

《原 著》

心筋梗塞後患者における運動負荷心電図 ST 変化の臨床的意義

—²⁰¹Tl 心筋 single photon emission computed tomography による検討—

二神 康夫* 浜田 正行* 牧野 克俊* 市川 翠彦**
 小西 得司* 中野 起* 竹沢 英郎* 竹田 寛**
 前田 寿登**

要旨 心筋梗塞後患者における運動負荷心電図 ST 変化の臨床的意義を明らかにするため、発症後 1~3 か月の患者 93 例に運動負荷 ²⁰¹Tl 心筋 single photon emission computed tomography (SPECT) を施行し、SPECT 所見を中心に冠動脈造影、左室造影所見とも対比して検討した。運動による ST 低下出現頻度は罹患冠動脈数と共に増加し、ST 低下例の 90% に SPECT で一過性虚血が認められた。ST 上昇は全体の 31% に認められ、全例前壁側に梗塞を有し、その 93% (26/28) に左室造影上高度壁運動異常が認められ、また SPECT では広範な前壁側の持続欠損と内腔拡大が特徴的所見であった。以上より、ST 低下は一過性虚血、ST 上昇は前壁側の広範な梗塞に起因する高度壁運動異常を示す所見と考えられた。

I. 緒 言

運動負荷試験は虚血性心疾患診断への応用のみならず、心筋梗塞後患者のリハビリテーション、予後、重症度の判定、治療効果の評価等広く利用されており^{1~7)}、またその臨床的意義についても種々の観点から報告されている。

一方近年普及してきた運動負荷 ²⁰¹Tl 心筋シチグラフィーは、負荷心電図所見とともに、心筋血流分布を直接画像として描出⁸⁾でき、より正確な情報をもたらすよう^{9~13)}になった。さらに ²⁰¹Tl 心筋 single photon emission computed tomography (SPECT) の開発により、客観性の高い詳細な分析が可能と^{14,15)}なった。

今回われわれは、心筋梗塞後患者の負荷心電図 ST 変化の臨床的意義を明らかにするため、発作

後 1~3 か月の患者に symptom limited エルゴメーター運動負荷 ²⁰¹Tl 心筋 SPECT を施行し、SPECT 所見を中心に、冠動脈造影、左室造影所見とも対比して検討したので報告する。

II. 対 象

対象は心筋梗塞後 1~3 か月の患者 93 例で、男 87 例、女 6 例、平均年齢 55.1 歳である。全例冠動脈造影所見にて、主要冠動脈（左前下行枝：LAD、左回旋枝：LCX、右冠動脈：RCA）の一枝以上に有意な狭窄性病変（75% 以上の内腔狭窄）を有する例であり、臨床的に spasm の関与していると考えられる梗塞例は除外した。負荷 SPECT は観血的検査施行前後 34 日以内に行い、この間に狭心痛の増強や左心不全症状は認められていない。対象の内訳は、冠動脈造影上一枝病変群 42 例、二枝病変群 24 例、三枝病変群 27 例であり、また通常の心電図所見より、中隔～前壁～前側壁梗塞群（A 群）42 例、後側壁～後壁～下壁梗塞群（PI 群）45 例および両者に梗塞巣を有する A+PI 群 6 例よりなる（Table 1）。

* 三重大学第一内科

** 同 放射線科

受付：58 年 10 月 14 日

最終稿受付：59 年 1 月 18 日

別刷請求先：三重県津市江戸橋 2-17 (番 514)

三重大学医学部附属病院第一内科

二 神 康 夫

Table 1 Materials (myocardial infarction: n=93)

Abbreviations: SCA=selective coronary arteriography, VD=vessel disease, LAD=left anterior descending artery, LCX=left circumflex artery, RCA=right coronary artery, S-A-AL=septal and/or anterior and/or anterolateral wall, PL-P-I=posterolateral and/or posterior and/or inferior wall

SCA findings	No.	Infarct site		
		S-A-AL	PL-P-I	S-A-AL & PL-P-I
1 VD	42	28	14	0
LAD	29	28	1	0
LCX	4	0	4	0
RCA	9	0	9	0
2 VD	24	12	12	0
LAD+LCX	8	5	3	0
LAD+RCA	11	7	4	0
LCX+RCA	5	0	5	0
3 VD	27	2	19	6
Total	93	42	45	6

III. 方 法

既報¹⁵⁾のごとく、自転車エルゴメーターによる symptom limited 多段階運動負荷を行い、²⁰¹Tl 2.5 mCi 静注 10 分後 (stress image) および 3 時間後 (delayed image) の SPECT データを収集した。負荷心電図は、電極を Mason-Likar の方法を modify した位置におき、運動中は 1 分毎、運動中止直前、直後および中止後 1 分毎に 3~8 分まで、I, II, III, aVR, aVL, aVF, V₂ V₅ V₆ の 9 誘導を記録した。

SPECT 画像の判定は、体軸に対する横断、矢状、冠状の 3 断層像を作成し、CRT に 16 段階の gray scale で表示された画像において、心筋最大カウントの 40% バックグラウンドカットを行ない、ポラロイド写真に撮影したもの用い、視覚的評価により二人の医師の合議により行った。

負荷心電図の判定基準は、運動による ST 低下では、安静時 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 以上を有意とし、また、運動による ST 上昇は、J 点で測定し、安静時 ST

