

運動負荷タリウム心筋
single photon emission
computed tomography
による心筋梗塞後患者にお
ける一過性虚血の検出

Detectability of stress-
induced ischemic lesion
in previous myocardial
infarction using ^{201}Tl
myocardial single photon
emission computed to-
mography

二神 康夫
浜田 正行
市川 毅彦
山門 徹
小西 得司
中野 赴
竹沢 英郎
竹田 寛*
前田 寿登*

Yasuo FUTAGAMI
Masayuki HAMADA
Takehiko ICHIKAWA
Tetsu YAMAKADO
Tokuji KONISHI
Takeshi NAKANO
Hideo TAKEZAWA
Kan TAKEDA*
Hisato MAEDA*

Summary

The purpose of this study was to evaluate the detectability of stress-induced ischemic lesion in patients with previous myocardial infarction using single photon emission computed tomography (SPECT) producing thallium-201 (Tl-201) myocardial perfusion imagings (MPI). Seventy patients underwent stress SPECT by symptom-limited graded bicycle ergometer exercise using a dual-headed rotating gamma camera (Toshiba GCA70A) equipped with a computer system (GMS90). After intravenous administration of 2.5 mCi of Tl-201 , stress SPECT data at 10 minutes and delayed SPECT data at 3 hours after the injection were collected in the 64×64 matrix form covering 360° directions by camera sweep of 180° in 6 minutes, which were immediately followed by conventional planar imagings (PL). Transaxial tomographic image reconstruction was performed by convolution method using a Shepp-Logan's filter. Thereafter, sagittal and coronal tomographic images were reconstructed for about 2 minutes. Image interpretation was assessed visually.

The results were as follows:

1. Sensitivity and specificity in detecting the affected vessel with more than 75% stenosis by

三重大学医学部 第一内科
*同 放射線科
津市江戸橋 2-174 (〒514)

The First Department of Internal Medicine, and
the Department of Radiology*, Mie University School
of Medicine, Edobashi 2-174, Tsu 514

Presented at the 26th Meeting of the Cardiography Society held in Osaka, April 1-2, 1983
Received for publication May 6, 1983

segmental analysis of myocardial images were higher by SPECT than by PL (LAD 89% and 65%, LCX 68% and 56%, RCA 89% and 76% in sensitivity and LAD 94% and LCX 75%, 92% and 94%, RCA 81% and 59% in specificity, respectively).

2. Sensitivity in detecting both single (82%) and multivessel disease (76%) was fairly high.

3. Detectability of stress-induced ischemia (i.e. occurrence of a new defect in patients with previous myocardial infarction and ST-segment depression in ECG) was significantly higher in SPECT (67%) than in PL (39%, $p < 0.005$) and in ECG (39%, $p < 0.005$).

4. A perfusion defect in the extensive anterior wall, marked left ventricular dilatation and the widening of the angle toward the apex composed of septal and anterolateral walls in transaxial images were the findings characteristic of anterior myocardial infarction with severe dyskinesia.

We conclude that stress SPECT is a useful noninvasive technique for the documentation of the number of vessels affected and severe wall motion abnormality of the LV and for the detection of stress-induced ischemia in previous myocardial infarction.

Key words

Single photon emission computed tomography SPECT Previous myocardial infarction Multi-
vessel disease Stress-induced ischemia Ventricular aneurysm

はじめに

虚血性心疾患診断における運動負荷 ²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィ(負荷シンチ)の有用性については数多くの報告があり¹⁻⁵⁾, 運動負荷心電図(負荷心電図)に比し, 診断精度が高いといわれている。

近年, ²⁰¹Tl 心筋 single photon emission computed tomography (SPECT) の臨床応用により, 従来の planar image (PL) に比し, 虚血あるいは梗塞による灌流欠損を, より正確かつ鮮明に描出できるようになった⁶⁻⁹⁾。

今回我々は, 心筋梗塞患者の重症度, 予後, 治療方針の決定のため, 発作後 1~3 ヶ月の患者 70 例に負荷シンチ (SPCET & PL) を施行し, SPECT 所見より罹患冠動脈およびその数の推定, 一過性虚血の検出, 左室壁運動異常の推定を行い, 冠動脈造影, 左室造影所見をもとに, PL, 負荷心電図所見と対比検討したので報告する。

対 象

対象は臨床的(症状, 血清酵素, 心電図)に心筋梗塞と診断した, 発作後 1~3 ヶ月の患者 70 例で, 男 66 例, 女 4 例, 平均年齢は 55.5 歳である。全例, 負荷シンチ前後 34 日以内に選択的冠動脈

造影および左室造影を施行し, 冠動脈造影所見より, この 70 例を主要冠動脈(左前下行枝: LAD, 左回施枝: LCX, 右冠動脈: RCA) のいずれかに 75% 以上の内腔狭窄を有する一枝病変群 33 例, 二枝病変群 18 例および三枝病変群 19 例の 3 群に分類した (Table 1)。

方 法

1. 運動負荷方法

坐位自転車エルゴメーターを用い, 50 W より開始し, 3分ごとに 25 W ずつ負荷量を増す多段階運動負荷を加え, 下肢疲労, 胸痛, 呼吸困難等の症状出現時, ²⁰¹Tl 2.5 mCi を急速静注し, さらに 1 分間の運動を同レベルあるいは 10~25 W 負荷量を減らして続行させ, 静注 10 分後より負荷像, 静注 3 時間後より再分布像を撮像した。

心電図は運動負荷前, 中および負荷後 3~8 分まで連続的にモニターし, 運動中は 1 分ごと, 運動直後, 終了後 1 分ごとに記録した。心電図記録は Mason-Likar の方法¹⁰⁾に準じ, I, II, III, aVR, aVL, aVF, V₂, V₅, V₆ の 9 誘導で行った。

