

## 《原 著》

# 急性心筋梗塞症における $^{99m}\text{Tc}$ -ピロリン酸シンチ グラフィの持続集積画像の臨床的意義

中島 義治\* 福崎 恒\* 前田 和美\*\* 南地 克美\*\*\*  
紀田 利\*\*\* 吉田 浩\*\*\*

**要旨** 虚血性心疾患 73 例 [急性心筋梗塞 (AMI) 70 例, 不安定狭心症 3 例] を対象に  $^{99m}\text{Tc}$ -ピロリン酸 (PYP) シンチグラフィを急性期および慢性期に施行し, 持続集積画像を示す例の臨床成績の検討からその意義を考察した. 急性期 AMI 症例の 90% が,  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP 心筋集積像を示し, AMI 発症後, 平均 37 日目の再検にて 67% (28/42) で集積像が消失, 33% (14/42) に持続集積画像が認められた. 持続集積画像は急性期の集積状態が限局性高度集積 (localized pattern, marked intensity) から慢性期のびまん性軽度集積 (diffuse pattern, faint intensity) に変化する例が多く, この群に梗塞範囲が大きく (max LDH  $3053 \pm 958$  IU/l, TI-201 large defect size 10/13 例) 高度左心機能障害例 (PADP  $18 \pm 7$  mmHg, LVEF  $28 \pm 11\%$ : mean  $\pm$  SD) を多く認め, 2 名が死亡した. 以上より  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP 持続集積画像は持続する心筋障害をあらわし重症例を示唆する所見と考えられた.

## I. 緒 言

$^{99m}\text{Tc}$ -ピロリン酸 (PYP) シンチグラフィが急性心筋梗塞の診断に有用であることは動物実験<sup>1)</sup> および臨床研究<sup>2)</sup> で報告されている. 特に急性心筋梗塞を陽性画像として描出することにより, 陳旧性心筋梗塞との鑑別が可能でありこれが本法の特徴のひとつとなっている<sup>3)</sup>. この急性期  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP 集積の機序としては, 細胞内 Ca との結合が考えられており, 梗塞作成 1~2 日で集積画像は最も顕著となりその後経日的に集積度は低下し, 7~14 日で消失する. つまり集積度は心筋虚血に起因する細胞内 Ca レベルの上昇と一致しており, 梗塞領域の壊死心筋が肉芽組織と置きかわる時期

においては集積画像は認めないと報告されている<sup>4)</sup>.

しかし, 最近陳旧性心筋梗塞症においても  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP 集積像を認めるとの報告<sup>5)</sup>があり, それらの例は梗塞後合併症を持つ例が多いとされている. 本研究の目的は急性心筋梗塞症を対象に  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP シンチグラフィを急性期, 慢性期に施行し, 慢性期まで持続集積する例の臨床データを検討し, この持続集積画像のもつ臨床的意義を明らかにすることにある.

## II. 対象ならびに方法

対象は昭和 56 年 11 月より昭和 57 年 11 月までの間に兵庫県立姫路循環器病センター CCU に入院した虚血性心疾患 73 例であり, 内訳は急性心筋梗塞 (AMI) 70 例 (心内膜下梗塞 7 例を含む) 不安定狭心症 3 例からなる. 急性心筋梗塞の診断は自覚症状, 血清酵素値, 心電図変化に基づいてなされ, また不安定狭心症は AHA の診断基準<sup>6)</sup> によった.

初回検査は発症後平均 3.5 日に CCU から隣室の RI 室へ患者を移送して行った. 方法は,  $^{99m}\text{Tc}$ -

\* 神戸大学医学部第一内科

\*\* 神戸大学医療技術短期大学

\*\*\* 兵庫県立姫路循環器病センター

受付: 58 年 10 月 7 日

最終稿受付: 59 年 1 月 12 日

別刷請求先: 神戸市中央区楠町 7-5-2 (☎ 650)