レベルと比べ 0.1 mV 以上上昇し、0.04 秒時点でも同様に上昇の認められるものを有意とした。一方安静時 ST レベルの判定は基線を基準とし、ST 上昇は Q 波のある誘導のみを有意とした。ただし aVR, aVL の変化は除外して判定した。

冠動脈造影、左室造影の読影は AHA 分類にしたがい、3 名の心臓専門医の合議によった。

統計処理は McNemar test および χ^2 test を用い $p < 0.05$ を有意差有りとした。

IV. 結 果

1. 負荷心電図における ST 変化の出現頻度

Table 2 は負荷心電図 ST 変化出現頻度を表したものである。安静時 ST レベルの検討では 51 例 (55%) が有意な ST 変化なく、5 例 (5%) が ST 低下、2 例 (2%) が ST 上昇および低下の両者、35 例 (38%) が ST 上昇を示し、また運動負荷により 34 例 (36.5%) は有意な変化を示さず、30 例 (32%) は ST 低下、9 例 (10%) は ST 上昇と低下の両者、20 例 (21.5%) は ST 上昇を示した。運動による ST 上昇を示した誘導は全例異常 Q 波を有する誘導と一致し、さらに、安静時または運動負荷により ST 上昇の認められた例はすべて前壁側梗塞例 (A 群及び A+PI 群) に限られていた。(ただし Table 2 で安静時 ST 低下、運動負荷により ST 上昇と低下を示した 1 例は、通常の心電図では下壁梗塞に分類されているが、左室造影で segment 3 に dyskinesis が認められた例である。)

運動による ST 上昇が全例 Q 波に一致した部位に認められたことは、今回の対象が spasm の関与する症例を除外しているため、当然のことと考えられる。

2. 罹患冠動脈数別の運動負荷による ST 低下と SPECT における reversible defect の出現頻度

Figure 1 に示すごとく、ST 低下の出現頻度は一枝病変群で 29%，二枝病変群で 33%，三枝病変群で 70% と罹患冠動脈と共に増加し、特に三枝病変群で出現頻度は高い。しかし、SPECT ではさらに高頻度に reversible defect (再分布の認められる欠損) が出現している。(一枝病変群 52%，二枝

Table 2 Stress ECG findings in patients with myocardial infarction (n=93)

	ST-segment level at rest				Total
	ST: baseline	ST↓	ST↑	ST↑	
stress-induced					
ST-segment change					
ST: no change	22	1	0	11	34 (36.5%)
ST↓	25	2	1	2	30 (32%)
ST↑↑	1	1	1	6	9 (10%)
ST↑↑	3	1	0	16	20 (21.5%)
Total	51 (55%)	5 (5%)	2 (2%)	35 (38%)	93

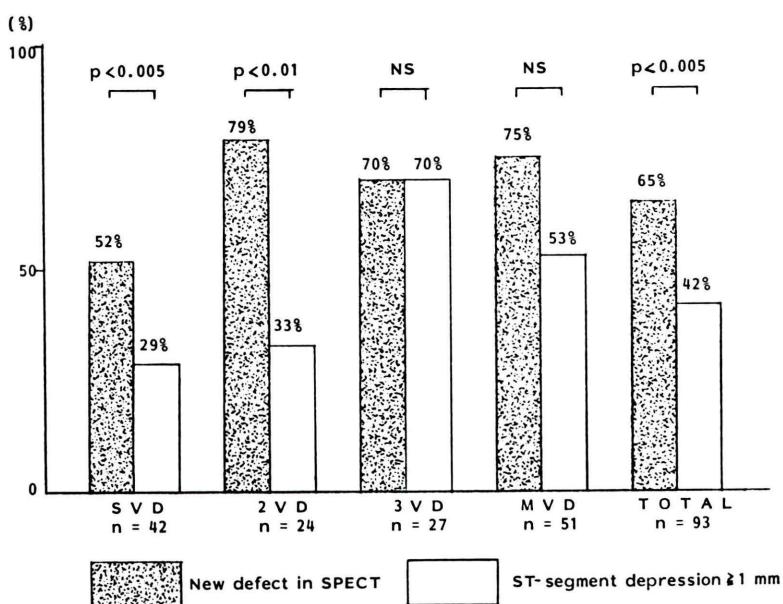


Fig. 1 Incidence of reversible defect in SPECT & stress-induced ST-segment depression in patients with myocardial infarction (n=93).

Abbreviations: SVD=single vessel disease, 2VD=two vessel disease, 3VD=three vessel disease, MVD=multivessel disease.

病変群79%，三枝病変群70%）

次に実例で負荷心電図とSPECT所見を対比して示す。

〔症例1〕 48歳、男、下壁梗塞、RCA一枝病変例

Figure 2で示すごとく、V₅ V₆で運動によるST

低下が明らかであり、またSPECTでは、下壁の持続欠損に加えstress imageで同部の欠損の拡大が明らかである。しかし負荷心電図ST低下部位とSPECTでのreversible defect部位（本例では下壁）とは一致していない。

