

《原 著》

## 心筋梗塞診断における<sup>201</sup>Tl 心筋 ECT の臨床的評価

井上登美夫\* 石原十三夫\* 山川 通隆\*

玉木 良雄\* 野崎美和子\* 永井 輝夫\*

**要旨** 回転型ガンマカメラによる<sup>201</sup>Tl 心筋 ECT について、心筋梗塞診断における臨床的有用性を検討した。心筋梗塞33例を含む61例を対象に、planar image 撮像後心筋 ECT を施行した。心筋梗塞に対する診断能を planar image と対比した結果、有病正診率 (sensitivity) 無病正診率 (specificity) 総合正診率 (accuracy) は、planar image でおおむね 75.8%, 92.9%, 83.6% であったのに対し、ECT では 96.9%, 78.6%, 88.5% であった。ECT は有病正診率は明らかに向上するが、無病正診率は低下し、総合正診率としては planar image に勝っていた。心筋梗塞診断に際しては、3種の断層面（体軸横断、矢状断、前額断）を総合的に判定する必要があると思われた。また、ECT 上の梗塞巣のひろがりは心電図所見と比較的よく一致した。

### I. はじめに

近年のシングルホトン ECT の普及はめざましく、各臓器についての臨床的評価が進められつつある<sup>1~5)</sup>。一方、心臓核医学領域において、<sup>201</sup>Tl 心筋イメージは虚血性心疾患の診断に広く利用され、その有用性が客観的に確認されている<sup>6)</sup>。<sup>201</sup>Tl 心筋イメージの RI 断層法としては、7ピンホールコリメータを用いた方法が普及しており、虚血性心疾患を中心に多くの施設で利用されている。

今回われわれは、回転型ガンマカメラを用いた心筋 ECT の心筋梗塞に対する臨床的有用性を検討したので報告する。

### II. 対象ならびに方法

対象は当科で<sup>201</sup>Tl 心筋 ECT を施行した心筋梗塞33例および非心筋梗塞28例（狭心症7例、特発性心筋症5例、心弁膜疾患4例、先天性心疾患2例、心筋炎2例、高血圧2例、その他6例）の

計61例である（Table 1）。心筋梗塞の診断は心電図・血清酵素および臨床症状より確定された。

検査方法は、安静時に<sup>201</sup>TlCl を2~4 mCi 静注し5~10分後より通常の planar image を5方向（ANT, LAO-30°, 45°, 60°, L-LAT）撮像し、ひきつづき ECT を施行した。検査は全症例において<sup>201</sup>Tl 静注後1時間以内に終了した。装置は島津 LFOV-E 回転型ガンマカメラおよびシンチパック1200核医学データ処理装置を用いた。ECT の撮影方向は10度間隔36方向あるいは8度間隔45方向とし、1方向の測定時間は30秒間とした。コリメータは、低エネルギー用高分解能平行多孔コリメータを使用した。ECT 像の再構成は filtered back projection 法を用い、フィルタは Shepp and Logan のものを利用した。なお今回の画像再構成においては吸収補正を行っていない。1回のデータ収集から体軸に対する横断像（transaxial image）、前額断像（coronal image）、矢状断像（sagittal image）の3種の断層像を作成した。

上記の方法で作成した ECT 像について、1) 心筋梗塞診断における診断率（planar image との比較）、2) 3種の断層像における梗塞部位別の欠損検出率、3) ECT 像の欠損範囲と心電図診断の比較の3項目について検討した。

\* 群馬大学医学部放射線医学教室

受付：57年3月30日

最終稿受付：57年7月2日

別刷請求先：前橋市昭和町3-39-22（番371）

群馬大学医学部放射線医学教室

井 上 登美夫

**Table 1 Materials**

Myocardial infarction	33
Angina pectoris	7
Primary myocardial disease	5
Valvular heart disease	4
Congenital heart disease	2
Myocarditis	2
Hypertension	2
Others	6
Total	61 cases

1)については、planar imageはフィルム上に表示した5方向について、ECT像はデータ処理装置のCRT上にスムージング処理後グレイスケール表示した3種類の断層像について読影した。読影は臨床診断を知ったうえで、梗塞有か無の判定を1か月の間隔をあけて2回行い、いずれかの読影で梗塞有とした症例を梗塞有とした。

