



Title	CT画像による甲状腺重量測定法
Author(s)	杉村, 和朗; 松尾, 導昌; 杉村, 千恵 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1983, 43(12), p. 1357-1365
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/14840">https://hdl.handle.net/11094/14840</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

## CT 画像による甲状腺重量測定法

神戸大学医学部放射線医学教室（主任：木村修治教授）

杉村 和朗 松尾 導昌 杉村 千恵

西山 章次 榎林 勇 木村 修治

（昭和58年3月3日受付）

（昭和58年4月22日最終原稿受付）

### A New Method of Calculation of Thyroid Weight, Using Computed Tomography

Kazuro Sugimura, Michimasa Matsuo, Chie Sugimura, Shoji Nishiyama,  
Isamu Narabayashi and Shuji Kimura

Department of Radiology, Kobe University School of Medicine

---

*Research Code No.: 501.9*

---

*Key Words:* CT, Thyroid, Weight calculation, Three dimensional display

---

The weight of the thyroid gland is an important factor for determination of dose of the radioactive iodine that is used for the management of hyperthyroidism. Various methods employing scintigraphic image have been employed for estimation of the thyroid weight, but the error by these methods has been greater than 40 per cent.

In this study, a new technique has been developed for more accurate estimation of the weight of the thyroid glands employing the distinctive system of three dimensional reconstruction with the simultaneous calculation of the volume of the thyroid using CT images. By this technique, the volume of thyroid phantom could be calculated with lesser than 9.4 per cent error. The proper interval of CT scan was 10 mm for satisfactory measurement. In 18 patients who have undergone thyroidectomy, the thyroid weight that had been estimated by our technique was compared with the actual weight of the excised specimen. There was a satisfactory correlation with  $11.3 \pm 7.5$  per cent error. It has been concluded that our technique provides more accurate estimation of the weight of the thyroid glands than any other methods which have been previously employed.

### I. 緒 言

現在施行されている甲状腺機能亢進症の治療方法には、抗甲状腺剤治療、 $^{131}\text{I}$ による放射性ヨード療法、外科的治療の3者が<sup>①</sup>ある。このうち放射性ヨード療法は、重症例や合併症を有する例を中心に広く行なわれ、その有用性は認められているが、反面副作用としての甲状腺機能低下症の多発が問題となつて<sup>②~④</sup>いる。この原因として $^{131}\text{I}$ 投与量を決定する因子である甲状腺重量の測定誤差が最も

大きなものと考えられている。

現在甲状腺重量測定は、シンチグラムを用いて行なうことが多いが、毛塚はAllen<sup>⑤</sup>の提唱した計算式、および独自の計算式で検討した結果、その誤差はそれぞれ63%と40%であったと述べている。そこで著者等が開発し<sup>⑥</sup>た三次元立体表示、および体積測定システムを用いて甲状腺重量測定を行ない、従来のシンチグラムによる重量測定法に比べて、優れた結果を得たので報告する。

## II. 甲状腺重量測定法に於ける実験的研究

今回用いたシステムは、基本的には肝の体積測定に用いたものであるが、それによると甲状腺のような複雑で小容積の臓器に関しては、体積が大きくなる傾向があつた。そこでこのような欠点を改良したプログラムを作成し、正常甲状腺、および腫大甲状腺ファントームについて、それぞれ精度の検討を試みた。また CT を行なう際、選択すべきスライス間隔についても検討を行なった。

### 1) 装置並に方法

CT 装置は GE CT/T 8800、演算は PDP 11/34、表示はリフレッシュ型グラフィックディスプレイを用いた。詳細な計算方法<sup>6)</sup>についてはその大略は既に報告した通りで、今回は若干の変更しか行なっていないので、この点については省略する。

Mix-DP にて作成した正常および腫大例のファントームを対象とした。正常例は  $21.2\text{cm}^3$ 、腫大例は  $131.0\text{cm}^3$  である。アルコールで満たした容器にファントームを沈め、スライス厚 5mm スライス間隔 5mm、およびスライス厚 10mm スライス間隔 10mm で CT スキャンした(Fig. 1a)。次に、ディジタイザーにて順に輪郭抽出し、3 次元像表示およ

び体積計算を行なった。輪郭抽出は 2 度行ない、それぞれ体積を測定し、その平均値を測定体積とした。同時にリフレッシュ型グラフィックディスプレイ上に再構成した三次元像を表示し、任意の方向から観察できるようにした (Fig. 1b)。