〔症例2〕 57歳、男、下壁梗塞、三枝病変例

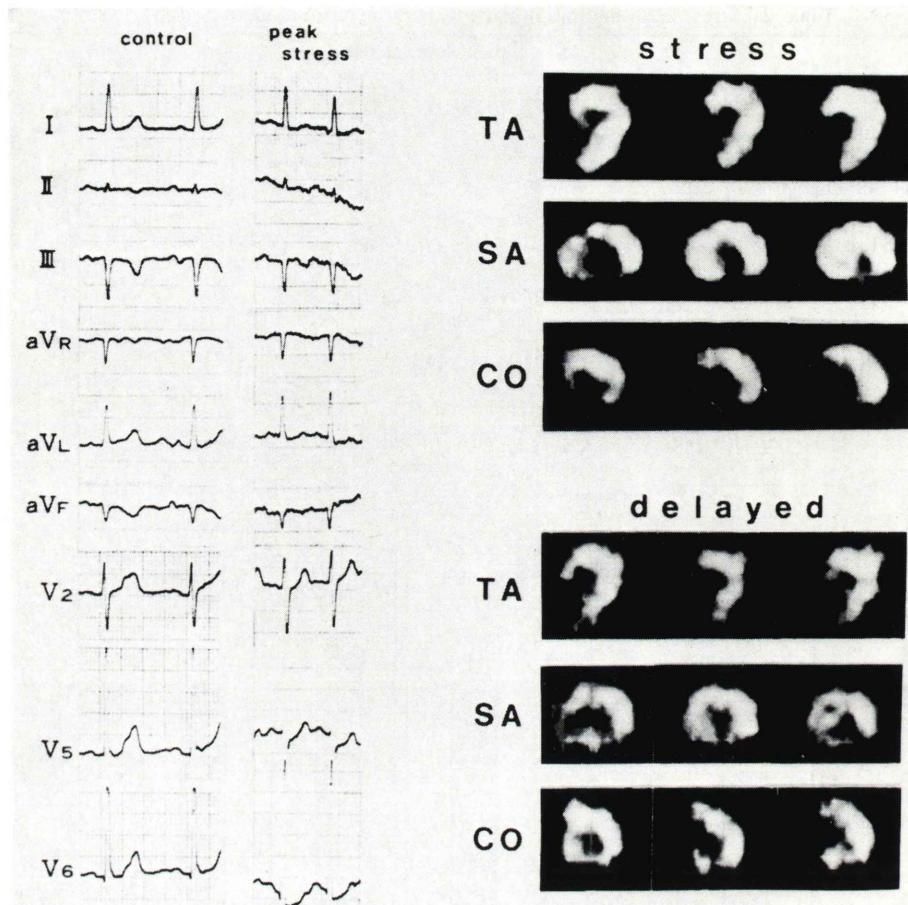


Fig. 2 Stress ECG and SPECT images in case 1, a 48 year-old male with inferior infarction.

Stress ECG revealed ST-segment depression in leads V₅ and V₆. In SPECT, perfusion defects in inferior wall were depicted in delayed images and additional perfusion defects were expanded in stress image.

Abbreviations: TA=transaxial sections, SA=sagittal sections, CO=coronal sections.

Figure 3 は AC bypass 術前の負荷心電図および SPECT と LAD への AC bypass 術後の SPECT を示す。心電図では、安静時から V₅ V₆ で ST 低下が認められるが、運動負荷により V₅ では 3 mm 以上の著明な ST 低下を示している。(安静時 II, III aVF の ST は 0.05 mV 上昇しており、運動負荷により 0.1 mV まで上昇しているが、今回の診断基準では有意な上昇とはならない。) 本例の術前の SPECT では下壁、後壁の完全欠損に加え、臨

床的(通常の心電図で Q 波がなく、左室造影で正常壁運動を示す)に梗塞部位とは違うと考えられる前壁中隔にも、²⁰¹Tl 集積低下が持続している。術後の SPECT では、前壁側の ²⁰¹Tl 取り込みの著明な改善が認められ、術前の前壁中隔の持続欠損は高度の虚血を示す所見であったと考えられる。

