

19-22 がん放射線診断における患者被ばくの実態調査と放射線誘発がんのリスク推定に関する研究

主任研究者 群馬大学 遠藤 啓吾

研究成果の要旨

本研究の成果については、放射線診断の主役となっているエックス線CTの発がんに及ぼす影響について、群馬県内の病院で調査するとともに、全国の医療施設に対するアンケート調査を実施したところ、CT検査数はどんどん増加しており、発がんの2.8%はCTによるものとのデータが得られた。しかし研究手法に解決すべき課題も多く、CTにより得られる利益と放射線被ばくによる発がんとの兼ね合い、リスク・ベネフィットバランスを検討しなければならない。

研究者名および所属施設

研究者名	所属施設および職名	分担研究課題
遠藤 啓吾	群馬大学大学院医学系研究科放射線診断核医学分野 教授	研究総括、CTによる放射線被ばくの推定、リスク・ベネフィット評価
池田 恢 *1	国立がんセンター中央病院放射線治療部 部長	がん患者の診療における放射線被曝の実態調査に関する研究
寺内 隆司 *2	国立がんセンターがん・予防検診研究センター検診部・特殊検診室 室長	がん患者の診療における放射線被曝の実態調査に関する研究
中村 仁信	大阪大学大学院医学系研究科放射線統合医学講 教授	がんの放射線検査における患者被曝の実態調査研究報告
甲斐 倫明	大分県立看護科学大学環境保健学研究室 教授	診療放射線被ばくに伴う放射線誘発がんのリスク評価
秋葉 澄伯	鹿児島大学医歯学総合研究科健康科学専攻人間環境学講座疫学・予防医学 教授	CT等による医療被ばくの疫学的研究
西澤 かな枝	放射線医学総合研究所重粒子医学科学センター医療放射線防護研究室 室長	実態調査及び線量評価

*1:平成19年4月1日～平成19年12月31日

*2:平成20年1月1日～平成20年3月31日

1 研究目的

本研究の目的は、放射線診断、特に放射線被ばくの比較的高い診断を受けた患者に対し、画像診断における放射線被ばくの実態を把握し、放射線誘発がんのリスク推定のための放射線影響の実証的研究方法を確立することである。

がんの診断にはエックス線 CT を始めとして種々の放射線診断が行われているが、診断情報の画像化技術の目覚ましい進歩により、その放射線診断手法は多様化の一途を辿っている。その恩恵を受け、質の高い大量の診断情報が比較的容易に得られるようになり、がん診療の高度化に役立っている。

一方、放射線被ばくは人体に影響を与えることが、広島、長崎における原爆被爆者の疫学研究等により、定性的かつ定量的に明らかにされてきた。特に長期の生涯期間と高い放射線感受性を持つ若年の年齢層にとって、影響が大きな問題になる。放射線防護の観点から、がん診療における医療放射線の適正利用に線量及びリスク評価が重要である。

わが国のがんの 2.6%が放射線診断によるものだとする、LANCET 論文が話題になったように、医療放射線被ばくは現在非常に関心が高くなってきている課題の一つでもある。しかし、放射線診断に伴う放射線影響を実証的に研究した報告は、国内ではほとんどない現状である。

2 研究方法

本年度の研究方法は

1) 医療被ばくの実態調査

がんの放射線診断の実態を、群馬大学医学部附属病院と放医研等による既存の入手可能なデータと、病院等に対する追加的な実態調査による最新データを用いた解析で明らかにする。医療被ばくに最も関与するエックス線 CT について対象患者（年齢・性別など）・放射線診断の種類・照射方法・線量等を調査する。臓器吸収線量等、実態調査で直接評価困難なデータは、ファントムや線量計を用いた実験や計算等によって補完する。

全国の CT 保有医療施設から無作為に抽出によりアンケート方式による調査を行った。CT 保有医療施設の中から病床数に応じて分類し、それぞれ抽出率を決め郵送によるアンケート調査を行った。調査内容は CT 装置名、スキヤン条件、男女別受診者、スキヤン部位、スキヤン数、エンハンス数などとした。

2) 放射線被ばく線量の測定：

日本に普及している代表的な CT 装置数機種において、

人体型組織等価ファントムと小型線量計（主に熱ルミネッセンス線量計、ガラス線量計）を用い、実際の医療機関に於いて受診者に対するのと同様な条件設定により被ばく線量を測定した。

CT 肺がん集検に使用される場合の受診者の線量低減の可能性を検討するため、検診機関に於いて種々の条件下での線量をファントムにより測定し線量の違いを確認した。

3) 放射線誘発がんのリスク推定

疫学調査で CT 検査の履歴を調べるとともに、小児がんとの関連を検討する。

① 1990 年以降鹿児島大学病院、鹿児島市立病院に入院している小児患者（18 歳以下）を面接し、小児白血病患者とそれ以外の病気で入院している患者とを比較して、CT 検査の履歴などを白血病患者とそれ以外の患者で比較する。平成 19 度は、倫理委員会での承認を得るとともに予備調査を行う。