2. シンチグラフィのデータ収集および画像再構成

使用した装置は低エネルギー汎用型コリメータ

Table 1. Patient's profile

SCA findings	No.	Male	Female	Age	(Mean)
1 v.d.	33	31	2	31-69	54.2
LAD	23	23	0	31-64	52.7
LCX	4	4	0	55-69	62.5
RCA	6	4	2	47-66	54.5
2 v.d.	18	16	2	40-68	54.9
LAD+LCX	5	5	0	44-63	54.2
LAD+RCA	7	6	1	40-65	51.7
LCX+RCA	6	5	1	48-68	59.2
3 v.d.	19	19	0	38-69	58.3
Total	70	66	4	31-69	55.5

SCA=selective coronary arteriography; v.d.=vessel disease; LAD=left anterior descending artery; LCX=left circumflex artery; RCA=right coronary artery.

一を装着した回転対向型 SPECT 装置 (東芝製 GCA-70A), および同社製 GMS-90 データ処理装置である. SPECT データの収集は, 注射後 10 分と 3 時間後に, 2 台の対向型ガンマカメラを 180° 回転させることにより 360° 方向から行い (6 分), 引き続き PL 像を 3 方向 (前面, 左前斜位 45° , 左側面) より撮影した. 収集条件は, エネルギーピーク $80 \text{ KeV} \pm 30\%$ で, SPECT データはカメラを 4° ごとに回転させ, 計 90 投影データを 64×64 マトリックスに収集した. 1 投影データあたりの収集カウントは約 1~6 万, 最大で 10 万カウントである. また PL 像は画像全体で 25~30 万カウント (心臓全体で 10~12 万カウント) を収集し, ガンマイメージャーに撮像した.

画像再構成は Shepp & Logan のフィルターを用いたコンボリューション法で行い, スライス厚 5.4 mm で体軸横断層像 (transaxial) を得 (約 6 分), この像を基に矢状 (sagittal) および冠状断層像 (coronal) を作成した (約 2 分).

3. 冠動脈造影および左室造影の方法と判定

Judkins 法を用い, 冠動脈造影は左右冠動脈をそれぞれ 2 方向以上から, 左室造影は右前斜位 30° , 左前斜位 $45 \sim 60^\circ$ の 2 方向を 35 mm シネ

撮影した. 冠動脈造影の読影は AHA 分類に従い, 内径 75% 以上の狭窄性病変を有意とし, 罹患冠動脈数の算定の場合, 左冠動脈主幹部の病変は LAD+LCX 病変とみなした. ただし, 梗塞責任病変となっている後側壁枝は LCX, 対角枝は LAD 病変に加えている.

左室造影所見も同様に AHA 分類に従い左右両斜位を 7 分節に分けて評価し, dyskinesis (心室瘤を含む) が認められる例では, その領域が 1 分節のみの D(1) と, 2 分節以上に認められる D(2) の 2 群に分類した. 読影はいずれも 3 名の心臓専門医の合議により行った.

4. 負荷心電図の判定およびシンチグラムの読影

負荷心電図の判定基準は, 負荷前心電図の ST レベルと比べ, J 点から 0.08 秒時点での ST 低下が, 水平または下行型では 0.1 mV 以上, J 型では 0.15 mV 以上を有意な低下とし, ST 上昇は, J 点から 0.04 秒時点で 0.1 mV 以上上昇したものを有意とした.

シンチグラムの読影は SPECT, PL とともに視覚的評価法で行い, 負荷像と再分布像を対比し, 両者ともに認められる欠損 (permanent defect) を梗塞部位とし, 梗塞周囲での欠損の拡大および

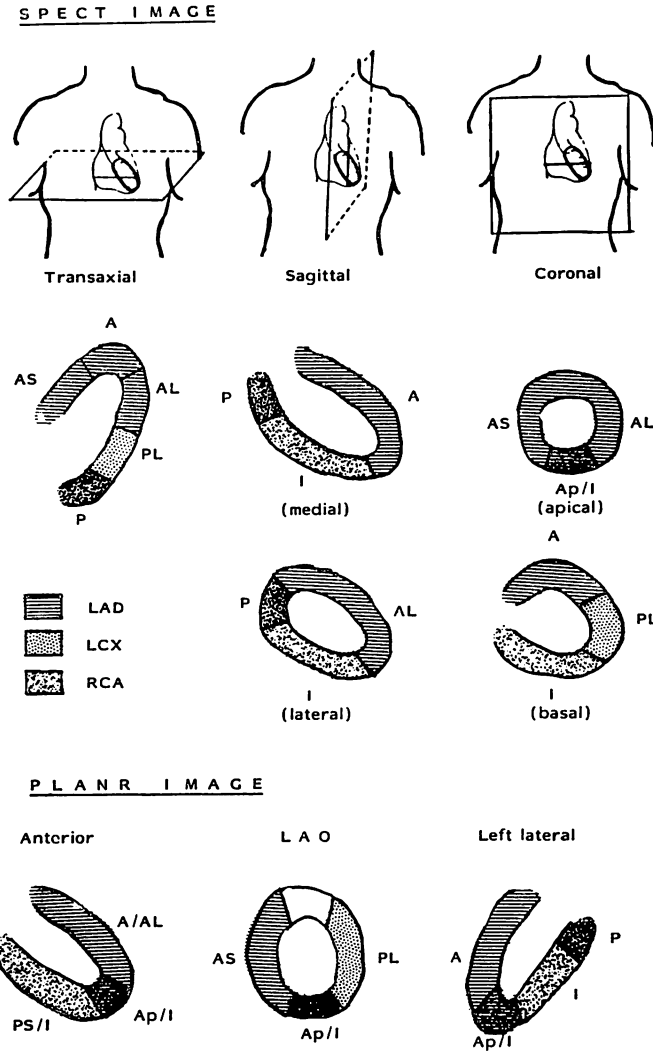


Fig. 1. Schematic representation showing myocardial segments in Tl-201 myocardial perfusion imagings.

