

原 著

群馬県における単純 X 線撮影の実態調査および被ばく線量の推定

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

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】群馬県における単純 X 線撮影の実態調査を行い，県民の受ける被ばく線量を推定する。

【方 法】群馬県内主要 14 施設を対象として，2018 年 7 月 1 日から 7 月 31 日の 1 か月間について単純 X 線撮影の実態調査を行った。調査項目は撮影部位ごとの検査件数と撮影回数とした。被ばく線量の推定は，撮影部位ごと 1 回の撮影における実効線量を推定し，検査件数と撮影回数から集団実効線量を求めた。

【結 果】調査期間中 1 か月間の総検査件数は 51,771 件だった。部位別では胸部 X 線撮影が最も多く 31,338 件，次いで腹部 X 線撮影が多く 8,523 件となった。総集団実効線量は 31.52 人・Sv であり，部位別では腹部 X 線撮影による線量が最も多く 16.0 人・Sv であった。群馬県民ひとり当たりの年間被ばく線量は 0.74 mSv と推定された。

【結 論】群馬県における単純 X 線撮影による集団実効線量は 31.52 人・Sv であり，群馬県民ひとり当たりの単純 X 線撮影による 1 年間の被ばく線量は，0.74 mSv と推定された。

文献情報

キーワード：

単純 X 線撮影

被ばく線量

論文別刷請求先：

投稿履歴：

受付 令和 2 年 10 月 20 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：

鍵田和真

〒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: k.yarita@gunma-u.ac.jp

緒言

単純 X 線撮影を受けた際に患者の受ける放射線被ばく線量は，胸部 X 線撮影 1 回当たりで 0.06 mSv とされている¹。しかし撮影部位，撮影方向，使用する X 線撮影装置，撮影条件等により，患者の被ばく線量は大きく異なる。丸山らは 1996 年に，撮影部位ごとの実効線量を報告し，単純 X 線撮影，胃透視や血管撮影を含んだ X 線診断による国民の被ばく線量は年間 1.47 mSv² としており，現在もこの数値が政府発表の公式資料³ として使われている。

しかし X 線撮影装置や医療技術の進歩は目覚ましい。当時はアナログ撮影が主流だったが，現在は 97% がデジタル撮影となっている。⁴ 新しい X 線撮影装置や撮影条件による患者の被ばく線量，特に単純 X 線撮影による集団実効線量を調査した報告はほとんどない。

2015 年 6 月にはわが国から初めて診断参考レベル (Diagnostic Reference Levels : DRLs 2015) が発表された。また 2016 年より厚生労働省からレセプト情報・特定健診等情報データベース (National Data Base of Health Insurance Claims and Specific Health Checkups of Japan : NDB) が毎年公表されるようになり，都道府県別・年齢別に保険診療の実態を正確に知ることが出来るようになった。NDB によると 2016 年度にはわが国で，小児も含め 1 億 2 千 6 百万件の単純 X 線撮影が実施されており，⁴ 平均すると国民ひとりが毎年 1 回単純 X 線撮影を受けている計算になる。

群馬県の年齢別の人口構成や経済状態は日本全体のそれと類似しており、群馬県におけるデータから日本国民の医療被ばく線量を推定することが可能と考えられる。先行研究では群馬県の Computed tomography (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。⁵ そこで群馬県内における単純 X 線撮影の実態を調査し、単純 X 線撮影によって患者の受ける被ばく線量から県民の集団実効線量を推定したので報告する。なお本調査では肺がん検診、乳がん検診、胃がん検診などの検診業務、および血管撮影や X 線透視撮影は含んでいない。

