

《原 著》

半横臥位 180 度撮像法による Tl-201 心筋 SPECT

鈴木 晃夫* 武藤 誠治*** 大島 統男** 斎藤 宏***
加納 浩一* 佐藤 昭彦* 横田 充弘* 林 博史*

要旨 Single photon emission computed tomography (SPECT) 画像の画質を改善する目的で、一般に使用されている回転型汎用デジタル γ カメラが、被検者に接近可能な検査台を試作した。その試作検査台上に被検者を台から右横臥位 50 度として 180 度スキャンする半横臥位 180 度撮像法 (semidecubitus position scanning method) を試みた。この方法では、検出器の回転半径を従来の撮像方法に比し約 25% 短縮することができ、かつ検査台による γ 線吸収の影響を除外できた。本法を Thallium-201 心筋 SPECT に応用したこと、心臓ファントムおよび臨床例の収集データと再構成画像の画質は向上し、特に従来法での心筋後下壁領域のカウントの減弱が本法で改善された。本法は、Thallium-201 心筋 SPECT における新しい撮像法として有用と考えられた。

I. はじめに

Thallium (Tl)-201 心筋 single photon emission computed tomography (SPECT) はプラナー心筋シンチグラム、7 ピンホールコリメータを用いた心筋断層シンチグラムに比し、虚血性心臓病を始めとする種々の心疾患の診断に有用であることが報告され、一般臨床で広く用いられている^{1~4)}。しかし、SPECT 像の画質は投影画像の分解能、 γ 線の体内吸収および検査台による吸収の影響を受け、また再構成時の使用フィルター、収集方向数、収集データ量など様々な要因によって変化する⁵⁾。装置および再構成条件が同じであれば、検出器を被写体に近接させ、検出器の回転半径をできるだけ小さくすることにより、画像の解像力を高めることができる。

本研究では、試作検査台と被検者の体位を変えることにより、検出器の回転半径の短縮と検査台

による γ 線吸収を除外する撮像方法を考案し、Tl-201 心筋 SPECT に応用した。

II. 対象および方法

1) データ収集法

本研究に用いた回転型 γ カメラは低エネルギー汎用コリメータを装着した東芝社製 GCA-90B でデータ処理には GMS-55U を用いた。投影像の収集条件は 180 度スキャン、2 倍拡大、 64×64 マトリックス、6 度ステップ、1 方向 30 秒で行った。画像再構成は、Shepp-Logan の関数を用いた重畳積分法で行い、スライス厚 8 mm の体軸横断断層像、長軸矢状断層像および短軸断層像を得た。吸収補正は行わなかった。また、本 SPECT 装置による Tl-201 を用いた空気中での X 軸および Y 軸方向の半値幅は検出器の回転中心で、回転半径 15 cm の場合はそれぞれ 14 mm および 15 mm、回転半径 20 cm の場合はそれぞれ 18 mm および 19 mm であった。

本研究では、通常使用されている検査台（東芝社製 CFRP、Tl-201 吸収率は 18%）と角型汎用デジタル γ カメラが被検者の体表面に接近可能な木製試作検査台を使用した。本検査台は、幅が 26 cm で、被検者の左腕が下垂可能のように中央に角型

* 名古屋大学医学部第一内科

** 同 放射線科

*** 津島市民病院

受付：63 年 5 月 2 日

最終稿受付：63 年 7 月 25 日

別刷請求先：名古屋市昭和区鶴舞町 65 番地（〒466）

名古屋大学医学部第一内科心臓病研究室

鈴木 晃夫

の窓を設けたのが特徴である。

2) 基礎的検討

本検討では、内部に心臓ファントム（壁厚1cm、壁容量200ml、内容量130mlの半回転橈円体）を入れ、人造骨の脊柱を備えた胸部ファントム（40×60cm）を用いた（京都科学標本社製）。心臓ファントム内腔は水で充填し、心臓ファントム壁内を Tl-201 37 KBq (1.0 μCi)/ml で満たした。肺

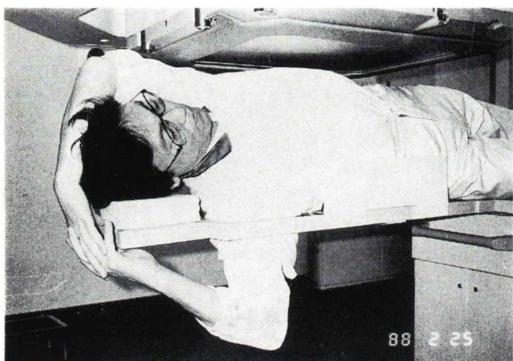


Fig. 1 Patient position during the data acquisition. A patient lies on the bed in semidecubitus position and drops his right arm through the window.

