

《原 著》

^{99m}Tc-MIBI を用いた運動負荷心筋シンチグラフィ 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——

植原 敏勇* 西村 恒彦* 汲田伸一郎* 下永田 剛*
林田 孝平* 片渕 哲朗* 岡 尚嗣* 土師 一夫**
野々木 宏**

要旨 近年開発された ^{99m}Tc-MIBI は、²⁰¹TlCl に代わる心筋製剤として注目されている。今回本薬剤を臨床時に使用する機会を得たので、運動負荷・安静時 ^{99m}Tc-MIBI 心筋シンチグラフィの診断精度を同負荷にて施行した ²⁰¹TlCl 運動負荷心筋シンチグラフィと比較検討した。対象は、冠動脈疾患 27 例である。^{99m}Tc-MIBI 心筋シンチグラフィは RCA, LCX 領域の診断に有用で、Planar 診断よりも SPECT 診断が優れていた。また ²⁰¹TlCl と違い、再分布現象が存在せず washout rate の算出ができないことに起因する多枝病変の検出能の低下は、^{99m}Tc-MIBI 静注時のファーストパス心プールシンチグラフィの施行により、十分補えることが判明した。結論として、^{99m}Tc-MIBI 運動負荷・安静時心筋シンチグラフィによる心機能・心筋灌流同時評価は、²⁰¹TlCl よりも鮮明な心筋画像が得られ、かつ良好な診断精度が得られることが判明した。

I. 結 言

^{99m}Tc-MIBI (technetium-99m hexakis-2-methoxy isobutyl isonitrile) は、²⁰¹TlCl に代わる心筋製剤として近年開発され、²⁰¹TlCl に比べて半減期が短く大量投与が可能であり、またエネルギーが高く良好な画像が得られるため、冠動脈病変の診断に有用であると期待されている¹⁻⁶⁾。一方、病変検出に関しては shine-through 現象の存在が初期より指摘され、Planar 像では ²⁰¹TlCl より Sensitivity が劣るという報告や Extraction Fraction が ²⁰¹TlCl に比較して低いため虚血の診断に劣る可能性も示唆されている^{7,8)}。さらに、^{99m}Tc-MIBI は

心筋細胞内で低分子蛋白と結合するため washout が見られず、washout rate の算出がその診断に重要な役目を果たす多枝病変の診断に劣るのではないかという危惧が持たれてきた⁹⁻¹⁶⁾。今回著者らは、おもに上記の課題を含めた ^{99m}Tc-MIBI 運動負荷・安静時心筋シンチグラフィによる冠動脈病変の診断精度について検討した。

II. 対 象

対象は虚血性心疾患 27 例 (男性 22 例, 女性 5 例, 平均年齢 60±9 歳) で心筋梗塞の既往のあるものはこのうち 15 例である。全例 ²⁰¹TlCl 運動負荷心筋シンチグラフィ (EX-Tl) が施行され、また冠動脈造影検査により罹患冠動脈が同定されている。罹患冠動脈は AHA 基準に準じ 75% 以上を有意狭窄とした。冠動脈病変枝数別の症例数は、冠動脈 1 枝障害 10 例, 2 枝障害 12 例, 3 枝障害 5 例であった。

* 国立循環器病センター放射線診療部

** 同 内科

受付: 3 年 2 月 8 日

最終稿受付: 3 年 10 月 16 日

別刷請求先: 吹田市藤白台 5-7-1 (☎ 565)

国立循環器病センター放射線診療部

植 原 敏 勇

III. 方 法

1) ^{99m}Tc -MIBI の標識

DuPont 社製 [MIBI] Cu_4BF_4 1 mg パイアルを摂氏 97 度に余熱しておき, ^{99}Mo - ^{99m}Tc ジェネレータから溶出した $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 約 740-1,110 MBq (20-30 mCi) をこのパイアルに注入し, 軽く振盪したあと 15 分間摂氏 97 度で加熱した. その後約 15 分間室温放置にて冷却した後, 注射筒に移し臨床使用に供した.

2) $^{201}\text{TlCl}$ 運動負荷心筋シンチグラフィ (EX-Tl) (Fig. 1)

運動負荷は自転車エルゴメータを用いた漸増負荷法にて施行し, 胸痛, 心電図変化, 年齢別予想最大心拍数を目標に $^{201}\text{TlCl}$ 111 MBq (3 mCi) を静注し, さらに 1 分間運動を続けて負荷を終了した. 静注後約 5 分より負荷時心筋像として心筋 Planar 3 方向 (正面, 第 2 斜位 45 度, 70 度) 像と心筋 SPECT 像を撮像した. SPECT 像は汎用型コリメータを装着した対向型 Dual Head ガンマカメラ (島津社製 LFOV およびミニコンピュータシンチパック 2400) を用い, 1 方向 30 秒, 10 度ステップ, 18 方向 (Dual で 360 度) データ収集にて撮像した. さらに 3-4 時間後に再分布時心筋像として心筋 Planar 3 方向像と SPECT 像を得た. 再分布時の SPECT 像は対向型カメラにて 1 方向 45 秒, 10 度ステップ, 18 方向 (Dual で 360 度)

データ収集とした. SPECT 画像再構成は, Shepp & Logan フィルターを使用した逆投影法にて行い, 体軸横断, 心筋垂直長軸, 心筋短軸の各断層像を再構成した. なお, 運動負荷前の朝食・投与薬剤の制限はせず, 負荷後は再分布像撮像終了まで絶食とした.

