

急性心筋梗塞症における安静時
Technetium-99m Sestamibi 心筋
Single Photon Emission Computed
Tomography による生存心筋評価と
梗塞部逆再分布の臨床的意義

*Estimation of Myocardial Viability and
Clinical Significance of Reverse Redis-
tribution in Resting Technetium-99m
Sestamibi Myocardial Single Photon
Emission Computed Tomography in
Patients With Acute Myocardial
Infarction*

板金 広
大塚 雅人
山岸 広幸*
周藤 弥生
梶原 賢二
成子 隆彦
東 條 修
奥町富久丸
土師 一夫

Hiroshi ITAGANE, MD
Masato OTSUKA, MD
Hiroyuki YAMAGISHI, MD*
Yayoi SUTO, MD
Kenji KAJIWARA, MD
Takahiko NARUKO, MD
Osamu TOJO, MD
Fukumaru OKUMACHI, MD, FJCC
Kazuo HAZE, MD, FJCC

Abstract

The clinical significance of reverse redistribution of technetium-99m sestamibi (MIBI) was investigated in 36 patients with acute myocardial infarction and angiographically confirmed single-vessel disease, but without previous infarction using resting MIBI myocardial single photon emission computed tomography (SPECT) and exercise-reinjection thallium-201 (Tl) myocardial SPECT. MIBI myocardial SPECT was performed 90 min and 300 min after injection of MIBI 370 MBq at rest. Four hours after exercise Tl imaging was completed, reinjection imaging was obtained. Wall motion abnormalities on left ventriculograms were analyzed at the onset of infarction and 1 month later.

The severity scores on the MIBI early image, MIBI delayed image and Tl reinjection image were 98 ± 18 , 170 ± 22 and 90 ± 18 , respectively. The reverse redistribution of MIBI was marked in acute infarction. A significant correlation of severity score was found between the MIBI early image and Tl reinjection image ($r=0.89$). In 18 patients with significant stenosis of an infarct-related artery, there was a significant correlation between the degree of reverse redistribution and that of Tl redistribution ($r=0.826$). A good correlation was found between the severity score on the MIBI early image and wall motion abnormality at 1 month after infarction ($r=0.816$). There was a significant correlation between the degree of reverse redistribution and wall motion improvement ($r=0.782$). Despite stenosis of the infarct-related artery, the wall motion abnormality was less in 22 patients with marked reverse redistribution (defect score on the MIBI delayed image was double that on the early image) than the other 14 patients.

In conclusion, the MIBI early image may reflect myocardial viability and the reverse redistribution of MIBI was observed frequently in patients with acute myocardial infarction. Marked reverse redistribution was observed in patients with preserved left ventricular function. Because of the close correlation of

大阪市立総合医療センター 循環器内科: 〒543 大阪市都島区都島本通 2-13-22; *大阪市立大学医学部 第一内科, 大阪市 Department of Cardiology, Osaka City General Hospital, Osaka; *The First Department of Internal Medicine, Osaka City University Medical School, Osaka

Address for reprints: ITAGANE H, MD, Department of Cardiology, Osaka City General Hospital, Miyakojima-hondori 2-13-22, Miyakojima-ku, Osaka 543

Manuscript received March 13, 1997; revised July 9, 1997; accepted July 10, 1997

reverse redistribution with Tl redistribution and wall motion improvement, reverse redistribution of MIBI is considered to occur in areas at risk for acute myocardial infarction.

J Cardiol 1997; 30 (4): 179-188

Key Words

Radioisotope imaging (^{99m}Tc sestamibi myocardial SPECT), Myocardial infarction (acute), Myocardial viability, Reverse redistribution

Selected abbreviations and acronyms

MIBI=technetium-99m sestamibi
SPECT=single photon emission computed tomography
TIMI=Thrombolysis in Myocardial Infarction

はじめに

Technetium-99m sestamibi (MIBI) は半減期が6時間と短いために大量投与が可能で、またガンマカメラに対するエネルギー特性が良好という特徴を有し、従来広く用いられてきた thallium-201 chloride (Tl) に代わる新しい心筋イメージング製剤として注目されている^{1,2)}。Tl とは異なり、MIBI は心筋内に取り込まれると洗い出しされず、心筋細胞内に貯留するとされている³⁾。

しかし、既に我々は、安静時 MIBI 心筋 single photon emission computed tomography (SPECT) で評価すると、健康心筋に比較して急性心筋梗塞症の梗塞部で、高率に洗い出しの亢進(逆再分布)がみられることを報告した⁴⁾。また同現象が Tl 運動負荷心筋 SPECT で再分布を示す部位に観察されることから、梗塞急性期に虚血に曝された心筋を評価出来る可能性を示した。しかしながら、対象には多枝冠動脈疾患が含まれ、画像評価も視覚的評価であり、梗塞部壁運動との関連は評価されていない。

本研究の目的は、一枝病変の初回急性心筋梗塞症を対象に、経時的に2回撮像した安静時 MIBI 心筋 SPECT を、運動負荷-再静注時の Tl 心筋 SPECT および左室造影所見と対比し、MIBI による生存心筋の評価と梗塞部の逆再分布の意義を明らかにすることにある。

対象と方法

1. 対象

1994年11月-1995年9月に当科に入院した急性心筋梗塞症連続98例中、冠動脈・左室造影を施行された初回の前壁あるいは下壁急性心筋梗塞症で、一枝病変の36例(平均年齢 56 ± 12 歳;男性31例,女性5例)を対象とした。急性心筋梗塞症の診断は、1) 30分以

