

# 甲状腺機能亢進症の $^{131}\text{I}$ 治療に関する研究 (第2報)

## $^{131}\text{I}$ 治療量の甲状腺摂取率ならびに有効半減期について

千葉大学放射線医学教室

寛 弘 毅 有 水 昇  
春 日 建 邦 館 野 之 男

(昭和38年8月23日受付)

$^{131}\text{I}$  Therapy of Hyperthyroidism (II) Thyroidal Uptake Rate  
and Effective Half Life in  $^{131}\text{I}$  Therapeutic Dose

By

Hirotake KAKEHI, Noboru ARIMIZU, Takekuni KASUGA  
and Yukio TATENO

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

A new method for directly calibrating the thyroidal uptake rate and the effective half life of  $^{131}\text{I}$  therapeutic dose was recommended by TATENO, in the previous report.<sup>1)</sup> By this method, 52 patients with hyperthyroidism treated with  $^{131}\text{I}$  were examined. In this paper, these results are reported.

The mean value of the 24 hour uptakes in therapeutic doses is 48%, while that of diagnostic doses measured on the day before the therapy is 58%. Difference between the uptakes of therapeutic and diagnostic doses is 10% in mean value and the standard deviation is 15%. The same relation is shown in 3 hour uptakes.

Effective half life of therapeutic dose differs from that of the diagnostic dose in each case. They become shorter in many cases. Moreover,  $^{131}\text{I}$  therapy shorten the effective half life: the mean value of the first therapy group is 5.3 days, the second 4.5 days and the third 3.3 days. But the variations are considerably large in all groups.

Therefore, to know the irradiated dose accurately, the direct measurements of uptake and effective half life of the therapeutic dose are very important.

$^{131}\text{I}$  治療量投与時の甲状腺摂取率および有効半減期を正確に測定する方法を、本研究の第1報に発表した<sup>1)</sup>。この測定方法については主として甲状腺—身体フアントムを用いた実験が行われ、 $^{131}\text{I}$  治療量投与時の甲状腺摂取率測定法として信頼できるものである。

本報の目的は、この信頼できる測定方法を用い

て  $^{131}\text{I}$  治療症例の甲状腺摂取率および有効半減期を実測することであり、この測定結果を  $^{131}\text{I}$  治療直前の診断量による測定結果と比較していかなる差異があるかを調べることである。

### 研究方法および症例

#### (1) 測定装置

測定装置は第1報の場合と全く同様である。

## (2) 測定方法

i) 標準線源用頸部ファントム(ORINS 型)を使用

ii) 結晶—皮膚間距離

a) 診断量の場合は40cm

b) 治療量の場合は 150または 300cm

iii) Differential 計測法 ( $364 \pm 30\text{KeV}$ )

iv) Bフィルター (1.25cm厚さ,  $10 \times 10\text{cm}^2$ の鉛板)による測定を行って身体バックグラウンドを除去

## (3) 摂取率 (T.U.) の算出

$$T.U. = \frac{P - S_B}{S - S_B} \times 100$$

但し P : 被検者の計数率

$P_B$  : 被検者のバックグラウンド

S : 標準線源の計数率

$S_B$  : 標準線源のバックグラウンド

## (4) 有効半減期の決定

甲状腺  $^{131}\text{I}$  摂取量を経時的に測定し、これをもとにして有効半減期を計算する。すなわち摂取量を片対数グラフの縦軸にとり、日時を横軸とつてプロットし、これらが近似的に直線を作ること確かめ、半量になる日時をもつて有効半減期とした。

## (5) 照射線量の計算

Quimby の方法<sup>2)</sup>を用いた。すなわち、

$$\frac{\text{照射線量}}{\text{線量}} = \frac{\text{投与量}(\mu\text{C}) \times \text{摂取率} \times \text{有効半減期}(\text{日})}{\text{甲状腺重量}(\text{g}) \times 8.0} \times 160$$

但し、甲状腺重量 (M) は Allen-Goodwin にならつて、 $M = S \times L \times 0.32$  として求めた<sup>3,4)</sup>。ここに M : 甲状腺の重量 (g), S : 甲状腺の面積 ( $\text{cm}^2$ ), L : 甲状腺の長径 (cm) で、S および L は甲状腺のスキヤニング像から得た。

