi$  のものが数か所識別でき、本装置の識別限界は 10 mm $\phi$  であった (Fig. 5)。

#### 2) 心筋ファントムを用いた SPECT の画像評価

① 心筋ファントムの SPECT 像では、心尖部において、 $^{201}\text{Tl}$  の強い取り込みと下壁部においてやや取り込みの低下を認めるものの、その他の部位については均等に  $^{201}\text{Tl}$  が分布しており、明らかな欠損部は認めなかった (Fig. 6)。

② DCM モデルの心筋ファントムの SPECT 像では、前壁、中隔、前側壁において  $^{201}\text{Tl}$  の取り込みの低下および欠損を認めた (Fig. 7)。また、planar image では明らかな欠損は認めなかった (Fig. 8)。

#### 3) DCM 例の画像評価

DCM の症例では、側壁に  $^{201}\text{Tl}$  の取り込みを認めるものの、その他の部位においては不規則な灌流欠損が認められた (Fig. 9)。

また、planar 像では左室壁の菲薄化、腔の拡大を呈するのみで明らかな灌流欠損は認めなかった (Fig. 10)。

### V. 考 察

現在虚血性心疾患の診断に対しては  $^{201}\text{Tl}$  心筋 SPECT の有用性は確立されている。冠病変診断の sensitivity および部位診断上の有効性は planar 像よりも優っている<sup>4)</sup>。しかしながら拡張性心筋症のような空間分解能を下回る菲薄化した左室心筋の SPECT 像の基礎的および臨床的検討は少ない。

今回のわれわれの試作した左室壁厚 7 mm の心



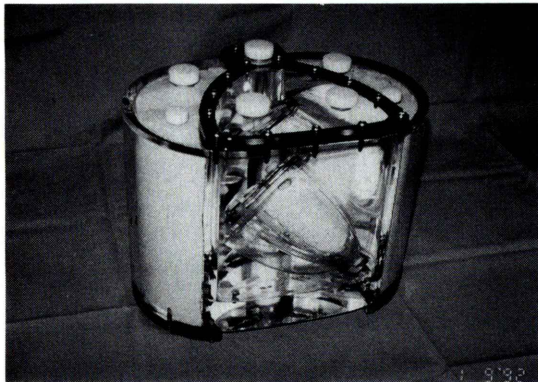


Fig. 1 Over view of the myocardial phantom used in the study.

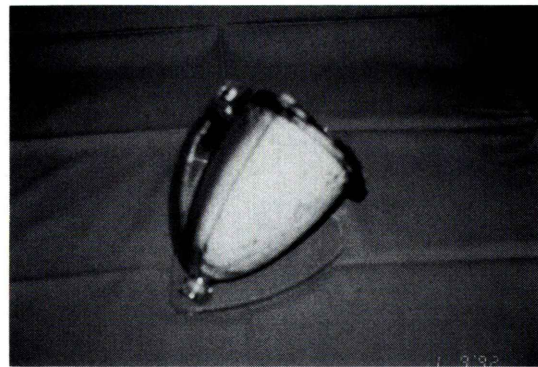


Fig. 3 Myocardial phantom with a wall thickness of 7 mm (a model of DCM) coated with synthetic lesion.

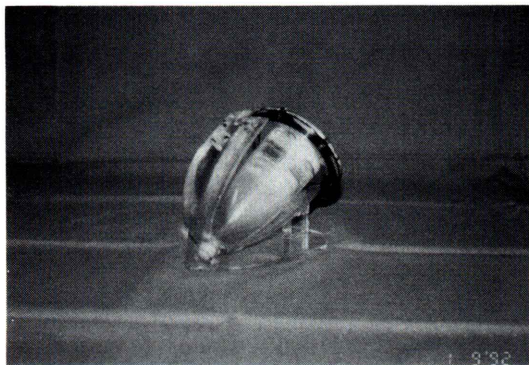


Fig. 2 Myocardial cavity of phantom with a wall thickness of 10 mm.