### 2) 結果

Fig. 1 に示すとく、三次元像は忠実にファントームの形態を再現していた。推定体積と実測値およびその誤差は Table 1 に示しているが、その誤差は 5 mm 間隔の CT scan では正常例 9.4%、腫大例 1.1%，10mm 間隔の CT scan ではそれぞれ 4.7% と 0.7% であった。

### 3) 小括

以上の基礎的研究より、撮影した CT 像から再構築した像是、甲状腺ファントームの形態をよく再現しており、体積も数% の誤差で測定し得ることがわかった。特に甲状腺機能亢進症に多い腫大例での誤差は、10mm 間隔 scan で 0.7% と優れた結果を得、臨床応用可能であると考えた。また 5 mm 間隔と 10mm 間隔の CT scan を比較したところ、両者には殆んど差を認めず、体積測定を目的とする場合には、10mm 間隔の scan で充分で

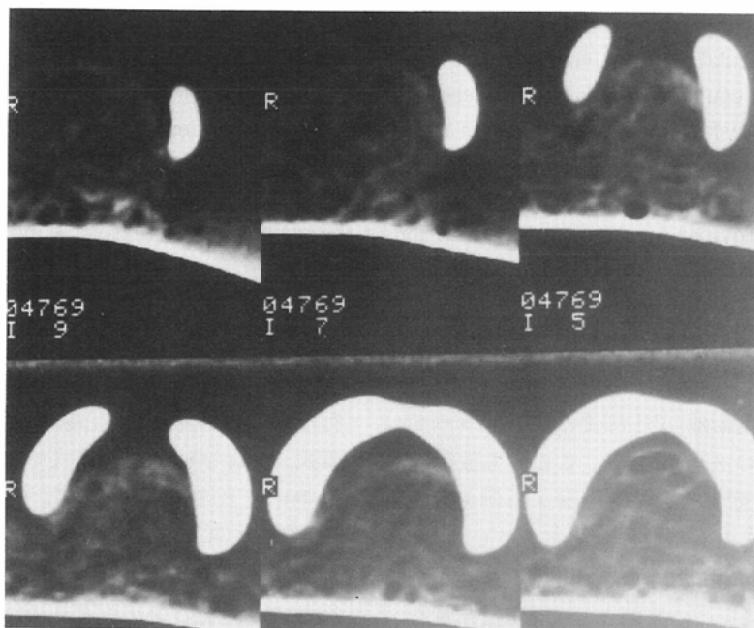


Fig. 1a CT image of phantom of normal thyroid

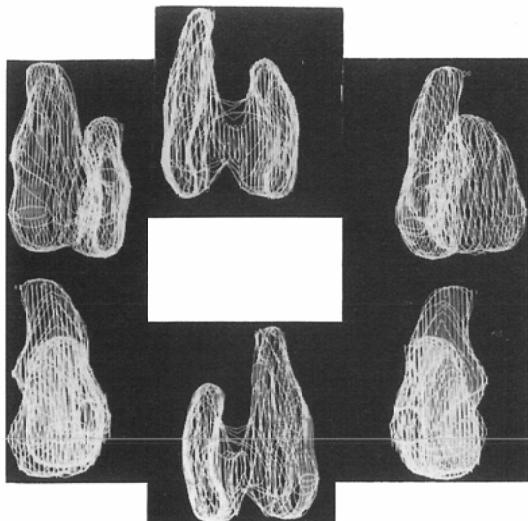


Fig. 1b Reconstructed image from CT image

あることがわかった。

### III. 臨床例に於ける甲状腺重量測定法の研究

#### 1) 対象

昭和55年1月より昭和57年3月の間に、神戸海岸病院にて甲状腺切除手術を受けた症例のうち、術前に甲状腺CTを施行した18例を研究対象とした。その内訳は Basedow 病5例、腺腫様甲状腺腫4例、橋本病1例、濾胞性甲状腺腫2例、甲状腺囊胞1例、乳頭腺癌3例、濾胞腺癌2例である (Table 2)。

#### 2) 方法

CT およびその他の装置は実験的研究と同様のものを用いた。CT スキャンは、実験的研究に基づき、被曝量を軽減するためスライス厚10mm、スライス間隔10mmで行なった。Plain CT撮影後、ヨードが治療に影響を及ぼさない患者に対して、

