

## 《原 著》

## トモスキャナー II による横断断層シンチグラフィー

—第3報 焦点距離 20 cm の新型コリメータによる軸幹部検査についての検討—

前田 敏男\* 松田 博史\* 久田 欣一\* 山田 正人\*\*  
 松平 正道\*\*

**要旨** single photon emission computed tomography 装置として開発されたトモスキャナー II に焦点距離 20 cm の新型コリメータを装着して、軸幹部検査条件でファントム実験を行なった。

検出器間距離を 44 cm とした場合のスライス中心部の分解能は半値幅で 2.2 cm であり、スライス厚さの半値幅は 1.5 cm であった。この値は中心より半径 5 cm 以内では均一であり、それよりも外側ではコリメータに近づくにしたがい多少悪化した。しかし、全体として深さ方向の分解能とスライス厚さはほぼ均一となった。吸収補正により flood phantom の RI 分布は均一に再構成された。Alderson 肝ファントム深部の直径 1.3 cm の球形欠損を検出でき、ガンマカメラよりも優れた検出能を示した。ダ円ファントム中の円柱形欠損の検出限界は直径 1.1 cm であった。

## I. はじめに

横断断層シンチグラフィーは Kuhl ら<sup>1)</sup>によって最初報告されたが、今日では種々の装置や画像再構成理論の発達により臨床に十分使用できる水準にまでなっている<sup>2-7)</sup>。陽電子放出核種を使用する positron emission computed tomography と、ガンマ線放出核種を使用する single photon emission computed tomography がある。前者は生体内の物質代謝の測定が可能であり、新しい研究手段として注目されているが、特殊な恵まれた施設でしか行なえない<sup>4)</sup>。一方、後者は既存の核医学診療施設で使用可能なため、臨床に応用しやすいが、吸収補正法や放射性医薬品の開発など今後の研究成果に期待が寄せられている。

われわれは1978年12月より英国 J & P 社製のト

モスキャナー II を用いて本装置の性能や横断断層シンチグラフィーの臨床価値を検討してきた。ファントム実験では焦点距離 13 cm のコリメータは頭部検査用としては十分良好な結果を示したが、軸幹部検査用としては不十分なものであることがわかった<sup>8)</sup>。その後、焦点距離 20 cm のコリメータが開発されたので、軸幹部検査条件でファントム実験を行なったところ良好な結果が得られたので報告する。

## II. 材料と方法

焦点距離 20 cm のハニコン型(186穴)低エネルギー用コリメータをトモスキャナー II に装着し、<sup>99m</sup>TcO<sub>4</sub><sup>-</sup> を線源とし、臨床検査と同様に検出器間距離は 44 cm とし、エネルギーは 140 KeV ± 10% に設定して実験を行なった。

分解能の検討には長さ × 直径が 100 mm × 2 mm の線線源を使用した。線源はスライス面と直交するように水平に置き、横断断層シンチグラフィーを撮像した。

スライス厚さの検討には、直径 1 mm の点線源をスライス面より 5 mm ずつ離しながら、おのお

\* 金沢大学医学部核医学科

\*\* 金沢大学医学部附属病院アイソトープ部

受付：55年1月9日

最終稿受付：55年1月9日

別刷請求先：金沢市宝町13-1 (920)

金沢大学核医学科

前田 敏男

の位置で横断断層像を撮像し、各再構成画像の点線源の RCT 値を求めた。この RCT 値はスライス面に点線源が位置する時に最大値を示す。RCT 値が最大値の半分になる幅をスライス厚さの半値幅とした。

均一性の検討には、 $^{99m}\text{TcO}_4^-$  を満たした内径 20 cm × 29 cm のアクリル製ダ円筒ファントムを使用した。トモスキャナー II の吸収補正法は  $(\text{Ca} + \text{Cb})\mu\text{L}/(1 - e^{-\mu L})$  である。ここで Ca, Cb は対向している 1 対の検出器のおおののカウント数、 $\mu$  は  $^{99m}\text{Tc}$  に対しては 0.123 を使用している。L は検出器間の被検体の幅に相当する長さであり、軸幹部検査では 24 cm × 32 cm のダ円体が検出器間の中心に存在すると仮定して設定されている。