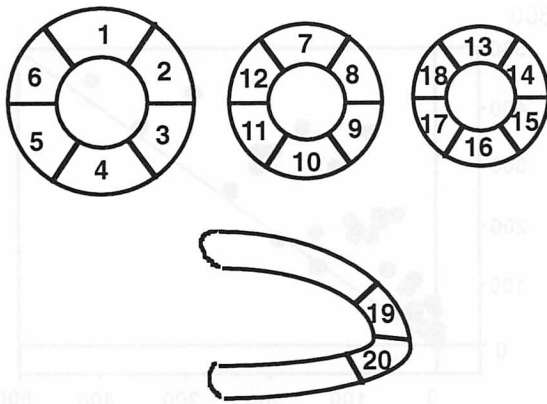
上持続する胸部症状、2) 心電図上の持続するST上昇あるいはST低下、3) creatine kinase (CK) の正常値3倍以上の上昇の3項目を満たす例とした。

2. 方法

1) 心筋 SPECT

MIBI 心筋 SPECT, Tl 心筋 SPECT はおのおの梗塞発症後 21 ± 7 日, 23 ± 6 日に施行した。MIBI 心筋 SPECT は安静時に nitroglycerin 1錠舌下服用後に MIBI を 370MBq 静注し、初期像を90分後に、後期像を300分後に撮像した。Tl 心筋 SPECT は運動負荷終了1分前に Tl を 111 MBq 静注して運動負荷像を、4時間後に nitroglycerin 1錠舌下服用後、Tl を 72 MBq 再静注して撮像した。心筋 SPECT は高分解汎用コリメーターを装着した3検出器型ガンマカメラ装置 MULTI-SPECT 3 (Siemens 製) で撮像した。エネルギー・ウィンドウ幅は MIBI では $145 \text{ KeV} \pm 10\%$ 、Tl では $75 \text{ KeV} \pm 10\%$ と $165 \text{ KeV} \pm 7.5\%$ の2種に設定し、MIBI 心筋 SPECT は1方向20秒で、Tl 心筋 SPECT は1方向32秒で 360° 回転、90方向より撮像した。画像再構成には Butterworth フィルター処理を行い、垂直断層像、短軸断層を得た。

画像解析は心基部、心室中部、心尖部に相当する短軸3断層像と垂直断層像を用いて、Fig. 1 に示すように、心筋を20区画に分割して評価した。6°ごとのプロファイルカーブの最高値を各区画で平均し、最高カウントを呈する区画に対する摂取率を求め、健常人の MIBI と Tl のデータと比較して % 摂取率を算出した。% 摂取率が 80% 未満の区画を異常区画とし、異常区



Severity score = $\Sigma (80 - \% \text{ uptake})$

Fig. 1 Diagram of basal, mid-ventricular and apical short-axis and long-axis tomography showing the location of the 20 scan segments

画の正常値からの偏位 (80% 摂取率) の合計を画像の欠損スコアとして算出した。

MIBI 心筋 SPECT で観察された梗塞部の逆再分布は MIBI 後期像と初期像の欠損スコアの差で表現され、逆再分布の程度の指標 (reverse redistribution index: RRI) として [MIBI 後期像 (欠損スコア) - MIBI 初期像 (欠損スコア)] / MIBI 後期像 (欠損スコア) を算出した。同様に TI 心筋 SPECT での梗塞部虚血は運動負荷像と再静注像の欠損スコアの差で表現され、梗塞部虚血の程度の指標として [運動負荷像 (欠損スコア) - 再静注像 (欠損スコア)] / 運動負荷像 (欠損スコア) を算出した。

2) 心血管造影

梗塞発症後 24 時間以内に入院した 20 例では、入院時に冠動脈・左室造影を施行した。梗塞責任血管の血流が Thrombolysis in Myocardial Infarction (TIMI) 分類 II 度以下の 17 例には 10 例に冠注血栓溶解療法、7 例に経皮的冠動脈形成術 (percutaneous transluminal coronary angioplasty: PTCA) による再灌流療法を行い、PTCA 不成功の 1 例を除いて TIMI 分類 III 度に血流が改善した。梗塞発症後 1 ヶ月には全例に冠動脈・左室造影を施行した。冠狭窄は視覚的に評価し、75% 以上の狭窄を有意とした。梗塞後 1 ヶ月の冠動脈造影で、18 例に梗塞関連血管に有意狭窄が認められ、1 例が 75% 狭窄、13 例が 90% 狭窄、4 例が 99-100% 狭窄であった。

左室造影の右前斜位 30° 像を用いて、センターライン法により梗塞部壁運動を定量評価した。画像解析は

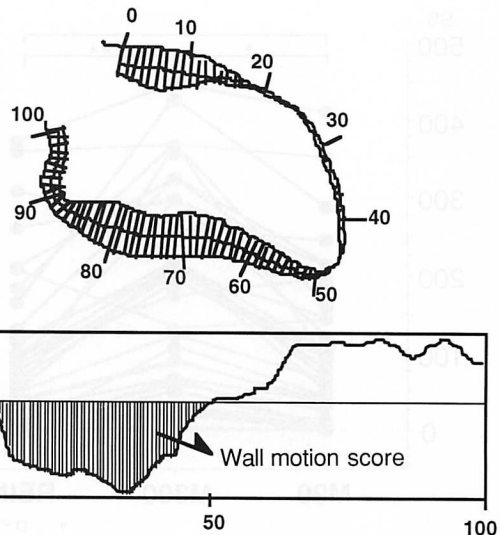


Fig. 2 Wall motion measured by the centerline method (upper), and the score calculated as the sum of the chord deviating by more than minus two standard deviations (lower)

Kontron 製 Cardio 500 を用いて行い、内蔵された健常人のデータから標準偏差の 2 倍以上の偏位を示すコードを異常とした。これらの偏位度を合計して、梗塞部壁運動異常とした (Fig. 2)。発症時の壁運動異常と発症 1 ヶ月時の壁運動異常を計測し、発症時と 1 ヶ月後の差を発症時の値で除して梗塞部壁運動改善の指標とした。

3) 統計処理

各画像の欠損スコアは平均 ± 標準誤差で表し、2 群間比較は Student の t 検定、多群間の検定は分散分析法 (1 因子 ANOVA)、2 群間の相関は Pearson の相関係数、回帰分析には重回帰分析を用い、 $p < 0.05$ をもって有意差の判定とした。

