



Title	125Iによる面スキャニングの基礎的研究
Author(s)	春日, 建邦
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1963, 23(8), p. 976-982
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18573
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

^{125}I による面スキャニングの基礎的研究

千葉大学医学部放射線医学教室（主任 寛弘毅教授）

春日建邦

（昭和38年8月14日受付）

Studies on the Area Scanning with I-125

By

Takekuni KASUGA, M.D.

Department of Radiology, Chiba University School of Medicine, Chiba, Japan

(Director: Prof. Hirotake Kakehi)

The distinct visualization of an organ or a tissue by the radioisotope scanning is one of the most important factors in making a diagnosis. However, it seems difficult to have sharp contours of an organ or a tissue by using I-131 as a radioisotope source, because the influence of γ rays will make the resolution worse. One of the most important factors influencing the resolution is the energy of γ rays from a nuclide. In general, the higher the energy of γ rays, the worse the resolution. The main energy peak of γ rays of I-131 is 364 KeV and it is not low enough.

This report aims to do experiments with I-125, which emits lower energy radiations, such as 27.4 KeV X-ray and 35.4 KeV γ ray. We tried to scan the thyroid gland and liver with I-125 to see how the contours of these organs will be improved compared with I-131.

The scanner used is equipped with a honey cone collimator of 19 holes and focused at .5 cm, a $2'' \times 2'' \phi$ NaI crystal and a medical spectrometer. Scannings are experimentally performed on many water phantoms, each containing 20 to 500 μc I-125 and I-131, shaping various sized thyroid glands and livers and embedding various sized tumors in them. The differential counting measurements were used in all experiments.

When I-125 is used in the area scanning, the contours of the thyroid glands were clearly delineated, and the background was very low. Therefore it is usually in the I-125 thyroid scanning to get the accurate size of the thyroid gland and to find the cold nodules of the gland, compared with I-131. These fine scannings are obtained by oral administration of about 50 μc of I-125 to the patients, except hypothyroidism. In case of hyperthyroidism, the thyroid scanning is possible administrating smaller dose of I-125. On the other hand, it is difficult to measure the accurate thyroid I-125 uptake, because of its low energy. If the thyroid uptake and the thyroid scanning are to be examined at the same time, it is proper to give 10 μc of I-131 with I-125 to the patient. By the differential counting measurement, the precise thyroid uptake will be got. In this case, the influence of the scattered radiations of I-131 to the scintigram with I-125 is little, and so the fine

thyroid scanning is obtained.

In the liver scanning, tumors in the shallow region of the liver are exactly found by the use of I-125. However, it is almost impossible to find the deep seated tumors of the liver by I-125 scanning. The deep seated tumors of the liver are well found by the use of I-131. In the liver scanning, it is suitable to use I-125 at first and then scan again with I-131 or Au-198. By this method more information of the changes in the liver will be got than the scanning with I-131 only.

As I-125 has no β particles, the radiation exposure to the patient will always be less, if I-125 is used in place of I-131 in the area scanning of various organs.

I 緒言

II 研究目的

III 研究方法および研究結果

- 1 甲状腺ファントームのスキャニング像について
 - (a) 甲状腺ファントームとそのスキャニング像について
 - (b) 甲状腺スキャニングと同時に甲状腺摂取率を測定する場合について
 - (c) 甲状腺内の ^{125}I の量とスキャニング像について
- 2 ^{125}I による甲状腺スキャニングの臨床例
- 3 ^{125}I および ^{131}I 点線源による等反応曲線について
- 4 肝ファントームのスキャニング像について
 - (a) 肝ファントームとそのスキャニング像について
 - (b) 肝ファントーム内の浅い腫瘍の発見能について

IV 総括および考按

I 緒言

現在、甲状腺スキャニングには ^{131}I が用いられ、肝スキャニングには ^{198}Au または ^{131}I -Rose Bengal が用いられている。これらのスキャニング像は一般に background が多く、描写像があまり鮮明とは云えない。これは ^{131}I または ^{198}Au の放出する γ 線に対して遮蔽が不充分なためと考えられる。

