

## 《ノート》

## 対向型ガンマカメラによるタリウム心筋断層像

——左室軸断層像の臨床的有用性——

Emission Computed Tomography Using Opposed Dual Cameras for  $^{201}\text{Tl}$  Myocardial Imaging: Clinical Usefulness of Left Ventricular Axial Tomography

竹田 寛\* 前田 寿登\* 中川 毅\*  
 山口 信夫\* 浜田 正行\*\* 二神 康夫\*\*  
 田口 光雄\*

Kan TAKEDA\*, Hisato MAEDA\*, Tsuyoshi NAKAGAWA\*, Nobuo YAMAGUCHI\*,  
 Masayuki HAMADA\*\*, Yasuo FUTAGAMI\*\* and Mitsuo TAGUCHI\*

\* Department of Radiology, Mie University School of Medicine, Tsu

\*\* Department of 1st Internal Medicine, Mie University School of Medicine, Tsu

## I. 緒 言

ガンマカメラ回転型 emission computed tomography (ECT) 装置によるタリウム心筋断層像は、従来、体軸に対する横断 (transaxial), 矢状断 (sagittal), 冠状断 (coronal) の各断面 (体軸断層像: ordinary tomogram) に関し求められてきたが、体軸は左室長軸と交叉するため、それらの断層像は、左室長軸に対し斜めの断層像となり、左室壁の解剖学的部位を判定する際に不便であった。三塩<sup>1)</sup>や Borrello<sup>2)</sup>は、体軸横断像を基にして、画像を水平方向と垂直方向に2回、回転させることにより任意軸断層像を求めるプログラムを開発し、タリウム心筋断層像にも応用しているが、今回、われわれも、同様の方法で、左室心尖と心基部中心を結ぶ左室長軸を基準とした断層像 (左室

軸断層像: left ventricular axial tomogram) を作成し、主としてその臨床的有用性について検討したので報告する。

## II. 装置および方法

使用した装置は、対向させた2台のガンマカメラによる回転型 ECT 装置 (東芝製 GCA 70A-S) およびオンライン核医学データ処理装置 (東芝製 GMS-90) である。

方法は、被検者に  $^{201}\text{Tl}$  2.5 mCi を静注し、10分後に胸部を中心として検出器を6分間で180度連続回転させ、4度ごとの投影データを計90方向から収集した。コリメータは、低エネルギー用汎用型を使用した。また虚血性心疾患の疑われる患者には、自転車エルゴメーターにより多段階負荷を行い、最大負荷に達した時点で  $^{201}\text{Tl}$  2.5 mCi を急速静注し、10分後に負荷 ECT 像 (stress ECT image) を、3時間後に再分布 ECT 像 (redistribution ECT image) を、それぞれ撮像した。

**Key words:** Single photon emission computed tomography,  $^{201}\text{Tl}$  myocardial imaging, Left ventricular axial tomography.

\* 三重大学医学部放射線科

\*\* 同 第一内科

受付: 57年4月28日

最終稿受付: 57年6月21日

別刷請求先: 津市江戸橋2-174 (☎ 514)

三重大学医学部放射線科

竹 田 寛

画像再構成は、convolution 法で行い、フィルター関数として Shepp & Logan のフィルターを用い、スライス幅 5.4 mm の体軸横断像を作成した。各横断像に対し、Chang の方法<sup>3)</sup>にて吸収補正を行った後、体軸冠状断、矢状断、さらに左室軸断層像を求めた。

左室軸断層像を求める方法は下記の通りである。体軸を基準として、左右、前後および上下方向の座標軸を、それぞれ X, Y, Z 軸とする。各横断像のうち、左室が最大となるスライスを選び、そのイメージ上で左室長軸の Y 軸に対する偏位角( $\theta$ )を求める。今、直角座標系で表わした平面上の点

(x, y) に関し、座標軸を原点を中心として  $\theta$  度だけ回転した後の新しい直角座標系におけるその点の座標を ( $x'$ ,  $y'$ ) とすれば、その間には、(1) 式が成立する。

$$\left. \begin{aligned} x &= x' \cos \theta - y' \sin \theta \\ y &= x' \sin \theta + y' \cos \theta \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(1)$$