結 果

1. 安静時 MIBI 心筋 SPECT と TI 再静注心筋 SPECT の比較

対象 36 例の MIBI 初期像、MIBI 後期像、TI 再静注像の欠損スコアは 98 ± 18 , 170 ± 22 , 90 ± 18 で、MIBI 後期像の欠損は MIBI 初期像、TI 再静注像に比べて有意に大きかった (Fig. 3)。MIBI 初期像と TI 再静注像の欠損には差はみられず、両者は良好に相関した ($r = 0.89$)。また Fig. 4 に示すように、MIBI 後期像の欠損スコアが MIBI 初期像に比べて 2 倍以上の例は 22 例であり、急性心筋梗塞症では多くの症例で梗塞部の MIBI の逆再分布が観察され、再分布現象はみられなかった。MIBI 初期像の欠損は再静注像の欠損とほぼ

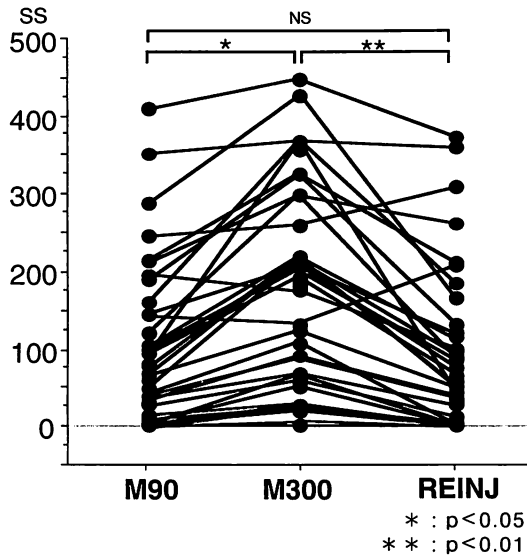


Fig. 3 Severity score (SS) in patients at MIBI images 90 and 300 min after injection at rest and Tl reinjection image
 M90=MIBI initial image; M300=MIBI delayed image; REINJ=Tl reinjection image.

一致したが、MIBI 後期像の欠損は再静注像より大きかった。

2. 梗塞部壁運動異常と安静時MIBI心筋SPECTとの比較

梗塞発症後1ヵ月の左室造影での梗塞部壁運動異常とMIBI初期像の欠損スコアは、 $r=0.816$ の良好な相関関係を示したが、MIBI後期像との比較ではばらつきが多く、相関関係は弱かった (Fig. 5)。

3. 梗塞部虚血とMIBIの逆再分布

梗塞関連血管に70%以上の有意な狭窄が認められた18例では、MIBI初期像・後期像、Tl運動負荷像・再静注像の欠損スコアは、おのおの 99 ± 24 , 166 ± 27 , 183 ± 26 , 93 ± 25 で、MIBI後期像とTl運動負荷像では差はなかった (Fig. 6)。Tl心筋SPECTから算出した梗塞部虚血の程度とMIBI心筋SPECTでの逆再分布の程度は、 $r=0.826$ の良好な相関があった (Fig. 7)。

4. 梗塞部壁運動の改善とMIBIの逆再分布

発症直後と発症後約1ヵ月の両時期に左室造影が施行された18例では、梗塞部壁運動改善の程度とMIBI心筋SPECTでの逆再分布の程度に $r=0.782$ の良好な相関が認められた (Fig. 8)。梗塞部壁運動改善の程度と

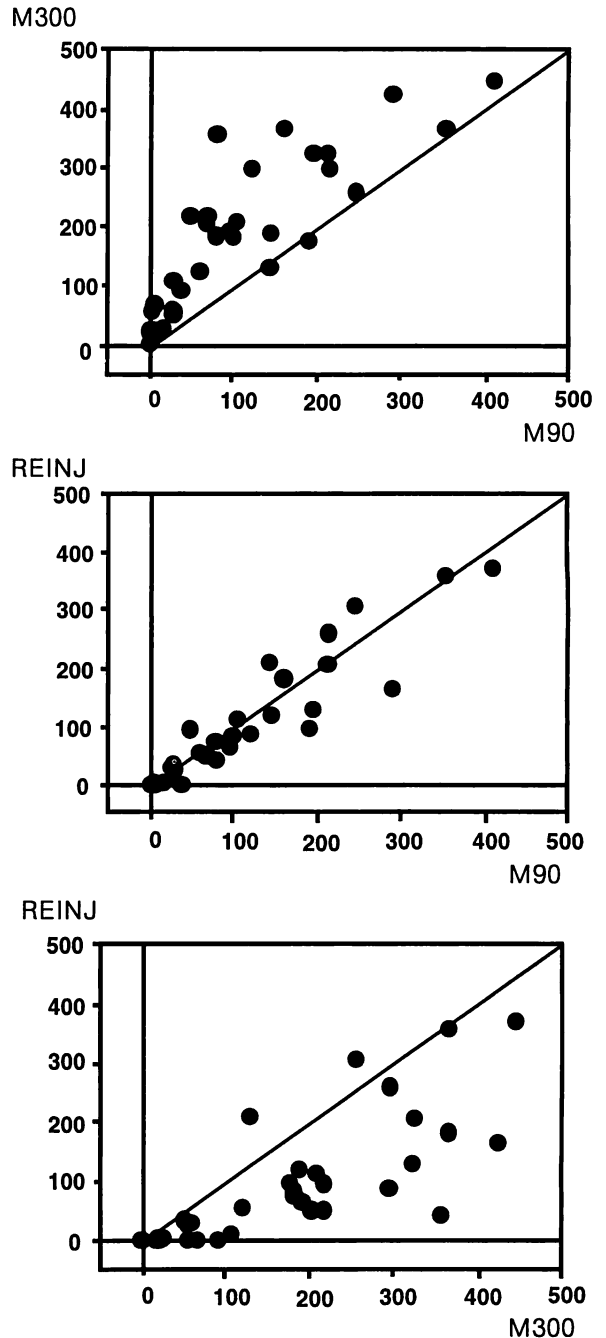


Fig. 4 Comparison of severity score estimated from M90 and M300 (upper), M90 and REINJ (middle), and M300 and REINJ (lower)
 The solid line is the line of identity.
 Abbreviations as in Fig. 3.

