

《原 著》

回転型ガンマカメラの心臓イメージングへの応用

—(第5報) ^{99m}Tc ピロリン酸心筋 ECT による急性心筋梗塞の局在診断—

玉木 長良* 向井 孝夫* 石井 靖* 阪原 晴海*
 山本 和高* 藤田 透* 湊 小太郎* 鳥塚 莞爾*
 田巻 俊一** 鈴木 幸園** 門田 和紀** 神原 啓文**
 河合 忠一**

要旨 14例の急性心筋梗塞(発症2~10日)に、通常の2次元の ^{99m}Tc -ピロリン酸心筋シンチグラムを施行後、回転型ガンマカメラによるエミッションCT(ECT)を施行し、その有用性を検討した。ECTは全収集時間が12分以内で、再構成像は、横断面のほか、LAOよりみた心臓の前額面、RAOよりみた心臓の矢状面のおおのにおの多層の断層像を得た。いずれも心筋異常集積部と骨との分離が可能であり、14例全例に心筋に限局した集積が明らかであった。特に2次元シンチグラムでびまん性集積を示した6例(43%)、およびドーナツ状を呈した1例(7%)では、ECTのおおのこの断面からの評価により病巣の局在診断が明らかとなった。 ^{99m}Tc -ピロリン酸心筋ECTは、急性心筋梗塞の診断精度を上げるとともに、病巣の位置や広がり立体的に知る上できわめて有用な検査法と考えられた。

I. はじめに

^{99m}Tc -ピロリン酸(^{99m}Tc -PYP)による急性心筋梗塞の陽性描出法は、1974年Bonteら¹⁾によって報告されて以来、急性心筋梗塞の診断に利用されてきた²⁻⁵⁾。しかしながら本剤が骨への集積性を有するため、肋骨への集積がシンチグラム読影の妨げとなりうる。また心筋への集積の程度が少なく局在性の明確でない、いわゆるdiffuse+2については⁴⁾、残存した心プール像との鑑別が必要であるとともに、同様の所見を示す他の疾患との鑑別も必要であり、本法の欠点となっていた。

このような従来のシンチグラムの欠点を補うためには、断層表示による三次元的評価法がその解

決法となるものと期待される。著者らは1977年以来RIのエミッションCT(ECT)法につき検討を重ね^{6,7)}、心臓の分野でも ^{201}Tl 心筋像^{8,9)}や、 ^{99m}Tc -赤血球心プール像¹⁰⁾のECTの有用性を報告してきた。今回はこのECTを ^{99m}Tc -PYP心筋シンチグラフィに 응용して、その有用性を検討したので報告する。

II. 対象および方法

昭和56年11月より57年6月までに経験した急性心筋梗塞14例を対象とした。いずれも心筋梗塞特有の心電図所見を示し、心筋由来の血清酵素の上昇を認め、診断の確定した例である。検査は、被験者の状態の安定した梗塞発症2~10日後の間に施行した。

心筋シンチグラムは、 ^{99m}Tc -PYP 15~20mCi 静注投与し、2~3時間後に、高分解能平行コリメータを装着させた日立製Gamma Viewシンチカメラにて、前面、左前斜位(LAO)45°、左側面の3方向のシンチグラムを撮像した。

* 京都大学医学部放射線核医学科

** 同 第三内科

受付: 57年5月20日

最終稿受付: 57年7月2日

別刷請求先: 京都市左京区聖護院川原町54 ☎606

京都大学医学部附属病院放射線核医学科

玉木長良

通常のシンチグラム撮像後、被験者を GE 社製 Maxi 400T の回転型カメラの台にのせ、カメラを左後斜位 (LPO) 45° から右前斜位 (RAO) 45° まで、10~20 秒 5.8° ずつ回転させ、180°, 32 方向よりデータ収集した¹¹⁾。再構成は逆投影されたデータを重畳積分法により、多層の横断断層像を得た。さらに心筋の長軸短軸像が得られるように、横断断層像を左室長軸に平行となるよう回転させた後、前額面および矢状面の多層断層像を再構成した。したがって前額面は LAO よりみた心臓の短軸断層像、矢状面は RAO よりみた長軸断層像を示す^{8,9)}。

