

## 《原 著》

<sup>201</sup>Tl 心筋 SPECT における二次元極座標表示 (bull's-eye view) 法

間島 寧興\* 石川 隆志\* 守谷 悦男\* 内山 真幸\*  
 森 豊\* 山田 哲久\* 川上 憲司\* 副島 道正\*\*  
 平野 隆子\*\*\* 細羽 実\*\*\*

**要旨** <sup>201</sup>Tl 心筋 single photon emission computed tomography (SPECT) 像の読影・解析方法の一つである二次元極座標表示 (2-dimensional polar coordinate representation, bull's-eye view) 法を試み、その有用性について検討した。対象は狭心症10例、陳旧性心筋梗塞 5 例と正常 5 例で、心疾患例はいずれも冠動脈造影検査で病変部が確認されている。二次元極座標表示法と従来の再構成像との診断能を、熟練者 (A グループ、核医学経験 3 年以上) と非熟練者 (B グループ、1 年未満) の 2 グループについて ROC カーブ解析で比較した。その結果、従来の再構成像の読影に関しては、A グループの accuracy が 93%、B グループが 55% で A、B グループ間に差がみられたが、二次元極座標表示像では、A、B グループともに高い accuracy (90%、86%) が得られ、A、B グループ間の差が小さくなった。また、B グループの診断に要した時間は、従来の再構成像に比べて短縮した。以上より、二次元極座標表示法は非熟練者の心筋シンチグラムの読影を容易にするという点で臨床的有用性が大きいと考えられた。

## I. はじめに

<sup>201</sup>Tl 心筋シンチグラフィの single photon emission computed tomography (SPECT) は、虚血性心疾患の診断にとって不可欠な検査法の一つである<sup>1-5)</sup>。しかし、この心筋 SPECT 像の読影、解析は、必ずしも容易とはいえない<sup>6,7)</sup>。今回、この心筋 SPECT 像を簡便に読影、解析する方法として、二次元極座標表示 (2-dimensional polar coordinate representation, bull's-eye view) 法<sup>1,2)</sup>を試み、その有用性について検討したので報告する。

## II. 対象と方法

## 1) 対 象

対象は労作性狭心症の疑いで、<sup>201</sup>Tl 負荷心筋シンチグラフィを施行した15例 (労作性狭心症 10 例、陳旧性心筋梗塞例 5 例) と心電図・心エコーと <sup>201</sup>Tl 心筋シンチグラフィにおいて異常の認められなかった正常例 5 例の合計20例である。年齢は38歳~79歳 (男性19例、女性1例) である。疾患例は、全例冠動脈造影検査を施行してある。

## 2) データ収集および表示法

使用した回転型ガンマカメラは、PHO/GAMMA LFOV (single head) で、データ処理にはシンチパック 2400 を使用した。運動負荷は坐位エルゴメータを使用し、3分間ごとに 25 W ずつ漸増する多段階運動負荷を行った。運動負荷終点は、ミシガン基準を参考にし、狭痛発作の誘発、虚血性 ST 変化の出現、心拍数、血圧および労作性疲労、下肢痛等より決定した。この時点にて、<sup>201</sup>Tl (2~4 mCi) を静注し、1分間運動を継続し、負荷を終了した。運動負荷後、原則として5分間以内

\* 東京慈恵会医科大学放射線医学教室

\*\* 同 第二内科学教室

\*\*\* 島津製作所

受付：61年3月13日

最終稿受付：61年12月9日

別刷請求先：東京都港区西新橋 3-25-8 (☎ 105)

東京慈恵会医科大学放射線医学教室

間島 寧 興

に負荷直後のイメージング (SPECT) を開始した. SPECT は左前 180 度回転で 36 方向 (30 秒/view) からデータを収集した<sup>8,9)</sup>. また, 再分布 SPECT は, <sup>201</sup>Tl 静注後 3 時間半~4 時間後に, 36 方向 (40 秒/view) で施行した. SPECT データの画像再構成は, まず前処理として, 均一補正を行い, 二次元フィルター (0.23 cycle/pixel のカットオフを持つ Butterworth filter) による画質改善を行った<sup>10)</sup>. 次に, Shepp & Logan フィルター<sup>11)</sup> による逆投影法によって再構成を行い, 体軸横断層像, 左室長軸断層像, 左室短軸断層像を作成した<sup>12)</sup>. 今回の画像再構成時には, 吸収補正は行わなかった.

今回使用した左室短軸断層像の表示は, 左室心基部より心尖部に向かって 6 mm 間隔のスライス像にてカラー表示した (上限 100%, 下限 25%).

二次元極座標表示は, 短軸断層像の心尖部付近から心基部までの各スライス像を使用し, 各スライス像の放射状周辺カウントプロフィール (30 分割) を作成し<sup>13,14)</sup>, この各スライスのプロフィールデータより, Fig. 1 の右図ごとく二次元極座標上に, 心尖部を中心にして同心円上に外側に向かって心基部までの各スライスのプロフィールデータを順次拡大して並べ表示した. ただし, 短軸断層像でデータの信頼度が低い心尖部分は均一に欠

損像として表示し, 短軸断層像上の最高カウントを 100% として, カラー表示を行った. 色調は, 最高カウントから最低カウントまでを赤色から紺色で表示した. また, 選択するスライス数の制限はなく, 選んだスライスのプロフィールデータのすべてを, 定められた外周枠の円内に均等の幅にて, bulls-eye image で表示するようにした. シンチパック 2400 に常設されているソフトウェアにより, 次の 4 種の放射状周辺プロフィール表示を試みた. (1) the peak point 法 (放射状プロフィール上の最大値), (2) all points 法 (放射状プロフィール上のカウント上の総和), (3) 3 points around the peak 法 (放射状プロフィール上の最大値と前後 2 点の和), (4) average 法 (放射状プロフィール上のカウントのピクセル当たりの平均値) である. 次に, 周辺カウントプロフィール法による洗い出し率 (washout ratio, %) <sup>15)</sup> を求め, これも bulls-eye image で表示し, 二次元極座標表示法の読影の助けとした. 洗い出し率は以下の式により計算した.