3) ^{99m}Tc -MIBI 運動負荷心筋シンチグラフィ (EX-MIBI) (Fig. 1)

運動負荷は $^{201}\text{TlCl}$ と同様自転車エルゴメータを用い, 漸増負荷法にて施行した. 負荷のプロトコールはすでに施行した EX-Tl と同負荷とし, $^{201}\text{TlCl}$ 注入と同時に ^{99m}Tc -MIBI 約 740 MBq (20 mCi) を静注した. 全 27 例中 10 例では, この静注時にファーストパス心プールシンチグラフィを行い, 左室機能を計測した¹⁷⁻¹⁹. 運動負荷終了後 1 時間と 3 時間後に心筋 Planar 3 方向像 (正面, 第 2 斜位 45 度, 70 度) および心筋 SPECT 像を撮像した. SPECT 像は対向型カメラにて, 1 時間後は 1 方向 30 秒の 10 度ステップ, 3 時間後は 1 方向 45 秒の 10 度ステップとし, 18 方向 (Dual で 360 度) データ収集にて撮像した.

4) ^{99m}Tc -MIBI 安静時心筋シンチグラフィ (Rest-MIBI) (Fig. 1)

運動負荷同様 27 例中 10 例では, ^{99m}Tc -MIBI 555 MBq (15 mCi) 静注時にファーストパス心プールシンチグラフィを施行した. 静注後 1 時間と 3 時間後に運動負荷と同様の撮像法にて心筋 Planar 3 方向像および SPECT 像を得た.

5) 診 断

(1) 視覚的診断 (Table 1-1)

心筋 Planar, SPECT 像ともに冠動脈領域ごとに Table 1-1 に示す 4 段階スコアを用いて半定量的に視覚的診断を行った. 判定は放射線科医師 2 人の合議制にて行った. 集計に際してはスコア 1-3 を異常, 4 を正常とした.

(2) 定量診断 (Table 1-2)

心筋 SPECT 像の単軸断層像の circumferential profile analysis を用いた定量解析より展開図表示による Extent, Severity map を作成し, 各冠動脈領域ごとに病変存在の probability を Table 1-2 に

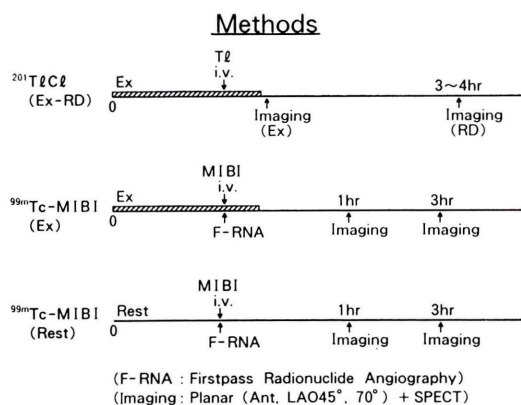


Fig. 1 Study protocol of ^{99m}Tc -MIBI scintigraphy.

Table 1-1 Diagnostic criteria of perfusion score (Planar, SPECT)

Perfusion score	Visual assessment of myocardial perfusion
1	perfusion defect
2	severe hypoperfusion
3	mild hypoperfusion
4	normal

Table 1-2 Diagnostic criteria of lesion probability score (SPECT unfolded map)

Score	Lesion probability
1	definitely abnormal
2	probably abnormal
3	possibly abnormal
4	normal

示すように 4 段階のスコアで判定した^{20,21)}。集計に際してはスコア 1-3 を異常, 4 を正常とした。

心筋 Planar 像は ROI 法による定量解析を施行し, 症例ごとに最も病変が明らかな冠動脈領域の Defect/Normal (D/N) 比を算出した。

6) ^{99m}Tc-MIBI ファーストパス心プールシンチグラフィによる左心機能算出

前述のごとく 27 例中 10 例 (冠動脈 1 枝障害 2 例, 冠動脈 2 枝障害 7 例, 冠動脈 3 枝障害 1 例, 全例虚血例だが 3 例では心筋梗塞の合併がある) に対して, ^{99m}Tc-MIBI 注入時に多結晶型ポータブル型ガンマカメラ SIM-400 (シンチコア社製) を用いてファーストパス心プールシンチグラフィを施行した。運動負荷時・安静時とも座位正面にて, ^{99m}Tc-MIBI 約 555-740 MBq (15-20 mCi) を 4 ml/sec でボーラス注入し, 1 フレーム 25 msec で 30 秒間データ収集した。データ処理は ^{99m}Tc が左室を通過する 4-5 心拍を積算し, 左室容積曲線を作成し左室駆出率 (LVEF) を算出した。また左室中心から放射状線を引き左室を 8 分割し, 心基部の 2 区画を除く 6 区画の局所壁運動を regional EF (r-EF) として算出した¹⁷⁻¹⁹⁾。またこの区画に一致するように ^{99m}Tc-MIBI 運動負荷・安静時心筋 Planar 像上にて, ROI 法により % uptake を算出し, r-EF と % uptake を比較した。

7) 統計

データ表示は, Table 3 では平均 ± 標準誤差で表し, 他は平均 ± 標準偏差で表した。有意差検定には χ^2 検定および paired student-t 検定を用いた。p<0.05 値を有意と判定した。

