

《原 著》

^{99m}Tc -Tetrofosmin 心筋シンチグラフィによる肥大型心筋症の心筋灌流および形態評価

大槻 克一* 杉原 洋樹** 谷口 洋子* 馬本 郁男*
 中川 達哉* 中村 隆志* 東 秋弘* 河野 義雄*
 足立 晴彦* 落合 正和*** 前田 知穂** 中川 雅夫*

要旨 新しい心筋灌流イメージング製剤である ^{99m}Tc -Tetrofosmin により肥大型心筋症の心筋灌流と左室形態を同時に評価し、その有用性を検討した。肥大型心筋症 (HCM) 10 例を対象とした。同日に施行した運動負荷時および安静時の ^{99m}Tc -Tetrofosmin による SPECT 像を 18 分画し、集積程度を 5 段階にスコア化して同時期の ^{201}TI 像と比較した。また、安静時に ^{99m}Tc -Tetrofosmin Gated SPECT を施行し、心エコー図、左室造影所見と対比した。 ^{99m}Tc -Tetrofosmin と ^{201}TI の各領域のスコアの完全一致率は負荷時、安静時ともに 75.0% であり、一段階以内の一一致率はそれぞれ 97.8%, 97.2% であった。 ^{99m}Tc -Tetrofosmin は ^{201}TI に比し画像が鮮明であった。Gated SPECT より求めた中隔壁厚、自由壁厚および中隔壁/自由壁厚比は、心エコー図より求めた値と比較的良好な相関が認められ、左室内腔形態は左室造影所見と近似した。 ^{99m}Tc -Tetrofosmin 心筋シンチグラフィは、HCM の心筋灌流異常の検出および形態評価に有用であると考えられた。

(核医学 31: 309-318, 1994)

I. はじめに

新しく開発された心筋灌流イメージング製剤である ^{99m}Tc -Tetrofosmin は、1,2bis[bis(2-ethoxyethyl)phosphino]ethane と ^{99m}Tc の Diphenophosphine 錯体よりなる脂溶性 ^{99m}Tc 製剤である。 ^{99m}Tc -Tetrofosmin は、 ^{99m}Tc 製剤であるため吸収、散乱の影響を受けにくく、大量投与も可能であることから ^{201}TI に比べ鮮明な画像が得られ、さらにファーストパス法や心電図同期画像による心機能、左室形態の評価も可能とされている。ま

た、 ^{99m}Tc -Tetrofosmin は cold kit として供給されるため、必要時に ^{99m}Tc を標識することにより、緊急検査にも対応可能であるという利点があり、将来有望な放射性医薬品として期待されている¹⁻³⁾。

一方、肥大型心筋症の病態に心筋虚血が大きく関与することが知られ、その検出法として運動負荷 ^{201}TI 心筋シンチグラフィが汎用されている⁴⁻⁶⁾。今回、われわれは、肥大型心筋症の心筋灌流および形態評価に対する ^{99m}Tc -Tetrofosmin 心筋シンチグラフィの有用性を検討した。

II. 対 象

心エコー図、磁気共鳴画像および心臓カテーテル検査などにより肥大型心筋症と診断した 10 例（平均年齢 53.0 ± 9.2 歳、男性 8 例、女性 2 例）を対象とした。内訳は、閉塞性肥大型心筋症 1 例、非閉塞性肥大型心筋症 7 例、心室中部肥大型心筋症 2 例である、8 例が Ca 拮抗薬または β 遮断薬

* 京都府立医科大学第二内科

** 同 放射線科

*** 京都府立洛東病院循環器科

受付：5 年 3 月 12 日

最終稿受付：6 年 1 月 19 日

別刷請求先：京都市上京区河原町通り広小路上ル
梶井町 465 (〒 602)

京都府立医科大学第二内科

大 槻 克 一

を服用中であったが、心筋シンチグラフィ施行48時間前より休薬した。

患者には本試験の内容について事前に十分説明した上で口頭または文書による同意を得た。

III. 方 法

(1) $^{99m}\text{Tc-Tetrofosmin}$ 心筋シンチグラフィ

運動負荷は、座位自転車エルゴメータを用い、25 W より開始する多段階運動負荷を施行した。胸痛、年齢別予測最大心拍数の 85%，下肢疲労などを終了点とし、 $^{99m}\text{Tc-Tetrofosmin}$ を 370 MBq 静注した後、約 1 分間同負荷を継続した。運動負荷終了 30 分後に低エネルギー高分解能コリメータを装着した東芝社製デジタルガンマカメラ 901A を用い、Matrix size 64×64 で左後斜位 45 度より右前斜位 45 度まで 1 方向 20 秒、6 度ごと 30 方向のデータ採取による SPECT を施行した。また、運動負荷終了 3 時間後の安静時に $^{99m}\text{Tc-Tetrofosmin}$ を 740 MBq 静注し、30 分後に同条件で SPECT を施行した。データは、on line で接続した核医学データ処理装置東芝社製 GMS550U に入力し、それぞれのデータより短軸、垂直長軸、水平長軸の各断層像を再構成した。なお、再構成に際しては、オリジナル画像を 5 点スマージングし、フィルターは Shepp & Logan を使用して吸収補正是行わなかった。

(2) 運動負荷 ^{201}TI 心筋シンチグラフィ

$^{99m}\text{Tc-Tetrofosmin}$ 心筋シンチグラフィ施行前後 2 か月以内に運動負荷 ^{201}TI 心筋シンチグラフィを施行した。運動負荷量は $^{99m}\text{Tc-Tetrofosmin}$ 心筋シンチグラフィと同等とし、 ^{201}TI 111 MBq 静注 10 分後に初期像を、3 時間後に遅延像を得た。撮像は、データ採取が 1 方向 40 秒であること以外は $^{99m}\text{Tc-Tetrofosmin}$ の場合と同条件で行った。

