

# 心電図同期併用の $^{201}\text{TlCl}/^{99\text{m}}\text{Tc-Tetrofosmin}$ 2 核種 同時心筋 SPECT データ収集

——運動負荷心筋シンチグラフィ 1 回撮像法——

汲田伸一郎\*      趙 圭一\*      水村 直\*      木島 鉄仁\*  
鳥羽 正浩\*      山田 丈士\*      隈崎 達夫\*      佐野 純子\*\*  
草間 芳樹\*\*      宗像 一雄\*\*

**要旨** 虚血性心疾患 45 例を対象とし、 $^{201}\text{TlCl}$  (TI) および  $^{99\text{m}}\text{Tc-Tetrofosmin}$  (TF) を用いた運動負荷心筋シンチグラフィ 1 回撮像法を施行し、その臨床的有用性につき検討を行った。安静時の被験者に TI 111 MBq を静注、20～30 分後より多段階漸増運動負荷を開始、最大負荷時に TF 370 MBq の投与を行った。ついで TF 投与 60 分後より心電図同期併用の 2 核種同時心筋 SPECT データを収集、冠動脈造影結果に基づき視覚的罹患冠動脈枝評価を行ったところ Sensitivity 76%, Specificity 94%, Accuracy 85% と良好な成績が得られた。また心拍同期データをもとに解析した局所収縮能値 Regional %WT は、正常域 (236 セグメント)、非梗塞部虚血域 (25 セグメント)、梗塞部虚血域 (63 セグメント)、梗塞部非虚血域 (36 セグメント) にてそれぞれ  $17.6 \pm 7.2$ ,  $16.6 \pm 6.8$ ,  $12.7 \pm 6.1$ ,  $8.9 \pm 7.2$  (%) と梗塞の有無および梗塞部虚血の有無により差異を認めた。本法は 1 回の撮像のみで検査を完了でき、負荷像および安静時像の解剖学的一致が得られ、また同時に局所収縮能をも評価し得る臨床的に有用な検査手法であると考え

(核医学 33: 1189-1196, 1996)

## I. はじめに

従来より心筋虚血の核医学的検査手法としては  $^{201}\text{TlCl}$  を用いた運動負荷あるいは薬剤負荷心筋シンチグラフィが汎用されており、負荷直後像および遅延像 (再分布像) の比較による虚血診断が行われている。本検査を完了するには負荷時間、データ収集時間を併せると 5 時間程度を要し、さらに

症例によっては再静注法<sup>1,2)</sup>、24 時間後像撮像<sup>3)</sup> 等が追加される。

一方、近年開発された  $^{99\text{m}}\text{Tc-methoxyisobutyl isonitrile}$  (MIBI),  $^{99\text{m}}\text{Tc-1,2-bis[bis(2-ethoxyethyl) phosphino]ethan}$  (Tetrofosmin = TF)<sup>4-6)</sup> 等の  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  標識心筋血流製剤は、短半減期かつ高エネルギーという優れた物理学的特性を有しファーストパス像<sup>7,8)</sup> あるいは鮮明な心電図同期心筋像<sup>9-14)</sup> を用いた心機能解析が可能である。ここで  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  標識心筋血流製剤は臨床的に有意な再分布現象を示さないため、負荷心筋シンチグラフィに用いるには、通常、負荷時および安静時の 2 度の静注が必要となる。

今回著者らは、この光電ピークの異なる  $^{201}\text{Tl}$ ,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  2 核種の心筋製剤を用いた運動負荷心筋シン

\* 日本医科大学放射線科

\*\* 同 第一内科

受付：8 年 2 月 29 日

最終稿受付：8 年 8 月 12 日

別刷請求先：東京都文京区千駄木 1-1-5 (☎ 113)

日本医科大学付属病院放射線科

汲 田 伸 一 郎

チグラフィ<sup>15-19)</sup>の1回撮像法を試み、その罹患冠動脈枝検出能につき評価を行った。さらに SPECT データ収集時に心電図同期法を併用し局所収縮能解析を行い、得られた心筋 SPECT 像との対比検討を行った。