シンチグラムの読影には、二次元像、ECT 像ともに、陽性像の程度を Parkey の基準²⁾に従って 0 から +4 までに分類した。すなわち、全く集積しないものを 0、バックグラウンド程度のごくわずかな集積を +1、明らかな集積を示すが骨より集積の低いもの +2、骨と集積の同程度のもの +3、骨より明らかに集積の高いもの +4 とし、+2 以上を有意の集積とした。また、集積のパターンを、限局型、びまん型、ドーナツ型の 3 つに分類した¹²⁾。なお、ECT 画像は、15~20% のバックグラウンドを除去して描出した。

III. 結 果

急性心筋梗塞 14 例における ^{99m}Tc-PYP 心筋シンチグラムの所見結果を Table 1 に示す。いずれも心筋への集積は +2 以上であった。集積パターンは限局型を示したものが 7 例 (50%)、ドーナツ型が 1 例 (7%)、びまん型が 5 例 (43%) であった。これらに ECT を施行したが、全例心筋に限局した集積を認めた。

ECT の断層面別に検討すると、前壁梗塞例では症例 3, 8 の心内膜下梗塞例を除き、いずれの断面にても ^{99m}Tc-PYP の限局性の心筋集積があり、その局在診断に有用であった。一方下壁梗塞例では、横断断層像がびまん性集積を呈したのに対し、前額面、矢状面断層像が下壁または下後壁に限局した集積を明瞭に描出した。このように 3 方向の断層像により、^{99m}Tc-PYP の集積部位の立体的な評価が可能となった。

以下症例を供覧する。

(症例 1) N.N. 58 歳, 前壁梗塞 (Fig. 1)

心電図にて V₁₋₄ の ST の上昇とともに QS パターンを呈した、急性前壁中隔梗塞例である。発症 3 日後に ^{99m}Tc-PYP 心筋シンチグラムを施行

Table 1 Scintigraphic findings in 14 cases with acute myocardial infarction

Case No.	Age, sex	Days post infarct	ECG location	Planar uptake		ECT uptake		
				Degree	Pattern	Pattern	Location (Plane)	
1	58, M	3	anterior	+2	focal	focal	sep, ap	(T, F, S)
2	75, F	3	anterior	+2	focal	focal	sep, ap	(T, F, S)
3	48, M	2	anterior#	+2	focal	focal	lat	(F, S)
4	48, F	4	anterior	+4	doughnut	focal	sep, ap, lat	(T, F, S)
5	60, M	4	anterior	+3	diffuse	focal	sep, ap	(T, F, S)
6	53, M	6	anterior	+2	diffuse	focal	sep, ap	(T, F, S)
7	62, M	2	anterior	+2	diffuse	focal	sep, ap	(T, F, S)
8	56, M	3	anterior#	+2	focal	focal	lat	(F, S)
9	67, F	10	anterior#	+2	diffuse	focal	lat	(T, F, S)
10	73, M	3	inferior	+3	focal	focal	inf	(F, S)
11	48, M	2	inferior	+3	focal	focal	inf, post	(F, S)
12	59, M	3	inferior	+2	diffuse	focal	inf, post	(F, S)
13	59, M	7	inferior	+2	diffuse	focal	inf, post	(F, S)
14	77, F	2	inferior	+2	focal	focal	inf	(F, S)

sep: septal, ap: apical, lat: lateral, inf: inferior, post: posterior, T: transaxial, F: frontal, S: sagittal, #: subendocardial infarction

