

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年9月2日現在

機関番号：34324

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H05394

研究課題名(和文)医療被ばくによる国民線量の評価、最適化とその健康影響に関する研究

研究課題名(英文) Evaluation and optimization of radiation dose due to medical exposure and its health effects

研究代表者

遠藤 啓吾 (ENDO, KEIGO)

京都医療科学大学・医療科学部・その他

研究者番号：10115800

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,000,000円

研究成果の概要(和文)：現代医療においてCTは不可欠で、年間検査数は3千万件に達し、肺や骨等を撮影するX線撮影は、年間1億2千万件実施されている。医療の進歩、医療機器の発展は目覚ましいが、CT、X線撮影によって受ける国民の医療被ばく線量は、現在も20年近く前の数値が、政府の公式資料として使われている。本研究では群馬県で放射線診療の実態調査を行い、CT検査1件当たりの実効線量は平均13.5mSv、CTによる実効線量はひとり年間2.95mSvだった。一般X線撮影では胸部撮影が60%を占めるが、実効線量は腹部撮影が最も高く、次いで腰椎撮影で、X線撮影によるひとり当たりの実効線量は0.66mSvと推定された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

2011年3月の福島原発事故以降、放射線検査による医療被ばくに対する国民の不安は大きい。医療被ばくによる国民線量は、2000年の調査により得られた、CTによる国民線量を2.3ミリシーベルト、X線撮影による医療被ばく線量を1.47ミリシーベルト、その他を合わせた医療被ばくは年間3.87ミリシーベルトで、自然放射線による被ばく2.1ミリシーベルトと合せて、国民ひとり当たりの放射線被ばく線量は年間5.98ミリシーベルトとされ、現在も政府の公式資料に用いられている。しかし、この20年近くの間医療の進歩、医療技術の発展は目覚ましい。本研究により医療被ばくの実態を明らかにする社会的意義は極めて大きい。

研究成果の概要(英文)：In modern medicine, CT is indispensable for accurate diagnosis and treatment, and the number of CT examinations has steadily increased, reaching almost 30 million cases per year. The radiographs of lung, breast, bones and so on are carried out 120 million times a year. The radiation exposure dose of the general public is officially reported as 2.3mSv by CT, and 1.43mSv by general radiography. However, these data are obtained almost 20 years ago. Recent medical advances and developments of medical devices are remarkable.

In this study, the actual number of diagnostic radiology was investigated in Gunma prefecture, and the effective dose per CT examination was estimated as 13.5 mSv, and the effective dose of general public by CT was 2.95 mSv per year. In general radiography, 60% of radiographs was the chest, but the highest effective dose was the abdominal radiography, followed by the lumbar spine. The effective dose of general public by radiography was estimated to be 0.66 mSv per year.

研究分野：医歯薬学

キーワード：放射線防護・管理学 医療被ばく 国民線量 エックス線CT NDB エックス線透視

1．研究開始当初の背景

(1) 現代医療においてエックス線CT (Computed Tomography)は、正確な診断・的確な治療に不可欠で、CT 検査件数は毎年着実に増加、2016年に年間ほぼ3千万件に達している。わが国をはじめ先進国では、国民の受ける放射線被ばくの最も大きな原因はCT検査である。しかし、CT検査によって受けるわが国の国民線量は、20年近く前の資料がそのまま使われており、CT装置の発展、医療の進歩を反映したものではない。そこでCTによって受ける国民の医療被ばく線量を推定した。

2015年6月わが国で初めて診断参考レベルDRL2015 (Diagnostic Reference Levels)が公表され、CT撮影にあたってはこのDRLを参考に線量(CTDI_{vol})の適正化に取り組むようになりつつある。

(2) 肺や骨、乳房等を撮影するX線撮影は、年間1億2千万件実施されており、国民ひとりが年間1回X線撮影を受けている計算になるほど、ありふれた放射線検査である。一般X線撮影、胃透視や血管撮影を含んだX線撮影による国民の被ばく線量は年間1.43mSvとされ、現在もこの数値が政府発表の公式資料として使われている。

