

# 〈原 著〉

## シンチグラフィによる甲状腺腫瘍描出能について

三 枝 健 二 寛 弘 毅 有 水 昇\*

### ま え が き

甲状腺腫瘍の早期診断は出来るだけ小さな腫瘍を正確に発見することにある。シンチグラフィの利用でどの程度小さな甲状腺腫瘍まで描出できるかは、腫瘍の性状、装置の性能、使用アイソトープの種類・量などにより異なるので一概にいうことはむずかしい。シンチグラム上に描記できる甲状腺腫瘍の大きさを種々の条件によるファントム実験から確かめ、現状でのシンチグラフィによる腫瘍描出の限界を知ることがこの研究の目的である。

### 実験材料および方法

#### a) 甲状腺ファントム

実験に使用した甲状腺ファントムはシンチグラム上で陽性像を呈する hot nodule と欠損像を示す cold

nodule の2種類である。いずれもアクリル樹脂製で、上下両極の長さ、左右両葉の巾共に 6 cm、厚さ 1 cm とした。このファントムの各葉に hot nodule では直径 1 mm から 8 mm まで、cold nodule では直径 2 mm から 10mm までの7個の円柱状腫瘍模型を設けた(図1)。そして腫瘍と正常部位の放射能濃度比(target to nontarget ratio)が hot nodule の場合は右葉で 10:1、左葉で 10:5、cold nodule の場合は右葉で 1:10、左葉で 5:10 になるようにファントム内側の厚さを変えてある。

#### b) 使用装置

シンチグラフィ装置は当科にある Nucler Chicago 社製 2 吋スキャナ、東芝製 3 吋スキャナ、日立製 5 吋全身スキャナ、および Nuclear Chicago 社製 Pho/Gamma III 型シンチカメラの 4 機種で、コリメータはスキャナではハニカムコーン、シンチカメラではピンホールを用

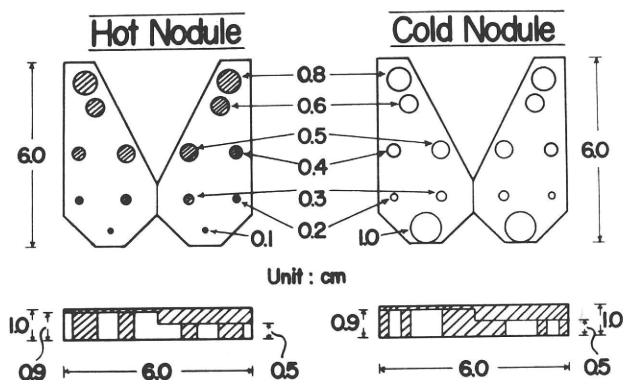


Fig. 1. Schematic diagrams of two types of thyroid phantom with hot and cold nodules.

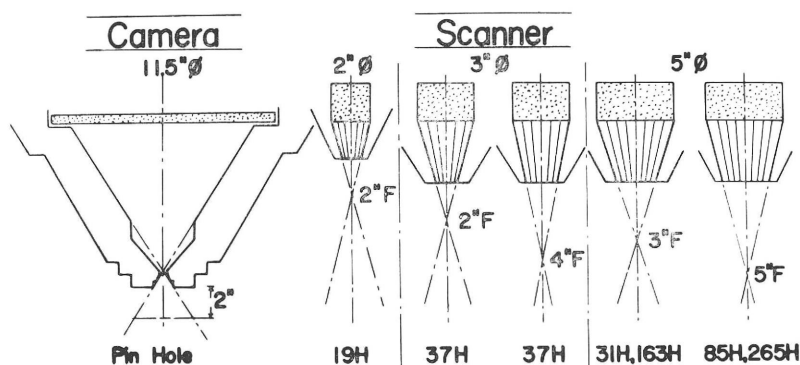


Fig. 2, Focal distances and number of holes of collimators.