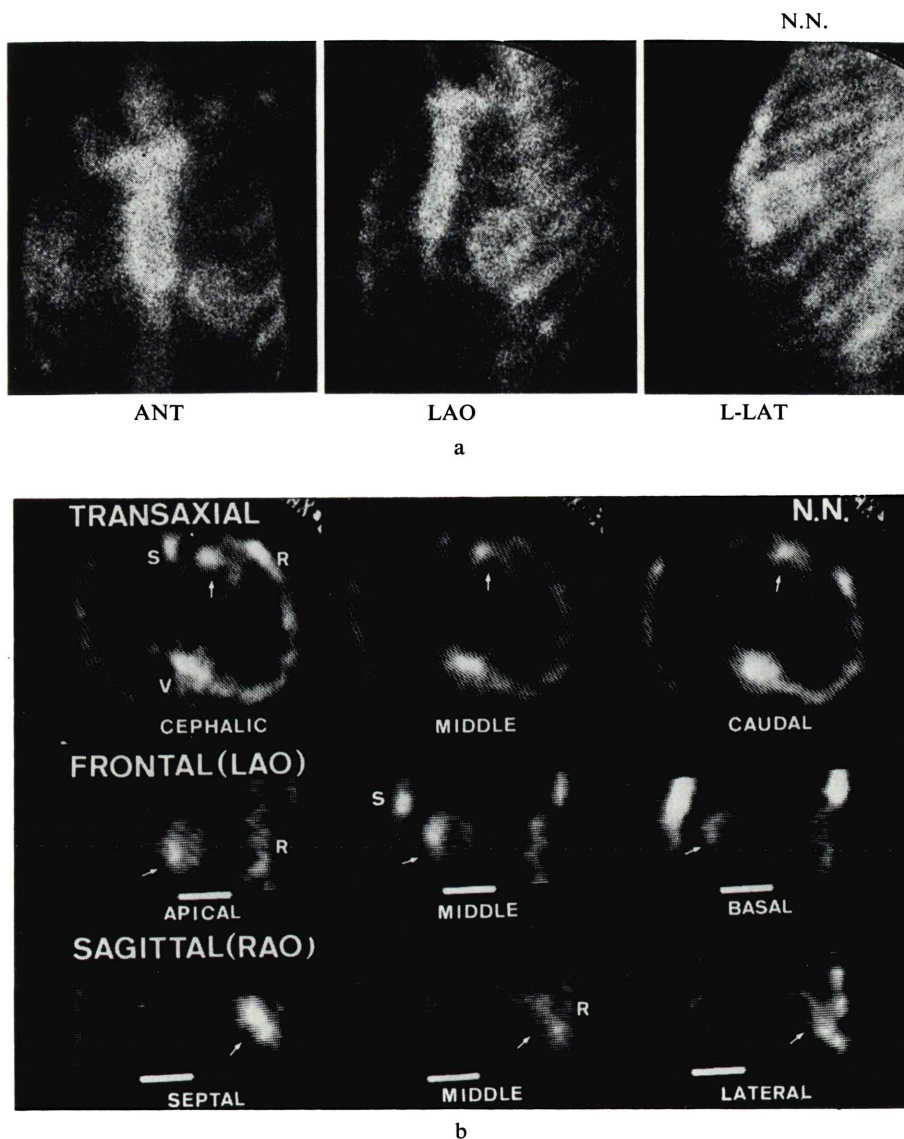


Fig. 1 Case 1. Anterior myocardial infarction.
 (a) The planar images show ^{99m}Tc -pyrophosphate (PYP) uptake in the anterior wall. (b) The ECT images reveals focal uptake in the anteroseptal and spical wall of the left ventricle (arrows) more clearly.
 (S: sternum; R: rib; V: vertebral bone)

した。2次元像では、左側面像で前壁に局限した集積(+2)がみられるが、骨との重なりのためやや不明瞭である。前面および LAO 像では、びまん型に近い集積が認められる (Fig. 1a)。本例の ECT 像を Fig. 1b に示す。横断断層像は下から見上げ

た水平断面で、上から順に 3 スライス、前額面断層像は LAO 位よりみた心臓の短軸断面で、心尖部から心基部へ順に 3 スライス、矢状面断層像は RAO 位よりみた心臓の長軸断面で、右から左へ順に 3 スライスを示している。心筋と骨とがきれ