IV. 結果

1. 運動負荷量の比較

同一症例における ^{99m}Tc-MIBI と ²⁰¹TlCl 運動負荷心筋シンチグラフィの結果を Table 2 に示す。同一プロトコールにて施行しているため, 最大心拍数・収縮期血圧・Double Product に差はなかった。また心電図 ST の虚血性変化の出現率も同率であったが, 自覚症状 (胸痛・胸部絞扼感) は先に施行した ²⁰¹TlCl 時に有意に高率に出現した。

2. 視覚的診断による罹患冠動脈診断精度の比較

Figure 2 に各冠動脈ごとの診断精度を比較した

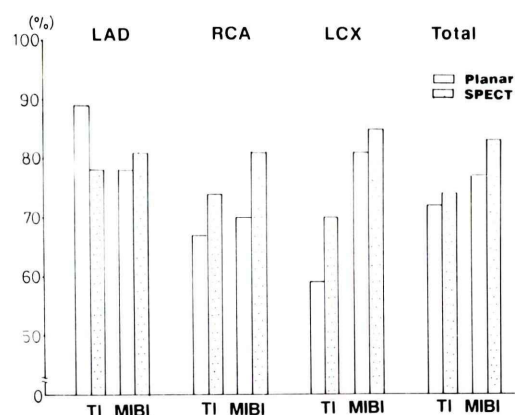

Fig. 2 Diagnostic accuracy of each coronary lesion by visual assessment.

Table 2 Exercise data

	^{99m} Tc-MIBI	²⁰¹ TlCl
max HR (/min)	119 ± 16	120 ± 20
max BP (mmHg)	180 ± 33	177 ± 24
Double product	21,353 ± 5,435	21,146 ± 4,760
ST change	18/27 (67%)	18/27 (67%)
Chest pain*	8/27 (30%)	14/27 (52%)

*p<0.05

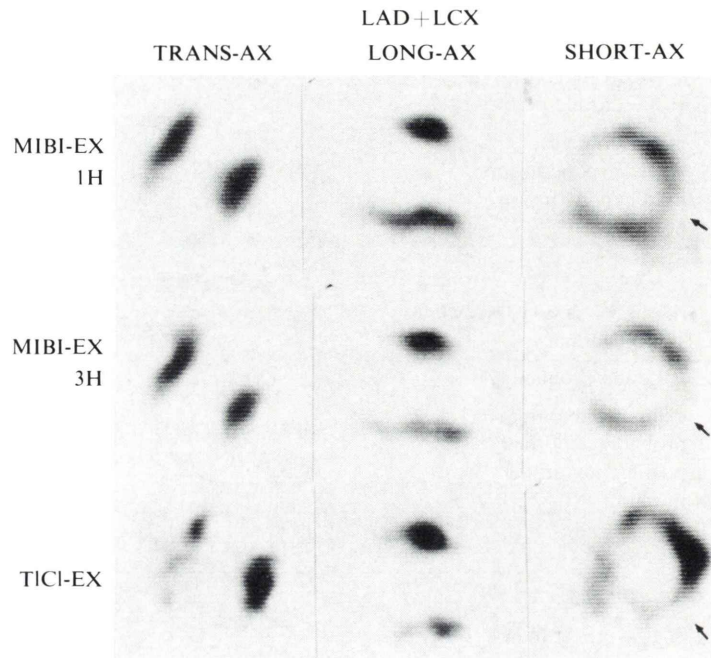


Fig. 3 Case 1: 52-yo, M, DVD (LAD+LCX).

グラフを示す。LAD 診断では $^{201}\text{TlCl}$ ・Planar 診断が最も良好な診断精度を示した。それ以外の診断も Accuracy (Ac) がほぼ 80% と良好な値を示した。RCA 診断では $^{201}\text{TlCl}$ 診断に比し、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI 診断は SPECT, Planar とともに良好な診断精度を示した。LCX 診断も $^{201}\text{TlCl}$ 診断が Planar・SPECT とともに Ac が 60%, 70% とときわめて低い診断精度であったが、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI 診断ではいずれも LAD, RCA 診断に匹敵する良好な診断精度を示した。総計で見ても $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI 診断は Planar で 82%, SPECT で 88% と、 $^{201}\text{TlCl}$ 診断 (Planar で 72%, SPECT で 74%) より優れた Ac を示し、また全体に Planar 診断より SPECT 診断の方が優れた診断を示した。

Figure 3 に LAD+LCX の冠動脈 2 枝病変例の運動負荷 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI と $^{201}\text{TlCl}$ 心筋シンチ像を示す。前壁 (LAD 領域) の梗塞部はいずれも明らかだが、後側壁 (LCX 領域) の灌流欠損は $^{201}\text{TlCl}$ では後壁の RCA 領域が attenuation のためカウントが低くなってしまっており、後側壁に病変が

存在するのか、attenuation なのか、RCA 病変があるのかの判定が困難である。一方、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI では RCA 領域の後壁が十分に撮像されているため、LCX 領域の灌流異常が明瞭に描出された。

視覚的診断の詳細を検討するため、病変部と正常部の perfusion score の分布を検討したのが Fig. 4 である。perfusion score はそれぞれ $^{201}\text{TlCl}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI 1 時間、3 時間後ともに運動負荷時のもので、縦軸は冠動脈領域数を示す。病変部の $^{201}\text{TlCl}$ 診断は score 1, 2 が多く、特に SPECT 診断では score 1 が多く病変は明瞭に描出されていた。一方、score 3 は少なく判定に迷うことは少ないと考えられた。一方、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI 診断は $^{201}\text{TlCl}$ 診断と比較すると score 1, 2 が少なく、特に Planar 診断では score 3 が多く病変の描出が不十分であったが、SPECT 診断は score 3 は少なく $^{201}\text{TlCl}$ 診断に近かった。一方、正常部の診断に関しては、 $^{201}\text{TlCl}$ 診断は score 3 が多く Specificity に劣った。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI 診断はほとんどが score 4 を示し、特に SPECT 診断は Specificity が良好で