いた (図 2)。

#### c) 使用核種・量

甲状腺腫瘍の診断には腫瘍のみに選択的に集まるアイソトープが一番望ましいが、現状では理想的なものは得られていないので、従来から使用されているアイソトープのうち、 $\gamma$ 線エネルギーを異にする 3 種類を選んだ<sup>2), 3)</sup>。すなわち、 $^{131}\text{Cs}$  (30 keV),  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  (140 keV), および  $^{131}\text{I}$  (360 keV) の 3 核種である。このようにすることにより、360 keV 以下の  $\gamma$  線に対する腫瘍描出能を検討することが可能と考えられる。また、使用量はファントムの全量が  $10\mu\text{Ci}$  と  $90\mu\text{Ci}$  の 2 種類とした。

シンチグラフィは頸部ファントム上に図 1 の甲状腺ファントムをのせ、さらに 5 mm 厚アクリル板で覆って行なう。スキャナでは甲状腺ファントムの厚さの中心がコリメータの焦点付近に来るようにコリメータ先端とファントムとの間隙をとり、スキャニング条件は 2 吋スキャナの場合、スキャニング速度毎分 30cm, スペーシング 3 mm, 3 吋スキャナの場合はスキャニング速度毎分 40cm, スペーシング 2 mm (4 打点方式なので打点の半分は重複する), 5 吋スキャナではスキャニング速度毎分 50cm, スペーシング 2 mm とした。シンチカメラではブラウン管上で像が欠けない程度で、出来るだけ大きく撮れるようにクリアランスを調整する。像はポラロイドフィルムに記録されるが、露光条件はアイソトープ量が  $10\mu\text{Ci}$  の場合 2 万カウント,  $90\mu\text{Ci}$  の場合 5~7 万カウントで行なう。そして、スキャナ、カメラによるシンチグラムから認知できた腫瘍の大きさを調べる。

#### 実験結果

##### i) 核種による比較

$^{131}\text{CsCl}$ ,  $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ ,  $\text{Na}^{131}\text{I}$  の 3 核種による各シンチグラムを装置毎に比較した。図 3 にアイソトープ量  $90\mu\text{Ci}$  を含む hot nodule ファントムのシンチグラムを比較してあるが、シンチカメラでは低エネルギーでの位置分解能低下のため  $^{131}\text{Cs}$  によるシンチグラムは悪く、腫瘍の存在をはっきり識別することはむずかしい。 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ,  $^{131}\text{I}$  では腫瘍はほぼ同程度に描記されている。2 吋スキャナでは 3 吋スキャナに比べ、コリメータの遮へい効果がやや悪く、 $^{131}\text{I}$  のように  $\gamma$  線エネルギーが高くなるにつれ、バックグラウンドの増加が見られるので、シンチグラムとしては  $^{131}\text{I}$  を用いた場合より  $^{131}\text{Cs}$ ,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  の方がよい<sup>1)</sup>。3 吋スキャナではコリメータの遮へい効果が比較的よいので、核種の違いによるシンチグラム上の腫瘍描記の差はあまり認められないように思う。

##### ii) 装置での比較

シンチカメラおよびスキャナによる甲状腺ファントムの各シンチグラムを比較すると腫瘍描出能は装置の性能、特にコリメータの性能でかなり左右される。図 4 は  $^{99\text{m}}\text{Tc}$   $90\mu\text{Ci}$  を含む hot nodule ファントムの各種装置によるシンチグラムを示したものである。右葉で 4~3 mm 直径の比較的小きな腫瘍までよく描出されているのはシンチカメラおよび 3 吋スキャナ (2 吋焦点 37 孔コリメータ), 5 吋スキャナ (3 吋焦点 163 孔コリメータ), の 3 種である。スキャナの場合はやはり解像力のよいコリメータを選ぶ必要がある。そのためには、図 4 の実験結果が示すようになるべく焦点距離の短かい、孔数の多