神戸大学医学部附属病院第一内科

中 島 義 治

PYP 15 mCi を静注し、3 時間後より右前 30°, 正面, 左前 30°, 左前 45°, 左前 60°, 左側面の 6 方向から撮像を行い、50 万カウント集積によるポラロイドおよび gamma imager によるオリジナル画像とコンピュータ処理画像を得た。使用した装置は東芝大型ガンマカメラ (GCA 401-5) および Dec 社製 Gamma-11 処理装置である。<sup>99m</sup>Tc-PYP 心筋集積画像の評価は gamma imager オリジナル画像を用いて行い、Parkey らの分類<sup>2)</sup>を参考として次の 3 項目につき行った。

- (1) 集積様式 (pattern): 限局性 (心筋分節に集積する, localized), びまん性 (心内腔を含む集積, diffuse), 無集積 (集積なし, none)
- (2) 集積程度 (intensity): 高度 (胸骨と同等以上の集積濃度を示す, marked), 軽度 (胸骨集積濃度よりうすいもの, faint)
- (3) 集積範囲 (size): 大 (左室全周の 1/2 以上の集積範囲を示す, large), 中 (左室全周の 1/2 ~ 1/4 の集積範囲を示す, moderate), 小 (左室全周の 1/4 以内の集積範囲を示す, small)

<sup>99m</sup>Tc-PYP シンチの診断基準は, diffuse pattern faint intensity 以上の集積を陽性と判定した。さらに同時にタリウム (Tl-201) 心筋シンチグラフィ, 平衡時法による心プールシンチグラフィを施行し, 心筋欠損程度 (上記 size と同じく large, moderate, small に分類) とともにタリウム肺集積の有無を検し, さらに左室駆出率 (LVEF) を求めた。急性期 <sup>99m</sup>Tc-PYP 心筋集積を認めた例において発症後平均 37 日に上記検査を再度行った。初回検査から再検査までの間に再梗塞の出現した症例はなかった。経時的集積画像の変化は, <sup>99m</sup>Tc-PYP の心筋集積分布の pattern および intensity により評価し, その変化が臨床的にどのような意義を持つかを検討すべく 5 グループに分類した。グループ I (GI) は慢性期まで集積像を示した持続集積例であり, グループ II ~ V は急性期に集積像を示したが慢性期に消失した例のうち急性期の集積状態が localized pattern, marked intensity を示した例をグループ II (GII), localized pattern, faint intensity を示した例をグループ III (GIII) と

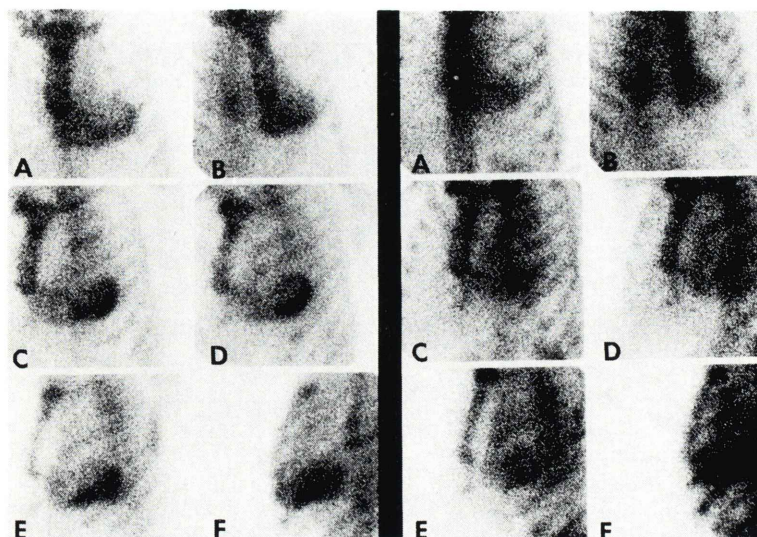
分類した。グループ IV (GIV) は急性期の集積状態が, diffuse pattern, marked intensity を示した例であり, グループ V (GV) は, diffuse pattern, faint intensity の例であるがこの 2 群は少数例のため統計的検討から除外した。Fig. 1 に持続集積陽性例, Fig. 2 に集積消失例を示す。