1. 方法

1-1 実態調査

群馬県内の単純 X 線撮影の実態を知るため、県内の主要 14 施設を対象として、2018 年 7 月 1 日から 7 月 31 日の 1 か月間調査を行った。

調査項目は胸部、腹部、頸椎、胸椎、全脊椎、頭部、骨盤、上肢骨、下肢骨、肩関節、膝関節、マンモグラフィの撮影部位ごとの単純 X 線撮影検査件数と撮影回数とした。検査件数は部位ごとの延べ人数とした。例えば一人の患者が胸部と腹部を撮影した場合、胸部 1 件、腹部 1 件とした。同一部位の撮影では、撮影方向の数に関わらず、検査件数は 1 件とし、胸部 2 方向撮影（正面・側面）の場合でも胸部 1 件とした。検査件数は患者の年齢で、0 歳から 14 歳を小児として分けることとした。

撮影回数については、撮影部位ごとに 1 検査あたりで何方向の撮影の頻度が最も多いかを調べ、それをもって撮影回数とした。例えば頸椎撮影では正面のみ、正面・側面の 2 方向、4 方向、6 方向などの依頼がなされる。しかし正面・側面の 2 方向の検査頻度が最も多ければ、その施設の頸椎撮影は 2 回撮影と回答してもらった。調査にあたっては調査の精度を高めるために各施設の責任者に集まってもらい、集計方法を説明し統一した。

なお本研究は、群馬大学医学部倫理委員会の許可を得て実施した（承認番号 HS2017-074）。

1-2 被ばく線量の推定

被ばく線量は、実効線量として評価した。実効線量は直接測定することができないため、組織等価線量の加重和として国際放射線防護委員会（International Commission on Radiological Protection : ICRP）により定義されている。⁶ しかし本研究では酒井らの方法⁷ を参考に簡易的に実効線量を推定することとした。単純 X 線撮影では不均等被ばくとなり、被ばくした臓器・組織の割合を考慮する必要がある。まず撮影部位ごとに照射野内に、どの程度臓器・組織が含まれるかを推定した。頭部 X 線撮影を例にすると、甲状腺、脳、唾液腺は臓器全体が照射野に含まれ、骨髄が 10%程度、

皮膚が 15%程度含まれるとした。本推定では、照射野に含まれない臓器・組織は被ばくしていないと仮定した。

患者の受ける被ばく線量の計算には、DRLs 2015 で示されている数値を用いた。DRLs 2015 では単純 X 線撮影領域においては入射表面線量が採用されており、臓器・組織線量とは異なる。しかし単純 X 線撮影領域では入射表面の線量が最も高くなるため、⁸ 臓器・組織線量を過小評価することを避けることが出来ると考え、この値を用いることとした。撮影部位ごとに推定した照射野に含まれる臓器・組織の割合に、DRLs2015 の値を乗ずることで各臓器・組織の吸収線量とした。算出した吸収線量に、ICRP により与えられている組織加重係数を乗じ、各臓器・組織について合計することで実効線量とした。

また以下の式により群馬県民ひとり当たりの、単純 X 線撮影による 1 年間の実効線量 E を計算した。

$$E = \frac{E_c \cdot 12}{P \cdot R} \dots \dots \dots (1)$$

ここで E_c は撮影部位ごとに求めた 1 回撮影当たりの実効線量と、アンケート調査による検査件数および撮影回数の結果から計算された単純 X 線撮影による調査期間中の集団実効線量であり、 P は 15 歳以上の群馬県の人口である。 R は本研究の調査対象となった 14 施設の検査件数が、群馬県内の検査件数に占める割合である。NDB によると、2016 年度には外来と入院を合わせて、群馬県では約 200 万回の単純 X 線撮影が施行されていた。⁴ アンケート調査を行った県内の 14 施設における単純 X 線撮影の検査数が占める割合は、群馬県内の単純 X 線撮影検査数のほぼ 30%であった。調査期間は 1 か月間であったため、12 倍することで 1 年間に換算した。

第 3 回 NDB オープンデータ⁴ によると、0 歳から 14 歳までの検査件数は全体の 5%未満であり、DRLs 2015 は乳児股関節、乳児胸部、幼児胸部撮影についてのみの設定であった為、本研究では被ばく線量の推定は 15 歳以上を対象とした。