〔症例 3〕 64歳、男、広範前壁梗塞+心室瘤、LAD+LCX の 2 枝病変例

Figure 4 に示すとく、負荷心電図では安静時

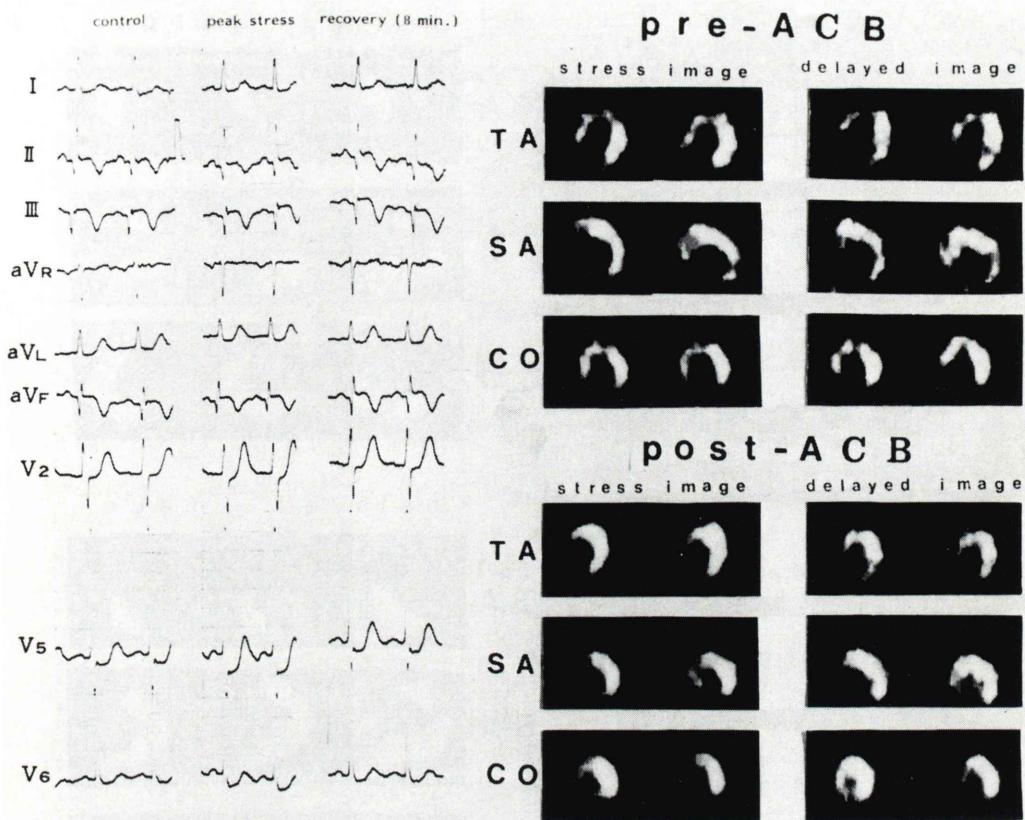


Fig. 3 Stress ECG (pre-ACB) and SPECT images (pre-ACB & post-ACB) in case 2, a 57 year-old male with inferior infarction.

Stress ECG revealed marked ST-segment depression (3 mm or more) in leads V₅ and V₆. In SPECT images at pre-ACB, persistent perfusion defect in inferior (infarct area) and antero-septal (non-infarct area) wall were depicted. Whereas, in SPECT images at post-ACB, anterior wall perfusion were normalized.

Abbreviations: ACB=aorto-coronary bypass surgery, TA=transaxial sections, SA=sagittal sections, CO=coronal sections.

ら ST 上昇が認められ、運動負荷によりさらに増強している。本例の SPECT では、前壁、中隔、前側壁の広範な欠損および内腔の拡大が特徴的所見である。また delayed image では中隔が軽度認められるようになっているが(再分布有り)本例のように運動により ST 上昇をきたす例では再分布は認められても非常に軽度のものが多い。また、以前報告¹⁶⁾したように、中隔と側壁のなす角度の心尖部へ向かっての開大は、心室瘤例に特異的に出現する。

3. 運動負荷心電図変化と SPECT での一過性虚血

前述の症例で示したように、SPECT での reversible defect の出現および、通常の心電図と左室造影所見により梗塞をおこしていないと考えた部位での持続欠損を一過性虚血とした時 Fig. 5 で示すごとく、運動負荷により、ST の変化しない群では 53%，ST 上昇群では 50% の一過性虚血の出現に対し、ST 低下および上昇の両者を示す群では 78%，ST 低下群では 93% に一過性虚血が出

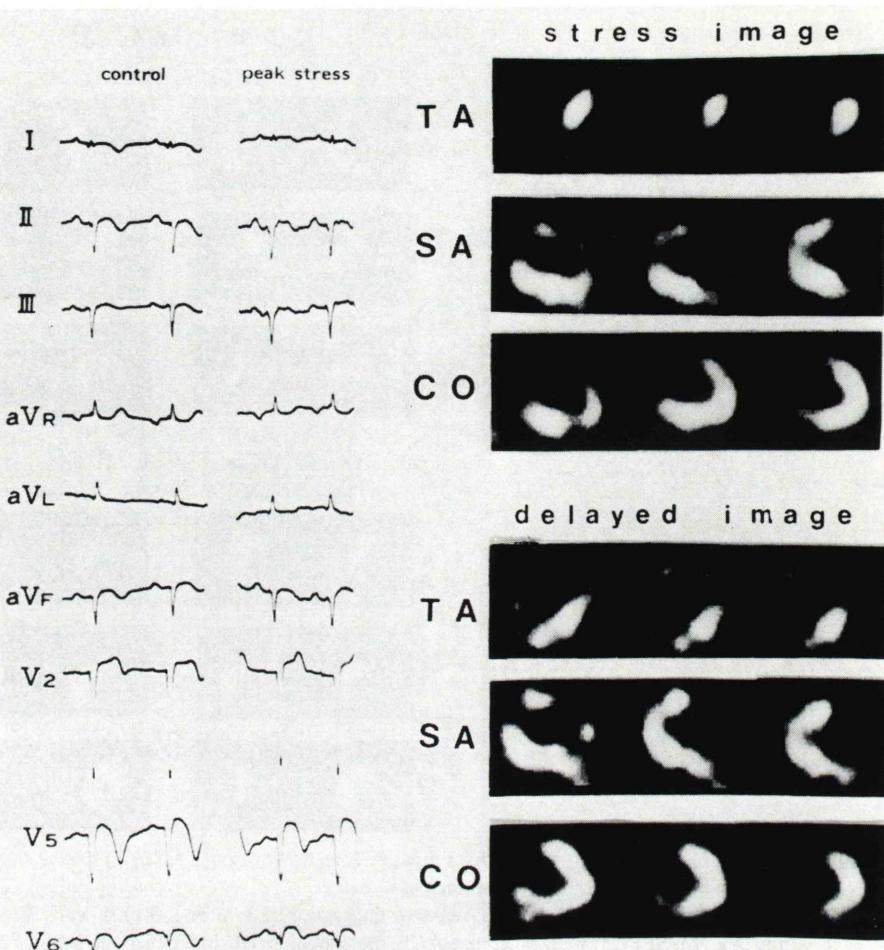


Fig. 4 Stress ECG and SPECT images in case 3, a 64 year-old male with extensive anterior infarction & ventricular aneurysm.