## (6) 症例

取扱った症例はすべて甲状腺機能亢進症の  $^{131}\text{I}$  治療例で、計32例、治療回数は延51回である。これら症例の診断量の摂取率値の平均は58%、基礎代謝率の平均は+63%であつた。また治療時  $^{131}\text{I}$  投与量は3~20mc であつた。

## 研究結果および考按

(1) 診断量の摂取率と治療量の摂取率の比較  
全例について  $^{131}\text{I}$  治療量投与前日に、 $^{131}\text{I}$  診断

Table 1.  $^{131}\text{I}$  Thyroidal Uptake Rate of Diagnostic Dose and of Therapeutic Dose (I) —3 hrs—

| Uptake | Diagnostic Dose | Therapeutic Dose |
|--------|-----------------|------------------|
| ~19%   | 3cases          | 5cases           |
| 20~    | 3               | 6                |
| 30~    | 8               | 9                |
| 40~    | 5               | 12               |
| 50~    | 9               | 8                |
| 60~    | 11              | 5                |
| 70~    | 8               | 1                |
| 80~    | 1               | 2                |
| Mean   | 57%             | 43%              |

Table 2.  $^{131}\text{I}$  Thyroidal Uptake Rate of Diagnostic Dose and of Therapeutic Dose (II) —24 hrs—

| Uptake | Diagnostic Dose | Therapeutic Dose |
|--------|-----------------|------------------|
| ~19%   | 1case           | 7cases           |
| 20~    | 0               | 4                |
| 30~    | 7               | 9                |
| 40~    | 9               | 9                |
| 50~    | 4               | 12               |
| 60~    | 13              | 2                |
| 70~    | 13              | 6                |
| 80~    | 3               | 2                |
| Mean   | 58%             | 48%              |

量を投与して摂取率を測定し、両者を比較した。

3時間値については診断量の摂取率は平均57%、これに較べ治療量は平均43%で約14%低い(第1表)。24時間値については診断量摂取率は平均58%、治療量は48%で、治療量の摂取率が低く、3時間値の場合と同じ傾向である(第2表)。

治療量の摂取率が診断量の摂取率よりも低い症例では、予定した線量が与えられず、治療が繰返される可能性があるもので、そういう症例が何度も数え込まれて、治療量の摂取率の平均値を下げているのかも知れない。そこで第1回治療群と第2回以後の治療群に分けて表を作ってみた(第3表)。しかしながら治療量と診断量の摂取率の平均の差は、第1回治療群が12%、第2回以後の治療群が14%で、かつ分布の仕方も似ているので、 $^{131}\text{I}$  の治療の既往は取り立てて言う程の差を生じていないものと思われる。

Table 3  $^{131}\text{I}$  Thyroidal Uptake Rate of Diagnostic Dose and of Therapeutic Dose (III) - 1st Therapy Group and 2nd Therapy Group

| Uptake (24hrs) | 1st Therapy Group |            | 2nd Therapy Group |            |
|----------------|-------------------|------------|-------------------|------------|
|                | Diag. D.          | Therap. D. | Diag. D.          | Therap. D. |
| ~19%           | 0cases            | 1case      | 1case             | 5cases     |
| 20~            | 0                 | 4          | 0                 | 0          |
| 30~            | 3                 | 4          | 4                 | 5          |
| 40~            | 4                 | 5          | 5                 | 4          |
| 50~            | 3                 | 5          | 1                 | 6          |
| 60~            | 8                 | 2          | 5                 | 0          |
| 70~            | 7                 | 5          | 4                 | 0          |
| 80~            | 1                 | 0          | 1                 | 0          |
| 90~            | 1                 | 1          | 0                 | 1          |
| Mean           | 62%               | 50%        | 55%               | 41%        |

