The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	甲状腺機能亢進症の131I治療に関する研究（第1報）131I治療量投与時の甲状腺摂取率測定法
Author(s)	舘野, 之男
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1963, 23(8), p. 983-986
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16944
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

甲状腺機能亢進症の ^{131}I 治療に関する研究(第1報)
^{131}I 治療量投与時の甲状腺摂取率測定法

千葉大学医学部放射線医学教室(主任 寛弘毅教授)
舘 野 之 男

(昭和38年8月23日受付)

^{131}I Therapy of Hyperthyroidism (I) Thyroidal Uptake Measurement in ^{131}I Therapeutic Dose

By

Yukio TATENO

Chiba University School of Medicine, Dept. of Radiol., Chiba, Japan

The therapeutic dose to be administerd to a patient with hyperthyroidism is usually 3-10 mc of ^{131}I. This dose gives theoretically more than one million counts per minute, if the thyroid uptake is calibrated by the routine diagnostic method. On the other hand, the resolving time of scalers used in most clinical laboratories is 10 microseconds at best, and when one million counts per minute are counted with these scalers, the counting loss comes up to 15-25% of the whole counts. Therefore, the thyroid uptake in therapeutic dose is difficult to be measured correctly by the routine method.

To get correct thyroid uptake in therapeutic dose, the counting rate should be decreased appropriately. For this purpose, the next five methods are examined phantom-experimentally and clinically. (1) Using a thicker A-filter (1.25 cm, Pb) (2) Measuring at a farther distance (150 cm) (3) Putting a suitable inserted cone into the collimator (4) Measuring the 637 keV peak (637±30 keV) (5) Making the window of photo peak narrower (364±5 keV)

Conclusively, measuring at a farther distance is the most accurate method, when differential (364±30 keV) countig method and subtraction of body background with B-filter are used at the same time.

甲状腺機能亢進症の治療に ^{131}I が用いられる．この治療は，甲状腺組織に選択的に沈着した^{131}Iの内部照射を利用したもので，これにより甲状腺組織に放射線障害が発生して機能の低下が起こり，機能亢進症は治癒する．この場合，線量が少なければ機能亢進症は治癒せず，線量が多過ぎれば逆に機能低下症を惹起する．従つてこの治療を行う場合甲状腺組織が照射される線量を知ることは臨床上重要な問題である．

線量を求めるには，すでに提出されている種々の計算式[1)2)]を利用すると便利であるが，いずれにしろ，線量は，1）^{131}I の投与量，2）甲状腺の重量，3）甲状腺の ^{131}I 摂取率，4）摂取された ^{131}I の有効半減期，これら4因子の関数と考えられる．これらのうち，臨床上充分な精度で知り得るのは投与量のみである．甲状腺の重量の問題

はしばらくおいて摂取率および有効半減期のみに話題を限れば以下の如き問題点がある．すなわち，ふつうは，治療量投与前の診断量による検査の結果を代用して，治療時の ^{131}I 摂取率および有効半減期としているが，診断時と治療時とでは ^{131}I 摂取率および有効半減期は必ずしも同一とは限らない．したがつて ^{131}I 治療量投与時における甲状腺摂取率および有効半減期を実測することが望ましい．

しかしながら，ふつう診断量で行われている摂取率測定法[3]により，治療量 ^{131}I の沈着した甲状腺を測定すると，計数率値が非常に大きくなり（数10万—数 100万カウント／分）計数の数え落しが顕著となる．例えば 100万カウント/分のパルスを分解時間10 μsec のE1Tスケーラで数えたとすると計数の数え落しは約15%に及ぶ．これでは正確な測定は望めない．

そこで著者は，計数率を下げる方法のいくつかについて実験を行い，^{131}I 治療量を投与した際の甲状腺摂取率測定法として正確かつ簡易な方法を選び出した．

実験方法

（1）測定装置

臨床的応用の簡便さが，この種の測定法の生命でもあるので，測定装置としては，著者の属する教室で診断用に用いていたものをそのまゝ使用した．すなわち，

a. コリメータ：フラットフィールド型
b. 結晶：NaI (Tl)，2.5cm× 2.5cmφ
c. スペクトロメータ：東芝 ML-412
d. スケーラ：東芝10^6進計（E1T使用）
e. 電源：東芝光電式定電圧装置
f. 標準線源用頚部フアントム：ORINS型
g. Bフイルタ：鉛1.25cm厚あるいは5cm厚10×10cm^2

