



Title	断層シンチカメラ並びにその臨床的応用
Author(s)	有水, 昇
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1975, 35(3), p. 142-151
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/18000">https://hdl.handle.net/11094/18000</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

## 断層シンチカメラ並びにその臨床的応用

放射線医学総合研究所臨床研究部

有 水 昇

(昭和49年9月2日受付)

(昭和49年10月31日最終原稿受付)

## Clinical Uses of Scinti-tomograms Produced by a Scintillation Camera

Noboru Arimizu

National Institute of Radiological Sciences, Chiba

---

*Research Code No.:* 705,

---

*Key Words:* Scinti-tomography, Scinticamera, Rotating collimator, Brain scintigram

---

The overlaps of images often make difficult to differentiate the target lesion from superimposed tissues close by. The scinti-tomogram has been developed for separating the superimposed images from the target ones. Recent reports have mentioned that tomographic images were attainable by utilizing a standard scintillation camera with attachments replaceable in a couple of minutes.

The purpose of the study is to investigate the clinical applications of scinti-tomograms on the brain and liver and to know its performances.

The instruments were composed of a scintillation camera, having an NaI crystal of 38.7 cm in diameter, coupled with a 30°-angled 2000-parallel-hole collimator. The scinti-tomogram was produced by simultaneous rotational movements of both the collimator and patient table in a period of 1-2 minutes.

The resolution of tomographic images was examined by using a lead-bar phantom with Co-57 sources. The 9.5 mm-bars placed at 10 cm distant from the collimator were discriminated when the tomographic layer coincided with the bars. But, the discrimination of the 9.5 mm-bars were not obtained on the scinti-tomogram when the tomographic layer was 1 cm apart from the bars.

Clinical investigations were attempted on seventy patients with brain diseases. In brain scintigraphy, radioactivity is not only accumulated in the brain lesion with a variety of densities, but also it concentrates in the dural sinues, temporal muscles and base of cranium, frequently producing superimposed images on those of brain lesions. In many cases, tomographic images were effective in separating superimposed images from the target ones, helpful in discerning the location, extent and size of the lesion more accurately. These cases were frequently encountered with the lesion neighboring the cranial floor, and the scinti-tomogram was worth while to be performed.

Liver scinti-tomograms of the patient were illustrated, suggesting the usefulness for understanding the three-dimensional extent of the liver.

まえがき

シンチグラムはRIによる臓器組織の平面投影像である。投影方向によつては、いくつかの臓器組織が互に重り合つて描写される場合があり、各臓器組織像の輪廓は不明瞭となる。X線撮影像においても同様なことが起るが、この場合には重複して撮影された像をそれぞれ分離して表示する手段としてX線断層撮影法 (Tomography) が用いられている。X線断層撮影法と同じようにシンチグラムにおいても重複投影像を分離して表示することができれば、この方法はシンチグラム診断に役立つものとなる。

Kuhl らは1962年断層用の特殊なスキャン装置を考案し、断層スキャンに成功した<sup>7)~8)</sup>。これは種々の方向からスキャンを行ない、電算機を用いて断層像に合成するものである。しかし、断層像を得るのに可成り時間を要するために実用化していない。

Anger らは小型シンチカメラをスキャン装置に取付け、焦点性コリメータを用いて断層スキャンを行なつた<sup>1)</sup>。有水らは市販のシンチカメラに廻転式の傾斜多孔コリメータを取付けることにより、1~2分の短時間で多層断層シンチグラムを行なう方法を発表した<sup>2)~5)</sup>。現在では、これと殆んど同じ方式の断層シンチグラムが実用化しつつある<sup>6)9)</sup>。

研究目的

廻転式の傾斜多孔コリメータをシンチカメラに用いて断層シンチグラムを実施するとともに、その臨床的利用を行ない診断の有用性を検討することである。

研究方法および結果

断層シンチグラムに使用する装置は、シンチカメラ、断層用コリメータおよび断層用臥台からなる。シンチカメラとしてはNaI結晶 (38.7cm直径×1.27cm高) に光電子増倍管30本を接続したものを用了<sup>10)</sup>。断層用コリメータとしては、カメラの検出面に対し60°の傾斜を有する直径4.5mmの平行多孔 (2000孔) のコリメータを使用した。コリメータは一定速度 (360°/分) で回転し、断層