2)は、梗塞症例について心電図診断による梗塞部位を基準として、前壁・中隔・側壁・下壁の各梗塞部位について体軸横断・前額断・矢状断の各断層像ごとの欠損出現率を求めた。

3)は、心電図部位診断で前壁中隔側壁梗塞と診断された梗塞範囲の大きい群と前壁梗塞あるいは前壁中隔梗塞と診断された梗塞範囲の小さい群の2群に大別しECTの欠損範囲と比較した。ECT像のうえでの欠損範囲を定めるために各断層像ごとに長軸を基準とした8分画を設定し<sup>7)</sup>、各分画ごとに欠損の有無を判定した。梗塞範囲の大きい群と小さい群の2群について、半数以上の症例で欠損を示した分画範囲を比較した。

### III. 結 果

#### 1. 心筋梗塞に対する診断率

臨床診断を基準とした心筋梗塞に対する有病正診率<sup>8)</sup>(sensitivity)、無病正診率<sup>8)</sup>(specificity)、総合正診率<sup>8)</sup>(accuracy)は、planar imageでおのおの75.8%、92.9%、83.6%，ECTでは96.9%、78.6%，88.5%であった(Fig. 1)。すなわち、ECTはplanar imageと比較し有病正診率は明らかに高いが、無病正診率は低く、総合正診率はやや高値であった。

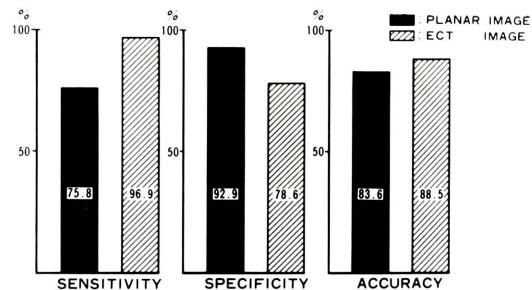


Fig. 1 Diagnostic efficacy of <sup>201</sup>Tl myocardial imaging for myocardial infarction. Comparison between planar imaging and single-photon ECT.

planar imageで偽陰性であったのは8例であり、6例は下壁梗塞、2例は心内膜下梗塞の症例であった。これらの症例はいずれもECTでは梗塞有と判定された。Fig. 2は、55歳男性で下壁の心筋梗塞症例である。冠動脈造影で右冠動脈枝のsubtotal stenosisが確認されている。planar imageでは心尖部の生理的欠損との鑑別困難であり「梗塞無」と判定した。ECT像では前額断層像および矢状断層像で下壁に明らかな欠損像を認めた。

ECTで偽陰性であったのは、下壁梗塞の1例のみであった(Fig. 3)。一方、ECTで偽陽性であったのは6例であり、4例は狭心症の症例、2例は特発性心筋症であった。Fig. 4は、47歳男性で臨床診断では「肥大型心筋症疑い」の患者である。planar imageでは欠損所見は認められないが、ECT imageでは前額断層像および矢状断層像で下壁に明らかな欠損を認めた。

#### 2. 各断層像における梗塞部位別欠損検出率

心電図診断で判定された梗塞部位は、前壁15、中壁11、側壁11、下壁19であった。各梗塞部位に対して体軸横断・前額断・矢状断の各断層像ごとに欠損検出率を求めた(Fig. 5)。前壁梗塞はいずれの断層像でも検出率が高いが、中隔梗塞では前額断層像、側壁梗塞では矢状断層像さらに下壁梗塞では体軸横断像において欠損の判定が困難であった。

