

心筋梗塞急性期における安
静時再分布の臨床的意義：
SPECT, bull's eye と展開
図イメージによる検討

Usefulness of rest-redistribution on thallium myocardial scintigraphy in patients with acute myocardial infarction by SPECT: Analysis by bull's eye and unfolded map images

田原 順雄
田谷 真
佐々木 明
西村 徹
下山 克也
水野 春芳
小野 彰史
岡田 道雄
石川 恭三

Yorio TAHARA
Makoto TAYA
Akira SASAKI
Tooru NISHIMURA
Katsuya SHIMOYAMA
Haruyoshi MIZUNO
Akifumi ONO
Michio OKADA
Kyozo ISHIKAWA

Summary

The purpose of this study was to clarify the clinical significance of rest-redistribution in myocardial scintigraphy (SPECT) in acute myocardial infarction (AMI). Thirty patients with AMI within one week after the onset of attack were studied. SPECT images were obtained 10 min and three hours after injection of ^{201}Tl . Bull's eye images and unfolded map images were prepared. A ^{201}Tl uptake was studied at the infarct and non-infarct sites.

Exercise SPECT and radionuclide angiography (RNA) were performed in all patients one month after the onset of AMI, and the findings were compared with clinical and coronary angiographic (CAG) findings.

1. Redistribution of thallium at rest was observed at the infarct sites in nine of the 30 patients.
2. Redistribution at rest was observed at the non-infarct sites in eight patients.
3. Redistribution at rest was observed during exercise SPECT one month after the onset of AMI in patients with redistribution at rest in the acute phase.

杏林大学医学部 第二内科
三鷹市新川 6-20-2 (〒181)

The Second Department of Internal Medicine, Kyorin University School of Medicine, Shinkawa 6-20-2, Mitaka 181

Received for publication November 2, 1989; accepted December 2, 1989 (Ref. No. 36-419)

4. In patients with redistribution at rest at the infarct site, left ventricular ejection fraction (EF) improved one month after the onset of AMI ($\Delta EF > 5\%$), but it decreased slightly during exercise.

5. Wall motion at the infarct site was not much impaired in patients who showed redistribution at rest at the infarct site.

6. Angina pectoris and recurrence of myocardial infarction were observed more frequently in those with redistribution at rest on SPECT.

7. No characteristic findings were obtained on CAG in those with redistribution at rest.

In conclusion, cardiac function and wall motion at the infarct site are better preserved in patients with redistribution of thallium at rest on SPECT in the acute stage of myocardial infarction, as compared with patients having fixed defects, but the ejection fraction decreases slightly during exercise and the frequency of post-infarction angina is greater in those patients. Resting SPECT in the acute myocardial infarction is considered to provide useful information for predicting cardiac function and the clinical course following myocardial infarction.

Key words

Single photon emission computed tomography map image
Acute myocardial infarction

Rest-redistribution

Bull's eye image

Unfolded

はじめに

^{201}Tl 心筋シンチには再分布という特徴があり^{1,2)}, 心筋における虚血の有無の判定, 冠動脈有意狭窄部位の推定をはじめ, 近年では心筋梗塞部位における心筋 viability の評価に広く利用されている。従来, ^{201}Tl における再分布は, 一般的には運動負荷後において検討されるものであった。しかし, 安静時においても再分布が生じることが以前より知られており¹⁻⁶⁾, 近年心筋梗塞における梗塞部位蘇生能の評価において再検討されつつある^{7,8)}。本報告では, 心筋梗塞急性期における安静時再分布をその後の心機能や臨床経過と比較検討し, かかる再分布の臨床的意義を明らかにしようとした。

対象および方法

対象

対象は 1987 年 1 月より 1988 年 6 月までに当院に入院した急性心筋梗塞 78 例中, ^{201}Tl 心筋シンチを施行することができた前壁中隔梗塞 19 例, 下壁梗塞 11 例の計 30 例である (平均年齢 65.4 ± 10.4 歳, 男性 23 例, 女性 7 例)。心筋梗塞の診断