### III. 結 果

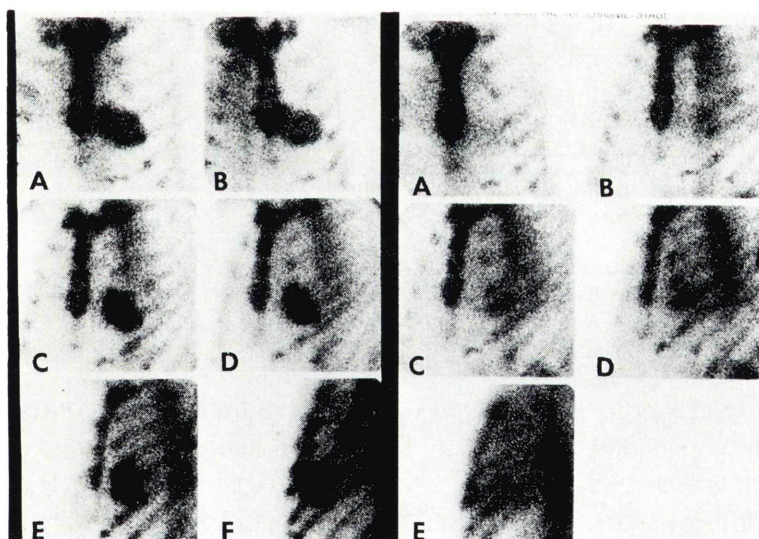
急性期 <sup>99m</sup>Tc-PYP シンチグラフィは AMI の 90% (63/70) で陽性像を示した。(Table 1) 貫壁性心筋梗塞は心筋限局の集積を示す localized pattern が多く (67%; 42/63) そのうち集積程度は marked intensity が 69% (29/42) を占めた。心内膜下梗塞は 57% (4/7) が diffuse pattern, faint intensity を示したがその他の例は集積を示さなかった。不安定狭心症は 3 例とも集積を認めなかった。

急性期 <sup>99m</sup>Tc-PYP シンチグラフィにて陽性像を示した 63 例のうち, 42 例において AMI 発症後平均 37 日に再度検査を施行した (Fig. 3)。42 例中 28 例 (67%) が再検査にて心筋集積像の消失を示し, 残り 14 例 (33%) が持続集積像を示した。localized pattern, faint intensity 群においては, 8 例全例で集積画像の消失を認めたが, localized pattern, marked intensity 群は 24 例中 15 例 (63%) が消失を示し, この群における持続集積例は 9 例 (36%) 認められ 1 例を除き 8 例は <sup>99m</sup>Tc-PYP の分布 pattern が localized から diffuse へと変化するか, または集積 intensity の減少 (marked → faint) が認められ, 慢性期には 9 例中 6 例が diffuse pattern, faint intensity を示し, 1 例のみが pattern, intensity とともに不変であった。diffuse pattern, marked intensity 群は 6 例中 3 例 (50%) が心筋集積の消失を示し, 残り 3 例は集積 intensity が faint へと低下した。diffuse pattern, faint intensity 群は 4 例中 2 例が集積の消失を認めたが 2 例は持続集積を示した。

<sup>99m</sup>Tc-PYP 持続集積像の臨床的意義を明らかにすべくその他の検査所見と比較検討した (Table 2)。グループ I (GI) とグループ II (GII) の成績を