^{125}I は 27.4 KeV の X 線 (136%), および 35.4 KeV の γ 線 (7%) を放出し、半減期 60 日の RI である。この様に低いエネルギーの放射線を放出する RI を ^{131}I または ^{198}Au のかわりに甲状腺

および肝のスキャニングに応用する事により、より良いスキャニング像を得る事が可能であると思われる。

II 研究目的

^{125}I または ^{131}I を入れた甲状腺および肝ファントームをスキャニングし、どちらを用いると臓器の形がより一層正確に描記されるかについて検討する。

III 研究方法および研究結果

- 1 甲状腺ファントームのスキャニング像について
 - (a) 甲状腺ファントームとそのスキャニング像について

直径 8 cm のガラス製シャーレにパラフィンおよびゴム栓を用いて甲状腺ファントームを作成した(図 1)。図の A.B.C は各々放射性ヨードを含まない部分、すなわち cold nodule を模倣したものである。A は直径 7 mm, B は直径 10 mm のゴム栓で液層を貫いている。C は 15 × 25 mm のゴムで液層の半分の高さまで達している。D は A と同大でここには activity が入っている。此の様なファントームを 2 個作り、各々に ^{125}I および ^{131}I 20 μc の水溶液を 1 cm の高さに入れた。このファントームは甲状腺摂取率 20% の患者に 100 μc の RI を投与した場合を想定している。このファントームの上に甲状腺前面の組織に見合う厚さ 1 cm のガラスをかぶせてスキャニングした。

スキャニングは medical spectrometer を用い、differential 計測法を行った。計測波高値は ^{125}I の場合は 27 ± 5 KeV, ^{131}I の場合は 364 ± 30 KeV を用いた。使用した NaI 結晶は $2'' \times 2'' \phi$

のもので、collimator は 5 cm 焦点、19 孔の honey cone を使用した。

これら甲状腺ファントームのスキヤニング像を(図2)に示す。左が¹²⁵I によるもの、中央が¹³¹I によるものである。右は同じく¹³¹I によるものであるが、この場合は鉛遮蔽を通過して NaI 結晶に達するγ線を出来るだけ多く取除くために特に結晶周辺の鉛遮蔽を充分に厚く(少くとも 3.5 cm 以上)した。このために additional shield をつけて background を出来るだけ多く取り除いた時のスキヤニング像である。この3者を比較してみると、¹²⁵I によるものがファントーム周辺の打点が最も少く、すなわち background が低く、そのうえ A,B,C の cold nodule もはつきりと描出されている。図よりも明かな通り甲状腺では¹²⁵I を用いた方が¹³¹I を用いるよりも良いスキヤニング像を得る。

(b) 甲状腺スキヤニングと同時に甲状腺摂取率を測定する場合について

¹²⁵I の波高値は低いので組織による減弱率が¹³¹I に比してはるかに大きい。したがって、¹²⁵I を用いて甲状腺摂取率を測定する時は甲状腺の前部にある組織の厚さにより測定値は大きな影響を受ける。このため、¹²⁵I を用いて甲状腺摂取率を測る場合は¹³¹I を使用する場合程正確に測定する事は困難である。しかし、medical spectrometer を用いて、differential 計測法を行うと¹²⁵I と¹³¹I が甲状腺内に共存していても、¹³¹I の 360 KeV の peak の計数率のみを計測して甲状腺摂取率が正確に測定出来、¹²⁵I の 27 KeV の peak の計数率を計測して良い甲状腺スキヤニング像を得事が出来ると考えられる。この場合、¹²⁵I の peak 値には¹³¹I の放出する低エネルギー部の散乱線と一緒に計測されるので、¹²⁵I によるスキヤニング像に影響をおよぼすおそれがある。この影響を調べるために(図3)の実験を行つた。

図の左は前述の甲状腺ファントームに¹²⁵I 20 μc を入れたもののスキヤニング像であり、右は¹²⁵I 20 μc および¹³¹I 2 μc を入れたもののスキヤニング像である。両者を比較してみると、どちらも background が低く、細部の描写像に殆ど差