2. 結果

2-1 基本データ

今回の調査における 1 か月間の単純 X 線撮影の検査数を Table 1 に示す。総検査数は、乳房撮影（マンモグラフィ）1,157 件を含め 51,771 件となった。この中で胸部 X 線撮影が最も多く 31,338 件となり、総検査件数の 60%以上を占める結果となった。胸部 X 線撮影に次いで腹部 X 線撮影が多く 8,523 件となり、胸部と腹部 X 線撮影を合わせると全検査件数の約 80%を占めた。次いで上肢、下肢、腰椎、股関節、膝、マンモグラフィ撮影の順となる結果であった。

撮影部位ごとの撮影回数の調査結果を Table 2 に示す。胸部、全脊椎や骨盤撮影はすべての施設で正面のみの検査が最も頻度が多いとの回答であった。胸椎や股関節、上肢、

Table 1 単純 X 線撮における撮影部位別の検査件数と集団実効線量

部位	検査件数 (件) および総検査数に占める比率 (%)	小児検査件数 (件)	集団実効線量 (人・mSv)
胸部	31,338 (60.5)	2,896	2,395
腹部	8,523 (16.5)	691	16,046
頸椎	690 (1.3)	44	166
胸椎	292 (0.6)	5	1,014
腰椎	1,569 (3.0)	17	6,697
全脊椎	202 (0.4)	76	2,565
頭部	203 (0.4)	66	50
骨盤	366 (0.7)	10	200
股関節	1,424 (2.8)	178	1,496
上肢	2,153 (4.2)	426	7
下肢	1,722 (3.3)	404	48
肩	554 (1.1)	12	8.5
膝	1,238 (2.4)	97	4.5
マンモグラフィ	1,157 (2.2)	0	800
合計	51,771	4,922	31,519

Table 2 撮影部位別、撮影方向数の施設数

部位	施設数					
	1方向	2方向	3方向	4方向	5方向	6方向
胸部	14					
腹部	6	8				
頸椎		7		6		
胸椎	1	12				
腰椎		9		4		
全脊椎	4	7		1		
骨盤	13					
股関節	1	12				
上肢	1	12				
下肢	1	12				
肩	2	11				
膝		9	3			1
マンモグラフィ		9		3		

Table 3 単純 X 線撮影における正面撮影 1 回あたりの実効線量の比較

	部位別実効線量 (mSv)							
	胸部	腹部	頸椎	胸椎	腰椎	頭部	股関節	マンモグラフィ
本検討	0.07	1.4	0.08	1.16	1.06	0.2	0.55	0.29
丸山らの報告 ²	0.04	0.17	0.06	—	0.42	0.04	0.12	—
Mettler らの報告 ⁹	0.007-0.05	0.04-1.1	0.07-0.3	0.6-1.4	0.5-1.8	0.03-0.22	0.2-1.2	0.10-0.60

肩、膝の撮影では多くの施設が 2 方向の検査頻度が最も多いとの回答であった。

2-2 被ばく線量の推定結果

撮影部位ごとに推定した実効線量と、先行研究との被ばく線量の比較結果を Table 3 に示す。丸山らの報告² より本

研究で推定した実効線量の方が高くなった。Mettler⁹ らの報告と比較すると胸部および腹部撮影においてやや高く、他の部位では同程度であった。

検査件数および撮影回数⁹の調査結果から求めた、1 か月間の単純 X 線撮影における集団実効線量は 31.52 人・Sv と推定された。撮影部位ごとの集団実効線量は、Table 1 に示

すように腹部において最も高く 16.0 人・Sv、次いで腰椎の 6.7 人・Sv であった。胸部撮影は 2.4 人・Sv と推定された。本調査は 7 月 1 か月間の調査であり、1 年間に換算すると集団実効線量は 378.2 人・Sv となる。