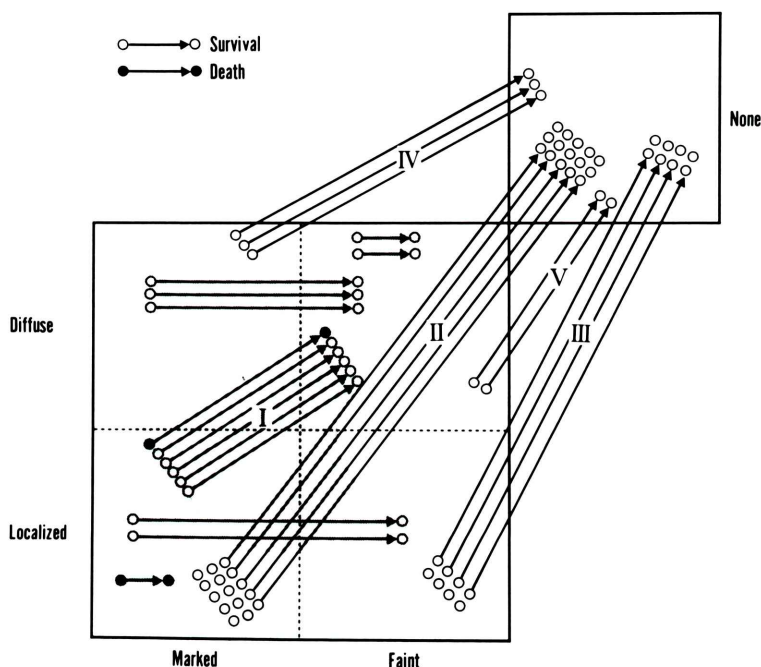
**Fig. 1** Persistently positive  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP myocardial scintigram.  
(left side: image at 3 days after attack, right side: image at 29 days after attack, A: anterior view, B: 30° right anterior oblique view, C: 30° left anterior oblique view, D: 45° left anterior oblique view, E: 60° left anterior oblique view, F: left lateral view)



**Fig. 2**  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP myocardial scintigram indicating disappeared positive image in chronic phase. (left side: image at 4 days after attack, right side: image at 32 days after attack, abbreviations as in figure 1.)

**Table 1** Characteristics of  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP myocardial scintigrams in patients with acute myocardial infarction and unstable angina

Diagnosis	Number of Patients	Large* Marked	Moderate Marked	Small Marked	Moderate Faint	Small Faint	Diffuse Marked	Diffuse Faint	None
All patients with AMI	70	30	10	6	5	8	9	12	7
Transmural infarction	70	13	10	6	5	8	9	8	4
Subendocardial infarction	7	0	0	0	0	0	0	4	3
Unstable angina	3	0	0	0	0	0	0	0	3

Abbreviations: AMI=acute myocardial infarction: \*=degree of  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP myocardial uptake**Fig. 3** Serial changes of the degree of Tc-PYP myocardial uptake by serial  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP myocardial scintigraphy.

対比検討してみると両群共前壁梗塞が多いことは一致するが、TI-201シンチグラフィから評価した梗塞の範囲はGIでは77%(10/13)の症例がlarge sizeを示したのに対し、GIIでは27%(4/15)にすぎずsmall sizeを3例に認めた。TI-201肺集積は急性期においてGIでは89%(8/9)と高率に増強を示したのに対し、GIIでは44%(4/9)にとどまった。また、GIはGIIより血清酵素値のmaximum LDHは高く( $3053 \pm 958$  vs  $2479 \pm 980$

IU/l), 肺動脈拡張末期圧(PADP)も高く( $18 \pm 7$  vs  $16 \pm 6$  mmHg), 左室駆出率(LVEF)は、低値( $28 \pm 11$  vs  $32 \pm 18$ %)をとる傾向を示したが、各指標共両群間で統計学的有意義は認められなかった。急性期localized pattern, faint intensityを示し慢性期には消失したGIIIは、TI-201シンチグラフィ上はsmall sizeを呈する下壁梗塞例が大多数を占め、maximum LDHはGIに比べ有意に低く( $1407 \pm 382$  IU/l,  $p < 0.001$ ), 肺動脈拡張末期圧

