

## 虚血性心疾患の Tl-201 運動負荷心筋シンチグラフィにおける早期再分布の臨床的意義

## Clinical significance of early redistribution of the exercise-induced thallium-201 defect in ischemic heart disease

大森 好晃  
梶谷 定志  
加納 康至  
塩谷 英之  
南地 克美\*  
中島 義治  
藤谷 和大  
前田 和美\*\*  
福崎 恒

Yoshiaki OHMORI  
Teishi KAJIYA  
Yasushi KANO  
Hideyuki SHIOTANI  
Katsumi MINAMIJI\*  
Yoshiharu NAKASHIMA  
Kazuhiro FUJITANI  
Kazumi MAEDA\*\*  
Hisashi FUKUZAKI

### Summary

This study clarified thallium-201 (Tl) kinetics in the early stage after exercise in patients with ischemic heart disease (IHD).

Tl was administered for 39 patients with IHD and eight normal subjects during maximal exercise. Immediately after exercise, dynamic data were obtained using a double slant-hole collimator at one frame/2 min for a 20 min period. The data of 10 frames (20 min) were spatially smoothed, and semi-quantitative segmental analyses of the uptake and kinetics of Tl were performed by computer. In eight normal subjects, Tl uptake was uniform throughout the continuous 20 min, and Tl activity was unchanged throughout the 20 min period after exercise. Among 39 patients with IHD, 39 had Tl defects in the first frame (initial defect). Among 39 initial defects, 15 (38%) showed complete or partial early redistribution as early as 20 min and Tl activity in the defect increased ( $10.5 \pm 1.5\%$ ) over the 20 min period. Early redistribution occurred in 10 (43%) of 23 patients with effort angina and in five (83%) of six patients with variant forms of angina, but in no patients with myocardial infarction. Patients with early redistribution showed a greater frequency either of good collateral vessels or of mild stenosis of the coronary artery, compared with those who had no early redistribution.

In conclusion, analysis of Tl kinetics in the early stages after exercise can provide important information about the coronary perfusion state during recovery from transient ischemia, and early redistribution may be a sign of preserved hyperemic flow in the ischemic region.

神戸大学医学部 第一内科  
神戸市中央区楠町 7-5-2 (〒650)  
\*姫路循環器病センター  
\*\*神戸大学医療技術短期大学

The First Department of Internal Medicine, Kobe University School of Medicine, Kusunoki-cho 7-5-2, Chuo-ku, Kobe 650

Received for publication July 28, 1984; accepted October 1, 1984 (Ref. No. 28-26)

**Key words**

Early redistribution

Double slant-hole collimator

Collateral vessels

## はじめに

Tl-201 運動負荷心筋シンチグラフィ (Tl-201 SMS) における再分布現象が一過性心筋虚血を示す指標であることは、広く知られた事実である<sup>1-6)</sup>。従来からこの再分布現象の判定は、Tl 投与後2ないし3時間で行われているが<sup>2,4,6)</sup>、本現象がより早期に起こりうるとすれば、それがどのような機序に基づくのかについては、詳細な報告は少ない。我々はこのような観点から、2方向からの同時撮影が可能な double slant-hole collimator<sup>7-9)</sup> を用い、Tl 投与後早期の心筋内 Tl 活性の連続的変化を明らかにし、運動により誘発された心筋虚血部における早期 Tl 活性の動態を観察することにより、早期再分布の機序およびその臨床的意義を検討した。

## 対象と方法

対象は冠動脈造影および左室造影を施行した虚血性心疾患 (IHD) 39 例 (年齢 35~72 歳, 平均 55 歳, 男 33 例, 女 6 例) で、その内訳は陳旧性心筋梗塞症の既往を有する 8 例を含む労作性狭心症 23 例, 異型狭心症 6 例, 梗塞後狭心症を有しない OMI 10 例である。なお、対照として、心疾患の既往を有しない健常者 8 例 (年齢 14~61 歳, 平均 45 歳, 男 7 例, 女 1 例) を加え、計 47 例につき、以下の観察を行った (Table 1)。

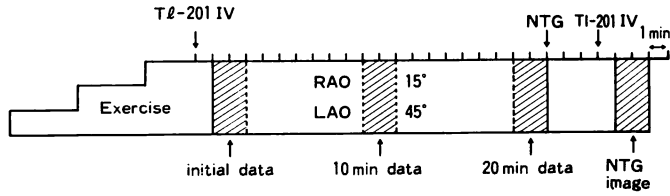
冠動脈造影所見は、アメリカ心臓協会の基準に基づき、75% 以上の狭窄を有意と判定し、側副血行 (collateral) はその発育状況により、good, poor および none の3段階に分け、検討した。Tl-201 SMS は仰臥位エルゴメーターを使用し、25W より開始し、3分ごとに25W ずつ増加し、symptom-limited の最大負荷時に Tl-201 chloride 1.4 mCi を静脈内投与、さらに1分間同一強度の運動を続けさせた。負荷終了直後よ

Table 1. Subjects

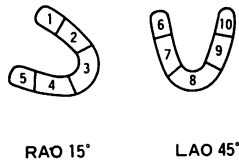
Effort angina (with OMI	8)	23 pts
Variant angina		6
OMI without post MI angina		10
Normal		8