洗い出し率 (%) = (負荷直後心筋カウント - 再分布心筋カウント) × 100 / 負荷直後心筋カウント

### 3) 4 つの二次元極座標表示法の比較検討

周辺プロフィールカーブの表示法の種類によって 4 種類の二次元極座標表示像ができるが, この

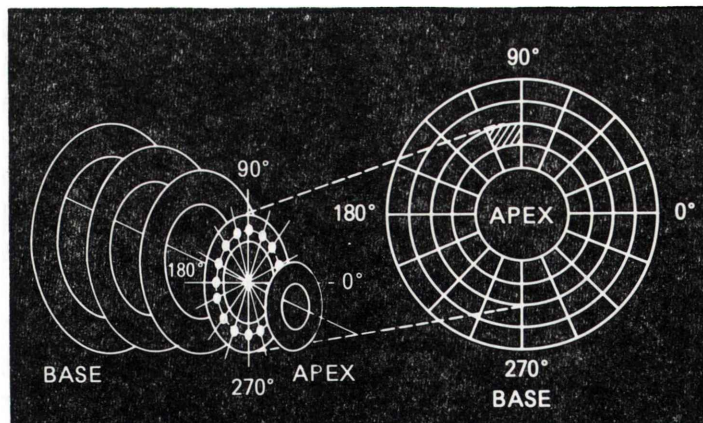
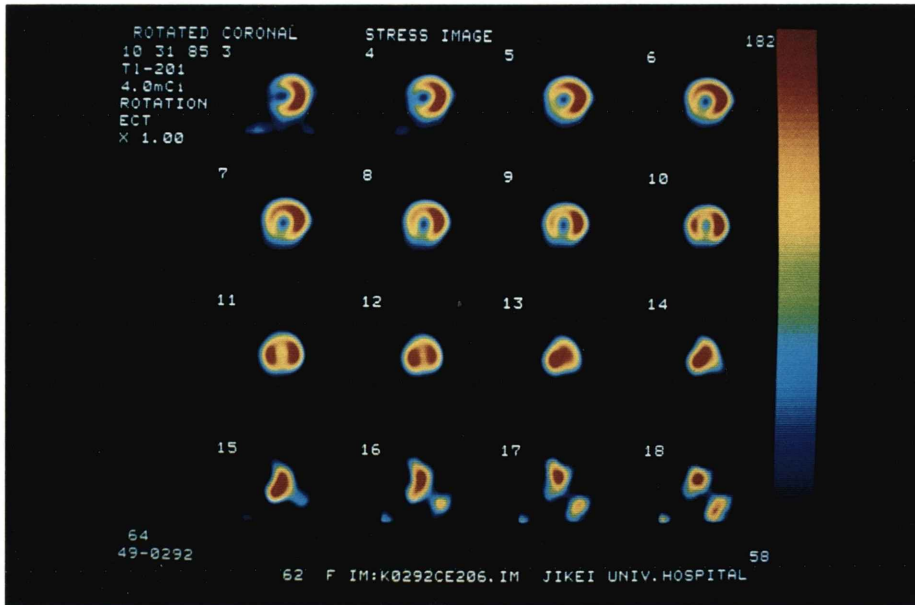
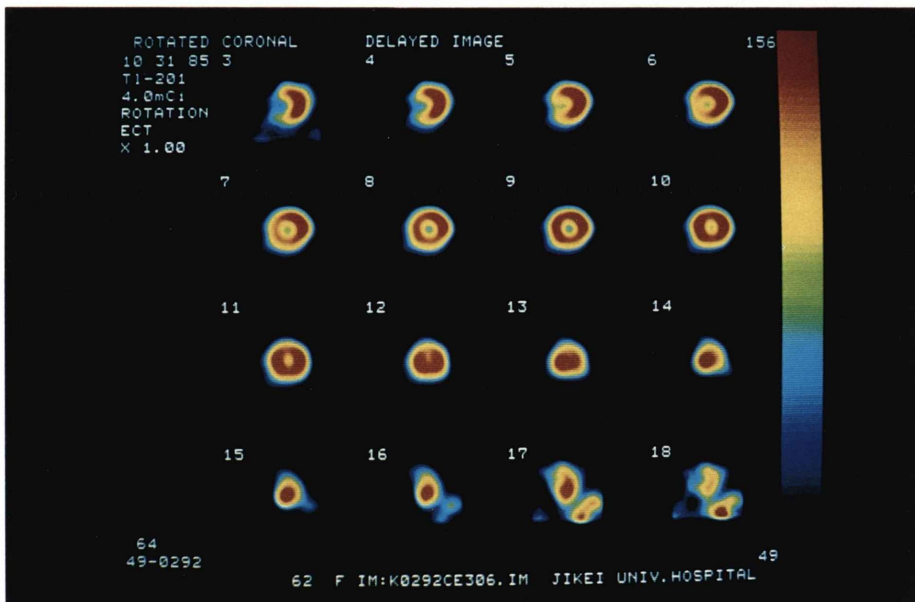


Fig. 1 Schematic display of the conventional SPECT images (left) and a two dimensional polar coordinate representation (right).



