

心筋蘇生能評価法としての運動負荷 / 再静注 Thallium-201 心筋 SPECT と左室壁運動期外収縮後増強の対比

*Comparison of Exercise-Stress Single Photon Emission Computed Tomography With Thallium-201 Reinjection and Postextrasystolic Potentiation to Assess Myocardial Viability in Patients With Myocardial Infarction*

的場 聖明\*1  
宮尾 賢爾  
玉垣 栄  
片村 真紀  
松室 明義  
辻 光  
北村 誠  
杉原 洋樹\*2

Satoaki MATOBA\*1  
Kenji MIYAO  
Sakae TAMAGAKI  
Maki KATAMURA  
Akiyoshi MATSUMURO  
Hikari TSUJI  
Makoto KITAMURA  
Hiroki SUGIHARA\*2

**Abstract**

Myocardial viability was examined in 20 patients with myocardial infarction  $24 \pm 3$  (mean  $\pm$  standard deviation) days after onset. Postextrasystolic potentiation (PESP) was measured by left ventriculography and thallium-201 (Tl) single photon emission computed tomography (SPECT) redistribution was assessed after stress loading and reinjection of Tl. The results were compared with the improvement of left ventricular segmental wall motion after coronary revascularization which was performed successfully in all patients.

The uptake of Tl was impaired initially in 41 segments, classified into three groups: normal group, 13 segments with smooth reversion to normal; new fill-in group, 15 segments with a new fill-in after reinjection of Tl; no fill-in group, 13 segments with no fill-in after reinjection. When evaluated by the PESP before coronary revascularization, segmental wall motion was significantly augmented in all segments in the normal group and new fill-in group ( $p < 0.001$ ), but not in the no fill-in group. After coronary revascularization, left ventriculography revealed that segmental wall motion was significantly improved in normal group and new fill-in group, but not in the no fill-in group except for mild improvement in five segments. The sensitivity and specificity of PESP (90% and 93%) and Tl SPECT (80% and 100%) for improvement of segmental wall motion after the coronary revascularization were very high, with the accuracy of either method attaining 87%.

This result indicates that both Tl SPECT and PESP are useful for detecting viable myocardium in patients with recent myocardial infarction.

**Key Words**

**myocardial infarction (acute), radionuclide image (Tl-201 SPECT), myocardial viability, postextrasystolic potentiation**

京都第二赤十字病院 内科, \*2放射線科: 〒602 京都市上京区釜座通丸太町上ル春帯町 355-5; \*(現) 京都府立医科大学 第二内科: 〒602 京都市上京区河原町通広小路上ル梶井町 465

Departments of Medicine and \*2Radiology, Kyoto Second Red Cross Hospital, Kyoto; \*(present) The Second Department of Internal Medicine, Kyoto Prefectural University of Medicine, Kyoto

**Address for reprints:** MATOBA S, MD, The Second Department of Internal Medicine, Kyoto Prefectural University of Medicine, Kajicho 465, Kawaramachidori Hirokojiagaru, Kamigyo-ku, Kyoto 602

Manuscript received October 20, 1994; revised August 21, 1995; accepted September 28, 1995

はじめに

心筋梗塞症例の梗塞部位の心筋蘇生能 (viability) の評価は冠血行再建術の適応決定に重要である。臨床的な虚血部位の心筋蘇生能の評価は局所壁運動および血流・代謝イメージの面からなされている。とりわけ運動負荷 thallium-201 (TI) 心筋シンチグラフィはその評価の一翼を担っているが、通常の遅延像は心筋蘇生能を過小評価することがあるとされ、それを補う方法として再静注法の有用性が報告されている<sup>1-8)</sup>。一方、期外収縮後心収縮機能増強 (postextrasystolic potentiation : PESP) は鋭敏な心収縮予備能の一つとされ、心筋蘇生能の評価に利用されている。そこで、急性心筋梗塞1ヵ月後における心筋蘇生能評価法としての運動負荷/再静注 TI 心筋 single photon emission computed tomography (SPECT) と PESP を対比検討した。

対 象

1992年4月-1993年3月に入院の初回心筋梗塞患者連続59例中、冠動脈内血栓溶解療法に成功し、1ヵ月後に運動負荷/再静注 TI 心筋 SPECT と左室造影を施行し、さらに冠動脈有意狭窄に対し経皮的冠動脈形成術 (percutaneous transluminal coronary angioplasty : PTCA) または冠動脈バイパスグラフト術 (coronary artery bypass grafting : CABG) を施行し有意狭窄を解除した20例を対象とした。年齢は46-76歳、平均年齢63±8.4歳(男15例,女5例)である。血行再建の内訳は、PTCAが18例、CABGが2例である。ただし、CABGの2例とも術後吻合部狭窄やグラフト閉塞を認めなかった。

方 法

1. 運動負荷/再静注 TI 心筋 SPECT

運動負荷/再静注 TI 心筋 SPECT は、いずれも急性心筋梗塞発症4週間後に行った。座位自転車エルゴメーターを用い、25 Wより開始し、3分ごとに25 Wずつ増加させる多段階症候限界性最大運動負荷法で施行した。最大運動時に TI 74 MBq を静注、その後1分間運動を継続し5分後に負荷直後像を撮像した。また3時間後に遅延像を撮像したのち TI 37 MBq を追加投与し、15分後に再静注後像を撮像した。

