



| | |
|--------------|---|
| Title | CT検査によるリスクの推定(1979) 第2報 CT検査による臓器・組織の線量 |
| Author(s) | 西沢, かな枝; 岩田, 猛男; 古屋, 儀郎 他 |
| Citation | 日本医学放射線学会雑誌. 1981, 41(3), p. 242-249 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/15521 |
| rights | |
| Note | |

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

CT 検査によるリスクの推定 (1979)

第2報 CT 検査による臓器・組織の線量

杏林大学医学部放射線医学教室

西沢かな枝 岩田 猛男 古屋 儀郎

放射線医学総合研究所物理研究部

丸山 隆司 橋 詰 雅

(昭和55年9月5日受付)

(昭和55年10月1日最終原稿受付)

Estimation of Stochastic Risk from Computed Tomographic Examinations in Japan

2. Organ or Tissue Doses by Computed Tomographic Examinations

Kanae Nishizawa*, Takashi Maruyama**, Takeo Iwata*,
Yoshiro Furuya* and Tadashi Hashizume**

Department of Radiology*, School of Medicine, Kyorin University, Shinkawa, Mitaka-shi,
Tokyo 181, Japan

Division of Physics**, National Institute of Radiological Sciences, 9-1, Anagawa 4-chome
Chiba-shi, 260 Japan

Research Code No.: 302

Key Words: CT, Medical exposure, Absorbed dose

Radiation doses absorbed in the gonads, red bone marrows and eleven organs or tissues with respect to the population dose were determined with a phantom measurement for four types of the head CT scanners and three types of the whole body scanners.

The measurement was carried out under the condition of cranial examination for head CT scanners and of cranial, upper and lower abdominal examinations for the whole body scanners. Dose measurements were performed with thermoluminescent dosimeters placed at the positions of the organs or tissues in a RANDO woman phantom. The thermoluminescent dosimeters were calibrated by an ionization chamber in a MixDp phantom for primary X-ray and scattered radiations, using a diagnostic X-ray generator.

The resultant organ or tissue doses are tabulated for various types of CT scanners. The organ or tissue doses were widely ranged depending on the types of scanner and on whether the organ or tissue was exposed to the primary beams or scattered radiation. For examples, the gonad doses for female were ranged from less than 0.3 mrad (3 μ Gy) at minimum to 0.8 mrad (8 μ Gy) at maximum for the 8 scans of cranial examination, from 4 mrad (40 μ Gy) to 18 mrad (0.18 mGy) for the 8 scans

of upper abdominal examination and from 0.2 rad (2 mGy) to 1.6 rad (16 mGy) for the 8 scans of lower abdominal examination, respectively. The mean bone marrow doses ranged from 80 mrad (0.8 mGy) to 200 mrad (2 mGy) for the 8 scans of cranial examination, from 120 mrad (1.2 mGy) to 270 mrad (2.7 mGy) for the 8 scans of upper abdominal examination and from 150 mrad (1.5 mGy) to 440 mrad (4.4 mGy) for the 8 scans of lower abdominal examination, respectively.

In order to simplify the estimation of the population doses the average organ or tissue doses were calculated weighting with the ratio of the number of units by type of CT scanners in Japan.

1. 緒 言

近年の CT 装置の普及はめざましく、1979年の調査¹⁾によれば、全国で1年間に行われた CT 検査件数は頭部と全身を合せて145万件であり、エンハンスを含めた照射回数は1490万回であった。この調査結果を用いて CT 検査による国民線量とリスクを推定するため、今回は生殖腺、骨髓線量および致死的がんに関係する臓器、組織の吸収線量を測定した。1979年10月の実態調査の時点での我が国で使用されていた CT 装置の機種は約26種に及ぶが、それらのうちから使用台数の多い装置を保有する施設に出向き、ファントム実験を行った。測定の結果は機種別に記号をもって表にして示す。国民線量およびリスクの推定を容易にする