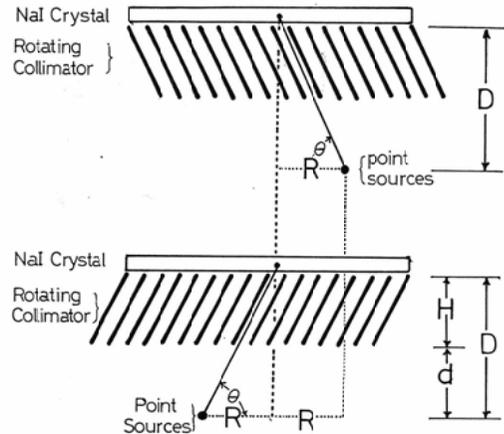


Figure 1 Diagrams illustrating a mechanism producing tomographic images. A point source on the table moves in a circle synchronously with the rotation of the angled multi-parallel-hole collimator. The projected images on the NaI crystal stand still during the movement of the collimator if  $D=R \tan \theta$ .

D; Source-crystal-distance.

R; Radius of circular movement of the table.

用臥台はコリメータの回転と同期して円運動を行う仕組となつている。断層深度は臥台の円運動半径の調節により、3~12cmの範囲で任意に設定できる (図1)。

断層シンチグラムの原理としては Muehllhner の方法を用いるもので<sup>9)</sup> コリメータの回転と臥台の円運動とが同期することにより、断層深度面のRI分布はそのまま動かずに検出面に投影されるが、断層深度面以外の像は種々の半径の円を画いて移動するためにボケを生じ、像が形成されない。この原理はX線断層撮影法、とくに円軌道方式断層撮影法に全く類似している<sup>2)</sup>。

断層シンチグラムの場合、臥台の円運動半径 (R cm) と検出面—断層深度間距離 (D cm) との関係は (図1)。

$$D = R \tan 60^\circ = R\sqrt{3}$$

となる。ただし、コリメータ鉛孔の傾斜角は60°である。また、コリメータの厚さは8cmであり、コリメータ—断層深度間距離をd cmとすれば  $D = d + 8$  (cm) であるから

