

## 原 著

## 群馬県民の CT 検査による医療被ばく線量の推定

中村 潤平<sup>1</sup>, 鏑田 和真<sup>1</sup>, 新井 啓祐<sup>1</sup>, 関 優子<sup>1</sup>, 入内島明子<sup>1</sup>, 茂木 直<sup>1</sup>,  
武井 宏行<sup>1</sup>, 須藤 高行<sup>1</sup>, 大竹 英則<sup>2</sup>, 遠藤 啓吾<sup>3</sup>, 対馬 義人<sup>2</sup>

1 群馬県前橋市昭和町 3-39-15 群馬大学医学部附属病院放射線部

2 群馬県前橋市昭和町 3-39-22 群馬大学大学院医学系研究科放射線診断核医学

3 京都府南丹市園部町小山東町今北 1-3 京都医療科学大学

## 要 旨

**【目的】** 群馬県民の CT 検査による平均実効線量を求めることによって、県民ひとりあたりの年間被ばく線量を推算する。

**【方法】** 群馬県内 95 施設から、2016 年 7 月の特定の 2 週間に CT 検査を受けた患者の年齢、性別、撮影部位、dose-length product (DLP) のデータを収集した。

**【結果】** 10 歳以上のデータ 12,878 件 (男性 7,014 ; 女性 5,864 件) を用いることとした (年齢 66.9+/-17.5 歳, 10-104 歳)。実効線量は、頭部 2.4 mSv (2,664 件)、胸部 9.3 mSv (2,192 件)、胸腹部 19.9 mSv (3,906 件)、腹部 16.5 mSv (1,611 件)、冠動脈 CT (retrospective) 14.5 mSv (144 件)、冠動脈 CT (prospective) 8.6 mSv (129 件)、肝臓ダイナミック 34.2 mSv (749 件)、全体の平均は 13.5 mSv であった。厚生労働省からの National Data Base (2016 年 4 月から 2017 年 3 月まで) によれば、群馬県では年間約 43 万件の CT 検査が行われているので、県民ひとり当たりの CT 検査による年間の実効線量は 2.95 mSv となる。

**【結論】** CT1 回当たりの実効線量は 13.5 mSv と推算された。群馬県民ひとりあたりの年間実効線量は 2.95 mSv と推算され、2000 年の推算値 2.3 mSv と比較して約 28% の増加であった。

## 文献情報

## キーワード :

CT,  
実効線量,  
被ばく線量,  
DLP

## 投稿履歴 :

受付 令和 2 年 10 月 22 日  
修正 令和 2 年 11 月 9 日  
採択 令和 2 年 12 月 3 日

## 論文別刷請求先 :

中村潤平  
〒371-8511 群馬県前橋市昭和町3-39-15  
群馬大学医学部附属病院放射線部  
電話 : 027-220-8616  
E-mail: j-naka@gunma-u.ac.jp

## 緒言

現代医療において、エックス線 computed tomography (CT) 検査は正確な診断、適格な治療のために不可欠であるが、先進国では CT による被ばくが国民の受ける放射線被ばくの最も大きな原因であるという。<sup>1,2</sup> 2016 年には国内で年間約 3 千万件の CT 検査が実施されており、件数は毎年増加している。<sup>3</sup>

日本国民が CT によって受ける被ばく線量は、2000 年の全国アンケート調査によって求められた数値が政府発表の公式資料として用いられており、平均 2.3 mSv とされている。<sup>4</sup> しかし、その数値はその後目覚ましい CT 装置の発展、医療の進歩を反映したものではない。

群馬県では 2005 年から毎年、群馬大学が中心となって県内の CT 検査の実態調査を行っている。その推移を見ると、CT 検査による患者被ばく線量は毎年低下傾向にある。また厚生労働省は、2016 年からわが国の医療統計資料として National Data Base (NDB) を公表している。これは診療報酬のデータを用いたものであるが、年齢別、都道府県別の検査件数が含まれている。<sup>5</sup>

群馬県は地理的に日本の中心に位置しており、経済状態なども日本全体の平均に近いとされている。<sup>6</sup> すでに群馬県の CT 検査の被ばくデータから日本全体の CT 検査によ

る放射線被ばく線量を推定した報告がなされているが、<sup>6</sup> 本研究では NDB によるデータを参照することによって調査の精度を高め、CT 検査による実効線量を計算するとともに、群馬県民ひとりあたりの CT 検査による年間実効線量の推算を試みた。