Stress ECG revealed ST-segment elevation in leads V₂, V₅ and V₆. In SPECT images, large perfusion defect, marked left ventricular dilatation and slight redistribution were depicted in delayed images. In addition, widening of the angle composed between septal and anterolateral walls toward apex in transaxial image were characteristic findings in case with ventricular aneurysm.

Abbreviations: TA=transaxial sections, SA=sagittal sections, CO=coronal sections.

現している。すなわち運動によりST低下を示す例は、低下を示さない例に比べ有意に一過性虚血が出現している($p<0.005$)。さらにST上昇例では、症例3で示したように、再分布は認められても非常に軽度のものが多い。

以上より、心筋梗塞後患者の運動によるST低

下は、比較的高い特異性で一過性虚血を示す所見と考えられた。

4. 前壁梗塞例での運動によるST上昇と左室造影、SPECT所見との対比

今回の検討ではST上昇の認められた例は前壁側に梗塞を有する例に限られていたため前壁側に

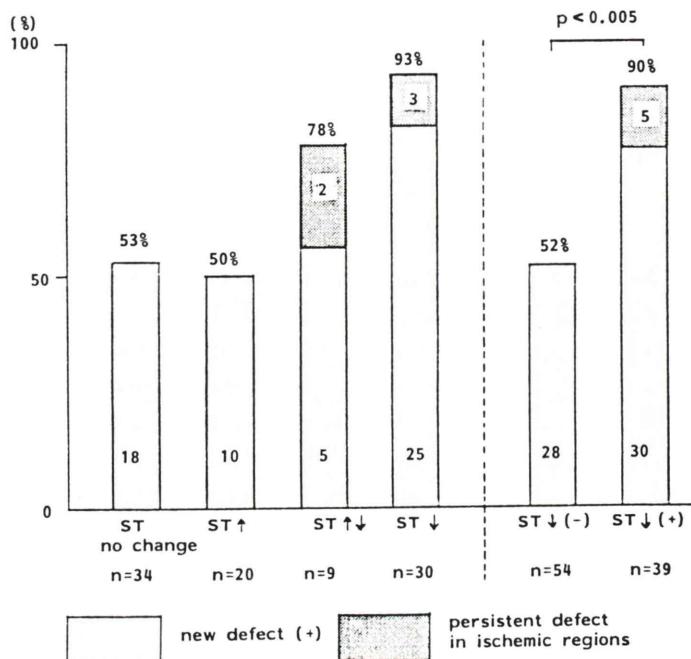


Fig. 5 Incidence of stress-induced ischemia in patients with myocardial infarction (n=93). Abbreviations: ST ↓ (-)=no significant ST-segment depression, ST ↓ (+)=significant ST-segment depression

Table 3 Relation between stress-induced ST segment elevation and left ventriculographic or SPECT findings in patients with anterior myocardial infarction (n=48).

Abbreviations: LVG=left ventriculography, A(3)=akinesis in more than 3 segments, D(1)=dyskinesis in one segment, D(2)=dyskinesis in more than 2 segments

ECG findings	LVG findings				SPECT findings	
	A(3)	D(1)	D(2)	A(3)+D(1)+D(2)	large defect	new defect
ST ↑ (+) n=28	5	7	14	26 (93%)	25 (89%)	15 (54%)
			†	†	†	†
			p<0.01	p<0.01	p<0.025	NS
ST ↑ (-) n=20	4	5	2	11 (55%)	11 (55%)	13 (65%)
			†	†	†	†

梗塞を有する48例を、運動によるST上昇例(28例)と上昇なしの例(20例)の2群に分類して検討した(Table 3)。

左室造影所見において、AHA分類の3segment以上にakinesisを有する例をA(3), 1segmentにdyskinesisを有する例をD(1), 2segment以上にdyskinesisを有する例(心室瘤例を含む)をD(2)

とし、A(3), D(1), D(2)を高度壁運動異常と定義した。

SPECT所見では、delayed imageの体軸横断R層像において5スライス以上(1スライス=5.4mm)にわたる前壁側の広範な欠損をlarge defectとした。

Table 3で示すごとく、運動によるST上昇例

の93%(26/28)に左室造影上高度壁運動異常が認められるのに対しST上昇のない例では55%(11/20)のみであり、特にST上昇例ではD(2)の頻度が有意に高い、一方SPECT所見ではlarge defectがST上昇例の89%(25/28)に認められ、ST上昇のない例の55%(11/20)と比べ有意に高率であった。(p<0.025)

以上より運動によるST上昇は、前壁側の広範な梗塞に起因する高度壁運動異常。特に心室瘤を含むdyskinesisを示す所見と考えられた。

V. 考 察

運動によるST低下(以下ST低下)は労作性狭心症や心筋梗塞後患者などの虚血性心疾患、特発性心筋症¹⁷⁾、高血圧症の一部など種々の疾患で認められ、運動によるST上昇(以下ST上昇)は異型狭心症や心筋梗塞後患者において認められる。したがって、虚血性心疾患患者における運動負荷ST変化の臨床的意義を明らかにするためには、心筋梗塞の合併の有無を区別して検討する必要がある。一般に梗塞を合併していない狭心症(労作性または異型)において、ST低下は冠動脈の狭窄性病変に起因する一過性虚血を反映し、また、ST上昇は冠動脈のspasmによる心筋虚血を表現^{18~20)}していると考えられている。