ため、各機種の普及率で重みづけした平均の臓器、組織線量を算出した。これらの結果を用いて推定した国民線量およびリスクについては次報で報告する。

2. 装 置

被曝線量の測定を行った CT 装置は頭部用が SCT-100N (島津), TCT-30 (東芝), CT-1010 (EMI), CT-HF (日立) の4機種、全身用が CT-5005 (EMI), TCT-60A (東芝), CT-W3 (日立) の3機種であった。各装置のスキャン条件はアンケート調査と装置を借用した各施設での実際の使用条件とにより、Table 1 及び Table 2 のように決めた。

線量測定には UD-110S (Ca_2SO_4), UD-170A

Table 1 Main specifications of CT scanners for head scanning

| | A | B | C | D | E | F | G |
|---------------------------|------------------|------------------|----------|----------|----------|-----------|------------------|
| Tube voltage (KV) | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| Tube current (mA) | 25 | 25 | 25 | 33 | 35 | 350 | 200 |
| Total filter (mm) | 1.2Al + 0.1Cu | 0.5Al + 0.3Cu | 2.2Al | 2.2Al | 1.9Al | 2.5Al | 2.9Al + 0.5Cu |
| Focus (mm × mm) | 1.8 × 14 | 3 × 14 | 1.1 × 15 | 1.1 × 15 | 1.1 × 15 | 1.2 × 1.2 | 2 × 2 |
| F.D.D.* (cm) | 72 | 71 | 90.2 | 87.4 | 103.3 | 120 | 100 |
| Generation | 2nd | 2nd | 2nd | 2nd | 2nd | 3rd | 3rd |
| G. Diameter** | 28.5 | 24.4 | 28 | 25 | 43 | 60 | 58 |
| F.C.D.*** (cm) | 45 | 46 | 53.4 | 54.8 | 53 | 54 | 60 |
| Scan angle (°) | 180 | 240 | 180 | 240 | 180 | 360 | 360 |
| Beam angle (°) | 10.55 | 8 | 6 | 10 | 3 | 35 | 40 |
| Slice thickness (mm) | 10 | 10 | 10 | 10 | 13 | 10 | 10 |
| Scan time (sec) | 78 | 45 | 105 | 80 | 20 | 9 | 4.5 |
| Numbers of slice per Scan | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Detector | BGO | BGO | BGO | NaI | NaI | Xe | Xe |

* F.D.D. : Focus-detector distance

** G. Diameter : Gantry diameter

*** F.C.D. : Focus-gantry center distance

Table 2 Main specifications of CT scanners for body scanning

| | E | F | G |
|----------------------|--------|---------|-------------|
| Tube voltage (KV) | 140 | 120 | 120 |
| Tube current (mA) | 25 | 350 | 200 |
| Total filter (mm) | 1.9Al | 2.5Al | 2.9Al+0.5Cu |
| Focus (mm×mm) | 1.1×15 | 1.2×1.2 | 2×2 |
| F.D.D.* (cm) | 103.3 | 120 | 100 |
| Generation | 2nd | 3rd | 3rd |
| G. Diameter** (cm) | 43 | 60 | 58 |
| F.C.D.*** (cm) | 53 | 67.5 | 60 |
| Scan angle (°) | 180 | 360 | 360 |
| Beam angle (°) | 10 | 35 | 40 |
| Slice thickness (mm) | 13 | 10 | 10 |
| Scan time (sec) | 20 | 9 | 4.5 |
| Detector | NaI | Xe | Xe |

* F.D.D. : Focus-detector distance

** G. Diameter : Gantry diameter

*** F.C.D. : Focus-gantry center distance

(BeO) (松下製) 及び MSO-S (Mg_2SiO_4) (日本化成オプトニクス製) の熱発光線量計 (TLD) を用いた。これらの TLD 素子は測定する CT 装置と同等の管電圧、管電流 および 総濾過にセットした 診断用X線装置 KZO-12 (東芝製) を用い、電総研で校正された電離箱式線量計により MixDp ファントム中で直接線および散乱線について比較校正した。使用された CT 装置からの X 線の実効エネルギーは KZO-12 を CT と同じ管電圧、管電流、総濾過にセットして Al の半価層から推定した所、約37~65KeV であった。この範囲の実効エネルギーをもつX線に対する各 TLD のレスポンスは都丸²⁾の報告と比較的一致していた。各同一種類 TLD 素子間の相互のバラツキは 7% であった。