り on-line で minicomputer に接続した 60° の角度差を有する double slant-hole collimator (東芝製) を用い、カメラと被験者との位置を一定に保ったまま、RAO 15°, LAO 45° の2方向より1フレーム2分ごとに20分間連続的に data 収集を行った。その後、Nitroglycerin (NTG) 0.3 mg を舌下投与し、3分後にさらに残りの Tl 0.6 mCi を静注し、NTG image を得た。一方、負荷前より負荷終了5分後まで3誘導 (II, V<sub>2</sub>, V<sub>5</sub>) の心電図と、カフ法による血圧を経時的に記録した。Data 解析は負荷終了直後の initial image と、10分後、20分後および NTG image をそれぞれ computer 画像上にて smoothing の後、心筋に10個の ROI を設定し、RAO 15°, LAO 45° の心筋像における欠損部での relative activity (%) を算出した (Fig. 1)。負荷時一過性欠損の有無の判定は、負荷後数時間の delayed image を用いた従来の判定方法に代り、既報<sup>10)</sup>のごとく、NTG を用いた Tl 2回分注法における NTG image を用いて行った。一方、負荷後早期 Tl 活性に関する検討は以下のごとく行った。すなわち initial image において、IHD 39 例では relative activity がもっとも低値を示す39分節および健常者8例では2方向の各心筋像で relative activity がもっとも低値を示す16分節について relative activity の時間的変化を検討した。さらに initial image から10分後および20分後の image での心筋各分節、および肺野における pixel あたりの平均 Tl 活性の変化率を算出した。また今回の対象以外の

(1) Data acquisition



(2) Data analysis



$$\text{relative activity (\%)} = \frac{\text{count in each ROI}}{\text{maximum count}}$$

Fig. 1. Methods of data acquisition and semi-quantitative analysis of Tl-201 images.

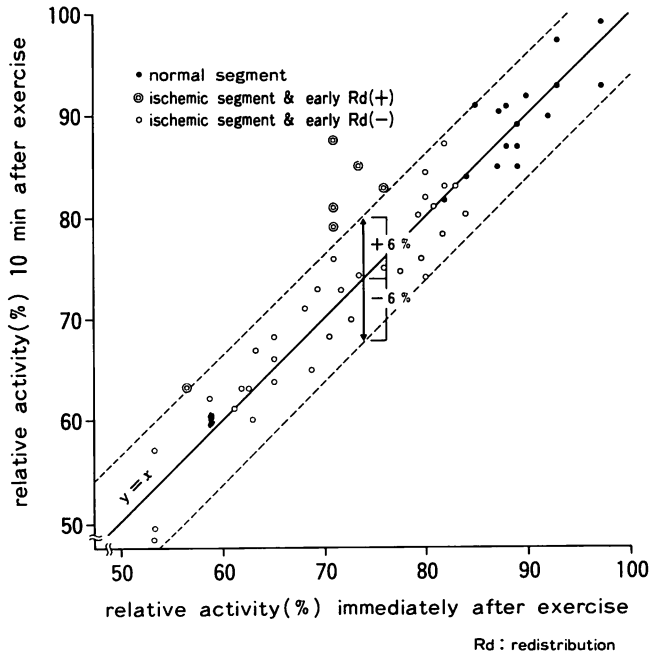


Fig. 2. Comparison of Tl-201 relative activities immediately and 10 min after exercise.

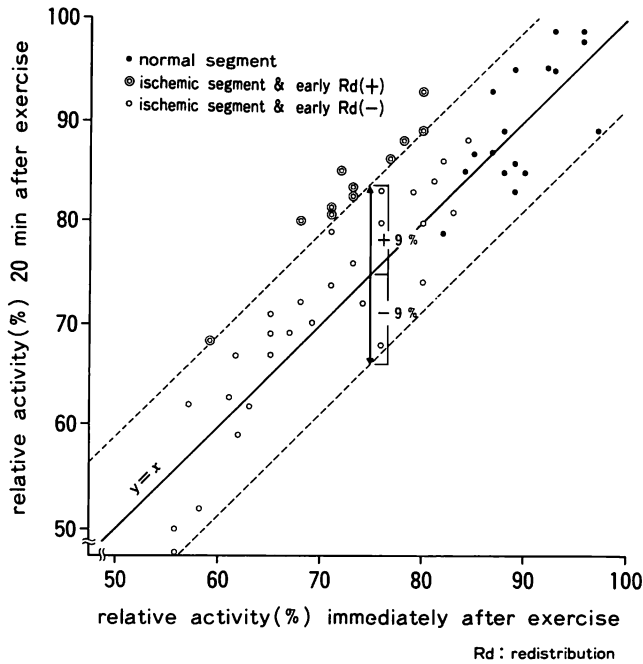


Fig. 3. Comparison of TI-201 relative activities immediately and 20 min after exercise.

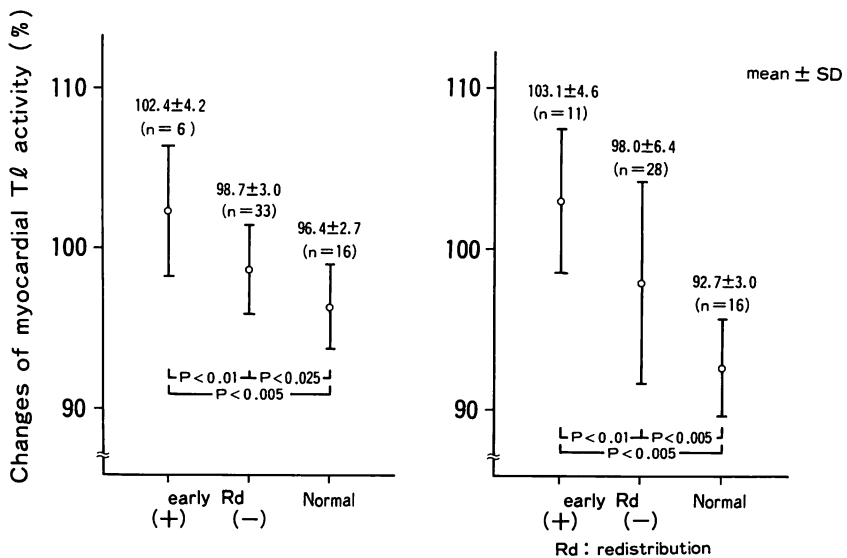


Fig. 4. Changes in myocardial TI-201 activities in the defect and normal regions immediately and 10 min (left), and 20 min (right) after exercise.