② 東京女子医大などが中心となって、総務省の委託で行われる小児白血病・脳腫瘍に関する疫学調査の一部として、CT 検査の履歴との関連を検討するための予備的な検討を行う。なお、この総務省の委託による調査は携帯電話の使用の健康リスクを調べることを主な目的として行うものを利用する。

3 研究成果

本年度の成果は、日本国民全体のエックス線 CT による放射線被ばく線量、それによる死亡者数を推定するための基礎資料を収集した。まず研究者の所属する群馬大学附属病院の CT 検査数は、1ヶ月間に 1,497 人であった（遠藤）。CT 装置の進歩に伴って胸部、腹部を同時に撮影することが多くなっており、延べスキヤン数は 3,270 回であった。上腹部の撮影が最も多く（405 回）、ついで胸部（361 回）、骨盤（297 回）であった。

癌死リスクの計算

(1) 1 スキヤンあたりの癌死リスク (%) = Σ (各臓器の線量) x (各臓器の LAR)

(2) 1 検査あたりの癌死リスク (%) = Σ (1 スキヤンあたりの癌死リスク) x (スキヤン数)

(3) 2007 年 6 月の CT 検査による癌死数 = Σ (各検査による癌死リスク %) x (検査数)

LAR = Lifetime Attributable Risk (LAR)

CT による被ばくを原因とする癌死数は 0.38 人/月と計算された (4.6 人/年 ; CT 検査は、17964 件/年)。一検査あたりの癌死リスクは 0.026%であった。頭部、顔面、頸部

CTの影響は小さく、腹部CTによるものが大きかった。国内における1年間のCT検査数は3,541万件(1999年)であり、これより1年間のCT検査被ばくによる癌死絶対数は、

$$= 35,410,000 * 0.026 \% = 9206 \text{ 人}$$

1年間の癌死は325,941人(2005)であるので、1年間のCT検査被ばくによる癌死の割合は、

$$= (9206 / 325,941) * 100 = 2.8 \%$$

となる。

1スキャンあたりの癌死リスクは撮影部位、患者年齢・性別によって著しく異なる。男性では骨盤CTによるリスクが最も大きく、これは大腸の放射線被ばくが大きいからである。女性では胸部CTの影響が大きく、これは肺や乳腺の被ばくが大きいからである。

撮影に使われるCT装置による放射線線量は、胸部撮影で検討したところ装置毎に30%の差異があるものの(西澤)、その線量は10mSv程度であった。一方、CTの進歩は目覚しく、心臓CTは冠動脈造影検査に代わろうとしている(中村)。ファントムを用いた検討ではCT撮影するベッドの高さにより線量が異なるなど、心臓CTに伴った放射線被ばく線量測定精度には問題があることが明らかとなった。文献では1回の心臓CT検査により200mSvを超える線量に達すると報告もあり、今後さらに心臓CT検査による放射線線量について検討する。特に平成20年4月の診療報酬改定により、心臓CTについては「冠動脈CT撮影加算」として600点が新設された。病院収入の面からも、またCT装置の進歩からも、今後心臓CTの検査件数が爆発的に増加すると思われる。

CTは画像診断の主役である。今後のCT検査数の推定したところ、今後CTの利用は指数関数的に増加するものと推定される(甲斐)。特に胸部CT検査による肺癌、乳癌での影響が大きい。

CTは病気のみならず健常人の肺癌検診に使用されている。CT装置が使われているがん検診は現在の所、主に胸部で肺がんを目標にしている。検診では健常者が受診することが圧倒的に多いため、通常の医療被ばくより一層の線量低減が求められる。胸部検診に於いても、マルチスライスCTの普及がめざましいため、線量評価にもマルチスライスCTを用いた。

マルチスライスCTにおいて線量に影響するファクターは管電圧、管電流、照射時間以外にビーム幅とピッチの寄与が大きい。使用するCT機種により差があるが、おおよそ通常条件による胸部スキャン時の線量の1/5以下の線量であった。

上記の放射線による発癌研究は、広島、長崎における原爆研究に基づいたもので、賛成、反対から様々な考えがある。とくに200mSv以下の低線量放射線被ばくについては、発癌を増加させるという科学的な証拠は無い。そこで

① 児島大学病院、鹿児島市立病院に入院している小児がん患者の調査に関しては、調査に必要な質問票を作成し、倫理委員会の承認のための手続きなどを行った。

② 東京女子医大などが中心となって、総務省の委託で行われる小児白血病・脳腫瘍に関する疫学調査に関しては、共同研究の可能性を検討中である。

放射線利用の際、患者および患者家族の放射線被ばくの不安は大きい。そこで説明用のパンフレットを作成するとともに、ポスター、冊子を作り、待合室に置き、患者に配布した(寺内、池田)。

4 倫理面への配慮

患者被ばくの実態調査などのアンケート調査は対象医療施設毎の数値であり、個人を特定する情報は含まない。CTによる放射線被ばく線量評価に当たっては、人体型組織等価ファントムを用いるため、実際の個人が被ばくすることはない。