A=anterior; S=septal; L=lateral; P=posterior; I=inferior; Ap=apical; LAD=left anterior descending atrtery; LCX=left circumflex artery; RCA=right coronary artery; LAO=left anterior oblique; Ap/I=apical and/or inferior; PS/I=posteroseptal and/or inferior; A/AL anterior and/or anterolateral.

増強, 新規の部位での欠損の出現 (new defect) を一過性虚血とした. また, シンチグラムを各分節に分けてそれぞれの冠動脈支配域に対応させ (Fig. 1), 各分節の欠損像より罹患冠動脈の推定を行った.

5. 統計処理

SPECT と PL および心電図の成績の比較は McNemar test を用い, p 値 5% 未満を有意水準とした. また, sensitivity, specificity, overall accuracy の計算は次式を用いて行った.

Table 2. Detection of individual coronary artery lesions by stress Tl-201 myocardial perfusion imaging (N=70)

	TP	TN	FP	FN	Sensitivity (%)	Specificity (%)	Accuracy (%)
LAD							
SPECT	48	15	1	6	89]	94]	90]
PLANAR	35	12	4	19	65]	75]	76]
p<0.005 (Sensitivity), NS (Specificity), p<0.005 (Accuracy)							
LCX							
SPECT	23	33	3	11	68]	92]	80]
PLANAR	19	34	2	15	56]	94]	76]
NS (Sensitivity), NS (Specificity), NS (Accuracy)							
RCA							
SPECT	34	26	6	4	89]	81]	86]
PLANAR	29	19	13	9	76]	59]	69]
NS (Sensitivity), NS (Specificity), p<0.01 (Accuracy)							

LAD=left anterior descending artery; LCX=left circumflex artery; RCA=right coronary artery; SPECT=single photon emission computed tomography; PLANAR=planar imaging; TP=true positive; TN=true negative; FP=false positive; FN=false negative..

$$\text{Sensitivity} = \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \text{FN}}$$

$$\text{Specificity} = \frac{\text{TN}}{\text{TN} + \text{FP}}$$

$$\text{Overall accuracy} = \frac{\text{TP} + \text{TN}}{\text{TP} + \text{FN} + \text{TN} + \text{FP}}$$

ただし TP=true positive, FN=false negative, TN=true negative, FP=false positive

結 果

罹患冠動脈の推定: **Table 2** に, シンチ負荷像による 75% 以上の狭窄を有する罹患冠動脈推定結果を示す. SPECT は PL に比べ高い精度で罹患冠動脈の推定が可能であった. この成績に基づき, SPECT 所見から罹患冠動脈数の推定を行った結果を **Fig. 2** に示す. 一枝病変正診率は 82%, 二枝病変正診率は 39%, 三枝病変正診率は 63% で, 二枝, 三枝病変をあわせた多枝病変正診率は 70% (26/37) となった. 一枝病変, 二枝病変での罹患冠動脈数の過大評価は, おもに LCX 病変による下壁の欠損を RCA 病変と誤読したためであった.

以下に実例を呈示する.

症例 1. 63 歳, 男. 前壁梗塞, LAD 一枝病変 (**Fig. 3**)

LAD 支配領域である前壁の permanent defect に加え, 前壁, 中壁, 前側壁の new defect が明らかであるが, LCX, RCA 支配域には欠損は認められなかった. 本例は SPECT により, LAD 一枝病変に伴う前壁梗塞および前壁, 中隔, 前側壁の一過性虚血と診断された.

症例 2. 51 歳, 男. 下壁梗塞, 三枝病変 (**Fig. 4**)

下壁の permanent defect (RCA 病変)に加え, 中隔 (LAD 病変) および後側壁 (LCX 病変) の new defect が明らかである. また, 下壁の欠損の拡大所見も認められた. 本例は SPECT 所見より, 正しく三枝病変と診断された.

前述の症例で示したごとく, シンチグラムの新 defect を一過性虚血とし, 負荷心電図の ST 低下の頻度と比較した結果を **Fig. 5** 示す. SPECT は一枝病変, 二枝病変, 三枝病変のいずれの場合にも, PL, 心電図に比し一過性虚血の検出率が高く (SPECT, PL, 心電図の順に, 一枚病変で 52%, 33%, 24%, 二枝病変で 83%, 33%, 39%, 三枝病変で 68%, 53%, 63%), ま

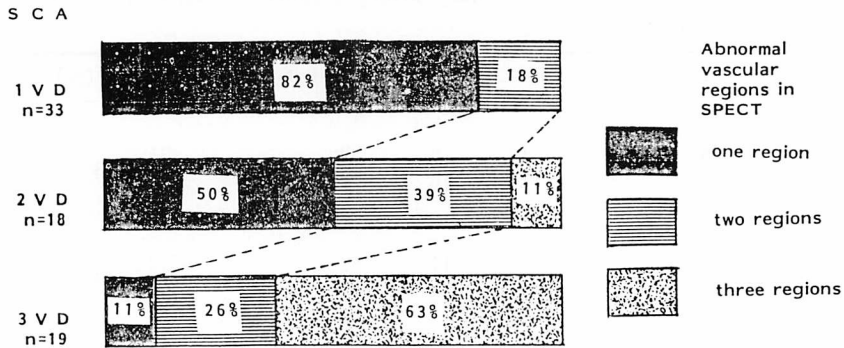


Fig. 2. Assessment of the number of affected vessels by SPECT.