はおがくずで充满させた。通常のごとく心臓ファントムを検査台に水平に載せ、カメラの回転半径を20cmとして撮像した。次に胸部ファントムを台から50度傾斜させ、この試作検査台上に載せ、カメラの回転半径を15cmまで短縮し、コリメータをファントムに接近して撮像した（半横臥位180度撮像法）。前壁および後下壁の1画素あたりの平均カウントの増加率、および前壁に対する後下壁のカウント比を2種の撮像法間で比較する目的で、画像再構成後の長軸矢状断層像の中央スライスを用いて、前壁上部、前壁下部、下壁および後壁に 3×4 画素の閑心領域（ROI）をマニュアルで設定した。前壁上部に対する後壁のカウント比および前壁下部に対する下壁のカウント比を求めた。

3) 臨床的検討

対象は各種心疾患患者4名（前壁および下壁心筋梗塞、拡張型心筋症、後壁心筋梗塞、前壁心筋梗塞各1名）および健常人1名である。安静時心筋SPECTはTl-201 111 MBq (3 mCi) 静注20分後より施行した。従来法として、被検者を通常使用されている検査台上に仰臥位とし、右前斜位40

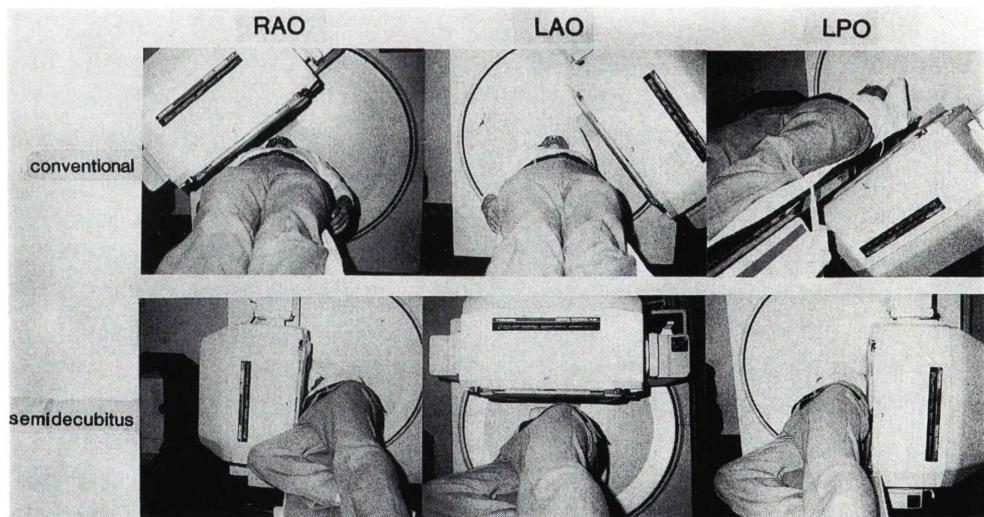


Fig. 2 Positional relation of a patient and a gamma camera. As compared with a conventional scanning method, the distance between a patient and a camera becomes shorter and the attenuation by the imaging bed can be neglected in a semidecubitus position scanning method.