コンピューター画像では、座標はいずれも不連続なマトリックス上の点であり、点における画素値( $F(x, y)$ )を求めるには、その周囲 4 点を用いて内挿する必要がある、われわれは、(2)式を用いて行った<sup>2)</sup>。

$$F(x, y) = Ax + By + C \dots\dots\dots(2)$$

但し、

$$\begin{aligned} A &= \frac{F(x_0+1, y_0+1) + F(x_0+1, y_0) - F(x_0, y_0) - F(x_0, y_0+1)}{2} \\ B &= \frac{F(x_0+1, y_0+1) + F(x_0, y_0+1) - F(x_0, y_0) - F(x_0+1, y_0)}{2} \\ C &= \frac{3F(x_0, y_0) + F(x_0, y_0+1) + F(x_0+1, y_0) - F(x_0+1, y_0+1)}{4} \end{aligned}$$

( $x_0, y_0$  は x, y の小数点以下を切り捨てた値である。)

上記 (1) 式を用いて、心尖部が前方へ向かうように全横断像を  $\theta$  度回転させ、水平方向の角度補正を行った。

ついで、角度補正された横断像より、矢状断断層像を作成、その内より左室が最大となるスライスを選び、左室長軸の Z 軸に対する角度を求め、水平方向と同様の方法で左室長軸が水平となるように垂直方向の角度補正を行った。これらの画像より、左室長軸に垂直な断面(横断断層像: transaxial tomogram)、長軸に平行で矢状方向の断面(矢状断層像: sagittal tomogram) および長軸に平行で水平方向の断面(水平断層像: horizontal tomogram) を求めた (Fig. 1)。