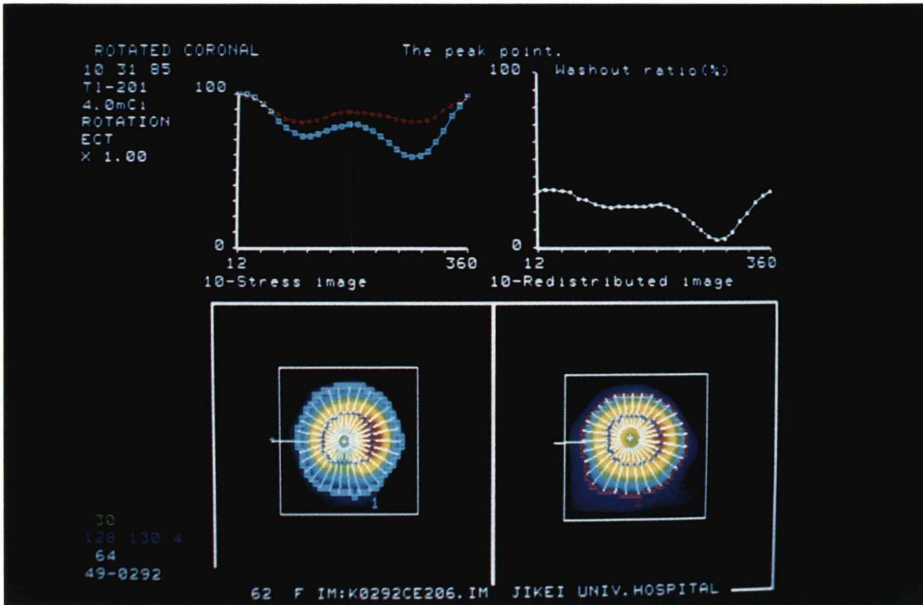
a



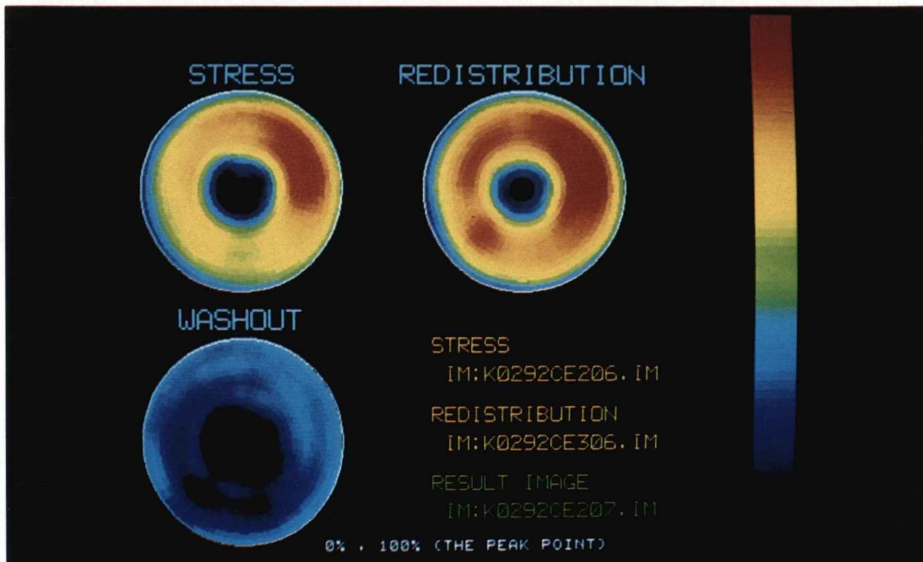
b

**Fig. 2** Myocardial SPECT images (short-axis view) in a patient with ischemic lesion in the inferior portion of LV (case 1).

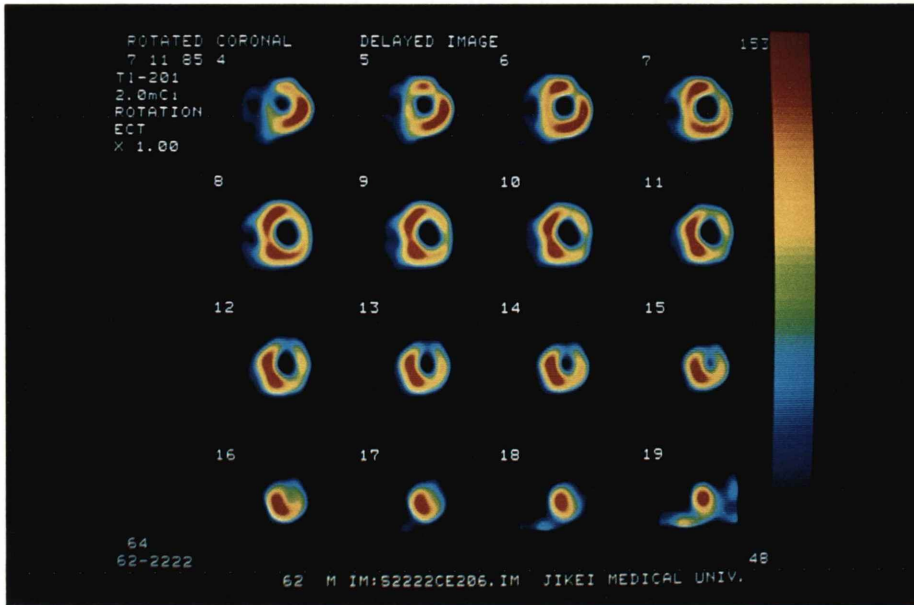
- a: Images immediately after exercise (stress image). Note an ischemic change in the inferior portion.
- b: Images in redistribution period (3.5 hours after injection). Note redistribution in the inferior portion.