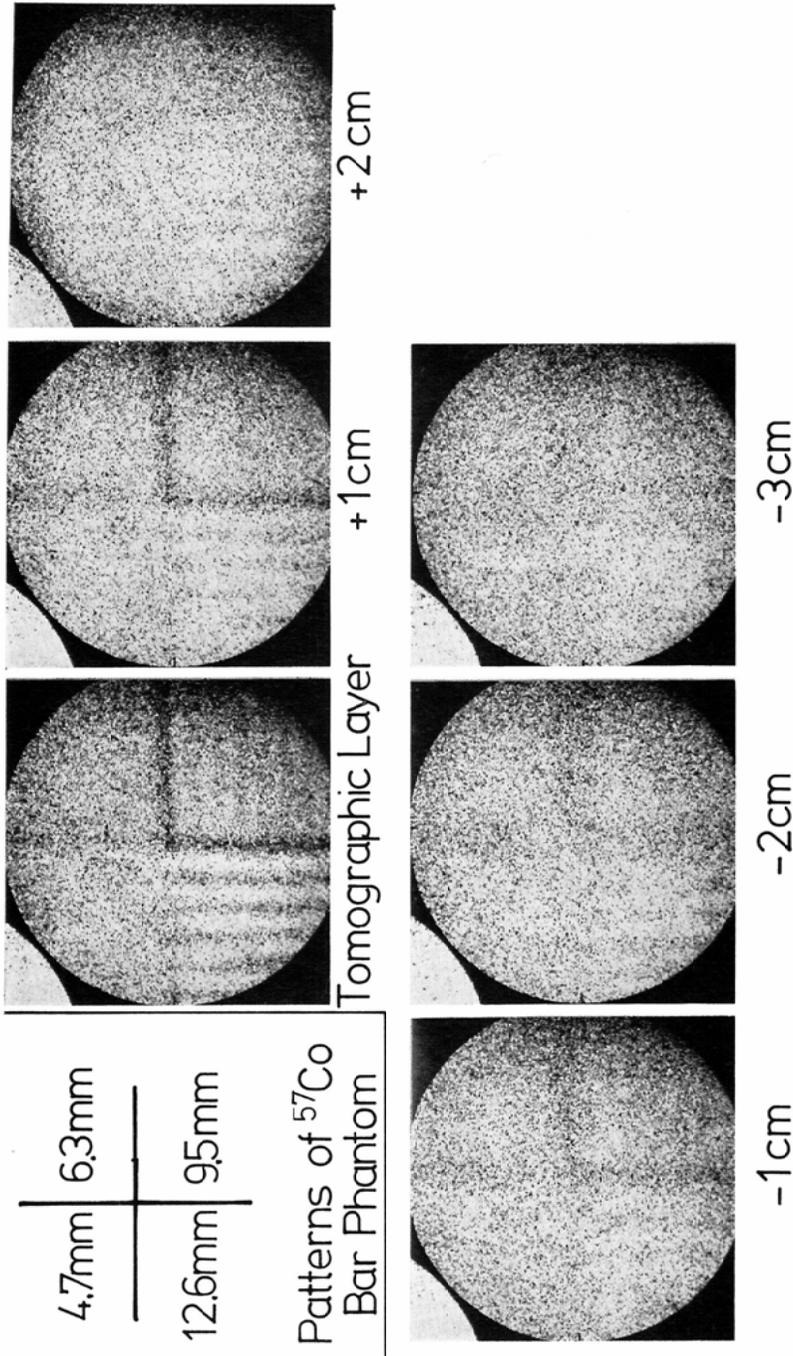


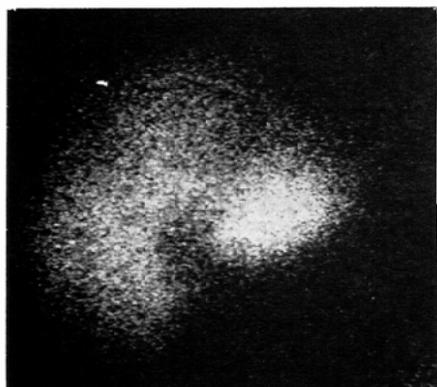
Figure 2 Tomographic images of the lead-bar phantom placed at 10 cm distant from the collimator. The phantom was composed of Co-57 sources and of lead-bars, 12.7mm, 9.5mm, 6.3mm and 4.7mm wide, separated by equal distances.



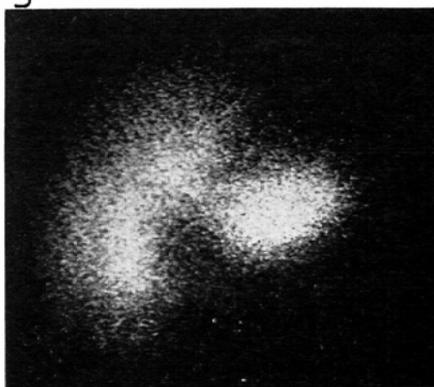
Regular Scintigram

---

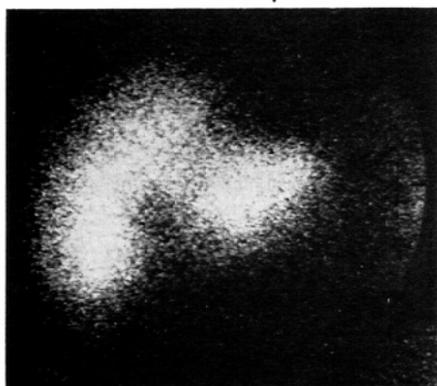
Scinti-tomograms



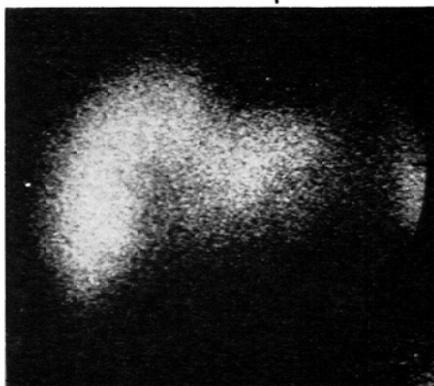
2 cm Depth



4 cm Depth



6 cm Depth



8 cm Depth

Figure 3 Liver scinti-tomograms with Tc-99m-stannous colloid 2.4mCi (Patient # 48-9).