は, 典型的胸痛, 心電図上の ST 上昇, および血清酵素の上昇 (CPK 最高値 1000 以上) とした。

方法

1) ^{201}Tl 心筋シンチ: 発症 1 週間以内 (5 ± 2.5 日) に安静時 ^{201}Tl 心筋シンチ, 1 ヶ月後に運動負荷 ^{201}Tl 心筋シンチを施行した。安静時心筋シンチでは, ^{201}Tl 3~4 mci 静注 10 分後と 3 時間後に SPECT にてデータ収集を行った。データ収集は, LPO 45 度より 6 度ごと 30 方向の 180 度収集を, 1 方向 30 秒にて 64×64 のマトリックスサイズにて行った。画像再構成は, Chesler 型のフィルター関数を用いた convolution 法と back-projection 法にて行い, 短軸断層像, 長軸矢状断, 長軸水平断を得た。得られた短軸断層像より bull's eye, 展開図 image を作成した。Bull's eye image では短軸断層像の心尖部から心基部までの各スライス像を使用し, 各スライス像の放射状カウントプロフィールを作成し, このプロフィールデータより心尖部を中心にして同心円上に外側に向かって心基部まで各スライスのプロフィールデータを並べ, カラー表示した。展開図 image は, 各スライスのプロフィールデータを短軸像において 8 時の方向を 0 度として帯状に展開し, 180 度

の位置を中央にして左右対称に心尖部から心基部へ、順次配列表示した。これらより得られた initial scan, delayed scan image を視覚的に評価した。

運動負荷心筋シンチでは、電気制動型エルゴメーターを用い、多段階式漸増負荷法による symptom-limited にて行った。²⁰¹Tl 静注 10 分後および 3 時間後にデータ収集を行い、安静時心筋シンチ同様の処理および検討を行った。

2) 心電図同期心プルスキャン (RNA): 急性期, 1 ヶ月後に RNA を施行した。急性期には安静時駆出率 (ejection fraction: EF) を算出した。さらに LAO 60 度, 正面像より壁運動を, normal, hypokinesis, akinesis, dyskinesis として評価した。1 ヶ月には臥位エルゴメーターにて ²⁰¹Tl 心筋シンチ同様の運動負荷を行い、安静時および最大負荷時の EF を算出した。

3) 冠状動脈撮影: 発症 1 ヶ月後に、全例, Judkins 法にて冠状動脈撮影を行った。AHA 分類にて 75% 以上の狭窄を有意病変とし、安静時再分布の有無と比較検討した。さらに側副循環の有無についても検討した。

4) 臨床所見: 最大 CPK, 再発作, 心筋梗塞後狭心症, 不整脈, 心室瘤の有無などについて検討した。

結 果

心筋梗塞急性期において安静時再分布を認めたものは 13 例で (Fig. 1), 9 例は心筋梗塞部位, 4 例は梗塞以外の部位に認められた。梗塞部位に再分布を認めた 9 例中 3 例では、梗塞部位以外にも再分布が認められた。

急性期安静時再分布の有無と 1 ヶ月後の運動負荷による再分布を比較すると (Table 1), 急性期再分布陽性例では 1 ヶ月後にも再分布が認められる例が多かった。また 1 ヶ月に新たに再分布が認められた例もあった。

急性期安静時再分布を認めた例では、1 ヶ月後までに左室駆出率が有意に改善する傾向があった

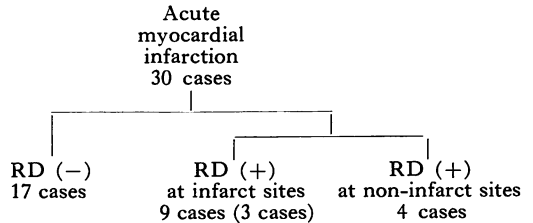


Fig. 1. Redistribution (RD) at rest on thallium myocardial scintigraphy in acute myocardial infarction.