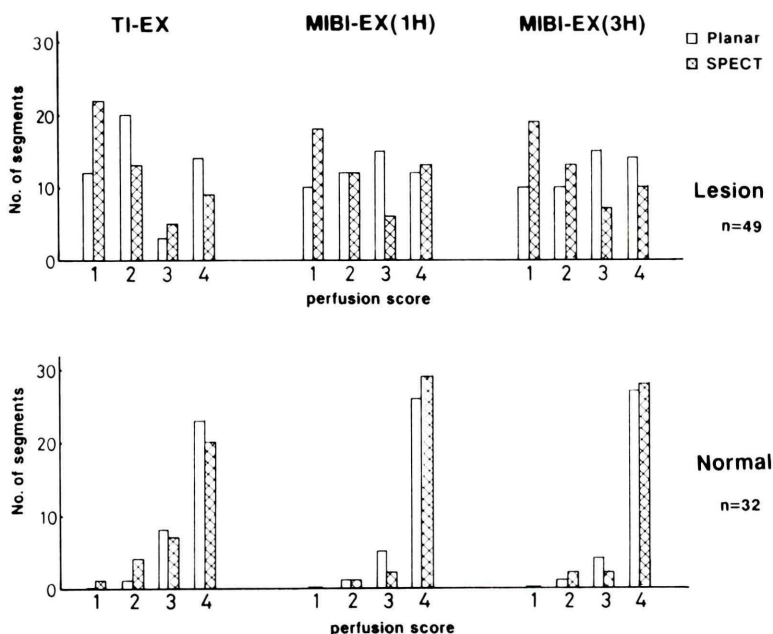


Fig. 4 Distribution of perfusion score in lesion and normal area.

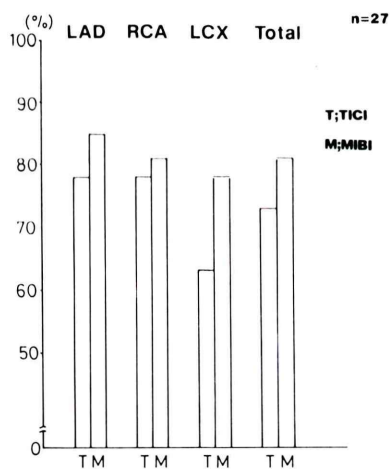


Fig. 5 Diagnostic accuracy of each coronary lesion by SPECT unfolded map.

あった。

3. 展開図表示による診断 (Fig. 5)

Figure 5 に心筋 SPECT 展開図表示 Extent・Severity Map による各冠動脈病変の診断精度 (Accuracy) の比較を示す。LAD, RCA, LCX い

ずれの病変の診断も ^{201}Tl より ^{99m}Tc -MIBI 診断が優れており、特に LCX 病変は ^{201}Tl の診断精度は 63% と低いが、 ^{99m}Tc -MIBI 診断では 78% と LAD, RCA 病変とほぼ同程度の診断精度を示した。このように定量評価でも視覚的診断と同様の結果が得られた。

4. Planar 像における D/N 比の比較 (Table 3)

梗塞部・虚血部における運動負荷・安静時 ^{99m}Tc -MIBI 1 時間, 3 時間, ^{201}Tl 運動負荷時・再分布時の各心筋 Planar 像の D/N 比を ROI 法により算出し比較した。病変は各症例ごとに最も明瞭な欠損像を示す部位を選んだため、14 例では梗塞部、13 例では虚血部となっている。この結果、虚血部・梗塞部のいずれにおいても運動負荷 ^{99m}Tc -MIBI 1 時間, 3 時間, 運動負荷 ^{201}Tl の 3 者の心筋像の D/N 比に差はなかった。また安静時 ^{99m}Tc -MIBI 1 時間, 3 時間, 再分布時 ^{201}Tl 心筋像の 3 者の心筋像の D/N 比にも差はなかった。しかし、運動負荷時と安静時の ^{99m}Tc -MIBI 心筋像, 運動負荷時と再分布時の ^{201}Tl 心筋像の間には、虚血部・梗塞部とも有意差が存在し、

Table 3 Comparison of D/N ratio

	MIBI-EX		MIBI-REST		²⁰¹ TlCl	
	1H	3H	1H	3H	EX	RD
AP (n=13)	75.8±3.66	74.2±3.41	87.8±2.66	88.2±3.19	75.4±2.80	89.0±3.30
	p<0.01		p<0.01		p<0.01	
MI (n=14)	71.3±2.91	70.9±3.31	79.8±2.43	78.8±2.25	71.7±3.29	77.4±2.75
	p<0.01		p<0.05		p<0.05	
Total (n=27)	73.4±2.31	72.5±2.29	83.7±1.90	83.3±2.10	73.5±2.15	83.0±2.38
	p<0.01		p<0.01		p<0.01	