はみられない。すなわち、¹²⁵I と同時にその 1/10 量の¹³¹I を投与しても differential 計測法を行えば¹²⁵I のみの場合と同様な良いスキヤニング像を得られる。

(c) 甲状腺内の¹²⁵I の量とスキヤニング像について

甲状腺内に最低何 μc の¹²⁵I が集れば臨床的に有用なスキヤニング像が得られるかについて検討した。

(図4)に示す様に4個の cold nodule を有する甲状腺ファントームを作り、この中に¹²⁵I 水溶液を 1 μc より漸次增量して入れスキヤニングしてみた。(図5)はそのスキヤニング像である。これをみると、ファントーム内に 5 μc 前後の¹²⁵I があれば臨床上さしつかえない程度のスキヤニングを得る事が出来る。したがつて、患者に¹²⁵I を 50 μc 投与すれば 10% 又は 20% の摂取率の場合、それぞれ 5 μc、10 μc の¹²⁵I が甲状腺に集るので、特に甲状腺摂取率の低い場合を除いては臨床上さしつかえない程度のスキヤニング像を得られる。

2 ¹²⁵I による甲状腺スキヤニングの臨床例

(図6)に¹²⁵I による甲状腺スキヤニングの数例を示す。いずれも¹²⁵I 50 μc および¹³¹I 10 μc を同時に投与して、24時間後にスキヤニングおよび甲状腺摂取率を測定した。1, 2, 3 は結節性甲状腺腫、4 は甲状腺機能亢進症、5 は甲状腺癌の患者のスキヤニング像である。いずれも従来行はれていた¹³¹I による甲状腺スキヤニングに較らべて細部まで明瞭に描写されており、background の低い点で優れている事が判る。

3 ¹²⁵I および¹³¹I 点線源による等反応曲線について

¹²⁵I 点線源を作り、5 cm 焦点、19 孔の honey cone について空中および水中で等反応曲線を描き、さらに¹³¹I 点線源のそれと比較した。(図7)の左は¹²⁵I 点線源の空中に於る等反応曲線、中央と同じく水中の等反応曲線である。両者を比較してみると、空中では焦点が collimator の前面約 5 cm の所にあり、幾何学的焦点と殆ど一致するが、水中においては焦点は浅くなり、collimator