X線撮影装置や医療技術の進歩は目覚ましいが、新しいX線撮影装置・撮影条件による患者の被ばく線量、特に集団実効線量を調査した報告はほとんどない。

(3) 放射線は発がん物質のひとつである。広島、長崎の原爆被爆者の調査から、高線量被ばくした住民ではがん患者が増えているものの、100ミリシーベルト以下の低線量被ばくによる発がん性については証明されていない。しかし、「放射線検査によりがんが増える」との不安は根強い。英国、オーストラリアから子供のころCT検査を受けた患者では、白血病、脳腫瘍が有意に増加すると報告された。日本は世界でも最もCT検査数が多い国のひとつで、がん患者の3.2%は医療被ばくにより発症したとの報道は、社会的にも大きな反響だった。

(4) 政府発表の資料では、わが国のCTによる医療被ばく線量を2.3ミリシーベルト、X線撮影による医療被ばく線量を1.47ミリシーベルト、その他を合わせた医療被ばくは年間3.87ミリシーベルトで、自然放射線による被ばく2.1ミリシーベルトと合算して、国民ひとり当たりの放射線被ばく線量を5.98ミリシーベルトとしている。その後の医療技術の発展を反映したより正確な医療被ばく線量が待たれている。(図)

2．研究の目的

(1) わが国をはじめ先進国では、国民の受ける放射線被ばくの最も大きな原因はCT検査である。しかし、CT検査によって受けるわが国の国民線量は、20年近く前の資料がそのまま使われており、CT装置の発展、医療の進歩を反映したものではない。そこで群馬県においてCT検査の実態調査を行い、CTによって受ける国民の医療被ばく線量を推定する。

(2) 2016年より厚労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: 以後NDB)が毎年公表されるようになり、都道府県別・年齢別に診療の実態を正確に知ることが出来るようになった。群馬県における肺・骨・乳房撮影などのX線撮影の実態調査を行い、X線撮影によって県民の受ける被ばく線量を推定することにより、国民全体の被ばく線量を推定する。

さらに今後、癌検診、核医学検査（SPECT, PET）、X線透視、血管撮影等による被ばく線量を加え、医療被ばくによる線量を求める。

3. 研究の方法

(1) CTによる被ばく線量について

群馬大学が中心となって群馬県内のCTの実態調査を行っており、7月の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オープンデータ」に記載されている群馬県内で行われた年間CT検査件数430,122件の約70%をカバーしていることになる。調査したCT検査の性別内訳は、男性7,014件、女性5,864件だった。

CT撮影した部位の内訳は、頭部2,664件(21.9%)、胸部2,192件(18%)、胸腹部3,906件(32.1%)、腹部1,611件(13.2%)、心臓冠動脈273件(2.3%)、肝臓ダイナミックCT749件(6.2%)、頸部490件(4.0%)、脊椎302件(1.7%)、頭部3次元血管CT76件(0.6%)、その他276件と、胸部・腹部の体幹部CT撮影が最多であった。CTによる実効線量は、DLP(Dose Length Product)から次式を用いて推定した。

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

今回取得したデータより総被ばく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、群馬県民ひとり当たりのCT検査における年間の実効線量を算出した。

(2) X線撮影による被ばく線量について

群馬県内の主要な14施設を対象として、7月1日から7月31日の1か月間調査を行った。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、乳房撮影(マンモグラフィ)の部位ごとの撮影回数と検査件数を調査した。

検査件数は部位ごとの延べ人数とした。撮影回数については、撮影部位ごとに最も頻度の多い撮影は何方向であるかを調べ、それをもって撮影回数とした。調査にあたっては各施設の責任者に集まってもらい、集計方法を統一した。