(3) $^{99m}\text{Tc-Tetrofosmin}$ と ^{201}TI の比較

短軸像の心基部および心室中部の断面をそれぞれ 8 等分し、さらに垂直長軸像の心尖部を 2 等分したものと含め合計 18 領域に SPECT 像を分割した。熟練した 3 人の診断医の合議により各領域

ごとにトレーサの集積程度を視覚的に 5 段階評価し、スコア化した (4: 集積増加、3: 正常、2: 軽度集積低下、1: 中等度集積低下、0: 高度集積低下) (Fig. 1)。ただし、心エコー図、磁気共鳴画像にて壁肥厚が認められた領域で、partial volume effect によりトレーサの集積が“正常”よりも増加していると判断された領域を、壁肥厚がなく正常集積の領域と区別するため、特に“集積増加”とし、“集積増加”領域に比べ“正常”領域を相対的に“集積低下”と過小評価しないように注意した。各症例の各領域のトレーサの集積程度のスコアを $^{99m}\text{Tc-Tetrofosmin}$ 運動負荷時像と ^{201}TI 初期像、 $^{99m}\text{Tc-Tetrofosmin}$ 安静時像と ^{201}TI 遅延像で比較した。

(4) 心電図同期 $^{99m}\text{Tc-Tetrofosmin}$ SPECT

通常の安静時 SPECT 像を得た後、運動負荷終了 4 時間後より 9 例では心電図同期 $^{99m}\text{Tc-Tetrofosmin}$ SPECT を撮像した。左後斜位 45 度より右前斜位 45 度まで 1 方向 40 秒、6 度ごと 30 方向から心電図の R 波に同期させ、1 心拍を 10 等分してデータ採取した。R 波に一致した像を拡張末期像、短軸像にて左室内腔が最小の像を収縮末期像とした。こうして得られた心電図同期 $^{99m}\text{Tc-Tetrofosmin}$ SPECT より壁厚、左室形態を評価し、心エコー図および左室造影所見と対比した。なお、non-Gated SPECT にて集積低下を認めた区域で壁厚の測定を行うと、その区域の壁厚を過小評価してしまうため、実際に壁厚を計測した中隔、側壁に 2 点以下の集積低下を認めた 2 例 (1 例は Gated SPECT 未施行例) を除外し、残りの 8 例を対象とした。

まず、壁厚値実測のための基礎的実験に、人造骨の脊柱を備えた胸部ファントム (京都科学標本株式会社製、心臓ファントム RH-2 型) (長径 300 mm、短径 200 mm、高さ 210 mm) 内に、心臓ファントム (壁厚 10 mm、左室心筋容量 175 ml、内腔容量 133 ml、長軸の長さ 104 mm の半回転椎円体) を固定し、胸腔内の隙間に木粉をつめたものを使用した。心筋部には、第 I 相臨床試験³⁾ の結果に基づき、運動負荷時投与 240 分後および安静

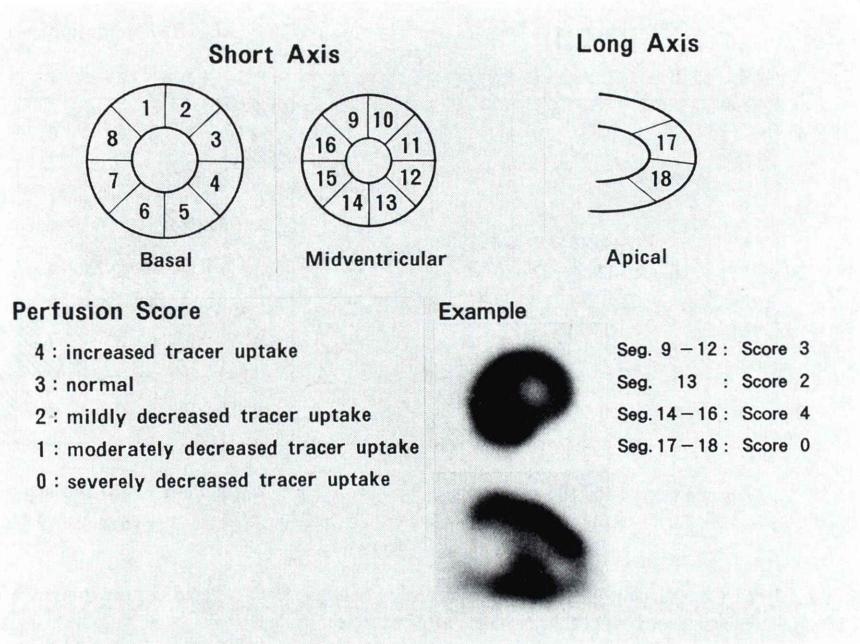


Fig. 1 The regional uptake was visually scored in 13 segments of the short axis (basal and mid-ventricular slices) and long axis (apical portion) SPECT images with the five grades. For example, in the same case as Fig. 5, perfusion scores were set in like this by visual judgement.