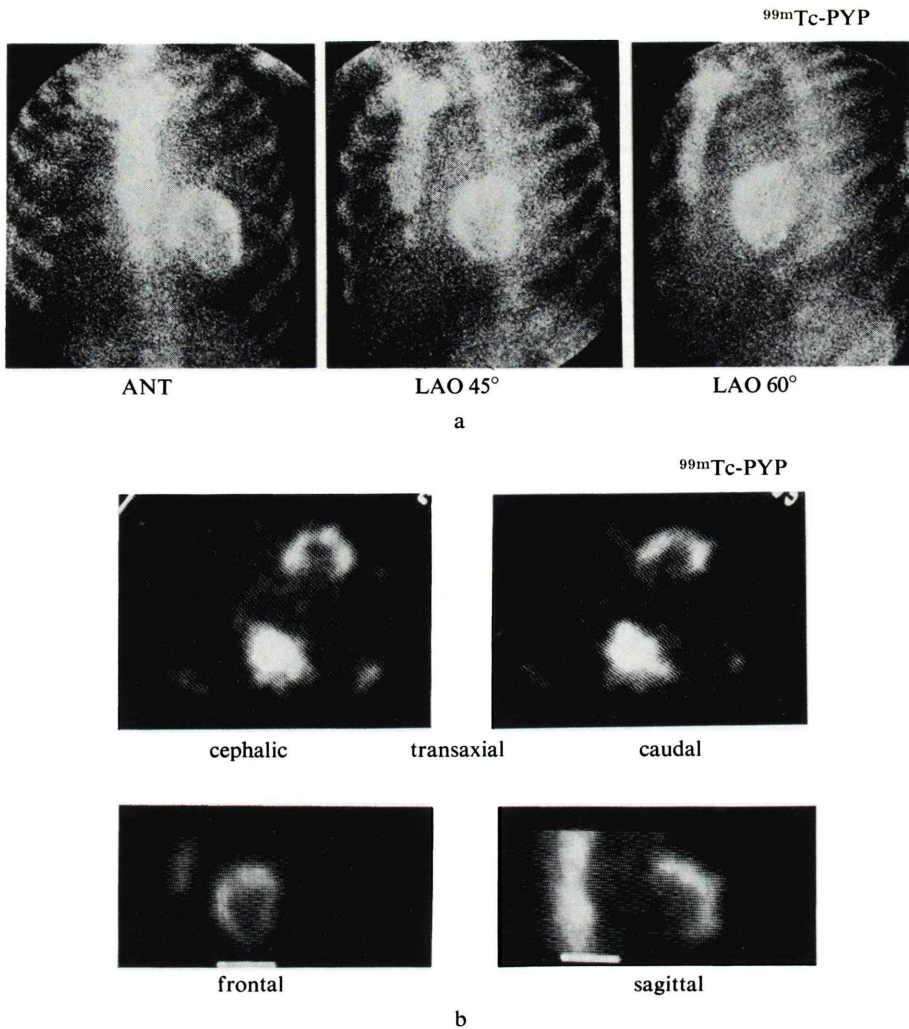


Fig. 2 Case 4. Anterior myocardial infarction.

(a) The planar images show doughnut pattern uptake of ^{99m}Tc-PYP in the anterior wall. (b) The ECT images reveal focal uptake in the broad anterior wall clearly.

いに分離され、異常集積部位が明瞭となっている。本例では心室中隔から心尖部に限局した集積がみられた。

(症例 4) K. K. 48歳, 前壁梗塞 (Fig. 2)

心筋梗塞発症 3 日目に ^{99m}Tc-PYP 心筋シンチグラムを施行した。2 次元シンチグラムでは、前面像および LAO 像にてドーナツ型の集積パターンを呈しており、前壁に広範囲に強い集積 (+4) がみられた (Fig. 2a)。本例の ECT では、心筋集

積部位は骨との分離が可能で、横断断層像では心室中隔から側壁への広範囲の領域に集積が広がり、前額面および矢状面断層像にても、心筋への限局性の集積が認められた (Fig. 2b)。

(症例 5) T. H. 60歳, 前壁梗塞 (Fig. 3)

心筋梗塞発症 4 日目に ^{99m}Tc-PYP 心筋シンチグラムを施行した。2 次元像では心臓部にびまん性に集積 (+3) がみられ、この像からは心筋集積の局在診断は困難であった (Fig. 3a)。本例の ECT