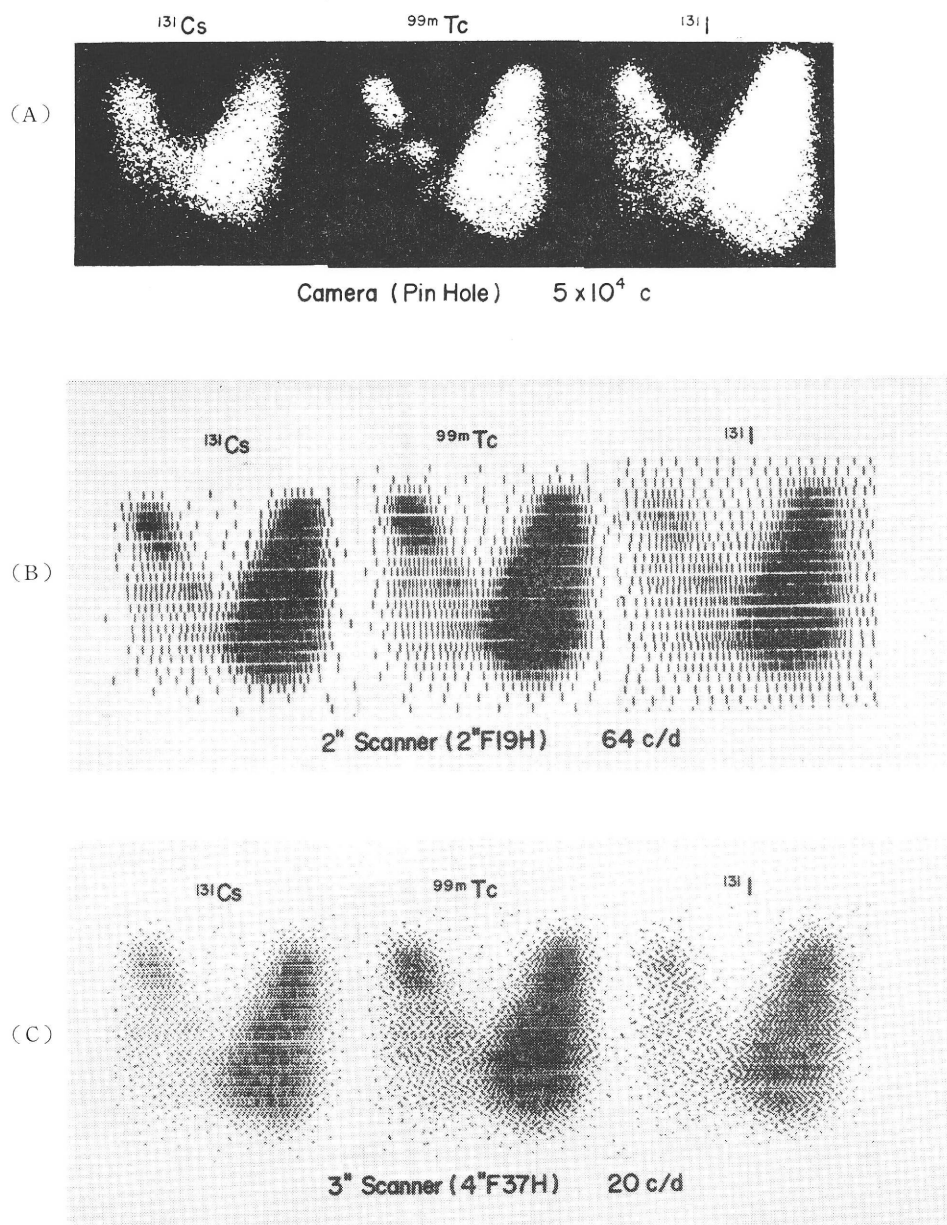


Fig. 3. Comparative scintigrams of a thyroid phantom with variety of hot nodules. These radionuclides,  $^{131}\text{Cs}$ ,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ , and  $^{131}\text{I}$  were used with three different instruments, a scinticamera (A), a 2"-scanner (B), and a 3"-scanner (C).