時投与 60 分後での心臓の % injection dose をそれぞれ約 1.2%, 約 1.4% として計算 ($370 \text{ MBq} \times 0.012 + 740 \text{ MBq} \times 0.014 = 14.8 \text{ MBq}$) し, ^{99m}Tc を $14.8 \text{ MBq}/175 \text{ ml}$ の濃度で入れ、心内腔には蒸留水のみを満たした。データ収集は心電図同期 SPECT と同様の方法で行い、短軸断層像を再構成した。中央部の 3 スライスを Matrix size 512×512 に拡大してカラープリンターでプリントアウトし、心室中隔壁厚、自由壁厚を計測し、その平均値から拡大率（ファントム実測平均値 $32.5 \text{ mm} \div \text{ファントム壁厚 } 10 \text{ mm} = 3.25$ ）を求めた。実際の症例でも同様の条件で左室中央部の 3 スライスをプリントアウトし、これより心室中隔壁厚および自由壁厚を計測し、その平均値をファントム実験より求めた拡大率で除してそれぞれの壁厚値とした⁷⁾。

画像表示のカットオフレベルの決定に際しては、ファントム実験において全領域で取り込みが最も

均一になり、心室中隔壁厚と自由壁厚の比が 1.00 に最も近似すること、心室壁と心内腔の分離が良好であることを条件に検討した。カットオフレベルを 0%, 10%, 20%, 30% と変化させると心室中隔壁厚と自由壁厚の比は、それぞれ 0.99, 0.98, 0.97, 0.94 となりカットオフレベル 0% で 1.00 に最も近似するが、0% では心室壁と心内腔の分離が不良なためカットオフレベルを 10% に決定した。

(5) 統計解析

2 群間の相関は一次回帰により相関係数と回帰直線を求め、危険率 5% 以下を有意とした。

IV. 結 果

1. 心筋灌流異常検出能の比較

^{99m}Tc-Tetrofosmin 運動負荷時像と ²⁰¹Tl 初期像のスコアが完全に一致した領域は 135 領域 (75.0%), スコアの差が 1 段階以内の一一致をみた

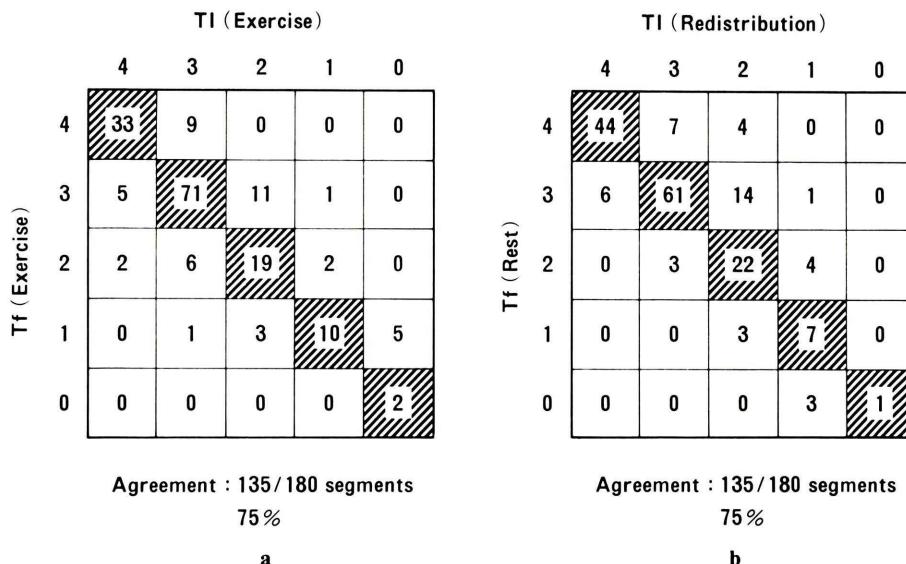


Fig. 2 a: Comparison of the segmental scores between ^{99m}Tc -Tetrofosmin images after exercise and ^{201}Tl early images after exercise.
b: Comparison of the segmental scores between ^{99m}Tc -Tetrofosmin images at resting state and ^{201}Tl delayed images after exercise.

領域は 176 領域 (97.8 %) であった。 ^{99m}Tc -Tetrofosmin 安静時像と ^{201}Tl 遅延像のスコアが完全に一致した領域は 135 領域 (75.0 %), スコアの差が 1 段階以内の一致をみた領域は 175 領域 (97.2 %) であった (Fig. 2)。運動負荷時に一過性灌流低下を示した症例は 10 例中 5 例であり、 ^{99m}Tc -Tetrofosmin と ^{201}Tl で一致した。

2. 心電図同期 ^{99m}Tc -Tetrofosmin SPECT による壁厚の評価

心電図同期 SPECT 短軸断層像の拡張末期像より算出した心室中隔壁厚および自由壁厚は、断層心エコー図より求めた値と $r=0.79$ と良好な相関を示した (Fig. 3a)。心室中隔壁厚と自由壁厚の比も $r=0.84$ と良好な相関を認めた (Fig. 3b)。

3. 症例呈示

【症例 1】

59 歳、男性、非閉塞性肥大型心筋症症例である。 ^{99m}Tc -Tetrofosmin 運動負荷時像、 ^{201}Tl 運動負荷初期像で心尖部の灌流低下を呈しているが、 ^{99m}Tc -Tetrofosmin 安静時像では心尖部の灌流低

下はごく軽度であり、また、 ^{201}Tl 遅延像では心尖部に再分布を認め、両者はほぼ同等の所見と考えられる (Fig. 4)。

【症例 2】

34 歳、男性、非閉塞性肥大型心筋症症例である。中隔部の著明な肥厚と心尖部の灌流欠損が、 ^{201}Tl 、 ^{99m}Tc -Tetrofosmin ともに認められる。下壁に関しては、 ^{99m}Tc -Tetrofosmin の方により高い集積を認めるが、これは ^{99m}Tc -Tetrofosmin が ^{201}Tl に比し吸収、散乱の影響を受けにくることによる可能性が考えられる (Fig. 5)。