#### 3. ECT像の欠損範囲と心電図診断の比較

体軸横断像においては、前壁中隔側壁梗塞群の

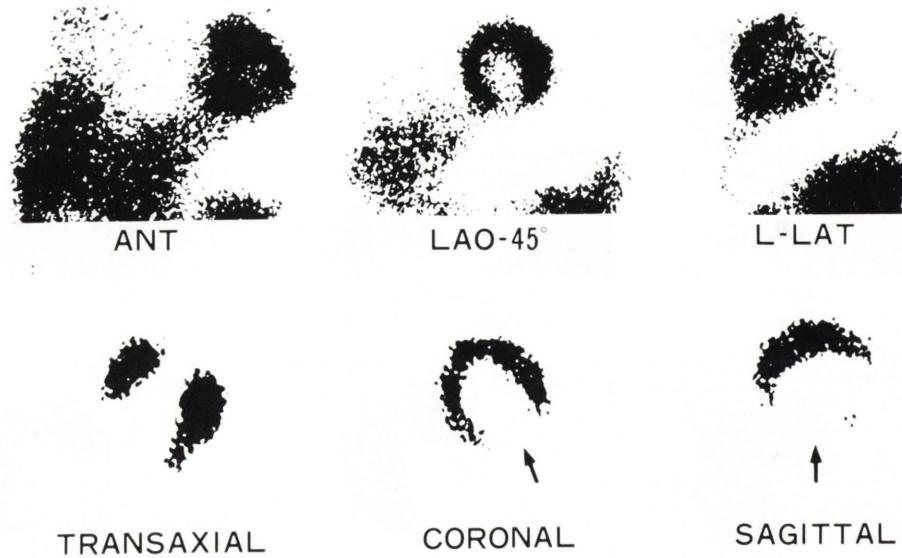


Fig. 2 55-year-old man. A case of inferior myocardial infarction. Planar images (upper raw) showed negative study, but ECT images (lower raw) showed apparent hypoperfusion area in myocardium.

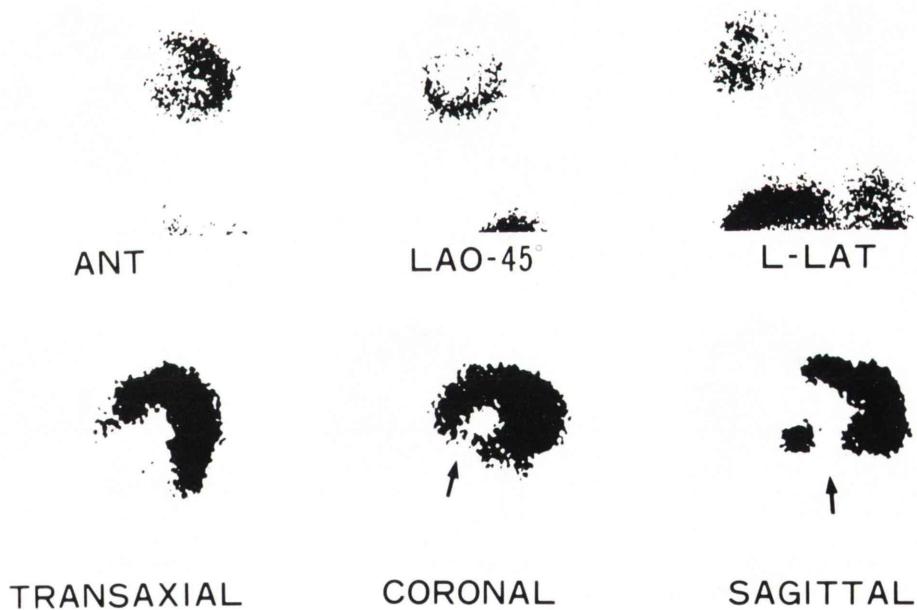


Fig. 4 47-year-old man. A case of suspected primary myocardial disease. False positive case in ECT.