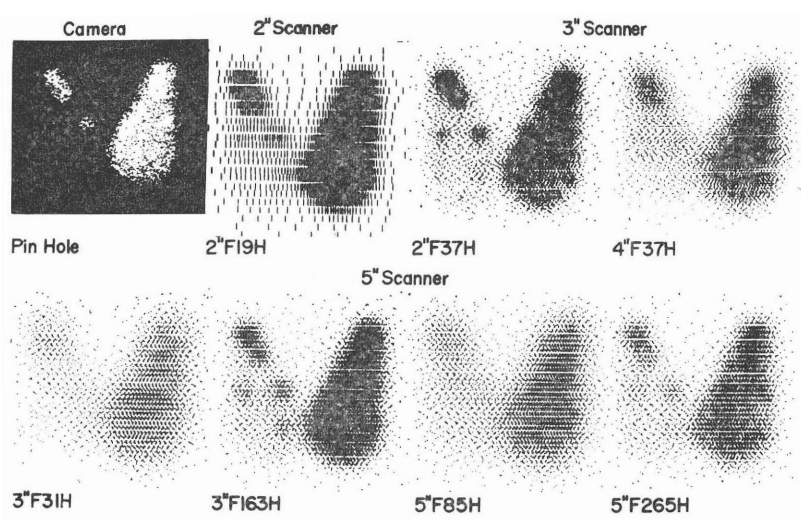


Fig. 4. Comparative scintigrams of a thyroid phantom with 90  $\mu\text{Ci}$  of  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ , illustrating evaluation of eight collimators.

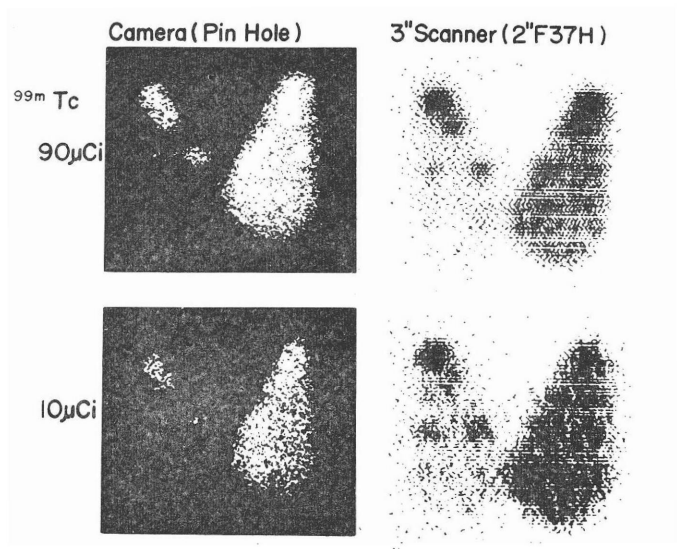


Fig. 5. Comparison of scintigrams with scinticamera and 3"-scanner, using 10 and 90  $\mu\text{Ci}$  of  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  in a thyroid phantom with hot nodules.