3. 測定方法

イ) ガントリー開口部中心での線量

使用した CT 装置間の出力を比較するためガントリー開口部中心での線量を TLD 素子を用いて測定した。TLD 素子は X 線ビームの幅以上になるよう 10~15本を横一列に密着させ発泡スチロール板で固定し、一回スキャンした。

ロ) 臓器、組織の線量

生殖腺・骨髓 および 致死的がんに関係する臓

器、組織として、脳、舌下腺、甲状腺、肺、胃、肝臓、大腸上部・下部、直腸および乳房について測定した。また非確率的影響³⁾についてみると水晶体についても測定した。各臓器・組織の位置は Gambarelli, J⁴⁾ 等の CT 像を参考に決定し、それらに相当するランドファントムの位置に穴をあけ、TLD を装着した。骨髄は全身の活性骨髄量の分布に従いランドファントムの骨の代表的部分に TLD 素子を挿入した。活性骨髄量の分布および平均骨髄線量の算定式は前報⁵⁾と同様とした。睾丸は直径 1cm、長さ 1cm のアクリル柱を作り、深さ 7mm の位置に TLD 素子を入れた。第一報¹⁾に示したように各部位の診断一件当たりのスキャン数は (contrast enhancement のためのスキャン数を含まない)、頭部では 7 回、腹部では 11 回、全部の平均で 8 回であった。そこで、今回の測定では、a) 頭部の場合、外眞縁から頭頂方向へ 1cm おき 8 断面を得るようスキャンした。すなわち、1 スキャン当たり 2 断面得られる装置では 2cm おきに 4 スキャンを行った。b) 上腹部は剣状突起より腹部方向へ 1.5cm おき 8 スキャン、c) 下腹部は恥骨上縁より胸部方向へ 1.5cm おき 8 スキャンを行った。

ハ) 体表面の線量

前述の各スキャン中に、a) 頭部の場合は3スキャン目(1スキャン当たり2断面得られる装置の場合は2スキャン目), b) 上腹部は6スキャン目, c) 下腹部は4スキャン目の直接線が当るランドファントム表面の位置にTLD素子を置いて表面線量を測定した。前面および後面の正中線, 左右側面とそれらの中間点の計8点で体の半時計まわりの方向にそれぞれA~Hで表わした。

4. 結 果

イ) ガントリー開口部中心での線量

1スキャン当たりの、ガントリー開口部中心での空中線量をTable 3に示した。4列目が中心の線量であるが、これらは装置により管電圧、管電流、管球とガントリー開口部までの距離などが異なるため、一つの目安として、管電圧を120kV、管電流25mA、スキャン時間1秒および管球、開口部中心間距離50cmに標準化してみた値が第5列目である。

Table 3 Exposure at the center of gantry

| Scanners | Specification | TLD | Air dose (R) | Normalized (R) |
|----------|----------------------|-------|-----------------|-------------------|
| A | Head | 170 A | 3.1 | 0.032 |
| B | | 170 A | 3.1 | 0.057 |
| C | | 170 A | 4.4 | 0.048 |
| D | | 170 A | 4.5 | 0.035 |
| E | Head | 170 A | 5.6 | 0.26 |
| F | | 170 A | 16.5 | 0.153 |
| G | | 110 S | 3.4 | 0.136 |
| E | Body (L. abdomen) | 170 A | 4.6 | 0.191 |
| F | | 170 A | 10.3 | 0.184 |
| G | | 170 A | 8.8 | 0.128 |
| | | 110 S | 3.4 | 0.136 |

* Normalized to 25mA, 120kV, 50cm (distance of focus-TLD), and 1sec. (scan time).