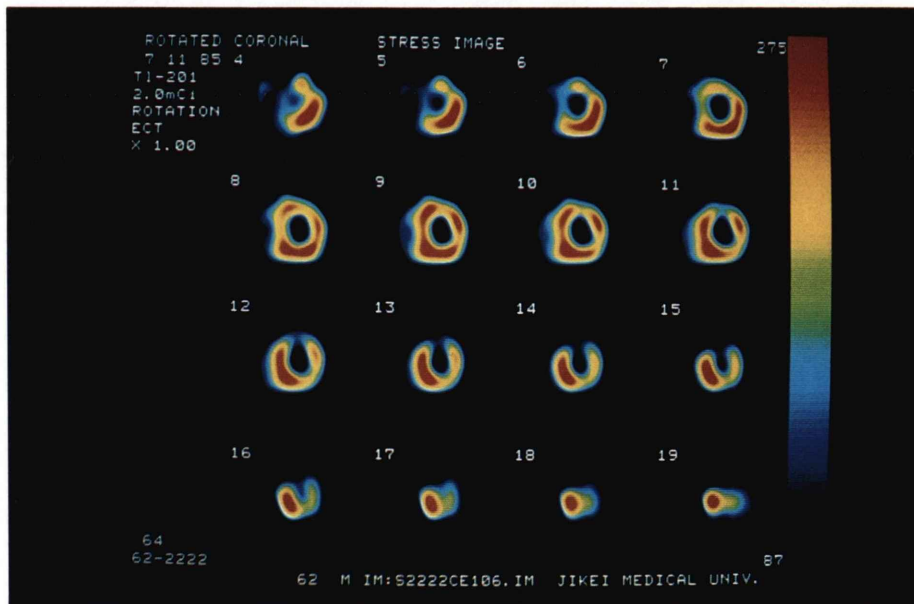
**Fig. 3** Circumferential profile curves of stress (bottom left) and redistribution (bottom right) images.  
 Left upper: Circumferential profile curve of stress image (blue) and redistribution image (red).  
 Right upper: Circumferential profile curves of washout ratio (%). The curves start from 3 o'clock region of each image. Note a reduction of the washout ratio in the inferior portion.



**Fig. 4** The two dimensional polar coordinate representation of the case of the figure 2. On the image immediately after the exercise (stress), radioactivity is decreased in the inferior portion.  $^{201}\text{Tl}$  was taken up to the hypoactivity area in the redistribution image. The washout ratio was dominant in this area.



a



b

Fig. 5 (a, b) Conventional reconstruction images of  $^{201}\text{Tl}$  myocardial SPECT (case 2). On both stress and redistribution images, the radioactivity decreased in the antero-lateral portion.

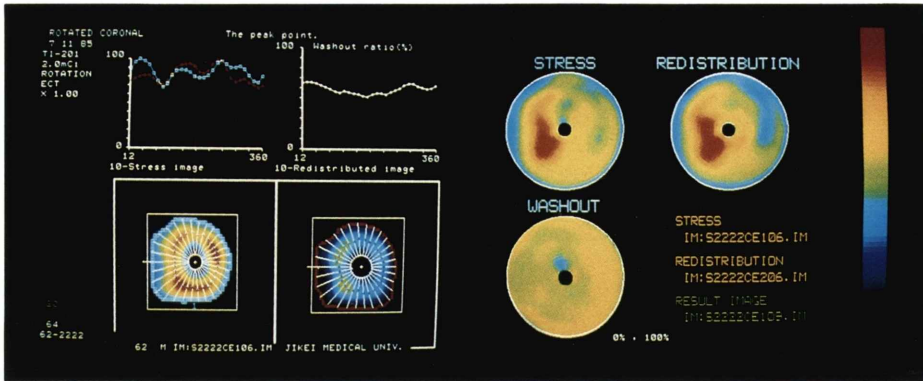


Fig. 6 Washout ratio (left) and two dimensional polar coordinate representation (right). The washout ratio is evenly distributed.