【症例 3】

59 歳、男性、心尖部に特に著しい肥大を認める非閉塞性肥大型心筋症症例の左室造影像と心電図同期 ^{99m}Tc -Tetrofosmin SPECT 像を示す。心電図同期 SPECT の拡張末期像でも心尖部の著しい肥大のため心尖部よりの左室内腔の狭小化が認められ、左室造影の拡張末期像と近似している (Fig. 6)。

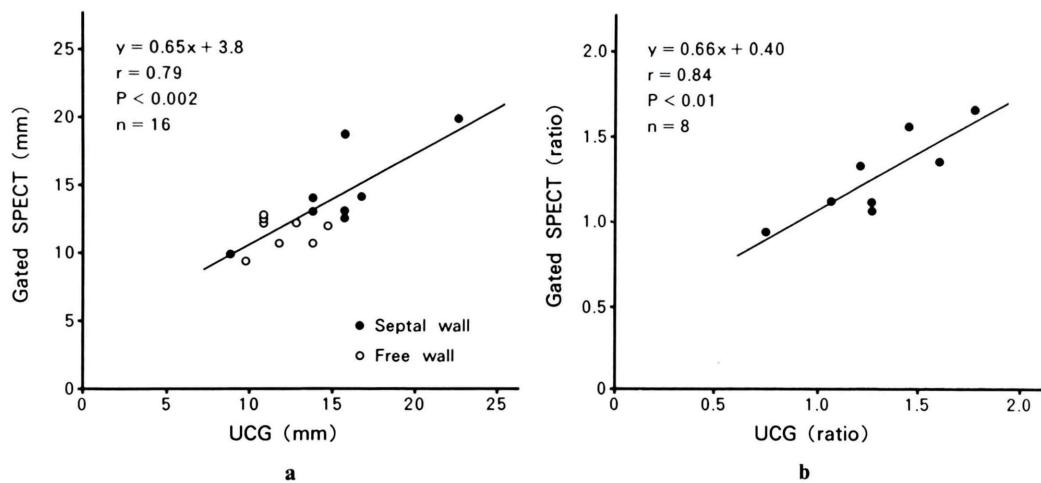


Fig. 3 a: Comparison of the thickness of septal wall and free wall between gated SPECT and UCG.
b: Comparison of the ratio of septal wall thickness to free wall thickness between gated SPECT and UCG.

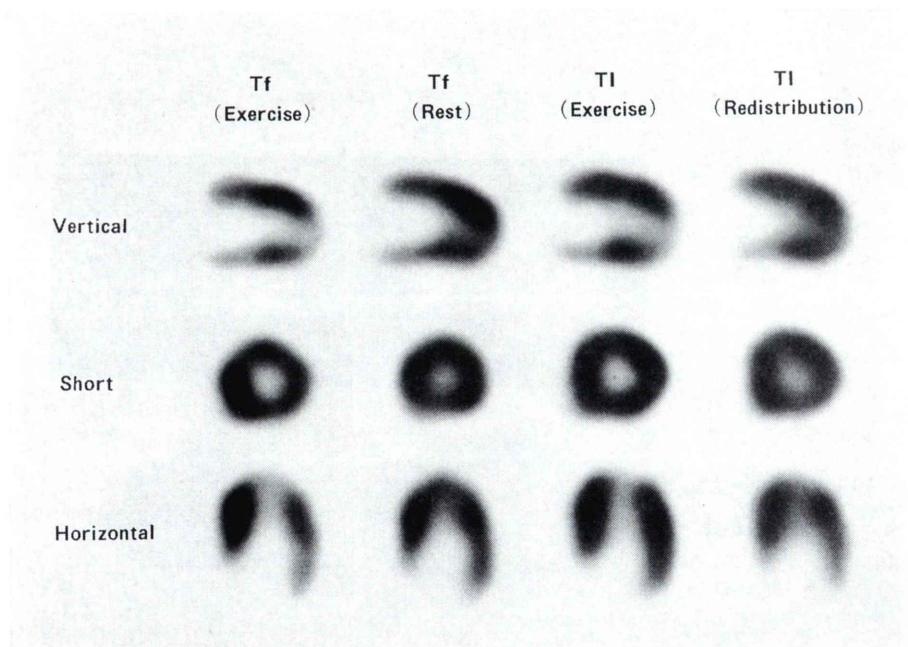


Fig. 4 HNCM 59 y.o. male
Non-gated ^{99m}Tc -Tetrofosmin SPECT images and ^{201}TI SPECT images.

