

《原著》

## 急性心筋梗塞症発症 1 か月後の安静時タリウム心筋 SPECT 像における梗塞部位逆再分布現象の臨床的意義

馬本 郁男\* 杉原 洋樹\* 原田 佳明\* 沢田 尚久\*  
 松室 明義\* 松原 欣也\* 志賀 浩治\* 中川 達哉\*  
 大西 和彦\* 中村 隆志\* 東 秋弘\* 河野 義雄\*  
 勝目 紘\* 中川 雅夫\* 宮尾 賢爾\*\*

**要旨** 安静時タリウム心筋 SPECT 像における逆再分布現象が急性心筋梗塞症の急性期に認められることは少なくない。しかし、亜急性期の報告はなく、この時期の安静時逆再分布現象の臨床的意義を検討するため、初回急性心筋梗塞症 37 例を対象として発症 1 か月後に安静時  $^{201}\text{Tl}$  SPECT を施行し、初期像と遅延像を比較した。視覚的に 19 例 (51%) が固定灌流低下 (Persistent Defect: PD), 18 例 (49%) が逆再分布 (reverse Redistribution: r-RD) を示した。再分布が認められなかった PD 群に比し r-RD 群は冠状動脈の早期再疎通例が多く、また発症 3~7 日目に施行した  $^{99m}\text{Tc-PYP}/^{201}\text{TlCl}$  Dual SPECT 像で overlap 現象を多く認めた。r-RD 群は PD 群に比し急性期のタリウム欠損は軽度で、1 か月後ではより改善する例が多かった。r-RD 群では PD 群に比し、1 か月後の梗塞部責任冠血管の狭窄度は軽度であり、梗塞部位の壁運動異常も軽度であった。Washout Rate は r-RD 群が健常部より梗塞部で有意に高値を示した。以上のことから視覚的に判定した梗塞部逆再分布は梗塞部の Washout Rate が高値を示すために出現し、salvage された心筋に高頻度に見られる現象であると考えられた。

### I. 緒 言

タリウム心筋シンチグラムにおける、初期像で欠損がなく遅延像で欠損が出現する。あるいは初期像の欠損が遅延像で拡大するなど、いわゆる逆再分布現象は冠動脈形成術 (PTCA) 後や冠動脈・大動脈バイパス術 (CABG) 後の運動負荷で出現するという報告がある<sup>1,2)</sup>。また、この逆再分布現象は急性心筋梗塞症 (AMI) の急性期にも安静時タリウム心筋シンチグラムで高頻度に出現する

という報告もある<sup>3~5)</sup>。しかし、この現象は AMI 発症 1 か月後の亜急性期の安静時タリウム心筋シンチグラムにおいても高頻度に出現することをわれわれは経験している。そこで、AMI 発症 1 か月後の安静時タリウム心筋 SPECT 像における梗塞部逆再分布現象を再灌流、冠動脈狭窄度、心筋 viability などとの関連からその臨床的意義を検討した。

### II. 対 象

昭和63年3月日より平成2年2月28日までに初回 AMI と診断され入院した 37 例 (男性:女性 = 31:6, 平均年齢  $61 \pm 9$  歳) を対象とした。このうち冠状動脈内血栓溶解療法 (PTCR) を 15 例に施行した。

\* 京都府立医科大学第二内科

\*\* 京都第二赤十字病院内科

受付: 3年2月15日

最終稿受付: 3年4月11日

別刷請求先: 京都府与謝郡岩滝町男山 480

(番) 629-22)

京都府立与謝の海病院第二内科

馬本 郁男

### III. 方 法

#### 1. $^{99m}\text{Tc-PYP}/^{201}\text{TlCl}$ Dual SPECT

AMI 発症 3~7 日(平均  $4.7 \pm 1.5$  日)の撮像 3 時間に前に  $^{99m}\text{Tc}$  ピロリン酸 740 MBq (20 mCi) 静注し、また直前に  $^{201}\text{TlCl}$  111 MBq (3 mCi) 静注し、Dual SPECT を施行した。低エネルギー汎用型コリメータを装着した回転型  $\gamma$  カメラ東芝製 GCA-901A を用い核医学データ処理装置 GMS-550U に入力した。SPECT 像は左後斜位 45 度から右前斜位 45 度まで 1 方向 30 秒、6 度毎、30 方向で収集し、画像再構成は Shepp & Logan フィルターを用い、短軸、長軸面水平長軸、長軸面垂直長軸の各断層像を作成した。cut off level はファントム実験より最適値を検討し、 $^{99m}\text{Tc}$  ピロリン酸像は 30% に、タリウム像は 10% に設定した。