（2）計数率を下げる方法

著者の用いた装置で数え落しを1%以下に止めるためには毎分5万カウント以下の計数率にしなければならない．他方 ^{131}I 5mc 沈着した甲状腺を診断時に用いる標準測定法で測定すると約90万カウント/分になると推定される．すなわち，計数率を約30分の1程度に減少させる必要がある．このために，次の5つの方法が考えられた．

a. 測定距離を離す：NaI 結晶前面と患者頚部皮膚面あるいは標準線源用頚部フアントム表面までの距離を 150cmとした．

b. Aフイルタ[注1]を厚くする：1.25cm厚さの鉛を用いた．

c. NaI 結晶を小さくする：コリメータの中に鉛中子を入れて NaI 結晶の開放部が 0.4cmφとなるようにした．

d. セシウムピークのみを測る：637±30 KeV の Differenital 計測を行つた．

e. Window を狭くする：364±5 KeVのDifferenital 計測を行つた．

以上のうち a,b,c については Integral 計測法と 364±30 KeV の Differential 計測法とを行い，d および e と合わせて合計8種の測定法について検討した．

（3）実験に用いた身体フアントム

以下のように，身体バツクグランド高，中，低の3種の身体フアントムを作成した．

胴体として長径30cm，短径20cm，高さ40cmの楕円筒状の容器をプラスチツクで作り，水を満した．中に身体バツクグランドの高低に応じて一定量の ^{131}I を溶かした．頚部としてはプラスチツクの標準線源用頚部フアントム（ORINS 型・科研製）をそのまゝ用いた．この部にはもちろん，身体バツクグランドに相当する ^{131}I は含まれていない．頭部としては径20cm，高さ20cmの円柱状の MIxD を用いた．この部にも身体バツクグランドとしての ^{131}I は含ませなかつた．

甲状腺は容積25 ml とし，^{131}I 3mcを入れた．これは，投与量を5mcとすると甲状腺摂取率60%に相当する．身体バツクグランドとしては3種類，すなわち2mc，250 μc および 0 μc の ^{131}I を含むものを作つた．これらはそれぞれ，40%，5%および 0%の身体バツクグランドとなる．

（4）標準線源その他

標準線源は5mc，5ml とし，小試験管に入れた．測定する時には，診断量の場合と同じく標準線源測定用頚部フアントムに入れた．

いずれの測定法の場合にもBフイルタ[注2]を使

用して身体バックグランドを測定し，これを差引いて摂取率を算出した．Bフイルタの厚さは，637 KeV のピークを測定した場合と厚いAフイルタを用いた場合には5cmとし，他の場合には1.25cmとした．

標準線源および身体フアントムは測定を終つた後，35日間放置し，^{131}I が診断量にまで減衰した時標準的な方法で再び測定したところ，摂取率値は59.7± 0.4%であつたので，この値をもつて身体フアントムの摂取率値とみなし，これを基準として各種測定法の結果を比較検討した．

実験結果

第1表に実験結果を示す．すなわちa）測定距離を 150cmにした方法のうち，Integral 計測法は身体バックグランドが低い時は良い結果を示すが，身体バックグランドが高くなると低い摂取率値を示すようになる．Differential 計測法による

Table 1. Results of the phantom-experiment

Methods \ Body Background	0 %	5 %	40%
150cm int.	59.7%	58.5%	56.2%
dif.	59.4	60.1	60.2
Afilter int.	58.9	57.9	57.2
dif.	55.9	56.3	57.5
Inserted cone int.	60.0	60.0	58.1
dif.	57.8	58.3	58.8
637±30 KeV	56.4	55.9	55.7
365±5 KeV	61.3	61.0	61.2

Mean Value of 10 measurments
True answer is 59.7± 0.4%

Table 2. Results of the clinical experiment

Methods	Deviations of Uptakes *+
150cm int.	0%
dif.	− 4.2
Afilter int.	− 1.7
dif.	− 1.9
Inserted cone int.	− 0.8
dif.	− 1.0
637±30 KeV	− 1.7
365±5 KeV	+ 0.1

* Uptake ratios calculated by 150 cm 364±30 KeV method are taken for standards.

\+ Mean value of 26 patients with hyperthyroidism treated with ^{131}I

と身体バックグランドの多少にかかわらず正しい値を得る．b）厚いAフイルタを用いる方法はIntegral 計測法，Differential 計測法ともに低い値を示す．c）中子法で Integral 計測をすると身体バックグランドが低い時はよいが高くなると低い摂取率値を示す．しかし，身体バックグランドの影響は 150cm Integral 法より少い．中子法で Differential 計測をするとやゝ低い値を示す．d）セシウムピークのみを測定する方法はAフイルタ法より更に低い値となる．e）Window を狭くする方法は高い値をとる．

結局，150cm Differential 法が最も正しい値を示したと言える．

著者が使用した身体フアントムが測定上，患者と近似であるかどうかをチエックするために，^{131}I 治療患者26例について各種測定法を行つた結果を第2表に示す．患者では正しい摂取率値は不明なので，フアントム実験の結果を考慮して一応 150cm Differential 計測法を基準として各種測定法の偏差を比較してみると，フアントム殊に高バックグランドの場合と非常に良く似た傾向であることが判る．