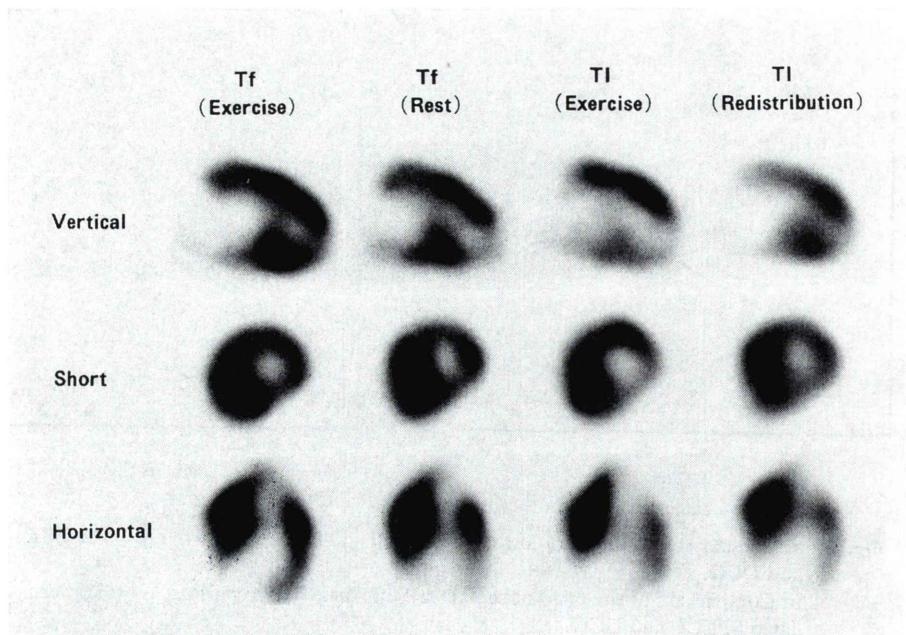


Fig. 5 HNCM 34 y.o. male
Non-gated ^{99m}Tc -Tetrofosmin SPECT images and ^{201}TI SPECT images.

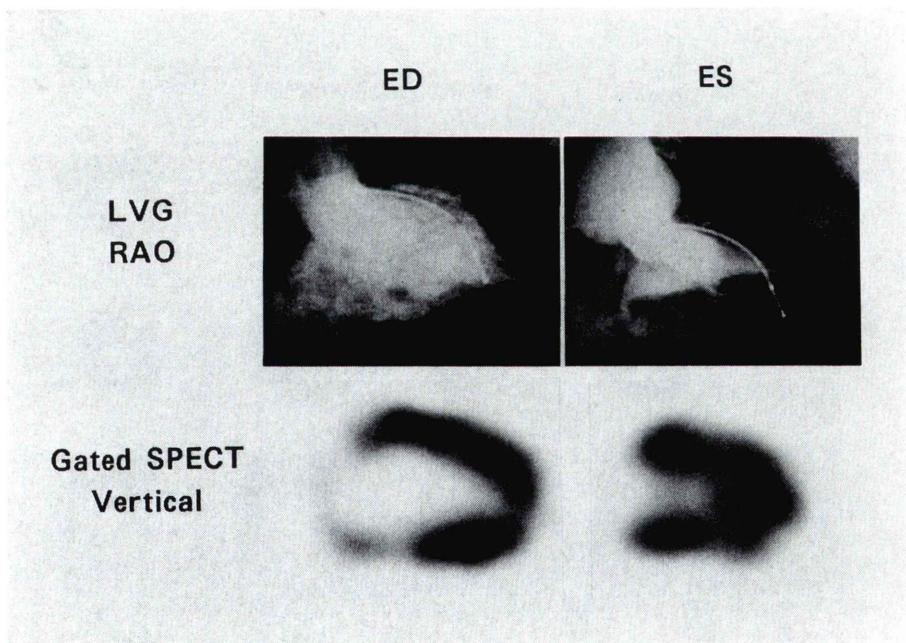


Fig. 6 HNCM 59 y.o. male
Top: End-diastolic and end-systolic LVG (RAO view). Bottom: End-diastolic and end-systolic gated ^{99m}Tc -Tetrofosmin SPECT images (Vertical long axis view).

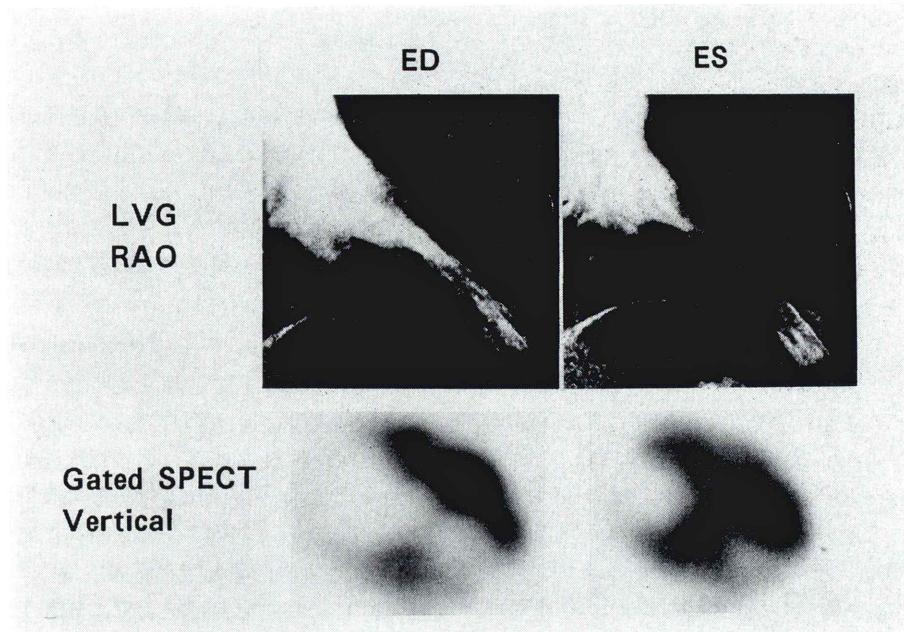


Fig. 7 MVO 47 y.o. male
Top: End-diastolic and end-systolic LVG (RAO view). Bottom: End-diastolic and end-systolic gated ^{99m}Tc-Tetrofosmin SPECT images (Vertical long axis view).