#### 2. AMI 発症 1 か月後の安静時タリウム心筋 SPECT

AMI 発症  $31.3 \pm 8.3$  日に  $^{201}\text{TlCl}$  111 MBq (3 mCi) 静注直後(初期像)および 3 時間後(遅延像)に SPECT 像を得た。用いた装置、収集方法は Dual SPECTC 施行時と同様である。

#### 3. タリウム SPECT 像の視覚的検討

タリウム欠損の程度を視覚的に 4 段階(Normal, Mild, Moderate, Severe)に分類し、急性期と 1 か月後の初期像を比較検討した。また、1 か月後の初期像と遅延像を比較し視覚的に固定灌流低下群(Persistent Defect; PD)、逆再分布群(Reverse Redistribution; r-RD)、再分布群(Redistribution; RD)に分類した。

#### 4. タリウム SPECT 像の定量的検討

梗塞部を含む短軸像より Circumferential Profile Curve を作成し、梗塞部 Initial %Tl uptake、梗塞部および健常部の Washout Rate を算出し定量的に検討した。

#### 5. 冠状動脈造影および左室造影

AMI 発症ほぼ 1 か月後に冠状動脈造影および左室造影を行い、梗塞部責任冠血管狭窄度、左室壁運動異常を AHA 分類に従い判定し、r-RD との関連を検討した。梗塞部責任冠血管は右冠動脈、

左冠動脈、回旋枝でそれぞれ 10 例、19 例、8 例であった。

### IV. 結 果

#### 1. r-RD の出現頻度

発症 1 か月後の  $^{201}\text{Tl}$  心筋 SPECT 像、初期像と遅延像との比較では r-RD は 18/37 (49%)、PD は 19/37 (51%) にみられ、RD は認められなかつた(Table 1)。PD と r-RD の両群には年齢および Dual SPECT、安静時タリウム心筋 SPECT 施行までの日数に差はなかった。

#### 2. 急性期の検査所見の比較

r-RD 群は PD 群と比較し早期再疎通例は多く(61% VS 21%  $p < 0.05$ )、Dual SPECT の overlap 現象も高頻度(72% VS 26%  $p < 0.05$ )に認めた。また CPK (Creatinine Phosphokinase: IU/l) の最高値(maxCPK)も r-RD 群では PD 群に比べ有意に低値( $2,392 \pm 1,578$  VS  $1,368 \pm 659$ )であった。AMI 発症から maxCPK までの時間(Time-

Table 1 Comparison of clinical variables between groups PD and r-RD.

	PD	r-RD
No. of Patients	19	18
Male : Female	17 : 2	14 : 4
Age (Y.O.)	$60.7 \pm 10.2$	$62.0 \pm 6.9$
PTCR	4	11
Dual SPECT after onset (day)	$4.8 \pm 1.5$	$4.6 \pm 1.6$
$^{201}\text{Tl}$ SPECT after onset (day)	$33.3 \pm 8.0$	$29.4 \pm 9.0$
Infarct-related coronary artery		
RCA	7 (37 %)	3 (17 %)
LAD	11 (58 %)	8 (44 %)
LCX	1 ( 5 %)	7 (39 %)

Abbreviations: PD=persistent defect, r-RD=reverse Redistribution, PTCR=percutaneous transluminal coronary recanalization, SPECT=single photon emission computed tomography, RCA=right coronary artery, LAD=left anterior descending artery, LCX=left circumflex coronary artery.