**対象と方法**

群馬県内の全ての病院、診療所を調査対象とし、調査への参加の同意を得た 95 施設において 2016 年 7 月の特定の 2 週間に行われた CT 検査 12,878 件を対象とした。この CT 検査件数は NDB に記載されている群馬県内で行われた一年間の CT 検査件数 430,122 件の約 70% をカバーしていることになる。調査では、検査ごとの患者の年齢、性別、撮影部位、dose length product (DLP) 値 (CT 装置の表示値) の報告を求めた。撮影部位は、頭部、胸部、胸腹部、腹部、冠動脈、肝臓ダイナミック、頸部、脊椎、頭部 3D-CT angiography (3D-CTA)、その他に分類した。

実効線量は、DLP から次式を用いて推定した。<sup>7</sup>

$$DLP \times k = \text{実効線量} \quad k: \text{実効線量換算係数}$$

計算に用いた実効線量換算係数 k を Table 1 に示す。<sup>8</sup> 胸腹部の実効線量換算係数は胴体 0.015 を用いた。取得したデータより総被ばく線量、CT 検査 1 件あたりの実効線量を求めるとともに、NDB による日本全体と群馬県における CT 検査数と人口から、県民ひとりあたりの CT 検査における年間の実効線量を推算した。本研究は、群馬大学医学部倫理委員会の許可を得て実施した。

Table 1 ICRP102 実効線量換算係数 (k)

身体領域	k (mSv · mGy <sup>-1</sup> · cm <sup>-1</sup> ) (10 歳以上)
頭部および頸部	0.0031
頭部	0.0021
頸部	0.0059
胸部	0.014
腹部および骨盤	0.015
胴体	0.015

ICRP : international commission on radiological protection

**結果**

9 歳以下の CT 検査数は 85 件と検査全体の 0.7% と非常に少ないため除外し、10 歳以上のデータ 12,878 件を用いることとした。男性 7,014 件、女性 5,864 件であり、患者の年齢分布を Fig. 1 に示す (66.9 ± 17.5 歳, mean ± SD ; range, 10–104 歳)。撮影部位の内訳を Fig. 2 に示す。

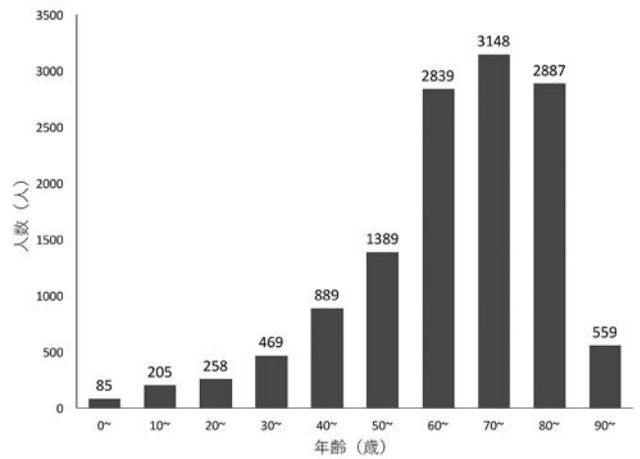


Fig. 1 患者の年齢分布  
CT 検査を受けた患者年齢を 10 歳代ごとに区分

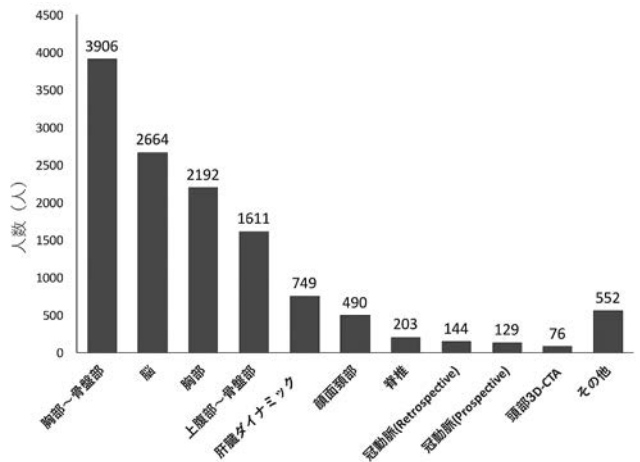


Fig. 2 CT 検査の内訳  
CT 検査の部位毎の検査割合

**1) 部位別 DLP と実効線量**

部位別 DLP と実効線量の結果を Table 2 示す。いずれも肝臓ダイナミック検査が最も高い値を示した。頭部 CT の DLP は 3 番目に高かったが、実効線量は一番低かった。

**2) CT 検査 1 件あたりの実効線量**

撮影範囲、DLP の未記入など解析に必要な項目に不備のあったデータ 438 件を除去し、残り 12,440 件の CT 検査を算出に用いた。CT 検査 1 件当たりの実効線量は 13.5 mSv と計算された。