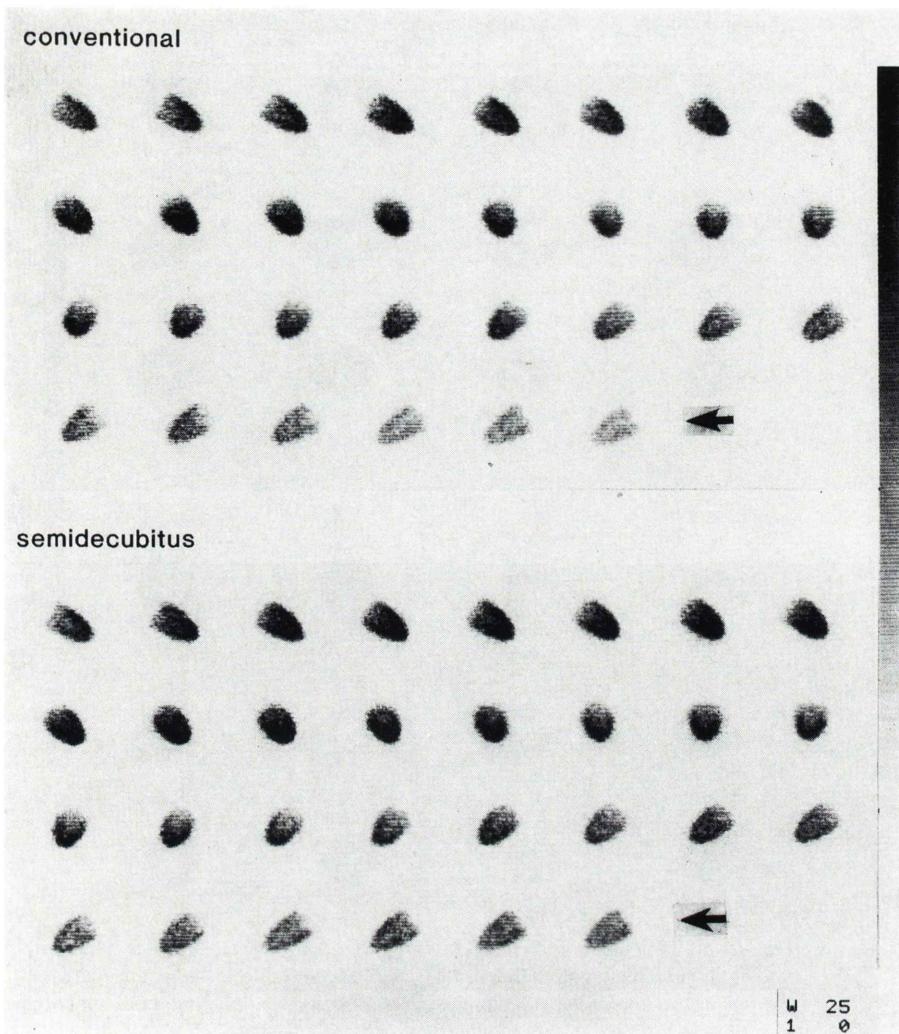


Fig. 3 Acquisition data in phantom studies. Using the semidecubitus position scanning method, cardiac images are more sharply visualized with increased counts in left posterior oblique views (arrow) compared with those obtained from the conventional scanning method.

度から左後斜位 50 度にわたり 180 度スキャンした。次に Fig. 1 に示すように、被検者を本検査台上に台から右横臥位 50 度とし、右腕を下方へおろした姿勢で同様に 180 度スキャンする方法(半横臥位 180 度撮像法)を試みた。撮像にあたり、試作検査台上に腰背部から腹部が安定するよう金属属性の背もたれを置き、被検者を角度計を用いて 50 度の半横臥位とした。さらに腰部と頭部には布

とスポンジ性の枕を当て、検査台にベルト固定した。撮像後、再び角度計を用い 50 度の半横臥位を確認した。実際に撮像中のカメラと被検者との位置関係を Fig. 2 に示した。上段が従来より通常に用いられている撮像法、下段が半横臥位 180 度撮像法である。後者ではコリメータが被検者に近接し、特に被検者の左後斜位でそれが著しい。なお、2 方法の撮像時期の差は約 15 分であった。