## II. 対 象

対象は心筋虚血の検査目的にて運動負荷心筋シンチグラフィを施行した45例(男性38例, 女性7例, 平均年齢63歳)であり, うち33例は心筋梗塞の既往を有す。対象45例全例に対しシンチグラフィ前後に冠動脈造影を施行しており, AHA 基準の75%以上を有意狭窄とした場合, 一枝病変が25例, 二枝病変8例, 三枝病変9例, 有意狭窄を認めなかったもの3例であった。罹患冠動脈枝の内訳は左前下行枝28枝, 右冠動脈25枝, 左回旋枝15枝である。心筋梗塞例には梗塞部責任冠動脈に対し冠血行再建術(PTCA)を4例(4枝)に施行したが, シンチグラフィの罹患冠動脈枝検出能評価にはこの4枝を含めた。なお PTCA/R 後1か月以内の症例は対象より除外した。

## III. 方 法

### <sup>201</sup>Tl/<sup>99m</sup>Tc-TF 2 核種同時心筋 SPECT データ収集法

安静空腹時の被験者に<sup>201</sup>Tl 111 MBq を静注20~30分後より臥位自転車エルゴメータを用いた symptom limited の多段階漸増運動負荷を開始した。最大負荷時に<sup>99m</sup>Tc-TF 370 MBq を急速静注したのち生理食塩水20 ml でフラッシュ, 同負荷を1分間継続した。ついで<sup>99m</sup>Tc-TF 静注40~60分後より島津/PICKER 社製3検出器型ガンマカメラ PRISM 3000 を用い, 2 核種同時心筋 SPECT データ収集を行った (Fig. 1)。ガンマカメラシステム上, 仰臥位の被験者に心電図モニタリングを行い, 1 方向60心拍, 6度ごと20方向(×3)の360度心拍同期データの収集を行い, R-R 間隔を8分割とした。ここで<sup>201</sup>Tl, <sup>99m</sup>Tc の収集時エネルギーピークはそれぞれ74, 140 keV と

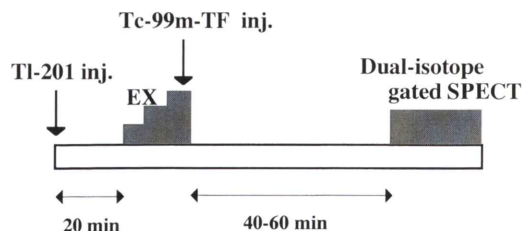


Fig. 1 Injection and acquisition protocol for simultaneous dual-isotope SPECT study.

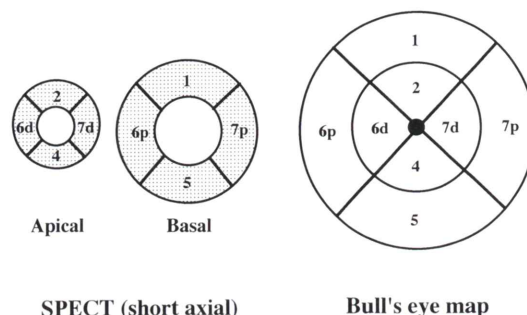


Fig. 2 Schematic representation of the myocardial segments in this study.

し, ウィンドウ幅は両者とも10%に狭めて設定し, とくにクロストーク補正は行わなかった。同収集条件下にて Tl : Tc の投与比を111 : 370, 心筋集積比を4.0 : 1.5に換算した点線源を用い, クロストーク (CR) 算出を行ったところ, Tl から Tc への CR は3.3%, Tc から Tl には4.5%であった。

### <sup>201</sup>Tl/<sup>99m</sup>Tc-TF 心筋 SPECT の画質ならびに罹患冠動脈検出能評価

得られた45例の<sup>201</sup>Tl/<sup>99m</sup>Tc-TF R-R 8分割データを合成し, 通常の非心拍同期 SPECT 像の作成を行い, 両イメージの画質に対して2名の放射線科専門医の合議制により非常に鮮明 (Excellent), 鮮明 (Good), やや不鮮明 (Fair), 不鮮明 (Poor) の4段階に視覚的スコア化を行った。

ついで同2名の合議制に基づき罹患冠動脈枝判定を施行, AHA 基準の75%以上狭窄を有意狭窄とした。

## 視覚的および半定量的局所心筋集積評価

$^{201}\text{Tl}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ -TF SPECT データの R-R 8 分割データを合成した非心拍同期心筋 SPECT 短軸像のうち心尖部側および心基部側の 2 スライスを選択し、それぞれを均等 4 分割、各症例ごと計 8 セグメントに対し、視覚的に血流分布評価を行った。