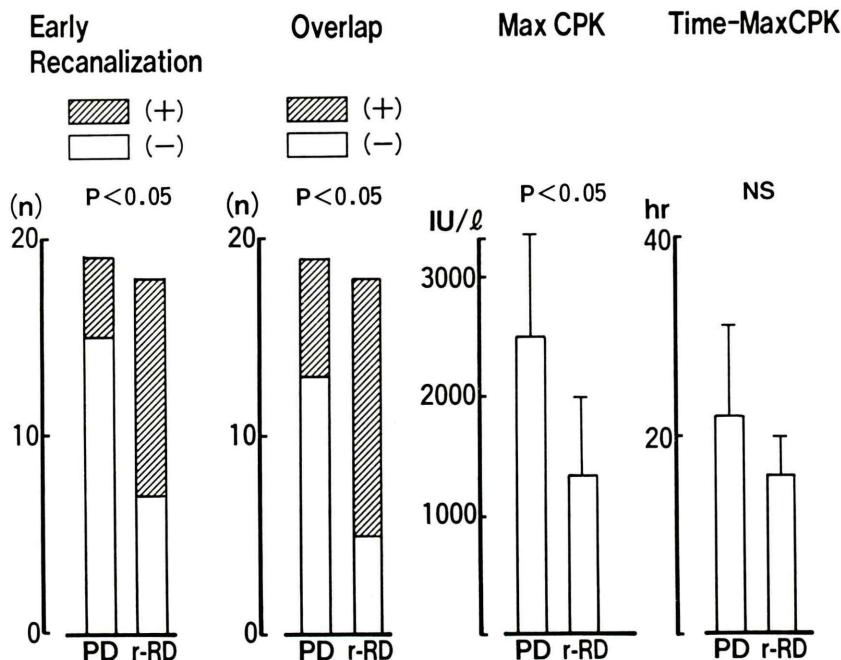


Fig. 1 Comparison of successful PTCR, scintigraphic overlap, max CPK, Time-MaxCPK between groups PD and r-RD. Abbreviations are the same as in Table 1.

maxCPK: hrs) には有意差はなかったが ( $20.9 \pm 10.4$  VS  $16.1 \pm 4.7$  NS), r-RD 群で短い傾向を示した (Fig. 1).

### 3. タリウム欠損の程度および改善度の比較

急性期で r-PD 群には欠損の程度がより軽い症例が多く認められた。1か月後のタリウム像を比較すると, PD 群では 19 例中 8 例に, r-RD 群では 18 例中 16 例に欠損像の軽減を認めた (Fig. 2).

### 4. 梗塞部責任冠血管狭窄度の比較

r-RD 群は PD 群に比し狭窄度の軽度の症例が多く認められた。また, r-PD 群において完全閉塞を示した 3 例全例および, 99% 狹窄の 3 例中 1 例に側副血行路を認めたが, PD 群には認められなかった (Fig. 3).

### 5. 梗塞部壁運動異常の比較

梗塞部壁運動が Normokinesis, Hypokinesis, Akinesis, Dyskinesis を示したのは PD 群でそれぞれ 0/19 (0%), 3/19 (16%), 11/19 (58%), 5/19 (26%) であり, 一方 r-RD 群ではそれぞれ 4/18

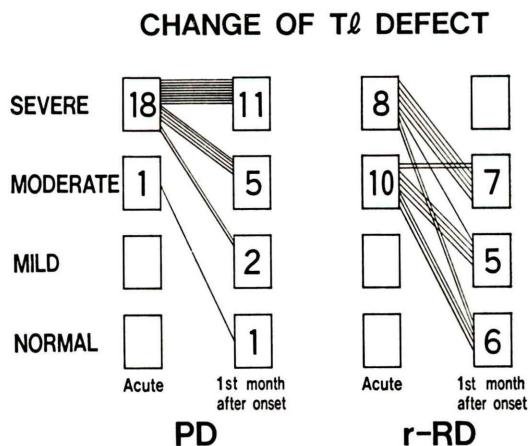


Fig. 2 The degree and change of Thallium-201 defect size in patients with PD and r-RD.

(22%), 10/18 (56%), 1/18 (6%), 3/18 (16%) であり, r-PD 群では Asynergy の軽度の症例が多かった (Fig. 4).