**3) 群馬県民ひとり当たりの CT 検査による実効線量**

CT 検査 1 件当たりの実効線量 13.5 mSv に NDB による CT 総検査数 43 万件を乗じ、群馬県民の人口 197 万人で除して、群馬県民ひとり当たりの CT 検査による年間実効線量を算出したところ 2.95 mSv となった。

Table 2 部位別の実効線量とDLP

撮影部位	実効線量 (mSv)	DLP (mGy · cm)
	Mean ± SD (上段)	Rang (下段)
	Range (下段)	Mean ± SD (上段)
頭部	2.4±0.6	1,166.1±289.4
	1.3-4.2	603.3-1,987.7
胸部	9.3±5.2	663.4±370.3
	1.5-30.8	104-2,198.8
胸部～骨盤部	19.8±11.3	1,323.3±752.7
	4.5-59.9	300.2-3,991.6
上腹部～骨盤部	16.5±9.9	1,101.4±662.7
	2.3-53.4	152.8-3,560.6
冠動脈 (Retrospective)	8.6±8.2	611.4±584.1
	0.9-41.3	64-2,951.2
冠動脈 (Prospective)	14.5±11.8	1,037.6±843.6
	1.4-69.6	99-4,968.9
肝臓ダイナミック	34.2±17.3	2,277.7±1,151.8
	10.6-88.9	703.6-5,923.6

SD : standard deviation

DLP : dose-length product

## 考察

今回の調査結果では、DLPと実効線量ともに肝臓ダイナミックCT検査が最も高かった。肝臓ダイナミックCT検査では他部位よりも1検査当たりの撮影回数が多く、また肝実質と腫瘍のCT値の差が小さい腫瘍性病変を観察するために比較的高線量で撮影することが一般的であって、そのため実効線量も高くなったものと考えられる。逐次近似応用再構成法などの技術を使用して被ばく線量を低減する努力が特に必要な検査であろう。

頭部CTでは、DLPは高かったが実効線量は2.4 mSvと最も低かった。頭部CTは脳梗塞の所見である皮髄境界判別のためノイズの少ない画像が必要である。そのため一般に体幹部より撮影線量が高い傾向にあるが、リスク臓器が周囲に少ないので実効線量換算係数が0.0021と小さく、実効線量としては低く計算される。頭部CTは経過観察などのために検査回数が多くなりがちであることには注意が必要である。

群馬県民ひとり当たりのCT検査による年間実効線量は2.95 mSvと推算された。これはおおむね日本国民ひとり当たりの値と考えてよいであろう。放射線医学総合研究所(現国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構)が全国の診療施設を対象として行った放射線診療の実態調査では、2000年にわが国で1年間に行われたCT検査件数を3,655万件と推定し、CTによる国民線量を2.3 mSvと報告している。<sup>4</sup>その後、放射線診療の全国実態調査は行われておらず、政府発表の資料でもわが国のCTによる医療被ばく線量を2.3 mSv、単純X線による医療被ばく線量を1.47 mSv、その他を合わせた医療被ばくは年間3.87 mSvで、自然放射線による被ばく2.1 mSvと合算して、国民ひとり当たりの放射線被ばく線量を5.98 mSvとしているのみである。<sup>9</sup>今回

の調査結果は、従来のCTによる実効線量と比較して約28%の増加となっている。技術進歩によってCTの線量は低下傾向であるはずであるにもかかわらず実効線量が増加している原因は、高出力が可能なX線管球の登場による撮影の広範囲化、撮影の多時相化などが考えられる。ひとりあたりの被ばく線量は診断に必要な最低限の撮影範囲、撮影時相に設定することで技術的に低下させることが可能であるはずである。

今回の研究にはいくつかの限界がある。厚生労働省から発表されるNDBは診療報酬のデータに基づいており、保険診療でない健診や人間ドックで行われたCTは含まれていない。また年間100万件程度に達するPET/CTやSPECT/CTによるCTも含まれていない。これらを勘案すれば、わずかではあるが、国民ひとりあたりの線量は増加することとなる。次に、今回用いたDLPに実効線量換算係数(k)を乗じて実効線量を推定する方法は簡便であるが、実測値と比較して20%程度の誤差があることが報告されている。<sup>7</sup>とくに胸部においては過少評価される可能性が示唆されている。<sup>7</sup>第3に、9歳以下の小児のデータが全体の0.7%と少なく除外したため、9歳以下の被ばく線量については未推定で、今後の研究課題である。