つぎに半定量的評価法として  $^{201}\text{Tl}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ -TF 心筋短軸像に対し Circumferential profile analysis を施行し極座標上に展開、極座標を心尖部側、心基部側に 2 分割したのち前壁、中隔、下壁、側壁に均等 4 分割した計 8 セグメントにおける各領域の RI カウントの算出を行った。各極座標 8 セグメントのうち最大カウント領域を 100 とし、それぞれの領域における % uptake を算出した (Fig. 2)。

ここで対象 45 例のうち 10 例に対しては、Dual SPECT データ収集と日を改め安静時  $^{201}\text{Tl}$  心筋シンチグラフィ (Single SPECT) を施行し、同様の極座標に展開し局所 % uptake の算出を行った。両シンチグラフィ間は平均  $24.1 \pm 9.4$  日 (13~38 日) であり、その間、心筋逸脱酵素の上昇、臨床症状の変化等は認めなかった。

心拍同期  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -TF データを用いた局所収縮能評価

心拍同期  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -TF 心筋 SPECT データにより得られた拡張末期 (ED) および収縮末期 (ES) 短軸像

を極座標上に展開、対応する各ピクセルに対して  $(\text{ES count} - \text{ED count}) / \text{ED max count} \times 100$  の演算を行い、収縮能指標として % Wall thickening (%WT)<sup>11)</sup> を算出した。ついで % uptake 算出時と同様に極座標を均等 8 分割し、各領域の局所収縮能値 Regional %WT の算出を行った。

## 統計処理

各群における数値は平均±標準偏差で表した。また有意差の検定には、 $\chi^2$  検定, unpaired t-test および paired t-test を用い、 $p < 0.05$  をもって統計的有意とした。

## IV. 結 果

運動負荷により被験者の心拍数は安静時  $64 \pm 10$  から最大負荷時  $122 \pm 17$  (bpm) に、収縮期血圧も  $127 \pm 22$  から  $163 \pm 28$  (mmHg) と有意な上昇を示した ( $p < 0.01$ )。ここで運動負荷時に、心電図上の診断基準を満たす虚血性 ST 変化 (Horizontal で 1 mm, Sagging で 2 mm, Slow-rising type では ST junction から 1.5 mm 以上の低下) を認めたものは 23 例 (51%)、胸痛あるいは胸部圧迫感を訴えたものは 13 例 (29%) であった。

2 核種同時収集により得られた心筋 SPECT 画像はおおむね良好であり、臨床診断に支障をきたさないものであった。しかし視覚的スコア評価において Excellent あるいは Good としたものは、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -TF にて 100% (45/45)、 $^{201}\text{Tl}$  で 84% (38/45) と前者で勝っていた ( $p < 0.01$ ) (Table 1)。

つぎに罹患冠動脈枝評価において有意狭窄を 75% 以上狭窄 (68 枝) とした場合、Sensitivity は 76% (52/68)、Specificity 94% (63/67)、Accuracy 85% (115/135)、Positive predictive value 93% (52/

**Table 1** Image quality of dual-isotope SPECT with  $^{201}\text{Tl}$  and  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -TF

	Excellent	Good	Fair	Poor	Total
$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -TF	38	7	0	0	45
$^{201}\text{Tl}$	19	19	7	0	45

**Table 2** The sensitivity, specificity, and accuracy of the dual-isotope SPECT for detection of diseased coronary artery ( $\geq 75\%$  stenosis)

	LAD	RCA	LCX	Total
Sensitivity	79% (22/28)	80% (20/25)	67% (10/15)	76% (52/68)
Specificity	94% (16/17)	95% (19/20)	93% (28/30)	94% (63/67)
Accuracy	84% (38/45)	87% (39/45)	84% (38/45)	85% (115/135)