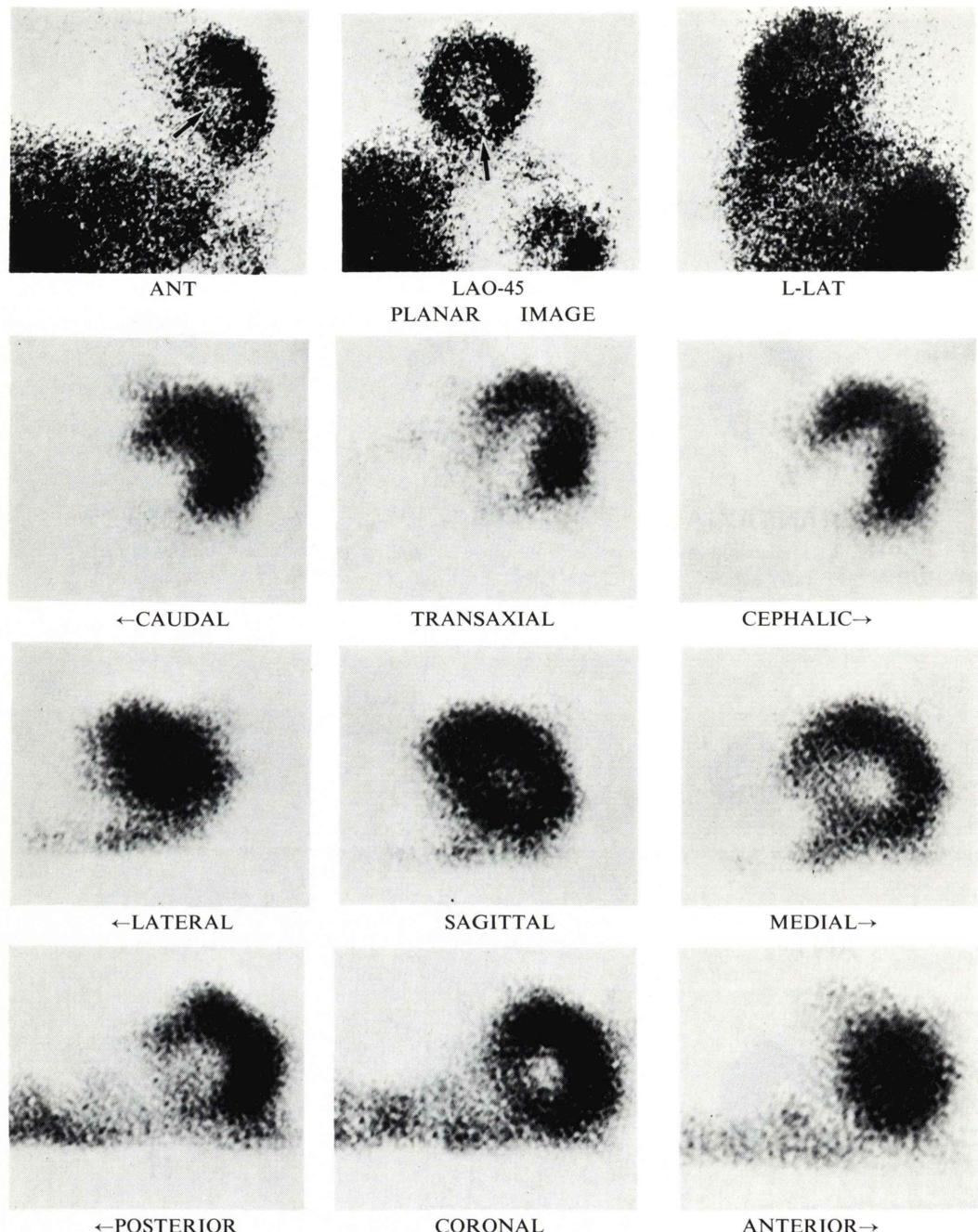


Fig. 3 54-year-old man. A case of inferior myocardial infarction. False negative case in ECT.

PLANE MI LOCATION	TRANSAXIAL	CORONAL	SAGITTAL
ANTERIOR (n=15)	14 15	12 15	14 15
SEPTAL (n=11)	10 11	4 11	10 11
LATERAL (n=11)	5 11	3 11	0 11
INFERIOR (n=19)	0 19	10 19	8 19

Fig. 5 Detectability of three kinds of tomographic sections. Comparison among M. I. locations.

欠損範囲は分画 3～6 であったのに対し、前壁あるいは前壁中隔梗塞群では分画 4 のみであった。前額断層像では分画 2～4 に対し分画 3、矢状断層像では分画 2～5 に対し分画 3～4 と心電図上の梗塞範囲と ECT 像の欠損範囲は良い対応を示した (Fig. 6)。

#### IV. 考 察

心筋梗塞に対する安静時<sup>201</sup>Tl 心筋 planar image の診断率については、多施設の症例の客観的解析から無病正診率に対し有病正診率が低いことが指摘されている<sup>6)</sup>。有病正診率が相対的に低い原因の 1 つに、planar image が 2 次元画像であることによる心筋周囲のバックグラウンドあるいは欠損周囲の健常心筋との重なりによる影響が考えられる。今回 planar image で偽陰性であった 8 例は、下壁梗塞 6 例および心内膜下梗塞 2 例でありいずれも腸管あるいは周囲心筋の activity の重なりが問題となる症例であった。一方、シングルホトン ECT は断層像であることから欠損周囲の activity の影響が少なく、梗塞による欠損所見をより明確に描出する。planar image で偽陰性であった 8 例は、いずれも ECT では「梗塞有」と判定され明らかに有病正診率が向上した。一方、無病正診率は planar image 92.9% に比し、ECT では 78.6% と低値を示した。「心筋梗塞」に対する ECT の偽陽性として、ECT 像の欠損所見が真の TI 分布を反映している場合と artifact である場合