病変部の viability の存在を示唆した。

5. 心筋灌流と心機能の関連

Figure 6 に症例を呈示する。症例は 69 歳男性で右冠動脈 seg. 1 に 90%, 4AV, 4PD にそれぞれ 100%, 左前下行枝 seg. 7, 9-1 に 90%, 左回旋枝 seg. 14 に 99% の狭窄または閉塞を有する 3 枝病変例で下壁心内膜下梗塞の既往を有する。安静時の LVEF は 59%, 負荷時の LVEF は 48% と負荷時に低下を示した。regional EF は前壁 3 segments の平均が安静時 67%, 負荷時 48%, 下後壁 3 segments の平均は安静時 61%, 負荷時 51% で、いずれも負荷時に低下した。一方、負荷時・安静時の心筋灌流を % uptake の変化でみると前壁では安静時 95%, 負荷時 93%, 下後壁では安静時 90%, 負荷時 73% と、下後壁の虚血は認められたが前壁の虚血は相対的には捉えられなかった。このように本症例では心筋灌流と心機能・壁運動の間に解離が存在した。

心機能と心筋灌流の同時評価を行った 10 例のうち 2 例は冠動脈 1 枝病変、8 例は多枝病変であり、両者の負荷時・安静時の LVEF の変化を検討した (Fig. 7)。この結果、前者では 2 例とも負荷時に軽度の LVEF 低下を認めたのみであったが、後者では LVEF は有意な低下を示し、冠動脈多枝病変例の検出に LVEF の評価は有効と考えられた。

V. 考 察

^{99m}Tc-MIBI と ²⁰¹TlCl 運動負荷心筋シンチグラフィの診断精度を比較すると、視覚診断においても定量解析を用いた展開図表示診断においても、^{99m}Tc-MIBI では LCX 領域の病変の診断が向上しており、従来 ²⁰¹TlCl で SPECT を用いても診断精度が低かった LCX 領域の診断に ^{99m}Tc-MIBI は非常に有用であることが示唆された。これは、従来 ²⁰¹TlCl では Sensitivity は良いが specificity が悪く診断基準が難しかった RCA 領域の診断同様、²⁰¹TlCl は体の深部にある心筋後壁の attenuation が大きくこの部分が判定しにくいのに対して、エネルギーが高くまた大量投与が可能な ^{99m}Tc-MIBI は、従来 ²⁰¹TlCl で attenuation のため観察し難かった後壁、後側壁が鮮明に描出され、これらの部位の診断に有用と考えられた。

病変部と正常部の perfusion score を比較すると、病変部の perfusion score は ²⁰¹TlCl で低く灌流欠損が鮮明に観察できている反面、正常部の perfusion score も ^{99m}Tc-MIBI に比較すると低めで specificity に劣った。一方、^{99m}Tc-MIBI は逆に sensitivity に劣り、特に Planar 像では score 3 が多く灌流欠損が見にくいと考えられ、この点 ^{99m}Tc-MIBI は SPECT 診断の方が安定した診断が可能と考えられた²²⁻²⁷⁾。しかし Planar 像において病変部の D/N 比を比較すると ²⁰¹TlCl, ^{99m}Tc-

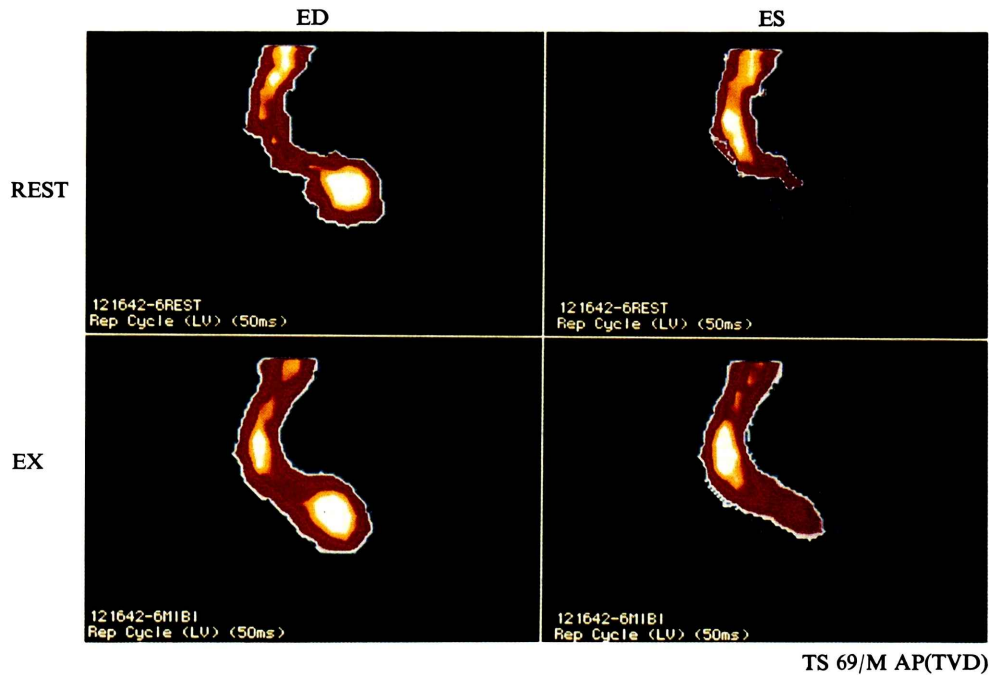


Fig. 6 Case 2: 69-yo, M, TVD.