被ばく線量の計算には、診断参考レベルにおいて示されている数値を用いた。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、この値を乗ずることで各臓器・組織の吸収線量とした。算出した臓器・組織の吸収線量に、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推定実効線量とした。撮影部位毎に求めた実効線量と、調査による検査件数および撮影回数の結果より集団実効線量を求め、群馬県民ひとり当たりのX線撮影による被ばく線量を推定した。

4. 研究成果

厚労省からNDBが毎年公表されるようになり、放射線診療の実態を初めて正確に知ることが出来るようになった。わが国の医療は保険診療によって行われており、NDBを利用することにより、正確に放射線診療の実態を知ることができる。わが国以外では世界的にもこのような正確なデータを得ることは極めて困難と思われる。しかも群馬県は歴史的に地理的に、このような統計を集めるのに有利な状況にあり、他の都道府県では難しい。

(1) エックス線 CT による被ばく線量について

調査したCT検査12,878件のうち解析に必要な項目に不備のあったデータ438件を除去した残り12,440件のCT検査の総実効線量を算出し、CT検査1件当たりの実効線量を推定したところ、13.5mSvであった。NDBオープンデータによる群馬県の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CT検査による年間実効線量をもとめたところ、CTによる集団実効線量は年間2.95mSvだった。

(2) X線撮影による被ばく線量について

1か月間のX線撮影の総検査数は、乳房撮影(マンモグラフィ)1,156件を含め50,906件となった。この中で胸部X線撮影が最も多く30,980件となり、総検査件数の6割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8,373件となり、胸部と腹部撮影を合わせると全検査件数の約8割を占めた。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。

撮影部位ごとの実効線量と調査より得られた検査件数および撮影回数から求めた撮影部位ごとの集団実効線量は、腹部X線撮影における線量が最も高く、次いで腰椎の撮影で、胸部X線撮影は少ない。1年間に換算すると集団実効線量は376.2人Svとなる。

NDBデータによると、群馬県では年間約200万件のX線撮影が施行されており、今回調査を行った県内の主要14施設における乳房撮影を除く単純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。群馬県民ひとり当たりの実効線量は0.66mSvと推定された。

(3) 本研究の限界と今後の展望

医療被ばくの最大の原因はCTで、次いで肺・骨・乳房撮影などのX線撮影である。しかし、今回の研究では、核医学診療や肺癌検診、乳癌検診、胃癌検診など検診業務及び血管撮影・透視撮影は含まれていない。それらを含めて初めて国民の受ける医療被ばくによる放射線量を知ることができる。

NDBは診療報酬のデータに基づいており、保険診療でない癌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。

CTによる被ばく線量の求め方は難しい。今回用いたDLPに実効線量換算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。

群馬県の調査から日本全体の線量を推定したもので、日本全体を調査した訳ではない。しかし、群馬県は日本の標準状態を示すことが知られており、また地理的・社会的に実態調査に適した群馬県でこれまで長年にわたって繰り返し調査し、その精度を増している。

表. 単純X線撮影件数と集団実効線量*

	本調査撮影件数 (1ヵ月)	集団実行線量 人 mSv/月	人口1千人当たり 年間撮影件数
胸部	30,980	2,558	642
腹部	8,373	16,222	174
頸椎	674	168	14
胸椎	287	997	6

腰椎	1,523	6,517	32
全脊椎	190	2,257	4
頭部		47	4
骨盤	340	187	7
股関節	1,358	1,497	28
上肢	2,071	6	43
下肢	1,664	53	35
肩	516	7	11
膝	1,238	4	26
合計	49,407	30,520	1,026
乳房**	1,156	799	20