## 結論

CT検査1回当たりの実効線量は13.5 mSv、群馬県民ひとり当たりの年間実効線量は2.95 mSvと推算された。2000年に調査された推算値2.3 mSvと比較して、約28%の増加であった。

## 謝辞

本研究にあたり群馬県内の以下の主要な施設の協力を得た。

伊勢崎市民病院、SUBARU健康保険組合太田記念病院、公立富岡総合病院、独立行政法人国立病院機構高崎総合医療センター、群馬県立小児医療センター、JCHO群馬中央病院、医療法人社団千栄会高瀬クリニック、原町赤十字病院、前橋済生会病院、前橋赤十字病院、桐生厚生総合病院、公立館林厚生病院、群馬県立がんセンター

## 参考文献

- 市川龍資. 日本の国民線量—特に外国との比較—. RADIO-ISOTOPES 2013・62: 927-938.
- NCRP Report No.160. Ionizing Radiation Exposure of the Population of the United States 2009.
- CT検査による医療被ばくの低減に関する提言. 日本学術会議 2017; P4.
- 西澤かな枝, 松本雅紀, 岩井一男ら. CT検査件数及びCT検査による集団実効線量の推定. 日本医学放射線学会雑誌

- 2004; 64: 151-158.
5. NDB オープンデータ. 厚生労働省. (最終閲覧日: 2020 年 11 月 4 日) <https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000177182.html>
  6. Tsushima Y, Takahashi T A, Takei H, et al. Radiation exposure from CT examinations in Japan. *BMC Med Imag* 2010; 10: 2.
  7. 小林正尚, 大塚智子, 鈴木昇一. DLP—実効線量換算係数の精度評価と問題点の検討. *日本放射線技術学会雑誌* 2013; 69: 19-27.
  8. ICRP 2007 recommendations of the international commission on radiological protection (publication 102). *Ann ICRP* 2007; 37: 73-79.
  9. 生活環境放射線編集委員会. 新版 生活環境放射線 (国民線量の算定). 原子力安全研究協会 2011; 166.

## Estimation of Medical Exposure Dose from CT Examinations to Residents of Gunma Prefecture

Junpei Nakamura<sup>1</sup>, Kazuma Yarita<sup>1</sup>, Keisuke Arai<sup>1</sup>, Yuko Seki<sup>1</sup>, Akiko Iriuchijima<sup>1</sup>, Nao Mogi<sup>1</sup>, Hiroyuki Takei<sup>1</sup>, Takayuki Suto<sup>1</sup>, Hidenori Otake<sup>2</sup>, Keigo Endo<sup>3</sup> and Yoshito Tsushima<sup>2</sup>

1 Department of Radiology, Gunma University Hospital, 3-39-15 Showa-machi, Maebashi, Gunma 371-8511, Japan

2 Department of Diagnostic Radiology and Nuclear Medicine, Gunma University Graduate School of Medicine, 3-39-22 Showa-machi, Maebashi, Gunma 371-8511, Japan

3 Kyoto College of Medical Science, 1-3 Imakita, Oyamahigashi-machi, Sonobe-cho, Nantan, Kyoto 622-0041, Japan

### Abstract

**Purpose:** To estimate the annual effective dose per person in Gunma Prefecture by calculating average effective dose from computed tomography (CT) examinations in the area.

**Methods:** We collected data on age, gender, anatomical region, and dose-length product (DLP) on patients who underwent CT examinations during a specific two-week period in July 2016 from 95 facilities in Gunma Prefecture.

**Result:** We used data from 12,878 (7,014 males; 5,864 females) CT examinations on patients 10 years old and older (age 66.9+/-17.5 years, 10-104 years). The effective doses were 2.4 mSv for head examinations (2,664 cases), 9.3 mSv for chest examinations (2,192 cases), 19.9 mSv for chest and abdomen examinations (3,906 cases), 16.5 mSv for abdomen examinations (1,611 cases), 14.5 mSv for coronary artery CT examinations (retrospective) (144 cases), 8.6 mSv for coronary artery CT examinations (prospective) (129 cases), 34.2 mSv for dynamic liver examinations (749 cases), with an average of 13.5 mSv overall. According to the National Database (from April, 2016 to March, 2017) of the Ministry of Health, Labour and Welfare, the annual number of CT examinations in Gunma prefecture was 430,000; thus the annual effective dose by CT examination per resident was calculated as 2.95 mSv.

**Conclusion:** The effective dose per CT examination was 13.5 mSv. The annual effective dose per resident increased by about 28% from that of 2.3 mSv in 2000.

### Key words:

computed tomography (CT),  
effective dose,  
radiation exposure dose,  
dose-length product (DLP)