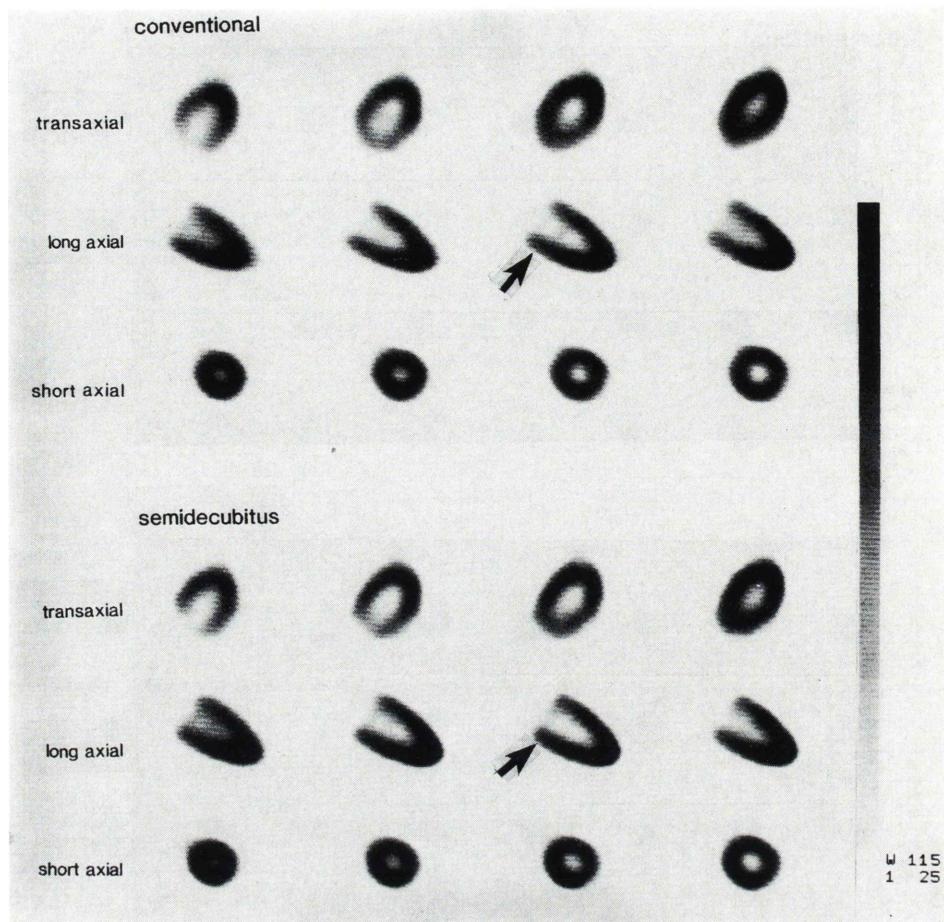


Fig. 4 Transaxial, long-axial and short-axial section images of a cardiac phantom. The contrast is better and the counts in the posteroinferior wall are increased (arrow) in the images by the semidecubitus position scanning method compared with those by the conventional scanning method.

ため、1ステップあたりの撮像時間の補正は行わなかった。前壁と後下壁の1画素あたりの平均カウントの増加率、および前壁に対する後下壁のカウント比を2種の撮像法間で比較する目的で、ファントム実験と同様に長軸矢状断層像の中央スライスを用いて、前壁上部、前壁下部、下壁および後壁に 3×4 画素のROIをマニュアルで設定し、前壁上部に対する後壁のカウント比および前壁下部に対する下壁のカウント比を求めた。

なお、平均値の差の検定には paired t test を用いた。

III. 結 果

1. 基礎的検討

心臓ファントムを撮像した場合の投影画像を Fig. 3 に示す。上段が従来の撮像法によるもの、下段が胸部心臓ファントムを50度傾斜させた半横臥位180度撮像法によるものである。両者を比較すると、矢印で示すように特に左後斜位方向からの投影画像で収集カウントは増加し、28から30フレーム目で平均10%のカウント増加を認めた。Fig. 4 は同ファントムの体軸横断断層像、長

Table 1 Results of posteroinferior-to-anterior wall count ratio in 5 cases

Patient No.	Clinical diagnosis	post./ant. (upper)		inf./ant. (lower)	
		conv.	semi.	conv.	semi.
1	ant. & inf. MI	0.58	0.68	0.49	0.68
2	DCM	0.58	0.67	0.71	0.75
3	posterior MI	0.65	0.66	0.87	0.92
4	ant. MI	1.09	1.13	0.96	1.03
5	normal	0.91	1.05	1.05	1.02
mean±SD		0.76±0.23	0.84±0.23*	0.82±0.22	0.88±0.16

post.=posterior; ant.=anterior; inf.=inferior; conv.=conventional; semi.=semidecubitus; MI=myocardial infarction; DCM=dilated cardiomyopathy; SD=standard deviation. Asterisk indicates $p<0.05$ compared with the conventional scanning method.