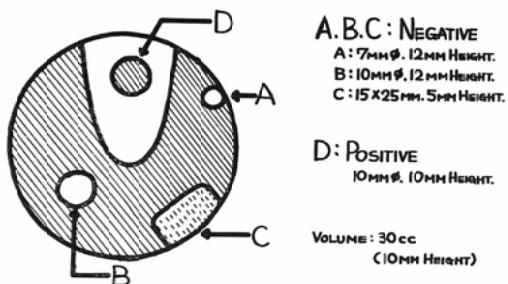


Fig. 1 Diagram of the thyroid phantom I

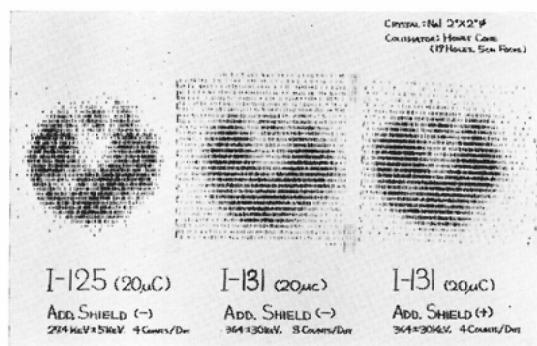


Fig. 2 Scannings of the thyroid phantoms I

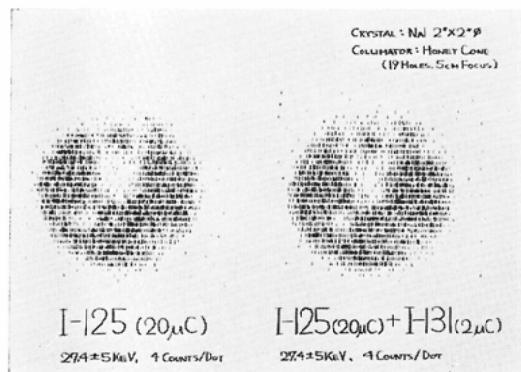


Fig. 3 Scannings of the thyroid phantoms II

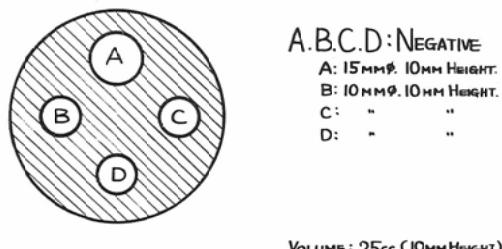


Fig. 4 Diagram of the thyroid phantom II

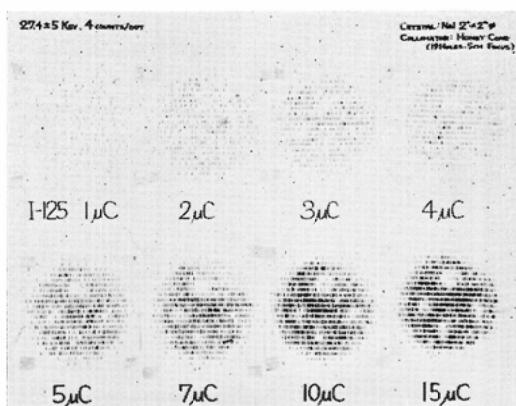


Fig. 5 Scannings of the thyroid phantoms III

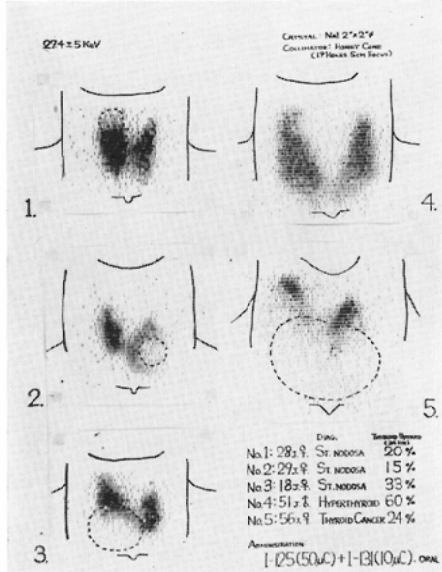


Fig. 6 Scannings of various thyroid diseases

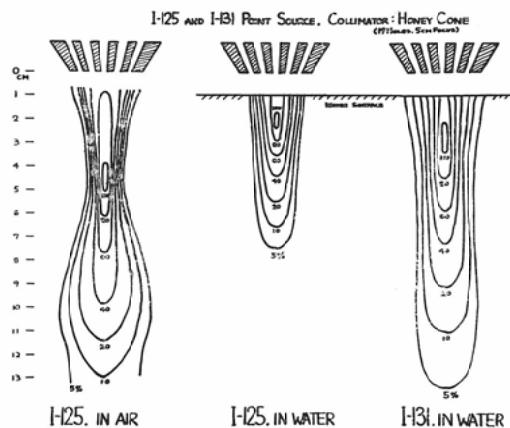
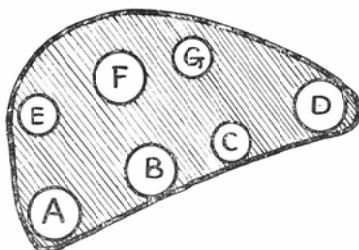


Fig. 7 Isoresponse curves of I-125 and I-131 point sources in air and water

Fig. 8 Diagram of the liver phantom I



A.B.C.D: TUMORS ON SURFACE
E.F.G: TUMORS 4 CM
BELOW SURFACE

A.B.D.F: 3CM \varnothing , 3CM HEIGHT
C.E.G: 2CM \varnothing , 3CM HEIGHT
VOLUME OF PHANTOM: 1500cc