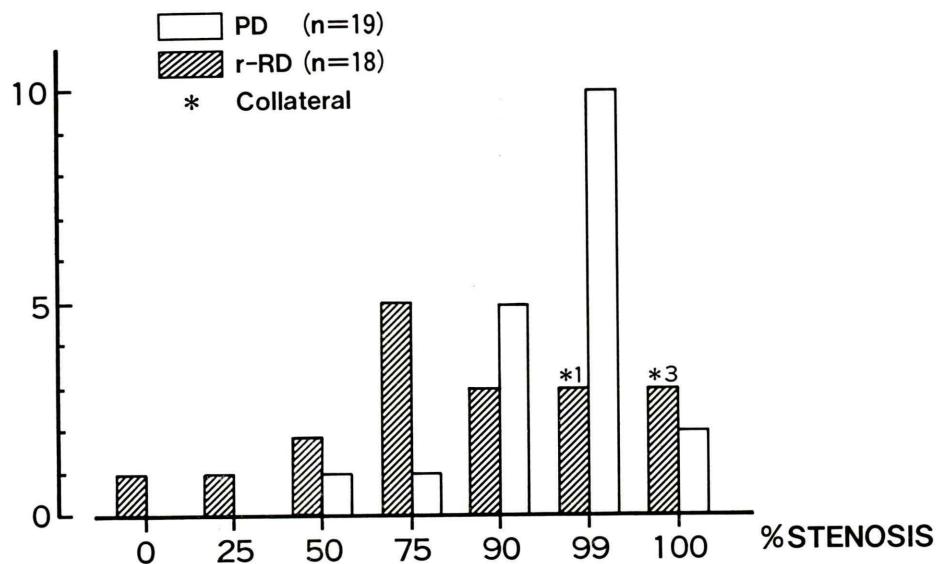


Fig. 3 Comparison of coronary angiographic %stenosis between groups PD and r-RD.

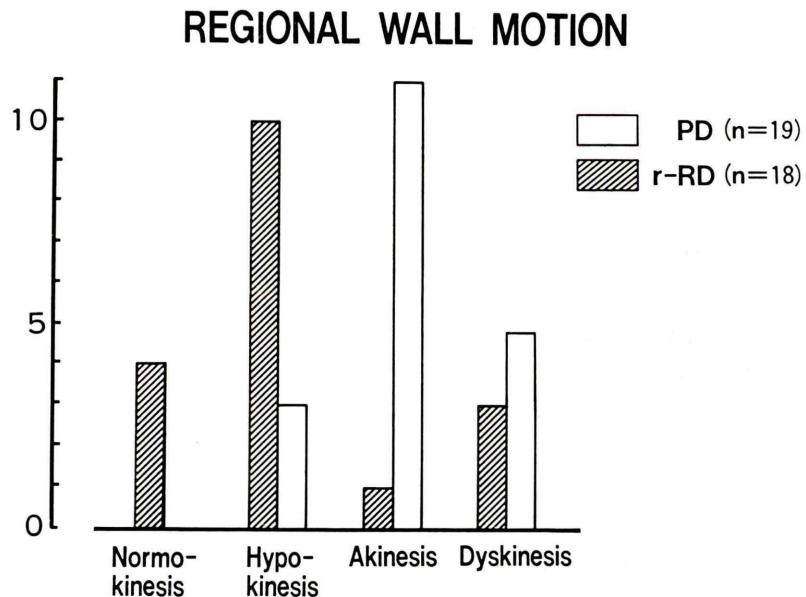


Fig. 4 Comparison of regional wall motion between groups PD and r-RD.

## 6. 定量的検討

### 1) Initial %Tl uptake

1か月後の Initial %Tl Uptake は PD 群 ( $46.4 \pm 15.3\%$ ) に比して r-PD 群 ( $68.2 \pm 16.2\%$ ) で有意

に高値であった (Fig. 5).