肝の検査を想定し、欠損像の検出能について検

討した。

### III. 結 果

線源が検出器のコリメータに近づくと再構成画像に歪みが生じる。したがって分解能は点として再構成された像の縦と横方向について検討した。横方向の半値幅はスライスの中心部から外側 15 cm まで 2.2 cm と均一であった。スライスの中心から 0, 5, 10, 15 cm 外側の位置の縦方向の FWHM はおおのの 2.2, 2.2, 2.5, 3.5 cm となり像の歪みの影響を示した(Fig. 1)。

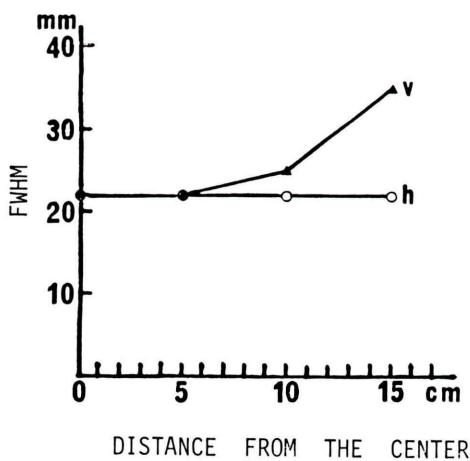


Fig. 1 The FWHM of the Tomogscanner II with 20 cm focal depth collimators are 2.2 cm in horizontal values at each depth but slightly increase in vertical values at the surface of the slice. The distance between the detectors is 44 cm. The v or h means vertical or horizontal values of FWHM at each point.