MIBI初期像・後期像、Tl再静注像の欠損スコアも、おのおの $r=0.641$, 0.460 , 0.676 の有意な負の相関を示したが、重回帰分析では梗塞部壁運動改善の程度予測に有用な因子は逆再分布の程度のみであった ($p < 0.05$)。

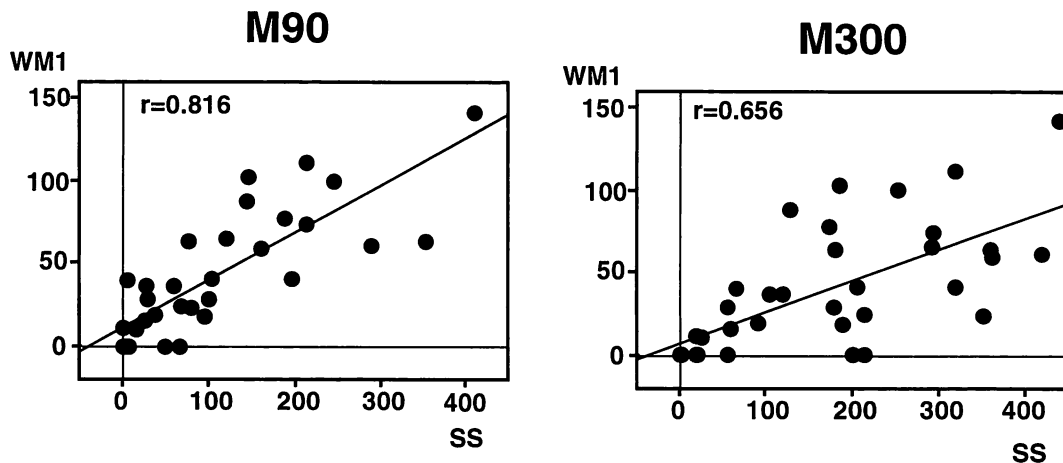


Fig. 5 Correlations between the wall motion abnormality 1 month after the onset of acute myocardial infarction (WM1), and the SS at M90 (left), and M300 (right)
Abbreviations as in Fig. 3.

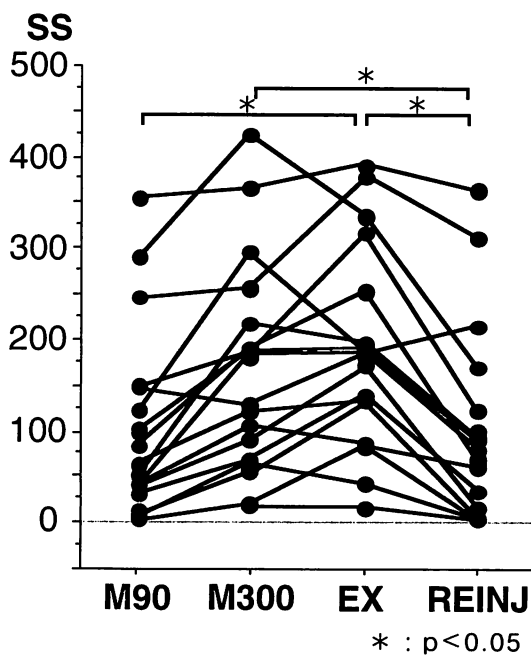


Fig. 6 SS at M90, M300, thallium exercise image (EX) and REINJ in patients with significant stenosis of the infarct-related artery
Abbreviations as in Fig. 3.

5. 急性期冠血行再建術の効果判定と MIBI の逆再分布

急性期の冠動脈造影で、梗塞関連血管が開通していたか、再灌流療法によってTIMI分類III度の血流に改善した19例では、発症後1ヵ月の駆出分画と逆再分布の程度は $r=0.716$ の正相関、CK 最高値と逆再分布の程度は $r=0.658$ の負の相関があった (Fig. 9).

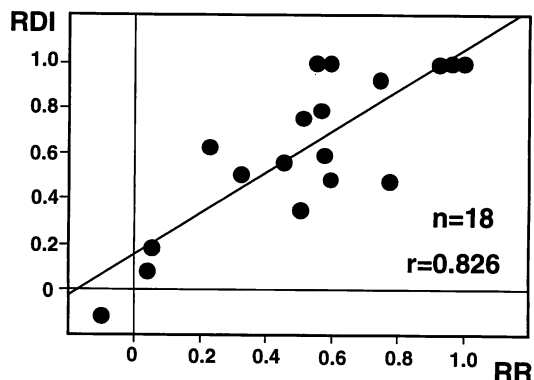


Fig. 7 Correlation between the reverse redistribution index (RRI) and redistribution index (RDI)

A significant correlation was found between RDI and RRI. RRI and RDI were calculated by $[M300(SS) - M90(SS)] / M300(SS)$ and $[(EX(SS) - REINJ(SS)) / EX(SS)]$.
Abbreviations as in Figs. 3, 6.

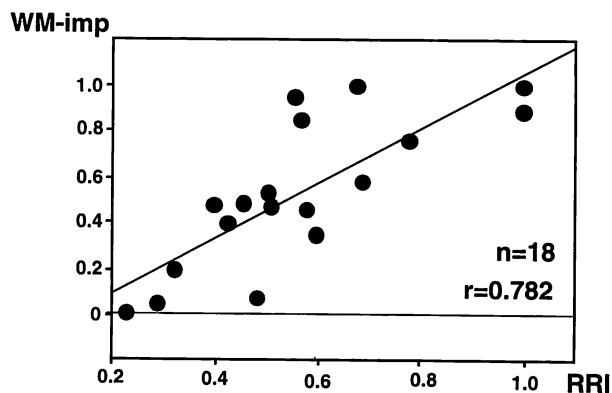


Fig. 8 Correlation between the wall motion improvement (WM-imp) and RRI

There was a significant correlation between RRI and WM-imp. WM-imp was calculated as $(WMO - WM1) / WMO$. WMO=wall motion abnormality at the onset of acute myocardial infarction. Other abbreviation as in Fig. 7.