研究成果の刊行発表

外国語論文

1. Kato, H., Endo, K., et al., Prediction of response to definitive chemoradiotherapy in esophageal cancer using positron emission tomography. *Anticancer Research* 27:2677-2634, 2007.
2. Hirasawa, S., Endo, K., et al., Inverse correlation between tumor perfusion and glucose uptake in human head and neck tumors. *Acad Radiol.* 14:312-318, 2007.
3. Hanaoka, H., Endo, K., et al., Chemical design of a radiolabeled gelatinase inhibitor peptide for the imaging of gelatinase activity in tumors. *Nuclear Medicine and Biology* 34:503-510, 2007.
4. Kaira, K., Endo, K., et al., Diagnostic usefulness of fluorine-18- α -methyltyrosine PET in combination with ^{18}F -FDG in sarcoidosis patient. *CHEST* 131:1019-1027, 2007.
5. Takahashi, S., Nakamura, H., et al., Technical optimization of four-channel multidetector-row helical computed tomography for depicting atrial

- stenosis: A phantom study. *Acta Radiol* 48:173-179,2007.
6. Honda, O., Nakamura, H., et al., Computer-assisted lung nodule volumetry from multi-detector row CT: Influence of image reconstruction parameters. *European Journal of Radiology* 62:106-113,2007.
 7. Natsag, J., Nakamura, H., et al., Preoperative assessment of thymic veins on multidetector row CT: Optimization of contrast material volume. *Radiation Medicine* 25:202-210,2007.
 8. Honda, O., Nakamura, H., et al., Pulmonary nodules: 3D volumetric measurement with multidetector CT—effect of intravenous contrast medium. *Radiology* 245:881-887,2007.
 9. Shuyama, K., Akiba, S., Human Papillomavirus in high-and low-risk areas of oesophageal squamous cell carcinoma in China. *Br J Cancer*, 96: 1554-1559, 2007.
 10. Aguayo, F., Akiba, S., Human papillomavirus-16 is integrated in lung carcinomas: a study in Chile. *Br J Cancer*, 97(1), 85-91, 2007.
 11. Koriyama, C., Akiba, S., E-cadherin and beta-catenin expression in Epstein-Barr virus-associated gastric carcinoma and their prognostic significance. *World J Gastroenterol*, 13(29), 3925-3931, 2007.
 12. Nishizawa, K., Akahane, K., et al., Patient dose estimation for multi detector-row CT examination. *Radiat. Protect. Dosim.* 2007 Jun 26 [Epub ahead of print]
 13. Nishizawa, K., Akahane, K., et al., Surface dose measurement in patients and physicians and effective dose estimation in patients during uterine artery embolization. *Radiat. Protect. Dosim* (in print)
 14. Shoda, H., Terauchi, T., et al., Evaluation of 18F-2-deoxy-2-fluoro-glucose positron emission tomography for gastric cancer screening in asymptomatic individuals undergoing endoscopy. *Br J Cancer*. 97:1493-8, 2007
 15. Minamimoto, R., Terauchi, T., et al., Performance profile of FDG-PET and PET/CT for cancer screening on the basis of a Japanese Nationwide Survey. *Ann Nucl Med*. 245:839-47, 2007.
 16. Tateishi, U., Terauchi, T., et al., Bone and soft-tissue sarcoma: preoperative staging with fluorine 18 fluorodeoxyglucose PET/CT and conventional imaging. *Radiology*. 245:839-47, 2007.
 17. Terauchi, T., et al., A case of colon cancer detected by carbon-11 choline positron emission tomography/computed tomography: an initial report. *Jpn J Clin Oncol*. 37:797-800, 2007
 18. Tateishi, U., Terauchi, T., et al., Accuracy of 18F fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography in staging of pediatric sarcomas. *J Pediatr Hematol Oncol*. 29:608-12, 2007
 19. Suzuki, A., Terauchi, T., et al., Inter-observer variations in FDG-PET interpretation for cancer screening. *Jpn J Clin Oncol*. 37:615-22, 2007
 20. Maruyama, D., Terauchi, T., et al., Primary bone lymphoma: a new and detailed characterization of 28 patients in a single-institution study. *Jpn J Clin Oncol*. 37:216-23, 2007
 21. Maeda, T., Terauchi, T., et al., Unsuspected bone and soft tissue lesions identified at cancer screening using positron emission tomography. *Jpn J Clin Oncol*. 37:207-15, 2007
- 日本語論文
1. 中村仁信. 放射線医学の光と影 被曝は影か. *臨床放射線* 53 : 304-309, 2008
 2. 甲斐倫明、川口勇生. 発がん数理モデルの理論とデータ解析の現状、*放射線生物研究*、42(3), 248-263, 2007.
 3. 甲斐倫明. 大西武雄監修、*放射線医科学-生体と放射線・電磁波・超音波-*、学会出版センター、2007.
 4. 甲斐倫明. 益永茂樹編、*リスク学入門5 科学技術からみたリスク*、岩波書店、2007.