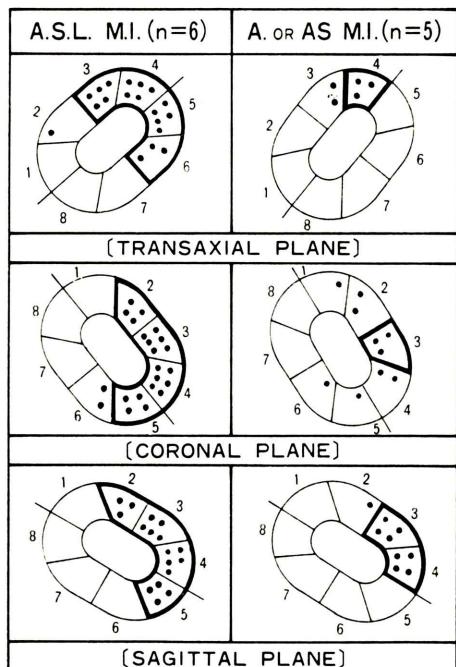


Fig. 6 Extension of myocardial infarction on ECT images. Comparison with ECG diagnosis. ECT image of myocardium was divided eight segments which were numbered 1 to 8 clockwise from basal portion. The distribution of dots on the scheme showed the number of cases with hypoperfusion in each segment. More than a half cases presented the defects in area surrounded with the wide line.  
Abbreviation: A.S.L.M.I.: Anterior, septal and lateral myocardial infarction. A or A.S.M.I.: Anterior or anteroseptal myocardial infarction.

が考えられる。今回の偽陽性例 6 例は狭心症と特発性心筋症であり、6 例中 5 例について欠損像を呈する可能性を否定できない<sup>9,10)</sup>。すなわち従来の planar image では判定しえなかった<sup>201</sup>Tl の心筋内分布異常が、ECT によって明らかになり、「心筋梗塞」に対する specificity が低下した可能性がある。今回のような retrospective な efficacy study において非梗塞群に欠損像を呈しうる疾患が含まれていることに問題があるかもしれないが、日常臨床検査の一つとして「心筋梗塞診断」における ECT を評価する意味においては症例の選択にバイアスのかからない状態での評価も必要と思

われる。ECT の偽陽性が真の欠損であることを前提とした場合、今回の結果から ECT を施行することにより、specificity が問題となる症例が増加することが推測される。とくに梗塞に至らない重篤な冠動脈疾患との鑑別が問題となり、<sup>201</sup>Tl 安静時注入後の redistribution 完了時における ECT の検討も必要と思われる。

一方、false positive の原因として artifact の問題があるが、検査時の体動、回転中心のズレ、 $\gamma$ カメラの感度の均一性、表示装置など様々な要素が考えられる。著者らは正常者における <sup>201</sup>Tl 2 mCi 投与時の ECT 像の検討<sup>11)</sup> から今回のデータ収集条件(投与量、撮影方向数、1 方向からのサンプリングタイム)を定めたが、偽陽性例 3 例は心筋部位の 1 マトリックスあたりの最大カウント数が 50 以下であり、視覚的にも画質が良好とはいえない難い症例であった。今後 ECT 装置、filter、吸収補正の方法などの改良を行い、artifact の要素を少くすることによってさらに画質を向上することが期待される。

玉木らは、回転型ガンマカメラにおける <sup>201</sup>Tl 心筋 ECT の心筋梗塞に対する診断率について、有病正診率 96%，無病正診率 89%，総合正診率 94% ときわめて良好な成績を報告している<sup>12)</sup>。われわれの結果はやや劣るが心筋梗塞診断に対する本法の有用性を示唆するものと思われ、少くとも梗塞に対する検出能が高いといえる。すでに、虚血性心疾患に対する臨床的有効度については、planar image と 7 ピンホールコリメータによる断層法との間に大差はないとの報告があるが<sup>13,14)</sup>、玉木らは本法と 7 ピンホールコリメータによる断層法との基礎的<sup>15)</sup> および臨床的<sup>16)</sup> 検討から、本法が優れた RI 断層法であることを報告している。われわれの経験でも、検査時間がやや長い欠点はあるが、充分に日常検査法として利用しうるものといえる。