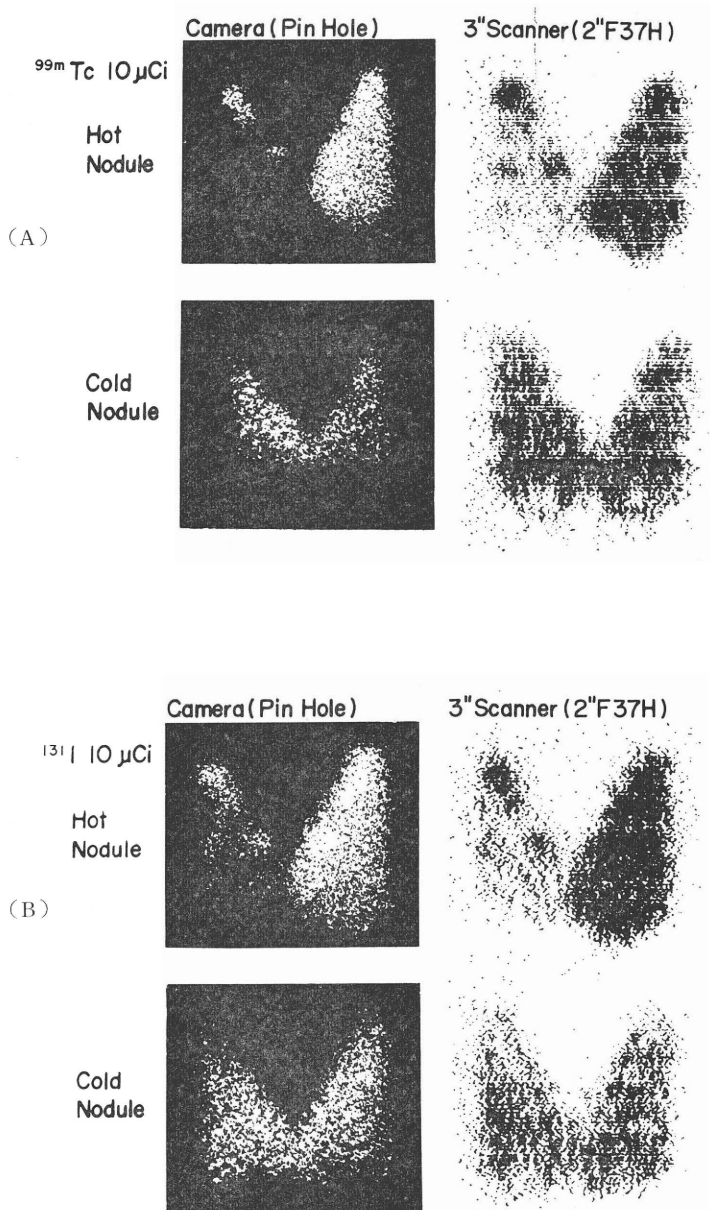


Fig. 6. Comparison of scintigrams with hot nodules and cold ones. A scinticamra and a 3"-scanner were used with 10  $\mu\text{Ci}$  of  $^{99m}\text{Tc}$  (A) and 10  $\mu\text{Ci}$  of  $^{131}\text{I}$  (B) respectively.

いコリメータが望ましい。検出器の直径が小さい2吋スキャナでもコリメータの選択により直径5～4mmの腫瘍は検出されるが、以下の実験では小さな腫瘍まで比較的鮮明に描記されたシンチカメラと3吋スキャナ(2吋焦点37孔コリメータ使用)に限定した。

### iii) 核種の量による比較

甲状腺ファントームに含まれるアイソトープ量は多い程よいが、この実験では全体量  $10\mu\text{Ci}$  と  $90\mu\text{Ci}$  の2種類を試みた。図5は  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  を使用した場合のシンチカメラと3吋スキャナによるシンチグラムであるが、 $90\mu\text{Ci}$  の方が描記像はすぐれている。また、放射能濃度比の低い左葉の腫瘍描出能を比べてみても、 $10\mu\text{Ci}$  では計数の統計的変動も加わり、 $90\mu\text{Ci}$  の場合より劣っている。しかし、このファントームのような hot nodule であれば、 $10\mu\text{Ci}$  でも小さな腫瘍まで識別できる。

### iv) 腫瘍の性状による比較

アイソトープが腫瘍に選択的に集まるいわゆる放射能高摂取結節(hot nodule)はシンチグラフィで一般に描記しやすいが、それも腫瘍と正常部の放射能比(target to nontarget ratio)、腫瘍に集まる放射能により一概ではない。ここでは放射能高摂取結節(hot nodule)と放射能低摂取結節(cold nodule)について比較した。図6は甲状腺ファントームに  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  および  $^{131}\text{I}$  各  $10\mu\text{Ci}$  使用した場合のシンチグラムである。右葉では hot nodule で直径4mmまで明瞭に描記されているが、cold nodule で直径6mmを識別することがむずかしい。また、hot nodule では  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  と  $^{131}\text{I}$  の核種による差はあまり見られないが、cold nodule では  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  に比べ  $^{131}\text{I}$  の方がやや描出能がよいようである。これは  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  の方がコンプトン散乱のシンチグラムへの寄与が大きく、特に cold nodule でその影響が強いためと考えられる<sup>4)</sup>。左葉での描出能は右葉に比べ一段と悪く、cold nodule で直径10mmがやっと識別できる程度であった。

## 考 察

甲状腺は他の諸臓器に比べ、比較的表在性で、薄くかつ小さいのでシンチグラフィでは他臓器より小さな腫瘍まで描出できる特徴を有する。しかし、どの程度小さな腫瘍まで描出できるかは腫瘍が取込むアイソトープ量によって異なり、アイソトープを取込む程度には腫瘍の性状が大いに関係し、前もってはっきり示すことはむずかしい。ファントーム実験でも使用する甲状腺ファントーム内の腫瘍の形状・放射能比などにより描出できる腫