$d=R\sqrt{3}-8$  (cm) となる。

### (1) 断層シンチグラムの解像力

断層面における解像力、および断層面から離れるにしたがつて解像力がどのように低下するか、などをファントムを用いて調べた。ファントムとしては幅および間隔を4種類(12.6mm, 9.5mm, 6.3mmおよび4.7mm)に変えたBar Phantomを用い、RIとしては $^{57}\text{Co}$ を使用した。Bar phantomをコリメータより10cmの距離に置いた場合に、断層面がPhantomより離れるにしたがつてシンチグラムがどのように変化するかを調べた。結果を2図に示す。シンチグラムはコリメータの2回転(2分間)で得られたものである。Bar phantom面が断層面に一致した場合(即ち10cm距離)には最も鮮明な像が得られ、9.5mm間隔のBarを解像している。Bar phantom面が断層面より1cm離れた場合(即ち9cmおよび11cm距離)では9.5mm間隔のBarを十分に解像することができない。さらにBar phantom面が断層面より3cm離れた場合(即ち7cm距離)では12.6mm間隔のBarをも解像できなくなる。

以上のBar-Phantomの実験が示すように、断層深度が1cm異なると像は変化する。すなわち、深度方向に対しては1cm離れても断層効果を有することがわかる。

### (2) 断層シンチグラムの臨床例

#### (1) 肝の断層シンチグラム

肝の形状、大きさ、広がりなどを知るために、前後左右の計4方向よりのシンチグラムが行われている。しかし、形状を3次的に知るには尚不充分のようである。10例について肝の断層シンチグラムを行なった。一定間隔の断層シンチグラム像は積み重ねることにより肝の三次元的形状をかなり具体的に知るのに役立つものと考えられる。

第3図はその例である。腹面より2cm間隔で8cm深さまで断層シンチグラムが行われている。肝左葉は4cm深さ以下に位置し、肝右葉は2~6cmの深さに位置していることがわかる。また、肝門部の湾入が深さ4cmを中心としていることも示されている。

肝に欠損像のある場合には、その位置形状などを知るのに断層シンチグラムは有利であることが推察される。

#### (2) 脳の断層シンチグラム

脳シンチグラムにおいては、病巣はRIの陽性集積像として表はされる。しかし、RIは脳底部、静脈洞、筋組織などにも高濃度に集積するので、病巣の局在、シンチグラムの方向によつては、病巣部のRI集積とこれら正常のRI集積とが重複して描写され、シンチグラム診断をさまたげる場合が少なくない。断層シンチグラムがこのような重複描写像を分離して別々に表示するのであれば診断に役立つものと考えられる。

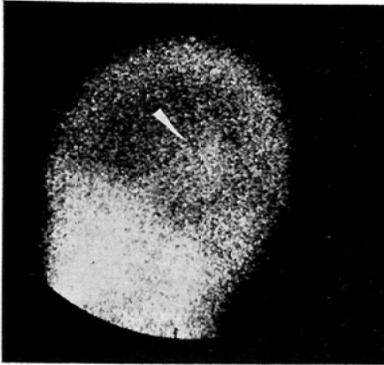
#### (i) 断層シンチグラムの実例

第4図は左視床部に位置した神経膠芽腫である。下の3つのシンチグラムは3.0cm間隔の断層シンチグラムであり、いずれも左側面像である。腫瘍部の輪廓が最も鮮鋭であるのが断層像であり、左側頭面から4.0cmの深さが中心にある。この深さは頭蓋正中面の3cm右側と言うことになる。断層シンチグラムから病巣の位置および広がり判明するが、この例では病巣が脳底から離れているために、通常のシンチグラム(上の2つのシンチグラム)を2方向から行うことにより病巣の位置を知ることができる。このような例では必ずしも断層シンチグラムを必要としないと言えよう。