Redistribution at rest is observed in 13 patients with acute myocardial infarction, including 9 at the infarct site and 4 at the non-infarct site. In addition to these 9 patients, the redistribution is also observed at the non-infarct site in 3.

Table 1. Redistribution on SPECT at rest in the acute phase and on exercise performed one month after the onset of acute myocardial infarction

		Redistribution by exercise one month after the onset of MI		
		RD (infarct site)	RD (non-infarct site)	No RD
Acute phase	RD (infarct site) n=9	8/9 (88.8%)	4/9 (44.4%)	1/9 (11.1%)
	RD (non-infarct site) n=4	1/4 (25.0%)	4/4 (100%)	0/4 (0%)
	No RD n=17	6/17 (35.2%)	5/17 (29.4%)	9/17 (52.9%)

RD=redistribution; SPECT=single photon emission computed tomography; MI=myocardial infarction.

(Fig. 2, p<0.05). また再分布陽性例では、1 ヶ月後の運動負荷による左室駆出率が低下する傾向にあった (Fig. 3, p<0.05).

安静時再分布の有無と各種臨床所見との比較では (Table 2), 再分布陽性例において梗塞後狭心症が 13 例中 5 例 (38%), 再発作が 13 例中 3 例 (23%) に認められ、いずれも再分布陰性例に比して (梗塞後狭心症, 再発作とも 0%) 有意に高率であった。

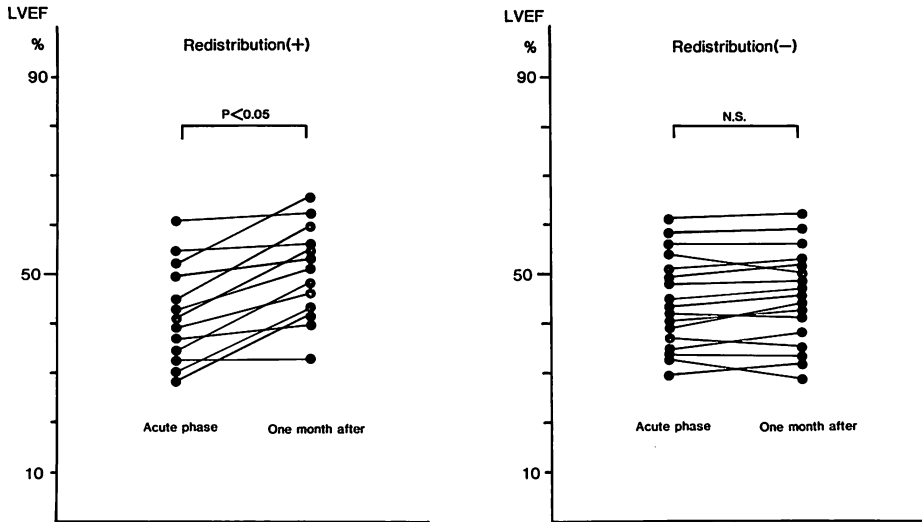


Fig. 2. Changes in left ventricular ejection fraction (LVEF) one month after the onset of acute myocardial infarction.

In patients with redistribution on SPECT at rest in the acute phase of myocardial infarction, LVEF tends to improve within 1 month after the onset of attack.