Table 4.  $^{131}\text{I}$  Thyroidal Uptake Rate of Diagnostic Dose and of Therapeutic Dose (IV) - Difference in Each Case

| (T.U. diagnostic)<br>(T.U. Therap. ) | 3 hrs | 24 hrs |
|--------------------------------------|-------|--------|
| -30%~                                | 1case | 0case  |
| -20~                                 | 5     | 2      |
| -10~                                 | 9     | 8      |
| 0~                                   | 8     | 13     |
| 10~                                  | 15    | 10     |
| 20~                                  | 3     | 8      |
| 30~                                  | 1     | 4      |
| 40~                                  | 2     | 2      |
| 50~                                  | 1     | 1      |
| Mean                                 | 11%   | 16%    |

このように平均値を比較すると治療量の摂取率は診断量の摂取率に較べて低い値を示すが、個々の症例についてみると、中には逆に治療量の摂取率の方が20%も高い例があつた。しかし治療量摂取率の方が診断量摂取率よりも高い値を示す症例は少く、全体の1割程度で、その差も一般に10%以内のことが多い。大部分の症例は治療量摂取率の方が低く中にはその差が60%に達するものもある。第4表は個々の症例についての治療量と診断量の摂取率の差を表わしたもので、この図から、3時間値、24時間値ともに治療量の摂取率は診断量の摂取率よりも10~15%低い値を中心に±40%にわたって分布していることがうかがわれる。試

みに標準偏差を計算してみると約15%程度となり、ばらつきはかなり大きいと言える。

(2) 診断量の有効半減期と治療量の有効半減期の比較

診断量を投与した際に有効半減期を測定した例は、全部で11例あり、各症例について図示した(第5表)。診断量よりも治療量で有効半減期が短くなっているものが多く、かつばらつきが大きいことが注目される。

Table 5 Effective Half Life of Diagnostic Dose and of Therapeutic Dose

| Case | E.H.L. of Diag. Dose | E.H.L. of Therap. Dose |
|------|----------------------|------------------------|
| 1    | 5.8days              | 2.4days                |
| 2    | 6.5                  | 4.0                    |
| 3    | 4.4                  | 2.0                    |
| 4    | 5.7                  | 4.3                    |
| 5    | 5.6                  | 4.6                    |
| 6    | 3.4                  | 2.5                    |
| 7    | 3.2                  | 2.8                    |
| 8    | 5.5                  | 5.2                    |
| 9    | 3.5                  | 3.9                    |
| 10   | 4.4                  | 5.5                    |
| 11   | 2.6                  | 5.0                    |
| Mean | 4.6 days             | 3.9 days               |

(3) 治療量の有効半減期と治療回数

治療量の有効半減期について、治療量第1回投与群、第2回投与群、第3回およびそれ以後の投与群に分けて示したのが第6表である。これら各群の平均有効半減期は第1回投与群 5.3日、第2回投与群 4.5日、第3回以後投与群 3.3日と投与回数を重ねるにつれて短くなる傾向がある。

しかしながら、2回、3回と投与を重ねる群は、最初から有効半減期が短いのではないかとの疑も持たれるので、2回以上にわたって治療量を投与しその有効半減期を測定した症例について調べると、前回投与時よりほぼ1日短い辺を中心に±4日位にわたって分布していることが判る(第7表)。

結局、有効半減期は同一人でも投与の度に数日間も変ることがあるが、平均してみると治療回数を重ねるにつれて短くなる傾向がある。

Table 6  $^{131}\text{I}$  Therapy and Effective Half Life (I)

| E.H.L.   | 1st Therapy | 2nd Therapy | 3rd Therapy | Total    |
|----------|-------------|-------------|-------------|----------|
| 2.0days~ | 1case       | 1case       | 4case       | 6case    |
| 3.0~     | 4           | 4           | 3           | 11       |
| 4.0~     | 4           | 4           | 2           | 10       |
| 5.0~     | 6           | 2           | 0           | 8        |
| 6.0~     | 9           | 2           | 0           | 11       |
| 7.0~     | 2           | 0           | 0           | 2        |
| Mean     | 5.3 days    | 4.5 days    | 3.3 days    | 4.8 days |

Table 7.  $^{131}\text{I}$  Therapy and Effective Half Life (II) -Difference in the Same Case-

| (E.H.L. of Preceding Therapy) - (E.H.L. of Following Therapy) | No of Cases |
|---------------------------------------------------------------|-------------|
| - 3 days~                                                     | 1case       |
| - 2 ~                                                         | 3           |
| - 1 ~                                                         | 3           |
| 0 ~                                                           | 4           |
| 1 ~                                                           | 4           |
| 2 ~                                                           | 2           |
| 3 ~                                                           | 2           |