データ収集は Toshiba 製 GCA-901A を用い、左後

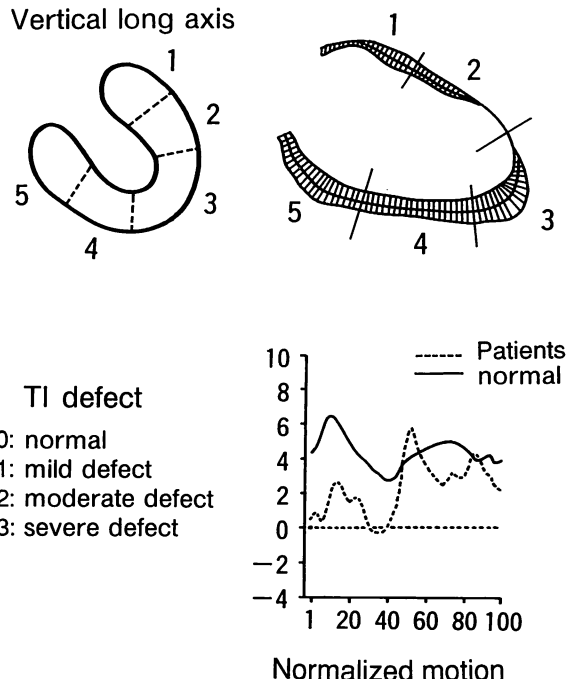


Fig. 1 Left ventricular myocardial segments on SPECT images and left ventriculograms

The mean value of standard deviation from the normal value within the segments is defined as wall motion index. SPECT=single photon emission computed tomography.

斜位45°から右前斜位45°まで、1方向30秒、6°ごと30方向の180°収集で行った。データ処理にはToshiba製GMS-550Uを用い、オリジナル画像を3点スムージングした後、Shepp and Logan filterを用いて画像再構成を行った。得られたSPECT画像の垂直長軸断層像における左室を5領域に分割し、各領域のTIの集積低下の程度を4段階にスコア化した。すなわち0:正常, 1:軽度低下, 2:中等度低下, 3:高度低下とした(Fig. 1)。遅延像の再分布陽性、再静注時の充満像(fill-in)陽性は、スコアが2または3から0または1に改善した領域と定義した。

2. 左室造影、期外収縮後増強

左室造影はいずれも急性心筋梗塞発症3-4週後に施行した。経静脈的に右室心尖部に電極カテーテルを挿入し、日本光電製 Cardiac Stimulator, SEC-3102を用いて早期刺激の時期を刺激前のRR間隔の50-60%に設定して右前斜位30°で撮影し、センターライン法を用いて期外収縮後増強 PESP の評価を行った。すなわち対照とする心拍と期外収縮後心拍の拡張終期および収縮終期像をトレースして100本のコード短縮率を計算

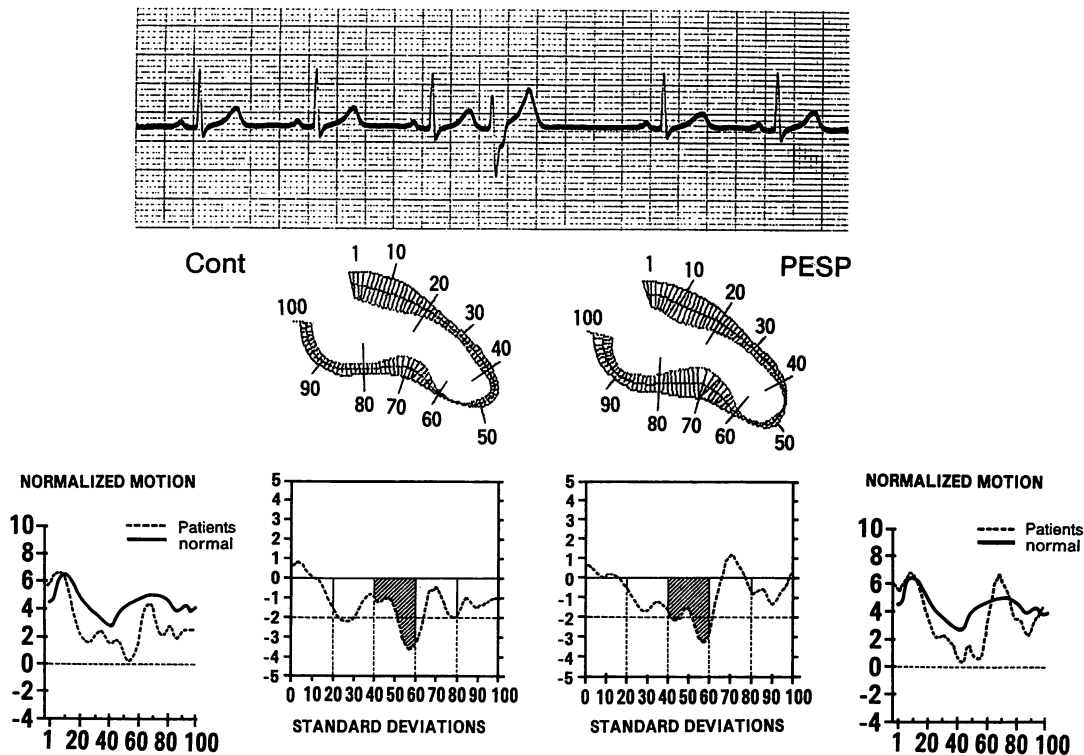


Fig. 2 Measurement of wall motion index

Left ventricular wall motion images were divided into five parts (1-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100). The mean standard deviation for each part was compared before and after ventricular premature contraction. Cont=control; PESP=postextrasystolic potentiation.