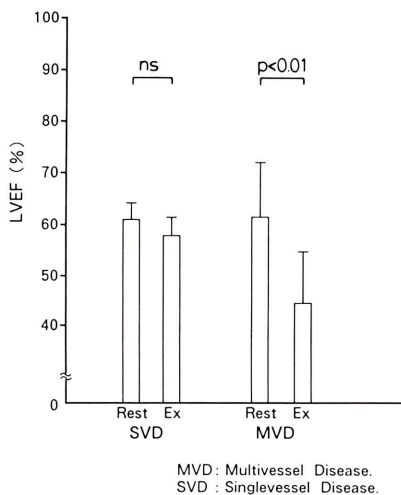


Fig. 7 Change of LVEF during exercise.

MIBI とも有意差はなく、 $^{201}\text{TlCl}$ の全体に淡い心筋像を見慣れた検者には、 ^{99m}Tc -MIBI の鮮明な画像は病変部でも正常に近く見える可能性が示唆された。すなわち $^{201}\text{TlCl}$ では軽度の perfusion

のムラがあっても正常と判定した習慣が ^{99m}Tc -MIBI 心筋像の診断で Sensitivity を落とす原因かもしれない。また今回は症例ごとにもっとも明らかな perfusion の異常部の D/N 比の検討を行ったが、程度の軽い小さな灌流異常は shine-through 現象で異常が見にくい可能性もあり、臨床例とともに基礎的なファントム実験が今後必要と考えられた。

虚血部と梗塞部の D/N 比の比較でも $^{201}\text{TlCl}$ と ^{99m}Tc -MIBI の間に差はなかった。症例によっては $^{201}\text{TlCl}$ 心筋シンチで著明な灌流低下を示し、 ^{99m}Tc -MIBI 心筋シンチで全く灌流低下を認めないものもあったが、EX-Tl と EX-MIBI の間には平均 7.8 ± 4.4 日の隔たりがあり、同プロトコルで運動量もほぼ同じにもかかわらず胸痛の出現にも差があるのは、この期間に冠動脈の状態、患者の状態が微妙に変化した可能性もある。いずれにしても虚血が ^{99m}Tc -MIBI では描出され難いという確証はなかった。

^{99m}Tc -MIBI 1 時間後像と 3 時間後像を比較すると、いずれの検討でも診断精度、perfusion score、D/N 比ともほぼ著変はなかった。ただ 1 時間後像では肝臓への集積が残存する症例もあり、3 時間後像の方が良好な画像を得られる場合も多く、今回は 3 時間後像の成績を呈示した。しかし、近年 ^{99m}Tc -MIBI に washout が存在すると指摘されており、また臨床的に待ち時間の問題もあり、1 時間後像でも十分と考えられる²⁸⁻³¹⁾。

多枝病変の視覚診断に関しては、2 枝病変の診断ではいずれも心筋各部を限なく観察できる SPECT 診断が有効だが、 $^{201}\text{TlCl}$ も含めて 3 枝病変の診断精度は低い。 $^{201}\text{TlCl}$ では定量的に washout rate の算出が多枝病変の診断に有効とされているが、 ^{99m}Tc -MIBI では washout はあっても filling in は投与後数時間以内にはほとんど存在せず、washout rate は診断には無効である²⁸⁻³¹⁾。しかし今回著者らが指摘したごとく、多枝病変で LVEF の負荷時の低下が著明であり、regional EF も regional % uptake より絶対的な指標で多枝病変の診断に有効であることから、perfusion だけでは診断が困難な多枝病変の診断のため、 ^{99m}Tc -MIBI 静注時に心プールシンチグラフィを併用することが必要欠くべからざる方法であるといえる^{19,32-34)}。また、運動負荷 $^{201}\text{TlCl}$ 心筋シンチグラフィでは運動量不足による diffuse slow washout がしばしば多枝病変と誤診されるのに比べて、 ^{99m}Tc -MIBI の regional EF は運動不足の場合は虚血が誘発されず、したがって壁運動が diffuse に低下することはなく、これによる false positive を招くことはない。さらに、心筋灌流と心機能の解離を同時に捉えられ、心筋の viability の判定にも有効と考えられた。

VI. まとめ

^{99m}Tc -MIBI 運動負荷・安静時心筋シンチグラフィを冠動脈疾患 27 例に施行し、同負荷にて行った $^{201}\text{TlCl}$ 運動負荷・再分布心筋シンチグラフィと比較し検討した。この結果、1) ^{99m}Tc -MIBI 運動負荷・安静時心筋シンチグラフィは、心筋後

壁心基部まで明瞭に撮像されるため、RCA, LCX 領域の病変の診断に有効であった。2) $^{201}\text{TlCl}$ 心筋像を見慣れた目では、 ^{99m}Tc -MIBI の灌流異常を過小評価する傾向があり、特に Planar 像で顕著であった。以上より ^{99m}Tc -MIBI は SPECT 診断に特に有用であった。3) ^{99m}Tc -MIBI は Extraction Fraction が低く心筋虚血の診断精度が低下する可能性があると考えられていたが、今回の検討ではその証拠は認められなかった。4) D/N 比の検討では、少なくとも程度の強い灌流欠損では shine-through 現象は認められなかった。5) 冠動脈多枝病変の診断には、 $^{201}\text{TlCl}$ の washout rate による診断が重要であるのと同様、 ^{99m}Tc -MIBI においては心プールシンチグラフィを併用することが肝要であると考えられた。