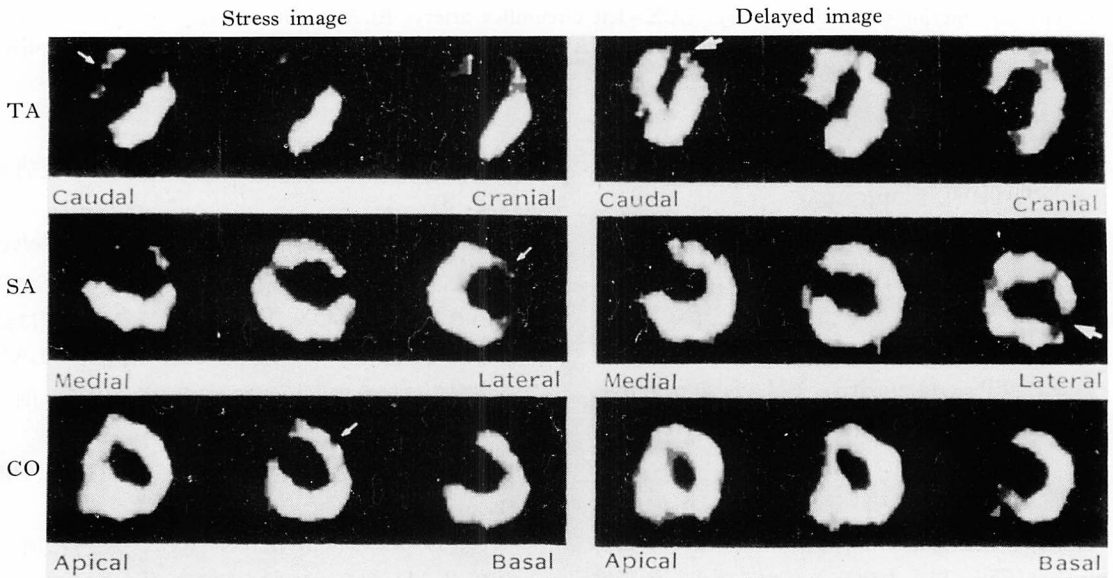


Fig. 3. SPECT images from a 63 year-old male with anterior myocardial infarction.

In addition to the anteroapical perfusion defect in delayed images (large arrows), interventricular septal and anterolateral perfusion defects are depicted in stress images (small arrows). These findings enable us to diagnose the single vessel disease of the left anterior descending artery.

TA=transaxial image; SA=sagittal image; CO=coronal image.

た棒グラフ内の括弧で示しているように, PL および心電図陽性例の大部分を包含していた. さらに, ST 低下は罹患冠動脈数とともに増加し, 多枝病変に出現率が高く, 前述したように, ST 低下の大多数は SPECT で new defect が検出された. 三枝病変で ST 低下 12 例中 4 例では new

defect が検出されていないが, この 4 例は全例広範囲の誘導で 3 mm 以上の ST 低下がみられ, 臨床的には虚血部と考えられる部位に permanent defect が認められ, 再分布現象が検出できなかった例である.

Fig. 6 は SPECT における new defect 出現

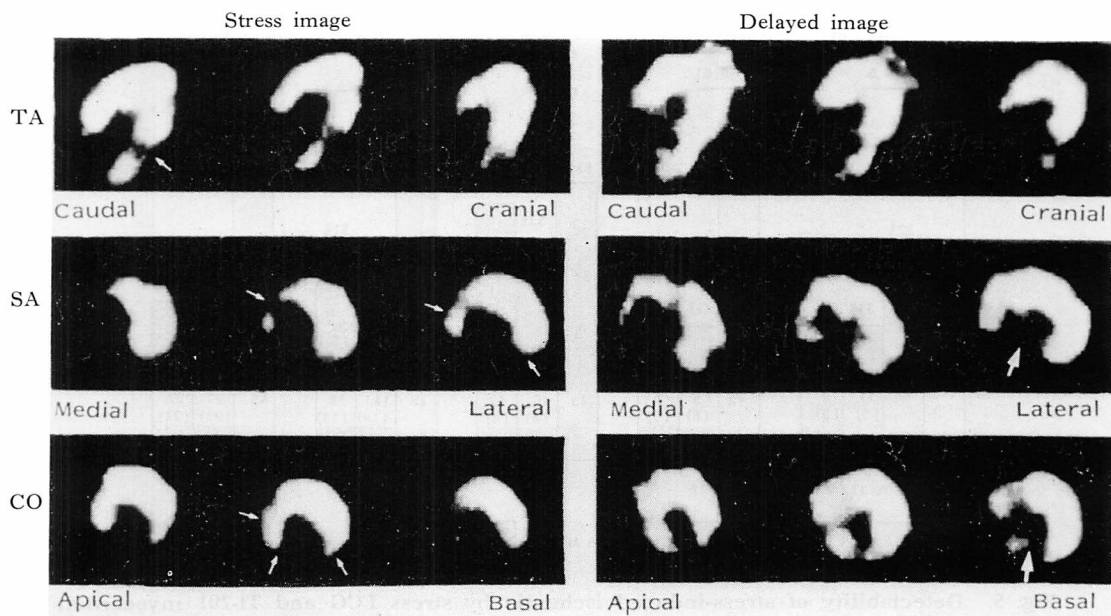


Fig. 4. SPECT images from a 51 year-old male with inferior myocardial infarction.

In delayed images, perfusion defects in the inferior wall are depicted (large arrows) and additional perfusion defects (small arrows) in the posterolateral (TA) and septal (SA) walls are recognized in stress images. These findings enable us to diagnose inferior infarction with stress-induced ischemia in the septal and posterolateral walls caused by a triple vessel lesion.