し、正常 200 例からの偏位を standard deviation (SD)/chord として計算した。TI 所見と対応するよう 5 領域に分割し、領域内のコードの正常例からの偏位の平均値を壁運動指標 (wall motion index: WMI) とした (Fig. 2)。各領域における期外収縮後心拍の WMI と対照とする心拍の WMI の差を  $\Delta$ WMI とし、PESP による壁運動改善度の指標とした。

また、冠血行再建術施行後 (PTCA 後 3 ヶ月または CABG 後 1 ヶ月) に施行した左室造影所見を同様に解析した。WMI の再現性の検討により 0.6 mean SD/chord 以上を有意な壁運動改善と定義した。

### 3. 運動負荷/再静注 TI 心筋 SPECT と左室造影における期外収縮後増強

運動負荷直後の TI 欠損領域のうち、3 時間後に再分布陽性を示した領域を正常群、再静注後に充満像が陽性を示した領域を陽性群、充満像が陰性の領域を陰性群とし、3 群のおおのこの領域の局所壁運動と PESP による  $\Delta$ WMI を検討した。統計は対称性 *t* 検定を用い

て、 $p < 0.05$  を有意差の判定とした。

## 結 果

1) 全 100 領域中負荷直後に欠損を示した領域は 41 領域であり、正常群は 13 領域 (32%)、陽性群は 15 領域 (36%)、陰性群は 13 領域 (32%) であった (Fig. 3)。

2) 正常群および陽性群では全領域で PESP による壁運動の改善を認めた。陰性群では PESP によって改善する領域としない領域が混在し、全体として改善を認めなかった (Fig. 4)。

3) 血行再建後の左室造影においては、正常群と陽性群では全領域で改善を認めたが、陰性群では有意な改善を認めなかった。しかし陰性群においても 5 領域で 0.6 mean SD/chord 以上の壁運動の改善を認めた (Fig. 5)。

4) 心筋蘇生能評価上、運動負荷/再静注 TI 心筋 SPECT と左室造影における PESP の感度はおのおの 80%、90% であり、特異度はおのおの 100%、93% であり、正確度はともに 87% であった (Fig. 6)。

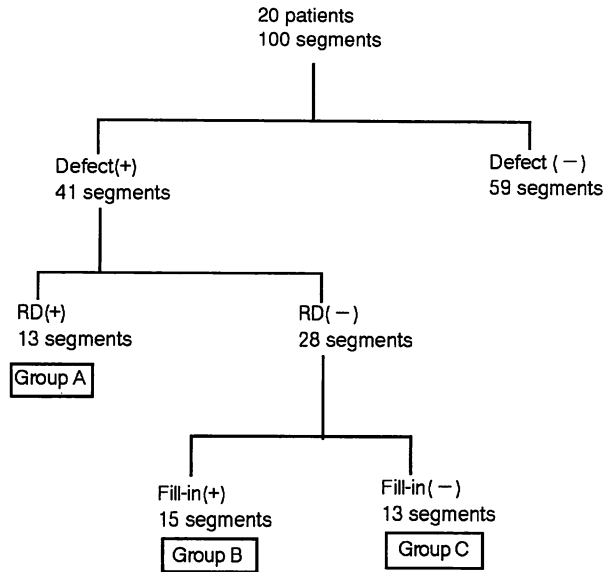


Fig. 3 Flow diagram showing the outcome for initial exercise induced perfusion defects after 3-hour standard redistribution and reinjection

Group A : segments with smooth reversion to normal.  
 Group B : segments with a new fill-in after reinjection.  
 Group C : segments with no fill-in after reinjection.  
 RD=redistribution.

## 症 例

代表的症例を呈示する。

### 症例 1 51 歳，男

急性心筋梗塞発症 4 時間後，経皮的冠動脈血栓溶解療法 (percutaneous transluminal coronary revascularization : PTCR) で右冠動脈分節 1 の完全閉塞が 90% 狭窄に改善したが，3 週間後の冠動脈造影で同部位に 75% の残存狭窄を認めた例である。1 ヶ月後運動負荷 Tl 心筋 SPECT で下壁に負荷直後像，3 時間後像とも持続性欠損をみたが，再静注により明らかな充満像を認めた。左室造影では分節 4-5 に壁運動低下 (hypokinesis)，左室駆出率 (ejection fraction : EF) 61% を認めたが，PESP により分節 5 の壁運動に改善を認め，EF 76% であった。PTCA 成功後 3 ヶ月後の左室造影では，壁運動の改善は明らかで，EF 70% であった (Fig. 7)。

### 症例 2 71 歳，女

急性心筋梗塞発症 5 時間後，PTCR により，左前下行枝分節 7 完全閉塞が 90% 狭窄まで改善したが，4 週間後に同部位に 90% 残存狭窄を認めた症例である。負荷 Tl 心筋 SPECT で心尖部に持続性欠損を認め，再静