*癌検診を除く

**人口千人あたりの乳房撮影件数は NDB より求めた

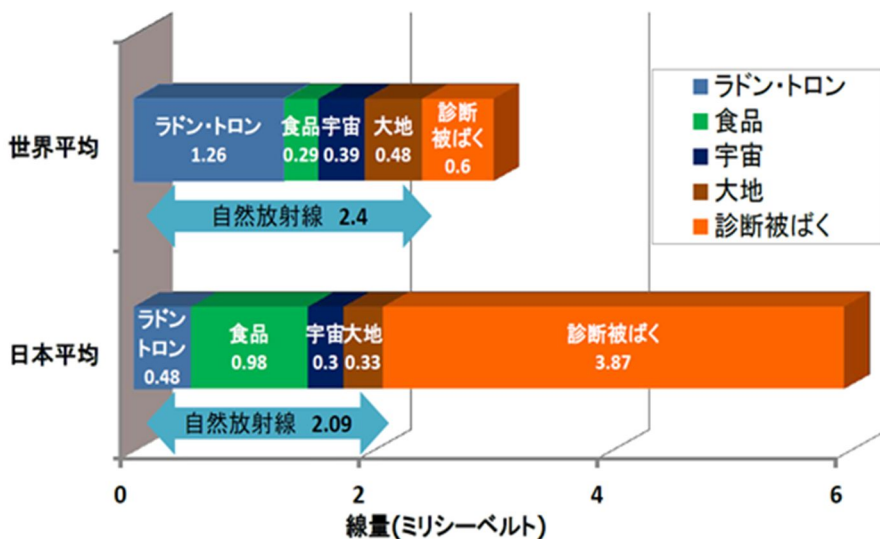


図 年間当たりの国民が受ける放射線量の世界平均と日本平均

わが国は医療に伴う放射線被ばくが世界平均よりも多く、日常生活における被ばく線量の約3分の2を占めている。

(出典：2008年国連科学委員会報告および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年より改変)

<引用文献>

西沢かな枝、松本雅紀、岩井一男、丸山隆司；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 64, 67-74, 2004

日本学術会議 CT検査による医療被ばくの低減に関する提言, 2017,

環境省 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.

丸山隆司、岩井一男、西沢かな枝、他. 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. RADIOISOTOPES 1996; 45: 761-773

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計5件)

Miyazaki M, Arai Y, Endo K. et al : Phase I/II Multi-Institutional Study of Percutaneous Radiofrequency Ablation for Painful Osteoid Osteoma (JIVROSG-0704). : Cardiovasc Intervent Radiol. 2016, 39(10), 1464-70

石垣 陸太, 森 正人, 遠藤 啓吾 他: 低線量肺がん CT 検診の被曝・画質管理システム: 電子情報通信学会論文誌, 2016, j-100D(2), 277-284

遠藤 啓吾, 真田 茂: 次の 25 年の放射線医療の進歩を見据えて: 臨床放射線, 2017, 231-232

遠藤啓吾: エックス線 CT による医療被ばくとその低減に向けて: FBNews, 2018

Yokoyama s, Hanada N, Ohono K, et al : Current situations and discussions in Japan in relation to the new occupational equivalent dose limit for the lens of the eye : Journal of Radiological Protection, 2017, 37(3), 659 - 683

〔学会発表〕(計2件)

中村 潤平、大竹 英則、遠藤 啓吾 他: 群馬県におけるエックス線 CT 検査による被ばく線量の推定: 日本放射線技術学会関東東京支部合同研究発表大会、2018

中村 潤平、大竹 英則、遠藤 啓吾 他: 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: 日本放射線技術学会関東東京支部合同研究発表大会, 2018

〔図書〕(計1件)

遠藤啓吾、西谷 源展、赤澤博之 編著: 診療放射線技師 国家試験対策全科 第13版: 金方堂, 2017, 総ページ 529

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者: 大野 和子 (Kazuko Ohono)

所属研究機関名: 京都医療科学大学

部局名: 医療科学部

職名: 教授

研究番号: 30247689

研究分担者: 大竹 英則 (Hidenori Ootake)

所属研究機関名: 群馬大学

部局名: 大学院医学系研究科

職名: 研究員

研究番号: 60727535