### 2) Washout Rate

PD 群の健常部の Washout Rate は  $28.4 \pm 11.7\%$ , 梗塞部は  $21.0 \pm 11.9\%$  で有意差はなかつ

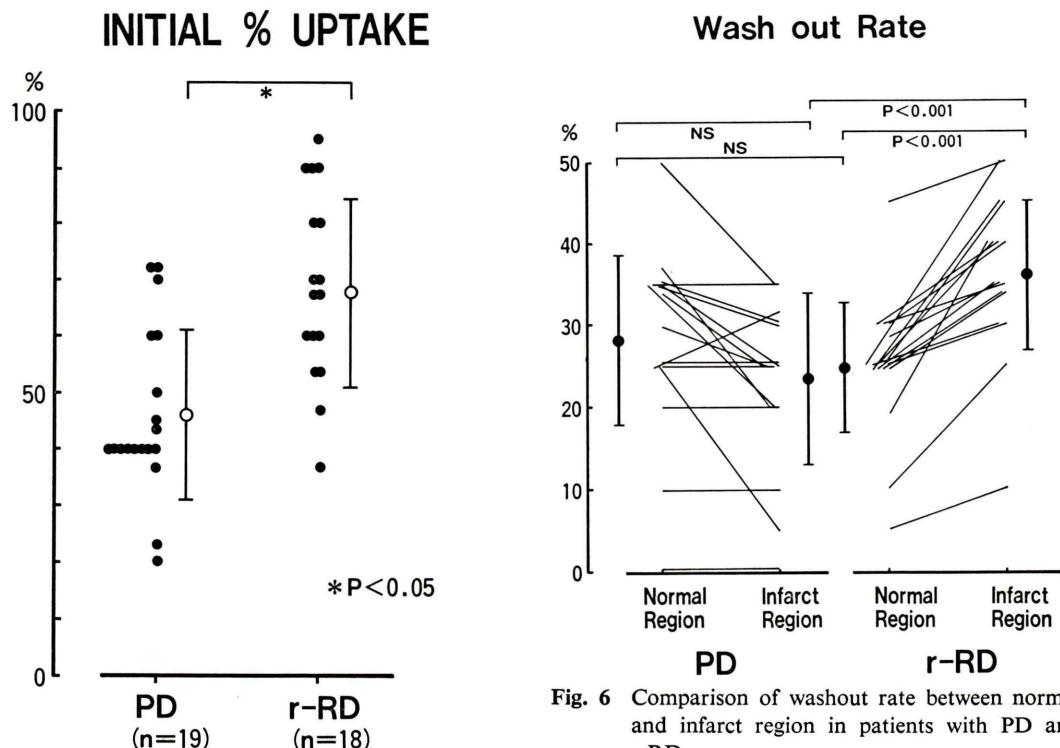


Fig. 5 Comparison of initial %Tl uptake between groups PD and r-RD.

たが、r-RD群では健常部は $24.7 \pm 8.4\%$ 、梗塞部は $36.2 \pm 9.7\%$ と梗塞部で有意に高値であった。また健常部の Washout Rate は両群間で差がなかったが、梗塞部の Washout Rate は r-RD 群で有意に高値を示した (Fig. 6)。

## 7. 症例呈示

63歳、男性。平成2年1月AMI発症。max-CPKは1,383 IU/l(9時間後)。Fig. 7はAMI発症3日に施行したDual SPECT像である。前壁・中隔・心尖部の梗塞と診断。Overlap現象(+)。タリウム欠損程度はSevereである。発症1か月後に旅行した冠状動脈造影では#7が100%閉塞していたが、#4AVより#8に側副血行路を認めた。また左室造影ではSeg. 2, 3がhypokinesisであった。1か月後タリウムの初期像では心尖・中隔部にMild Defectを認めたが、3時間後の遅延像で欠損像の拡大を呈し、視覚的に逆再分布現象

Fig. 6 Comparison of washout rate between normal and infarct region in patients with PD and r-RD.

が見られた (Fig. 8)。定量的には健常部の Washout Rate は26%，一方、梗塞部位での Washout Rate は32%であり、梗塞部の Washout Rate が健常部に比し高値を示していた。

## V. 考 案

運動負荷タリウム心筋シンチグラムで出現する逆再分布現象は最初、Tanasescuら<sup>6)</sup>により報告され、その頻度はHechtら<sup>7)</sup>は7%，Silbersteinら<sup>8)</sup>は5%と報告している。発生機序に関して、Hechtらは線維化心筋と健常心筋の混在部が虚血部と隣接している場合、運動負荷時混在部の方が取り込みが上昇しており、再分布時では虚血部に取り込みがあるが、線維化心筋には取り込みはなく、健常心筋からタリウムの流出がおこるためと説明している。この現象はPTCA後やCABG後にも高頻度に出現するとの報告がある。発生機序に関して、松田ら<sup>2)</sup>は術後、運動負荷時、十分な