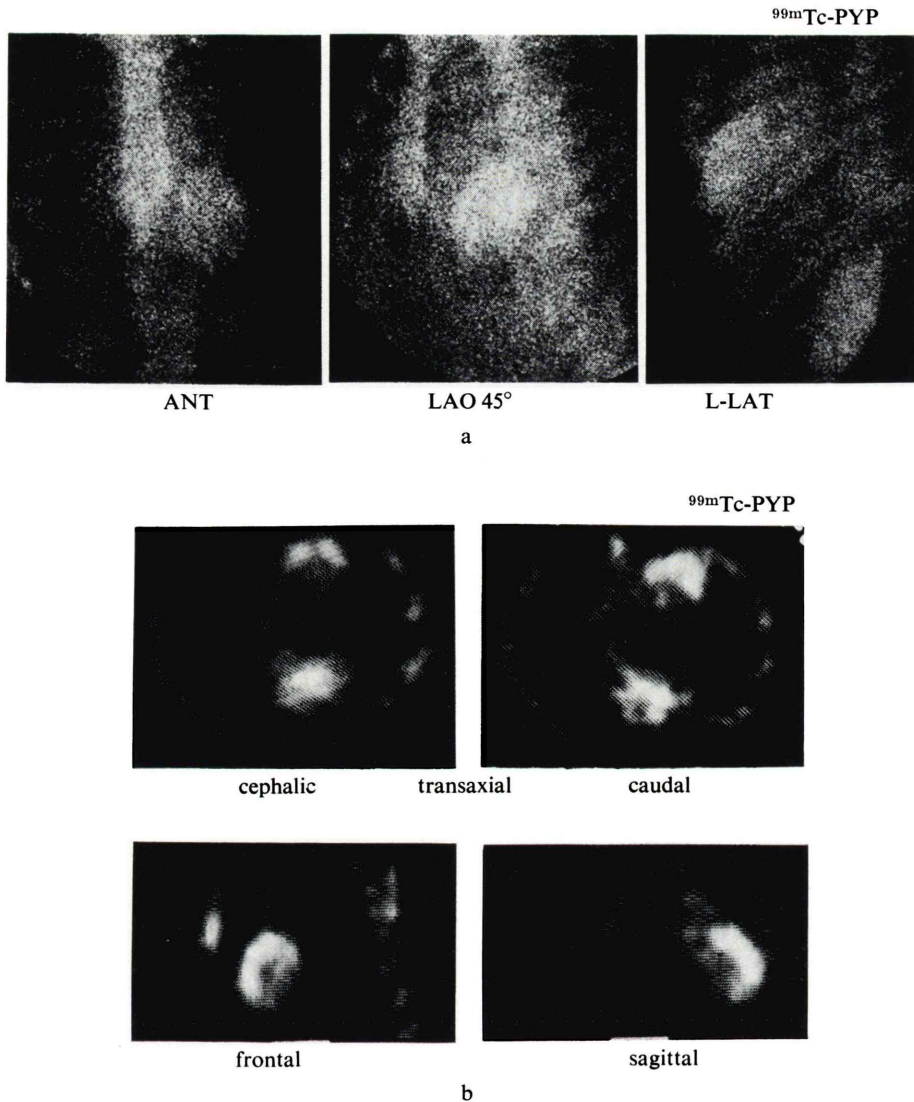


Fig. 3 Case 5. Anterior myocardial infarction.
 (a) The planar images show diffuse pattern uptake of ^{99m}Tc-PYP in the heart without an apparent focal uptake in the myocardium. (b) In the ECT images, focal uptake in the anterior wall is delineated.

を Fig. 3b に示す。心筋異常集積部位は断層表示により骨ときれいに分離され、心室中隔から心尖部への強い限局性の集積が明らかとなった。

(症例 11) Y. M. 48歳, 下壁梗塞 (Fig. 4)

心筋梗塞発症 2 日目に ^{99m}Tc-PYP 心筋シンチグラムを施行した。2 次元像では、前面像より下

壁に限局する集積 (+3) が明らかであるが、他の 2 方向像では骨との重なりのため、集積部位を明瞭に同定できなかった (Fig. 4a)。本例の ECT では、骨との分離が可能であり、横断面で明らかな心筋への限局像はみられなかったが、前額面、矢状面像で下後壁に一致した ^{99m}Tc-PYP の心筋へ