Fig. 9 Scannings of the liver phantoms I

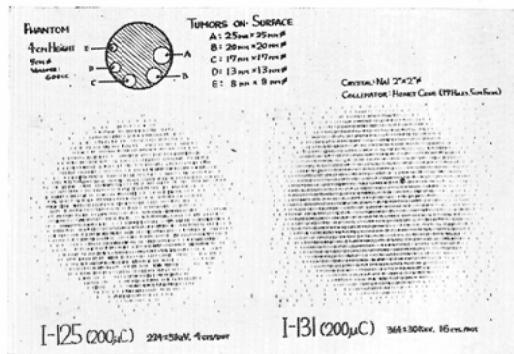


Fig. 10 Liver phantom and its scannings II

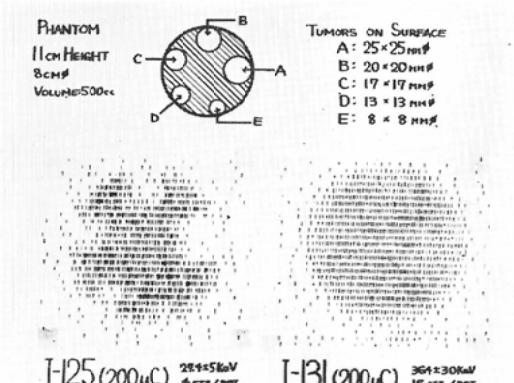


Fig. 11 Liver phantom and its scannings III

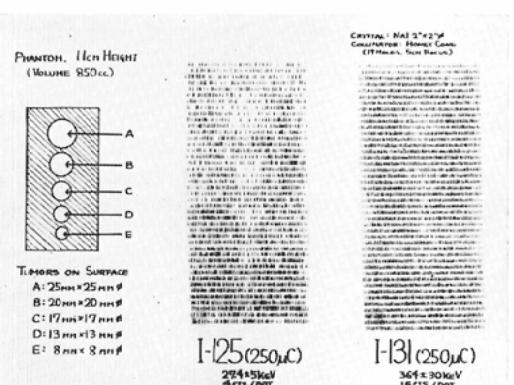


Fig. 12 Liver phantom and its scannings IV

の前面約2cmの所にある。また、水中では空中の場合に較らべて collimator からの距離による response. すなわち depth response が著しく低下する。

(図7) の右は ^{131}I 点線源の水中における等反応曲線であるが、これと中央の ^{125}I のそれと比較してみると、 ^{125}I では実際の焦点が浅く depth response が低下すると共に、低反応域の巾もせまくなっている。

これらにより ^{125}I は浅い位置の臓器のスキヤニングに適して居り、その際の background の低い事が判る。

4 肝ファントームのスキヤニング像について

(a) 肝ファントームとそのスキヤニング像について

(図8) の如き容積約1500ml のプラスチック製の肝ファントームの中に ^{125}I 又は ^{131}I 水溶液を注入し、それを軸幹大の米ファントーム中に2cmの深さに埋めてスキヤニングを行つた。図のA.B.C.D.E.F.G はそれぞれ直径2~3cm、高さ3cmのプラスチックの円柱であり、放射性ヨードを含まず肝内の腫瘍を模したものである。A.B.C.D は肝の辺縁にあり表面に接しているが、E.F.G は肝の中心部にあり表面より4cm下の深い所に位置している。

(図9) は上記の肝ファントーム内に、 ^{125}I および ^{131}I を 500 μc 注入した時のスキヤニング像である。辺縁の浅い位置の腫瘍A.B.C.D は両者共によく判るが、肝の中心部の深い位置にある腫瘍E.F.G は ^{131}I のスキヤニングでは可成り良く判るのに反して、 ^{125}I のスキヤニング像ではあまりはつきりとしない。したがつて、 ^{125}I および ^{131}I のいずれでも判明する腫瘍は浅い位置の腫瘍であるが、 ^{131}I の場合にのみ描写される腫瘍は深い位置の腫瘍である。この事は前記の等反応曲線からも推定出来る事である。すなわち、 ^{125}I を用いると depth response が低下するため肝の様な大きな臓器では深い所の activity はあまり計測されず、専ら浅い所の activity を計測する。したがつて深い所の activity の影響を受ける事なく浅い所の変化を知り得る事にもなる。