回転型ガンマカメラ方式による ECT には、1 回のデータ収集から体軸横断、前額断、矢状断の 3 種の断層面が得られる利点がある。<sup>201</sup>Tl 心筋 ECT は梗塞部位を欠損像として描出するため、

断層面と梗塞部位が平行あるいは平行に近い位置関係にある場合は欠損の判定が困難であることが考えられる。Fig. 5 に示した結果では、各断層像の欠損像の欠損検出率は梗塞部位により異なり、断層面と平行あるいは平行に近い位置関係の梗塞部位の検出が低い傾向を示した。ことに planar image で偽陰性の多かった下壁梗塞は、体軸横断像では欠損が判定されにくく、心筋梗塞診断に際しては横断像のみでは不充分であり、前額断、矢状断を加えて総合的に判定する必要があると思われる。

心筋梗塞の範囲を判定することは予後判定の上で臨床的意義は大きい。Silverman ら<sup>17)</sup> は急性期心筋梗塞症例の検討から、<sup>201</sup>Tl 心筋イメージ上の欠損の大きさと予後との間に有意の相関があることを報告している。<sup>201</sup>Tl 心筋 ECT は planar image に比べ欠損所見がより明瞭であり梗塞巣の範囲を知る上有用な情報を与えると思われる。心電図上の梗塞範囲と ECT イメージ上の欠損範囲の関係は比較的よく一致したが (Fig. 6)，まだ少数例でありさらに詳細な検討が必要と思われる。

RI を用いた心筋断層法としては他にポジトロン ECT が開発され <sup>11</sup>C-パルミチン酸あるいは <sup>18</sup>F-FDG などによる心筋梗塞診断への応用が検討されている<sup>18,19)</sup>。しかし、ポジトロンの利用はサイクロトロンあるいはポジトロン CT などの特殊な装置と人材を必要とし、日常の臨床検査法としては普及しがたい要素がある。一方、シングルホトン ECT は通常の RI で行えるため今後広く利用される可能性が高い。<sup>201</sup>Tl による心筋 ECT の問題点として吸収補正の問題さらには深部方向の分解能の問題が指摘され、虚血性心疾患の検出率を向上しうるか否か疑問視する向きもあるが<sup>19)</sup>、今回のわれわれの検討からは心筋梗塞診断に有用な検査法であることが示唆された。

## V. まとめ

心筋梗塞症例を中心に回転型ガンマカメラによる <sup>201</sup>Tl 心筋 ECT を施行し、心筋梗塞診断に対する臨床的検討を行った。

1. 心筋梗塞に対する診断率は、planar image では有病正診率 75.8%，無病正診率 92.9%，総合正診率 83.6%に対し、ECT ではおのの 96.9%，78.6%，88.5% であり有病正診率および総合正診率が向上した。

2. 梗塞部位により欠損の検出しやすい断層面が異なるため、体軸横断像に加え前額断および矢状断層像を合わせて総合的に判定する必要がある。

3. 心筋 ECT 像は、planar image と比較し欠損所見が明瞭となり、梗塞巣のひろがりを判定する上に有用と思われる。

本論文の一部は第21回核医学学会総会（札幌）で発表した。なお稿を終えるにあたり、貴重な症例を御提供頂きました群馬大学医学部第2内科学教室（村田和彦教授）の諸先生方に謝意を表します。