群馬県内全体に換算した単純 X 線撮影による 1 年間の集団実効線量は 1,259 人・Sv となり、15 歳以上の群馬県の人口は 1,697,042 人¹⁰ なので、群馬県民ひとり当たりの実効線量は 0.74 mSv と計算された。

3. 考察

3-1 基本データ

検査件数は胸部 X 線撮影が最も多く、次いで腹部 X 線撮影となり、これらで全検査件数の 80% 以上となった。胸部と腹部 X 線撮影は、入院患者を対象とした病棟でのポータブル撮影あるいは手術室における術後の残存ガーゼの無いことを確認するため等、数多く撮影されており、他の撮影部位より撮影される頻度が多くなる。また、単純 X 線撮影は CT 撮影よりも低被ばくでありフォローアップとして撮影されることが多いと考えられる。

3-2 被ばく線量

撮影部位ごとの集団実効線量は、腹部 X 線撮影が最も高く全体の 50% 以上となり、次いで腰椎 X 線撮影だった。腹部や腰椎の X 線撮影では、照射野に含まれる臓器・組織が多く、体厚のために高線量となるので、他の部位と比較すると被ばく線量が多くなる。先行研究である丸山らの報告² や Mettler らの報告⁹ においても、腹部や腰椎の X 線撮影は他の部位より被ばく線量が高い。Table 2 において、これらの報告データと本研究との撮影部位ごとの被ばく線量の比較において、丸山らの報告より本研究で推定した実効線量の方が高くなった。Mettler らの報告と比較すると胸部および腹部撮影においてやや高く、他の部位では同程度であった。これは本研究では実効線量の推定に、DRLs2015 の入射表面線量の値を用いたので、このような結果になったと考えられる。

本研究において単純 X 線撮影による群馬県民ひとり当たりの実効線量は 1 年間で 0.74 mSv と計算された。これまで国民ひとり当たりの X 線診断による実効線量は 1.47 mSv 程度とされているが、この値には線量の多い血管撮影や胃透視も含まれているためと考えられる。胃がんなどの診断には専ら胃内視鏡検査が採用されるようになっており、胃透視検査が減少している¹¹ ことは周知である。しかし胃がん検診には現在も胃透視が行われており、今後これらの調査を追加した検討が必要である。

3-3 本研究の課題

本研究では実効線量の算出に用いる臓器・組織の線量として、入射表面線量で定義されている DRLs 2015 の値を用

いた。だが、著者らの所属する施設において、胸部、腹部や腰椎撮影の際の表面線量を実測したところ、この DRLs 2015 の数値より 50% 以上低い線量であった。DRLs 2015 の調査データでは 80% 以上が Computed radiography (CR) 装置であるが、現在は Flat panel detector (FPD) の普及が進んでおり、臨床現場では放射線診断検査の低被ばく化が更に進んでいる。今後線量を実測するなど、更なる検討が必要であり、患者の受ける被ばく線量は本報告よりもさらに低い可能性が高い。また、被ばく線量の推定において 15 歳以上を対象としたため、小児の被ばく線量については未推定である。

本研究には群馬県内の主要 14 施設が参加しており、NDB のデータと比較すると県内の単純 X 線撮影のほぼ 30% の検査をカバーしているが、残り 70% の施設が調査対象となった施設とおおむね同様の条件で撮影されているという保証はかならずしもない。また血管撮影や胃透視、胃がん検診、乳がん検診、肺がん検診や人間ドックで実施された保険診療外の検査は含まれていない。

4. 結語

群馬県内の単純 X 線撮影の実態を調査し、県民ひとり当たりの単純 X 線撮影における被ばく線量を推定した。本調査により推定した集団実効線量と群馬県の人口より、単純 X 線撮影における群馬県民ひとり当たりの年間の実効線量は 0.74 mSv と計算された。