甲状腺を明瞭に描出する為、点滴法による Contrast Enhancement CTを行なった。なお体動を防ぐ目的で、テープによる頸部の固定は行なったが、肩によるアーティファクトに対しては、特に対策は講じなかった。

次に各 CT 像において、甲状腺全摘の場合には甲状腺全体を、部分切除の時には切除した部分をそれぞれ輪郭抽出し、実験法と同様に、三次元構築および体積計算を行なった。輪郭抽出は2度行ない、それぞれの測定値の平均を求めた。推定重量は推定体積に比重を乗じて得られるが、比重は各疾患について異なると考えられるため、これについての検討は後述することにし、ここでは比重を1.0として推定体積をそのまま推定重量とした。

#### 3) 結果

##### i) 症例

###### 〔症例1〕 H.K. 43Y, ♀, 濾胞腺腫

CT像 (Fig. 2a) で甲状腺右葉の腫大を認める。手術は甲状腺右葉切除を施行したため、右葉のみの再構築を行なった (Fig. 2b)。摘出標本 (Fig. 2c) と比べて大きなずれは認めず、撮影時の体動は少なく、甲状腺輪郭抽出も正確に行ないえたと判断した。Fig. 2d は CT 像から矢状方向、前額方向に再構成した像であるが、やはりずれは認めない。この方法でも被験者の体動の有無はチェックできるが、重量測定の操作とは別に行なわなければならないこと、また多方向から観察しにくいことなどの欠点がある。推定重量は86.0gで摘出重量83.5gとの誤差は2.9%であった。

###### 〔症例2〕 M.S. 58Y, ♀, 腺腫様甲状腺腫

CT像 (Fig. 3a) にて囊胞を伴う腫大した甲状腺を認める。腺腫は縦隔内まで進展しているが、

Table 1 Calculated volume and actual weight; Phantom of normal and enlarged thyroid

	Volume (cm <sup>3</sup> )	Calculated volume using 5-mm intervals (cm <sup>3</sup> )	Calculated volume using 10-mm intervals (cm <sup>3</sup> )
Phantom of Normal Thyroid	21.2	23.2 (9.4%)	22.2 (4.7%)
Phantom of Enlarged Thyroid	131.0	132.4 (1.1%)	130.1 (0.7%)

Table 2 Operative findings of 18 cases with thyroid disease

Case	Age	Sex	Diagnosis	Method of Operation
1	E.T.	46	F	Papillary carcinoma
2	K.H.	47	M	Thyroid cyst
3	K.M.	45	F	Follicular adenoma
4	F.A.	64	F	Follicular carcinoma
5	K.H.	37	F	Adenomatous goiter
6	N.O.	48	F	Adenomatous goiter
7	S.S.	28	M	Basedow's disease
8	T.Y.	17	M	Basedow's disease
9	M.S.	58	F	Adenomatous goiter
10	S.T.	52	F	Hashimoto thyroiditis
11	T.T.	53	M	Follicular carcinoma
12	S.K.	30	M	Basedow's disease
13	M.H.	60	F	Adenomatous goiter
14	K.M.	29	F	Basedow's disease
15	H.T.	23	F	Basedow's disease
16	H.K.	43	F	Follicular adenoma
17	T.M.	40	M	Papillary carcinoma
18	S.D.	51	F	Papillary carcinoma

周辺組織との分離は容易であり、輪郭抽出は可能である。摘出標本は両葉が分離しているため、再構成像と正確な比較は困難であるが、少しづれがあるように思われる (Fig. 3b, c)。推定重量は 115.8g で実測値 145.6g との誤差は 20.5% とやや大きく、体動があったものと思われる。

ii) 各症例の実測値、推定値およびその誤差を

提示する (Table 3)。18例の誤差は 0.4~25.4% で、 $11.3 \pm 7.5\%$  (mean  $\pm$  SD) であった。更に各症例の実測値と推定値をグラフ上にプロットした (Fig. 4)。両者の間には相関係数  $r=0.98$ 、回帰直線  $y=0.87x+8.5$  の関係を認めた ( $y$  : 推定重量、 $X$  : 実測重量)。