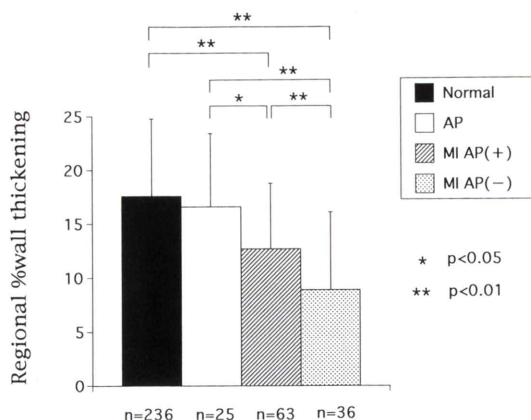


Fig. 3 Comparison of regional % wall thickening obtained from ECG-gated myocardial SPECT data with  $^{99m}\text{Tc}$ -TF. \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$

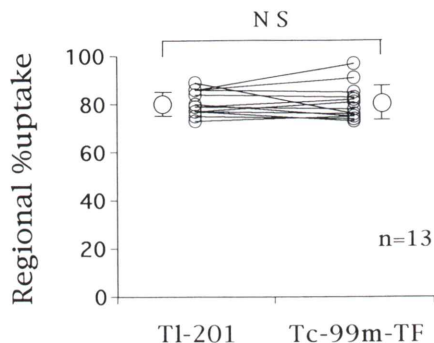


Fig. 4 Comparison of regional % uptake of posterobasal wall between  $^{201}\text{Tl}$  and  $^{99m}\text{Tc}$ -TF.

56), Negative predictive value 80% (63/79)であった (Table 2).

SPECT 短軸像 2 スライスをもとに各症例ごと 8 セグメント (45 症例; 360 セグメント) に行った視覚的局所血流評価において, TF イメージにて正常集積と判定された領域は 236 セグメント (Normal seg.), 残り 124 セグメントには集積低下が認められた. この 124 セグメントのうち Tl イメージにて正常集積であった領域は 25 セグメント (AP seg.), TF/Tl 集積低下が同等であった領域 36 セグメント (MI AP (-) seg.), Tl イメージにて集積低下がみられるものの TF に比し軽度であった領域は 63 セグメント (MI AP (+) seg.) で

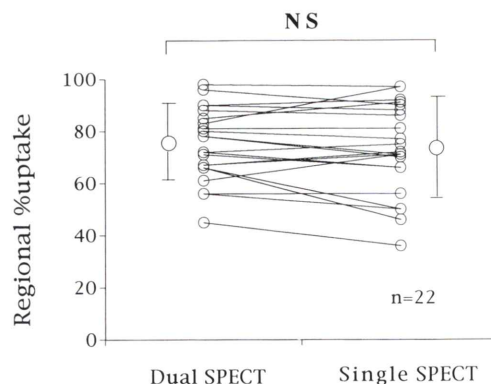


Fig. 5 Comparison of regional % Tl uptake of infarcted area between Single and Dual SPECT.

あった.

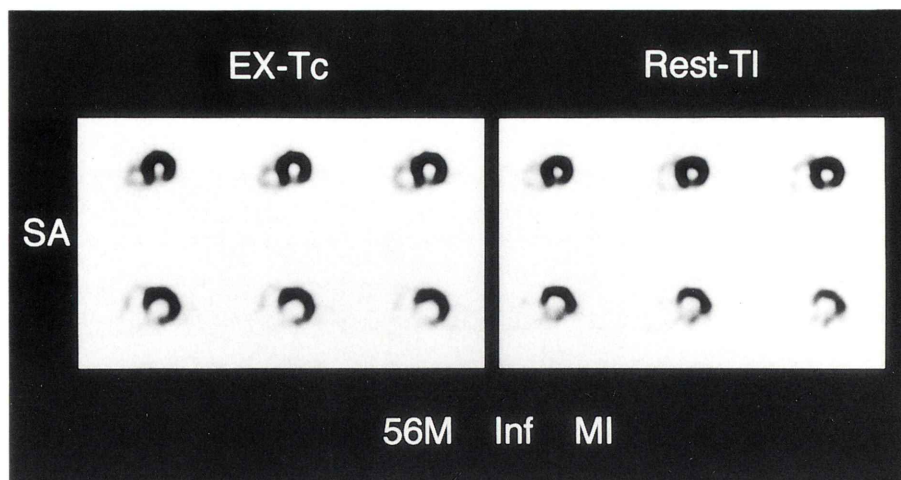
ここで各セグメントに対応する領域の Regional % WT は, Normal seg. (n=236), AP seg. (n=25), MI AP (+) seg. (n=63) および MI AP (-) seg. (n=36) にてそれぞれ  $17.6 \pm 7.2$ ,  $16.6 \pm 6.8$ ,  $12.7 \pm 6.1$ ,  $8.9 \pm 7.2$  と集積パターンによる差異を認めた (Fig. 3).