心筋梗塞後患者の検討において、運動負荷によるST変化の発生頻度は、ST低下では一枝病変群で7~35%、多枝病変群で35~72%^{7,21~24)}であり、ST上昇は18~52%^{1,7,22,25)}と報告されている。

[運動によるST低下]

梗塞後運動負荷試験でST低下を示す症例はその後の狭心症、再梗塞、死亡率、心不全発生の頻度が高く^{3,5)}、また冠動脈病変との対比においても、多枝病変例に出現頻度が高い^{7,21~24)}と報告されている。われわれの成績でも一枝病変群の29%、二枝病変群の33%、三枝病変群の70%にST低下が認められ、従来の報告と同様の結果となっている。

一方SPECT所見では、ST低下例の90%に一過性虚血が出現し、ST低下のない例での52%と比べ有意に高い値となっている(p<0.005)。また、

Fig.3で示しているように梗塞部と同一冠動脈支配領域の一過性虚血出現時においてもST低下が認められ、必ずしも多枝病変による梗塞部以外の領域の一過性虚血を示しているとは言い難い。いずれにしてもST低下例においては、梗塞巣内あるいはその周囲や梗塞部以外の領域に一過性虚血が出現していることを示す所見と考えられ、当然の結果として多枝病変群で出現頻度が高くなる。

ST低下がST上昇のreciprocalな変化の可能性もある²⁶⁾が、Dunnらのplanar imagingによる検討では、reciprocalな変化より他部位での心筋虚血を反映すると報告²⁷⁾しており、われわれのST上昇および低下の認められた9例中7例に一過性虚血が出現していることも彼らの報告をうらづける結果と思われる。さらに、われわれの成績でST低下39例中30例はST上昇を伴っておらずreciprocalな変化とするには頻度が少なすぎると思われる。

次に著明なST低下をきたす例は3枝病変例に多く、より強い虚血を示す所見であると報告⁴⁾されているが、われわれの結果でも、Fig.3に示す症例のごとく、3mm以上の著明なST低下を示す例の多くは、通常の心電図および左室造影所見より考えて、梗塞部位とは異なると思われる領域にも持続欠損が認められ、より強い虚血を示す所見と考えられた。

ST低下部位と心筋虚血出現部位との関係であるが、われわれのSPECTでの成績では相関が認められなかった。Dunnらは、梗塞のない一枝病変患者61例の検討において、冠動脈病変と²⁰¹Tl心筋シンチグラフィーでの虚血出現部位とはよく一致するが、ST低下部位とは相関がなく、この原因として①冠動脈支配領域のvariation(この場合、心筋シンチグラフィーの虚血出現部位とST低下部位が一致しない原因とはならない)、②運動負荷時の心臓の回転、③電極の位置、④側副循環の影響などが考えられると報告²⁸⁾している。

われわれの場合、Dunnらの述べている②③④の原因のほか、坐位による心臓の偏位、梗塞例を対象としているためのreciprocalな変化も考慮す

る必要があると思われる。

ST 低下は V₅ V₆ および II, III, aVF によく認められるが、負荷心電図におけるこれらの誘導は、電極の位置、体位による心臓の偏位を考慮すると、心尖部付近の影響を強く受けていると考えられる。一般に運動負荷時の一過性虚血は、冠動脈末梢側である心尖部付近に強く出現する可能性があり、したがって II, III, aVF で ST 低下が認められても前壁側 (LAD) の虚血の場合があり、また V₅, V₆ で ST 低下が認められても下壁 (RCA) の虚血の場合がある。

〔運動による ST 上昇〕

われわれの成績では、安静時または運動により ST 上昇の認められた例は全例前壁側に梗塞を有する例であった。一般に定期的的心筋梗塞例において Q 波の認められる II, III, aVF で ST 上昇が認められる例はきわめてまれであるため、この成績は妥当な結果と考えられる。一方運動による ST 上昇は 29 例 (全体の 31%) に認められ全例前壁側に梗塞を有し、後下壁のみの梗塞例には認められなかった。これに対し、Fukui らの報告²⁴⁾では下壁梗塞例の 24% (7/29) に ST 上昇が出現しており、やや異なった結果となっている。この原因として、われわれは ST 上昇の場合安静時 ST レベルを基準とし、J 点で測定し、さらに 0.04 秒時点まで持続して 0.1 mV 以上上昇しているのを有意としているのに対し、彼らは四肢誘導での ST 上昇は 0.5 mV 以上を有意とし、基線を基準においている点にあると考えられる (Fig. 3)。一方 Dann らの報告²⁷⁾でも認められるように、ST 上昇をきたした 25 例中 23 例は左室造影上前壁、心尖部に壁運動異常を有する例であり、また残り 2 例は下壁梗塞例であるが心電図では II, III, aVF, V₅ V₆ に異常 Q 波を有し、下壁から側壁にかけての梗塞を考えさせる例である。いずれにしても、下壁梗塞のみでは ST 上昇をきたしにくいと考えられる。さらに従来の報告^{29~31)}でも ST 上昇をきたした例の大多数は心室瘤例であり、下壁梗塞時には、Dyskinesis～Aneurysm を示す例はほとんどないこともわれわれの成績と一致する所見である。

ST 上昇は、心筋梗塞後患者においては、Q 波を有する誘導で認められるという従来の報告と一致するが、冠動脈 spasm の関与する症例を除外しているため、当然の結果と考えられる。