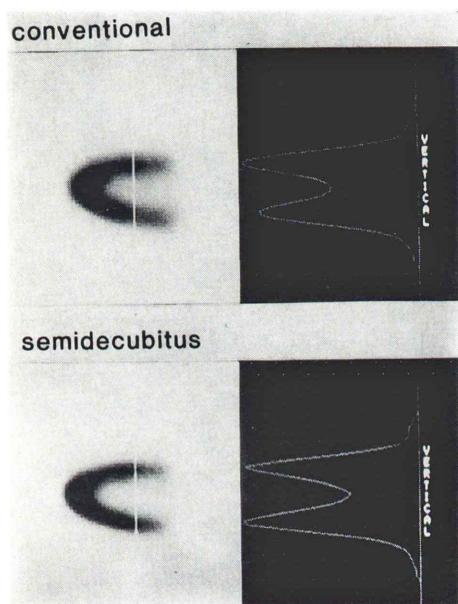


Fig. 5 A profile curve of a long-axial section image of a cardiac phantom. Using the conventional scanning method, the counts in the postero-inferior wall are fewer than those in the anterior wall. In contrast, the semidecubitus position scanning method provides the similar counts for both posteroinferior wall and anterior wall.

軸矢状断層像および短軸断層像である。上段が通常の撮像法によるもの、下段が半横臥位 180 度撮像法によるものである。解像力および心内腔とのコントラストの改善に加え、矢印で示すように、後下壁における従来法でのカウントの減弱が本法

で改善される。Fig. 5 の長軸矢状断層像のプロファイルでは、その傾向がいっそう明らかである。ROI 法を用いた検討では従来法に比し、半横臥位 180 度撮像法で、1画素あたりの平均カウントは前壁上部で 5%，前壁下部で 4%，下壁で 7%，後壁で 15% 増加した。従来法に比し半横臥位 180 度撮像法では、前壁／前壁上部カウント比は 0.89 から 0.98，下壁／前壁下部カウント比は、1.02 から 1.05 といずれも増加した。

2. 臨床的検討

半横臥位 180 度撮像法では、全例においてカメラの回転半径は従来法に比し、約 25% 短縮した。また、撮像中に右横臥位の姿勢について苦痛を訴えた患者はなく、視覚的には体動は認めなかった。ROI 法を用いた検討では、従来法に比し半横臥位 180 度撮像法において、臨床例 5 名での 1 画素あたりの平均カウントは前壁上部で 16%，前壁下部で 18%，下壁で 27%，後壁で 31% 増加した。Table 1 に臨床例 5 名の前壁に対する後下壁のカウント比を示す。後壁／前壁上部の平均カウント比は従来法で 0.76，半横臥位 180 度撮像法で 0.84 と有意に増加した ($p<0.05$)。下壁／前壁下部の平均カウント比は、従来法で 0.82，半横臥位 180 度撮像法で 0.88 と増加傾向を示した ($p=0.147$)。