つぎに視覚的血流評価において心基部後壁 (Fig. 2; Segment 5) の Tl/TF 心筋集積がともに正常と判定され, かつ右冠動脈に有意狭窄を認めなかった 13 症例に関し, 同領域 (Segment 5) の % uptake (n=13) を比較したところ  $^{201}\text{Tl}$ ;  $80.6 \pm 5.0$ ,  $^{99m}\text{Tc}$ ;  $80.5 \pm 7.2$  (%) と差異を認めなかった (Fig. 4).

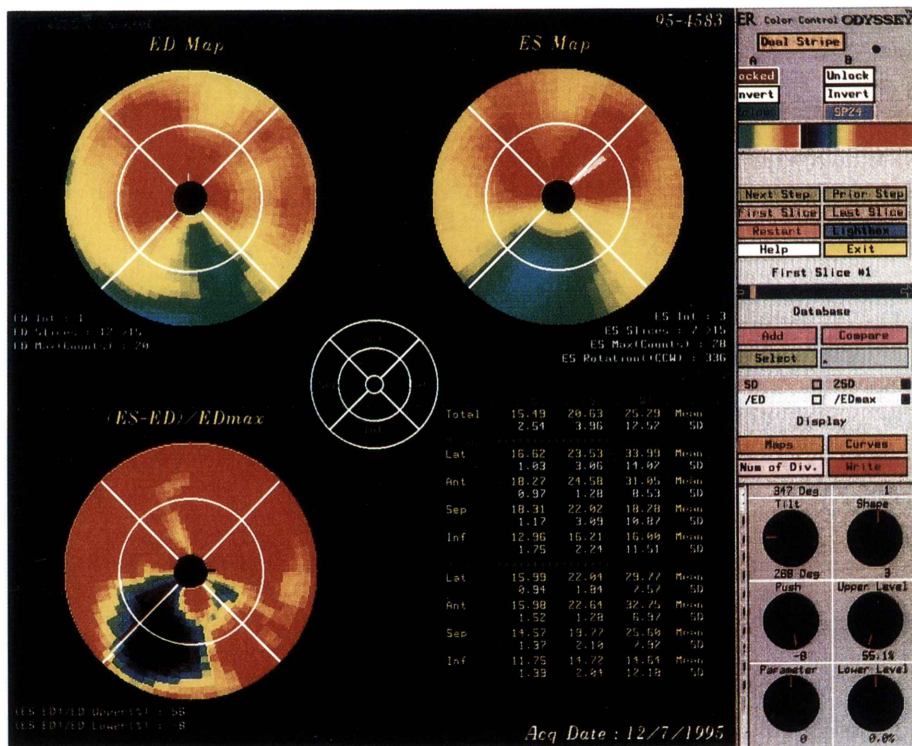
また日を改めて安静時 Tl 心筋シンチグラフィを追加施行した 10 例において, Dual SPECT の視覚的評価では Tl イメージにて全 80 セグメント中 22 セグメントに集積低下が認められた. 同 22 セグメントの % Tl uptake は Dual SPECT および隔日の Tl Single SPECT で, それぞれ  $74.8 \pm 13.8$  (%),  $72.7 \pm 17.1$  (%) と差異を認めなかった (Fig. 5).

### 【症 例】

56 歳, 男性, 下壁心筋梗塞症例. 冠動脈造影にて右冠動脈 (#4 AV: 90%, 4PD: 100%) の閉塞および狭窄性病変が指摘されている. 同症例に 2 核種同時心筋シンチグラフィを施行したところ,



a



b

**Fig. 6** Simultaneous dual-isotope myocardial perfusion SPECT (short axial images) in a patient with inferior infarction. a) Rest  $^{201}\text{Tl}$  and stress  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -TF images showed ischemic change of the infarct area. b) Functional map obtained from ECG-gated SPECT data with  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -TF revealed hypocontractility of the inferior wall.