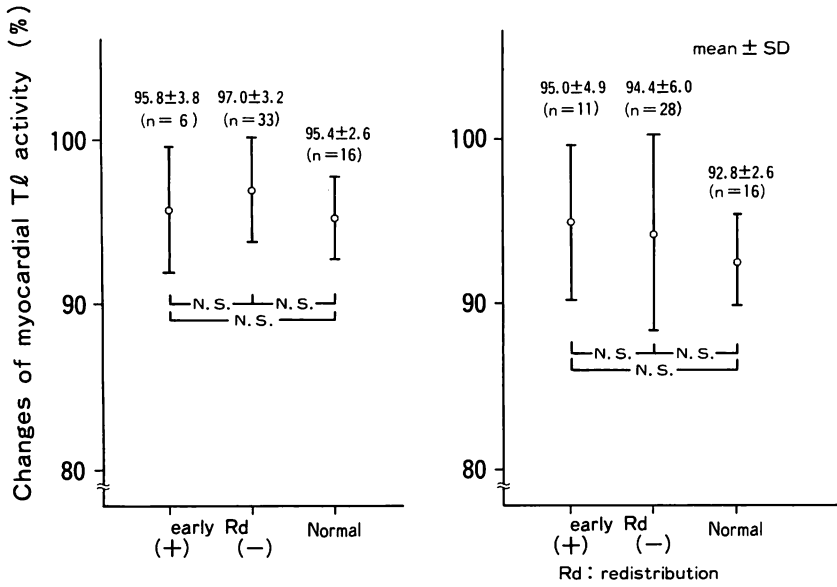


Fig. 5. Changes in myocardial Tl-201 activities in normal regions immediately and 10 min (left), and 20 min (right) after exercise.

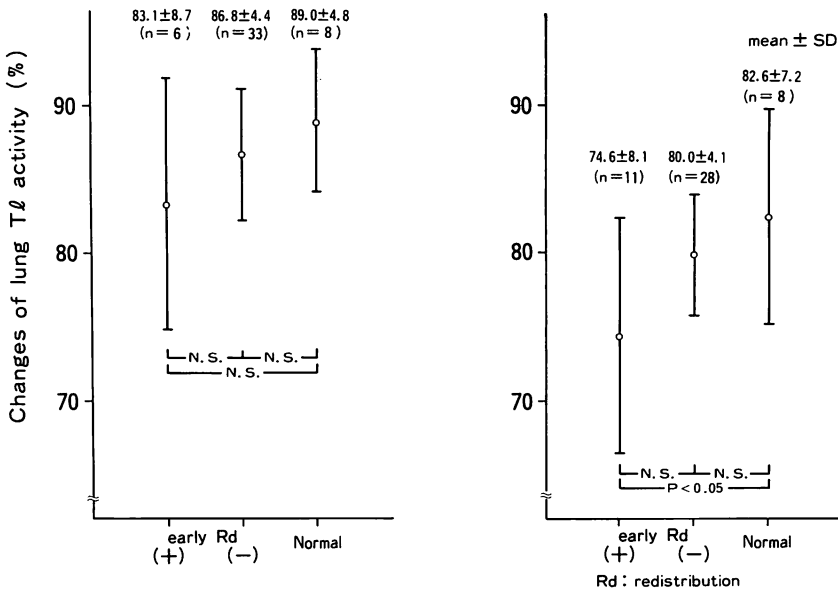


Fig. 6. Changes in lung Tl-201 activities 10 min (left) and 20 min (right) after exercise.

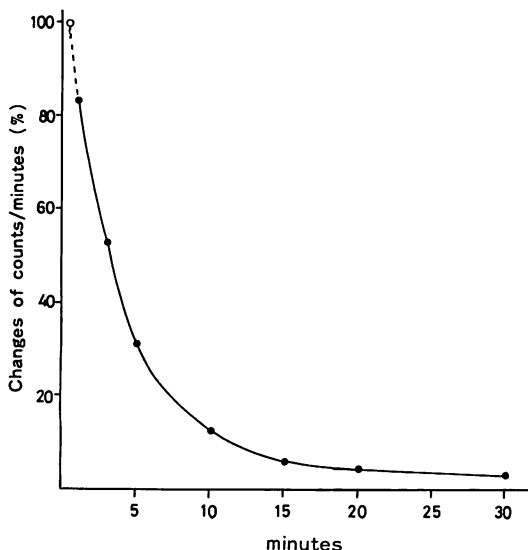


Fig. 7. Blood Tl-201 time activity curve early after exercise.

IHD 6例において Tl-201 SMS を施行し、負荷直後より 20 分間経時的に採血し、血中 Tl-201 活性の変化を観察した。統計処理には F 検定または  $\chi^2$  検定を用いた。

## 結 果

### 1. Double slant-hole collimator の精度

IHD 39 例、健常者 8 例における double slant-hole collimator による欠損の検出精度は、個々の罹患血管に対しての検討では、apex を除くと sensitivity 81%, specificity 83%, apex を含めると sensitivity 89%, specificity 94% で、良好な結果が得られた。

### 2. 負荷後早期の Tl 活性の変動 (Figs. 2~7)

Initial image から 10 分後の image における relative activity の変化は、健常者 8 例 16 分節ではほぼ不変 ( $0.3 \pm 2.9\%$ ) であり、その 95% 信頼域は  $\pm 6\%$  であった。一方 IHD 39 例における initial image と 10 分後 image の Tl 分布は、ほぼ不変のものが大部分を占めたが、6 例 6 分節では initial image から 10 分後の image におけ