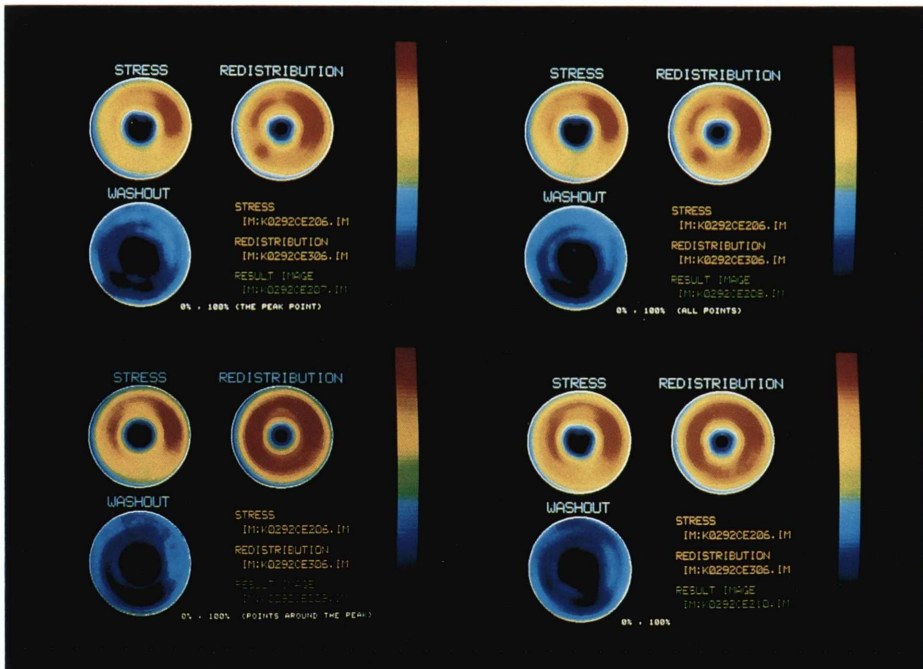


Fig. 7 Comparison of four displays of the two dimensional polar coordinate representation constructed from the following four circumferential profile curves.  
 Left upper: The peak point method.  
 Left lower: Three points around the peak method.  
 Right upper: All points method.  
 Right lower: Average method.

違いを検討するために、陳旧性心筋梗塞 5 例と正常 5 例の欠損の有無に関してのおおの 4 種類の像に関する視覚的評価を試みた。読影は、心臓核医学経験 3 年以上の 2 名 (A グループ) と経験が 1 年未満の 2 名 (B グループ) の合計 4 名にて行った。読影基準は、I: 欠損なし、II: 欠損なしの疑い、III: どちらとも言えない、IV: 欠損ありの疑い、V: 欠損ありの 5 段階に分け、ROC 解析を行った。結果は、TP (true positive) と FP (false positive) を両正規確率グラフ上の X 軸と Y 軸にプロットし、比較した<sup>16~18)</sup> (Fig. 8)。

#### 4) 二次元極座標表示法と従来法の比較検討

二次元極座標表示像と従来の再構成像 (体軸横断断層、左室長軸断層像、左室短軸断層像) の診断の有効度を比較するために 20 症例に関して視覚的評価を行い、ROC カーブ解析を行った。A グループの熟練者 2 名と B グループの非熟練者 2 名の 4 名によって視覚的評価を行い、ROC カーブ解析を行った。読影基準は、二次元極座標表示像と従来の再構成像における診断に関して I: 病巣部なし、II: 病巣部なしの疑い、III: どちらとも言えない、IV: 病巣部ありの疑い、V: 病巣部ありの 5 段階に分け、3) の ROC カーブ解析と同様に、両正規確率グラフ上にプロットした (Figs. 9, 10)。また、A、B グループの診断法は、各画像で最高カウントに対して、約 50% 以上のカウント低下部分を、異常部分 (虚血部分) として判断し、次に ECG と washout ratio を参考に病巣を診断した。washout ratio は正常と思われる部分の peak より約 30% 以上値が低下している部分を、再分布部分と判断し、主に労作性狭心症の診断に使用した。従来法でも、再構成像はカラー表示法を使用し、ECG、washout ratio の結果も用いた。二次元極座標表示法では、負荷後像、再分布時像、washout ratio 像の 3 枚の図を用いた。さらに、今回の study では読影に要した時間も測定した。

### III. 結 果

#### (1) 症例呈示

症例 I, 労作性狭心症 (下壁) 62 歳, 男性: 冠動脈

造影所見では、右冠動脈の segment 1, 2 に spasm と思われる 25% の冠動脈狭窄が認められたが、左冠動脈には異常を認めなかった。左室造影所見は正常であった。今回の検査時にエルゴノビン負荷試験は行っていない。また ECG 上 II, III, aV<sub>F</sub> に ST-T の低下を認めた。Fig. 2 (a, b) は SPECT によって得られた再構成像の短軸断層像で、(a) は負荷直後、(b) は再分布像である。左上より右下に向かって、左室心基部より心尖部のイメージを 6 mm 間隔スライスで表示している。Fig. 2 (a) で下壁部分に欠損を認めるが Fig. 2 (b) では同部位に再分布を認める。Fig. 3 に短軸断層像 (スライス 10) の 3 時の位置より反時計回りに 30 分割して求めた洗い出し率 (右上) グラフを示すが、虚血部位 (下壁) に一致して洗い出し率の低下が認められる。Fig. 4 は二次元極座標表示像である。左上が負荷直後像 (スライス 3~15 を使用)、右上が再分布像 (スライス 3~15 を使用)、左下が洗い出し率像である。負荷直後像において下壁部分に灌流低下 (緑色) が認められるが、再分布像では同部位が赤色系に変化し、血流の再分布が認められる。また、洗い出し率像では、紺色を示し、洗い出し率の低下を明瞭に示している。この 3 種類の二次元極座標表示像より下壁部の心筋虚血の診断が可能である。