注によっても欠損の改善を認めなかった。左室造影における分節 3 の壁運動消失 (akinesis) は PESP においても改善せず (EF 51→52%)，PTCA 成功後も EF は 50% と改善を認めなかった (Fig. 8)。

### 症例 3 72 歳，男

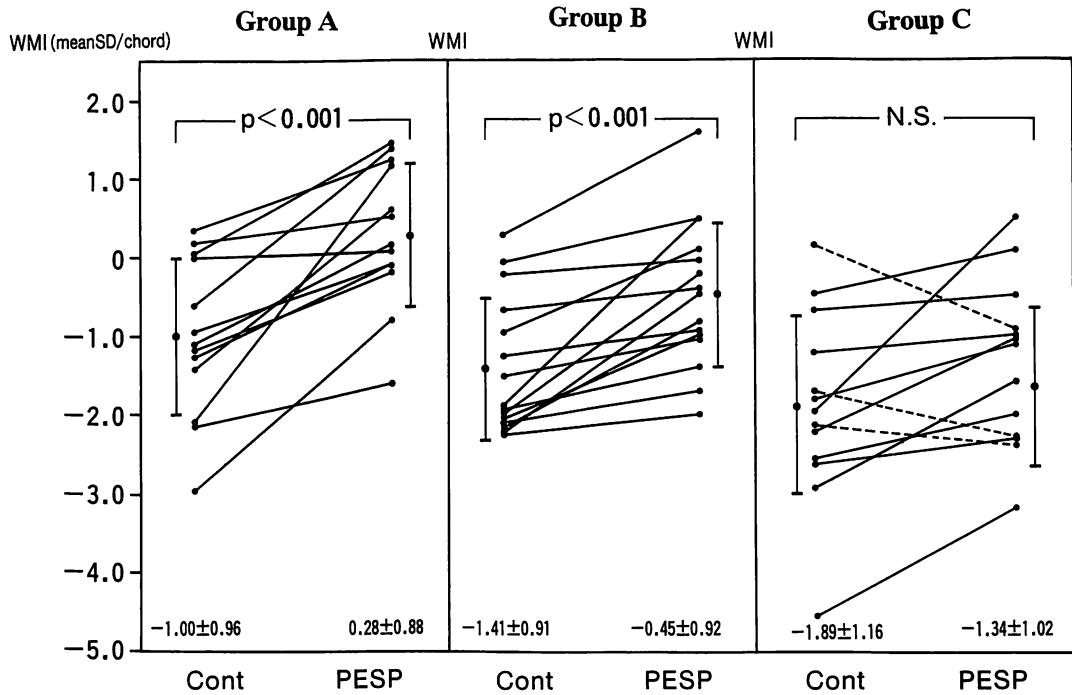
急性心筋梗塞発症 6 時間後，PTCR で左前下行枝分節 7 の完全閉塞が 90% 狭窄まで改善し，4 週間後同部位に 90% の残存狭窄を認めた症例である。症例 2 と同様 1 ヶ月後の負荷 Tl 心筋 SPECT で心尖部に持続性欠損を認め，再静注でも欠損の改善を認めなかった。左室造影で分節 2，4 の壁運動低下，分節 3 の壁運動消失 (EF 51%) であった。PESP で分節 3 の壁運動に改善はみられなかった (EF 53%) が，PTCA 後分節 3 に有意な壁運動の改善をみた (EF 60% ; Fig. 9)。