次に ST 上昇例の心筋シンチグラム所見であるが、Dann らは ST 上昇が認められた心筋梗塞後患者 25 例全例で広範な灌流欠損が認められ(われわれの SPECT で large defect は 25/28: 89%) 欠損の縮少がその 52% に認められたと報告²⁷⁾しているが、われわれの SPECT でも 59% (17/29) に再分布が認められている。しかし、ST の変化しない例においても、再分布は 53% (18/34) に認められ、ST 上昇例との間に有意差なく、一過性虚血を示している所見とは言い難い (Fig. 5)。

われわれの成績では、ST 上昇の認められた例は前壁側に梗塞を有する例に限られていたため前壁側梗塞群を ST 上昇群 28 例、ST 上昇なしの群 20 例に分けて検討しているが、ST 上昇群では左室造影上高度壁運動異常が 93% に認められるのに対し、ST 上昇なしの群では 55% と有意に高い ($p < 0.01$) 値となっている。しかし、A (3), D (1) D (2) と細かく分析してみると本来の有意差は D (2) との間に生じ、(Table 3) 心室瘤を含む D (2) に特異的所見のようである。

VI. 結 語

心筋梗塞後患者における運動負荷心電図 ST 変化の臨床的意義を明らかにするため、発症後 1~3 か月の患者 93 例に運動負荷 ²⁰¹Tl 心筋 SPECT を施行した。

〔運動による ST 低下〕

- 1) ST 低下出現頻度は罹患冠動脈数とともに増加した。
- 2) ST 低下例の 90% に SPECT により一過性虚血が認められた。
- 3) 3 mm 以上の著明な ST 低下を示す例の多くは、通常の心電図および左室造影所見より考えて、梗塞部とは異なる領域にも持続欠損が認められ、より強い虚血を示す所見と考えられた。
- 4) ST 低下の認められた誘導と SPECT での一

過性虚血出現部位との間には明らかな相関は認められなかった。

[運動によるST上昇]

1) ST上昇は、前壁側に梗塞を有する例に限られ、前壁側梗塞例の58%(28/48)に認められた。

2) ST上昇28例中26例(93%)に左室造影で高度壁運動異常が認められ、またSPECTでは、広範な持続欠損と内腔拡大が特徴的所見で、かつ再分布は54%(15/28)にしか認められなかった。