第5図は病巣が脳底近辺にある場合を示す。症例は右鞍結節上の髄膜腫である。通常のシンチグラムでは、右側面像で脳底中央部やや前寄りに限局性の放射能の僅かな増加を示す像が見られ、前頭像および左側面像では異常像を認めない。通常シンチグラムの側面像において、脳底中央近辺における放射能の僅かな高まりは正常例でも浅在性の例えば側頭筋の像などとして散見され、病巣の有無についての判定は容易でない。断層シンチグラムでは、側面像で正中線より右1~2cmの部位に異常集積像が描写され、この部位に病巣のあることがわかり、診断に役立つものと考えられる。

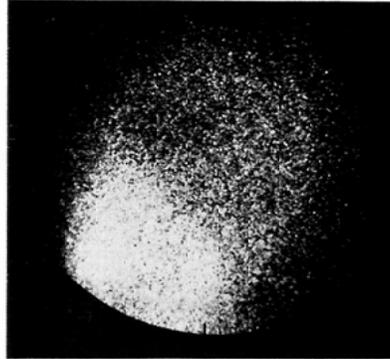
第6図は病巣が後頭蓋窩内にある例である。症例は左橋前ならびに左橋角部に発生した髄膜腫で

Regular Scintigram

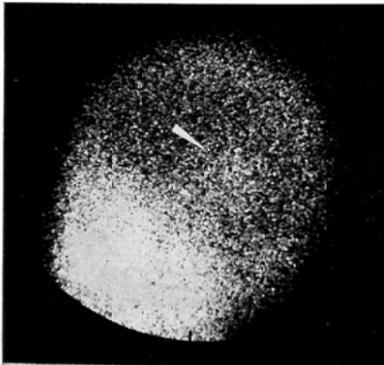


Left Lateral View

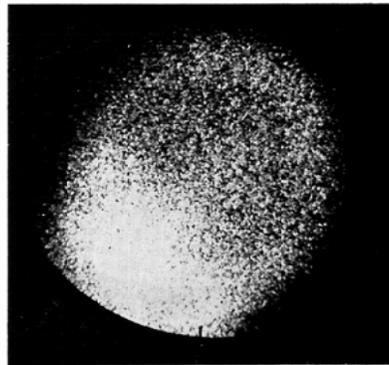
Scinti-tomograms



1 cm Depth



4 cm Depth



7 cm Depth(Mid-line)

Figure 4 Glioblastoma of thalamus (Patient # 47-677).

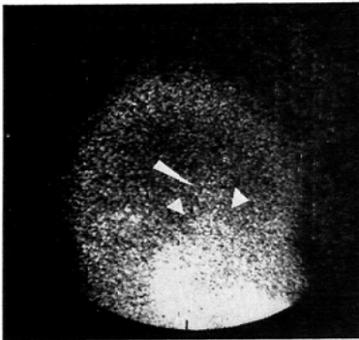
ある。通常のシンチグラムでは、左側面像で耳部の位置にかなり強い放射能の集積をみとめる。

<sup>99m</sup>Tc pertechnetate を使用した場合、唾液腺ブロックの程度によつては、耳介部周辺に唾液腺への<sup>99m</sup>Tc 集積像が出現する。また、この部位はしばしば脳底部の像とも重複し、病巣の有無についての判定には困難を感じる。さらに、病巣であることがわかつてもその深度は臨床的に重要であり、これを知りたい。断層シンチグラムでは左側頭面より6 cmを中心とする深さにRIの限局性異常集積像が描写されている。これは後頭蓋窩前

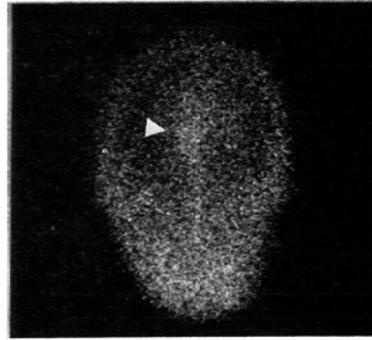
部で正中より左寄の範囲に一致することから、ちょうど橋角部近辺の病巣であると診断できるわけで、浅左性の像は否定された。