症例 II, 陳旧性心筋梗塞 (前壁・側壁) 61 歳, 男性: 冠動脈造影所見では、左前下行枝に 90%, 左回旋枝に 95% の冠動脈狭窄が認められ、左室造影では、segment 2, 3, 7 の壁運動の低下を認めた。Fig. 5 (a, b) は、それぞれ負荷直後および再分布短軸断層像である。両者とも前壁と側壁に灌流低下がみられ、負荷直後と再分布像の間に大きな変化は認められない。また、Fig. 6 は、洗い出し率と二次元極座標表示像である。洗い出し率はほぼ均一で、二次元極座標表示像においても負荷直後像と再分布像に変化は認められず、前壁と側壁の心筋梗塞と診断した。

#### (2) 4 つの二次元極座標表示法の比較検討

放射状周辺プロフィール表示法 [(1) the peak point 法, (2) all points 法, (3) 3 points arounds

the peak 法, (4) average 法] の選択による, 二次元極座標表示像の違いに関して, 4 名の医師による 5 段階評価の ROC カーブ解析を行った. Fig. 7 は, 症例 I について 4 種類の方法によって作成した像である. 上段左は the peak point 法, 上段右は all points 法, 下段左は 3 points around the peak 法, 下段右は average 法で表示した各像である. また, 各表示法において左上は負荷直後像 (stress), 右上は再分布像 (redistribution), 左下は洗い出し率像 (washout ratio) を示す. stress 像は各表示法とも下壁の著しい血流低下を示している. 再分布像では下壁が黄色から赤色で表示されており再分布の状態が認められる. また, 洗い出し率像では下壁を中心とした紺色の領域が認められ, 同部位の洗い出し率の低下が表示されている. おのおのの二次元極座標表示像より下壁を中心とした心筋虚血の診断は可能である. しかし, その虚血巣の範囲に関しては, 4 種類の表示法とも異なりを示している. 症例 I では, the peak point 法と all points 法で欠損部分が大きく表示されており, また, 洗い出し率像では, all points 法の病

巣範囲が小さく示された. そこで, これらの 4 種類の方法で欠損部位の検出能を A, B グループの 4 名の読影者によって視覚的に比較した. Fig. 8 にその結果を示すが, the peak point 法と all points 法による欠損の検出能は同じ値を示し, 他の二者より高い accuracy (93%) を示した.

(3) 二次元極座標表示法と従来の再構成像との比較

従来の再構成像と二次元極座標表示像の比較のため, 全症例を対象として, A グループの熟練者と B グループの非熟練者の診断能について ROC カーブ解析を行った. Fig. 9 は従来の再構成像に関する結果である. A グループの accuracy は 93% と B グループの 55% に比し高かった. Fig. 10 は, 二次元極座標表示像に関する結果である. 熟練者における accuracy は 90% で従来の再構成像の場合と同様高いが非熟練者における accuracy も 86% と二次元表示法で高くなっている.

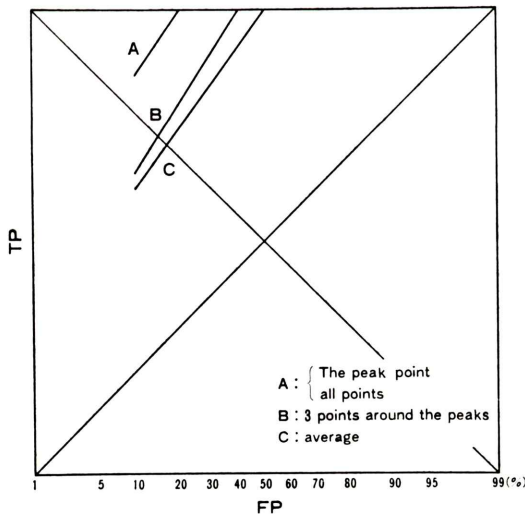


Fig. 8 ROC curves for detection of the focus of the old myocardial infarctions on images of the two dimensional polar coordinate representation constructed by each method of circumferential profile curves.

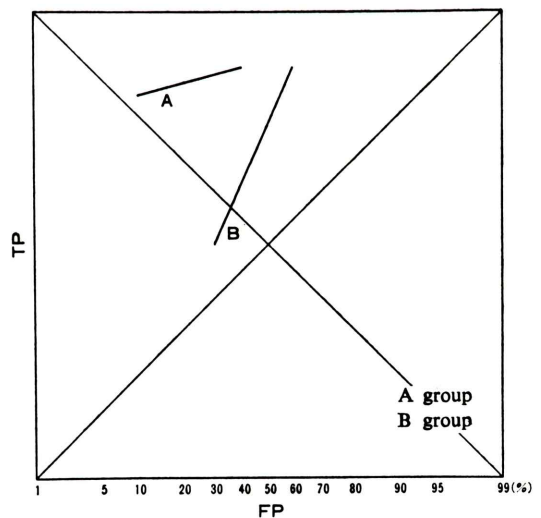


Fig. 9 ROC curves for detection of abnormality in the conventional myocardial tomography in the two groups (A, B); A: Three years experience or more in nuclear medicine. B: Less than one year experience in nuclear medicine.