謝辞

本研究に協力していただいた、群馬県内 14 施設の方々に深く感謝申し上げます。本研究に参加した施設（順序不同）前橋赤十字病院、富岡地域医療企業団 公立富岡総合病院、伊勢崎市民病院、群馬県立がんセンター、群馬県立小児医療センター、桐生厚生総合病院、原町赤十字病院、独立行政法人 地域医療機能推進機構 群馬中央病院、SUBARU 健康保険組合 太田記念病院、独立行政法人国立病院機構 高崎総合医療センター、群馬県済生会前橋病院、独立行政法人国立病院機構 渋川医療センター、医療法人社団千栄会 高瀬クリニック、公立館林厚生病院、群馬大学医学部附属病院

参考文献

1. 環境省大臣環境官房保健部. 放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料（平成 30 年度版）WEB 版. <http://www.env.go.jp/chemi/rhm/h30kisoshiryo.html> (last accessed 30 July 2019).
2. 丸山隆司, 岩井一男, 西沢かな枝ら. X 線診断による臓器・組織線量, 実効線量および集団実効線量. RADIOISO-

-
- TOPES 1996; 45: 761-773.
3. 厚生労働省. 第4回医療放射線の適正管理に関する検討会(資料). <https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi2/0000191786.html> (last accessed 5 November 2019).
 4. 厚生労働省. 第3回NDBオープンデータ. https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000177221_00002.html (last accessed 30 July 2019).
 5. Tsushima Y, Takahashi T A, Takei H, et al. Radiation exposure from CT examinations in Japan. *BMC Med Imag* 2010; 10: 24.
 6. ICRP Publication 60. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. *Ann ICRP* 1991.
 7. 酒井一夫, 米原英則. 医療被ばくをめぐる動向と線量の単位. *INNERVISION* 2010; 25: 42-45.
 8. 谷 匡浩, 泉川裕紀, 佐藤善晴ら. 診断領域における被ばく線量管理と評価. *日農医誌* 2016; 65: 816-822.
 9. Mettler FA Jr, Walter H, Yoshizumi TT, et al. Effective doses in radiology and diagnostic nuclear medicine: A catalog. *Radiology* 2008; 248: 254-263.
 10. 群馬県統計情報システム. 群馬県の年齢別人口. <https://toukei.pref.gunma.jp/nbj/nbj2018.html> (last accessed 30 July 2019).
 11. 厚生労働省. 第12回がん検診のあり方に関する検討会(資料3). <https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi2/0000079692.html> (last accessed 30 July 2019).

Survey of Status and Estimated Radiation Dose from Radiography in Gunma Prefecture

Kazuma Yarita¹, Junpei Nakamura¹, Keisuke Arai¹, Yuko Seki¹, Akiko Iriuchijima¹, Nao Mogi¹, Hiroyuki Takei¹, Takayuki Suto¹, Hidenori Otake², Keigo Endo³ and Yoshito Tsushima²

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

Objective: To survey the status of plain radiography in Gunma Prefecture, and estimate radiation dose to residents in this area.

Methods: We conducted a questionnaire survey in 14 hospitals in Gunma Prefecture. We asked radiology departments in these hospitals about the number of examinations by anatomical region and the number of radiographs during a one month period (from July 1 to July 31, 2018). The radiation dose was estimated from the effective dose from each radiograph, the number of examinations, and the number of radiographs. We calculated the collective effective dose from the number of examinations and the number of radiographs.

Results: The total number of examinations during the survey period was 51,771. By anatomical location, the number of chest radiographs was the highest at 31,338, followed by abdominal radiographs at 8,523. The collective effective dose was estimated to be 31.352 man Sv. Abdominal radiographs were highest, at 16.40 man Sv. Based on the collective effective dose and the population of Gunma Prefecture, the annual dose per person in Gunma was estimated to be 0.74 mSv.

Conclusions: We estimated the radiation dose in Gunma Prefecture by surveying the status of plain radiography. The annual dose per person in Gunma was estimated to be 0.74 mSv.

Key words:

Radiography,
Radiation dose