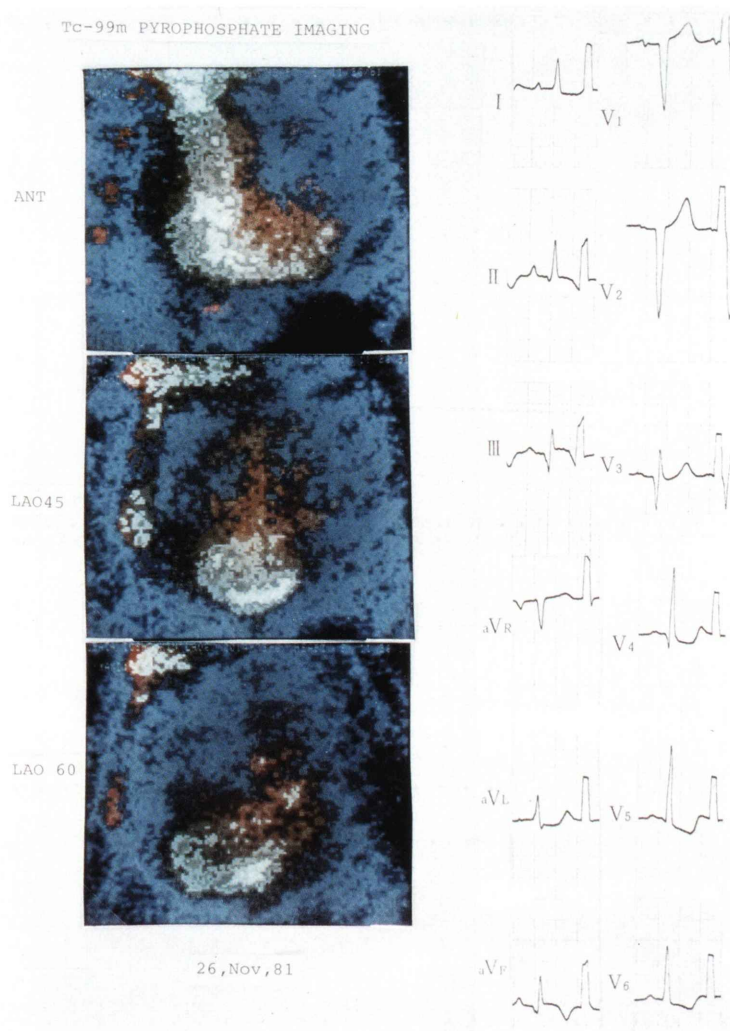


Fig. 4  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP myocardial scintigram which accumulated in inferior segment.

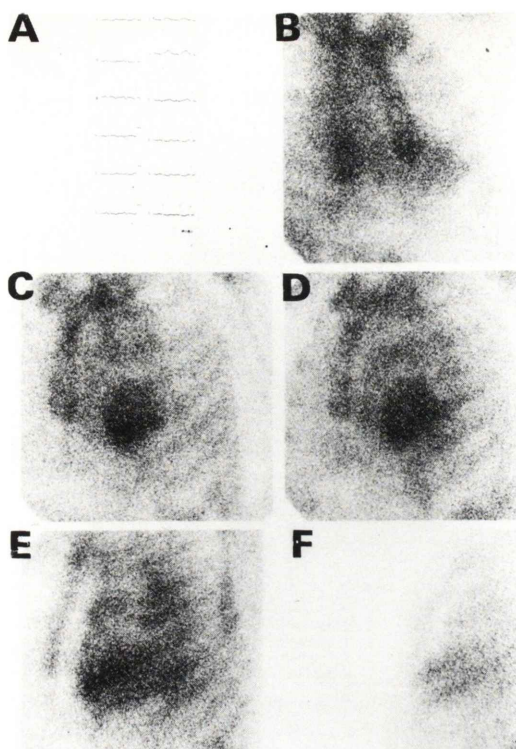


Fig. 5 Persistently positive  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP myocardial scintigram at 60 days after attack, which accumulated broad area (A: ECG, B: 30° right anterior oblique view, C: 30° left anterior oblique view, D: 45° left anterior oblique view, E: 60° left anterior oblique view, F: left lateral view).



Fig. 6 Autopsy finding which showed myocardial degeneration in anterior and inferior segment.

Table 2 Clinical data in patients with persistently positive  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP myocardial scintigram and negative scintigram (\*  $p < 0.001$ , comparison with group I)