ロ) 臓器・組織線量

頭部, 上・下腹部スキャン時の測定結果をそれぞれTable 4~6に示した。R/rad変換係数はX線の実効エネルギー37~65KeVについて0.93⁶⁾を用いた。

水晶体は右側, 乳房は左側のみを測定した。骨髄線量は成人の全身活性骨髄量を765gとして

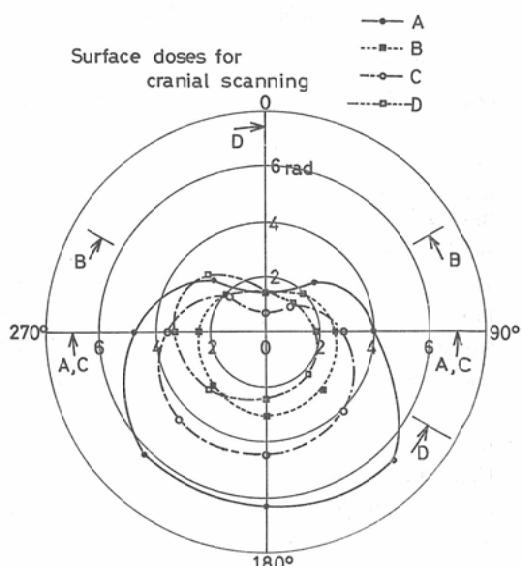


Fig. 1 Surface doses around the head for cranial scanning. 8 scans were carried out as for A and C types of CT scanners and 4 scans were carried out as for B and D types of CT scanners. The arrows show the start and stop points of scanning. Scan angle; A and C 180°, B and D 240°. Angles of 0° and 180° represent the anterior and the posterior median line, respectively.

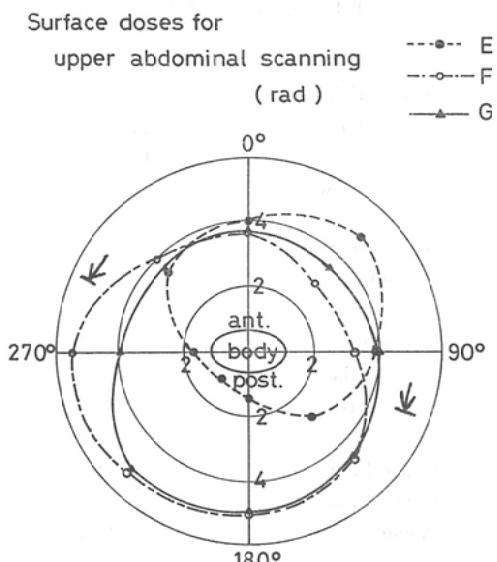


Fig. 2 Surface doses around the upper abdomen for 8 scanning. The arrow shows the start and stop point of E type scanner. Scan angle; E 180°, F and G 360°.

Table 4 Absorbed doses in organs or tissues from cranial scanning.(mrad)

| Organs | A | B* | C | D* | E | F | G** | Average*** |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Ovary (right) | < 0.3 | < 0.3 | 0.44 | < 0.3 | 0.47 | 0.80 | < 0.3 | |
| (left) | < 0.3 | < 0.3 | 0.39 | < 0.3 | 0.49 | 0.65 | < 0.3 | 0.43 |
| Testes | < 0.3 | < 0.3 | 0.28 | < 0.3 | 0.50 | 0.54 | < 0.3 | 0.38 |
| Bone marrow | 2.0×10^2 | 1.26×10^2 | 1.38×10^2 | 8.8×10 | 1.11×10^2 | 2.7×10^2 | 8.0×10 | 1.41×10^2 |
| Brain | 3.2×10^3 | 2.2×10^3 | 2.2×10^3 | 1.82×10^3 | 1.59×10^3 | 5.8×10^3 | 7.2×10^2 | 2.5×10^3 |
| Sublingual gland | 2.6×10^2 | 1.50×10^2 | 1.09×10^2 | 9.2×10 | 1.56×10^2 | 1.30×10^2 | 1.98×10^2 | 1.45×10^2 |
| Thyroid | 1.68×10^2 | 1.00×10^2 | 7.8×10 | 5.9×10 | 9.6×10 | 9.8×10 | 1.15×10^2 | 9.6×10^2 |
| Breast | 2.4×10 | 2.8×10 | 7.2 | 9.3 | 2.0×10 | 1.78×10 | 1.11×10 | 1.52×10 |
| Stomach | 5.8 | 5.5 | 3.1 | 1.8 | 5.4 | 3.4 | 3.5 | 3.8 |
| Lung (right) | 3.0×10 | 2.3×10 | 1.46×10 | 1.10×10 | 2.4×10 | 1.55×10 | 1.43×10 | |
| (left) | 3.0×10 | 2.6×10 | 1.35×10 | 1.01×10 | 2.1×10 | 1.24×10 | 1.44×10 | 1.79×10 |
| Liver | 6.4 | 5.8 | 3.6 | 2.4 | 5.8 | 4.2 | 3.3 | 4.3 |
| Upper L. intestine | < 0.3 | < 0.3 | 0.62 | < 0.3 | 0.88 | 1.08 | 0.42 | |
| Lower L. intestine | < 0.3 | < 0.3 | 0.47 | < 0.3 | 0.66 | 0.94 | 0.61 | 0.56 |
| Rectum | < 0.3 | < 0.3 | 0.38 | < 0.3 | 0.48 | 0.59 | < 0.3 | 0.49 |
| Eye (right) (rad) | 2.3 | 1.51 | 1.03 | 2.0 | 3.8 | 5.8 | 1.73 | 2.8 |
| T.L.D. | 170A | 170A | 170A | 170A | MSO-S | MSO-S | 170A | |