TF 運動負荷イメージにて下壁中隔寄りに高度集積低下を認めたのに対し、Tl 安静時イメージで同部位は軽度から中等度の集積低下を呈していたため、梗塞部虚血ありと判定した (Fig. 6a)。心拍同期 SPECT データを用いた心機能解析では、下壁中隔側の収縮低下が明瞭に捉えられている (Fig. 6b)。

## V. 考 察

従来より虚血心筋の核医学的検査手法として  $^{201}\text{Tl}$  を用いた運動負荷あるいは薬剤負荷心筋シンチグラフィが汎用されており、負荷直後像と遅延像との比較評価が行われている。通常、この2回の撮像間は3~4時間程度であり、負荷時間、データ収集を併せると被験者の拘束時間は5時間あまりにも及ぶ。また、とくに心筋梗塞症例において負荷後4時間像のみでは心筋 viability を過小評価してしまう症例が少なからず存在するため、Tl 再静注後像<sup>1,2)</sup>、24時間後像<sup>3)</sup>あるいは隔日の安静時像<sup>20)</sup>が適宜追加される。

本検討にて行った負荷/安静時像1回撮像法は、負荷時間、データ収集時間を加えても、およそ2時間程度で検査が終了するため、被験者の時間的拘束が少ない。 $^{201}\text{Tl}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ の2核種を用いるため必然的に検査コストが増加する反面、viability 評価に  $^{201}\text{Tl}$  安静時再分布像 (投与1時間半後像) を用いることができるため、前述したような再静注法、隔日の安静時像の追加などは不要となり最終的に低コストで検査を完了できる症例も存在する。本検討では、対象のうち10症例にて日を改め安静時 Tl 心筋シンチグラフィ (Single SPECT) を施行したが、梗塞部集積低下程度は Dual SPECT のそれとほぼ同等であった。今回の対象からは PTCA/R 後1か月以内例は除外したが、再灌流療法直後例では Dual SPECT における Tl 投与1時間半後像にて梗塞部逆再分布を生じる可能性もあり、今後の検討課題と考える。

得られた2核種の心筋 SPECT 像はおおむね良好であり臨床診断には支障をきたさないものであったが、画質的には TF に比し Tl 像がやや劣っ

ていた。今回用いた SPECT 収集条件は Tl/Tc 相互のクロストークを抑えるために、収集エネルギーウィンドウとともに10%と狭めた。そのためピークが先鋭でなく収集効率の悪い Tl イメージの劣化がより強調されたものと考え、今後は Tl ウィンドウ幅を十分広く保つためのクロストーク補正が必要と考える。

ところで今回施行した1回撮像法の最大の利点は負荷像と安静時像を同一 SPECT、同一スライス上で対比できる点である。通常の負荷 Tl 心筋シンチグラフィでは負荷像および再分布像の2回のデータ収集において、撮像位置の相違、SPECT 軸設定のずれ等の誤差が生じる。これに対し、1回撮像法における Tl/TF 心筋 SPECT 上の各ピクセルは同一の解剖学的位置を表現していることになり、視覚的および半定量的心筋虚血診断に有用と考える。本法における視覚的罹患冠動脈枝評価においても Accuracy 85% と良好な診断結果が得られている。

ここで一つ問題になるのは  $^{201}\text{Tl}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$  のエネルギー差による attenuation の相違である。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$  に比し  $^{201}\text{Tl}$  の有す光電ピークが低いため、後下壁の RI 集積に深部減衰の相違に基づく差異を生じる可能性がある。本検討で用いた360度データ収集においては心基部後壁の % uptake も  $^{201}\text{Tl}$ ;  $80.6 \pm 5.0$ ,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ;  $80.5 \pm 7.2$  (%) と差異を認めなかった。しかし症例によっては核種エネルギー差に伴うアーチファクトが生じる可能性があり十分留意すべきであると考え。

さて本検討では SPECT データ収集時に心電図同期法を併用しているため、Tc データを用いた局所収縮能情報を参照することができる。今回の対象例には高度心筋血流低下を伴った心筋梗塞症例が多く含まれているため、収縮能値 %WT の算出において分母に ED max count を採用した。これは分母を ED count とした場合、梗塞部心筋血流が高度に低下している症例では、分母が小さくなるため %WT を過大評価してしまう可能性があり、これを回避したものである。得られた機能値は梗塞巣の有無および梗塞部虚血の有無により有