Group (no. of patients)	Mean Age	pattern Intensity of Tc-99m PYP Uptake	TI-201 Myocardial Scintigraphy												
			Location of Infarction			Size				Increased Lung Uptake		Max. LDH(IU/l) (mean±SD)	PADP(mmHg) (mean±SD)	LVEF (%)	
			Ant	Inf	A+I	L	M	S	N	Acute	Chronic			Acute	Chronic
I (14)	63	Local. Dif. Mark. Faint	9	4	1	10	3	0	0	8/9	4/8	3053± 958	18±7	28±11	30± 9
II (15)	64	Localized Marked	11	3	1	4	8	3	0	4/9	2/4	2479± 980	16±6	32±18	34±13
III ( 8)	56	Localized Faint	2	6	0	0	3	4	1	4/6	0/3	1407± 382*	15±2	57± 6*	59±11*
IV ( 3)	60	Diffuse Marked	1	2	0	1	1	1	0	2/2	0/2	2795±1301	17±4	34± 8	39± 7
V ( 2)	75	Diffuse Faint	1	1	0	0	2	0	0	1/2	0/2	—	—	—	36± 5
L: large	M: moderate	S: small	N: none												

も低く ( $15 \pm 2$  mmHg), 左室駆出率は有意に高値を示した. (急性期  $57 \pm 6\%$ , 慢性期  $59 \pm 11\%$ ,  $p < 0.001$ ). 持続集積像を呈し死亡した一例を呈示する. 症例は49歳男性, 胸痛発作で入院し急性期  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP シンチグラムにて下壁に集積を認め下壁梗塞と診断された (Fig. 4). しかし, その後も狭心痛発作が続き, AMI 発症後 60 日目の再検では下壁を中心として前壁領域まで広がる持続集積を示し (Fig. 5) 死亡した. 病理解剖にて下壁のみならず前壁におよぶ梗塞後心筋変性所見が認められシンチグラフィ所見と一致した (Fig. 6).

#### IV. 考 察

本研究では, AMI の急性期に  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP シンチグラフィにて 90% (63/70) と高率に陽性像を示し, その過半数の例が marked intensity, localized pattern の心筋集積を示したこと, また慢性期  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP シンチグラフィにて 33% (14/42) が持続集積像を示し, その大多数が diffuse pattern, faint intensity であり, 一般的傾向として集積 pattern の変化 (localized $\rightarrow$ diffuse), 集積程度の減少 (marked $\rightarrow$ faint) が認められた. さらに持続集積例には高度左心機能障害例が多いことが明らかにされた.

他の研究者も AMI の  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP 持続集積像につき報告しており<sup>5,7)</sup> その出現頻度は約 10~40%としている<sup>8)</sup>. 従来 AMI の梗塞領域における  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP 集積度は発症後, 7~14日に減少, 消失していくと考えられており<sup>2,4)</sup> 本研究においても 67% (28/42) が再検査にて消失を示した. 本研究において, 持続集積像を示した症例と消失例の両群における病像の違いを検討した. 急性期  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP シンチグラムにて localized pattern, faint intensity を示す群は再検にて全例集積消失を示したのに対し, marked 群は 37% が持続集積像を示した. このことから心筋障害程度の強いもののほど持続集積像を示しやすいことが示唆される.

Tl-201 シンチグラフィによる梗塞範囲の評価からも持続集積を示した GI の 77% (10/13) が large size を示し, 持続集積陰性例よりも多く, 血清

酵素値も最も高い(max LDH 3053±958 IU/l)ことから梗塞の範囲と持続集積像との間に関連性が認められた。さらにGIはTI-201肺集積の増強を高率に認めており(89%, 8/9)PADPの上昇(18±7 mmHg) LVEFの低下(28±11%)の所見から左心不全例と考えられた。再検で全例陰性像を示したGIIIは梗塞sizeは小さく、左心機能の良好な軽症例であった。さらに急性期localized pattern, marked intensityを示しながらも慢性期に集積消失したGIIと持続集積を示したGIとの対比では、TI-201シンチグラフィによる梗塞範囲(large例; GI 10/13, GII 4/15)とTI-201肺集積の増強例の頻度が違い(GI 8/9, GII 4/9)さらにGIで2例が死亡していることからGIはGIIより重症群であると考えられる。