* 4 scans

** 5 scans every 1.5cm downward from OM line and 3cm, 6cm and 7cm upward from OM line

*** average doses per examination

Table 5 Absorbed doses in organs or tissues from upper abdominal scanning. (mrad)

| Organs | E | F | G | Average* |
|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| Ovary (right) | 1.80×10 | 1.55×10 | 1.05×10 | |
| (left) | 2.1×10 | 1.70×10 | 1.15×10 | 1.78×10 |
| Testes | 1.80×10 | 1.77×10 | 3.8 | 1.65×10 |
| Bone marrow | 1.17×10^2 | 2.6×10^2 | 2.6×10^2 | 1.74×10^2 |
| Brain | 6.0 | 7.1 | 2.6 | 6.0 |
| Sublingual gland | 5.4×10 | 3.3×10 | 2.6×10 | 4.5×10 |
| Thyroid | 6.7×10 | 3.7×10 | 3.4×10 | 5.4×10 |
| Breast (left) | 1.80×10^3 | 7.2×10^2 | 1.78×10^3 | 1.48×10^3 |
| Stomach | 7.8×10^2 | 7.2×10^2 | 6.6×10^2 | 7.6×10^2 |
| Lung (right) | 4.8×10^2 | 6.9×10^2 | 1.32×10^3 | |
| (left) | 5.6×10^2 | 9.2×10^2 | 1.34×10^3 | 6.8×10^2 |
| Liver | 4.7×10^2 | 7.6×10^2 | 6.8×10^2 | 5.8×10^2 |
| Upper L. intestine | 2.9×10 | 2.2×10 | 1.49×10 | |
| Lower L. intestine | 3.2×10 | 2.1×10 | 1.59×10 | 2.6×10 |
| Rectum | 1.74×10 | 1.62×10 | 9.0 | 1.62×10 |
| Eye (right) | 1.70×10 | 1.58×10 | 4.7 | 1.54×10 |
| T.L.D. | 110S | 110S | 110S | |

* Average dose per examination

Table 6 Absorbed doses in organs or tissues from lower abdominal scanning. (mrad)

| Organs | E | F | G | Average* |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Ovary (right) | 5.1×10^2 | 1.35×10^3 | 1.43×10^3 | |
| (left) | 7.0×10^2 | 1.59×10^3 | 1.46×10^3 | 9.5×10^2 |
| Testes | 1.80×10^2 | 1.64×10^2 | 1.76×10^2 | 1.75×10^2 |
| Bone marrow | 1.44×10^2 | 4.2×10^2 | 4.4×10^2 | 2.6×10^2 |
| Brain | 0.39 | 0.89 | 1.31 | 0.63 |
| Sublingual gland | 2.2 | 8.1 | 3.6 | 4.1 |
| Thyroid | 2.3 | 8.4 | 4.0 | 4.3 |
| Breast | 1.88×10 | 2.5×10 | 2.1×10 | 2.1×10 |
| Stomach | 4.5×10 | 3.8×10 | 5.1×10 | 4.3×10 |
| Lung (right) | 7.8 | 1.52×10 | 1.88×10 | |
| (left) | 9.1 | 1.46×10 | 1.65×10 | 1.13×10 |
| Liver | 3.7×10 | 3.8×10 | 4.4×10 | 3.8×10 |
| Upper L. intestine | 8.3×10^2 | 1.58×10^3 | 1.84×10^3 | |
| Lower L. intestine | 9.6×10^2 | 1.78×10^3 | 1.56×10^3 | 1.21×10^3 |
| Rectum | 5.6×10^2 | 1.46×10^3 | 1.48×10^3 | 9.2×10^2 |
| Eye (right) | 2.1 | 3.4 | 2.2 | 2.5 |
| T.L.D. | 110 S | 110 S | 110 S | |