iii) 次に嚢胞を有する疾患群と、Basedow 病を

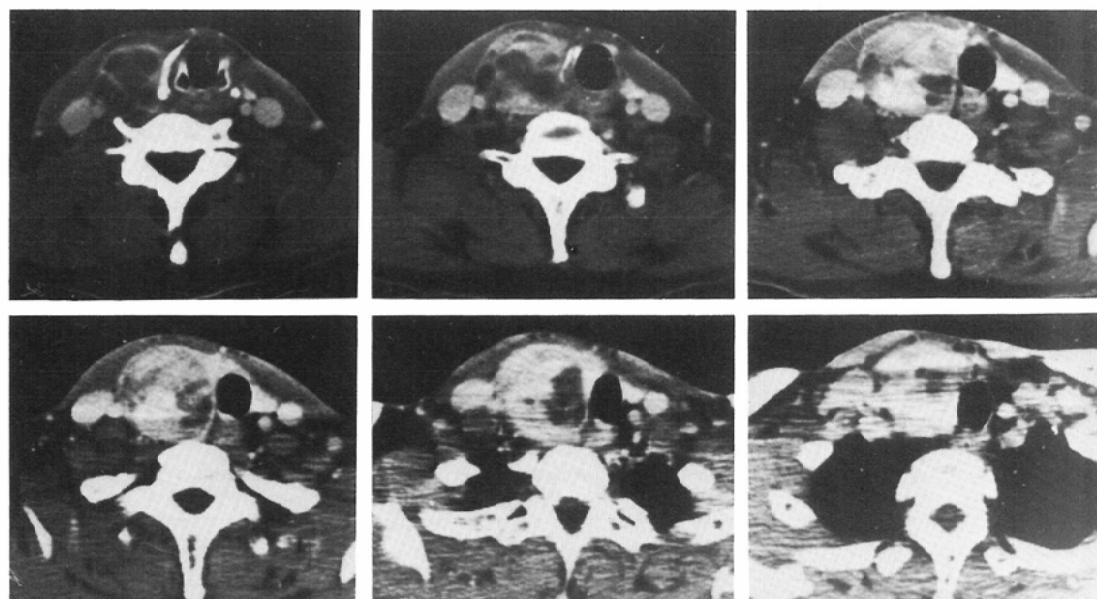


Fig. 2a H.K. follicular adenoma of the right lobe, CT image

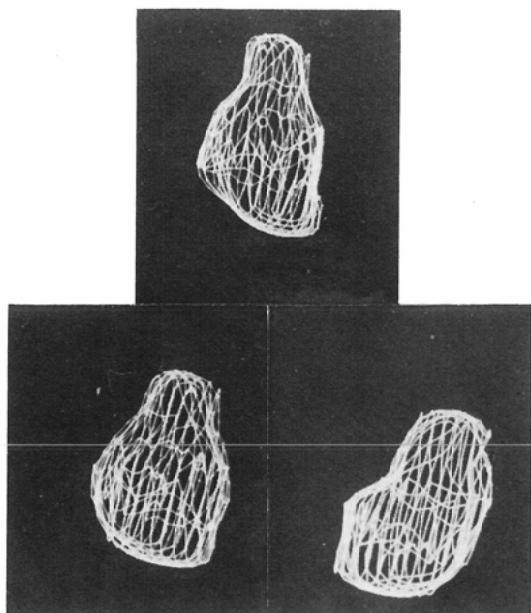


Fig. 2b Reconstructed image

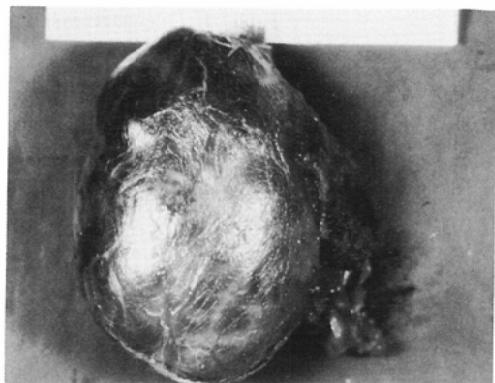


Fig. 2c Operative specimen

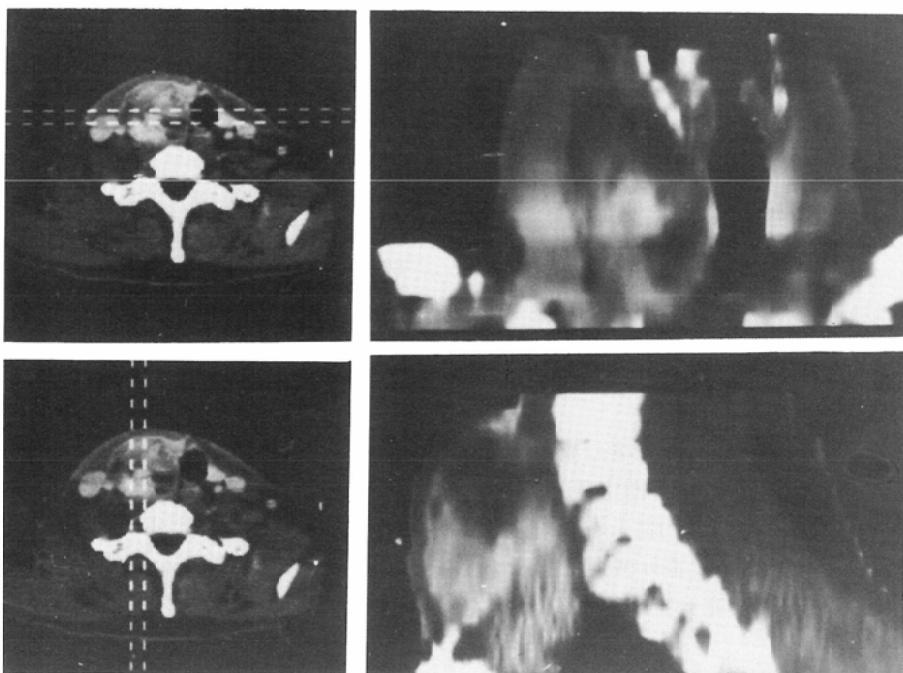


Fig. 2d Sagittal-coronal reconstructed image

含む充実性の疾患群に分類した。症例 S.S. は Basedow 病であるが、嚢胞があったので嚢胞(+)群に分類した。Table 4 に各群の実測値、推定値、

及びその誤差を示す。嚢胞群では、推定値 $74.4 \pm 33.8$ g、実測値 $71.5 \pm 39.0$ g と、推定値>実測値であったが、統計学的に有意ではなかった。しかし

Table 3 Calculated weight, actual weight and error; Operative material

Case	Calculated weight (gr.)	Actual weight (gr.)	Error (%)	Cyst
1	E.T.	31.1	29.3	6.1
2	K.H.	83.1	71.8	15.7
3	K.M.	20.3	18.5	9.7
4	F.A.	15.9	21.3	25.4
5	H.K.	76.3	68.0	12.8
6	N.O.	45.8	40.8	12.3
7	S.S.	117.9	95.3	23.7
8	T.Y.	174.0	181.0	3.9
9	M.S.	115.8	145.6	20.5