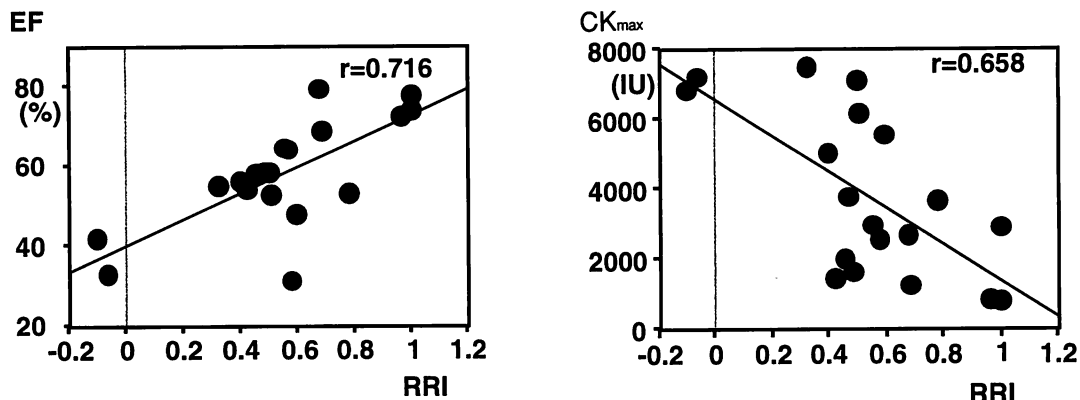


Fig. 9 Correlations between RRI and ejection fraction (EF) (left) and maximum creatine kinase (CK_{max}) (right)
Abbreviation as in Fig. 7.

6. 逆再分布の程度・冠狭窄度・梗塞部壁運動の対比

MIBI 後期像の欠損スコアが、初期像に比べ、2倍以上になった22例と2倍未満の14例での梗塞部位、冠狭窄度、梗塞後1ヵ月の駆出分画および梗塞部壁運動異常の比較を Table 1 に示す。両群で梗塞部位や冠狭窄度に差はなかったが、後期像の欠損スコアが初期像に比し2倍以上になった群では、2倍未満の群に比べ、有意に駆出分画は大きく、梗塞部壁運動異常は軽度であった。

7. MIBI の逆再分布の経時的変化

対象中18例には、梗塞発症後3-5ヵ月(平均129±32日)の慢性期に再び安静時MIBI心筋SPECTを施行した。梗塞慢性期のMIBI初期像の欠損は、急性期の94±24に比べ57±15と縮小した。また逆再分布も急性期83±16、慢性期25±5と有意に縮小した。

症例呈示

症例：56歳、男性、前壁急性心筋梗塞

発症後3.5時間に左前下行枝近位部の完全閉塞にPTCAを施行した。発症直後の左室造影では前壁は心尖部に高度の壁運動異常が認められたが、発症後1ヵ月では梗塞部の壁運動は改善した(Fig. 10-A)。同時期の安静時MIBI心筋SPECTでは心尖部を中心に逆再分布がみられたが、5ヵ月後の安静時MIBI心筋SPECTの初期像はほぼ正常であり、わずかに心尖部に逆再分布がみられた(Fig. 10-B)。

Table 1 Left ventricular function and reverse redistribution of MIBI

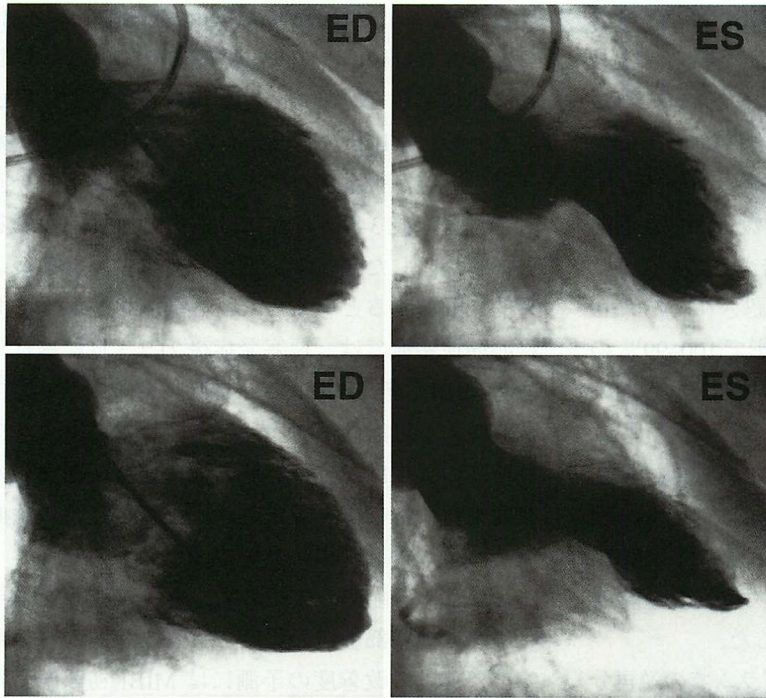
	RRI (≥0.50)	RRI (<0.50)	p value
Site of infarction (anterior/inferior)	15/7	12/2	NS
CAG (>75%)	13/22	5/14	NS
Ejection fraction	63.2±2.7	47.0±2.8	<0.01
WM1	20.6±4.8	70.2±9.8	<0.01

CAG=coronary angiography; WM1=wall motion score at 1 month after infarction. Other abbreviation as in Fig. 7.