## 考 察

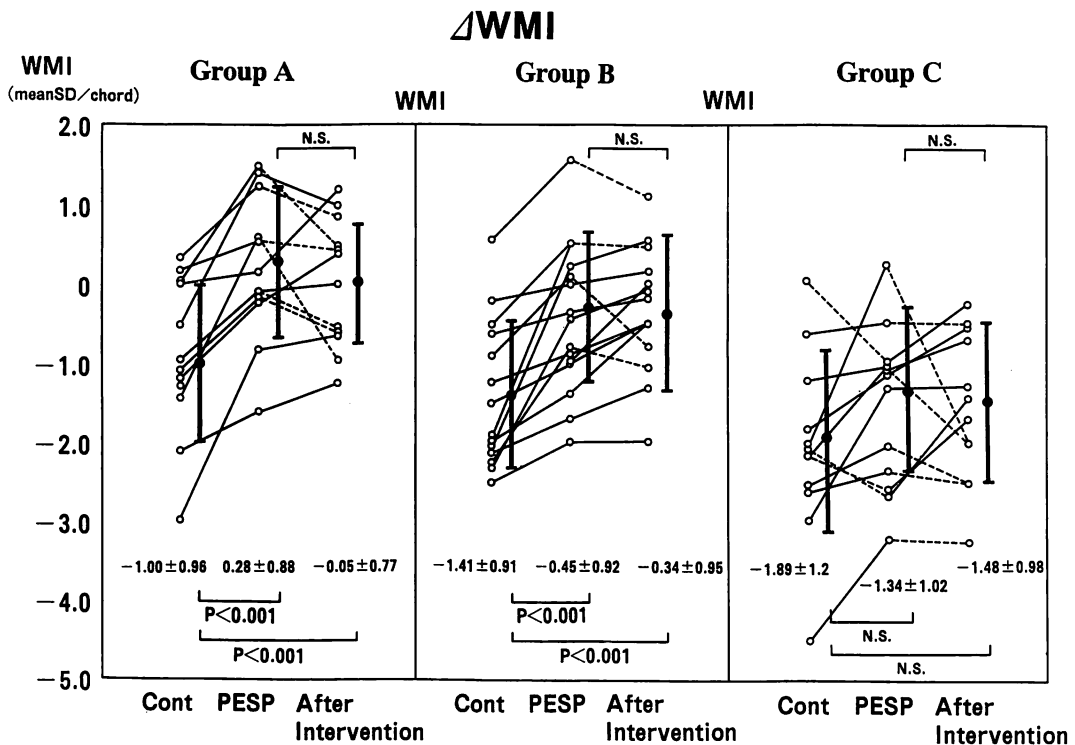
心筋梗塞症における梗塞部位の心筋蘇生能の評価は冠血行再建術の適応および予後判定に重要である。再灌流療法に成功した急性心筋梗塞症では，気絶心筋現象のために血流改善と機能回復にかなりの時間的ギャップがみられ，心筋代謝の回復にはさらに数ヵ月を要するとされている<sup>9,10)</sup>。したがって，心筋蘇生能の評価に際し急性心筋梗塞発症後の時期を考慮する必要がある。今回の検討では，急性心筋梗塞発症の約 1 ヶ月後 (24±3 日) に左室造影を行い，血行再建後，左室壁運動が改善した部位を心筋蘇生能ありと定義した。そして血行再建直前の運動負荷/再静注 Tl 心筋 SPECT と左室造影における PESP が，どの程度心筋蘇生能評価に役立つかを検討した。

### 1. 再静注後充満像の認められる領域の意義

重度冠動脈狭窄例や障害心筋では，運動負荷時の血流増加の欠損や安静時での血流低下のために，再分布遅延が認められる。また再分布現象が血液中の Tl 濃度に影響されるため，負荷後血中の Tl 濃度が低ければ，虚血心筋に再分布が十分起こらないと報告されている<sup>11)</sup>。以上のような病態においては，少量の Tl 追加投与により，遅延像では過小評価された生存可能な心筋を検出できると考えられる。Dilsizian ら<sup>1)</sup>，Bonow ら<sup>2)</sup> も血行再建術前後の壁運動改善と Tl 所見の関連を 20 例で検討し，再静注により充満像が認められる領域は



**Fig. 4** Wall motion improvement after postextrasystolic potentiation in each group  
 Explanations of group as in Fig. 3.  
 WMI=wall motion index; SD=standard deviation; NS=not significant. Other abbreviations as in Fig. 2.

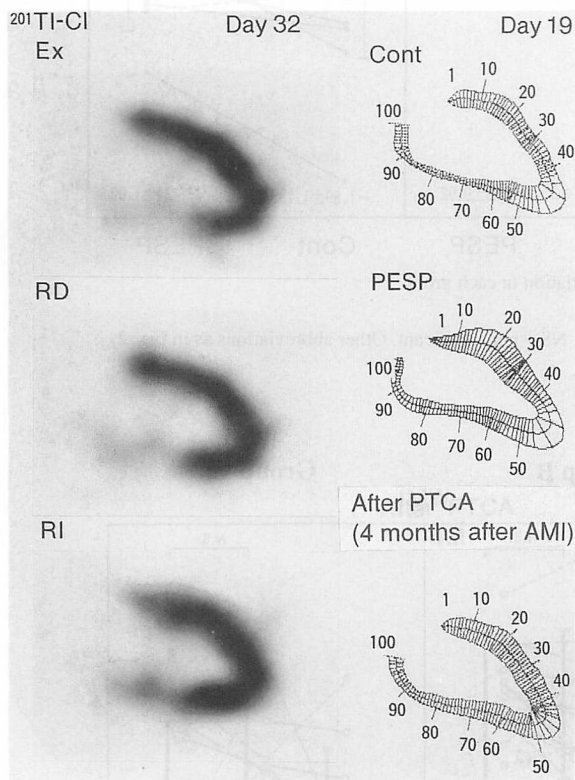


**Fig. 5** Wall motion improvement after coronary revascularization in each group  
 Explanations of group as in Fig. 3.  
 Abbreviations as in Figs. 2, 4.

		Viability ⊕	Viability ⊖				
Tl ⊕	Viability ⊕	28	0	Δ WMI (PESP) ≥ 0.6 SD/chord	Viability ⊕	30	2
	Viability ⊖	5	8		< 0.6 SD/chord	Viability ⊕	3
		Specificity	100 %			Specificity	93 %
		Sensitivity	80 %			Sensitivity	90 %
		Accuracy	87 %			Accuracy	87 %

**Fig. 6** Specificity, sensitivity and accuracy of stress-redistribution-reinjection thallium SPECT and PESP for detecting myocardial viability

Abbreviations as in Figs. 1, 2, 4.