10	S.T.	112.9	113.3	0.4
11	T.T.	51.0	52.4	2.7
12	S.K.	124.5	131.0	5.0
13	M.H.	52.8	46.3	14.0
14	K.M.	123.5	153.8	19.7
15	H.T.	110.8	125.0	11.4
16	H.K.	83.5	86.0	2.9
17	T.M.	62.3	67.8	8.1
18	S.D.	248.5	271.3	8.4

Table 4 Calculated weight, actual weight and error; Cystic and solid mass

Cystic mass			Solid mass		
Calculated weight (gr.)	Actual weight (gr.)	Error (%)	Calculated weight (gr.)	Actual weight (gr.)	Error (%)
83.1	71.8	15.7	31.1	29.3	6.1
20.3	18.5	9.7	15.9	21.3	25.4
76.3	68.0	12.8	174.0	181.0	3.9
45.8	40.8	12.3	112.9	113.3	0.4
117.9	95.3	23.7	51.0	52.4	2.7
115.8	145.6	20.5	124.5	131.0	5.0
52.8	46.3	14.0	123.5	153.8	19.7
83.5	86.0	2.9	110.8	125.0	11.4
			62.3	67.8	8.1
			248.5	271.3	8.4

嚢胞(-)群、つまり Basedow 病を含む充実性疾患群では、実測値  $114.6 \pm 76.7$  g、推定値  $105.5 \pm 70.2$  g で 5% の危険率で統計学的にも有意に実測値 > 推定値であった。また誤差は嚢胞群  $14.0 \pm 6.4\%$ 、充実群  $9.1 \pm 7.8\%$  で充実群の方がやや誤差が少なかった。