また，150cm法，Aフイルタ法または中子法のそれぞれについて，スペクトルを較べてみると，患者とフアントムとは極めて良く一致した．

従つてフアントムは測定上患者と近似であり，フアントム実験の結果を患者の場合に当てはめて考えて良いと思われる．

考按

I　150cm法について

（A）身体バックグランドとBフイルタ

距離を充分に離して測定する場合には，コリメータの視野が距離に比例して広くなり，それだけ身体バックグランドを計数する割合が多くなる．従つてBフイルタの使用は診断量の場合以上に欠かせないものとなる．試みに今回の実験で，身体バックグランド40%のフアントムについてBフイルタを用いた場合と用いない場合を比較すると，Differential 計測法で測定距離25cmではその差は3%であるが，150cmでは差は15%となつた．Integral 計測法でこの影響はなお大きく，150cm

で約25%の差を生じた.

（B）身体バックグランドとコリメータ

身体バックグランドの影響は使用するコリメータの構造によつて異る. 狭い視野のコリメータはそれだけ身体バックグランドの影響を少くするが, 距離が 150cmにもなると照準が難しく, また 150cm用のコリメータを新調しなければならないので, 得策でない.

（C）測定距離

364KeV のピークを Differential 計測する方法とBフィルタを用いる方法とは, 組合せられて ^{131}I 摂取率測定法 の重要な部分をなしている. この方法を用いて測定距離60cmまでについて検討した M. Brucer および H. Kakehi[3]（1960）の結果と今回の結果を併せ考えると, この方法を用いる限り, 測定距離は 150cm に限らず 100cmでも 200cmでも正しい値を与えるであろうと思われる. したがつて数え落しが無視できるような範囲で適宜に距離を選択するのも便利かも知れない.

Ⅱ　中子法について

鉛中子を用いる場合は, 甲状腺を見落さないよう充分な視野を必要とする. また, 中子の結晶面での孔径が小さい程計数率は低くなるが, 孔からのみγ線が結晶に入るとして計算した値よりも実際の値は相当高く, 孔縁を透過するγ線が多いことを思わせる. このことは, バックグランドが多いことを意味するので, 摂取率値を低く見せかける主な原因となつているであろう. 従つてこの方法で正しい測定をするには実際に4 mmφ程度の小さい NaI 結晶で検出器を新調すればよいが, 簡便さの点で 150cm法に劣るものと思われる.

Ⅲ　Aフイルタ法および 637 KeV 法について

Aフイルタ法やセシウムピークを測定する方法では, 計測するγ線のエネルギーがかなり高いので, コリメーターの遮蔽を透過するγ線が相対的に増し, これがバックグランドの増加となつて低い摂取率値を示すものであろうと思われる. 従つてこれらの方法で正しい値を得るには, 診断量測定に用いるコリメーターに厚い遮蔽を附加しなければならないだろう. なおBフイルターも厚くする必要があり, 本実験では5 cm厚さの鉛でブロックを使用した.

Ⅳ　Window を狭くする方法について

この方法は電源電圧の変動の影響をうけやすい. 影響の程度は計測装置の安定度によるが, 本実験で用いた装置では, 電源電圧を± 2.5V変化させた際, 一定の線源に対する計数率値の変化は, Window 巾が±10 KeV 以上では3%以下で安定しているが, それ以上狭くすると急激に不安定になる. これは電源電圧の変動により ^{131}I のスペクトルのピーク値が変化し, Window より外れるためである. 従つてこの方法は正しい値を得るには不適当である.

Ⅴ　標準線源測定用頚部フアントムについて

標準線源を測定する際には, 診断時に常用している科研製の ORINS 型頚部フアントムをそのまゝ用いた. 診断時でも治療時でも, 頚部フアントムによるγ線の吸収および散乱は患者頚部の場合によく近似していると考えられたからである. 従つて標準線源測定用頚フアントムを使用する必要性は診断量測定時と同様である.

結論

診断量での ^{131}I 甲状腺摂取率測定に用いている装置を用いて治療量投与時の摂取率を測定するには距離を充分に離して Differential 計測を行うことが正確でかつ簡易である. もちろん, 身体バックグランドはBフイルターで除去し, 標準線源測定用頚フアントムを使用する等の必要性は診断量測定時と同様である.

恩師, 筧弘毅教授 ならびに 御助力下さつた有水昇講師, 天野英晴技師に感謝の意を表します.

注1　Aフィルタ：NaI 結晶前面におくフィルタ

注2　Bフィルタ：甲状腺を覆つて頚部におくフィルタ

文　献

1) Quimby, E.H.: Calculation of dosage in radioiodine therapie, Brookhaven Conference Report, N.Y. 1948. — 2) McGavak, T.H.: The Thyroid, 1951. — 3) Brucer, M. 筧, 永井訳：甲状腺摂取率測定法, 光文堂, 東京, 1960.