稿を終えるにあたり ^{99m}Tc -MIBI を供給していただいた DuPont 社・第一ラジオアイソトープ社に深謝します。また SIM-400 (シンチコア社製) を提供していただいた日商メディサイエンス社にも深謝いたします。

文 献

- 1) Mayer JC, Karcher G, Mathieu E, et al: Comparative study by two independent observers of the uptake abnormalities of ^{201}Tl -Thallium and (^{99m}Tc -) MIBI in 81 patients with coronary artery disease (Abstract). Eur J Nucl Med 14: 248, 1988
- 2) McKusick K, Holman BL, Jones AG, et al: Comparison of 3 Tc-99m isonitriles for detection of ischemic heart disease in humans. J Nucl Med 27: 878, 1986
- 3) McKusick K, Beller G, Berman D, et al: Initial clinical results with ^{99m}Tc methoxy isobutyl isonitrile. JACC 9: 28A, 1987
- 4) Wackers FJ, Berman DS, Maddahi J, et al: Technetium-99m hexakis 2-methoxyisobutyl isonitrile: human biodistribution, dosimetry, safety and preliminary comparison to thallium-201 for myocardial perfusion imaging. J Nucl Med 30: 301-311, 1989
- 5) Barcs R, Grosse W: Myocardial kinetics of Tc-99m hexakis-2-methoxy-isobutyl-isonitrile (HMIBI) in patients with coronary heart disease: a comparative study versus Tl-201 with SPECT. Nucl Med Commun 9: 15-23, 1988
- 6) West DJ, Najim YC, Mistry R, et al: The localization of myocardial ischemia with technetium-99m methoxy isobutyl isonitrile and single photon

- emission computed tomography. *Br J Radiol* **62**: 303–313, 1989
- 7) Maddahi J, Merz R, Van Trin KF, et al: Quantitative comparison of planar and tomographic Tc-99m MIBI (RP-30) and Tl-201 myocardial perfusion scintigraphy in patients with coronary disease for perfusion defect intensity and defect reversibility. *JACC* **9**: 27A, 1987
 - 8) Leppo JA, Meerdink DJ: A comparison of the myocardial uptake of a technetium labelled analog and thallium. *Circ Res* **65**: 632–639, 1989
 - 9) Piwnica-Worms D, Kronauge JF, Holman BL, et al: Hexakis (carbomethoxyisopropylisonitrile) Technetium(I), a new myocardial perfusion imaging agent: binding characteristics in cultured chick heart cells. *J Nucl Med* **29**: 55–61, 1988
 - 10) Maublant JC, Gachon P, Moins N: Hexakis (2-methoxy isobutyl-isonitrile) technetium-99m and thallium-201 chloride: uptake and release in cultured myocardial cells. *J Nucl Med* **29**: 48–54, 1988
 - 11) Tatum JL, Rehr RB, DiSciascio G, et al: Thallium-201/Technetium-99m-RP-30. A disparity in the course of myocardial infarction after attempted reperfusion. *J Nucl Med* **29**: 1283–1286, 1988
 - 12) Li QS, Frank TL, Franceschi D, et al: Technetium-99m methoxy isobutyl isonitrile (RP30) for quantification of myocardial ischemia and reperfusion in dogs. *J Nucl Med* **29**: 1539–1548, 1988
 - 13) Savi A, Gerundini P, Zoli P, et al: Biodistribution of Tc-99m methoxy-isobutyl-isonitrile (MIBI) in humans. *Eur J Nucl Med* **15**: 597–600, 1989
 - 14) Okada RD, Glover DK, Gaffney T, et al: Myocardial Kinetics of technetium-99m-hexakis-2-methyl-propyl isonitrile. *Circulation* **77**: 491–497, 1988
 - 15) Stirner H, Buell U, Kleinhans E, et al: Myocardial kinetics of Tc-99m hexakis-(2-methoxy-isobutyl-isonitrile) (HMIBI) in patients with coronary heart disease: a comparative study versus Tl-201 with SPECT. *Nucl Med Commun* **9**: 15–23, 1988
 - 16) Pohost GM, Zir LM, Moore RM, et al: Differentiation of transiently ischemic from infarcted myocardium by serial imaging after a single dose of thallium-201. *Circulation* **55**: 294–302, 1979
 - 17) 波田伸一郎, 西村恒彦, 下永田剛, 他: 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
 - 18) 西村恒彦, 波田伸一郎, 下永田剛, 他: 新しい多結晶型ガンマカメラ (SIM-400) を用いた心機能解析. *映像情報* **22**: 1209–1216, 1990
 - 19) Villanueva-Meyer J, Mena I, Narahara KA: Simultaneous Assessment of Left Ventricular Wall Motion and Myocardial Perfusion with Technetium-99m-Methoxy Isobutyl Isonitrile at Stress and Rest in Patients with Angina: Comparison with Thallium-201 SPECT. *J Nucl Med* **31**: 457–463, 1990
 - 20) 片渕哲朗, 西村恒彦, 植原敏勇, 他: ²⁰¹Tl 心筋 SPECT 展開図表示を用いた冠動脈支配領域の定量的解析法と画像表示法の開発 (第 1 報)——基礎的検討——. *核医学* **27**: 569–577, 1990
 - 21) 植原敏勇, 西村恒彦, 片渕哲朗, 他: ²⁰¹Tl 心筋 SPECT 展開図表示を用いた冠動脈支配領域の定量的解析法と画像表示法の開発 (第 2 報)——臨床診断における有用性の検討——. *核医学* **27**: 579–591, 1990
 - 22) Kiat H, Maddahi H, Roy LT, et al: Comparison of technetium-99m methoxy isobutyl isonitrile and thallium-201 for evaluation of coronary artery disease by planar and tomographic methods. *Am Heart J* **117**: 1–11, 1989
 - 23) Taillefer R, Lambert R, Dupras G, et al: Clinical Comparison between thallium-201 and Tc-99m-methoxy isobutyl isonitrile (hexamibi) myocardial perfusion imaging for detection of coronary artery disease. *Eur J Nucl Med* **15**: 280–286, 1989
 - 24) Maublant J, Philippe L, Mathieu E, et al: Diagnostic values of Tc-99m-MIBI and Tl-201 to detect myocardial ischemia: comparative assessment with coronary angiography (Abstract). *Eur J Nucl Med* **14** (5/6): 248, 1988
 - 25) Hassan IM, Mohammed MMJ, Constantinides C, et al: Segmental Analysis of SPECT ^{99m}Tc-methoxy isobutyl isonitrile and ²⁰¹Tl myocardial imaging in ischemic heart disease. *Eur J Nucl Med* **16**: 705–711, 1990
 - 26) Larock MP, Cantineau R, Legrand V, et al: ^{99m}Tc-MIBI (RP30) to define the extent of myocardial ischemia and evaluate ventricular function. *Eur J Nucl Med* **16**: 223–230, 1990
 - 27) Sinusas AJ, Beller GA, Smith WH, et al: Quantitative Planar Imaging with Technetium-99m Methoxyisobutyl Isonitrile: Comparison of Uptake Patterns with Thallium-201. *J Nucl Med* **30**: 1456–1463, 1989
 - 28) Camby RC, Silber S, Pohost GM: Relations of the Myocardial Imaging Agents ^{99m}Tc-MIBI and ²⁰¹Tl to myocardial Blood Flow in a Canine Model of Myocardial Ischemic Insult. *Circulation* **81**: 289–296, 1990
 - 29) Glover DK, Okada RD: Myocardial kinetics of Tc-MIBI in Canine myocardium after Dipyridamole. *Circulation* **81**: 628–636, 1990
 - 30) Franceschi M, Guimond J, Zimmerman RE, et al: Myocardial Clearance of Tc-99m Hexakis-2-