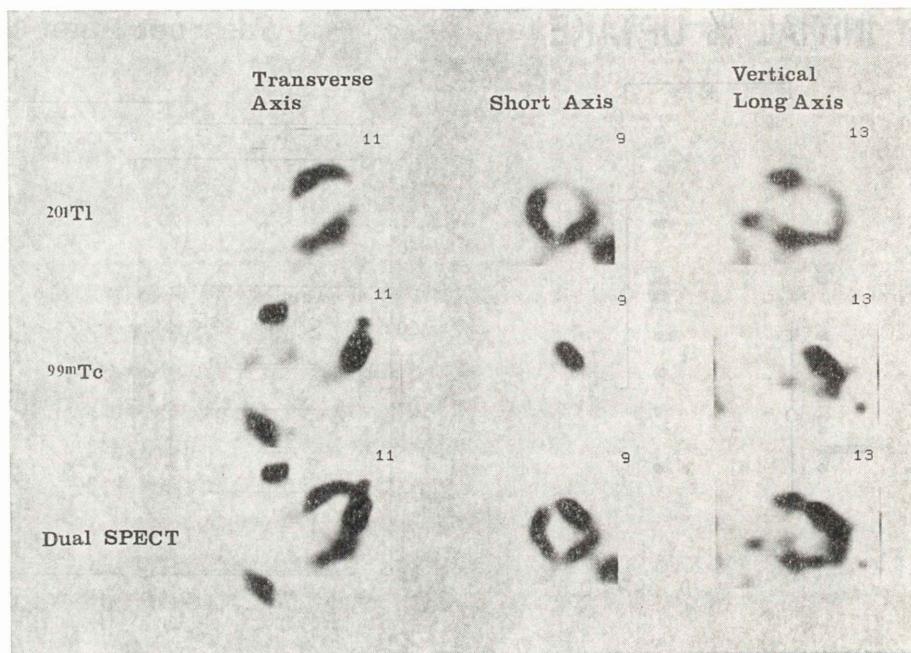


Fig. 7 Simultaneously obtained technetium-99m pyrophosphate ( $^{99m}\text{Tc}$ ) and thallium-201 ( $^{201}\text{Tl}$ ) emission computed tomographic images of a patient with acute myocardial infarction:  $^{201}\text{Tl}$  and  $^{99m}\text{Tc}$  scintigram are shown in top and middle panels and the superimposed images are shown in bottom panel, respectively.

血流のため残存心筋へのタリウム取り込みは良好で欠損は見られないか軽度にとどまるが、遅延像では残存心筋への良好な血流のためタリウムの Washout Rate が正常心筋と同等におこり心筋障害の混在の分だけ欠損を生じると説明し、心筋障害の存在と残存心筋に対する十分な血流があれば出現しやすいと推測している。

一方、安静時タリウム心筋シンチグラムにおいてはこの現象が AMI の急性期に 22~75% に出現するとの報告がある<sup>3~5)</sup>。発生機序に関して、Weiss ら<sup>3)</sup>は再灌流梗塞部の Washout Rate が健常部より早いため出現すると説明し、逆再分布現象は再疎通があり viable な心筋が存在する所見であると推測している。しかし、心筋の回復期にある AMI 発症ほぼ 1 か月後のこの現象に関する検討はない。AMI 発症 1 か月後は種々の検査により冠血行再建の適応を決定する時期である。この時期に負荷タリウム心筋シンチグラムを施行す

ることは多いが、一部の症例では心筋の viability を過小評価する可能性があることが指摘されている<sup>9)</sup>。今回の検討で r-RD 群に早期再疎通例が多く、Dual SPECT 像で Overlap 現象を多数に認め、maxCPK 値が低値であったことは、橋本ら<sup>10)</sup>が報告しているように、梗塞部逆再分布は早期に salvage された残存心筋が多いことと密接に関連する現象と考えられる。このことは急性期のタリウム像で欠損程度が高度の例が r-RD 群では少ないということと関連していると考えられる。さらに、1 か月後に欠損像の改善がほとんどの症例に認められ、また定量的検討で Initial %Tl Uptake が有意に高値であったことも viable な残存心筋の存在を支持する所見である。

Weiss ら<sup>3)</sup>は急性期 r-RD の全症例に梗塞部責任冠血管は patency があり、左室局所壁運動異常の程度は軽度であったと報告している。今回の検討においても r-RD 群全例に patency があり、