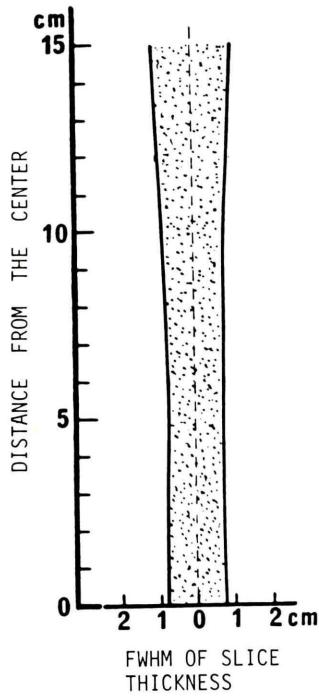
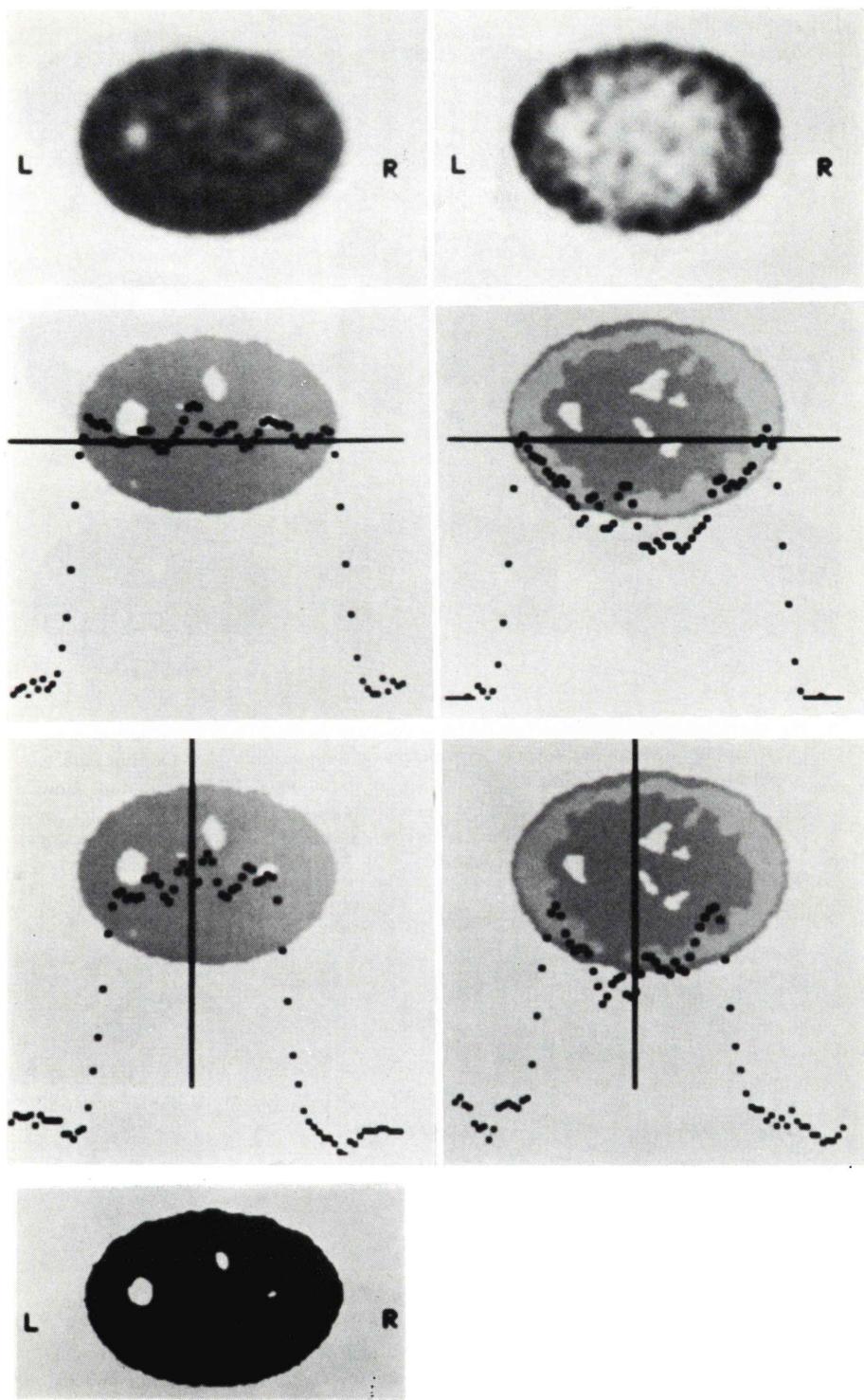
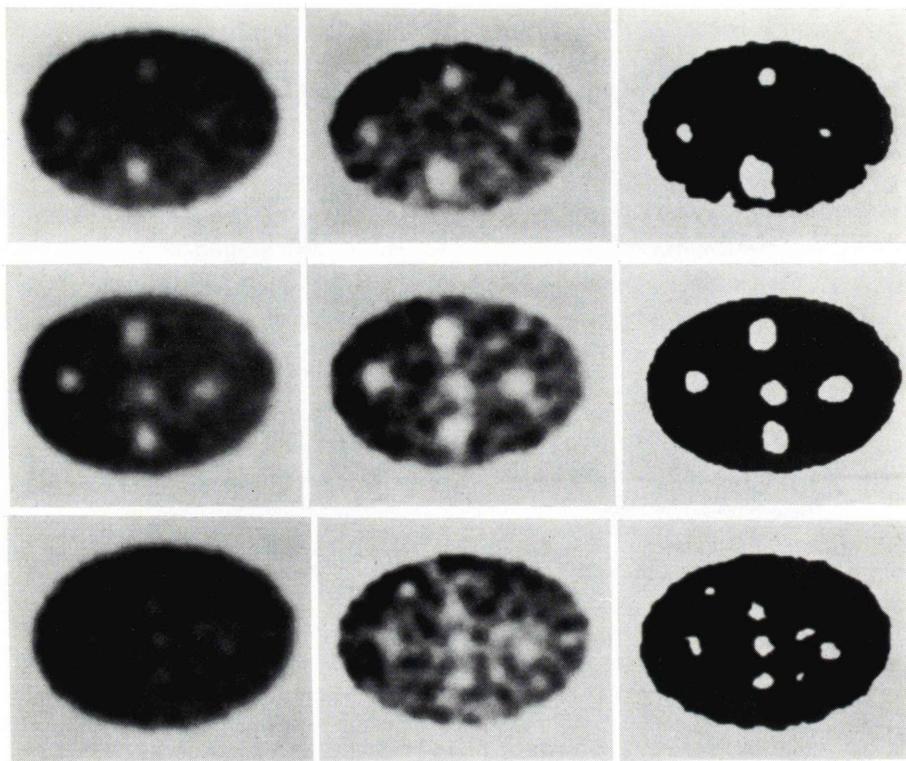