意差が示され病態把握の一助になり得ると考えられた。また従来の負荷 TI 心筋シンチグラフィにおいては、深部減衰あるいは横隔膜の影響により負荷直後像・再分布像ともに後下壁の集積低下が認められる症例が存在し、女性被験者では乳房 attenuation により前壁に恒久的集積低下を示す症例に遭遇する。そのような症例における補助的診断指標としても同時収縮能評価は有用と考える。

本検討で施行した安静時 TI/運動負荷時 TF 心筋 SPECT 同時収集は検査の throughput を向上させ、安静時および負荷時像の解剖学的一致が得られるという利点を有し、さらに局所収縮能をも同時に評価できるため臨床的に有用な検査手法であると考察される。今後は、従来法との心筋 viability 評価における比較検討を行う予定である。

## 文 献

- 1) Dilsizian V, Rocco TP, Leon BM, Bonow RO: Enhanced detection of ischemic but viable myocardium by re-injection of thallium after stress-redistribution imaging. *N Engl J Med* **323**: 141-146, 1990
- 2) Dilsizian V, Bonow R: Current diagnostic techniques of assessing myocardial viability in patients with hibernating and stunned myocardium. *Circulation* **87**: 1-20, 1992
- 3) Kiat H, Berman DS, Maddahi J, Yang LD, Van Torain K, Rozanski A, et al: Late reversibility of tomographic myocardial thallium-201 defects: An accurate marker of viability. *J Am Coll Cardiol* **12**: 1456-1463, 1988
- 4) Kelly JD, Highley 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
- 5) Smith FW, Smith T, Gemell HG, DasGupta P, Archer CM, Davidson J, et al: Phase I study of Tc-99m diphosphine ( $\text{p53}$ ) for myocardial imaging. *J Nucl Med* **32**: 967, 1991
- 6) 佐々木康人, 西村恒彦, 久保敦司, 西川潤一, 分校久志, 玉木長良, 他: 新しい心筋イメージング剤  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Tetrofosmin (PPN 1011) の臨床的有用性の検討——多施設による第 III 相臨床試験——. *核医学* **30**: 257-271, 1993
- 7) 汲田伸一郎, 西村恒彦, 下永田剛, 植原敏勇, 岡尚嗣, 与小田一郎: 多結晶型ガンマカメラ SIM-400 による RI 心機能解析——臨床応用——. *核医学* **28**: 1357-1363, 1991
- 8) 汲田伸一郎, 水村 直, 大石卓爾, 隈崎達夫, 佐野純子, 山崎佳子, 他:  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -PPN 1011 を用いた心筋灌流・心機能評価——臥位自転車エルゴメータを用いた運動負荷併用検査——. *核医学* **30**: 437-440, 1993
- 9) Najm YC, Timmis AD, Maisey MN, Ellam SV, Mistry R, Curry VL, et al: The evaluation of ventricular function using gated myocardial imaging with Tc-99m MIBI. *Eur Heart J* **10**: 142-148, 1989
- 10) Clausen M, Henze E, Schmidt A, Weller R, Lietzenmayer R, Hellwig D, et al: The contraction fraction (CF) in myocardial studies with technetium 99m-isonitrile (MIBI)—correlations with radionuclide ventriculography and infarct size measured by SPECT. *Eur J Nucl Med* **15**: 661-664, 1989
- 11) 汲田伸一郎, 西村恒彦, 植原敏勇, 下永田剛:  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI を用いた心機能評価——GATED PLANAR IMAGE による検討——. *核医学* **28**: 591-597, 1991
- 12) 汲田伸一郎, 隈崎達夫:  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI 心拍同期心筋シンチグラフィを用いた心機能解析 map の開発——三検出器型ガンマカメラシステムによる臨床応用——. *核医学* **31**: 43-52, 1994
- 13) 汲田伸一郎, 水村 直, 木島鉄仁, 隈崎達夫, 酒井俊太, 哲翁弥生, 他: 心筋梗塞における低用量ドプタミン負荷時の機能解析—— $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI 心拍同期心筋シンチグラフィを用いた局所収縮能評価——. *核医学* **32**: 75-79, 1995
- 14) 汲田伸一郎, 水村 直, 木島鉄仁, 町田 稔, 隈崎達夫, 哲翁弥生, 他: 心拍同期法併用による  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI,  $^{123}\text{I}$ -BMIPP 2 核種同時心筋 SPECT データ収集——虚血性心疾患における臨床的有用性の検討——. *核医学* **32**: 547-555, 1995
- 15) Unlu S, Gunaydin S, Ilgin N, Inanir S, Gokcora N, Gokgoz L: Dual isotope myocardial perfusion SPECT in the detection of coronary artery disease: Comparison of separate and simultaneous acquisition protocols. *J Nucl Biol Med* **37**: 233-237, 1993
- 16) Heo J, Wolmer I, Kegel J, Iskandrian AS: Sequential dual-isotope SPECT imaging with thallium-201 and technetium-99m-sestamibi. *J Nucl Med* **35**: 549-553, 1994
- 17) Kiat H, Germano G, Friedman J, Train KV, Silagan G, Wang FP, et al: Comparative feasibility of separate or simultaneous rest thallium-201/stress technetium-99m-sestamibi dual-isotope myocardial perfusion SPECT. *J Nucl Med* **35**: 542-548, 1994
- 18) Mahmood S, Gunning M, Bomanji JB, Gupta NK, Costa DC, Jarrit PH, et al: Combined rest thallium-201/stress technetium-99m-tetrofosmin SPECT: Feasibility and diagnostic accuracy of a 90-minute protocol. *J Nucl Med* **36**: 932-935, 1995
- 19) Matzer L, Kiat H, Wang FP, Train KV, Germano G, Friedman J, et al: Pharmacologic stress dual-isotope