#### IV. 考 察

甲状腺機能亢進症に対する放射性ヨード療法において、 $^{131}\text{I}$  投与量および甲状腺吸収線量計算は、Quimby 法、Hains 法、Keating 法が用いられており、これらは甲状腺推定重量および  $^{131}\text{I}$  摂取率から、 $^{131}\text{I}$  投与量や吸収線量を求める方法である。

このうち甲状腺推定重量測定は、現在シンチグラムを用いた方法で計算しているが、よく用いられる Allen 法に対する Kelly および毛塚の<sup>5</sup>追試では、平均誤差はそれぞれ 49%，63% であったと報告されている。また毛塚らは独自の方法を試みたが、やはり平均誤差 40% と大きな誤差が生じたと報告している。そのような大きな誤差が、 $^{131}\text{I}$  投与量および甲状腺照射線量の誤差をもたらし、治療成績の低下特に晩発性甲状腺機能低下症の多発を来たす大きな原因であると考えられ<sup>2)~4)</sup> ている。そこで最近甲状腺重量測定の為に、通常のシンチグラム以外に echogram による方法も報告され

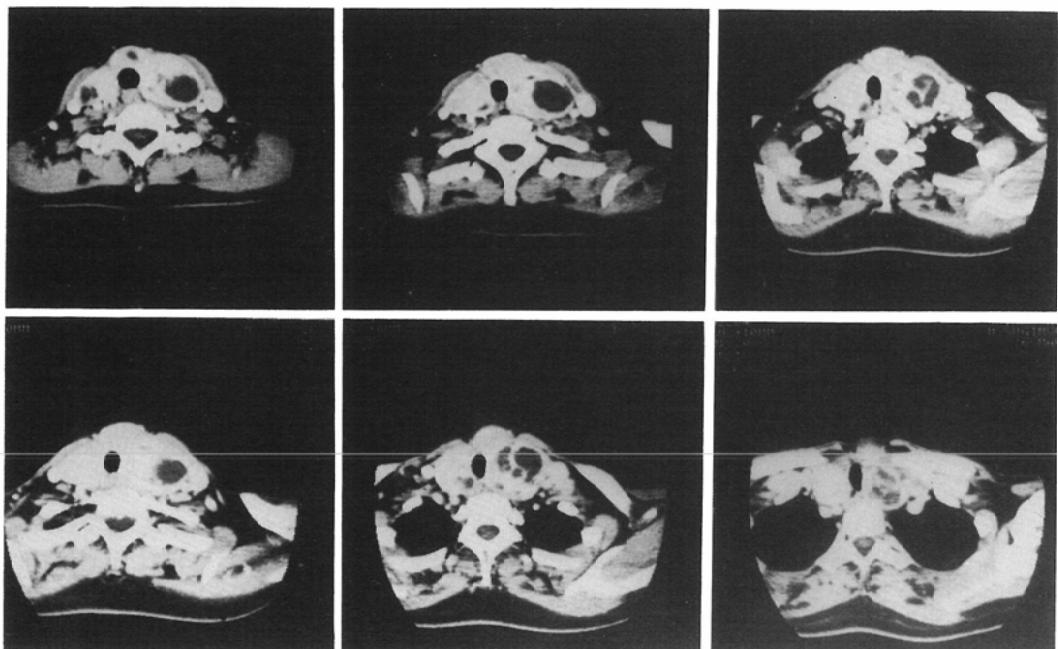


Fig. 3a M.S. Adenomatous goiter, CT image

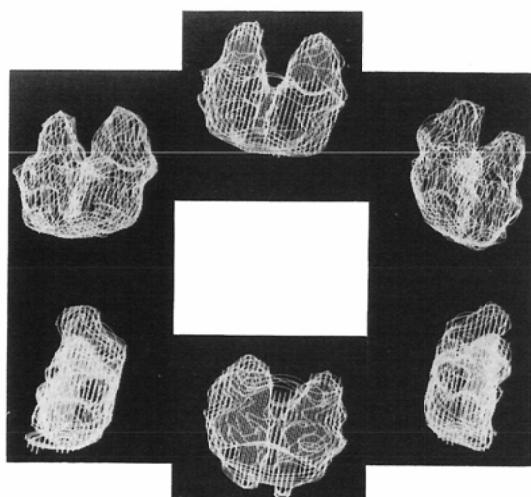


Fig. 3b Reconstructed image

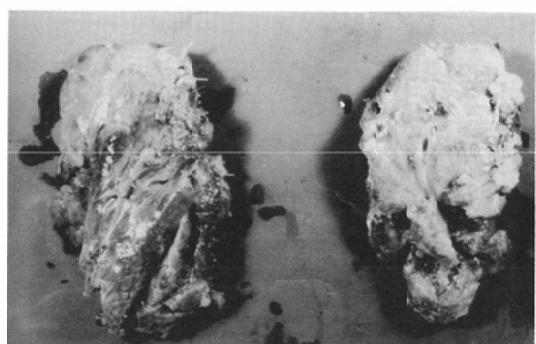


Fig. 3c Operative specimen

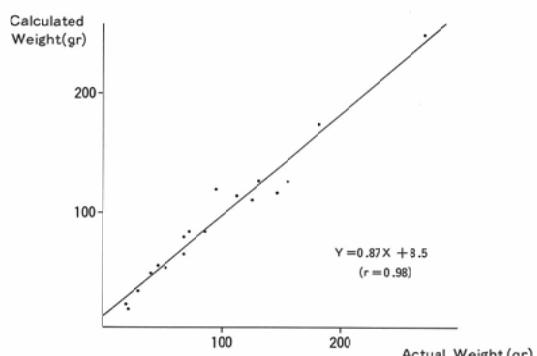


Fig. 4 Correlation between calculated weight and actual weight in 18 cases

ている<sup>8)</sup>が、未だ問題点が多く実用化されていない。また single photon emission tomography による体積測定法の報告<sup>9)</sup>もあるが問題点が多い。一方 CT による体積測定法は、他臓器では既に報告がある<sup>10)</sup>が、甲状腺に関しては未だ報告がみられない。そこで著者はより正確な甲状腺重量測定法を開発するため、CT による重量測定を試み、そ