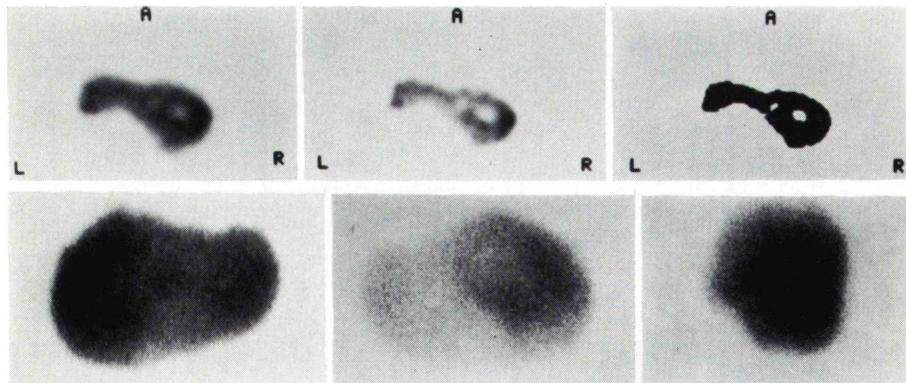
Fig. 2 The FWHM of the slice thickness is 1.5 cm, 1.5 cm, 1.6 cm, 2.0 cm or 2.0 cm at 0 cm, 5 cm, 10 cm, 12 cm or 15 cm from the center of slice, respectively, under body study condition.

Fig. 3 The uniformity of the reconstructed images are greatly improved by the absorption correction in 20 × 29 cm elliptical flood phantom with three defects which are 2.2 cm, 1.5 cm and 1.1 cm in diameter. The left column is the images with absorption correction and the right ones without absorption correction. Two of the top images are reconstructed raw images. The lower four images show the profile activity at the line. The bottom image is treated to depict the defects in best condition.





**Fig. 4** The smallest cylindrical defect which is detected in the  $20 \times 29$  cm elliptical flood phantom is 1.1 cm in diameter. The images of the top rank show the four defects which are 2.2 cm, 1.7 cm, 1.5 cm and 1.1 cm in diameter. The middle rank show the five defects, 2.2 cm in diameter. The bottom rank show the five defects, 1.1 cm in diameter, but also some noise. The left, middle or right column are raw, low cut or high & low cut images, respectively.



**Fig. 5** The spherical defects of 1.3 cm and 1.8 cm in diameter at the deep in Alderson's liver phantom are detected by Tomogscanner II but not by the gamma camera. The upper three images are raw, low cut and high & low cut one from left to right. The lower three gamma camera images are the anterior, the posterior and the right lateral view.

スライス厚さの半値幅は、中心部より 0, 5, 10, 12, 15 cm 表層の位置でおのおの、1.5, 1.5, 1.6, 2.0, 2.0 cm となり、スライス中心は外側よりも薄いがほぼ均一な値を示した (Fig. 2).

均一性は、吸収補正を行なわないと中心部で activity の低下を示したが、吸収補正を行なうことにより著しく改善された (Fig. 3).

欠損像の検出能に関しては、再構成画像が肝の臨床検査の場合とほぼ同様な条件になるようにして行なった。つまり 4 mCi の  $^{99}\text{Tc}$  Sn コロイド静注30分後の肝断層像は、吸収補正後の再構成像で pix.1あたり約 20,000 RCT の値を示す。ファンタム実験も同程度の条件になるように撮像時間を調節した。ダ円ファントム内の円柱形欠損の検出限界は直径 1.1 cm であった (Fig. 4)。Alderson 肝ファントム内の球形欠損は、肝ファントム深部の直径 1.3 cm を検出できた。東芝製 GCA401 ガンマカメラに超高分解能コリメータを装着して同じファントム像を撮像したが、直径 1.3 cm のものも 1.8 cm のものも検出できなかった (Fig. 5)。

#### IV. 考 案

ガンマカメラの最近の進歩はめざましく、FWHM は 1~2 mm のレベルに達している。しかし、ガンマカメラの総合分解能はコリメータから離れるにしたがい劣化するのはよく知られている。横断断層シンチグラフィーの利点は、単に横断断層像の追加によって病巣の深さを評価することよりも、深部病巣の検出能を向上することである。そのためにはスライス深さ方向の activity の均一性、分解能やスライス厚さなどが変化しないことが要求される<sup>4)</sup>。single photon emission computed tomography でも一応良好な結果が報告されている<sup>3)</sup>。