る relative activity の有意な増加 ( $9.7 \pm 1.2\%$ ) が認められた (Fig. 2)。

Initial image と 20 分後 image における Tl 分布の対比では、10 分後 image の場合と比較し、健常例においても変動の大きい傾向は認められたものの、統計上ほぼ不変 ( $0.2 \pm 4.2\%$ ) であり、その 95% 信頼域は  $\pm 9\%$  であった。一方、IHD 39 例では 11 例 11 分節において relative activity の有意な増加 ( $10.5 \pm 1.5\%$ ) が認められた (Fig. 3)。

上記の成績から IHD 39 例のうち、10 分後または 20 分後の image における relative activity の有意な増加が認められた 15 例 38% (10 分後および 20 分後の image とともに有意な増加を認めた 2 例を含む) を早期再分布陽性と判定し、それ以外の 24 例との対比検討を行った。早期再分布陽性分節、陰性分節、および健常例での心筋 Tl 活性のもっとも低い分節における pixel あたりの心筋 Tl 活性の時間的推移をみると、負荷直後より 10 分後および 20 分後までの Tl 活性の変化率は、早期再分布陽性分節が陰性分節や健常例に比し、有意に高値を示した。また早期再分布陰性分節においても、その心筋 Tl 活性の変化率は健常例に比し有意に高値を示した (Fig. 4)。一方、IHD 例および健常例において心筋 Tl 活性のもっとも高い分節での変化率では、10 分後および 20 分後ともに有意差は認められなかった (Fig. 5)。

早期再分布と肺野 Tl 活性との関係をみると、10 分後および 20 分後ともに、早期再分布の有無による肺野 Tl 活性の変化率に有意差は認められなかった。しかし 20 分後では、早期再分布陽性例は健常例に比し、肺野 Tl 活性の変化率は有意に低値を示し、早期再分布陽性例では、肺野 Tl 活性が比較的急速に低下することが示された (Fig. 6)。一方、負荷 10 分後および 20 分後の血中 Tl 活性は、それぞれ負荷直後の  $11.0 \pm 4.9\%$ 、 $7.9 \pm 4.7\%$  を示した (Fig. 7)。

### 2. 症例呈示 (Figs. 8~10)

症例 1: T. T., 40 歳, 男性, 異型狭心症

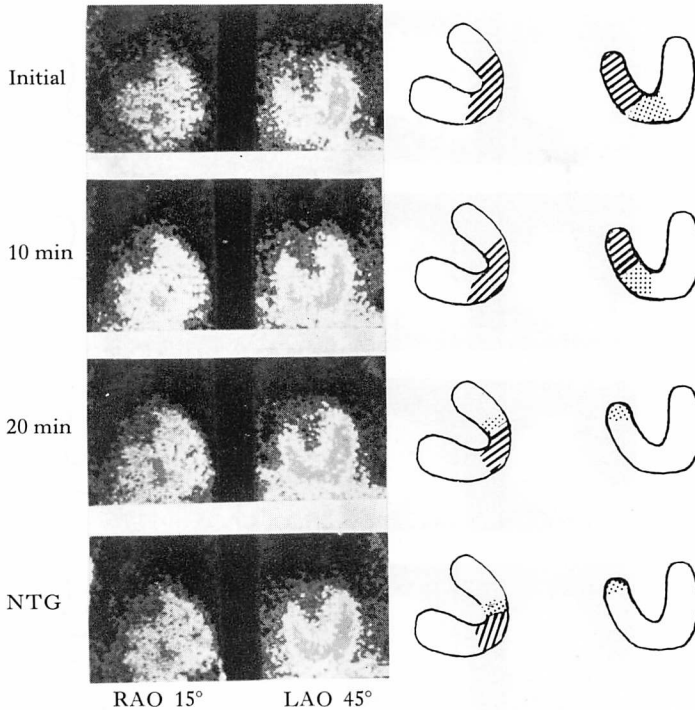


Fig. 8. Serial Tl-201 myocardial images after exercise and nitroglycerin (NTG) images in a patient with variant angina.

(Fig. 8)

負荷直後の initial image では、中隔から心尖部にかけて明らかな欠損が認められたが、10分後にはすでに欠損の程度が軽減し、20分後には NTG image と同程度にまで回復したが、initial image より20分後までの relative activity の変化は +10% であり、早期再分布陽性と判定した。

症例 2: S. M., 49 歳, 男性, 労作性狭心症 (Fig. 9)

Initial image で心尖部および中隔に観察された欠損は、20分後の時点ではなお不変 (relative activity +6%) であったが、NTG image では同域の欠損の程度は明らかに軽減した。本例は負荷時、一過性欠損は認められたが、早期再分布は陰性と判定された。

症例 3: K. N., 49 歳, 男性, 陳旧性心筋梗塞症 (Fig. 10)

下壁から後壁にかけて認められた欠損は initial image より20分後にかけてより明瞭となり (relative activity: -5%), 前記2症例と異なり、欠損は NTG image ではむしろ増大傾向を示した。本例は負荷時、一過性欠損は認められず、また早期再分布も陰性と判定された。

3. 早期再分布と臨床所見との対比 (Tables 2~4)

早期再分布の有無による年齢、性別には有意差を認めなかった。Tl-201 SMS にさいし、負荷時に胸痛を有する例が早期再分布陽性15例中14例 (93%), 1mm以上の水平型または下降型の ST 低下が15例中13例 (87%), Q波を有しない誘導での1mm以上の ST 上昇が15例中1例 (7%) に認められ、胸痛および虚血性 ST 変化を示す頻度は、いずれも早期再分布陰性例に比し、有意に高率に認められた。負荷終了時の rate pressure product (RPP) と負荷量は、早期再分