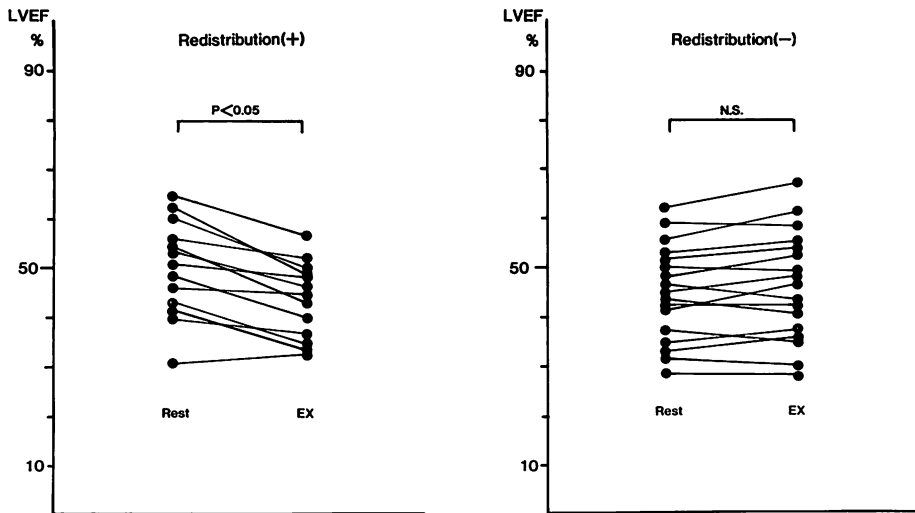


Fig. 3. Changes in left ventricular ejection fraction (LVEF) on exercise SPECT one month after the onset of attack.

LVEF tends to decrease during exercise 1 month after the onset of the attack in patients with redistribution at rest on SPECT in the acute phase.

安静時再分布の有無と冠状動脈所見との対比では (Table 3), いずれの群においても特異的所見はなく, 側副循環の有無も検討したが有意差はなかった。

急性期における心筋梗塞部位安静時再分布の有

Table 2. Comparisons of clinical findings of patients with and without redistribution at rest

	Redistribution n=13	No redistribution n=13
Peak CPK > 3000	7 (54%)	9 (53%)
Heart failure	2 (15%)	3 (18%)
Post MI angina	5 (38%)	0 (0%)
Reattack	3 (23%)	0 (0%)
Vent. aneurysm	0 (0%)	3 (18%)
VPC	2 (15%)	3 (18%)

MI=myocardial infarction; Vent. aneurysm=ventricular aneurysm; VPC=ventricular premature contraction.

Table 3. Comparisons of coronary angiographic findings of patients with and without redistribution at rest

	RD (infarct site) n=9	RD (non- infarct site) n=4	No RD n=17
99% ≤	4	3	6
75 < ~90%	3	1	8
≤75%	2	0	3
Collateral	4	1	5

RD=redistribution.

Table 4. Comparisons of wall motion in infarct sites on RNA in patients having acute myocardial infarction with and without redistribution at rest on SPECT

	Normal	Hypokinesis	Severe hypokinesis	Akinesis	Dyskinesis
RD (infarct site) n=9	1	4	3	1	0
No RD (infarct site) n=21	0	4	8	6	3

SPECT=single photon computed tomography; RNA=radionuclide angiography; RD=redistribution.

無と心電図同期心プールの壁運動の比較では (Table 4), 梗塞部位再分布陽性例では severe hypokinesis よりも良好な傾向にあり, 再分布陰性例ではそれより不良であった。

症例提示

症例 A (Fig. 4): 70 歳女性. 心筋梗塞発症 6 日目の安静時再分布 (左図) では, 前壁中隔から側壁にかけての欠損と安静時再分布を認めた. 発症 46 日目に再発作が出現した. 再発作後の所見では (右図), 急性期に安静時再分布を認めた部位において明らかな固定性の欠損が認められた. 急性期の再分布陽性部位の残存心筋において再発作が出現したものと思われた。

考 按

²⁰¹Tl 心筋シンチにおける再分布現象は古くから報告され^{1,2)}, 日常臨床では運動負荷や薬剤負荷における各種心疾患の虚血の評価や, 冠状動脈病変部位の推定, 梗塞部心筋の viability など, 読影上極めて重要な所見である. 心筋梗塞急性期の安静時スキャンにおいても再分布現象が認められることは, Smitherman ら¹⁰⁾, Silverman ら¹¹⁾が報告しているが, 広く一般には利用されていない. 近年, PTCR や direct PTCA, 緊急 AC バイパス術が広く行われるようになり, 心筋梗塞急性期に心筋の viability など, 心筋の状況をより正確に知る必要性が求められている. 心筋シンチグラムは心筋梗塞診断においては有用な検査法であるが, 従来の安静時 1 回スキャンでは, 梗塞サイズ