Abbreviations are the same as shown in Fig. 3.

部位と permanent defect との関係を、罹患冠動脈数別に分類したものである。一枝病変例では、new defect が出現した 17 例(52%)全例が梗塞部と同一血管支配領域であったのに対し、二枝病変例では 39%、三枝病変例では 42% が他領域に new defect が出現していた。さらに三枝病変例で new defect が認められなかった 6 例(32%)中 4 例は、前述のごとく、臨床的に虚血部と考えられる部位が permanent defect となった例である。

SPECT 所見と左室壁運動異常との関係：

左室造影上、2 分節以上に dyskinesia の認められる D(2) 群では、Fig. 7 下段で示すごとく、SPECT の体軸横断々層像において、前壁の広範な欠損と左室内腔の拡大、および中隔と側壁のなす角度が心尖部へ向かって開大する所見が特徴的であった。また負荷心電図での ST 上昇例と左室壁運動異常例との関係を Table 3 に示す

が、 $1.0\text{ mm} \leq \text{ST 上昇} < 2\text{ mm}$ の 12mm 例中 6 例に、一方、 $2\text{ mm} \leq \text{ST 上昇}$ の 13 例中 10 例に dyskinesia が認められ、ST 上昇と左室壁運動異常との相関が明らかにされた。これらの所見を基に左室壁運動異常を推定した結果を Table 4 に示す。負荷心電図上 ST 上昇をみることにより、かなりの程度で dyskinesia の存在を予測できるが、D(1) と D(2) の鑑別は困難であった。一方、SPECT 所見により D(2) 群を正確に検出でき (sensitivity 100%, specificity 98%), 高度壁運動異常の検出に優れた成績が示された。

考 察

心筋梗塞患者において梗塞範囲、残存心筋の存在、梗塞域以外の虚血部、すなわち多枝病変の存在を認識することは、重症度、予後および治療方針の決定上極めて重要である。

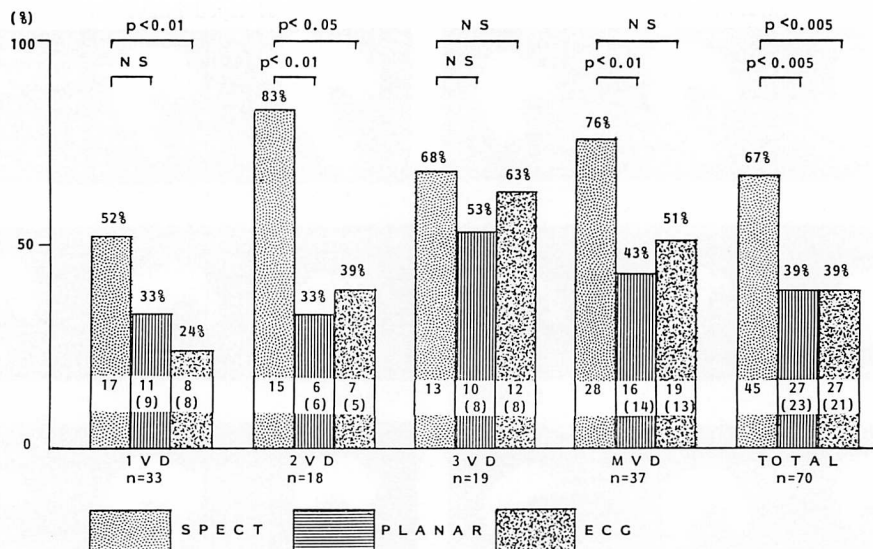


Fig. 5. Detectability of stress-induced ischemia by stress ECG and TI-201 myocardial perfusion imaging.

VD=vessel disease; MVD=multivessel disease; NS=not significant; Number in parentheses indicates the cases in which stress ECG was consistent with SPECT.

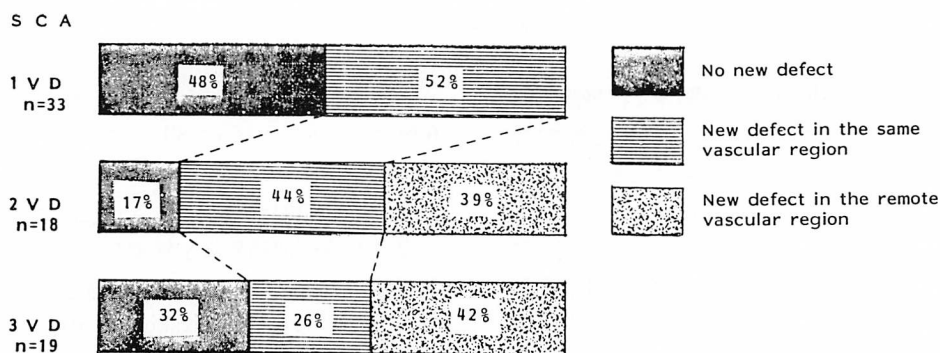


Fig. 6. Incidence of a new defect in relation to the affected vascular region.