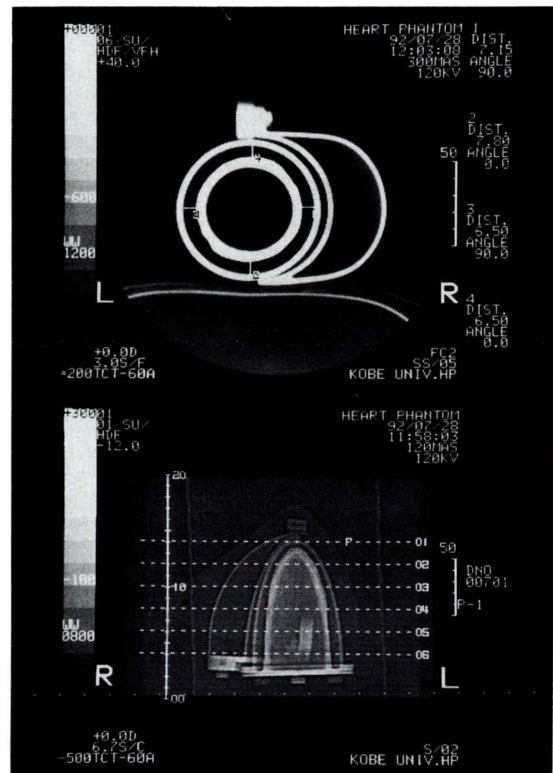


Fig. 4 CT image of myocardial phantom with a wall thickness of 7 mm was obtained to evaluate homogeneity of myocardial thickness.