以上より、ST低下は一過性虚血、ST上昇は前壁側の広範な梗塞に起因する高度壁運動異常を示す所見と考えられた。

文 献

- 1) Ericsson M, Granath A, Ohlsen P, et al: Arrhythmias and symptoms during treadmill testing three weeks after myocardial infarction in 100 patients. *Brit Heart J* **35**: 787-790, 1973
- 2) Irving JB, Bruce RA, DeRouen TA: Variation in and significance of systolic pressure during maximal exercise (treadmill) testing. *Am J Cardiol* **39**: 841-848, 1977
- 3) Smith JW, Dennis CA, Gassmann A, et al: Exercise testing three weeks after myocardial infarction. *Chest* **75**: 12-17, 1979
- 4) Sanmarco ME, Pontius S, Sylvester RH: Abnormal blood pressure response and marked ischemic ST-segment depression as predictors of severe coronary artery disease. *Circulation* **61**: 572-578, 1980
- 5) Koppes GM, Kruyer W, Beckmann CH, et al: Response to exercise early after uncomplicated acute myocardial infarction in patients receiving no medication: Long-term follow-up. *Am J Cardiol* **46**: 764-769, 1980
- 6) Feyter DE, Van Eenige MJ, Dighton DH, et al: Prognostic value of exercise testing, coronary angiography and left ventriculography 6-8 weeks after myocardial infarction. *Circulation* **66**: 527-536, 1982
- 7) 山門 徹, 東 良久, 近藤正士, 他: 急性心筋梗塞後の多段階トレッドミル最大運動負荷試験の臨床的意義. *心臓* **15**: 438-446, 1983
- 8) Strauss HW, Harrison K, Langan JK, et al: Thallium-201 for myocardial imaging. Relation of thallium-201 to regional myocardial perfusion. *Circulation* **51**: 641-645, 1975
- 9) Bailey IK, Griffith LSC, Rouleau J, et al: Thallium-201 myocardial perfusion imaging at rest and during exercise. Comparative sensitivity to electrocardiography in coronary artery disease. *Circulation* **55**: 79-87, 1977
- 10) Ritchie JL, Trobaugh GB, Hamilton GW, et al: Myocardial imaging with thallium-201 at rest and during exercise. Comparison with coronary arteriography and resting and stress electrocardiography. *Circulation* **56**: 66-71, 1977
- 11) Verani MS, Marcus ML, Razzak MA, et al: Sensitivity and specificity of thallium-201 perfusion scintigrams under exercise in the diagnosis of coronary artery disease. *J Nucl Med* **10**: 773-782, 1978
- 12) Botvinick EH, Taradash MR, Shames DM, et al: Thallium-201 myocardial perfusion scintigraphy for the clinical clarification of normal, abnormal and equivocal electrocardiographic stress tests. *Am J Cardiol* **41**: 43-51, 1978
- 13) Melin JA, Piret LJ, Vanbutsele RJM, et al: Diagnostic value of exercise electrocardiography and thallium myocardial scintigraphy in patients without previous myocardial infarction: A bayesian approach. *Circulation* **63**: 1019-1024, 1981
- 14) Tamaki N, Mukai T, Ishii Y, et al: Clinical evaluation of thallium-201 emission myocardial tomography using a rotating gamma camera: Comparison with seven-pinchole tomography. *J Nucl Med* **22**: 849-855, 1981
- 15) 二神康夫, 浜田正行, 市川毅彦, 他: 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**: 856-864, 1983
- 16) 二神康夫, 浜田正行, 市川毅彦, 他: 運動負荷²⁰¹Tl心筋SPECTによる心筋梗塞後患者の一過性虚血の検出. *J Cardiology* 掲載予定
- 17) 戸嶋裕徳, 板家研一, 古莊陽三, 他: 肥大型心筋症の運動耐性に関する研究. 厚生省特定疾患, 特発性心筋症調査研究班昭和53年度研究報告集. 108-117, 1979
- 18) Yasue H, Omote S, Takizawa A, et al: Exertional angina pectoris caused by coronary artery spasm: effects of various drugs. *Am J Cardiol* **43**: 647-652, 1979
- 19) Yasue H, Omote S, Takizawa A, et al: Circadian variation of exercise capacity in patients with Prinzmetal's variant angina: role of exercise-induced coronary artery spasm. *Circulation* **59**: 938-948, 1979
- 20) Specchia G, De Servi S, Falcone C, et al: Coronary artery spasm as a cause of exercise-induced ST-segment elevation in patients with variant angina. *Circulation* **59**: 948-955, 1979
- 21) Rigo P, Bailey IK, Griffith LSC, et al: 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**: 209–216, 1981
- 22) Weiner DA, McCabe C, Klein MD, et al: ST segment changes post-infarction: Predictive value for multivessel coronary disease and left ventricular aneurysm. Circulation **58**: 887–891, 1978
- 23) Starling MR, Crawford MH, Richards KL, et al: Predictive value of early postmyocardial infarction modified treadmill exercise testing in multivessel coronary artery detection. Am Heart J **102**: 169–175, 1981
- 24) Fukui S, Sato H, Ogidani N, et al: Clinical significance of exercise-induced ST changes in patients with prior myocardial infarction. Jpn Circ J **45**: 1131–1137, 1981
- 25) Waters DD, Chaitman BR, Bourassa MG, et al: Clinical and angiographic correlates of exercise-induced ST-segment elevation. Increased detection with multiple ECG leads. Circulation **6**: 286–296, 1980
- 26) 斎藤宗靖, 丸谷公一, 小川久雄, 他: 急性心筋梗塞患者のリハビリテーション諸動作でみられる ST 変化の意義. 心臓 **15**: 194–200, 1983
- 27) Dunn RF, Bailey IK, Vren R, et al: Exercise-induced ST-segment elevation. Correlation of thallium-201 myocardial perfusion scanning and coronary arteriography. Circulation **61**: 989–995, 1980
- 28) Dunn RF, Freedman B, Bailey IK, et al: Localization of coronary artery disease with exercise electrocardiography: correlation with Thallium-201 myocardial perfusion scanning. Am J Cardiol **48**: 837–842, 1981
- 29) Sriwattanakomen S, Ticzon AR, Zubritzky SA, et al: ST segment elevation during exercise electrocardiographic and arteriographic correlation in 38 patients. Am J Cardiol **45**: 762–323, 1972
- 30) Manvi KN, Ellestad MH: Elevated ST segments with exercise in ventricular aneurysm. J Electrocardiol **5**: 317–323, 1972
- 31) Chahine RA, Raizner AE, Ishimori T: The clinical significance of exercise-induced ST-segment elevation. Circulation **54**: 209–213, 1976

Summary

Clinical Significance of Stress-induced ST Segment Changes in Patients with Previous Myocardial Infarction: Evaluation by ^{201}TI Myocardial Single Photon Emission Computed Tomography

Yasuo FUTAGAMI*, Masayuki HAMADA*, Katsutoshi MAKINO*, Takehiko ICHIKAWA*, Tokuji KONISHI*, Takeshi NAKANO*, Hideo TAKEZAWA*, Kan TAKEDA**, and Hisato MAEDA**

*The First Department of Internal Medicine,

**Department of Radiology, Faculty of Medicine, Mie University, Tsu, Japan

To explain the clinical significance of stress(st)-induced ST-segment (ST) changes postinfarction, 93 patients with previous myocardial infarction (MI) were performed st- ^{201}TI myocardial single photon emission computed tomography (SPECT) and compared ST changes with SPECT, coronary arteriographic and left ventriculographic findings.

30 out of 93 cases (32%) had ST depression, 20 (21.5%) had ST elevation, 9 (10%) had both ST depression and elevation and remaining 34 (36.5%) had no significant ST changes. In single vessel disease, ST depression were noted in 29% (12/42), while in multivessel disease, 53% (27/51). 35 out of 39 cases (90%) with ST depression had transient perfusion defect but no apparent relation was

noted between location of ST depression on ECG and region of transient perfusion defect in SPECT. All of 28 cases with ST elevation were noted in anterior MI cases, and 26 out of these showed severe LV wall motion abnormality in contrast left ventriculography and broad anterior permanent defect in SPECT. Only 15 cases (54%) showed slight redistribution.

Thus, we conclude that in patients with previous MI, st-induced ST depression seems to reflect myocardial ischemia and ST elevation possibly related abnormal LV wall motion.

Key words: myocardial infarction, stress ^{201}TI myocardial SPECT, stress-induced ST-segment depression and ST-segment elevation, stress-induced ischemia, abnormal LV wall motion.