運動負荷シンチグラフィは、その再分布現象¹¹⁾により、検塞部の描出に加え、一過性虚血の検出をも可能とした。またシンチグラムの segmental analysis により罹患冠動脈を推定する試みが数多くなされ¹²⁻¹⁸⁾、PL 像の視覚的評価による sensitivity は LAD, LCX, RCA でそれぞれ 56~78%, 21~45%, 50~73% と報告されて

いる^{12,16,18)}。しかし心筋梗塞合併の有無や罹患冠動脈数の相違によりその結果は異なり、これらを分類して検討する必要がある。我々の心筋梗塞患者における罹患冠動脈の推定において、PL での sensitivity は LAD, LCX, RCA それぞれ 65%, 68%, 89% と、従来の報告よりやや良好な成績をあげているが、SPECT は 89%, 68%, 89%

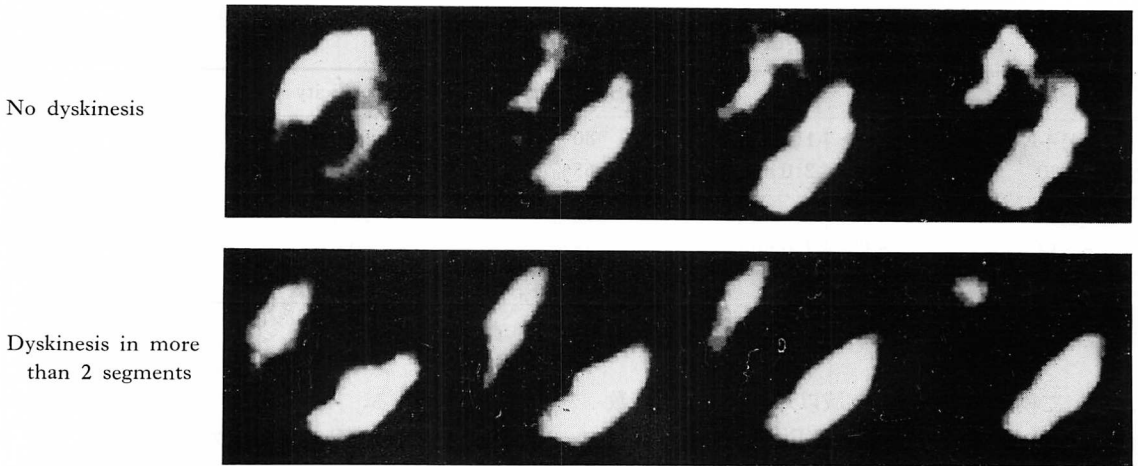


Fig. 7. Comparison of SPECT images in anterior myocardial infarction cases with (lower) and without (upper) dyskinesia.

An extensive perfusion defect, a marked left ventricular dilatation and a widening of the angle composed by septal and anterolateral walls towards the apex in transaxial images are characteristic findings in cases with dyskinesia (lower).

Table 3. Relation between stress-induced ST-segment elevation and the number of dyskinetic segments in left ventriculograms

ECG findings	LVD findings			
	D (-)	D (1)	D (2)	Total
ST \uparrow (-)	41	3	1	45
1.0 mm \leq ST \uparrow < 2.0 mm	6	2	4	12
2.0 mm \leq ST \uparrow	3	3	7	13
Total	50	8	12	70

LVD=left ventriculography, D (-)=no dyskinetic segment, D (1)=dyskinesia in one segment, D (2)=dyskinesia in more than 2 segments.

とさらに良好な結果となっている。PL の成績の向上は心筋梗塞患者に限定して検討したためと考えられるが、いずれにしても SPECT は、従来の PL と比べ、高い精度で罹患冠動脈の推定を可能にすると思われる。

心筋梗塞患者において、負荷シンチあるいは負荷心電図を用い、非観血的に罹患冠動脈数を推定

する報告は多い。ST 低下の頻度は一枝病変群で 7~35%、多枝病変群で 35~72% と報告^{14,18,20)}されており、我々の成績もそれぞれ 24%、51% と従来の報告と一致した。この結果より多枝病変を推定した場合、sensitivity は 51%、specificity は 76% となる (Fig. 5)。一方 SPECT による多枝病変検出の sensitivity は 70%、specificity は 82% と負荷心電図に比べ、より正確に診断できる。しかも多枝病変が二枝病変か三枝病変かの鑑別もある程度可能である (Fig. 2)。このように、SPECT により従来の PL で診断が困難であった多枝病変の診断²¹⁾を高い精度で行えるようになった。

負荷シンチによる心筋梗塞患者の一過性虚血の検出において、個々の患者の罹患冠動脈数や梗塞の程度の違いにより、new defect の出現様式も異なってくる。その出現頻度は多枝病変例で高く、また PL に比べ SPECT で明らかに検出率が高い (Fig. 5)。さらに、一枝病変例で new defect が出現した 17 例において、その部位は全例梗塞部と同一血管支配領域であったのに対し、

Table 4. Sensitivity, specificity and overall accuracy for detection of dyskinesia from stress-induced ST-segment elevation and SPECT findings

		Sensitivity	Specificity	Accuracy
D (1)+D (2) n=20	ST \geq \uparrow 1.0 mm	80%	82%	81%
	ST \geq \uparrow 2.0 mm	65%	94%	86%
D (2) n=12	ST \geq \uparrow 1.0 mm	92%	76%	79%
	ST \geq \uparrow 2.0 mm	58%	90%	84%
	SPECT	100%	98%	99%

Abbreviations are the same as shown in Tables 2 and 3.

二枝, 三枝病変例では梗塞域以外の部位にも多数 new defect が出現している (Fig. 6). これらのことは, 多枝病変を診断するために重要なことであるばかりでなく, AC バイパス術の適応を決定する上にも有用な情報をもたらすものである.

心筋梗塞後の負荷心電図における ST 低下は, Fig. 5 で示したように, 多枝病変例で出現頻度が高く, ST 低下例の大多数では SPECT により new defect が認められ, 一過性虚血を示す所見と考えられる. 三枝病変例で ST 低下 12 例中 new defect の認められなかった 4 例は, 前述したごとく, 全例 3 mm 以上の ST 低下が広範囲の誘導で認められ, 臨床的に梗塞域と考えられる部位だけでなく, 虚血部と考えられる部位も permanent defect となっていた例である. すなわち, より強い虚血のため, 3 時間後の再分布現象が検出できなかったものと考えられる. Leppo ら²²⁾, Berger ら²³⁾の報告でもみられるように, 再分布像または安静時画像にみられる欠損は, 必ずしも梗塞を示しているとは限らず, 持続的な高度の虚血でも出現すると考えられる.