3. 症例呈示

Figure 6 は心室瘤を伴った陳旧心筋梗塞例の体軸横断断層像、長軸矢状断層像および短軸断層像である。本例では標準 12 誘導心電図にて前壁下

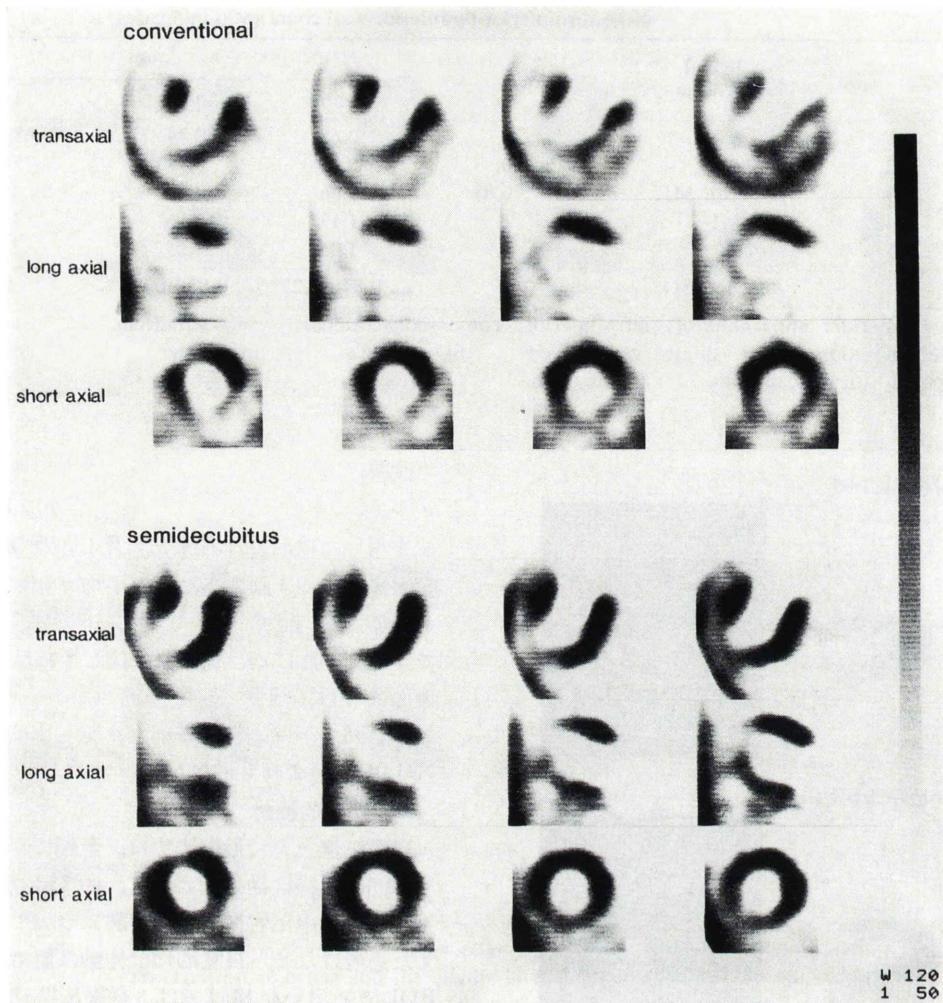


Fig. 6 An illustrative case of a patient with old myocardial infarction. Standard 12 lead electrocardiogram showed anterior wall infarction combined with inferior wall infarction. In the conventional scanning method, defect in the anteroapical region and severe hypoperfusion in the posteroinferior region is observed. However this latter hypoperfusion is not so significant using the semidecubitus position scanning method.

壁心筋梗塞。Mモード心エコー図にて左室拡張末期径は78mmと左室内腔の拡大を認めたが、後下壁運動は低収縮のみであった。写真上段が通常の撮像法(カメラ回転半径20cm)によるもの、下段が半横臥位180度撮像法(カメラ回転半径15cm)によるものである。上段では前壁心尖部の灌流欠損に加え、後下壁に広範に高度の低灌流域

が認められるが、下段では後下壁領域の灌流はまだ比較的保たれているように観察される。

IV. 考 案

本研究では、試作検査台の上で被検者の体位を変えて180度データ収集を行い、TI-201心筋SPECT画像の画質を改善する方法を考案した。

本法では従来の Tl-201 心筋 SPECT 撮像法に比し、1) カメラが被検者に近接し、検出器の回転半径が短縮して画像の解像力が向上した。2) 左後斜位からのデータ収集時に、投影方向に検査台が重ならないため、検査台の γ 線吸収の影響が除外できた。したがって左後斜位からの投影画像のデータ量が増加した。

Tl-201 心筋 SPECTにおいて、特に 180 度収集画像では体内組織の γ 線吸収により、画像深部にあたる心筋後下壁の描出は劣化する^{6,7)}。さらに、左室内腔の拡張した症例では左室内径の増大に伴う γ 線吸収の影響が無視し得ず⁸⁾、これに検査台による γ 線吸収の影響も加わり心筋後下壁の灌流欠損の拡がりの診断には慎重を要する。半横臥位 180 度撮像法では従来の撮像法に比し、解像力の向上に加え、左後斜位の投影画像から検査台の γ 線吸収の影響を除外でき、後下壁の従来法でのカウントの減弱が本法で改善された。したがって、本法は心筋後下壁領域の欠損の拡がりの評価にはとりわけ有用と思われる。