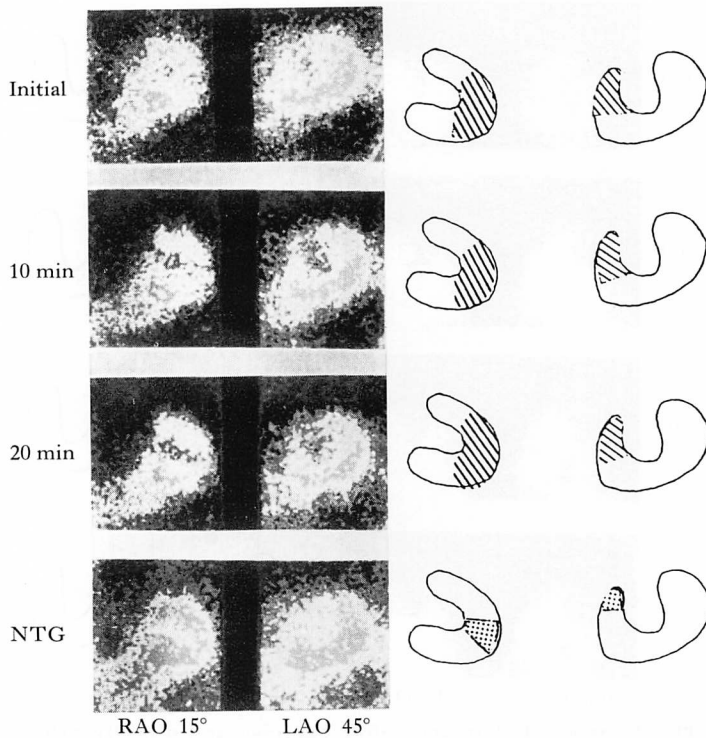


Fig. 9. Serial TI-201 myocardial images after exercise and NTG images in a patient with effort angina.

布陽性例が陰性例に比し、低値をとる傾向を示したが、有意差は認められなかった (Table 2). 負荷終了時および5分後における ST 変化の経時的变化の検討では、早期再分布の有無により負荷終了時の ST 偏位の絶対値には有意差を認めなかったが、5分後には、早期再分布陽性例では ST 偏位の程度はより軽減する傾向が認められ、負荷前と同一レベルに復する時間 (recovery time) も早期再分布陽性例で短い傾向が認められた (Table 3). IHD の病態別に早期再分布の頻度をみると、労作性狭心症では 23 例中 10 例 (43%) に異型狭心症では 6 例中 5 例 (83%) に、狭心症全体では 29 例中 15 例と、約半数に認められた。一方、陈旧性梗塞 10 例では全例で早期再分布は認められなかった (Table 4). なお負荷時一過性欠損は狭心症群では全例に認められたが、梗

塞例では全例に認められなかった。

Table 2. Relation between clinical data and early redistribution

	Early redistribution		p
	(+) (n=15)	(-) (n=24)	
Age (years)	55.7±11.1	55.5±9.68	N.S.
Male / female	11/4	22/2	N.S.
Stress test			
Chest pain	14	8	<0.005
ST depression	13	13	<0.05
ST elevation	1	0	
RPP (×10 <sup>3</sup> )	170±40	197±54	N.S.
Work load (watts)	65±28	83±30	N.S.

RPP=rate pressure product.  
N.S.=not significant.



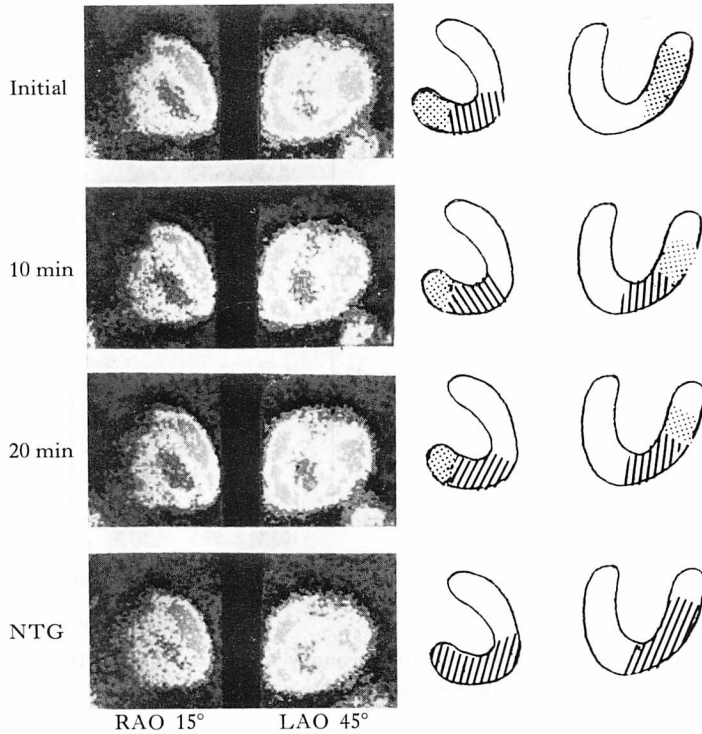


Fig. 10. Serial Tl-201 myocardial images after exercise and NTG images in a patient with old myocardial infarction.

Table 3. Relation between recovery time in ST change and early redistribution

	Early redistribution	
	(+)	(-)
ST max (mm)	2.08±0.89	2.14±1.16
ST 5 min	0.41±0.52	0.95±1.39
Recovery time (min)	2.18±1.37	3.13±1.53

ST max=degree of ST depression at maximum exercise; ST 5 min=degree of ST depression at 5 min after exercise.