我々の例においても, 4 例中 2 例に, 再分布現象は乏しいが, 心電図, 左室造影所見で非梗塞部であると考えられる支配血管に AC バイパス術を施行し, 術後に ²⁰¹Tl とりこみの著明な改善を認めた例がある.

以上より, 負荷心電図における ST 低下は, 多枝病変を示す所見というよりも, 一過性虚血を示す所見であり, 当然の結果として, 多枝病変に出

現率が高くなる.

Weizenberg ら²⁴⁾はシンチグラム (PL 像) による左室瘤の検出上の特徴として, 1) 大きな灌流欠損, 2) 肺野バックグラウンドの増強, 3) 右心室のとりこみ増強, 3) 心筋の輪郭異常をあげている. 我々の SPECT 所見では, 1) 前壁の広範な欠損, 2) 左室内腔の著明な拡大, 3) 中隔と側壁のなす角度の心尖部へ向かっての開大が特徴的所見で, おおむね彼らの報告と一致したものの, 我々の所見によれば, より明瞭に判定できるものと考えられる. 心筋梗塞患者の負荷心電図での ST 上昇は, 我々の結果でも従来^{25,26)}と同じく, 左室壁運動異常と相関を示し, dyskinesia の検出に有用な情報をもたらすが, dyskinesia が 1 分節のみ [D(1)] か 2 分節以上 [D(2)] にまたがるのかの鑑別は, ST 上昇のみからは判定困難である. 一方 SPECT 所見によれば D(2) の検出が可能で, 今回検討した症例数は少ないものの, sensitivity 100%, specificity 98% とすぐれた結果が得られ, 高度壁運動異常の検出に有力な情報をもたらすものと考えられた.

結 論

1. Segmental analysis による罹患冠動脈の推定において, SPECT, PL の sensitivity は, LAD, LCX, RCA でそれぞれ 89% : 65%, 68% : 56%, 89% : 76% であり, specificity は, 94% : 75%, 92% : 94%, 81% : 59% と, SPECT での結果が優れており, また SPECT により, 多

枝病変の検出も可能であった。

2. 一過性虚血を示す new defect の検出率は SPECT で 67%, PL で 39% ($p < 0.005$), 心電図 ST 低下 39% ($p < 0.005$) で, 一過性虚血の検出には SPECT が有用であった。

3. 体軸横断々層像において, 前壁の広範な欠損と左室内腔の拡大, および中隔と側壁のなす角度が心尖部へ向かって開大する所見は, 前壁梗塞例での高度な壁運動異常に特異的な所見と考えられた。

以上より, SPECT は心筋梗塞後患者の罹患冠動脈の推定, 多枝病変の検出, 一過性虚血, および高度な壁運動異常の検出に有力な情報をもたらすものであると結論される。

要 約

心筋梗塞患者 70 例に運動負荷タリウム 201 心筋 single photon emission computed tomography (SPECT) を施行し, 罹患冠動脈およびその数の推定, 一過性虚血の検出, 左室壁運動異常の推定を行った。使用した装置は, 対向回転型ガンマカメラを装着した東芝製 GCA 70A, および GMS 90 system である。方法は自転車エルゴメーターで symptom-limited の多段階運動負荷を行い, タリウム 201 2.5 mCi 静注後 10 分より負荷像, 3 時間後より再分布像を撮像した。SPECT データは, カメラを 4° ごとに 180° 回転させることにより, 360° 方向から 6 分間で 64×64 マトリックスに収集し, 引き続き planar 像 (PL) を撮像した。画像再構成は Shepp-Logan のフィルターを用いたコンポリューション法で体軸横断断層像を再構成し (約 6 分), その像を基に矢状, 冠状断層像を作成した。画像の判定は視覚的評価法でおこなった。

結果:

1. Segmental analysis による罹患冠動脈の推定において, SPECT は planar 法に比べ高い sensitivity (LAD: 89%/65%, LCX: 68%/56%, RCA: 89%/76%) および specificity (LAD: 94

%/75%, LCX: 92%/94%, RCA: 81%/59%) を示した。

2. 一枝病変正診率は 82%, 多枝病変正診率は 76% で, 多枝病変の検出も可能であった。

3. 一過性虚血を示す新たな欠損部の検出率は SPECT で 67%, planar 法で 39% ($p < 0.005$), 心電図 ST 低下で 39% ($p < 0.005$) であり, この種の虚血の検出には SPECT が有用であった。

4. 体軸横断々層像において, 前壁の広範な欠損と左室内腔の拡大, および中隔と側壁のなす角度が心尖部へ向かって開大する現象は, 前壁梗塞例の高度な壁運動異常に特異的な所見であった。

以上より, SPECT は心筋梗塞後患者の罹患冠動脈の推定, 多枝病変の検出, 一過性虚血および高度な壁運動異常 (左室瘤) の検出に有力な情報をもたらすものであると結論される。