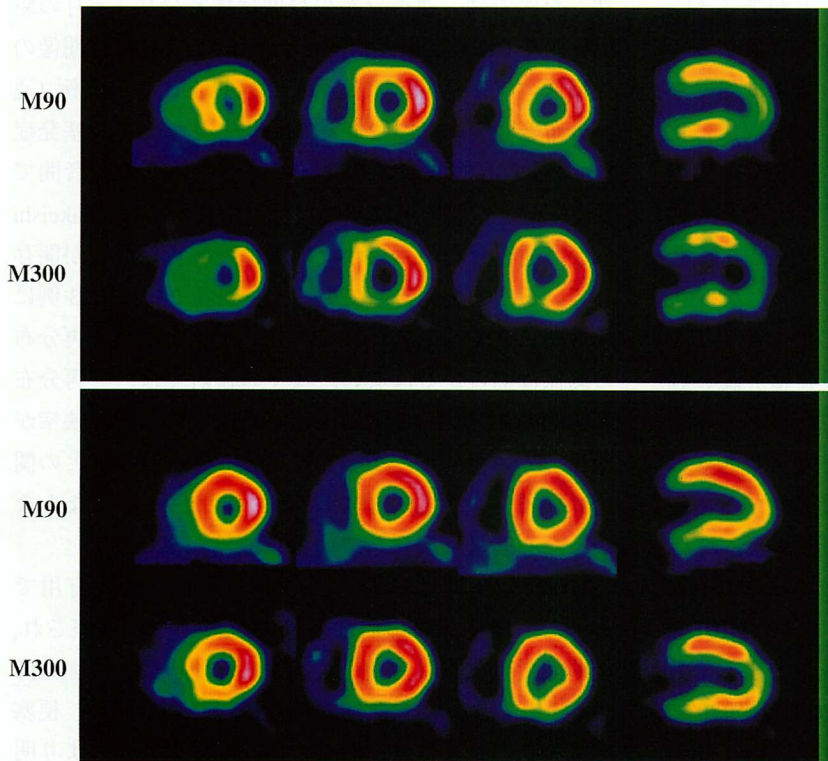
考 察

MIBI は心筋細胞内に取り込まれると主にミトコンドリアに集積し、殆ど洗い出しを受けず、貯留すると考えられている^{3,5,6)}。しかし、我々は急性心筋梗塞症例の梗塞ではMIBIの洗い出しが亢進することに注目し、安静時MIBI心筋SPECTの経時的2回撮像の臨床的有用性を報告してきた⁹⁾。本研究では、対象を一枝病変の初回急性心筋梗塞症に限定し、心筋SPECTと左室造影を定量評価することにより、梗塞部MIBIの逆再分布の意義をより詳細に検討した。

MIBIによる生存心筋の評価については結論が得られていないが、多くの臨床検討や基礎検討ではMIBIは若干の過少評価の問題点⁷⁾はあるものの、TIと同様に生存心筋の検出に有用であるとの報告が多い。Bellerら⁸⁾のイヌを用いた再灌流モデルでは、心筋細胞内へのMIBIの摂取は生存心筋と局所血流量に規定されているという。組織学的検討でも、MIBIの欠損の程度は心筋壊死巣と良く一致する⁹⁾。臨床例では、安静時MIBI心筋SPECTは灌流血管に高度の冠狭窄のみられる冬眠心筋の検出にも有用とされている^{10,11)}。



A



B

Fig. 10 Left ventriculograms and resting MIBI myocardial SPECT in a 56-year-old man with acute myocardial infarction

The uptake of MIBI in the anteroseptal wall shows marked reverse redistribution and improved wall motion abnormality in the infarcted area.

A : Left ventriculograms

Upper : at the onset. Lower : after 1 month.

B : MIBI myocardial SPECT

Upper : after 1 month. Lower : after 5 months.

ED = enddiastole; ES = endsystole.

Other abbreviations as in Fig. 3.

本研究でも、梗塞発症後1ヵ月のMIBI初期像の欠損スコアはT1再静注像の欠損スコアと一致し、1ヵ月後の梗塞部壁運動と良好な相関がみられた。T1の再静注像は、生存心筋の指標として広く認識されている^{12,13)}。また再灌流療法に成功し、生存心筋が残存する急性心筋梗塞症の多くは、発症後、数日から数週間で壁運動の改善がみられることが報告されている^{14,15)}。本研究の対象中、入院時に再灌流が確認されたのは19例であるが、梗塞後1ヵ月の冠動脈造影で100-99%の高度冠狭窄を認めた症例は4例のみであり、同時期の左室造影はほぼ生存心筋を反映していると考えられる。したがって、梗塞発症後1ヵ月のMIBI初期像は梗塞部生存心筋を反映していると考えられた。しかし、梗塞1ヵ月の時点においても高度の細胞障害によりMIBIが撮取されない生存心筋が存在するためか、梗塞後3-5ヵ月時にはMIBI初期像はやや改善した。

急性心筋梗塞症でのT1心筋シンチグラムでの逆再分布は数多く報告され、特に急性期に再灌流に成功した例では著明な逆再分布が観察されることがある^{16,17)}。MIBIは慢性冠動脈疾患でわずかに再分布現象がみられるとの報告^{7,18)}があるが、逆再分布の報告は殆どない。しかしながら、MIBI後期像の欠損は初期像に比べて有意に大きく、臨床例では急性心筋梗塞部のMIBIの逆再分布は明らかであった。すなわち、急性心筋梗塞症のMIBI心筋SPECTでは画像は凍結されず、時間とともに欠損が悪化することがある。したがって、正確な生存心筋の検出には投与後早期の撮像が望ましいといえる。しかし、MIBIは投与直後には肝臓に強い集積がみられ、特に下壁梗塞の場合に画像への影響が問題となる。今回の検討では、静注後90分の画像は生存心筋を反映し、肝臓集積による心筋に対する画像の影響がみられず、推奨できる撮像時間と考えられた。