Table 4. Frequency of early redistribution in patients with effort angina, variant angina and old myocardial infarction

	Early redistribution			p
	(+)	(-)		
Effort angina	23	10	13	N.S.
Variant angina	6	5	1	<0.025
Old myocardial infarction	10	0	10	<0.005

4. 早期再分布と冠動脈病変との対比 (Figs. 11, 12)  
 早期再分布が認められた狭心症症例について、早期再分布と冠動脈病変との関係を検討した。虚血部責任冠動脈の狭窄度についてみると、労作性狭心症では100%狭窄を有する例で、早期再分布

陽性の頻度が低い傾向が認められた。一方、早期再分布が高頻度に観察された異型狭心症例では5例中4例(80%)は75%以下の狭窄を有しており、高度狭窄を有する例の少ない傾向が認められた(Fig. 11)。また、いずれの狭心症群ともに早

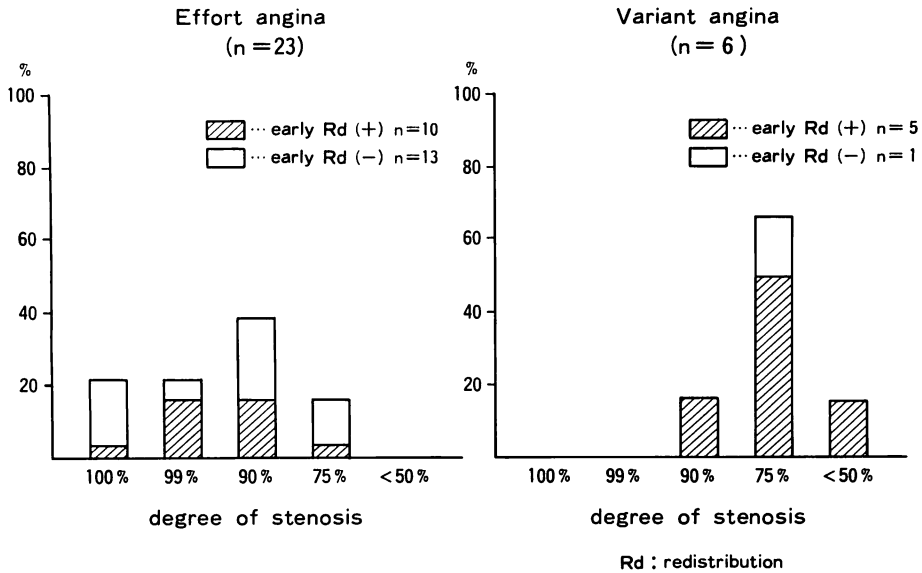


Fig. 11. Relation between the degree of coronary stenosis and early redistribution in patients with effort angina (left) and variant angina (right).

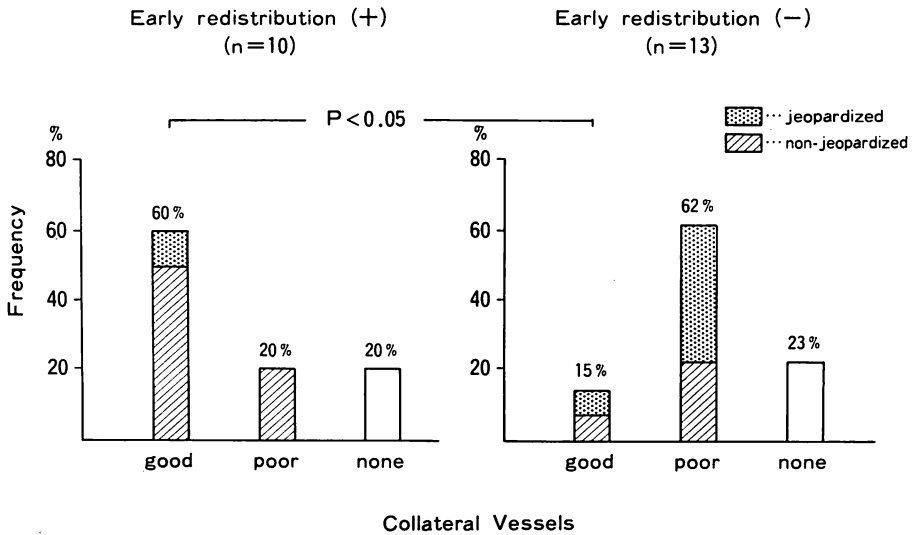


Fig. 12. Relation between the development of collateral vessels and early redistribution in patients with effort angina.

期再分布と罹患枝数との間には明らかな関連は認められなかった。労作性狭心症 23 例で早期再分布と側副血行との関連をみると、早期再分布と側副血行の発達の有無との間に、明らかな関連は認められなかったが、よく発達した側副血行は早期再分布陽性の 10 例中 6 例 (60%) に、早期再分布陰性の 13 例中 2 例 (15%) に認められ、早期再分布陽性例では、そのような側副血行を有する頻度が高率であった ( $p < 0.05$ )。さらに側副血行供給血管に有意狭窄を有しない non-jeopardized collateral は、早期再分布陽性例では 8 例中 6 例 (75%)、早期再分布陰性例では 10 例中 4 例 (40%) に認められ、早期再分布陽性例に non-jeopardized collateral を有する頻度の高い傾向が認められた (Fig. 12)。

## 考 接

### 1. 撮像方法に関する検討

本研究では double slant-hole collimator を用い、心筋内 Tl 活性の連続的変化を捉えようと試みた。従来、心筋 Tl 活性の半定量的解析において、フレーム間の心筋の“位置ずれ”がデータ処理に大きな影響を与えると指摘されている<sup>12)</sup>。このため、多方向からの撮像を必要とする従来の collimator では、異なるフレームのデータ処理にさいし、“位置ずれ”の補正が必要<sup>12)</sup>となり、データ解析を複雑なものとしていた。これに対し double slant-hole collimator では、カメラと被験者との位置を一定に保ったまま、2 方向より同時に連続的なデータ収集を行うため、“位置ずれ”を最小限に留めることが可能である。一方、本法における欠点として、カメラの視野を 2 分するため、視野が小さくなること、カメラと被験者との位置を一定に保つため、観察される方向が制限されること、高分解能コリメーターに比し、空間分解能が劣ること<sup>9)</sup>、などが挙げられる。しかし我々の経験では、著しい心拡大を有する例以外は、肺野とともに左室心筋全体を視野に収めることが可能であった。さらに RAO、