- Methoxy-2-Methylpropyl Isonitrile (MIBI) in Patients with Coronary Artery Disease. Clin Nucl Med **15**: 307-312, 1990
- 31) Li QS, Solot G, Frank TL, et al: Myocardial Redistribution of Technetium-99m-Methoxyisobutyl Isonitrile (SESTA MIBI). J Nucl Med **31**: 1069-1076, 1990
 - 32) Ritchie JL, Davis KB, Williams DL, et al: Global and regional left ventricular function and tomographic radionuclide perfusion: The Western Washington intracoronary streptokinase in myocardial infarction trial. Circulation **70**: 867-875, 1984
 - 33) Sporn V, Balino NP, Holman BL, et al: Simultaneous measurement of ventricular function and myocardial perfusion using the Technetium-99m isonitriles. Clin Nucl Med **13**: 77-81, 1988
 - 34) Baillet GY, Mena IG, Kuperus JH, et al: Simultaneous technetium-99m MIBI angiography and myocardial perfusion imaging. J Nucl Med **30**: 38-44, 1989

Summary

Diagnostic Accuracy of Coronary Artery Lesion by ^{99m}Tc -MIBI Exercise Myocardial Scintigraphy—Containing the Utility of Simultaneous Assessment of Left Ventricular Function—

Toshiisa UEHARA*, Tsunehiko NISHIMURA*, Shin-ichiro KUMITA*, Tsuyoshi SHIMONAGATA*, Kohei HAYASHIDA*, Tetsuro KATAFUCHI*, Hisashi OKA*, Kazuo HAZE** and Hiroshi NONOKI**

*Department of Radiology and Nuclear Medicine, **Division of Cardiology,
National Cardiovascular Center, Osaka

To determine whether technetium-99m hexakis-2-methoxy isobutyl isonitrile (^{99m}Tc -MIBI) myocardial scintigraphy is a superior method in the detection of coronary artery disease, exercise and rest ^{99m}Tc -MIBI planar and SPECT scintigraphy were performed on 27 patients with coronary artery disease. When ^{99m}Tc -MIBI (555 MBq (15 mCi)) was injected, first-pass radionuclide angiography (FPRNA) was simultaneously performed by a new mobile multicrystal gamma camera (SIM-400), and LV function (LVEF) was evaluated quantitatively. Visual semiquantitative detection of coronary lesions using ^{99m}Tc -MIBI images showed superior accuracy to that obtained using

$^{201}\text{TlCl}$ images. ^{99m}Tc -MIBI SPECT images were particularly useful in diagnosing LCX and RCA lesions. Moreover, the simultaneous assessment of perfusion and left ventricular function by ^{99m}Tc -MIBI FPRNA proved to be useful in the diagnosis of multi-vessel disease. In summary, ^{99m}Tc -MIBI SPECT scintigraphy with simultaneous assessment of left ventricular function showed better diagnostic accuracy than $^{201}\text{TlCl}$ myocardial scintigraphy.

Key words: ^{99m}Tc -MIBI, Exercise myocardial scintigraphy, Coronary heart disease, Left ventricular function.