$^{99m}\text{Tc-PYP}$  持続集積像の発現機序としては進行性の心筋障害の存在が考えられる<sup>7)</sup>。Bujaら<sup>7)</sup>はAMI 46例の経時的シンチグラフィにて19例(41%)に弱い(2+ intensity)  $^{99m}\text{Tc-PYP}$  持続集積像を認めており、16/19例に重症な狭心症の合併があり、病理組織像との対比検討から  $^{99m}\text{Tc-PYP}$  持続集積像の原因として急性期から残存している変性心筋細胞の存在をあげている。本研究においても突然死した一例は、限局性の持続集積像を示しその intensity は慢性期にも減少せず、梗塞後狭心症を合併したことから心筋障害が持続した例と考えられる。つまり明らかな限局性集積像が続く場合は高度心筋障害の遷延が考えられる。しかし、本研究および他の報告の持続集積像<sup>5,7)</sup>の大多数は限局性集積を示さない diffuse pattern, faint intensity である。 $^{99m}\text{Tc-PYP}$  diffuse 心筋集積像は心内膜下梗塞、不安定狭心症にしばしば認められる所見とされる<sup>9,10)</sup>。この diffuse pattern の原因として広範に散材する壊死心筋の存在が考えられている。GIは広範な障害心筋の存在のため高度左心機能低下を示したものと考えられるが、GIとGIIの左心機能上の差異はGIが重症の傾向があるもののその区別は必ずしも容易でなく、持続集積像を示したGIに突然死の2例を認めたことから進行性の心筋障害の存在がGIに多いこと

が推測され、この把握が可能となりここに本法の臨床的意義があると考えられる。本研究の持続集積像を示すGIは前壁梗塞の広範梗塞例が大部分であるため、marked intensity 領域の集積程度が軽減することにより心内腔領域との分離が不明瞭となり diffuse pattern を呈した可能性が考えられる。しかし、この diffuse pattern には  $^{99m}\text{Tc-PYP}$  クリアランスの遅れによる心プール像の影響も考慮されなければならない<sup>11)</sup>。GI症例は大多数が左心不全を呈したため、血行動態悪化の影響をうけ  $^{99m}\text{Tc-PYP}$  クリアランスが遅延し心腔内  $^{99m}\text{Tc-PYP}$  残存が、diffuse pattern を呈したとも考えられるが、 $^{99m}\text{Tc-PYP}$  静注から撮像までの時間を3時間あけていること、骨摂取の状態は良好であることなどからこの可能性は少ない。しかし diffuse pattern が心筋集積像が心プール像なのか決定するのは困難であり、心プールサブトラクション法が分離に有用であったとの報告<sup>12)</sup>もあるが今後はSPECTの利用も期待できる。本研究では  $^{99m}\text{Tc-PYP}$  持続集積像がAMIの重症例に多いことを指摘し、持続する心筋障害の診断に利用できるなど、その臨床的意義を明らかにしたが、逆に持続集積像の出現が再梗塞例の部位診断を困難にする可能性もあり<sup>13)</sup>慎重な観察が必要とみなされる。

## V. 結 語

1) AMIの急性期、慢性期に  $^{99m}\text{Tc-PYP}$  心筋シンチグラフィを行い、慢性期まで持続集積像を示す例の臨床像を検討し、この意義を考察した。

2) 持続集積像は33%の症例に認められ、これらの急性期  $^{99m}\text{Tc-PYP}$  シンチグラムは localized pattern, marked intensity を示す例が多く、一般的傾向として集積 pattern の変化(localized→diffuse) 集積 intensity の減少(marked→faint)が認められた。

3) 持続集積例は左心不全例が多く、タリウムシンチグラフィで大多数が large size の欠損像を示し、2例が死亡したことより心筋障害の遷延する重症例を示唆する所見と考えられる。