現在までに約70症例について脳の断層シンチグラムを行つた。手術または剖検等により組織診断の得られたものは34例(腫瘍31例、非腫瘍3例)であつたが、このうち、29例は脳底部およびその近傍に病巣を有し、5例は大脳半球凸部(Convexity)に病巣を有していた。断層シンチグラムは主として脳底部およびその近傍の病巣を検査するために行なわれたことがわかる。組織診断の得

Regular Scintigrams



Right Lateral View



Vertex View

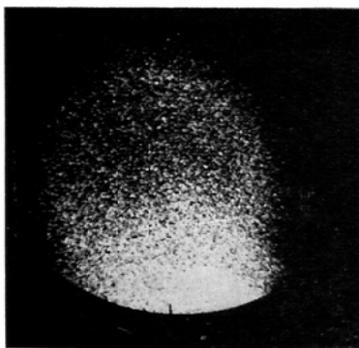
Scinti-tomograms



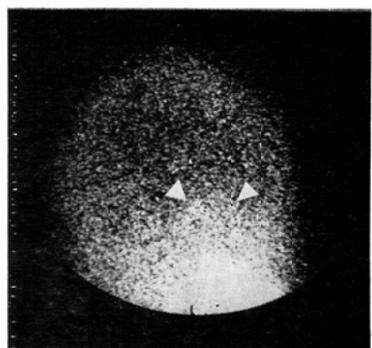
3 cm Depth



4 cm Depth



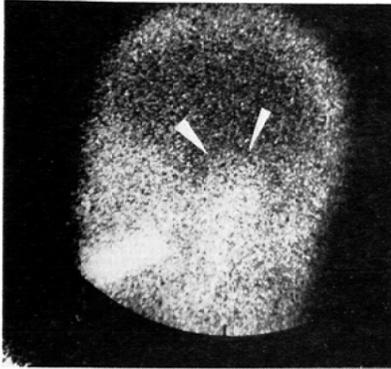
6 cm Depth



7 cm Depth

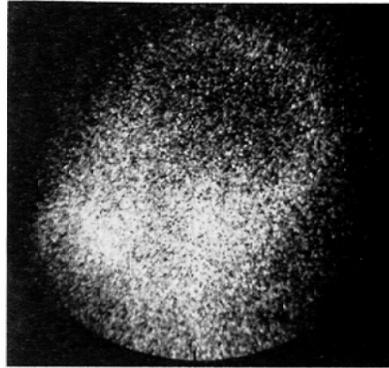
Figure 5 Meningioma on tuberculum sellar. Small arrows in the figures indicate the brain lesion ( $\blacktriangleright$ ). Long arrows show vascular images on the brain surface ( $\blacktriangleright$ ). The lateral view of regular scintigram (on top left) reveals both the lesion and vascular patterns superimposed, impossible to separate each other.

Regular Scintigram

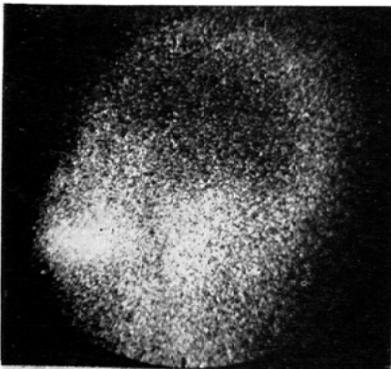


Left Lateral View

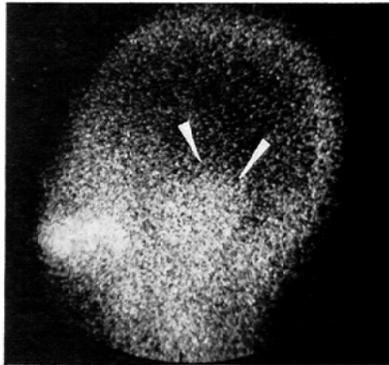
Scinti-tomograms



2 cm Depth



4 cm Depth



6 cm Depth

Figure 6 Meningioma on left pontine angle (Patient # 48-21).