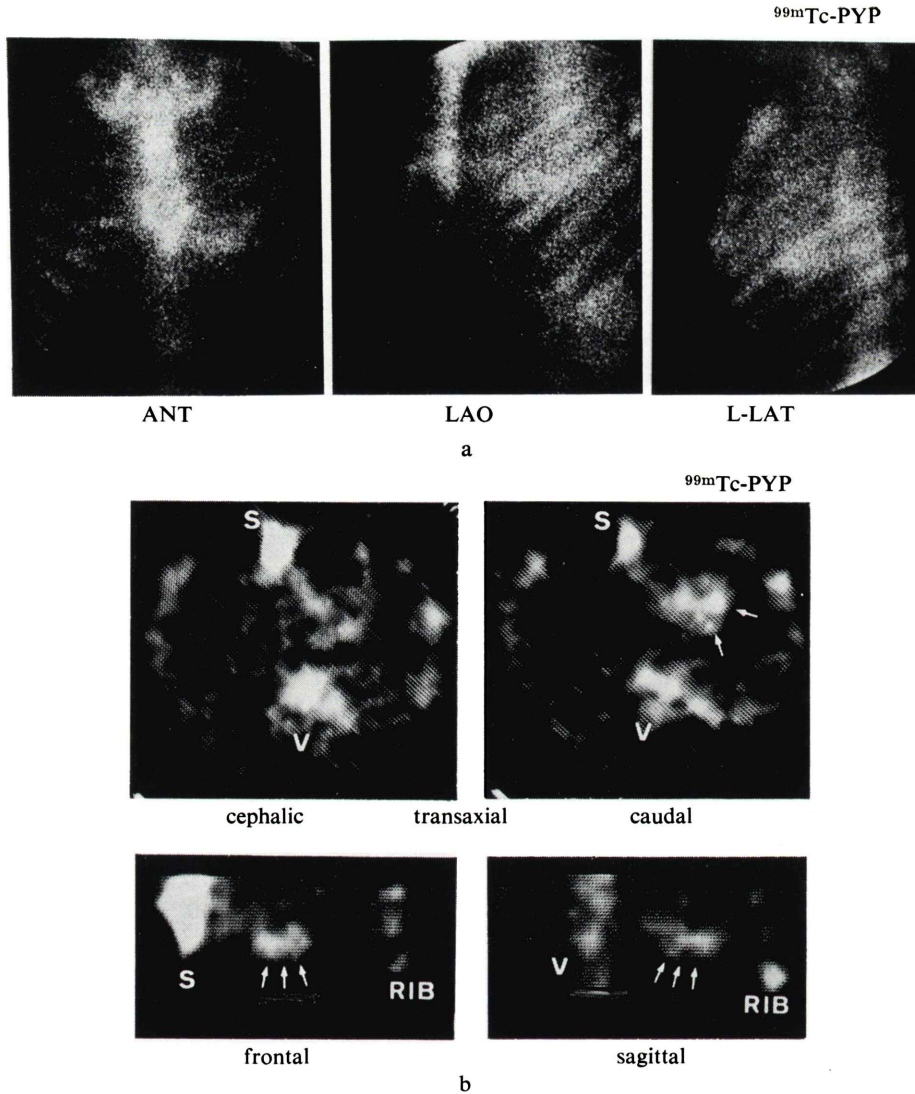


Fig. 4 Case 11. Inferior myocardial infarction.

(a) The planar images show focal uptake in the inferior wall. (b) In ECT images, focal uptake of $^{99m}\text{Tc-PYP}$ in the inferoposterior wall, which is not apparently seen in the transaxial sections, is delineated in the frontal and sagittal sections (arrows).

の集積を認めた。

IV. 考 案

$^{99m}\text{Tc-PYP}$ 心筋シンチグラムは、急性心筋梗塞の診断や、壊死巣の局在、広がりの評価に利用されてきた¹⁻⁵⁾。しかしながら、本剤が心筋梗塞

のごく初期には集積せず、早期診断には利用できないこと、また不安定狭心症や心不全例などにも集積を認めるため、本法の急性心筋梗塞診断の specificity の低下を招くなどの問題を有する^{4,13,14)}。特に本剤が心臓にびまん性に淡く集積する場合は、非特異的な所見とされ⁴⁾、心プールに一致する集

積との鑑別を必要とする^{13,14}。また本剤は骨へも集積するため、通常の2次元像では骨への集積が、シンチグラム読影の妨げとなる。

これらの問題を解決するため、2次元シンチグラムにひき続いて、回転型ガンマカメラを用いたECT像を再構成し、断層像による三次元的評価を試みた。急性心筋梗塞14例の検討では、心筋異常集積部位と、肋骨や胸骨への集積と分離して描出できた。骨への集積は、2次元法のような読影の障害となるかわりに、心筋集積の部位判定の手がかりとなった。また2次元像でびまん性集積を認めた6例や、ドーナツ状集積を示した1例を含め、14例全例において、ECT像では心筋への局限した集積が明らかとなり、ECTは梗塞巣の局在診断に有用であった。