【症例 4】

47 歳、男性、心尖部に心室瘤を伴った心室中部肥大型心筋症症例の DSA 左室造影像と心電図同期 ^{99m}Tc-Tetrofosmin SPECT 像を示す。左室造影の拡張末期像は特徴的な砂時計型を示し、収縮末期像では心室中部での閉塞を呈し、心尖部は dyskinesis を示した。心電図同期 SPECT の左室内腔形態は、左室造影所見と近似している (Fig. 7)。

V. 考 察

1. ^{99m}Tc-Tetrofosmin 心筋シンチグラフィ

從来より心筋灌流イメージング製剤として広く臨床で使用されてきた ²⁰¹Tl は、放出エネルギーが低いため、吸収、散乱の影響を受けやすいこと、比較的半減期が長いため投与量が制限されることから、十分に鮮明な画像が得られず、また、サイクロトロン産生核種であるため緊急検査に対応できないなどの欠点が指摘されてきた⁸⁾。

そこで、ガンマカメラによる撮像により適した

物理学的特性を有する ^{99m}Tc 標識製剤の開発が進められ、これまでに、^{99m}Tc-MIBI^{9~11)}、^{99m}Tc-Teboroxime^{12~14)} が第 III 相臨床試験を終了し、^{99m}Tc-MIBI は現在広く臨床で使用されている。^{99m}Tc-Teboroxime は washout がきわめて速く、短時間の間に繰り返し検査を行うことが可能であるが、データ収集を迅速に行う必要があり、必ずしも現在のガンマカメラシステムに適した製剤とは言い難い。

^{99m}Tc-Tetrofosmin と ^{99m}Tc-MIBI の両者は、^{99m}Tc 製剤であるため吸収、散乱の影響を受けにくく、大量投与も可能であるため ²⁰¹Tl に比し鮮明な画像が得られること、必要時にジェネレータから得た ^{99m}Tc を標識することにより緊急検査にも対応可能であること、さらにファーストパス法や心電図同期画像による心機能、左室形態の評価也可能であることが長所として挙げられる^{3,9,10,15)}。また、いったん心筋に取り込まれると長時間細胞内に留まるため、撮像時間が比較的自由に決められ

る利点がある。しかし、反面、 ^{201}Tl にみられる再分布現象がほとんどないとされ、虚血の評価には運動負荷時と安静時の二回の投与が必要である³⁾。

$^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$ は、標識に際して 100°C で 15 分以上加熱した後、放冷して室温にもどすという繁雑さと時間が必要であるのに対して、 $^{99\text{m}}\text{Tc-Tetrofosmin}$ は、必要時に $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ジェネレータ溶出液あるいは過テクネシウム酸ナトリウム($^{99\text{m}}\text{Tc}$)注射液のいずれかを添加後、室温で 15 分以上放置するだけで 90% 以上の標識が可能である。また、 $^{99\text{m}}\text{Tc-Tetrofosmin}$ は肺や肝などの周囲臓器にも摂取されるが、washout は比較的速やかで、投与後 15~30 分以降が撮像に適しており、 $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$ の撮像開始時間が投与後 30~60 分以降であるのに比べ、より早期から撮像が可能である。このため、 $^{99\text{m}}\text{Tc-Tetrofosmin}$ のほうが日常の検査においてもより簡便であり、緊急検査時にも迅速な対応が可能となる。

^{201}Tl と $^{99\text{m}}\text{Tc-Tetrofosmin}$ の心筋への集積はともに冠血流に依存するが、 ^{201}Tl の心筋細胞への取り込みは $\text{Na}^+ \text{-K}^+$ ポンプに依存する能動輸送であるのに対し、 $^{99\text{m}}\text{Tc-Tetrofosmin}$ は受動的な拡散によって心筋細胞内に取り込まれるとされる³⁾。心筋への集積機序は一部異なるが、肥大型心筋症における $^{99\text{m}}\text{Tc-Tetrofosmin}$ 運動負荷時像と ^{201}Tl 初期像、 $^{99\text{m}}\text{Tc-Tetrofosmin}$ 安静時像と ^{201}Tl 遅延像の比較では、各領域での集積程度は比較的よく一致した。一部の例で不一致がみられる理由としては、放出エネルギーの違いによる吸収、散乱の影響の差、心筋への集積機序、抽出率の相違および肥大型心筋症における代謝異常や細胞膜の障害が関係している可能性が考えられる。今回の症例は冠動脈造影により有意狭窄が存在しないことが確認されており、肥大型心筋症でみられる主として微小血管病変に基づく灌流障害に対する診断能は、 $^{99\text{m}}\text{Tc-Tetrofosmin}$ と ^{201}Tl でほぼ同等と考えられる。

今回、 $^{99\text{m}}\text{Tc-Tetrofosmin}$ 心筋 SPECT のデータ収集時間は ^{201}Tl 心筋 SPECT の 1/2 としたが、画質はほぼ同等か $^{99\text{m}}\text{Tc-Tetrofosmin}$ の方が鮮明

であり、特に ^{201}Tl で吸収や散乱の影響を受けやすい後下壁などの診断にはより優れていると考えられる。

運動負荷時検査と安静時検査を同一日に施行すると当日に両者の比較が可能であり、患者の負担も少ないため、今回は一日法を選択した。また、一般には運動負荷時の灌流低下領域の方がより広範囲であることを考え、運動負荷時検査を安静時検査に先立って施行した。