* Average dose per examination

Table 7 Weighting factor used for the determination of average organ or tissue doses.

| Type of CT units | Head scanning | | Body scanning | |
|------------------|---------------|--------|---------------|--------|
| | ratio* | w.f.** | ratio* | w.f.** |
| A | 0.066 | 0.160 | | |
| B | 0.006 | 0.015 | | |
| C | 0.062 | 0.152 | | |
| D | 0.114 | 0.279 | | |
| E | 0.096 | 0.235 | 0.25 | 0.60 |
| F | 0.048 | 0.117 | 0.13 | 0.30 |
| G | 0.017 | 0.042 | 0.04 | 0.10 |
| Total | 0.409 | 1.000 | 0.42 | 1.00 |

* ratio ; Fraction of the number of CT units to the total number of CT units in Japan on October 1979.

** w.f. ; Weighting factor

定誤差範囲内と考えて無視した。

ハ) 体表面の線量

結果の一例として頭部スキャンおよび上腹部スキャン時の表面線量を Fig. 1, 2 に示した。A 装置のみは 1cm 間隔で測定した。

5. 考 察

1) ガントリー開口部中心での線量は Table 3 第4列に示したように全身用装置において機種間の差が著しい。管球、検出器等の幾何学的位置関係、撮影条件は Table 1, 2 から明らかなように各機種によりかなり異なる。よって線量は、管電圧の二乗、管電流、曝射時間、および距離の逆二乗に比例するとして、管電圧、管電流、スキャン時間、焦点-測定器間距離を一定に正規化して比較した。その結果は Table 3 の5列目に示すように頭部用装置、全身用装置のそれぞれの標準化した線量はほぼ同程度であったが、頭部用装置と全身用装置間では約5倍前後の違いがあった。これはスキャン角度、ビーム角度その他の頭部用 CT と全身用 CT との装置条件の違いによると思われる。

2) 頭部スキャン時の臓器、組織の線量では

計算した。活性骨髄は骨梁間に分布しているため、平均原子番号の高い骨梁からの二次電子の影響により骨髄は4%程度の超過線量を受けることが知られている⁷⁾。しかし今回は測定器に TLD 素子を用いていることから、この程度の影響は測

Table 4 に示したように利用線の影響する脳、水晶体、表面で各装置間の差が著しい。装置Bでの線量がスキャン数4であるのに他の機種での8スキャンでの線量とあまり変わらないのは線質、焦点の大きさなどが影響しているものと思われる。頭部スキャンでは頭部側面から後頭部へX線を曝射する方法が多いが、装置Eでは前頭部から側面へかけてX線を曝射しているため、水晶体での線量が他の装置での場合に比べて大きい。ガントリー開口部中心での線量は装置Fで最も大きかったが、水晶体や脳での線量にも同様の傾向がみられた。

3) 上腹部スキャンにおいて、8スキャンをする間に利用線が当る臓器、組織は乳房と肺の一部であった。Table 5 で装置Eの乳房(左)の線量が他の臓器、組織線量とのバランスにおいて他の装置でのそれと比べて大きいのはスキャン角度によるものである。装置FとGを比べるとガントリー開口部中心での空中線量はFの方が大きいが、利用線束内の臓器、組織線量ではGの方が大きくなっている。これはFとGの実効エネルギーがそれぞれ37KeV, 65KeV であることにより、組織中の軟線部分の吸収の違いによるものと思われる。