我々の視覚的評価を用いた初期検討では、MIBI初期像は生存心筋を反映するT1の再静注像と、MIBI後期像は虚血領域を示すT1の運動負荷後像とよく一致し、急性心筋梗塞症ではMIBI心筋SPECTの経時的2回撮像により生存心筋と急性期の虚血危険域(risk area)が評価出来る可能性を報告した⁴⁾。

しかし、より多数の症例で定量評価を行った今回の検討では、MIBI後期の欠損像はT1運動負荷後の欠損像や発症直後の左室造影での壁運動異常とは良好な相関が得られなかった。この理由として、次の2点が考

えられる。一つは安静時MIBI心筋SPECTの施行時期である。Takeishiら¹⁹⁾は急性期にPTCAを施行した急性心筋梗塞症を対象に、発症後3日の早期に同様の検討を行い、MIBIの逆再分布のある症例では梗塞部壁運動の改善が得られたことを報告している。今回の検討でも発症後3-5ヵ月時には逆再分布は消失する傾向にあった。したがって、逆再分布は梗塞発症後より経時的に軽減すると考えられ、心筋傷害が軽度である急性心筋梗塞症では、梗塞発症後21±7日に施行した安静時MIBI心筋SPECTで、発症直後に比べて逆再分布が軽減する可能性がある。もう一つの理由は、T1運動負荷時の欠損像は生存心筋の他に梗塞関連血管の冠狭窄度や負荷量により規定され、梗塞発症時の虚血危険域を完全には反映出来ない点である。

しかし、各症例の欠損の大きさで補正した逆再分布の程度は梗塞部虚血の程度と良好な相関がみられ、梗塞部壁運動の改善度の予測にはMIBI初期像よりも有用であった。急性期に自然再疎通、冠血行再建術が成功した例では、逆再分布の程度は梗塞発症1ヵ月の駆出分画やCK最高値と相関した。また、MIBI後期像の欠損スコアが初期像に比べて2倍以上になった例(逆再分布著明例)では、2倍未満の例と比較して梗塞発症1ヵ月後の心機能がより良好であった。この両者間で梗塞部関連血管の冠狭窄度には差がなかった。Takeishiら¹⁹⁾は逆再分布のみられた症例は梗塞責任血管が開存していることを報告しているが、対象27例中23例に急性期にPTCAを施行しており、冠狭窄度と逆再分布の関係は明らかではない。我々の検討では、逆再分布著明例の22例中13例に、梗塞責任血管の有意狭窄が残存していた。したがって逆再分布は冠狭窄度との関連は弱く、急性期に虚血に曝されたが梗塞にならなかった心筋量に関係している可能性が高い。

MIBI初期像は、梗塞部生存心筋の評価に有用であった。梗塞部の虚血危険域で逆再分布が観察され、後期像では欠損は悪化した。MIBI後期像を追加撮像することにより、虚血危険域の情報が加味され、梗塞部壁運動の改善や急性期血行再建の効果判定をより明らかにすることが可能であると考えられた。

本研究の限界として対象が36例と少数で、全例に梗塞発症直後に心血管造影が施行されておらず、梗塞責任血管に対する侵襲的治療も各症例で異なることが挙げられる。更に安静時MIBI心筋SPECTの施行日

が梗塞発症早期であれば、逆再分布はより顕著に検出されたと考えられる。また、本研究からは安静時 MIBI 心筋 SPECT で逆再分布がみられる機序は不明である。生存心筋のミトコンドリア内に摂取された

MIBI が保持されず、洗い出しが亢進している可能性が推察される。今後、急性心筋梗塞症に伴う強い虚血に曝された心筋での MIBI 摂取と保持能力についての基礎検討が必要である。

要 約

急性心筋梗塞症における technetium-99m sestamibi (MIBI) の生存心筋評価、逆再分布の意義を thallium-201 chloride (Tl) 心筋 SPECT および左室造影による梗塞部壁運動と対比検討した。初回急性心筋梗塞症 36 例 (全例一枝病変) を対象に、安静時に MIBI 370MBq を静注し、90 分後に初期像と 300 分後に後期像を、Tl 心筋 SPECT は運動負荷像と 4 時間後に再静注像を撮像した。心筋 SPECT 画像は定量評価して欠損スコアを算出し、更に MIBI 心筋 SPECT から逆再分布の程度を、Tl 心筋 SPECT から虚血の程度を評価した。左室造影より梗塞部壁運動異常を定量評価し、発症時と発症 1 ヶ月時に施行された例では壁運動改善度を評価した。

1. MIBI 初期像、MIBI 後期像、Tl 再静注像の欠損スコアはおのおの 98 ± 18 , 170 ± 22 , 90 ± 18 で、MIBI 心筋 SPECT では逆再分布が認められた。MIBI 初期像と Tl 再静注像では差はなく、両者は良好な相関を示した ($r=0.89$)。MIBI 後期像の欠損は Tl 再静注像に比し有意に大であった。有意狭窄が残存する 18 例では、逆再分布の程度と虚血の程度との間には $r=0.826$ の相関がみられた。

2. 1 ヶ月後の梗塞部壁運動は MIBI 初期像の欠損と良く相関した ($r=0.816$) が、MIBI 後期像の欠損との相関は弱かった ($r=0.656$)。梗塞部壁運動の改善は逆再分布の程度と $r=0.782$ の相関がみられた。

3. MIBI 後期像の欠損スコアが初期像の 2 倍以上となった 22 例では、2 倍未満の 14 例と比べ、梗塞 1 ヶ月後の左心機能が有意に良好であった。

急性心筋梗塞症では MIBI 心筋 SPECT で逆再分布がみられた。MIBI 初期像の欠損は Tl 再静注像の欠損や 1 ヶ月後の梗塞部壁運動と相関し、生存心筋の評価に有用であった。逆再分布は左心機能の保たれた急性心筋梗塞症でより顕著に観察され、MIBI の逆再分布の程度は虚血の程度や梗塞部壁運動の改善と相関することから、急性期に壊死に至らず、虚血に陥った心筋にみられると考えられた。