2次元シンチグラムでびまん性集積を示すのは、前壁に比較的広範囲に集積のある場合や、下壁の集積が後壁に及ぶ場合に、前面像で左室全体に集積があるように見え、LAOや左側面では肋骨との重なり合いから、その局在診断が困難なためと考えられる。このような場合、断層表示により集積部心筋と骨や正常心筋とを分離表示できるため、梗塞巣の位置と広がりをも明瞭に把握できる。特に心筋の集積と心プール像とが、本法により容易に鑑別が可能となるため、^{99m}Tc-PYPによる急性心筋梗塞診断のspecificityは改善できると思われる。

^{99m}Tc-PYP心筋ECTについては、Keyesら¹⁶の犬の梗塞モデルを用いたものや、Holman¹⁷、多田ら¹⁸の数例の臨床例の検討が報告され、その意義が指摘されている。著者らの検討でも¹⁹、ECTは的確な部位診断が可能で、特に2次元像でびまん性集積を示した例へのECTの利用は、きわめて有用と考えられた。著者らは回転型ガンマカメラを用いて、横断断層像のほか、心臓の短軸断層像や長軸断層像も得ているが、²⁰¹Tl心筋ECT像の場合と同様^{8,9}、下壁梗塞例では横断断層像よりも、病巣を接線方向におく、短軸ならびに長軸断層像が役立つ(Fig. 4)。また、ECTによる心筋梗塞の評価法の中でも、²⁰¹Tlによる陰性描出法

よりは、^{99m}Tc-PYPによる陽性描出法の方が、検出能も高く、病巣をより明瞭に描出できるものと考えられる。したがって、ECTによる梗塞量の定量評価も^{16,20,21}、陽性描出法の方が優れているものと思われる。

^{99m}Tc-PYP心筋ECTは、急性期の梗塞患者にはやや負担となろうが、著者らの方法では12分以内の検査時間の追加で済むため、被験者への負担は少なく、梗塞巣の部位と広がりを知る上で、きわめて有用な補助手段と考えられた。

V. 結 語

^{99m}Tc-PYP心筋ECTは、心筋集積部位と骨とを分離して描出でき、特に2次元像でびまん性集積やドーナツ状集積を示した例では、心筋集積部位の同定に役立つ。本法は梗塞巣の部位と広がりを、三次元的に把握できる点で有用と考えられた。

文 献

- 1) Bonte FJ, Parkey RW, Graham KD, et al: A new method of radionuclide imaging of acute myocardial infarcts. *Radiology* **110**: 473-474, 1974
- 2) Parkey RW, Bonte FJ, Meyer SL, et al: A new method of radionuclide imaging of acute myocardial infarction in human. *Circulation* **50**: 540-546, 1974
- 3) Willerson JT, Parkey RW, Bonte FJ, et al: Acute subendocardial myocardial infarction in patients. *Circulation* **51**: 436-441, 1975
- 4) Berman DS, Amsterdam EA, Hines HH, et al: New approach to interpretation of technetium-99m pyrophosphate scintigraphy in detection of acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* **39**: 341-346, 1977
- 5) 石井 靖, 山本逸雄, 米倉義晴, 他: ^{99m}Tc-diphosphateによる心筋シンチグラフィについて. *核医学* **12**: 667-672, 1975
- 6) 向井孝夫, 藤田 透, 石井 靖, 他: ミニコンによるRI断層像の合成. *映像情報* **9**: 21-27, 1977
- 7) 鳥塚莞爾, 向井孝夫, 石井 靖, 他: エミッションCT. *臨床放射線* **25**: 1343-1356, 1980
- 8) Tamaki N, Mukai T, Ishii Y, et al: Clinical evaluation of thallium-201 emission myocardial tomography using a rotating gamma camera. Comparison with seven-pinhole tomography. *J Nucl Med* **22**: 849-855, 1981
- 9) 玉木長良, 向井孝夫, 石井 靖, 他: 回転型ガンマ