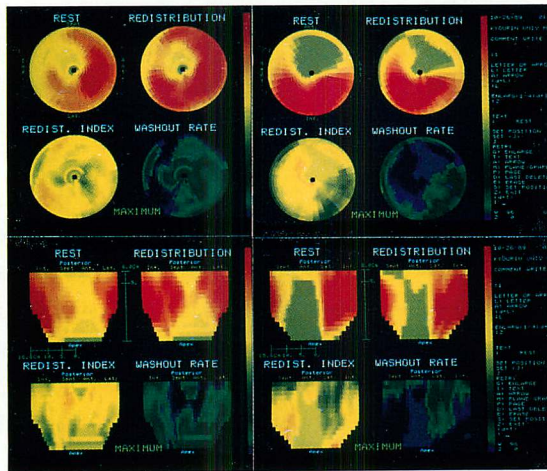


Fig. 4. Bull's eye and unfolded map images in the acute phase of myocardial infarction and those after the recurrent attack (70-year-old woman).

A defect and redistribution are observed from the anteroseptal region to the lateral wall in the resting images 6 days after the onset of the attack (left). Following recurrent attack 46 days after the onset, the site of redistribution noted in the acute phase at rest has become a fixed defect.

や梗塞部位の質的評価に限界がある。その点で、安静時再分布や24時間再分布などの工夫が必要となる。

今回我々が行った急性期安静時再分布では、30例中9例(30%)に梗塞部位再分布が認められた。そして安静時再分布を認めた例は、認めない例に比し、急性期1ヵ月後の左室駆出率が改善し、壁運動も良好であった。これらの結果は、安静時再分布を認めた群の心筋が壊死心筋と蘇生可能な心筋の混在するものや、Braunwaldら¹²⁾が報告した可逆性虚血心筋の複合像である気絶心筋(stunned myocardium)の回復過程を見ているものと思われ、その後回復する可能性がある心筋を示すものと思われる。しかし一方、安静時再分布陽性例では、梗塞後狭心症や再発作など、心臓に由来する出来事の率が高く、運動負荷による駆出率の反応は低下する傾向にあった。

Wilsonら¹³⁾は運動負荷心筋シンチにおける再分布陽性群は、その後の出来事の発生率が高い群であると報告しているが、心筋梗塞急性期の安静

時再分布陽性例では、同様のことが示唆された。さらに梗塞部位以外においても安静時再分布を認めた例が4例あったが、これは責任冠動脈以外の病変を示唆するものと思われた。しかし、冠動脈病変の狭窄度などの冠動脈重症度や側副循環の存在に関しては有意差が認められず、したがって安静時再分布のみの観察では予後判定上限界があると思われた。以上のごとく、安静時再分布陽性例は陰性例に比しその後のinterventionにより改善する可能性がある反面、心事故の率は高いという二面性を有するものと思われた。

近年、心筋梗塞の積極的治療が広く行われるようになり、部位診断のみならず質的診断の必要性が求められている。²⁰¹Tl心筋シンチは虚血性心疾患の代表的検査法であるが、ただ1回の撮像のみでは過小評価を招くおそれがある。一方、PETや代謝のイメージングは、現在のところ、広く行えない。このため、今後しばらくの間は本研究において示したような安静時再分布や、24時間再分布、²⁰¹Tl再静注法などの利用、およびそれら

の有用性に関する検討が必要と考えられる。

要 約

心筋梗塞急性期の ^{201}Tl 安静時再分布の臨床的意義を明らかにするため、 ^{201}Tl 静注 10 分後および 3 時間後像の SPECT にて、bull's eye, 展開図イメージを作成し、検討を加えた。その結果、急性梗塞 30 例中 13 例において安静時再分布を認め、これらの例では再分布陰性例に比して壁運動が良好であり、1 ヶ月後、左室駆出率の改善度が高い傾向が認められた。その反面、運動負荷による駆出率の反応は不良であり、梗塞後狭心症や再発作の率が高かった。