トモスキャナー II は焦点型コリメータを有するスキャナー方式であり、コリメータの焦点距離や検出器間距離によりスライス深さ方向の性能が変化する。前回報告した焦点距離 13 cm のコリメータは検出器間距離 32 cm の頭部検査条件では分解能、スライス幅、均一性などはスライス深さ

と無関係にほぼ均一な良好な結果を示した。しかし、検出器間距離を 44 cm にすると分解能やスライス厚さは中心部で悪化した<sup>8)</sup>。これでは軸幹部深部病巣の検出には好ましくない。今回検討した焦点距離 20 cm のコリメータでは軸幹部検査条件でも中心部の分解能やスライス厚さは良好であり、スライス深さと無関係にほぼ均一な値を示した。ダ円ファントムや Alderson の肝ファントム中の欠損像の検出能はガンマカメラよりも優れた結果を示した。

臨床検査では肝の呼吸性移動があることと、び漫性肝障害の高度な例では肝への RI 集積が悪く不均一な分布を示すため、欠損の評価に今回のファントム実験結果をそのまま期待することはできない。しかし、肝臓のような大きな体積を有する臓器で、しかも種々の解剖学的圧痕を有し複雑な形態を示す臓器内の欠損像の評価には、ガンマカメラによる多方向撮像よりも横断断層シンチグラフィーのほうが有利であろう。この点に関しては今後臨床的評価を行なう必要がある。

トモスキャナー II の使用機会を与えて下さいました高千穂交易株式会社と三井物産株式会社に感謝いたします。

#### 文 献

- Kuhl DE, Edwards RQ: Image separation radioisotope scanning. Radiology **80**: 653-661, 1963
- Kuhl DE, Edwards RQ, Ricci AR, et al: The mark IV system for radionuclide computed tomography of the brain. Radiology **121**: 405-413, 1976
- Jaszczak RJ, Murphy PH, Huard D, et al: Radionuclide emission computed tomography of the head with  $^{99m}\text{Tc}$  and a scintillation camera. J Nucl Med **18**: 373-380, 1977
- Phelps ME: Emission computed tomography. Sem Nucl Med **7**: 337-365, 1977
- Hill TC, Costello P, Gramm HF, et al: Early clinical experience with a radionuclide emission computed tomographic brain imaging system. Radiology **128**: 803-806, 1978
- 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
- 前田敏男, 久田欣一, 松田博史, 他: トモスキャナ

— II による横断断層シンチグラフィー、第1報：  
臨床的検討。核医学 17: 9-17 (1980)  
8) 前田敏男、松平正道、久田欣一、他：トモスキャー

II による横断断層シンチグラフィー、第2報：感度、  
直線性、均一性、分解能およびスライス厚さについ  
ての検討。核医学 17: 19-25 (1980)

### Summary

#### Single Photon Radionuclide Computed Tomography with Tomogscanner II: (3) Body Phantom Study with New Collimator of 20 cm Focal Depth

Toshio MAEDA MD\*, Hiroshi MATSUDA MD\*, Masato YAMADA\*\*,  
Masamichi MATSUDAIRA\*\* and Kinichi HISADA MD\*

\*Department of Nuclear Medicine, \*\*Divition of Central Radioisotope Service Kanazawa University

Physical data on the Tomogscanner II were reported by us previously, but those data were based on the 13 cm focal depth collimator. This paper added the data obtained from the body phantom study with the 20 cm focal depth collimator. The distance between the two detectors of tomogscanner was 44 cm apart for the body study. At the center of the slice, the FWHM of the resolution and the FWHM of the slice thickness were 2.2 cm and 1.5 cm respectively. However, these values were uniform within 5 cm radius from the rotating center and worse near the

collimator surface, the resolution and slice thickness were much improved with the new collimators compared with the previous short focus collimators. The absorption correction flattened the profile activity on the reconstructed image of the 20×29 cm elliptical body phantom. The cold lesion detectability was superior to the gamma camera, and the Tomogscanner II detected as small as 1.3 cm of diameter of the cold lesion located deeply in the Alderson's liver phantom.

**Key words:** Body RCT, RCT, Single photon radionuclide computed tomography