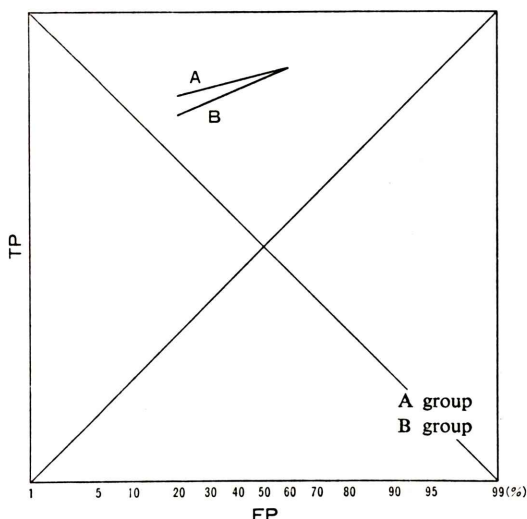


Fig. 10 ROC curves for detection of abnormality in the myocardial display by the two dimensional polar coordinate representation method in the two groups (A, B).

#### IV. 考 察

1963年に Kuhl<sup>10)</sup> らによって初めて報告された single photon emission tomography は, longitudinal (parallel axis) type を経過し, 現在は, rotating gamma camera を使用する transaxial (perpendicular axis) type である SPECT が汎用されるようになった. 特に <sup>201</sup>Tl 心筋イメージングにおける SPECT の有用性は, 1979年の Holman<sup>5)</sup> の報告以来虚血性心疾患の診断に欠かすことのできない検査法の一つとなっている. さらに, この数年間の回転型ガンマカメラ, コンピュータシステムの性能向上に伴い, <sup>201</sup>Tl 心筋 SPECT は, 統計的変動, 吸収補正などの種々の問題点を含みながらも安定した検査法の一つとなっている<sup>1-12)</sup>. しかし, この SPECT の再構成像から, 心筋の三次元的把握を行うことは, 必ずしも容易ではない. その理由として, 再構成像は, 二次元表示像のため, 多方向(体軸横断層像・左室長軸断層像・左室短軸断層像等)からの像と多数のスライス像を組み合わせなければならず, 読影には熟練と時間を要するためである.

二次元極座標表示 (bull's-eye view) 法<sup>1,2)</sup> は, この繁雑さを解消するために考案されたが, われわれは, 今回, 本法と従来の再構成像と比較し診断の有効性に関して検討した.

今回使用した二次元極座標表示法に関しては Garcia<sup>2)</sup> らも報告している. 彼らは, 左室長軸断層像より心尖部データを作成し二次元極座標上に表示しているが, われわれは, 短軸断層像にて, 不確実なデータである心尖部のデータを均一に除外して, 欠損として描出したことおよび, Garcia<sup>2)</sup> が各スライス像のカウント補正を行っているのに対して, われわれは, 各スライス間のカウントを基準化するか否かの選択部分を有する点が異なる. さらに, Garcia<sup>2)</sup> の報告内の二次元極座標表示像の作成は, peak point 法による放射状周辺プロフィールだけの表示像であった.

今回, この両者のソフトウェアを比較検討することはできなかったが, 両法の間には大きな差はないと思われる.

次に, 4種類の放射状周辺プロフィールによる表示法の差を視覚的に評価した結果 Fig. 8 に示すように欠損の検出能という点では, the peak point 法と all points 法が同じ値を示し, 高い accuracy が認められた. しかし, その病巣範囲の大きさを正しく評価しているか否かについては, 今後検討しなければならない.

従来の再構成像と比較した ROC カーブ解析 (Figs. 9, 10) で示されるように, 二次元極座標表示法では読影が容易となり, 熟練者と非熟練者の間に大きな差が認められなくなっている. この非熟練者における診断能の差の理由として, 次のことが考えられる. 従来の再構成像による読影は, 多くのスライス像を見比べなければならない繁雑さにより, 誤認の可能性が高いこと, また, 今回の study では読影時間を測定したため, 読影時間の余裕がなかったことによる誤認が考えられる. さらに, 二次元極座標表示法では 3枚のイメージのみを比較するという容易さと, peak point 法を使用したため, 虚血巣を強調し, 見やすくしていることが考えられる. また, 二次元極座標表示像

が従来の再構成像の後で読影したため、慣れによる可能性も一部考えられる。次に診断時間に関しても、二次元極座標表示像では、熟練者・非熟練者ともに、30秒以内に診断結果をだすことが可能となっている。従来の再構成像による診断では、特に非熟練者において、診断時間のむらが認められた。この診断時間の短縮理由として、先ほどの診断能の改善理由と同じことが考えられる。特に、washout image による虚血部位の確認が容易にできたためと思われる（主に、労作性狭心症例に有効であったと思われる）。

このように、二次元極座標表示法は、特に非熟練者において accuracy の向上と、診断時間の短縮に寄与し、臨床的に有用と考えられた。さらに今後、症例数を増しての検討と定量的評価の可能性について検討を試みなければならない。さらに、今回の study においては行っていないが、狭心症例と梗塞例間の診断能の差に関する検討も、今後必要と思われる。

## V. 結 語

労作性狭心症例10例、陳旧性心筋梗塞例5例と正常例5例を対象として、<sup>201</sup>Tl 心筋 SPECT からの再構成像（左室短軸断層像）の周辺プロフィールカーブを二次元極座標表示し、従来の再構成像と比較して、極座標表示法の有用性について検討した。

その結果、本法は3枚のイメージ（負荷時、再分布時、washout ratio イメージ）だけを比較するという容易さより、特に、非熟練者にとって診断能の accuracy 向上と診断時間短縮に寄与する方法と思われた。この点において、本法の臨床的有用性は大きいと考えられた。