J Cardiol 1997; 30 (4): 179-188

文 献

- 1) Berman DS, Kiat H, Van Train K, Garcia E, Friedman J, Maddahi J: Technetium 99m sestamibi in the assessment of chronic coronary artery disease. *Semin Nucl Med* 1991; **21**: 190-212
- 2) Beller GA, Watson DD: Physiological basis of myocardial perfusion imaging with the technetium 99m agents. *Semin Nucl Med* 1991; **21**: 173-181
- 3) Piwnica-Worms D, Kronauge JF, Chiu ML: Uptake and retention of hexakis (2-methoxyisobutyl isonitrile) technetium (I) in cultured chick myocardial cells: Mitochondrial and plasma membrane potential dependence. *Circulation* 1990; **82**: 1826-1838
- 4) Itagane H, Yamagishi H, Otsuka M, Minami S, Suto Y, Hato K, Tojo O, Okumachi F, Haze K: Clinical value of reverse redistribution in resting sestamibi cardiac SPECT in patients with acute myocardial infarction. *Kakuigaku* 1995; **32**: 683-687 (in Jpn with Eng abstr)
- 5) Okada RD, Glover D, Gaffney T, Williams S: Myocardial kinetics of technetium-99m-hexakis-2-methoxy-2-methylpropyl-isonitrile. *Circulation* 1988; **77**: 491-498
- 6) Gibbons RJ, Verani MS, Behrenbeck T, Pellikka PA, O'Connor MK, Mahmarian JJ, Chesebro JH, Wackers FJ: Feasibility of tomographic ^{99m}Tc -hexakis-2-methoxy-2-methylpropyl-isonitrile imaging for the assessment of myocardial area at risk and the effect of treatment in acute myocardial infarction. *Circulation* 1989; **80**: 1277-1286
- 7) Dilsizian V, Arrighi JA, Diodati JG, Quyyumi AA, Alavi K, Bacharach SL, Marin-Neto JA, Katsiyannis PT, Bonow RO: Myocardial viability in the patients with chronic coronary artery disease: Comparison of ^{99m}Tc -sestamibi with thallium reinjection and [^{18}F]fluorodeoxyglucose. *Circulation* 1994; **89**: 578-587
- 8) Beller GA, Glover DK, Edwards NC, Ruiz M, Simanis JP, Watson

- DD : ^{99m}Tc -sestamibi uptake and retention during myocardial ischemia and reperfusion. *Circulation* 1993; **87** : 2033–2042
- 9) Sinusas AJ, Trautmann KA, Bergin JD, Watson DD, Ruiz M, Smith WH, Beller GA : Quantification of area at risk during coronary occlusion and degree of myocardial salvage after reperfusion with technetium-99m methoxyisobutyl isonitrile. *Circulation* 1990; **82** : 1424–1437
 - 10) Udelson JE, Coleman PS, Metherall J, Pandian NG, Gomez AR, Griffith JL, Shea NL, Oates E, Kotsam MA : Predicting recovery of severe regional ventricular dysfunction : Comparison of resting scintigraphy with ^{201}Tl and ^{99m}Tc sestamibi. *Circulation* 1994; **89** : 2552–2561
 - 11) Maublant JC, Citron B, Lipiecki J, Mestes D, Bailly P, Verre A, Riberolles C, Ponsonnaille J : Rest technetium 99m-sestamibi tomoscintigraphy in hibernating myocardium. *Am Heart J* 1995; **129** : 306–314
 - 12) Dilsizian V, Rocco TP, Freedman NMT, Leon MB, Bonow RO : Enhanced detection of ischemic but viable myocardium by the reinjection of thallium after stress-redistribution imaging. *N Engl J Med* 1990; **323** : 141–146
 - 13) Bonow RO, Dilsizian V, Cuocolo A, Bacharach SL : Identification of viable myocardium in patients with chronic coronary artery disease and left ventricular dysfunction : Comparison of thallium scintigraphy with reinjection and PET imaging with ^{18}F -fluorodeoxyglucose. *Circulation* 1991; **83** : 26–37
 - 14) Touchstone DA, Beller GA, Nygaard TW, Tedesco C, Kaul S : Effects of successful intravenous reperfusion therapy on regional myocardial function and geometry in humans : A tomographic assessment using two-dimensional echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1989; **13** : 1506–1513
 - 15) Widimsky P, Cervenka V, Visek V, Sladkova T, Dvorak J, Drdlicka S : First month course of left ventricular asynergy after intracoronary thrombolysis in acute myocardial infarction : A longitudinal echocardiographic study. *Eur Heart J* 1985; **6** : 759–765
 - 16) Weiss AT, Maddahi J, Lew AS, Shah PK, Ganz W, Swan HJC, Berman DS : Reverse redistribution of thallium-201: A sign of non-transmural myocardial infarction with patency of the infarct-related artery. *J Am Coll Cardiol* 1986; **7** : 61–67
 - 17) Yamagishi H, Itagane H, Akioka K, Ohmura T, Iida H, Tahara A, Toda I, Teragaki M, Takeuchi K, Takeda T : Clinical significance of reverse redistribution on thallium-201 single-photon emission computed tomography in patients with acute myocardial infarction. *Jpn Circ J* 1992; **56** : 1095–1105
 - 18) Taillefer R, Primeau M, Costi P, Lambert R, Leville J, Latour Y : Technetium-99m sestamibi myocardial perfusion imaging in detection of coronary artery disease: Comparison between initial (1-hour) and delayed (3-hour) postexercise images. *J Nucl Med* 1991; **32** : 1961–1965
 - 19) Takeishi Y, Sukekawa H, Fujiwara S, Ikeno E, Sasaki Y, Tomoike H : Reverse redistribution of technetium-99m-sestamibi following direct PTCA in acute myocardial infarction. *J Nucl Med* 1996; **37** : 1289–1294