(b) 肝ファントーム内の浅い腫瘍の発見能について

肝内の浅い位置の腫瘍は ^{125}I を用いる事により、どの位の大きさのものまでスキヤニング上で発見出来るかを ^{131}I の場合と比較してみる。肝内の浅い腫瘍は周囲の肝実質との関係により次の3つの場合に分けられる。

(i) 肝右葉下縁の如く、肝実質のうすい部分の辺縁にある腫瘍——(図10)

(ii) 肝右葉上縁の如く、肝実質の厚い部分の辺縁にある腫瘍——(図11)

(iii) 肝中央部の厚い部分の表面にある腫瘍——(図12)

以上、3つの場合について各々ファントームを作り ^{125}I を 100 $\mu\text{c}/300\text{ml}$ の割合で注入してスキヤニングしたものを図示する。(図10, 11, 12) 各ファントーム内には大小5個の腫瘍模型 A (25mm ϕ), B (20mm ϕ), C (17mm ϕ), D (13mm ϕ), E (8mm ϕ) が表面に接して位置している。これ等ファントームを水面より2cm下の水中に置きスキヤニングした。スキヤニング像をみると、 ^{131}I では腫瘍BまたはCが辛うじて判るのに反して、 ^{125}I では腫瘍Dが全ての場合にはつきりと描出されている。すなわち、肝の場合では表面にある腫瘍については ^{125}I を用いると ^{131}I の場合より小さな物(直径1~1.5cm)まで良く発見する事が出来る。

IV 総括および考按

(1) ^{125}I を甲状腺スキヤニングに用いると、 ^{131}I を用いた場合にくらべて background が低く、細部まで明瞭に描写された良いスキヤニング像を得る。

(2) 投与する ^{125}I の量は 2'' \times 2'' ϕ NaI 結晶、honey cone (5cm焦点、19孔) を用いれば特に甲状腺機能の低い場合を除いて 50 μc で充分である。

(3) 甲状腺スキヤニングと同時に甲状腺摂取率を測定するためには、 ^{125}I と同時に ^{131}I 10 μc を投与して differential 計測法を行うと良い。

(4) 肝スキヤニングに ^{125}I を用いると深い所の描写能は ^{131}I よりも劣るが、浅い所の描写能は

良く、可成り小さい直径1～1.5cm位の腫瘍まで発見可能と思はれる。したがつて肝の場合には、まず¹²⁵Iを用いてスキャニングし浅い部分の変化を知つた後、さらに¹³¹I又は¹⁹⁸Au等の高エネルギーのRIを用いて再度スキャニングを行い深い所の変化を知るのが良いと思う。

この実験に使用したNaI結晶は2''×2''φの大きさで、結晶の前面を厚さ約0.23mmのアルミニウムで包んだものである。¹²⁵Iの放出する27.4KeVのX線のNaIに対する半価層は0.185mm、アルミニウムに対するそれは1.77mmである。したがつて¹²⁵Iのスキャニングに関してはNaI結晶の厚さは2mmあれば充分であり、またアルミニウムをベリウム等にかえる事により感度が良くなると考えられる。また、遮蔽もより簡単なもので済む。したがつてスキャニング装置も現在のものよりも簡単なもので済む。

また、¹²⁵Iはβ線を放出しないので、被検者の受ける被曝線量は¹³¹Iに比して少い。Endlich等²⁾によれば、重量30gの甲状腺内に30μcの¹²⁵Iまたは¹³¹Iが入つた時に甲状腺の受ける被曝線量は¹³¹Iの場合には100radであるのに対して、¹²⁵Iでは58radであると云う。

此の様に¹²⁵Iは甲状腺および肝のスキャニングには極めて有用なRIであると考えられる。

(本論文の内容は第140回日本医学放射線学会関東部会および第5回日本アイソトープ会議に於て発表した)

御指導をいただいた寛弘毅教授並びに有水昇講師に深く感謝致します。

文 献

- 1) Myers, G.W. and Vanderleeden, J.C.: (1960) Radioiodine-125; J. of Nucl. Med. Vol. 1, 149—164.—2) Endlich, H. et al.: (1962) The use of I-125 to increase isotope scanning resolution; Am. J. Roentgenol. Vol. 87, 184—155.