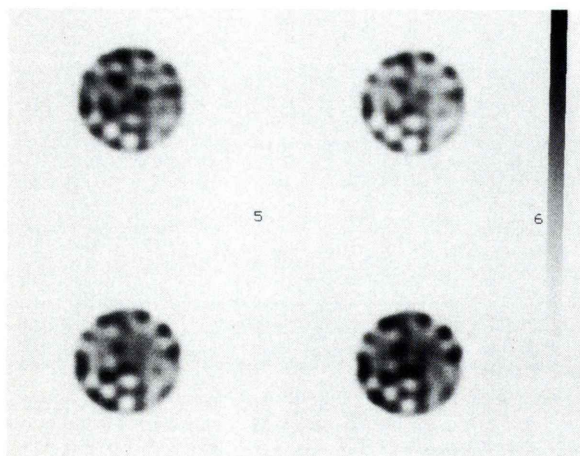


Fig. 5

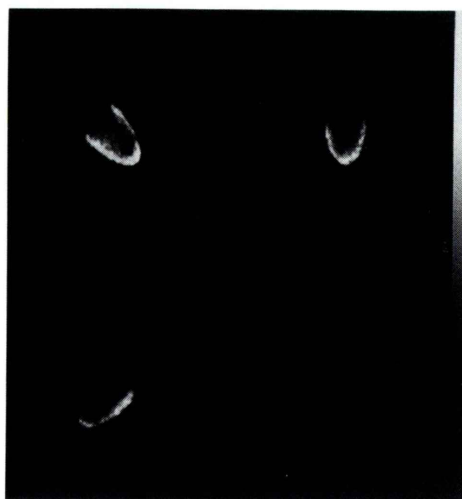


Fig. 8

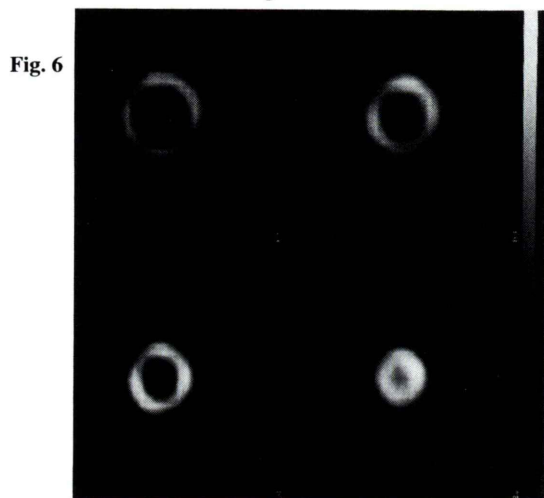


Fig. 6

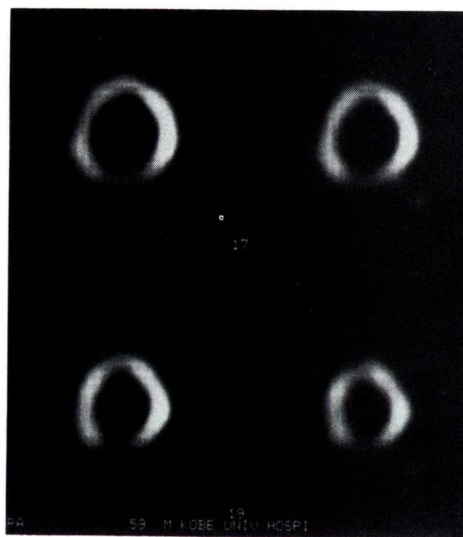


Fig. 9

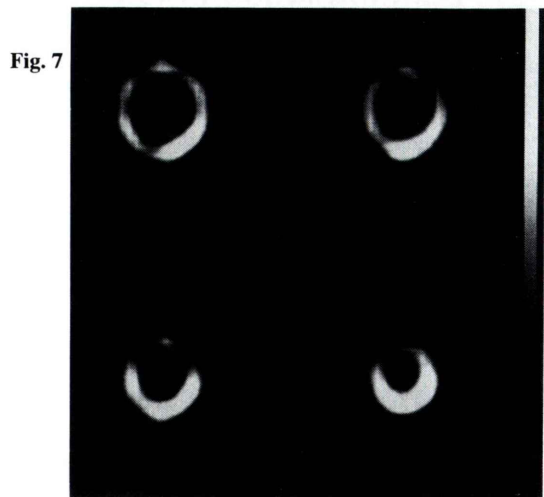


Fig. 7

**Fig. 5** Calculated data of spatial resolution at SPECT image.

**Fig. 6** Short-axis SPECT image of the  $^{201}\text{Tl}$  myocardial phantom with a wall thickness of 10 mm.

**Fig. 7** Short axis SPECT image of the  $^{201}\text{Tl}$  myocardial phantom with a wall thickness of 7 mm.

**Fig. 8** Planar image of the myocardial phantom with a wall thickness of 7 mm.

**Fig. 9** Short-axis SPECT image of a case of DCM.



Fig. 10

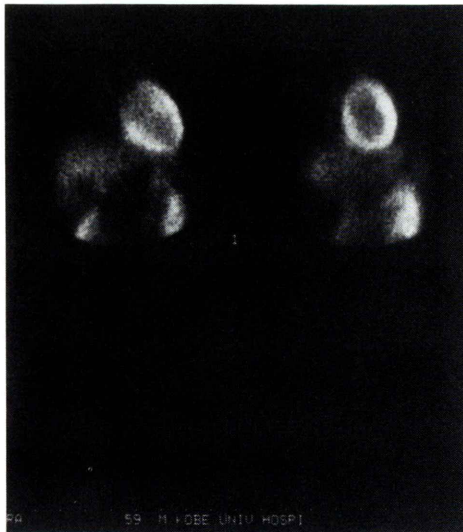


Fig. 10 Planar image of a case of DCM.

Fig. 11 % Tl uptake of SPECT of the myocardial phantom with a wall thickness of 7 mm.

Fig. 12 % Tl uptake of SPECT of a case of DCM.