**Fig. 7** Thallium images and changes of wall motion in case 1

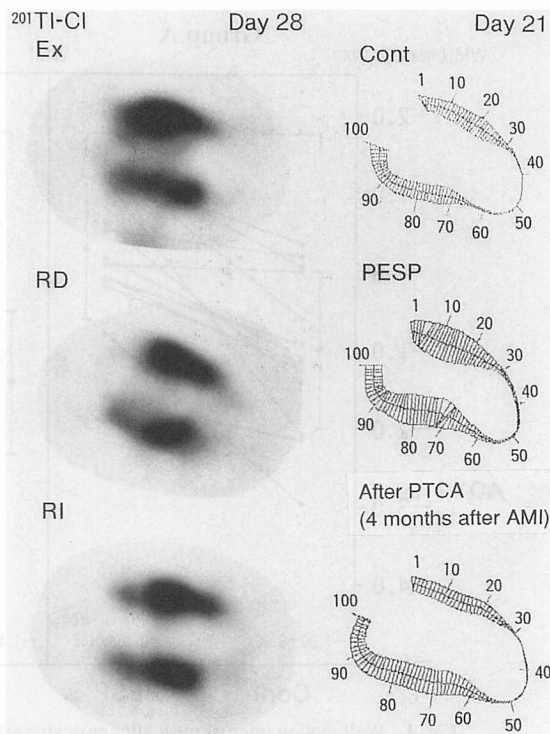
Left: Representative vertical long-axis slices of post exercise (upper), 3-hour delayed (middle), and reinjection images (lower) before PTCA (32 days after AMI).

Right: Left ventriculography (control and PESP; 19 days after AMI) before and after PTCA (4 months after AMI).

<sup>201</sup>Tl-Cl = thallium-201 chloride; EX = exercise; RI = reinjection; PTCA = percutaneous transluminal coronary angioplasty; AMI = acute myocardial infarction.

Other abbreviations as in Figs. 2, 3.

可逆性虚血心筋であったと報告している。また、FDG-PET による心筋糖代謝との対比により安静時 Tl 心筋 SPECT と運動負荷/再静注 Tl 心筋 SPECT は同程度に可逆心筋を描出し、冠動脈病変重症度をみるためにも、再静注法が勧められると報告されている<sup>12)</sup>。今回



**Fig. 8** Thallium images and changes of wall motion in case 2

Left: Representative vertical long-axis slices of post exercise (upper), 3-hour delayed (middle), and reinjection images (lower) before PTCA (28 days after AMI).

Right: Left ventriculography (control and PESP; 21 days after AMI) before and after PTCA (4 months after AMI).

Abbreviations as in Figs. 2, 3, 7.

の負荷 Tl 心筋 SPECT で再静注後充満像のみられた陽性群において、血行再建術後に壁運動改善が認められたことより、再静注後充満する領域は生存可能であることが確認された。

また、Tl 心筋 SPECT の評価において 1 段階のスコア改善を陽性とした場合、その蘇生能評価は、感度 85%、特異度 94%、正確度 87% であり、特異度は低下するものの大差はみられなかった。

一方、再静注で充満像のみられなかった陰性群でも一部の領域で有意な壁運動改善を認めたことは、急性心筋梗塞発症後の負荷/再静注 Tl 心筋 SPECT による心筋蘇生能評価の時期が 1 ヶ月後であったということ、あるいはそれが本法による検出限界であるためと考えられた。

## 2. 期外収縮後増強により壁運動改善のみられた領域の意義

心筋梗塞症例で壁運動消失または低下などの高度の収縮異常が存在していても、病理学的には正常心筋の

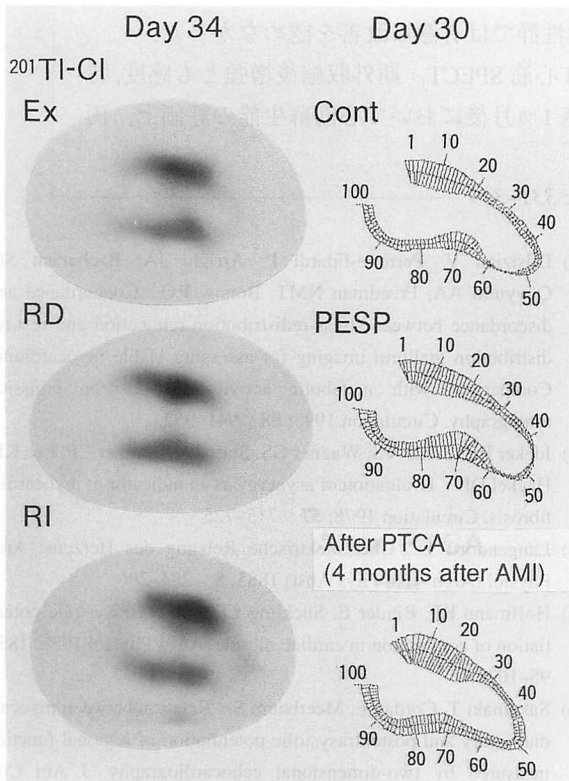


Fig. 9 Thallium images and changes of wall motion in case 3

Left: Representative vertical long-axis slices of post exercise (upper), 3-hour delayed (middle), and reinjection images (lower) before PTCA (34 days after AMI).

Right: Left ventriculography (control and PESP; 30 days after AMI) before and after PTCA (4 months after AMI). Abbreviations as in Figs. 2, 3, 7.