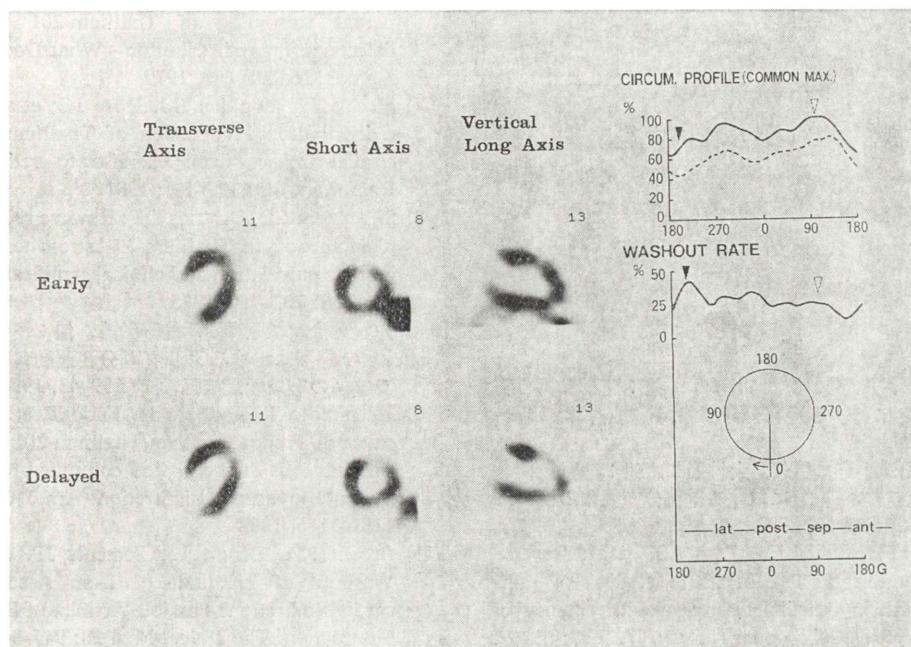


Fig. 8 Early and delayed Thallium-201 SPECT scintigram images at rest of the same patient in Fig. 7 in a month after the onset are shown in left panel. Circumferential profile curve and washout rate are shown in right upper panel and right lower panel, respectively. Closed arrow (▼) revealed infarct region, Open arrow (△) revealed normal region.

PD 群に比べて狭窄度および壁運動異常も軽度の症例が多く認められた。すなわち, r-RD 群では viable な残存心筋に対してより豊富な冠血流が維持されていると思われる。この結果として梗塞部において Washout Rate は増大し、視覚的に逆再分布現象が出現すると推測される。このように Weiss らの急性期の報告と今回のわれわれの亜急性期の成績はほぼ一致することより、障害心筋と残存心筋が混在し冠血流が十分維持されている部位のみにみられると推定される逆再分布現象は AMI の急性期のみならず亜急性期にも出現すると考えられる。また、初期像の Initial %Tl Uptake は亜急性期の方が高値であり、これは障害心筋の急性期と回復期における差の反映と考えられる。ところで、Brown ら<sup>11,12)</sup>は陳旧性心筋梗塞症例による Planar 像の検討から、逆再分布現象は Background Subtraction による Artifact の可能性

があると報告している。また木下ら<sup>13)</sup>は SPECT 像で cut off level を 30% にすると有意に逆再分布現象が増加すると報告している。

今回の検討は SPECT 像であり、Background subtraction は行っていない。また Cut off level は 10% であり、逆再分布現象の判定における Artifact の関与は否定的であった。

今回、再分布現象の見られた例は 1 例もなかつたがこの原因是明らかではない。今回示した viability のある梗塞部心筋で Washout Rate が高値となるメカニズムは運動負荷時の遅延像が心筋 viability を過小評価する例のあることと合わせて考えると興味深い。梗塞部 viability の評価に有用とされるタリウム再静注法による再分布所見との関連は今後の課題である。また AMI 発症後どの時点でこの現象を評価すればより精度の高い viability の判定がしうるのか、今後さらに検討を

加えることが必要である。

## VI. 結論

急性心筋梗塞症1か月後の安静時Tl心筋SPECT像における梗塞部逆再分布現象は早期再疎通し salvageされた viableな心筋に高頻度に見られ、Washout Rateが健常部より高いために出ると推定された。