Table 8 Expected Dose and Later Calculated Dose (I)

| Dose $\times 1000$ rem | 1st Therapy           |                 | 2nd Therapy   |                 |
|------------------------|-----------------------|-----------------|---------------|-----------------|
|                        | Expected Dose         | Calculated Dose | Expected Dose | Calculated Dose |
| ~ 2.0                  | 0cases                | 2cases          | 3cases        | 1Case           |
| ~ 4.0                  | 3                     | 4               | 1             | 5               |
| ~ 6.0                  | 1                     | 5               | 2             | 2               |
| ~ 8.0                  | 3                     | 6               | 3             | 3               |
| ~10.0                  | 9                     | 0               | 1             | 0               |
| ~12.0                  | 1                     | 0               | 1             | 0               |
| Mean                   | 7.4 $\times 1000$ rem | 4.8             | 5.2           | 4.3             |

(4) 照射予定線量と実際の照射線量との関係  
我々は照射予定線量を計算する場合には、有効半減期は初回投与時には6日と見積り、2回以後の投与時には前回の有効半減期をもつてこれに当て、また摂取率は直前に行った診断量の摂取率値をもつて、Quimbyの式に従つて線量の計算を行った。こうして計算した予定線量と、治療量投与時に実測した摂取率ならびに有効半減期から計算した線量との間の関係を示したのが、第8、9表である。治療量の摂取率は診断量の摂取率よりも

Table 9. Expected Dose and Later Calculated Dose (II)

| (Expected D.) - (Calculated D.) | 2nd Therapy Group |
|---------------------------------|-------------------|
| - 3 $\times 1000$ rem~          | 1case             |
| - 2 ~                           | 3                 |
| - 1 ~                           | 2                 |
| 0 ~                             | 0                 |
| 1 ~                             | 1                 |
| 2 ~                             | 0                 |
| 3 ~                             | 2                 |
| 4 ~                             | 0                 |
| 5 ~                             | 1                 |
| 6 ~                             | 0                 |
| 7 ~                             | 1                 |

平均としては低く、有効半減期も平均としては治療回数を重ねるに従つて短くなることの当然の帰結として、実際の照射線量は予定量よりも平均としては少い。しかし、個々の症例についてみると予定量の方が8000 rem も多かったものから、逆に実際量の方が3000rem も多かったものまであり、照射線量の予想は極めて立て難いことがわかる。なお、第1回治療時に有効半減期を6日と見積つたのは長過ぎると思われる。

## 結 論

甲状腺機能亢進症の $^{131}\text{I}$ 治療例52例について治療時の甲状腺摂取率および有効半減期を測定した。治療量投与時の摂取率はその直前に測つた診断量での値より低くなることが多く、有効半減期は短くなることが多い。また治療時の有効半減期は治療回数を重ねるにつれて短くなる傾向がある。

しかしながら、摂取率・有効半減期ともにばらつきが大きく、両者の影響をうける照射線量を、診断時の測定結果をもとにして、治療上十分な精度で予測することは非常に困難である。

したがつて、治療量投与時に摂取率ならびに有効半減期を実測し、照射線量を確かめておく必要がある。その際、我々の用いた測定法すなわち、距離を充分離して364 KeVのピークをDifferential計測する方法は正確かつ簡単なので推奨できる方法と思われる。

## 文 献

- 1) 鋪野之男：甲状腺機能亢進症の $^{131}\text{I}$ 治療に関する

る研究 (第1報),  $I^{131}$  治療量投与時の甲状腺摂取率測定法, 日本医放会誌印刷中. — 2) Quimby, E.H.: Calculation of dosage in radioiodine therapy, Brookhaven Conference Report, N.Y., 1948. — 3) Allen, H.C. et al.: The scintillation counter as

an instrument for in vivo determination of thyroid weight. Radiol. 58: 68, 1952. — 4) Goodwin, W.E. et al.: Thyroid weight determination from thyroid scintigrams with postmortem verification. Radiol 61: 83, 1953.

---