の方法の精度についてファントームによる実験および臨床例での検討を行なった。

#### i) 本法の精度およびスキャン方法について

今回著者が使用したシステムの精度は、肝臓ファントームでは誤差1%以下であった。しかしながら甲状腺は肝臓に比べ極めて小さく、また複雑な形態を示す為、同様な結果が得られるとは限らない。そこで甲状腺の正常例および腫大例ファントームについて体積測定を行なったところ、正常例、腫大例ともに誤差10%以内で測定できた。特に腫大例では5mm間隔CTスキャンで1.1%，10mm間隔CTスキャンで0.7%と極めて誤差が少なかった。この原因は正常例の場合CT像が小さく、輪郭抽出の際の誤差が大きくなるためと考えられ、輪郭抽出法が改善されれば誤差は減少するものと思われる。またこのような傾向は、重量測定が腫大した甲状腺に用いられることからみて、現在特に臨床上問題ないと考えられる。

正常例、腫大例ともに、5mm間隔スキャンでの誤差は、10mm間隔スキャンの誤差より大きかった。これは5mm間隔スキャンの場合、10mm間隔スキャンの画像枚数の約2倍となるため、輪郭抽出の際の誤差が蓄積されることが原因と思われる。これは重量測定の為にあえて被曝量の多い細かい間隔のスキャンをする必要がなく、むしろ臨床上有利な傾向と考えられる。

この実験結果から、CTによる甲状腺重量測定は臨床応用可能であり、その際特別な撮影は必要とせず、通常の10mm間隔スキャンで充分であることがわかった。

#### ii) 臨床例での精度について

a) 全症例の平均誤差は $11.3 \pm 7.5\%$ であった。これは従来のシンチグラムを用いた方法で報告されている平均誤差40~63%に比べて、著しく精度が高い。特に症例1で提示したような体動の少ない症例では、誤差2.9%と極めてよい一致を得た。しかしながら症例2のように、検査中に体動があった症例では誤差20.5%と、当然のことながら誤差の増大をみた。現在市販の装置で体動によるズレを確認するには、前額および矢状断面再構成像を作成すればチェックできるが、重量測定とは

別の操作を必要とする。一方著者が示したこのシステムは、CT像からの入力データを用いて三次元再構成と重量測定を同時に行なうことができ、プラウン管上で再構成像を多方向から観察し、体動等によるズレを容易にチェックすることができる。そこで三次元構築像をもとに、体動等による像の変形を認めた例ではCTを再検することにより、より正確に重量測定を行なうことが可能である。