## 文 献

- 1) Ell PJ, Khan O: Emission computerized tomography: Clinical applications. Semin Nucl Med **11**: 50-60, 1981
- 2) Burdine JA, Murphy PH, DePuey EG: Radio-nuclide computed tomography of the body using routine radiopharmaceuticals. II. Clinical applications. J Nucl Med **20**: 108-114, 1979
- 3) 鳥塚莞爾, 向井孝夫, 石井 靖, 他: エミション CT. 臨放 **25**: 1343-1356, 1980
- 4) 前田尚利, 伊藤春海, 藤堂義郎, 他: ECT による肺血流分布の測定. 核医学 **18**: 487-493, 1981
- 5) 西川潤一, 町田喜久雄, 石丸 純, 他: 肝疾患における RCT の臨床的意義. Radioisotopes **30**: 99-103, 1981
- 6) <sup>201</sup>Tl 心筋梗塞イメージの客観的解析研究班（委員長・永井輝夫）: 放射性タリウム心筋梗塞イメージの客観的解析—第1報—. 心臓（投稿中）
- 7) <sup>201</sup>Tl 心筋梗塞イメージの客観的解析研究班（委員長・永井輝夫）: 放射性タリウム心筋梗塞イメージの客観的解析—第3報—. 心臓（投稿中）
- 8) 飯沼 武: 医用画像における臨床的有効度の評価——(I) 決定マトリックスによる評価因子——. 核医学 **17**: 639-646, 1980
- 9) Mckillop JH, Murray RG, Bessent RG, et al: The significance of the abnormal rest thallium 201 myocardial image in coronary artery disease. Eur J Nucl Med **4**: 83-86, 1979
- 10) Balkley BH, Hutchins GM, Bailey I, et al: Thallium 201 imaging and gated cardiac pool scans in patients with ischemia and idiopathic congestive cardiomyopathy: A clinical and pathologic study. Circulation **55**: 753-760, 1977
- 11) 井上登美夫, 石原十三夫, 永井輝夫, 他: 回転型ガンマカメラによる<sup>201</sup>Tl 心筋 ECT の臨床的検討. 臨放（投稿中）
- 12) Tamaki N, Mukai T, Ishii Y, et al: Clinical evaluation of thallium-201 emission myocardial tomography using a rotating gamma camera: Comparison of seven-pinhole tomography. J Nucl Med **22**: 849-855, 1981
- 13) Vogel R, Alderson P, Berman D, et al: A multi-center comparison of standard seven pinhole tomographic TI-201 scintigraphy: Results of quantitative interpretation of tomograms. J Nucl Med **21**: p. 70, 1980
- 14) Green A, Alderson P, Berman D, et al: A multi-center comparison of standard and 7 pinhole tomographic myocardial perfusion imaging: ROC analysis of qualitative visual interpretation. J Nucl Med **21**: p. 70, 1980
- 15) 玉木長良, 向井孝夫, 石井 靖, 他: 回転型ガンマカメラによる<sup>201</sup>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1報 基礎的検討—. 核医学 **18**: 793-799, 1981
- 16) 玉木長良, 向井孝夫, 石井 靖, 他: 回転型ガンマカメラによる<sup>201</sup>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**: 181-808, 1981
- 17) Silverman KJ, Becker LC, Bulkey BH, et al: Value of early thallium-201 scintigraphy for predicting mortality in patients with acute myocardial infarction. Circulation **61**: 996-1003, 1980
- 18) Ter-Pogossian MM, Klein MS, Markham J, et al: Regional assessment of myocardial metabolic integrity in vivo by positron-emission tomography with C-11 labeled palmitate. Circulation **61**: 242-255, 1980
- 19) Schelbert HR, Henze E, Phelps ME: Emission tomography of the heart: Semin Nucl Med **10**: 355-373, 1980

## Summary

### Clinical Evaluation of Single-photon Emission Computed Tomography for Tl-201 Myocardial Imaging: Clinical Efficacy for Myocardial Infarction

Tomio INOUE, Tomio ISHIHARA, Michitaka YAMAKAWA, Yoshio TAMAKI,  
Miwako NOZAKI and Teruo NAGAI

*Department of Radiology, Gunma University, School of Medicine Maebashi, Japan*

Single-photon emission computed tomography (SPECT) for Tl-201 myocardial imaging using a rotating gamma camera was evaluated for clinical diagnostic efficacy of myocardial infarction. Thirty-three cases with prior myocardial infarction and 28 cases without myocardial infarction were injected with 2–4 mCi of Tl-201 at rest. Planar imaging was performed for 5 views (ANT, LAO-30, 45, 60, L-LAT) and followed by SPECT. Overall time of the studies was within one hour. Results were as follows: (1) Sensitivity, specificity and overall accuracy for myocardial infarction diagnosis of SPECT system showed 96.9%, 78.6% and 88.5%

respectively. In comparison with planar imaging, SPECT significantly improved sensitivity, however decreased specificity and slightly improved accuracy. (2) Overall interpretation of transaxial, coronal and sagittal images were required for the detection of myocardial infarction. (3) SPECT images showed more clearly findings of infarction than planar imaging and extension of myocardial infarction on SPECT images showed relatively well correlation with ECG diagnosis.

**Key words:** SPECT, Tl-201 myocardial imaging, Myocardial infarction, Rotating gamma camera.