残存を認める例があると報告され<sup>13)</sup>, このことは虚血性心疾患における左室の壁運動異常は冠血行再建術により改善しうることと合致する所見と考えられる。

期外収縮後の心拍の収縮力増強現象は, 1885年 Langendorff<sup>14)</sup>により記載され, Hoffmannら<sup>15)</sup>により postextrasystolic potentiation (PESP) と呼ばれるようになった。急性虚血実験では心筋細胞壊死が60%以上に及ぶと局所的な PESP がみられないとの報告もある<sup>16)</sup>。

その機序としては, 1) 心筋細胞への Ca 流入増大による心筋収縮力増強, 2) 代償休止期における左室内への血液流入の増大, 3) 代償休止期の大動脈圧低下による後負荷の減少が知られている。また冠血行再建術後の壁運動異常改善の予測, すなわち心筋蘇生能評価における PESP の有用性も報告されている<sup>17-26)</sup>。

今回の結果からも, PESP による局所壁運動異常の改善から血行再建術後の局所壁運動異常の改善が予測可能であることが示された。正常群, 陽性群の全領域で PESP による局所壁運動の改善がみられ, PESP による壁運動異常の改善と再分布または再静注後の充満像はよく一致し, とともに生存可能な梗塞心筋を反映すると考えられた。また, TI 心筋 SPECT で蘇生能のないと考えられた陰性群において一部の領域で壁運動の改善を認めたが, その評価に PESP を併用した場合, 過小評価は 2/5 に減少した。ただし, 両検査法において評価の違いを示した各部位について検討したところ, PESP のみによる評価法では, 過大評価してしまう部位があり, どちらの検出法がより優れているかは判定困難であった。

### 3. 本研究の限界

TI 心筋 SPECT が断層画像であるのに対し左室造影は投影像であり, 前者が視覚的スコアによる半定量的評価法であるのに対し, 後者はセンターライン法による定量的解析法である。この両判定法による評価の根本的な相違は十分考慮に入れる必要がある。

## 結 語

運動負荷/再静注 TI 心筋 SPECT 所見と PESP による局所壁運動の改善は比較的よく一致し, とともに心筋蘇生能の評価法として有用である。

## 要 約

心筋蘇生能評価法としての運動負荷/再静注 TI 心筋 SPECT と左室造影における期外収縮後心収縮機能増強 (postextrasystolic potentiation: PESP) による壁運動異常の改善度を対比検討した。

再灌流療法に成功した急性心筋梗塞 20 例を対象として, 1 ヶ月後に TI 心筋 SPECT と左室造影を施行し, 慢性期血行再建術後の左室造影と比較した。負荷後欠損を示した 41 領域のうち 13 領域 (正常群) は 3 時間後に再分布を示し, 残りの 28 領域は再静注後充満像の認められた 15 領域 (陽性群) と認められない 13 領域 (陰性群) に分類できた。

各群ごとに期外収縮後増強による壁運動変化を検討すると, 正常群と陽性群では壁運動の改善を全領域に認めたが, 陰性群では改善を認めなかった。血行再建術後の左室造影でも, 正常群

と陽性群では全領域で壁運動は改善を認めたが、陰性群では有意な改善を認めなかった。

左室造影における壁運動の改善を基準とするとTI心筋SPECT, 期外収縮後増強とも感度, 特異度は高く, 正確度は87%であった。急性心筋梗塞1ヵ月後において心筋蘇生能の評価上, 両者はともに同程度に有用である。