られた34例について、通常の脳シンチグラムとこれに断層シンチグラムを付加した場合との診断精度を比較した(表1)。R Iの異常集積を認め、病巣の位置拡りなどを正しく診断できた場合を正診(positive)異常R I集積が疑われるが、側頭筋、静脈洞などのような正常でも出現するR I集積像とはつきりと区別し難い場合を疑診(equivocal)、異常R I集積を認めない場合を否診(negative)とした。

表1(A)に示すように、34例の全例については $15/34$ (44%)に通常のシンチグラムで正診が得

られ断層像の付加をとくに必要としないようである。しかし、 $11/34$ (32%)は断層像の付加によって正診(positive)を得た。尚、通常のシンチグラムおよび断層像の両者が否診であり、いずれも有効でなかつたのは $8/34$ (23%)であつたが、そのうち3例は非腫瘍(Arnold chiari malformation 1例、硬膜ゆ着1例および局所性浮腫1例)であつた。以上より、約 $1/3$ の症例については正診を得るために断層像が有効であつたことが示される。

部位別に調べると、断層像の付加が最も有効であつたのは、下垂体腫瘍、後頭蓋窩正中部および

Table 1 Results of scinti-tomograms compared with regular scintigrams in brain lesions

(A) All cases histologically verified (34 cases)

Regular scintigrams	Scinti-tomograms	
	Positive	Equivocal & negative
Positive	15	0
Equivocal & negative	11	8

(B) Pituitary tumors (7 cases) Tumors in median portions of posterior fossa (4 cases) and in median deep regions (4 cases)

Regular scintigrams	Scinti-tomograms	
	Positive	Equivocal & negative
Positive	7	0
Equivocal & negative	7	1

正中部深在性の腫瘍などの正中部の病巣についてであり、表1 (B) に示すように $7/15$  (47%) は断層像の付加によつて正診を得た。なお、通常のシンチグラムのみで正診が高率に得られた部位は前頭蓋窩および半球部であり、正診の率は $11/13$  (85%) であった。このように通常のシンチグラムでも正診が得られる場合には断層像は必ずしも必要ではないが、しかし、断層像によつて病巣の拡りをより具体的に知ることの出来る場合も少ない。

本報告の症例数は断層シンチグラムの有用性を評価するにはなお不十分であり、今後症例数を増して検討を行いたい。

### 考 按

断層シンチグラムの原理は前述したように断層面以外の像をボカして消去させ、逆に断層面上の像のみを明示させるものである。シンチグラムそのものはX線像よりも遙に解像力が低くボケた像である。したがつて、断層による像の消去にはボケのある通常のシンチグラムより数倍以上ボケのある像の作成が必要となる。このためには断層作成上の運動範囲は可成大きくなり、円運動、スキャン運動、多軌道運動などを要すると考えられる。ボケの差異が断層効果を決定することから、シン

チグラムそのものの解像力が高まればそれだけ断層効果は向上すると言えよう。断層用コリメータとしてピンホール<sup>4)5)</sup>および、コンバージング、コリメータ<sup>1)5)</sup>の使用による解像力の向上が報告されるゆえんはここにある。しかし本研究のように傾斜平行多孔コリメータを使用すると、ピンホールおよびコンバージング、コリメータにくらべて視野の大きいという利点はある。

断層シンチグラムは断層用コリメータと移動臥台との使用など通常のシンチグラムよりも多少複雑であり操作が面倒と言える。この意味から、通常のシンチグラムでは得られ難い情報または、これを補う情報を得るのでなければ断層シンチグラムは行い難い。断層シンチグラムで得られる情報の主なものは、重複描写像の分離表示、および、臓器組織の3次元的表示と考えられる。これらについては臨床的利用の項において例示したところである。