文 献

- 1) Bailey IK, Griffith LSC, Rouleau J, Strauss HW, Pitt B: Thallium-201 myocardial perfusion imaging at rest and during exercise. Comparative sensitivity to electrocardiography in coronary artery disease. *Circulation* 55: 79, 1977
- 2) Ritchie JL, Trobaugh GB, Hamilton GW, Gould KL, Narahara KA, Murray JA, Williams DL: Myocardial imaging with thallium-201 at rest and during exercise. Comparison with coronary arteriography and resting and stress electrocardiography. *Circulation* 56: 66, 1977
- 3) Verani MS, Marcus ML, Razzak MA, Ehrhardt JC: Sensitivity and specificity of thallium-201 perfusion scintigrams under exercise in the diagnosis of coronary artery disease. *J Nucl Med* 19: 773, 1978
- 4) Botvinick EH, Taradash MR, Shames DM, Parmley WW: Thallium-201 myocardial perfusion scintigraphy for the clinical clarification of normal, abnormal and equivocal electrocardiographic stress tests. *Am J Cardiol* 41: 43, 1978
- 5) Melin JA, Piret LJ, Vanbutsele RJM, Rousseau MF, Cosyns J, Brasseur LA, Beckers C, Detry JMR: Diagnostic value of exercise electrocardiography and thallium myocardial scintigraphy in patients without previous myocardial infarction: A Bayesian approach. *Circulation* 63: 1019, 1981
- 6) Goodwin PN: Recent development in instrumen-

- tation for emission computed tomography. *Semin Nucl Med* **10**: 322, 1980
- 7) Tamaki N, Mukai T, Ishii Y, Kambara H, Kawai C, Torizuka K: Clinical evaluation of thallium-201 emission myocardial tomography using a rotating gamma camera: Comparison with seven-pinhole tomography. *J Nucl Med* **20**: 849, 1981
 - 8) 竹田 寛, 前田寿登, 中川 毅, 山口信夫, 田口光雄, 浜田正行, 二神康夫, 小西得司, 竹沢英郎: ガンマカメラ回転型 Emission Computed Tomography による ^{201}Tl 負荷心筋断層像——Segmental analysis による 冠動脈狭窄性病変の検出率——. *核医学* **20**: 53, 1983
 - 9) 二神康夫, 浜田正行, 市川毅彦, 小西得司, 中野 越, 竹沢英郎, 竹田 寛, 前田寿登: 心筋シンチグラムの Emission CT 法——虚血性心疾患における検討——. *心臓* **15**: 856, 1983
 - 10) Mason RE, Likar I, Biern RO, Ross RS: Multiple-lead exercise electrocardiography. Experience in 107 normal subjects and 67 patients with angina pectoris, and comparison with coronary cineangiography in 84 patients. *Circulation* **36**: 517, 1967
 - 11) 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
 - 12) Massie BM, Botvinick EH, Brundage BH: Correlation of thallium-201 scintigrams with coronary anatomy: Factors affecting region by region sensitivity. *Am J Cardiol* **44**: 616, 1979
 - 13) Gibson RS, Taylor GJ, Watson DD, Stebbins PT, Martin RP, Crampton RS, Beller GA: Predicting the extent and location of coronary artery disease during the early postinfarction period by quantitative thallium-201 scintigraphy. *Am J Cardiol* **47**: 1010, 1981
 - 14) Rigo P, Bailey IK, Griffith LSC, Pitt B, Wagner HN, Becker LC: Stress thallium-201 myocardial scintigraphy for the detection of individual coronary arterial lesions in patients with and without previous myocardial infarction. *Am J Cardiol* **48**: 209, 1981
 - 15) Lenaers A, Block P, Thiel E, Lebedelle M, Becquevort P, Erbsmann F, Ermans AM: Segmental analysis of Tl-201 stress myocardial scintigraphy. *J Nucl Med* **18**: 509, 1977
 - 16) Wainwright RJ, Maisey MN, Sowton E: Segmental quantitative analysis of digital thallium-201 myocardial scintigrams in diagnosis of coronary artery disease. Comparison with rest and exercise electrocardiography and coronary arteriography. *Br Heart J* **46**: 478, 1981
 - 17) Maddahi J, Garcia EV, Berman DS, Waxman A, Swan HJC, Forrester J: Improved noninvasive assesment of coronary artery disease by quantitative analysis of regional stress myocardial distribution and washout of thallium-201. *Circulation* **64**: 924, 1981
 - 18) Weiner DA, McCabe C, Klein MD, Ryan TJ: ST segment changes post-infarction: Predictive value for multivessel coronary disease and left ventricular aneurysm. *Circulation* **58**: 887, 1978
 - 19) Starling MR, Crawford MH, Richards KL, O'Rourke RA: Predictive value of early postmyocardial infarction modified treadmill exercise testing in multivessel coronary artery detection. *Am Heart J* **102**: 169, 1981
 - 20) Fukui S, Sato H, Ogidani N, Miyake S, Sato K, Minamino T, Inoue M, Abe H: Clinical significance of exercise-induced ST changes in patients with prior myocardial infarction. Comparison of electrocardiographic and angiographic findings. *Jpn Circ J* **45**: 1131, 1981
 - 21) Rigo P, Bailey IK, Griffith LSC, Pitt B, Burrow RD, Wagner HN, Becker LC: Value and limitations of segmental analysis of stress thallium myocardial imaging for localization of coronary artery disease. *Circulation* **61**: 973, 1980
 - 22) Leppo J, Yipintsoi T, Blankstein R, Bontemps R, Freeman LM, Zohman L, Scheuer J: Thallium-201 myocardial scintigraphy in patients with triple-vessel disease and ischemic exercise tests. *Circulation* **59**: 714, 1979
 - 23) Berger BC, Watson DD, Burwell 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, 1979
 - 24) Weizenberg A, Goodenday LS, Leighton RF: Scintigraphic detection of ventricular aneurysm with thallium-201. *J Nucl Med* **24**: 34, 1983
 - 25) Chahine RA, Raizner AE, Ishimori T: The clinical significance of exercise-induced ST segment elevation. *Circulation* **54**: 209, 1976
 - 26) Dunn RF, Bailey IK, Uren R, Kelly DT: Exercise-induced ST-segment elevation. Correlation of thallium-201 myocardial perfusion scanning and coronary arteriography. *Circulation* **61**: 989, 1980