2. 心電図同期 $^{99\text{m}}\text{Tc-Tetrofosmin}$ SPECT

通常の SPECT で心筋灌流に関する診断は十分可能であるが、肥大型心筋症の形態に関しては、壁肥厚の部位と拡がりはある程度評価可能であるものの、心室中隔に比し壁運動の良好な自由壁は過大評価される傾向がある。特に閉塞性肥大型心筋症、心室中部肥大型心筋症においては、通常の SPECT では左室内腔が明瞭に分離されず、壁肥厚の評価も困難である。心電図同期 SPECT により左室内腔と心筋を明瞭に分離でき、左室内腔形態、壁厚の評価が容易となる。

^{201}Tl を用いた心電図同期 SPECT による心機能および形態評価も試みられているが^{7,16,17)}、 ^{201}Tl は放出エネルギーが低いこと、大量投与が不可能なことからデータ収集に長時間を要し、撮像中に再分布現象がみられることなどから心電図同期 SPECT には適さなかった。これに対し、 $^{99\text{m}}\text{Tc-Tetrofosmin}$ は放出エネルギーが高く、大量投与も可能であるためデータ収集時間が ^{201}Tl に比し短時間(約 25 分)ですむこと、再分布がほとんどないことから、心電図同期 SPECT により適している¹⁸⁾。

今回の検討では、心電図同期 $^{99\text{m}}\text{Tc-Tetrofosmin}$ SPECT より求めた心室中隔および自由壁の壁厚、心室中隔壁厚と自由壁厚の比は、それぞれ心エコー図より求めた値と比較的良好な相関を示した。また、Gated SPECT の左室内腔形態は、左室造影所見と近似していた。このことから本法は、肥大型心筋症の形態診断に有用な情報をもたらすと考えられる。

ただ、Fig. 3a については、回帰式の傾きが 0.65

となり、1.00 からかなり離れた値となった。また、Fig. 3b についても、Gated SPECT では partial volume effect の影響をより受け、壁肥厚のない区域では壁厚を過小評価すると考えると、心室中隔壁厚と自由壁厚の比の回帰式の傾きは 1.00 よりも大きくなると考えられるが、実際には回帰式の傾きは 0.66 となった。今回は症例数が 8 例と少なかったこと、また、Gated SPECT で壁厚を測定した部位と UCG で壁厚を測定した部位が必ずしも同一でないことが影響している可能性が考えられ、これらの点に関しては今後さらに検討を要する。

画像の解像力、データの収集、処理時間、検査の費用、容易さ等の点で心エコー図には及ばないものの、心電図同期 SPECT は、データ収集を一度行うだけで任意の方向の断層像作成が可能であり、心筋の全体像をより立体的に把握可能であること、心エコー図のように検者、被検者により画像描出に差がでないこと、心筋灌流イメージングに付随して検査ができるなどの利点がある。

以上、^{99m}Tc-Tetrofosmin による心筋シンチグラフィは、肥大型心筋症の心筋灌流の評価に関して ²⁰¹Tl とほぼ同等の診断能を有し、心電図同期 SPECT により壁肥厚の部位、程度が明瞭に描出され、左室内腔形態の把握も可能である。

VI. 結 語

^{99m}Tc-Tetrofosmin 心筋シンチグラフィは、心筋灌流異常および左室形態の同時評価を可能にし、肥大型心筋症の診断に有用な検査法であると考えられた。

謝辞：本研究は ^{99m}Tc-Tetrofosmin (PPN1011) 第 III 相臨床試験の一環として施行した。薬剤を提供していただいたアマシャム株式会社に感謝いたします。

文 献

- 1) Kelly JD, Higley B, Archer CM, Latham IA, Webbon P, Edwards PG, et al: New functional Diphosphine Complexes of Tc-99m for Myocardial perfusion Imaging. J Nucl Med 30: 773, 1989
- 2) Smith FW, Smith T, Gemmell HG, DasGupta P, Archer CM, Davidson J, et al: Phase I study of Tc-99m diphosphine (P53) for myocardial imaging. J Nucl Med 32: 967, 1991
- 3) 久保敦司, 中村佳代子, 橋本 順, 三宮敏和, 岩永史郎, 橋本省三, 他：新しい心筋イメージング剤 ^{99m}Tc-PPN1011 の第 I 相臨床試験. 核医学 29: 1165-1176, 1992
- 4) O'Gara PT, Bonow RO, Maron BJ, Damske BA, Lingen AV, Bacharach SL, et al: Myocardial perfusion abnormalities in patients with hypertrophic cardiomyopathy: assessment with thallium-201 emission computed tomography. Circulation 76: 1214-1223, 1987
- 5) 勝目 紘, 杉原洋樹, 東 秋弘, 中村隆志, 古川啓三, 寺鷗知史：肥大型心筋症と心筋虚血——タリウム心筋シンチグラム、冠動脈造影時 DSA 法、カテーテル先端型ドプラ血流装置による評価——. 呼と循 40: 121-127, 1992
- 6) 杉原洋樹, 志賀浩治, 馬本郁男, 原田佳明, 片平敏雄, 中川達哉, 他：肥大型心筋症の運動負荷タリウム心筋シンチグラムにおける一過性左室内腔拡大所見の検討. 核医学 27: 1281-1289, 1990
- 7) 二神康夫, 浜田正行, 市川毅彦, 小西得司, 中野赳起, 竹沢英郎, 他：肥大型心筋症の形態診断における心電図同期 ²⁰¹Tl 心筋 single photon emission computed tomography の有用性の検討. 核医学 20: 633-640, 1983
- 8) Kahn JK, McGhie I, Akers MS, Sills MN, Faber TL, Kulkarni PV, et al: Quantitative rotational tomography with ²⁰¹Tl and ^{99m}Tc 2-methoxy-isobutyl-isonitrile. A direct comparison in normal individuals and patients with coronary artery disease. Circulation 79: 1282-1293, 1989
- 9) 久保敦司, 中村佳代子, 三宮敏和, 清水正三, 橋本省三, 岩永史郎, 他：^{99m}Tc-MIBI の第 I 相臨床試験. 核医学 28: 1133-1142, 1991
- 10) 鳥塚莞爾, 久保敦司, 西村恒彦, 玉木長良：^{99m}Tc-MIBI の臨床的有用性的評価——第 III 相多施設共同試験——. 核医学 28: 1447-1462, 1991
- 11) 大槻克一, 杉原洋樹, 原田佳明, 馬本郁男, 志賀浩治, 中川達哉, 他：^{99m}Tc-MIBI 心筋シンチグラフィーによる心筋灌流および壁運動の同時評価. 映像情報 24: 89-94, 1992
- 12) 大嶽 達, 渡辺俊明, 小坂 昇, 百瀬敏光, 西川潤一, 佐々木康人, 他：^{99m}Tc-SQ30,217 心筋イメージングの臨床応用——体内動態と撮像時期の検討——. 核医学 28: 71-81, 1991
- 13) 石田良雄, 小塙隆弘, 大嶽 達, 佐々木康人, 久保敦司, 加藤千恵次, 他：新しい心筋シンチグラフィ 製剤 ^{99m}Tc-Teboroxime (SQ30,217) の臨床評価——第 II 相多施設共同試験——. 核医学 29: 991-1003, 1992
- 14) 小塙隆弘, 石田良雄, 久保敦司, 大嶽 達, 佐々木康人, 藤森研司, 他：^{99m}Tc-Teboroxime の臨床的有用性的評価——第 III 相多施設共同試験——. 核医学 29: 1399-1417, 1992