Fig. 11

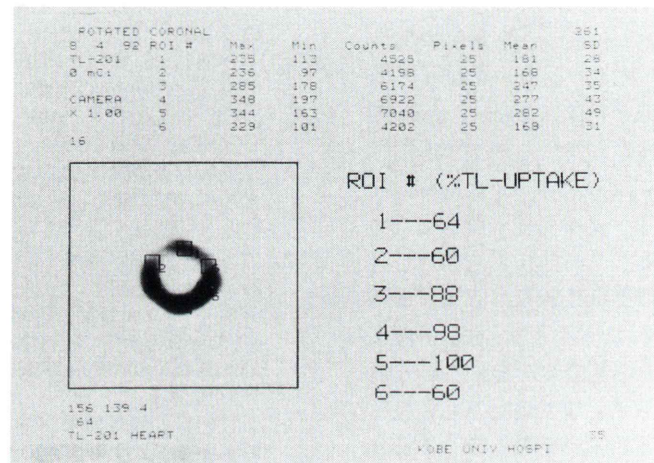
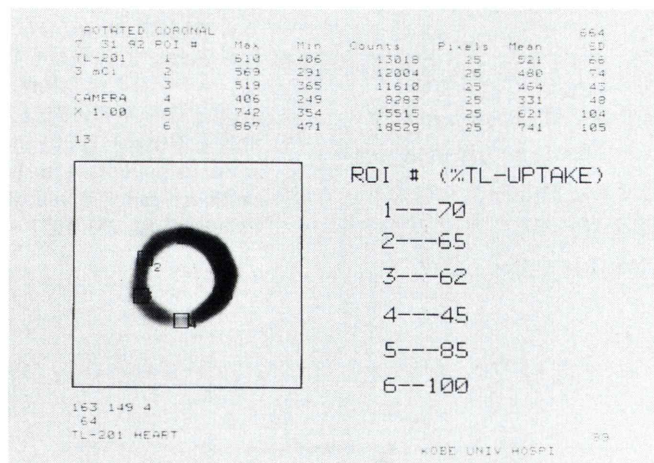


Fig. 12



臓ファントムの SPECT 像では前壁、中隔、前側壁において灌流欠損および低下が認められ同部位の % Tl uptake は 60~64% と不均一な像であった (Fig. 11). 一方ほぼ同程度の壁厚の DCM 例においても前壁、中隔、下壁に灌流欠損および低下が認められ同部位の % Tl uptake は 45~70% であった (Fig. 12).

心筋ファントム、DCM 例ともに planar image では左室壁の菲薄化、腔の拡大を呈するのみで明らかな灌流欠損とはとらえられなかった. 本装置の空間分解能は約 10 mm $\phi$  であり、それを下回る左室心筋上の灌流を評価することはかなり困難であることが予想される<sup>5)</sup>. 実際 DCM 例では SPECT 像において正常部位、欠損部位、灌流低下部位の評価はしばしば困難であることが経験される. これには上述した心筋壁の菲薄化に加え<sup>201</sup>Tl のエネルギーの低さによる attenuation の影響<sup>6)</sup>, さらに左心機能低下による background (肺野)<sup>7)</sup> の<sup>201</sup>Tl のとりこみの亢進, 左室拡張末期圧上昇により冠血流低下による心筋の<sup>201</sup>Tl uptake 低下などが, S/N 比の低下, 画像劣化に関与しているものと思われる.

DCM 例は予後不良の疾患であり、灌流欠損の広さが予後判定に関係するとされ<sup>8)</sup>, planar 像より感度の良い SPECT で心筋灌流の評価を行うことは有用であると思われる. また最近新しい核種による心筋イメージング製剤の開発, 導入により 2 核種同時収集 SPECT 法によるより細かで多くの情報が要求される時代となってきた.