## 文 献

- 1) Bonte FJ, Parkey RW, Graham KD, et al: A new method for radionuclide imaging of myocardial infarcts. *Radiology* **110**: 473-474, 1974
- 2) Parkey RW, Bonte FJ, Meyer SL, et al: A new method for radionuclide imaging of acute myocardial infarction in humans. *Circulation* **50**: 540-546, 1974
- 3) Codini MZ, Turner DA, Battle WE, et al: Value and limitations of technetium-99m stannous pyrophosphate in the detection of acute myocardial infarction. *Am Heart J* **98**: 752-762, 1979
- 4) Buja LM, Parkey RW, Dees JH, et al: Morphologic correlates of technetium-99m stannous pyrophosphate imaging of acute myocardial infarcts in dogs. *Circulation* **52**: 596-607, 1975
- 5) Olson HG, Cyons KP, Aronow WS, et al: Follow-up technetium-99m stannous pyrophosphate myocardial scintigrams after acute myocardial infarction. *Circulation* **56**: 181-187, 1977
- 6) AHA Committee Report: A reporting system on patients evaluated for coronary artery disease. *Circulation* **51**: 5-40, 1975
- 7) Buja LM, Poliner LR, Parkey RW, et al: Clinicopathologic study of persistently positive technetium-99m stannous pyrophosphate myocardial scintigrams and myocytolytic degeneration after myocardial infarction. *Circulation* **56**: 1016-1023, 1977
- 8) Willerson JT, Perkey RW, Buja LM, Bonte FJ: *Nuclear Cardiology*, Willerson JT editor, F. A. Davis Company, Philadelphia, 1979, P. 145
- 9) Willerson JT, Parkey RW, Bonte FJ, et al: Acute subendocardial myocardial infarction in patients: Its detection by technetium-99m stannous pyrophosphate myocardial scintigrams. *Circulation* **51**: 436-441, 1975
- 10) Willerson JT, Perkey RW, Bonte FJ, et al: Technetium stannous pyrophosphate myocardial scintigrams in patient with chest pain of varying etiology. *Circulation* **51**: 1046-1051, 1975
- 11) Prasquier R, Taradash MR, Botvinick EH, et al: The specificity of the diffuse pattern of cardiac uptake in myocardial infarction imaging with technetium-99m stannous pyrophosphate. *Circulation* **55**: 61-65, 1977
- 12) Berman DS, Amsterdam EA, Hines HH, et al: Problem of diffuse cardiac uptake of technetium-99m pyrophosphate in the diagnosis of acute myocardial infarction: Enhanced scintigraphic accuracy by computerized selective blood pool subtraction. *Am J Cardiol* **40**: 768-774, 1977
- 13) Malin FR, Rollo FD, Gertz EW, et al: Sequential myocardial scintigraphy with technetium-99m stannous pyrophosphate following myocardial infarction. *J Nucl Med* **19**: 1111-1115, 1978

## Summary

### Clinical Significance of Persistently Positive Technetium-99m Pyrophosphate Myocardial Scintigrams in Patients with Acute Myocardial Infarction

Yoshiharu NAKASHIMA\*, Hisashi FUKUZAKI\*, Kazumi MAEDA\*\*,  
Katsumi MINAMIJI\*\*\*, Toru KIDA\*\*\* and Yutaka YOSHIDA\*\*\*

\*First Department of Internal Medicine, Kobe University

\*\*School of Allied Medicine Science, Kobe University

\*\*\*Hyogo Brain and Heart Center at Himeji

To evaluate the clinical significance of persistently positive technetium-99m pyrophosphate ( $^{99m}\text{Tc}$ -PYP) myocardial scintigrams,  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP myocardial scintigrams were obtained in 73 patients with acute myocardial infarction (AMI) during acute phase and chronic phase (37 days later in an average). Sixty-three of 70 patients (90%) had a positive scintigram in acute phase. At follow-up scintigraphy, 33% of patients had a persistently positive scintigram and the degree of  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP myocardial uptake was changed from localized pattern with marked intensity to diffuse pattern with faint intensity. Patients with persistently positive scintigrams were demonstrated to

have severe myocardial damages as evidenced by large infarct size (max. LDH  $3053 \pm 958$  IU/l, large size defect with thallium-201 myocardial scintigraphy) and marked left ventricular dysfunction (PADP  $18 \pm 7$  mmHg, RIEF  $28 \pm 11\%$ ). Two patients with persistently positive scintigrams were expired. It is, thus, concluded that a persistently positive  $^{99m}\text{Tc}$ -PYP myocardial scintigrams indicates the existence of progressive myocardial damage and accordingly this finding is of great use for assessing the prognosis of AMI.

**Key words:** technetium-99m pyrophosphate myocardial scintigram, persistently positive image, acute myocardial infarction.