著者らは、さきにシンチカメラによる同時多層シンチグラムの方法として、回転傾斜コリメータおよび多層同時記録用付加装置を用いる方法を開発し、この装置を臨床例に用いて断層シンチグラムを実施した<sup>2)3)4)</sup>。記録用付加装置には、コリメータの回転と同期して円運動を行う光学系レンズ2組が用いられ、同時に異なる2相の断層シンチグラムが得られた。この装置は臥台の円運動を必要とせず、コリメータの向く任意方向に対して断層シンチグラムが得られるなどの利点があつたが、しかし、短所としては、コリメータから距離の増すについて断層視野が狭くなることである。この理由は臥台が静止していることによる。

本論文で用いた装置では臥台はコリメータの回転と同期して円運動を行うために、断層視野は一定である。また断層シンチグラムはブラウン管上に静止像として得られ、これは断層面上のRI分布と検出面上の放射能分布とがコリメータの鉛孔を通して一対一の静止した対応を示すことを意味する。このため、シンチカメラ検出面における感度分布の不均一性の影響はそのまま断層シンチグラムに表はされる。さらに、断層を行う場合

にはコリメータ面と臥台とは常に平行状態にあることが必要であり、このことは任意の方向の断層シンチグラムの不可能なることを意味し、断層面は臥台に平行な面に限ることを示すものである。また、臥台は円運動を行なうため、運動中被検者の身体にコリメータの縁が接触することもあり、接触を避けるためにコリメータと皮膚との距離を離す場合には距離は遠くなり、断層像自体の解像力の低下を来すと言う短所がある。前述の光学レンズを回転させる方法では臥台は静止したままであり、このようなことはないものと考えられる。

### 結 語

大型シンチカメラ装置に回転傾斜コリメータおよび同期移動臥台を付加装置として取付け、断層シンチグラムを施行した。断層シンチグラムについては基礎的実験を行い、また、肝、脳などの臨床例についての経験を示した。断層シンチグラムは臓器組織の3次元的形状を知るのに役立つとともに、普通のシンチグラムに表はされる重複描写像を深度別に分離表示できると言う特性を有するものである。分離表示は、とくに頭蓋底近辺の脳病変のシンチグラム診断に有用であつた。さらに、断層シンチカメラの2方式、すなわち、臥台を同期移動する方式と、記録部の光学レンズを同期移動する方式とについて、それぞれの得失を論じた。

本論文の要旨は第32回日本医学放射線学会総会（於久留米市，昭和48年3月）および第13回日本核医学会総会（於名古屋市，昭和48年8月）において発表した。

装置の開発試作は放射線医学総合研究所物理研究部田中栄一室長および野原功全氏に負うものであり、臨床例についての研究は同所病院部佐原伸子氏、朽木満弘氏、樋口仁美氏および千葉大学医学部牧豊助教授に負うものである。ここに深甚なる謝意を表する。

本研究は厚生省癌研究助成金研究費の援助によるものであり、研究班長千葉大学寛弘毅教授のご指導に深謝する。

### 文 献

- 1) Anger, H.O.: Medical Radioisotope Scintigraphy Vol. 1 (1969), 203—232, IAEA, Vienna.
- 2) Arimizu, N., Kakehi, H. and Saegusa, K.: J. Nuclear Biology and Medicine 15 (1971), 73—80.
- 3) 有水 昇: シンチグラフィの基礎と臨床, 1—22, 金原出版株式会社, 東京, 1970.
- 4) 有水 昇: 癌の臨床, 18 (1972), 232—237.
- 5) Arimizu, N.: Medical Radioisotope Scintigraphy Vol. 1 (1973), 369—379, IAEA, Vienna.
- 6) Cottrall, M.F. and Flioni-vyza, A.: Medical Radioisotope Scintigraphy Vol. 1 (1973), 381—407, IAEA, Vienna.
- 7) Kuhl, D.E.: Progress of Medical Radioisotope Scanning, 171—189, TID-7673, USAEC, U.S.A. 1962.
- 8) Kuhl, D.E. and Edwards, R.Q.: Radiology 80 (1963), 653—662.
- 9) Muellehner, G. and Wetzel, R.A.: J. Nuclear Medicine 12 (1971), 76.
- 10) Tanaka, E., Nohara, N., Kumano, N. and Kakegawa, M.: Medical Radioisotope Scintigraphy Vol. 1 (1973), 169—180, IAEA, Vienna.