## 文献

- 1) 西村恒彦, 植原敏勇, 林田孝平, 他:運動負荷心筋スキャンにおける逆再分布現象. 核医学 **22**: 1679-1683, 1985
- 2) 松田宏史, 小野口昌久, 大竹英二, 他:運動負荷タリウム心筋スキャンにおける逆再分布現象の検討. 核医学 **26**: 55-60, 1989
- 3) Weiss AT, Maddahi J, Lew AS, et al: Reverse redistribution of Thallium-201: A sign of non-transmural myocardial infarction with patency of the infarct-related coronary artery. JACC **7**: 61-67, 1986
- 4) Biggi A, Farinelli MC, Bruna C, et al: Thallium-201 reverse redistribution at rest. The Journal of Nuclear Medicine and Allied Science **31**: 331-336, 1987
- 5) 中 啓吾, 元木賢三, 大谷英世, 他:心筋シンチグラフィから見た急性心筋梗塞の長期経過. 核医学 **26**: 539-543, 1989
- 6) Tanasescu D, Berman D, Staniloff H, et al: Ap-parent worsening of Thallium-201 myocardial defects during redistribution—What Does it mean? J Nucl Med **20**: 688, 1979
- 7) Hecht HS, Hopkins JM, Rose JG, et al: Reverse redistribution: Worsening of Thallium-201 myocardial images from exercise to redistribution. Radiology **140**: 177-181, 1981
- 8) Silberstein EB, DeVries DF: Reverse redistribution phenomenon in Thallium-201 stress tests: Angiographic correlation and clinical significance. J Nucl Med **26**: 707-710, 1985
- 9) 志賀浩治, 杉原洋樹, 片平敏雄, 他:梗塞部 viabilityの評価におけるタリウム分注運動負荷シンチグラフィの有用性. 核医学 **27**: 39-43, 1990
- 10) Hashimoto T, Kanbara H, Fudo T, et al: Significance of Technetium-99m/Thallium-201 overlap on simultaneous dual emission computed tomography in acute myocardial infarction. Am J Cardiol **61**: 1181-1186, 1988
- 11) Brown KA, Benoit L, Clements JP, et al: Fast Washout of Thallium-201 from Area of Myocardial Infarction: Possible Artifact of Background Subtraction. The J Nucl Med **28**: 945-949, 1987
- 12) Lear JL, Raff U, Jain R: Reverse and pseudo-redistribution of Thallium-201 in healed myocardial infarction and normal and negative Thallium-201 Washout in ischemia due to background over-subtraction. Am J Cardiol **62**: 543-550, 1988
- 13) 木下信一郎, 松村俊祐, 鈴木成雄, 他:Reverse Redistributionは単なるArtifactか—SPECTによる検討一. ニュウタウンカンファレンス **12**: 127-129, 1988

## Summary

### The Clinical Significance of Reverse Redistribution of Tl-201 SPECT at Rest in the 1st Month after the Onset of Acute Myocardial Infarction

Ikuro UMAMOTO\*, Hiroki SUGIHARA\*, Yoshiaki HARADA\*, Takahisa SAWADA\*, Akiyoshi MATSUMURO\*, Kinya MATSUBARA\*, Kouji SHIGA\*, Tatsuya NAKAGAWA\*, Kazuhiko OONISHI\*, Takashi NAKAMURA\*, Akiyoshi AZUMA\*, Yoshio KOHNO\*, Hiroshi KATSUME\*, Masao NAKAGAWA\* and Kenji MIYAO\*\*

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

\*\*Kyoto Second Red Cross Hospital

The pattern of Thallium-201 reverse redistribution (r-RD) at rest has been reported in some patients with acute myocardial infarction (AMI) in the acute phase. But there is no report of this pattern in the later phase. To investigate the significance of Thallium-201 reverse redistribution in the subacute phase, 37 patients with AMI underwent Thallium-201 SPECT at rest a month after the onset. The patients were classified into three groups visually and 19 of 37 patients (51%) showed the persistent defect pattern (Group PD), and the remaining 18 patients (49%) had the reverse redistribution pattern (Group r-RD). None of them had the redistribution pattern. Coronary reflow was earlier and the incidence of the scintigraphic overlap on Dual SPECT image of  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP/ $^{201}\text{TlCl}$  in the acute phase was more frequent in

Group r-RD than in Group PD. A decrease in thallium defect size of patients with r-RD from the acute phase to one month after the onset represented improvement more significantly than that with PD. Initial %Tl uptake of the infarcted region of Group r-RD was greater than that of Group PD. The degree of stenosis of the infarct-related coronary artery in Group r-RD was less severe than that in Group PD. And corresponding regional wall motion of Group r-RD was less impaired. The Thallium-201 washout in the infarcted region with r-RD was significantly faster than that in the normal region. It is concluded that the r-RD pattern at rest in the 1st month after the onset of AMI may be a sign of viable myocardium.

**Key words:** Reverse redistribution, Myocardial viability, 201-Tl SPECT at rest.