- myocardial perfusion single-photon emission computed tomography. Am Heart J **128**: 1067–1076, 1994
- 20) Iskandrian AS, Hakki A, Kane SA, Goel IP, Mundth ED, et al: Rest and redistribution thallium myocardial

scintigraphy to predict improvement in left ventricular function after coronary arterial bypass grafting. Am J Cardiol **51**: 1312–1316, 1983

## Summary

### ECG-Gated Dual-Isotope Myocardial SPECT with $^{201}\text{Tl}$ and $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Tetrofosmin: Simultaneous Assessment of Stress/Rest Myocardial Perfusion and Left Ventricular Function

Shin-ichiro KUMITA\*, Keiichi CHO\*, Sunao MIZUMURA\*, Tetsuji KIJIMA\*, Masahiro TOBA\*, Takeshi YAMADA\*, Tatsuo KUMAZAKI\*, Junko SANO\*\*, Yoshiki KUSAMA\*\* and Kazuo MUNAKATA\*\*

*\*Department of Radiology, \*\*First Department of Internal Medicine, Nippon Medical School*

ECG-gated dual-isotope acquisition protocol involving rest imaging with  $^{201}\text{Tl}$  and stress  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -tetrofosmin (TF) SPECT was designed for the simultaneous assessment of rest/stress myocardial perfusion and rest ventricular systolic function. This study assessed the feasibility and diagnostic accuracy of this protocol. Forty-five patients underwent the dual-isotope SPECT protocol. Twenty minutes after resting injection of 111 MBq of  $^{201}\text{Tl}$ , 370 MBq of  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -TF was administered at a peak exercise. The dual-isotope gated SPECT acquisition was performed 1 hour later. Then, the regional count increase rate (%WT) of  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -TF from end-diastole to end-systole was calculated using an automated method which was developed for quantification of regional wall thickening based on circumferential profile analysis in our labora-

tory. Myocardial perfusion and contractility analysis was carried out using 8 segments of left ventricle with comparison of coronary angiographical findings. The sensitivity and specificity for the detection of diseased coronary vessels ( $\geq 75\%$  stenosis) were 76% and 94%, respectively. Infarcted regions showing reversible defect had significantly greater %WT as compared with those with fixed defects (63 seg;  $12.7 \pm 6.1\%$  vs. 36 seg;  $8.9 \pm 7.2\%$ ,  $p < 0.01$ ). In conclusion, this dual-isotope protocol has some advantages; i.e., shortening an examination time, having the exact registration of stress/rest perfusion, and simultaneous evaluation of resting regional wall thickening.

**Key words:**  $^{201}\text{Tl}$ Cl,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -tetrofosmin, Exercise stress myocardial scintigraphy.