利用線束外の臓器、組織では線量に、機種による大きな差はないが、装置Gでは利用線束内の臓器・組織線量は高いが、利用線束外では急に少くなることが、他の装置に比べて著しい。

4) 下腹部スキャン時の測定結果はTable 6 に示したように他の部位のスキャンの場合に比べ、骨髄線量がかなり多くなっている。これは下腹部に赤色骨髄が多く分布しているからである。

装置Fでは、上腹部と下腹部スキャンの際X線パルス幅をそれぞれ1.7msec および2.2msec と変える。よってパルス幅が下腹部スキャン時の方が上腹部スキャン時より長いため上腹部スキャンの場合より、臓器・組織線量は全体的に下腹部スキャンの場合の方が高くなる傾向をもつ。

5) Table 3~5 の各々最後の欄に1979年10月末に日本全国に普及していたCT機種の普及率による重み(Table 7) づけをした平均線量を示し

た。McCullough⁹⁾ らのEMI-5005 (140KVp, 28mA) での生殖腺線量の報告では1スキャン当たり約0.05mrad, 古賀ら⁹⁾は CT-H250 で1スキャン当たり0.2~0.3mrad と報告している。それぞれのCT 装置の使用条件の違いなどを考慮すればほぼ同程度の結果と考えられる。すなわち、現在最も普及している第2、第3世代のCT 装置による頭部検査では一般的な一検査(OM 線から頭頂方向へ8断面)で生殖腺の被曝線量は男女共平均的に約0.4mrad, と推定される。一般の頭部X線検査における生殖腺の被曝線量は、橋詰¹⁰⁾ら、古賀¹¹⁾によれば1枚撮影当たり男性で0.01~0.04mrad, 女性で0.03~0.07mrad であり、一検査での平均撮影枚数は3枚である。よって一検査当たりの生殖腺の被曝線量はCT 検査による方が一般のX線検査によるより3~5倍程度大きい。

6) 全身用 CT 装置での上・下腹部スキャン時の臓器・組織線量はいくつか報告¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾されているが、報告にかなりのバラツキがある。このバラツキは全身用、特に第3世代以降の装置では使用条件のいくつかを使用者が一定の範囲内で選択出来ることにより各報告での装置条件、測定条件が一定でないためと考えられる。今回の我々の測定でも臓器・組織によっては線量に機種間で数倍の差のあるものがあった。

7) 下腹部スキャン時の生殖腺および骨髄線量の、CT 機種別普及率の加重平均は生殖腺線量が男性175mrad、女性948mrad であり、骨髄線量は男女共257mrad であった。一般のX線検査における骨髄撮影では1枚撮影当たりの生殖腺線量は男性48mrad、女性144mrad、骨髄線量は男女とも30mrad であり、一検査当たりの平均撮影枚数は1.7枚である¹⁵⁾。従って下腹部8スキャンを一検査とすれば、この一検査の方が一般X線骨盤検査によるよりも生殖腺線量、骨髄線量とも3~5倍ほど高い。また腹部CT 検査での一検査当たりのスキャン回数はエンハンス数も含めて15回以上まで増加の傾向¹¹⁾¹⁶⁾にある。

8) 表面線量はFig. 1 およびFig. 2 でも明らかなように、スキャン角度から予想される結果を

得た。全身用 CT 装置の360°スキャンで、Fig. 2 のようにゆがんだ円形となるのは、ランドファントムの上腹部の形にもよるが、CT 装置のX線ビームの発射および停止のタイミングに影響されるものと思われる。