LAO の 2 方向からの image 判読により、欠損検出における精度は sensitivity 89%, specificity 94% と良好な結果が得られ、通常用いられる 3 方向撮影法に代わり、日常検査に十分使用可能と考えられた。なお、本研究では、負荷時、一過性欠損の有無の判定を NTG を用いた Tl 2 回分注法に基づき行った。既報<sup>10)</sup>のごとく、従来の負荷後数時間の delayed image を用いた‘fill in’の判定方法と、今回の方法による‘fill in’の判定方法とを比較検討した結果から、欠損部での Tl 活性の増加は、前者に比し後者において有意に大であり、さらに別報<sup>11)</sup>のごとく、本法による運動時一過性欠損の検出精度は、従来の方法を用いた Rozanski ら<sup>6)</sup>の成績を上回る結果が得られている。以上より、本法では従来の方法に比し、より短時間かつより適確に、負荷時一過性欠損を判定しうるとみなされる。

### 2. 早期 Tl 活性動態の検討

従来 Tl-201 SMS では、一過性虚血の指標とされる再分布現象は Tl 投与後 2 ないし 4 時間の one point で判定されることが多く<sup>2,4,6)</sup>、再分布が何時生じるかについての時間的検討は不十分であった。とくに臨床上、一過性虚血領域における早期 Tl 活性動態に注目した報告は少ない。一方、早期 Tl 活性動態に関する実験的検討も、いくつか散見されるに過ぎない<sup>13,14)</sup>。Beller ら<sup>13)</sup>は麻酔開胸犬を用い、冠動脈再灌流後の心筋内 Tl 活性動態を経時的に検討し、虚血領域における Tl 活性は、冠閉塞時に比し、再灌流開始 5 分後に 2 倍に、20 分後に 2.5 倍に増加し、虚血部への Tl 蓄積が比較的急速に生じると報告している。Schwarz ら<sup>14)</sup>は冠動脈再灌流 15 分後に、虚血部では正常部の 69% にまで Tl 活性が回復し、この時点では冠動脈較差はなお正に保たれ、虚血心筋部における active extraction が虚血解除後早期に生じると報告している。上記の実験は、虚血部の Tl 活性がきわめて早期に変動しうることを示すものであり、この点に関し、半定量的方法を用いた我々の臨床的検討では、IHD 39 例中

15例(38%)で、運動終了後20分の時点ですでに欠損の程度が軽減することを認めた。早期再分布陽性例は陰性例に比し、負荷による胸痛や虚血性ST変化が高頻度に認められ、早期再分布が一過性虚血を伴う症例に生じることが示された。早期再分布陽性例では、肺野Tl活性は比較的急速に低下するにもかかわらず、欠損部での心筋内Tl活性は有意に増加し、さらに血中Tl活性は、Tl投与10分後では投与直後の11.0%、20分後では7.9%と比較的保たれていることが示された。したがって我々が観察した早期再分布現象は単にback-groundの動きにとられる現象ではなく、実験的に認められたごとく、血中に残存するTlが、負荷後早期に虚血部心筋においてactive extractionされた結果生じた可能性が強いと考えられ、再分布がきわめて早い時点に生じることが示された。一方、Fig. 4に示すごとく早期心筋Tl活性の変化率は、早期再分布陽性例のみならず、陰性例においても、健常例に比し有意に大であることが示され、早期再分布陰性例においても、心筋よりのTl washoutが健常者ほど速やかではない例が含まれるものと推測される。このことは早期再分布陰性例中、狭心症例が約半数占めることに関連する知見と考えられた。

### 3. 早期再分布現象の臨床的意義

Kronenbergら<sup>15)</sup>の報告では、胸痛発作時、Tlを投与された異型狭心症3例で、initial imageではST上昇部位に一致した心筋分節が、他の部位に比し、Tl活性がむしろ亢進していたとし、その原因として、冠攣縮解除後に生じる反応性充血(reactive hyperemia)が重要な因子であると述べている。Stolzenbergら<sup>16)</sup>は高度な器質的狭窄を有しない異型狭心症例で、負荷後、initial imageでみられた欠損がその程度が1時間後にはすでに軽減したと報告している。我々の検討でも早期再分布は高度狭窄を有しない異型狭心症例に高頻度に認められ、従来の報告と同様の結果が得られた。一方労作性狭心症23例では負荷時胸痛、虚血性ST変化は全例に認められたが、早期再分

布は10例(43%)において陽性と判定された。早期再分布の有無と虚血部責任冠動脈狭窄度との間には明らかな関連は認められなかったが、早期再分布陽性の労作性狭心症例では、陰性例に比し良好な側副血行を有する例が明らかに多かった。Gutmanら<sup>17)</sup>は虚血性心疾患例を対象として再分布の生じる時期につき検討し、狭窄度が軽度な例ほど再分布が早期に生じるとし、我々とやや異なる結果を報告している。その原因としてinitial imageがTl投与6分後より撮影され、早期再分布が1時間後に判定されており、撮影時期が我々の場合と異なること、および画像判定が視覚的に行われていることなどがあげられる。我々はTl投与後初期の時点では画質が劣っていることを考慮し、半定量的解析に基づき、健常部の変化の2SD以上の増加を早期再分布陽性と判定し、視覚的判定に比し、より客観的に画像の変化を捉えようと試みた。その結果、良好な側副血行を有する労作性狭心症では、異型狭心症同様、早期再分布が高頻度に観察された。すなわち良好な側副血行は虚血回復期において、一過性虚血領域へより豊富な冠血流をもたらし、血中Tl活性が比較的保たれている早期には、虚血心筋部へのTlのactive extractionが生じるものと考えられる。したがって、我々が観察した早期再分布は、負荷による虚血心筋部の低酸素状態が良好な側副血行の血流を介し、より早期に回復させられる現象を捉えている可能性が強いと考えられる。このことは、早期再分布陽性例で負荷後の心電図ST変化の回復がより早期に生じる傾向があること、および梗塞領域では早期再分布が1例も認められなかった事実から、十分推測しうると考えられる。