瘍の大きさは当然異なる<sup>5)</sup>。腫瘍がこの実験条件よりもはるかに高い摂取率でアイソトープを摂取し、高放射能であるならば描出能は直径4mmよりさらに小さいという結果が得られるであろう。装置の優劣は使用核種・量なども関連し、一概には定め難い。シンチカメラとスキャナではシンチグラムを得るに要する時間は異なるが、甲状腺への取込みが少なく、アイソトープ量として数  $\mu\text{Ci}$  以下の場合にはスキャナに比べ感度が高く、カウントが多く得られるシンチカメラの方が有利である<sup>6)</sup>。また、シンチカメラはピンホールコリメータの使用により拡大シンチグラムが出来るので、甲状腺の一部を更に拡大して視野に入れて撮像すれば、この実験で示した腫瘍直径よりさらに小さな腫瘍を発見することも可能と考える。スキャナでは解像力のよいコリメータを用いなければシンチカメラと同等の描出能は得られない。甲状腺シンチグラフィでは使用するコリメータの性能を十分知り、より細かい変化を描出するようなコリメータを選ぶ必要がある。スキャンに対し、放射能の量が十分であり、しかも適した条件のコリメータを用いれば解像力としてはシンチカメラよりよくなる可能性はある。

## ま と め

シンチグラフィで描出できる甲状腺腫瘍の大きさについて、ファントーム実験により検討を加えた。Hot nodule および cold nodule の2種類の甲状腺ファントームを作製し、これに  $^{131}\text{Cs}$ ,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ , および  $^{131}\text{I}$  の各アイソトープ  $10\mu\text{Ci}$ ,  $90\mu\text{Ci}$  を使用した場合、最適条件でシンチグラムに描記できた腫瘍の大きさは hot nodule で直径4～3mm, cold nodule で直径8～6mmである。

## 文 献

- 1) Libby, R. L., Statistical evaluation of  $^{125}\text{I}$  vs.  $^{131}\text{I}$  for scanning cold lesions. J. Nucl. Med. 5: 887, 1964.
- 2) Charkes, N. D., Choice of isotope for thyroid scanning. J. Nucl. Med. 9: 504, 1968.
- 3) Sanders, T. P., et al., Technetium pertechnetate as a thyroid scanning agent. Radiol. 91: 23, 1968.
- 4) 三枝健二他, 臓器スキャンにおける散乱線の影響について Radioisotopes 20: 44, 1971.

- 5) 高山 茂, 甲状腺スキャンの限局性病変検出, 核医学 6:194, 1969.
- 6) Collica, C. J, et al, Comparative study of the

gamma camera and rectilinear scanner. Am. J. Roentgenol. 100:761, 1967.

\*

\*

\*

\*

\*

\*

\*

\*

\*

## Summary

**On The Limitation of Scintigraphic Delineation of  
Thyroidal Nodules.**

Kenji SAEGUSA, Hirotake KAKEHI, and Noboru ARIMIZU

*Department of Radiology, Chiba University School of Medicine*

It is worth while to learn the smallest size of the thyroidal nodules which could be delineated by scintigraphy. The purpose of this study is to determine the smallest size of the phantom "nodules" detected by scintigraphy using various instruments and radionuclides. A Anger type scintillation camera, and three types of scintillation scanners equipped with 2, 3, and 5 inch Na I crystal respectively, were used. The

thyroid phantoms were filled with one of the following radionuclides,  $^{131}\text{Cs}$ ,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ , and  $^{131}\text{I}$ . The doses of each phantom is either 10 or 90  $\mu\text{Ci}$ . They contain various size of "nodules" of 1 mm to 10 mm in diameter. The results showed that the smallest "nodules" detected were, 4 to 5 mm for "hot nodule" and 8 mm for "cold nodule" among all experimental data obtained.

\* \* \* \* \*

\* \* \* \*