- 15) 植原敏勇, 西村恒彦, 渡田伸一郎, 下永田剛, 林田孝平, 片渕哲朗, 他: $^{99m}\text{Tc-MIBI}$ を用いた運動負荷心筋シングラフィによる冠動脈病変診断——同時左室壁運動評価の有用性を含めて——. 核医学 **29**: 49-58, 1992
- 16) McKillop JH, Fawcett HD, Baumert JE, McDougall IR, DeBusk RF, Harrison DC, et al: ECG gating of thallium-201 myocardial images: Effect of detection of ischemic heart disease. J Nucl Med **22**: 219-225, 1981
- 17) Mochizuki T, Murase K, Fujisawa Y, Tanada S, Hamamoto K, Tauxe WN: Assessment of systolic thickening with thallium-201 ECG-gated single-photon emission computed tomography: A parameter for local left ventricular function. J Nucl Med **32**: 1496-1500, 1991
- 18) Osada RA, Glover D, Gaffney T, Williams S: Myocardial kinetics of technetium-99m-hexakis-2-methoxy-2-methylpropyl-isonitrile. Circulation **77**: 491-498, 1988

Summary

Evaluation of Myocardial Perfusion and Ventricular Shape in Hypertrophic Cardiomyopathy Using $^{99m}\text{Tc-Tetrofosmin}$ Scintigraphy: Comparison with ^{201}Tl Myocardial Scintigraphy

Katsuichi OHTSUKI*, Hiroki SUGIHARA**, Yoko TANIGUCHI*, Ikuo UMAKOTO*,
Tatsuya NAKAGAWA*, Takashi NAKAMURA*, Akihiro AZUMA*,
Yoshio KOHNO*, Haruhiko ADACHI*, Masakazu OCHIAI***,
Tomohiro MAEDA** and Masao NAKAGAWA*

*Second Department of Medicine, **Department of Radiology,
Kyoto Prefectural University of Medicine

***Department of Cardiology, Kyoto Prefectural Rakuto Hospital

Hypertrophic cardiomyopathy (HCM) is known to have the impairment of myocardial perfusion as well as irregularly hypertrophic myocardium. To evaluate myocardial perfusion and ventricular shape in HCM, $^{99m}\text{Tc-Tetrofosmin}$ scintigraphy was performed after exercise (Ex) and at resting state (Re) in 10 patients with HCM and was compared with early image (Ea) and delayed image (De) of ^{201}Tl scintigraphy performed after exercise. SPECT images of both $^{99m}\text{Tc-Tetrofosmin}$ and ^{201}Tl scintigraphy were analyzed with five scaled visual scores set in 18 segments. The complete concordance ratio between $^{99m}\text{Tc-Tetrofosmin}$ (Ex and Re) and ^{201}Tl (Ea and De) images in segmental analysis was 75%. Image quality of $^{99m}\text{Tc-Tetrofosmin}$ was seemed to be superior to that of

^{201}Tl scintigraphy. In 9 patients with HCM, $^{99m}\text{Tc-Tetrofosmin}$ scintigraphy was performed under the ECG gating and the thickness of septal and free wall was measured. Good correlation was observed with the data by ultrasound cardiography ($r=0.79$, $p<0.002$ in wall thickness, $r=0.84$, $p<0.01$ in the ratio of septal wall thickness to free wall thickness). Left ventricular shape (ventricular long axis) was closely resemble to that of left ventriculography by contrast medium.

In conclusion, $^{99m}\text{Tc-Tetrofosmin}$ scintigraphy is useful for the evaluation of myocardial morphology as well as perfusion abnormality.

Key words: Hypertrophic cardiomyopathy, $^{99m}\text{Tc-Tetrofosmin}$, ECG gated SPECT.