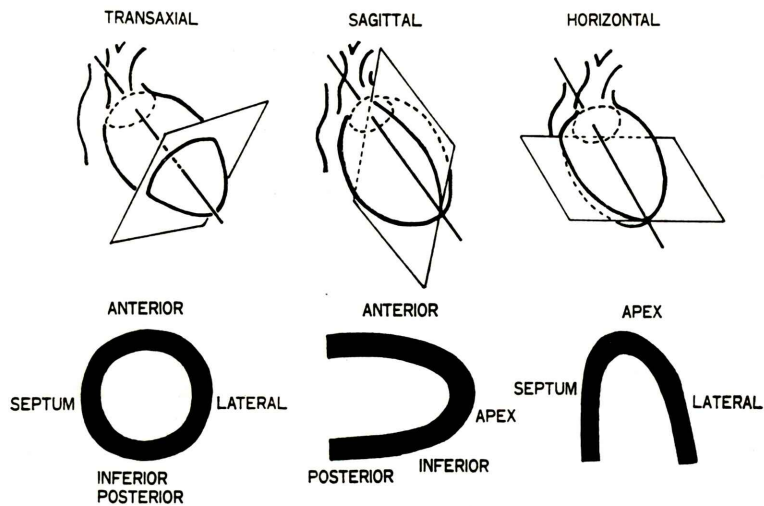
### III. 成 績

正常例の体軸および左室軸断層像を Fig. 2 に示す。前者では、横断、矢状断および冠状断の各像を総合して判断すれば、心室壁の部位同定は可能

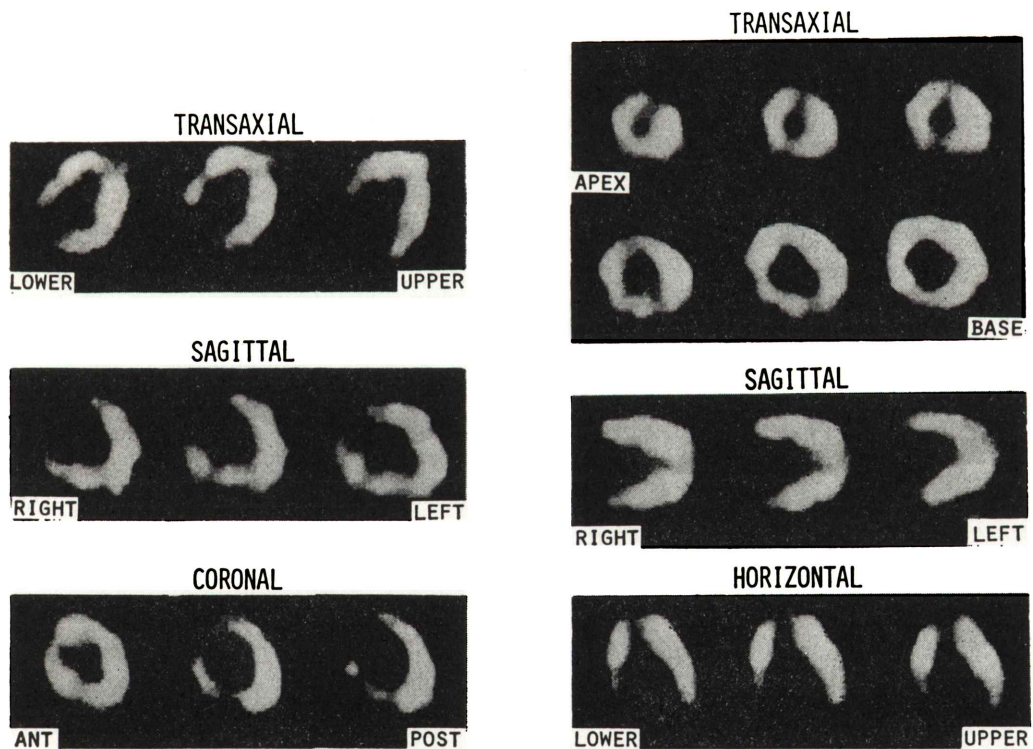
であるが、必ずしも容易ではない。一方、後者では、横断断層像にて、心尖より基部に到るまで、前壁、側壁、下後壁および中隔より形成される輪状断面像の連続として示され、矢状断で、前壁、心尖および後下壁が、水平断で、中隔、心尖および側壁が、それぞれ明瞭に示されている。

Fig. 3 に大動脈弁閉鎖不全症例の体軸、および左室軸断層像を示す。本例のように、左室拡大の著しい場合には、体軸断層像における各イメージは、あたかも矢状断と冠状断とが逆転しているかと思われる程、通常の像と異なり、心室壁の部位同定は非常に困難であるが、左室軸断層像では、通常のイメージと同等の像が得られ、左室各壁の同定が容易かつ正確に行えるようになる。

Fig. 4 に側壁梗塞症例の体軸および左室軸断層像を示す。前者では、横断像で側壁の一部に集積欠損をみるが、不明瞭で、冠状断では異常を指摘し得ない。一方、後者では、水平断で側壁後方に大きな欠損の存在することが、また、横断像で、病変が側壁から下壁にまで及んでいることが明瞭



**Fig. 1** Schematic representation of left ventricular (LV) axial tomogram. Transaxial (left), sagittal (middle) and horizontal (right) tomograms represent sections which are right-angled in the former and parallel in the latter two relative to long axis of LV (straight line).



**Fig. 2** Ordinary (left) and LV axial tomograms (right) in a normal subject. In LV axial tomograms, anatomical division of LV can be identified more easily and accurately, as compared with ordinary ones.