今回推定重量の算出にあたって、各疾患群毎の比重の差の補正は行なわなかった。そこでバセドウ病を含む充実性疾患と、腺腫様甲状腺腫をはじめとする囊胞性疾患群に分けて、実測重量を推定値で除した値、すなわち推定比重について検討した。この結果囊胞群では計測値と実測値の間に有意の大小関係を認めなかつたが、充実群では統計学的に有意に( $\alpha = 0.05$ )実測値の方が大きかつた。この原因は今回比重を1.0として重量計算を行なった為に生じた誤差と考えられ、測定体積に補正值を乗ずれば、より正確な推定重量が得られると思われる。しかしながら現時点では重量測定は $^{131}\text{I}$ 治療における場合に用いることが主目的であり、充実性疾患群の誤差 $9.1 \pm 7.8\%$ は臨床的に充分使用可能な範囲内であると考えられる。

## V. 結論

1) CTによる甲状腺重量測定システムを作成し、ファントームを用いた実験で9.4~0.7%の誤差で測定し得た。またCTのスライス間隔は10mm間隔の方が5mm間隔の場合より誤差が少なく、重量測定を目的とする場合は10mm間隔スライスで充分であることがわかった。

2) 18例の甲状腺疾患手術例において、本システムでの計算重量と実測値との誤差は $11.3 \pm 7.5\%$ であった。これは従来のシンチグラムを用いた場合の誤差40~63%に比べて著しく精度の高いものである。

3) 本法は他のCTによる体積測定法と異なり、測定対象とする臓器を三次元像として表示することが可能である。これにより測定対象のズレを確認することができ、特に甲状腺のように動き易い臓器では重量測定において有利である。

本稿を終るに当り、貴重な症例をこころよく提供頂き、種々の御教示を賜った小倉一院長をはじめ神戸海岸病院内科、外科の諸先生方、システムの開発に御指導、御協力戴いた、神戸大学工学部藤井助教授、金田助教授に深謝致します。また神鋼病院後藤放射線技師長、笛本放射線技師の協力に感謝致します。本論文の要旨は、第37回日本医学放射線学会総会において発表した。

## 文 献

- 1) 伊藤国彦：Grave's disease. 治療法の選択. 日本臨床, 38(3) : 100-104, 1980
  - 2) 久保敦司、近藤 誠、木下文雄、前川 全、岡本二郎、七理 泰、馬場理一：甲状腺機能亢進症<sup>131</sup>I治療後の機能低下症に関する検討. 核医学, 14 : 59-71, 1977
  - 3) Dunn, J.T. and Chapman, E.M. : Rising incidence of hypothyroidism after radioactive-iodine therapy in thyrotoxicosis. The New England Journal of Medicine, 271 (20) : 1037-1042, 1964
  - 4) 吉井弘文：甲状腺機能亢進症における放射性ヨード治療の統計的研究. 日医放会誌, 41 : 33-44, 1981
  - 5) 毛塙満男、小島一彦、喜多喜美子、久田欣一：甲状腺スキャンによる甲状腺重量測定の再検討. 核医学, 10 : 75-77, 1973
  - 6) 松尾導昌、藤井 進、金田悠紀夫、吉田 稔、小走安則、河野通雄、西山章次、小川悦夫、平田勇三、木村修治：CT画像の3次元立体表示システムの開発. 映像情報, 11(7) : 465-475, 1979
  - 7) 伊丹康人、宮地幸隆：核医学大系. 9 : 169-175, 実業公報社, 東京, 1977
  - 8) 山本和高、湊小太郎、玉木長良、石井 靖、鳥塚莞爾：甲状腺の超音波断層像を再構成した立体表示像の研究. 超音波医学講演論文集, 38 : 253-254, 1981
  - 9) Tauxe, W.N., Soussaline, F., Todd-pokropek, A., Cao, A., Collard, P., Richard, S., Raynaud, C. and Itti, R. : Determination of organ volume by single-photon emission tomography. J. Nucl. Med., 23 : 984-987, 1982
  - 10) Batnitzky, S., Price, H., Cook, N., Cook, L. and Dwyer, S. : Three dimensional computer reconstruction from surface contures for head CT examination. J. Comput. Assist. Tomogr., 5 : 60-67, 1981
-