心筋梗塞急性期に安静時再分布を認める例は、急性期以降改善する可能性がある反面、心臓に由来する事故率が高いという二面性を有すると思われた。

文 献

- 1) Pohost GM, Zir LM, Moore RH, McKusick KA, Guiney TE, Beller GA: Differentiation of transiently ischemic from infarcted myocardium by serial imaging after a single dose of thallium-201. *Circulation* 55: 294-302, 1977
- 2) Pohost GM, Okada RD, O'Keefe DD, Gewirtz H, Beller G, Strauss HW, Chaffin JS, Leppo J, Daggett WM: Thallium redistribution in dogs with severe coronary artery stenosis of fixed caliber. *Circ Res* 48: 439-446, 1981
- 3) Gewirtz H, Beller GA, Strauss HW, Dinsmore RE, Zir LM, McKusick KA, Pohost GM: Transient defect of resting thallium scans in patients with coronary artery disease. *Circulation* 59: 707-713, 1979
- 4) Berger BC, Watson DD, Buywell LR, Crosby IK, Wellons HA, Teates CD, Beller GA: Redistribution of thallium at rest in patients with stable and unstable angina and the effect of coronary artery bypass surgery. *Circulation* 60: 1114-1125, 1979
- 5) Wackers FJT, Lie KI, Liem KL, Sokole EB, Samson G, Schoot JB, Durrer D: Thallium-201 scintigraphy in unstable angina pectoris. *Circulation* 57: 738-742, 1978
- 6) 近藤真言, 霜野幸雄, 宮崎俊一: 急性心筋梗塞患者における Thallium-201 心筋シンチグラムでの再分布像の検討——回復可能な心筋の評価——. *核医学* 19: 39-49, 1982
- 7) Kiat H, Berman DS, Maddahi J, De Yang L, Train KV, Rozanski A, Friedman J: Late reversibility of tomographic myocardial thallium-201 defects: An accurate marker of myocardial viability. *J Am Coll Cardiol* 12: 1456-1463, 1988
- 8) Melin JA, Wijns W, Keyeux A, Gurné O, Cogneau M, Michel C, Bol A, Robert A, Charlier A, Pouleur H: Assessment of thallium-201 redistribution versus glucose uptake as predictors of viability after coronary occlusion and reperfusion. *Circulation* 77: 927-934, 1988
- 9) 菅野和治, 斎藤宗晴, 住吉徹哉, 黄田純子, 土師一夫, 平盛勝彦, 西村垣彦, 小塚隆弘: 運動負荷 ^{201}Tl 心筋シンチグラムにおける梗塞部位再分布の意義. *呼吸と循環* 32: 925-930, 1984
- 10) Silverman KJ, Becker LC, Bulkley BH, Burrow RD, Mellits ED, Kallman CH, Weisfeldt ML: Value of early thallium-201 scintigraphy for predicting mortality in patients with acute myocardial infarction. *Circulation* 61: 996-1003, 1980
- 11) Smitherman TC, Osborn RC, Narahara KA: Serial myocardial scintigraphy after a single dose of thallium-201 in men after acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 42: 177-182, 1978
- 12) Braunwald E, Kloner RA: The stunned myocardium: Prolonged postischemic ventricular dysfunction. *Circulation*, 66: 1146-1149, 1982
- 13) Wilson WW, Gibson RS, Nygaard TW, Craddock GB Jr, Watson DD, Crampton RS, Beller GA: Acute myocardial infarction associated with single vessel coronary artery disease: An analysis of clinical outcome and the prognostic importance of vessel patency and residual ischemic myocardium. *J Am Coll Cardiol* 11: 223-234, 1988