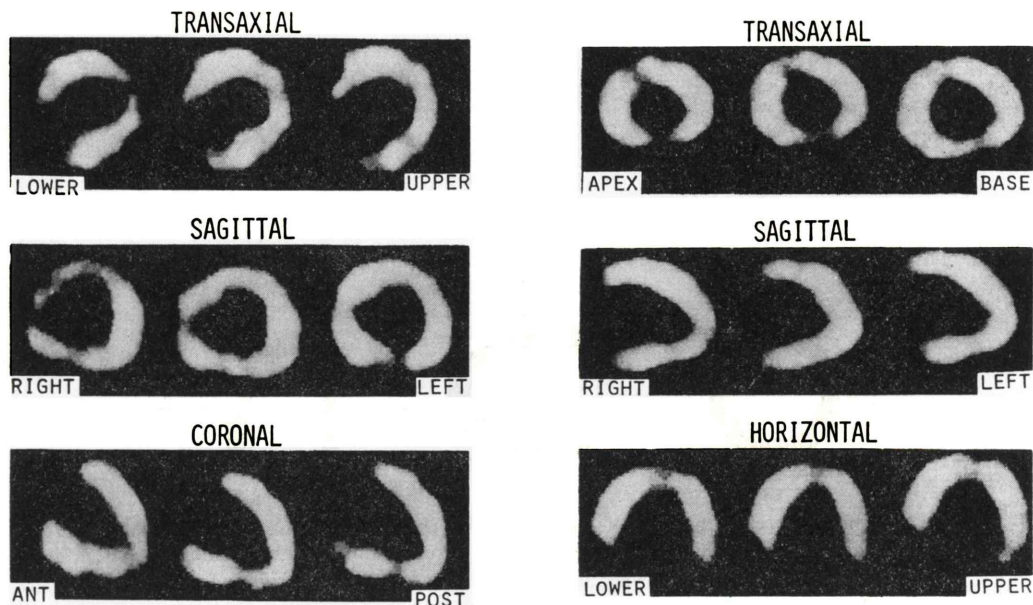


Fig. 3 Ordinary (left) and LV axial tomograms (right) in a case of severe aortic regurgitation with marked LV dilatation. In the ordinary tomograms, especially in sagittal and coronal sections, the shapes of the LV wall are so different from those in the normal shown in Fig. 2 that the interpretation is very difficult. By contrast, in LV axial tomograms, the shapes of the LV wall are consistently similar to those in Fig. 2 so that the anatomical division of LV can be more correctly identified.

に示されている。

広範前壁梗塞症例の負荷および再分布像の体軸および左室軸断層像を Fig. 5 に示す。体軸断層像では、負荷イメージにて  $^{201}\text{Tl}$  の欠損域は示されているものの、その範囲、境界は不明瞭で(特に矢状断において)、再分布イメージでも、欠損部への  $^{201}\text{Tl}$  の再分布は認めうるが、その程度および部位の正確な判定は容易でない。一方、左室軸断層像では、負荷イメージにて、心尖を中心とした大きな欠損が、明瞭な境界を有して示され、再分布イメージにて、心尖部の広範欠損は、下壁から中隔寄りの一部を除き、 $^{201}\text{Tl}$  の集積が著明に回復していることが認められる。

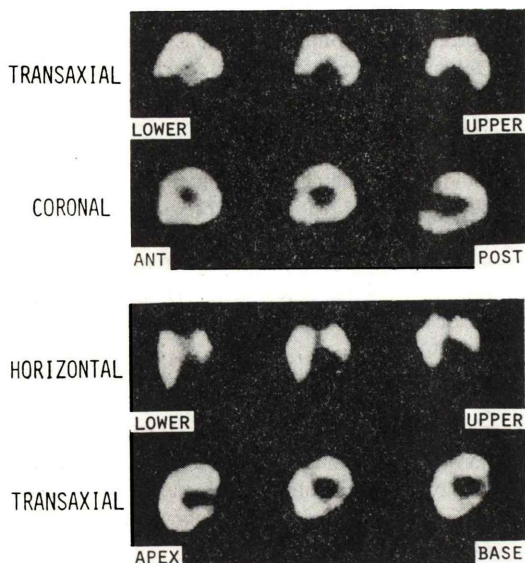
#### IV. 考 察

ガンマカメラ回転型 ECT 装置の特徴の一つは、一回転で同時に多スライスの横断像を得ることができ、また、それらより冠状断や矢状断の断層像

を構成することにより病変を多方向から観察できる点にある。通常、これらの断層像は、体軸を基準として作成され、脳、肺、肝、腎およびガリウムシンチグラム等の ECT 像では、診断的価値の高い像が得られている<sup>5,6)</sup>。

しかし、心筋 ECT 像において、体軸断層像は、左室長軸に対し垂直あるいは平行な断面とならないため、体軸と左室長軸との角度に由来する、各断層像の個人間の変動が大きくなり、心室壁の部位同定に際し、しばしば非常な困難を伴うことがある。ことに、Fig. 3 に示したように左室拡大の著しい例においてその傾向が大きい。

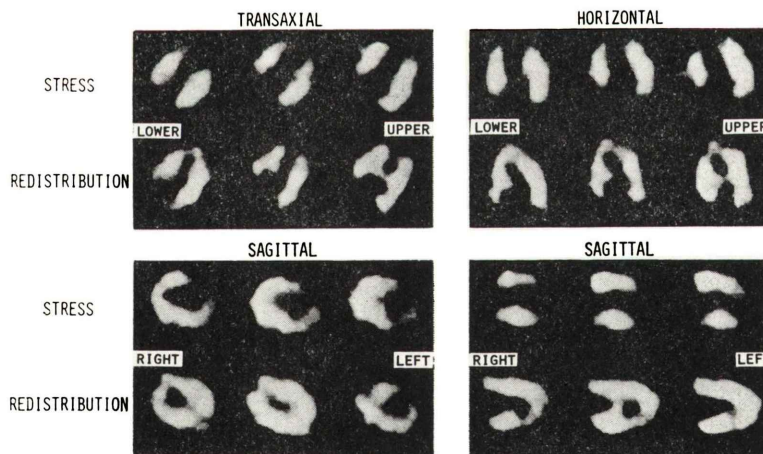
玉木ら<sup>6)</sup>は、データ収集を左前  $45^\circ$  より始めることにより水平方向の角度補正を行う簡便法を施行し、虚血性心疾患における病変検出能に良好な成績を挙げている。しかし、この方法は、左室長軸が一律に左前  $45^\circ$  の方向をとると仮定したものであり、また垂直方向の角度補正はなされておら