## 文 献

- Ritchie JL, Schelbert HR, Caldwell JH, Williams DL: New concepts in cardiac imaging 1985, GK Hall Medical Publishers, Boston, pp. 92-136, 1985
- Garcia EV, Train KV, Maddahi J, et al: Quantification of rotational thallium-201 myocardial tomography. *J Nucl Med* **26**: 17-26, 1985
- Goodwin PN: Recent development in instrumentation for emission computed tomography. *Semin Nucl Med* **10**: 322-334, 1980
- 玉木長良, 米倉義晴, 向井孝夫, 他: 回転型ガンマカメラの心臓イメージングへの応用——第6報; 運動負荷時・再分布時のタリウム心筋 ECT の検討——. *核医学* **20**: 1299-1306, 1983
- Holman BL, Hill TC, Wynne J, et al: Single photon transaxial emission computed tomography of the heart in normal subjects and in patients with infarction. *J Nucl Med* **20**: 736-740, 1979
- 西村重敬, 加藤健一, 村田 啓: 負荷心筋シンチグラフィ——負荷心電図との対比——. *Coronary* **2**: 187-195, 1985
- 玉木長良, 米倉義晴, 向井孝夫, 他: 運動負荷タリウム心筋エミッション CT; 冠動脈造影および左室造影所見との対比. *J Cardiography* **13**: 789-796, 1983
- Hoffman EJ: 180° compared with 360° sampling in SPECT. *J Nucl Med* **23**: 745-747, 1982
- Tamaki N, Mukai T, Ishii Y, et al: Comparative study of thallium emission myocardial tomography with 180° and 360° data collection. *J Nucl Med* **23**: 661-666, 1982
- 和辻秀信, 高橋重和, 細羽 実: 2次元フィルタを用いた SPECT の画質改善. *核医学* **20**: 1215-1217, 1983
- Shepp LA, Logan BF: The Fourier reconstruction of a head section. *IEEE, Trans Nucl Scint* **NS21**: 21-43, 1974
- Borrello JA, Clinthorne NH, Rogers WL, et al: Oblique-angle tomography; A restructuring algorithm for transaxial tomographic data. *J Nucl Med* **22**: 471-473, 1981
- Burow RD, Pond M, Schufer W, et al: "Circumferential profiles" A new method for computer analysis of thallium-201 myocardial perfusion images. *J Nucl Med* **20**: 771-777, 1979
- 宮永 一, 足立晴彦, 渡辺都美, 他: Tl-201心筋シンチグラムの定量的評価への試み——Circumferential Profile 法による評価——. *核医学* **17**: 1279-1284, 1980
- Pohost GM, Alpert NM, Ingwall JS, et al: Thallium redistribution; Mechanism and clinical utility. *Semin Nucl Med* **10**: 70-93, 1980
- 内田 勝, 山下一也: 放射線画像工学実験. オーム社, 東京, 1985, pp. 159-166
- Goodenough DJ, Rossmann K, Lusted LB: Radiographic application of receiver operating characteristic (ROC) curves. *Radiology* **110**: 89-95, 1974
- Hanley JA, McNeil BL: The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve. *Radiology* **143**: 29-36, 1982
- Kuhl DE, Soussaline F, Raynaud C: Principles of Radionuclide Emission Imaging, Pergamon Press

Ltd, France, 1983, pp. 153–200  
20) Budinger TF, Derenzo SE, Gullberg GT, et al:  
Emission computer assisted tomography with

single-photon and positron annihilation photon  
emitters. *J Comput Assist Tomogr* 1: 131–145,  
1977

## Summary

### Two Dimensional Polar Coordinate Representation (Bull's-eye View) Method of the <sup>201</sup>Tl Myocardial SPECT

Yasuoki MASHIMA\*, Takashi ISHIKAWA\*, Etsuo MORIYA\*, Mayuki UCHIYAMA\*,  
Yutaka MORI\*, Tetsuhisa YAMADA\*, Kenji KAWAKAMI\*, Michimasa SOEJIMA\*\*,  
Takako HIRANO\*\*\* and Minoru HOSOBATA\*\*\*

\*Department of Radiology, \*\*The Second Department of Medicine,  
Jikei University School of Medicine, Tokyo

\*\*\*Medical System Division, Shimadzu Corporation, Kyoto

Two dimensional polar coordinate representation (bull's-eye view) method was applied to the <sup>201</sup>Tl myocardial imaging by single photon emission CT (SPECT) and this method was compared with a conventional SPECT image for the ability to detect the abnormalities. We examined 5 normals and 15 patients (10 angina pectoris and 5 myocardial infarction), whose diagnosis were confirmed by coronary angiography. Diagnostic efficacy of two methods was evaluated in two groups of radiologists by means of ROC (receiver operating characteristic) curve. Radiologists in A group have three years experience or more in nuclear medicine and those in B group have less than one year experience. As a result, diagnostic accuracy of conventional method was 93% in a group and

55% in B group. The accuracy by the two polar coordinate representation was increased from 55% to 86% in B group, although no remarkable improvement was seen in the accuracy (90%) of A group. The consuming time for diagnosis was shortened by using the two dimensional polar coordinate representation method, especially in B group. This result suggests that the two dimensional polar coordinate representation method is useful for reading the myocardial imaging in not-well trained radiologists as well as in the well trained.

**Key words:** Myocardial imaging, Thallium-201, SPECT, Two dimensional polar coordinate representation.