本法では SPECT 撮像時の被検者の体動および体位の安定性が問題となる。現在の方法でも、被検者の故意の体動以外の動きはないと考えられるが、被検者の検査台への固定方法の工夫、背もたれの工夫、光線ビームを利用し被検者の位置確認をする方法、体動検出プログラム⁹⁾の使用など、さらに検討すべき問題と考えられる。

V. 結 語

1) Tl-201 心筋 SPECT 画像の画質を改善する目的で、回転型汎用デジタル γ カメラを用い、試作検査台上に被検者を台から右横臥位 50 度として 180 度スキャンする半横臥位 180 度撮像法を試みた。

2) この方法では、検出器の回転半径を従来の撮像方法に比し約 25% 短縮することが可能であり、かつ検査台による γ 線吸収の影響が除外できた。

3) 本法では、心筋ファントムおよび臨床例において再構成画像の画質は向上し、特に従来法での後下壁のカウントの減弱が本法で改善された。本法は Tl-201 心筋 SPECT における新しい撮像法として有用と考えられた。

文 献

- Nohara R, Kambara H, Suzuki Y, et al: Stress scintigraphy using single photon emission computed tomography in the evaluation of coronary artery disease. Am J Cardiol **53**: 1250-1254, 1984
- 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
- 山本秀平, 外畠巖, 印東利勝, 他: Tl-201 心筋 Emission CT による各種筋ジストロフィ症患者の心筋線維化病変の評価。核医学 **23**: 773-782, 1986
- 二神康夫, 浜田正行, 市川毅彦, 他: 肥大型心筋症の形態診断における心電図同期 Tl-201 single photon emission computed tomography の有用性の検討。核医学 **20**: 633-640, 1983
- 山本和高, 向井孝夫, 前田透, 他: 回転型ガンマカメラによる肝ECT の検討(1)——基礎的検討——。核医学 **19**: 929-933, 1982
- 久田欣一, 外山比南子: SPECT の臨床、画像再構成法。第 1 版, 金原出版社, 京都, 1986, pp. 7-28
- 大嶺達, 渡辺俊明, 小坂昇, 他: Thallium-201 心筋 single photon emission computed tomography の定量性の検討——ファントムを用いて——。核医学 **25**: 255-264, 1988
- 住田康豊, 井上登美夫, 織内昇, 他: 拡張型心筋症における Tl-201 心筋 SPECT 所見——後下壁欠損の出現要因の検討(抄録)。核医学 **24**: 1167, 1987
- Eisner RL, Noever T, Nowak D, et al: Use of cross-correlation function to detect patient motion during SPECT imaging. J Nucl Med **28**: 97-101, 1987

Summary

Semidecubitus Position Scanning Method for Thallium-201 Cardiac Single Photon Emission Computed Tomography

Akio SUZUKI*, Seiji MUTO***, Motoo OSHIMA**, Hiroshi SAITO***,
Koichi KANO*, Akihiko SATO*, Mitsuhiro YOKOTA* and Hiroshi HAYASHI*

*First Department of Internal Medicine, **Department of Radiology,
Nagoya University School of Medicine, Nagoya
***Tsushima City Hospital, Tsushima

To improve the image quality of thallium-201 cardiac single photon emission computed tomography (SPECT) we designed a new scanning method using a rotating gamma camera with 180-degree data collection. A new imaging bed was manufactured in order to shorten the radial length of gamma camera rotation and to avoid the attenuation of gamma ray by the bed during data acquisition. A patient lay on the bed in right semidecubitus (50-degree) position and dropped his right arm from the bed. By this method, the radial length of the camera rotation was shortened about 25% compared with the conventional scan-

ning method. In addition, the attenuation of the imaging bed was neglected because the projected direction was not overlapped over the bed during data acquisition from left posterior oblique views. Using this new scanning method, tomographic images showed better contrast in both phantom and clinical studies and an increased uptake of radiotracer in cardiac posteroinferior wall compared with the conventional scanning method. In conclusion, semidecubitus position scanning method will be useful for thallium-201 cardiac SPECT.

Key words: Thallium-201, SPECT, Heart.