**Fig. 4** Ordinary (above) and LV axial tomograms (below) in a patient with lateral myocardial infarction. In ordinary images no definitive perfusion defect can be visualized. In LV axial tomograms, however, it is clearly shown that there is a considerably large perfusion defect in lateral wall on horizontal sections and that the lesion extends to inferior wall on transaxial sections.

ず、問題が残る。われわれは、症例ごとに左室長軸の体軸に対する傾きを認識し、水平方向だけでなく垂直方向にも画像を回転した。これにより、常に左室長軸に垂直または平行な像が得られ、心室壁の部位同定を、一律かつ容易に行うことができ、対称性を考慮しての判定が可能となり、より正確な病変存在部位の診断ができるようになった。特に、Fig. 4 に示される如く、心基部近傍の心室壁の薄い部位の欠損の診断に有益と思われた。また、Fig. 5 に示したように、体軸断層像では、病変の存在そのものは指摘し得ても、心筋を“斜め”に切断することが多いため、病変の範囲を過大あるいは過小評価する可能性があるが、本法では、各断層像において、それぞれ心筋の垂直断層像が得られるため、病変部と正常部との境界がより明瞭に示され、病変の大きさ、伸展範囲を正しく評価し得、また、心電同期法により撮像すれば、心筋の厚さも正確に知ることができるものと思われた。

Borrello ら<sup>2)</sup> は、back projection 時に水平方向の偏位角を offset して水平方向の角度補正を行ない、左室長軸断層像を求める方法を報告している。



**Fig. 5** Ordinary (left) and LV axial tomograms (right) of stress and redistribution images in a patient with extended anterior myocardial infarction. In LV axial tomograms, the site and extent of stress-induced ischemia, as well as focal perfusion reserve at rest, are recognized more precisely than ordinary ones.

三塩<sup>1)</sup>やわれわれの方法は、体軸横断像を構成してから、全横断像を回転させることにより水平方向の補正を行うもので、この方法であれば、われわれの使用したデータ処理装置では、データ収集と画像再構成の並行処理が可能で、データ収集開始より最終結果を得るまでの時間が15分弱に短縮でき、日常ルーチン検査、処理として活用できる点に有用性がある。

本法は、再構成されたイメージデータの配置を変更したにすぎないが、タリウム心筋断層イメージングにおける画像診断をより正確、かつ容易にするために価値が高いと思われる。

#### 文 献

- 1) 三塩宏二, 中島哲夫, 杉山純夫, 他: シングルフォトン・エミッション CT における任意軸断層像再構成プログラムの開発と応用・核医学19: 507-511, 1982
- 2) Borrello JA, Clinthorne NH, Rogers WL, et al: Obliqueangle tomography: A restructuring algorithm for transaxial tomographic data. J Nucl Med 22: 471-473, 1981
- 3) Chang L: A method for attenuation correction in radionuclide computed tomography. IEEE Trans Nucl Sci NS-25: 638-643, 1978
- 4) Burdine JA, Murphy PH, DePuey EG: Radionuclide computed tomography of the body using routine radiopharmaceuticals. II Clinical applications. J Nucl Med 20: 108-114, 1979
- 5) 服部孝雄, 中川 毅, 竹田寛, 他: Emission computed tomography による食道癌のガリウム断層シンチグラム. 核医学(投稿中)
- 6) Tamaki N, Mukai T, Ishii Y, et al: Clinical evaluation of Thallium-201 emission myocardial tomography using a rotating gamma camera: Comparison with sevenpinhole tomography. J Nucl Med 22: 849-855, 1981

1) 三塩宏二, 中島哲夫, 杉山純夫, 他: シングルフォトン・エミッション CT における任意軸断層像再構成