*J Cardiol* 1995; 26: 331-339

## 文 献

- 1) Dilsizian V, Rocco TP, Freman NM, Leon MB, Bonow RO : Enhanced detection ischemic but viable myocardium by the reinjection of thallium after stress-redistribution imaging. *N Engl J Med* 1990; **323** : 141-146
- 2) Bonow RO, Dilsizian V, Cuocolo A, Bacharach SL : Identification of viable myocardium in patient with chronic coronary artery disease and left ventricular dysfunction : Comparison of thallium scintigraphy with reinjection and PET imaging with <sup>18</sup>F-fluorodeoxyglucose. *Circulation* 1991; **83** : 26-37
- 3) Dilsizian V, Smeltzer WR, Freedman NMT, Dextras R, Bonow RO : Thallium reinjection after stress-redistribution imaging : Does 24-hour delayed imaging after reinjection enhance detection of viable myocardium? *Circulation* 1991; **83** : 1247-1255
- 4) Tamaki N, Ohtani H, Yonekura Y, Nohara R, Kambara H, Kawai C, Hirata K, Ban T, Konishi J : Significance of fill-in after thallium 201 reinjection following delayed imaging : Comparison with regional wall motion. *J Nucl Med* 1990; **31** : 1617-1623
- 5) Kiat H, Berman DS, Maddahi J, De Yang L, Van Train K, Rozanski A, Friedman J : Late reversibility of tomographic myocardial thallium-201 defects : An accurate marker of myocardial viability. *J Am Coll Cardiol* 1988; **12** : 1456-1463
- 6) Gutman J, Berman DS, Freeman M, Rozanski A, Maddahi J, Waxman A, Swan HJ : Time to completed redistribution of thallium-201 in exercise myocardial scintigraphy : Relationship to the degree of coronary artery stenosis. *Am Heart J* 1983; **106** : 989-995
- 7) 大和田憲司, 渡辺直彦, 菅原道人, 斉藤富善, 浅倉 司, 丸山幸夫, 斉藤恒儀, 上遠野栄一, 鈴木重文 : 心筋 viability 評価における安静時 TI-201 心筋シンチグラフィの意義. *核医学* 1990; **27** : 1291-1299
- 8) Helfant RH, Pine R, Meister SG, Feldman MS, Trout RG, Banka VS : Nitroglycerin to unmask reversible asynergy : Correlation with post coronary bypass ventriculography. *Circulation* 1974; **50** : 108-113
- 9) Umamoto I, Sugihara H, Ohtsuki K, Azuma A, Kono Y, Katsume H, Nakagawa M : Disadvantages in assessment of myocardial viability with exercise TI-201 SPECT in the 1st month after onset of acute myocardial infarction. *Cardioangiography* 1993; **33** : 75-79 (in Japanese)
- 10) Kambara H, Nohara R, Tamaki N, Ono S, Konishi J, Kawai C : Positron emission tomography: Usefulness in assessing myocardial viability. *Jpn Circ J* 1992; **56** : 608-613
- 11) Nelson CW, Wilson RA, Angello DA, Palac RT : Effect of thallium-201 blood levels on reversible myocardial defects. *J Nucl Med* 1989; **30** : 1172-1175
- 12) Dilsizian V, Perrone-Filardi P, Arrighi JA, Bacharach SL, Quyyumi AA, Freedman NMT, Bonow RO : Concordance and discordance between stress-redistribution-reinjection and rest-redistribution thallium imaging for assessing viable myocardium : Comparison with metabolic activity by positron emission tomography. *Circulation* 1993; **88** : 941-952
- 13) Ideker RE, Behar VS, Wagner GS, Starr JW, Starmer CF, Lee KL, Hackel DB : Evaluation of asynergy as an indicator of myocardial fibrosis. *Circulation* 1978; **57** : 715-725
- 14) Langendorff O : Uber elektrische Reizung des Herzens. *Arch Physiol (Arch Anat Phys Abst)* 1885; **8** : 284-296
- 15) Hoffmann BF, Binder E, Suckling EE : Postextrasystolic potentiation of contraction in cardiac muscle. *Am J Physiol* 1956; **185** : 95-102
- 16) Sakamaki T, Corday E, Meerbaum S : Relation between myocardial injury and postextrasystolic potentiation of regional function measured by two-dimensional echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1983; **2** : 52-62
- 17) Popio KA, Gorlin R, Bechtel D, Levine JA : Postextrasystolic potentiation as a predictor of potential myocardial viability : Preoperative analyses compared with studies after coronary bypass surgery. *Am J Cardiol* 1977; **39** : 944-953
- 18) Dyke SH, Cohn PF, Gorlin R, Sonnenblick EH : Detection of residual myocardial function in coronary artery disease using post-extra systolic potentiation. *Circulation* 1974; **50** : 694-699
- 19) Dyke SH, Urschel CW, Sonnenblick EH, Gorlin R, Cohn PF : Detection of latent function in acutely ischemic myocardium in the dog: Comparison of pharmacologic inotropic stimulation and postextrasystolic potentiation. *Circ Res* 1975; **36** : 490-497
- 20) Hamby RI, Aintablian A, Wisoff BG, Hartstein ML : Response of the left ventricle in coronary artery disease to postextrasystolic potentiation. *Circulation* 1975; **51** : 428-435
- 21) Banka VS, Bodenheimer MM, Shah R, Helfant RH : Intervention ventriculography: Comparative value of nitroglycerin, post-extrasystolic potentiation and nitroglycerin plus post-extrasystolic potentiation. *Circulation* 1976; **53** : 632-637
- 22) Lust RM Jr, Lutherer LO, Gurdner ME, Cooper MW : Post-extrasystolic potentiation and contractile reserve : Requirements and restrictions. *Am J Physiol* 1982; **243** : 990-997
- 23) Mercier JC, Lando U, Kanmatsue K, Ninomiya K, Meerbaum S, Fishbein MC, Swan HJC, Ganz W : Divergent effects of inotropic stimulation on the ischemic and severely depressed reperfused myocardium. *Circulation* 1982; **66** : 397-400
- 24) Becker LC, Levine JH, Di Paura AF, Guarnieri T, Aversano T : Reversal of dysfunction in post ischemic stunned myocardium by epinephrine and postextrasystolic potentiation. *J Am Coll Cardiol* 1986; **7** : 580-589



- 25) Niccol M, Fabio F, Mauro M, Costanza B, Giuseppe B, Marisa DD: Synergic action of postextrasystolic potentiation and diperpipine on left ventricular wall motion abnormalities in coronary heart disease. *Am Heart J* 1992; **123**: 977-983
- 26) 杉原洋樹, 足立晴彦, 中川博昭, 樋上雅一, 幸田正明, 北村

浩一, 中西 正, 播磨成人, 辻 光, 古川啓三, 朝山 純, 勝目 紘, 伊地知浜夫: 心電図同期心プールシンチグラフィによる postextrasystolic potentiation の評価. *核医学* 1985; **22**: 867-871