しかし本研究で指摘したように左室壁が菲薄化した例における SPECT 像では heterogeneous な像が得られ、心筋症にみられるという patchy な defect<sup>9)</sup> との鑑別が困難である例も存在するものと思われ読影上注意を要すると考えられる. このような症例においては収集条件を変え心筋の<sup>201</sup>Tl

カウントを稼ぐ工夫あるいは planar 像との併用などが必要であると思われる.

今後左室腔の径を加味した同様の検討, 心電図同期 SPECT における検討が必要であると考えらる.

## VI. 結 語

SPECT の空間分解能を下回る菲薄化した心筋壁における灌流欠損の評価は注意を要するものと考えられた.

## 文 献

- 1) 山辺 裕: 冠微小循環障害 (拡張型心筋症と肥大型心筋症における Tl-201 SPECT の意義). 核医学 **26**: 948-949, 1989
- 2) 大萱生忠, 細野明男: RI におけるデジタル画像の画質改善について (Butter Worth Filter の有用性). 室鉄病誌 **25**: 53-57, 1986
- 3) 尾川浩一: SPECT 画像におけるフィルタの設計 (バターワースフィルタの検討). メディカルレビュー **12**: 38-44, 1988
- 4) 植原敏勇: SPECT による Tl-201 心筋シンチグラフィの定量診断 (心筋 SPECT, Planar 像の視覚的診断との対比を含めて). 核医学 **24**: 99-113, 1987
- 5) 久田欣一: SPECT の臨床, 金原出版, 1986, pp. 29-32
- 6) Segall GM, Davis MJ: Prone Versus Supine Thallium Myocardial SPECT: A Method to Decrease Artifactual Inferior Wall Defects. J Nucl Med **30**: 548-555, 1989
- 7) 西村恒彦, 植原敏勇, 林田孝平, 他: 運動負荷心筋スキャンによる虚血の検出およびその重症度評価 (肺野の<sup>201</sup>TlCl 集積, washout rate の併用による). 核医学 **22**: 467-475, 1985
- 8) 仁村泰治, 他: 拡張型心筋症におけるタリウム心筋シンチグラム像の意義. 特発性心筋症調査研究班, 昭和 62 年報告書; p. 165, 1988
- 9) Bulkey BH, et al: Tl-201 and gated cardiac blood pool scans in patients with ischemic and idiopathic cardiomyopathy, a clinical and pathological study. Circulation **55**: 753, 1977

## Summary

### Effect of Wall Thickness of Left Ventricle on $^{201}\text{Tl}$ Myocardial SPECT Images: Myocardial Phantom Study

Masanobu KOTO\*, Hiroyuki NAMURA\*\*, Osami KAWASE\*,  
Katsuhito YAMASAKI\*\*\* and Michio KONO\*\*\*

*\*Central Division of Radiology, Kobe University Hospital*

*\*\*First Department of Internal Medicine, Kobe University School of Medicine*

*\*\*\*Department of Radiology, Kobe University School of Medicine*

$^{201}\text{Tl}$  myocardial SPECT is known for better sensitivity, specificity, and accuracy than planar images in detecting coronary artery disease and diagnosing myocardial viability.

SPECT images are also superior to planar images in diagnostic sensitivity and anatomical orientation.

However, as limitation of the spatial resolution of the machine, we often encounter poor SPECT plower image quality in patients with decreased wall thickness.

To test the accuracy of SPECT images in patients with marked thinning of the left ventricular wall, as occurs in dilated cardiomyopathy, we performed a ex-

perimental study using myocardial phantom with 7 mm wall thickness.

Tomographic image of the phantom images were rather heterogeneous, though no artificial defect was located.

Dilated cardiomyopathy is thought to be characterized by patchy defects in the left ventricle.

Careful attention should be given to elucidating myocardial perfusion in patients with a thin left ventricle wall, as there are technical limitations in addition to clinical features.

**Key words:**  $^{201}\text{Tl}$  myocardial SPECT, Phantom study, Artifact, DCM.