以上より、負荷後早期のTl kinetics解析により、一過性虚血領域における冠血流回復状態を非観血的に捉えうる可能性が示唆され、早期再分布陽性の狭心症例では、一過性虚血領域において、負荷後hyperemic flow responseが保たれていると推測される。

## 要 約

TI-201 運動負荷心筋シンチグラフィ (TI-201 SMS) にさいし、一過性虚血領域における負荷後早期の TI 活性動態を明らかにする目的で、虚血性心疾患 39 例、健常者 8 例を対象として、double slant-hole collimator を用い、負荷直後より 20 分間連続的に心筋 image を撮像した。得られたデータをコンピューターにより半定量的に解析し、以下の成績を得た。

1. 正常例での心筋 TI 活性は、負荷直後より 10 分後および 20 分後にかけてほぼ不変 ( $0.3 \pm 2.9\%$ ;  $0.2 \pm 4.2\%$ ) であったのに対し、虚血性心疾患例では欠損を有する 39 分節中 15 分節 (38%) において、心筋 TI 活性は負荷 20 分後の早期に、健常例に比し、有意の増加を示した ( $10.5 \pm 1.5\%$ )。

2. 早期再分布は異型狭心症 6 例中 5 例 (83%)、労作性狭心症 23 例中 10 例 (43%) に認められた。しかし、陳旧性梗塞症では全例、認められなかった。

3. 冠動脈造影所見との比較検討により、高度狭窄を有しない異型狭心症例および良好な側副血行を有する労作性狭心症例においては早期再分布が高頻度に認められた。

4. 負荷後早期の TI kinetics の解析により、一過性虚血領域における回復期の冠血流状態を非観血的に捉えることが可能と考えられた。

以上より、TI-201 SMS において、より適格な狭心症の病態把握には、負荷後早期の imaging が不可欠であると結論した。

## 文 献

- 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, 1977
- Blood DK, McCarthy DM, Sciacca RR, Cannon PJ: Comparison of single-dose and double-dose thallium-201 myocardial perfusion scintigraphy for the detection of coronary artery disease and prior myocardial infarction. *Circulation* **58**: 777 1978
- Pohost GM, Alpert NM, Ingwall JS, Strauss HW: Thallium redistribution: Mechanisms and clinical utility. *Semi Nucl Med* **10**: 70, 1980
- Berger BC, Watson DD, Taylor GJ, Burwell LR, Martin RP, Beller GA: Effect of coronary collateral circulation on regional myocardial perfusion assessed with quantitative thallium-201 scintigraphy. *Am J Cardiol* **46**: 365 1980
- Grunwald AM, Watson DD, Holzgrefe HH, Irving JF, Beller GA: Myocardial thallium-201 kinetics in normal and ischemic myocardium. *Circulation* **64**: 610, 1981
- Rozanski A, Berman DS, Gray R, Levy R, Raymond M, Maddahi J, Pantaleo N, Waxman AD, Swan HJC, Matloff J: Use of thallium-201 redistribution scintigraphy in the preoperative differentiation of reversible and nonreversible myocardial asynergy. *Circulation* **64**: 936, 1981
- Tatsumi JL, Beck JW, Goodrich JK: Dual angle simultaneous imaging: A new concept in collimator. *J Nucl Med* **19**: 730, 1978
- Boucher CA, Strauss W, Okada Rd, Kirshenbaum HD, Kushner FG, McKusick KA, Block PC, Leask JW, Pohost GM: The bifocal diverging collimator: A means of simultaneous biplane imaging of the heart during equilibrium radionuclide ventriculography. *J Nucl Med* **21**: 71, 1980
- 植原敏男, 西村恒彦, 林田孝平, 内藤博昭, 林真, 香川雅明, 山田幸典, 伊藤慎三, 小塚隆弘: スラントコリメータを使用した心筋シンチグラフィ. *核医学* **20**: 63, 1983
- 塩谷英之, 梶谷定志, 大森好晃, 南地克美, 中島義治, 前田和美, 福崎 恒: タリウム 201 2 回分注法による運動-ニトログリセリン負荷心筋イメージ法の臨床的有用性. *J Cardiology* **14**, 29: 1984
- 塩谷英之, 梶谷定志, 加納康至, 大森好晃, 中島義治, 藤谷和大, 前田和美, 福崎 恒: 運動後ニトログリセリン投与. 心筋イメージによる虚血心筋評価法. 第 48 回日循環学会抄録集; 1984
- Okada RD, Lim YL, Rothendler J, Boucher CA, Block PC, Pohost GM: Split dose thallium-201 dipyridamole imaging. *JACC* **5**: 1302, 1983
- Beller GA, Watson DD, Ackell P, Pohost GM: Time course of thallium-201 redistribution after transient myocardial ischemia. *Circulation* **61**: 791, 1980
- Schwartz JS, Pouto R, Carlyle P, Forstrom L, Cohn JN: Early redistribution of thallium-201 after temporary ischemia. *Circulation* **57**: 332, 1978

大森, 梶谷, 加納, ほか

- 15) Kronenberg MW, Robertson RM, Born ML, Steckley RA, Robertson D, Friesinger GC: Thallium-201 uptake in variant angina: Probable demonstration of myocardial reactive hyperemia in man. *Circulation* **66**: 1332, 1982
- 16) Stolzenberg J, Pollak R: Rapid redistribution of thallium-201 post stress testing in a patient with variant angina. *Clin Nucl Med* **4**: 283, 1979
- 17) Gutman J, Berman DS, Freeman M, Rozanski A, Maddahi J, Waxman A, Swan HJC: Time to completed redistribution of thallium-201 in exercise myocardial scintigraphy. *Am Heart J* **106**: 989, 1983