6. 結論

頭部用 4 機種および全身用 3 機種の CT 装置でのスキャン時の被曝線量を、確率的および非確率的影響に関係する臓器、組織について測定した。

1) 機種間の出力の比較のためにガントリー開口部中心で測定した照射線量は全身用 CT 装置で機種間の差が大きかった。

2) 利用線束外に位置する臓器、組織のスキャン時の線量は機種の違いによる差はあまりないが、利用線束内の臓器・組織線量では機種間で数倍の差があった。

3) CT 検査によるリスクの推定のため、測定に使用した機種の全国の普及率で重みづけした CT スキャン時の臓器・組織の平均線量は、生殖腺線量で頭部 1 検査当り、男性で 0.38mrad (3.8 μGy)、女性で 0.43mrad (4.3 μGy) 上腹部 1 検査 (8 スキャン) 当り、男性 16.5mrad (0.165 mGy)、女性 17.8mrad (0.178mGy) および、下腹部 1 検査 (8 スキャン) 当り、男性 175mrad (1.75mGy)、女性 948mrad (9.48mGy) であった。また骨髄線量は男女共、頭部 1 検査当り、168mrad (1.68mGy)、上腹部 1 検査当り 175mrad (1.75mGy)、および、下腹部 1 検査当り 257mrad (2.57mGy) であった。

他の臓器、組織線量についても CT 機種による普及率の加重平均を求めた。

本稿を終るにあたり、実験に御援助頂いた日大板橋病院、同駿河台病院、青梅市立総合病院、東芝中央病院の放射線科の皆様、日立メディコ研究開発センターおよび、東芝メディカル CT 技術部の皆様に深く感謝致します。また実験に御協力頂いた杏林大病院放射線科の吉田隆、伊藤博美、鯉川行雄の各氏に感謝いたします。

参考文献

- 1) 西沢かな枝、岩田猛男、古屋儀郎、丸山隆司、橋詰雅：CT によるリスクの推定 (1979)。第 1 報 スキャン回数および件数。日本医学会誌, 41 : 45—49, 1981
- 2) 都丸楨三：CaSO₄ と BeO 熱ルミネッセンス線量計素子の特性と線量測定への応用。日本医学会誌, 36 : 808—825, 1976
- 3) ICRP: Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication 26, Oxford, 1977
- 4) Gambarelli, J., Gurin, G., Chelvot, L. and Mattei, M.: Computerized axial tomography, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 1977
- 5) 西沢かな枝、岩田猛男、古屋儀郎、丸山隆司、橋詰雅：EMI 5005 による生殖腺、甲状腺、水晶体および骨髄線量の測定。日本医学会誌, 39 : 528—535, 1979
- 6) ICRU Report 23: Measurement of absorbed dose in a phantom irradiated by a single beam of X- or gamma-rays, International Commission of Radiation Units and Measurements, Washington, D.C., 1979
- 7) 橋詰 雅、加藤義雄、丸山隆司、白貝彰宏、丸山静雄、滝沢正臣：診断用 X 線による骨髄線量の推定。日本医学会誌, 24 : 1087—1093, 1964
- 8) Edwin, C., McCullough, Ph.D., and Thomas, J. Payne, Ph.D.: Patient dosage in computed tomography. Radiology, 129: 457—463, 1978
- 9) 古賀佑彦、山本千秋、沢田武司、鈴木昇一：CT の被曝線量—CT-H 250 の被曝を中心にして—。臨放, 21 : 1073—1076, 1976
- 10) 丸山隆司、橋詰 雅：日本における医療被曝の現状。第10回放医研シンポジウム、医療被曝とその対策。報文集, 31—69, 1979
- 11) 古賀佑彦、山本千秋、田宮 正：X 線診断の際の患者被曝、臨放, 17 : 122—129, 1972
- 12) 吉沢康雄、草間朋子、田原隆志、河村直樹、後藤 順、坂本裕彦、柴田 宏、竹下達也、中嶋豊、西本育夫、久田哲哉：全身 CT スキャンの正当性について—利用の現状と放射線被曝に伴うリスク—。日本医事新報, No. 2905 : 24—27, 1979
- 13) Yalcintas, M.G. and Nalcioglu, O.: A method for dose determination in computerized tomography. Health Phys., 37: 543—548, 1979
- 14) 多田 明：Whole body CT に関する研究。第 1 報、追加フィルターの被曝線量、画像精度に及ぼす影響。日本医学会誌, 38 : 1129—1135, 1978
- 15) 橋詰 雅、丸山隆司、野田 豊、岩井一男、館野之男、西沢かな枝：診療放射線によるリスクの推定。第 3 報、X 線診断による個人のリスク。日本医学会誌、投稿中
- 16) 桑川 順：CT 医療の現状 (1979年アンケート報告)。映像情報 (M), 11 : 1014—1023, 1979