- カメラによる ^{201}Tl 心筋断層像 ; 特に 7 ピンホール
コリメータによる断層法との比較検討——(第 2 報)
臨床的検討——. 核医学 **18**: 801-808, 1981
- 10) 玉木長良, 向井孝夫, 石井 靖, 他: 回転型ガンマ
カメラの心臓イメージングへの応用——(第 4 報) 心
拍同期 ECT の試み——. 核医学, **19**: 757-763, 1982
 - 11) 玉木長良, 向井孝夫, 石井 靖, 他: 回転型ガンマ
カメラの心臓イメージングへの応用. ——(第 3 報)
 180° データ収集法によるタリウム心筋 ECT の検
討——. 核医学, **19**: 535-540, 1982
 - 12) Ahmad M, Logan KW, Martin RH: Doughnut
pattern of technetium-99m pyrophosphate myo-
cardial uptake in patients with acute myocardial
infarction: A sign of poor long-term prognosis.
Am J Cardiol **44**: 13-17, 1979
 - 13) Ahmad M, Dubiel JP, Logan KW, et al: Limited
clinical diagnostic specificity of technetium-99m
stannous pyrophosphate myocardial imaging in
acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* **39**:
50-54, 1977
 - 14) Perez LA, Hayt DB, Freeman LM: Localization
of myocardial disorders other than infarction with
 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -labeled phosphate agents. *J Nucl Med* **17**:
241-246, 1976
 - 15) Prasquier R, Taradash MR, Botvinick EH, et al:
The specificity of the diffuse pattern of cardiac
uptake in myocardial infarction imaging with tech-
netium-99m stannous pyrophosphate. *Circulation*
55: 61-66, 1977
 - 16) Keyes JW, Leonard PF, Brody SL, et al: Myo-
cardial infarct quantification in the dogs by single
photon computed tomography. *Circulation* **58**:
227-232, 1978
 - 17) Holman BL, Friedman BJ, Polak JF, et al: Tc-99m
pyrophosphate transaxial emission computed tomo-
graphy in patients with acute myocardial infarction.
J Nucl Med **21**: 69 (abst), 1980
 - 18) 多田 明, 分枝久志, 小泉潔, 他: 急性心筋梗塞に
よる emission computed tomography の有用性. 核
医学. **18**: 1113, 1981 (抄録)
 - 19) 鳥塚莞爾, 玉木長良, 石井 靖, 他: シングル・フ
ォトン・エミッション CT による虚血性心疾患の診
断. 臨床 ME **6**: 173-180, 1982
 - 20) Keyes JW, Brady TJ, Leonard PF, et al: Calculation
of viable and infarcted myocardial mass from
thallium-201 tomograms. *J Nucl Med* **22**: 339-343,
1981
 - 21) Lewis SE, Corbett JR, Morgan C, et al: Single
photon emission tomographic sizing of experimental
myocardial infarction: A comparison of infarct-avid
and perfusion marker. *J Nucl Med* **23**: 24 (abst)
1982

Summary

Cardiac Emission Computed Tomography (ECT) Using a Rotating Gamma Camera (5) Topographic Assessment of Acute Myocardial Infarction by ^{99m}Tc -pyrophosphate Myocardial ECT Imaging

Nagara TAMAKI*, Takao MUKAI*, Yasushi ISHII*, Harumi SAKAHARA*,
Kazutaka YAMAMOTO*, Toru FUJITA*, Kotaro MINATO*, Kanji TORIZUKA*,
Shunichi TAMAKI**, Yukisono SUZUKI**, Kazunori KADOTA**,
Hirofumi KAMBARA** and Chuichi KAWAI**

**Department of Radiology and Nuclear Medicine, and **Third Division, Department of Internal Medicine,
Kyoto University Medical School, Kyoto*

^{99m}Tc -pyrophosphate (PYP) myocardial emission computed tomography (ECT) was performed following the conventional planar imaging in 14 cases with acute myocardial infarction. Cardiac short axis planes (LAO view) and long axis planes (RAO view) were also reconstructed from a series of transaxial planes for three-dimensional evaluation of ^{99m}Tc -PYP accumulation.

While the planar imaging reveals diffuse pattern of myocardial uptake in 6 cases (43%) and doughnut pattern of uptake in 1 case (7%), ECT imaging

shows focal pattern of myocardial uptake in each of 14 cases. In ECT imaging, myocardial uptake was more delineated by the separation from the bone activity.

We conclude that ECT imaging can provide topographical informations of ^{99m}Tc -PYP myocardial accumulation accurately, especially in case of diffuse pattern uptake by the planar imaging.

Key words: emission computed tomography, ^{99m}Tc -pyrophosphate, myocardial infarction rotating gamma camera.