

論文紹介

「日本の整形外科医師における職業被ばくの実態解明 に対する細胞遺伝学的アプローチ」に関する論文紹介

三浦 富智

弘前大学被ばく医療総合研究所

本稿では以下の論文を紹介する。

論文タイトル：Occupational radiation exposure indicated by increased chromosomal damage in lymphocytes of orthopaedic surgeons in Japan

著者：Donovan Anderson, Valerie Swee Ting Goh, Yohei Fujishima, Ryo Nakayama, Naoki Echigoya, Yasuyuki Ishibashi, Tomisato Miura

雑誌名・発行年：Journal of Radiation Research, 2026, in press

DOI: <https://doi.org/10.1093/jrr/rraf085>

キーワード： chromosome aberration; cytogenetics; occupational exposure; fluoroscopy; 染色体異常；
細胞遺伝学；職業被ばく；透視検査

I. 研究に至った背景

医療分野では、画像検査や治療において放射線が広く使用されている。しかし、放射線を取り扱う医療従事者が受ける職業被ばくと、医療行為に伴って患者が受ける医療被ばくとは、線量限度や安全管理に関する規制が大きく異なる。医療行為により放射線を取り扱う医師等の放射線従事者については、医療法施行規則に基づき安全管理が定められているが、その運用の実態については十分な注意が必要である。

本研究を実施する背景として、主に二つの経験がある。第一に、著者が手指の脱臼骨折に対して X 線透視下で治療を受けた際、担当医の手指が透視画像上に投影されていたことを確認した。第二に、青森県内の整形外科医師が手指に潰瘍を発症した事例について、診療放射線技師から情報を得たことである。

時を同じくして、弘前大学大学院医学研究科整形外科科学講座および青森県脊椎外科懇話会において、X 線透視検査および手術に従事する整形外科医師の手指に発症する有害事象が問題として認識されていた。また、青森県脊椎外科懇話会に所属する医師が、職業被ばくに起因する健康障害として労災認定を受けた事例も報告されていた。そこで、弘前大学生物線量評価グループは、X 線透視検査および手術を担当する整形外科医師における職業被ばくの実態を明らかにすることを目的として、同講座および同懇話会の協力のもと、末梢血リンパ球を用いた染色体異常解析を開始した。

II. 論文の要旨

本研究は、日本の整形外科医師における末梢血リンパ球の染色体異常を評価し、特に職業上の過剰被ばくの可能性およびそれに伴う健康影響との関連を明らかにすることを目的とした。また、染色体損傷の程度を調査するとともに、物理的線量測定の実績が存在しない状況下において、細胞遺伝学的線量評価による放射線線量推定の有用性を検討した。

本研究には、15～33年の職業経験を有する男性整形外科医 18 名が参加した。参加者の平均年齢は 46 ± 6.6 歳であった。染色体異常は、二動原体染色

連絡先：三浦富智
弘前大学被ばく医療総合研究所、
リスク解析・生物線量評価部門
〒036-8564 弘前市本町 66-1
E-mail: tomisato@hirosaki-u.ac.jp
tomisato.miura@gmail.com

体法および染色体転座法により、それぞれ 32,573 細胞および 45,674 細胞を対象として解析した。染色体損傷に基づく全身被ばく線量を遡及的に推定し、統計解析を用いて、観察された異常頻度を職業経験年数と比較するとともに、健康被害や皮膚癌の既往歴などの要因を考慮した。

解析の結果、二動原体染色体異常は自然発生頻度と比較して有意に増加しており、染色体転座については 1 名を除くすべての整形外科医師で自然発生レベルを上回って観察された。健康被害や皮膚癌の既往を有する外科医では、最も高い染色体異常頻度が認められた。推定された全身被ばく線量の平均は、二動原体染色体異常に基づく解析で 75 ± 24 mGy、転座に基づく解析で 321 ± 103 mGy であった。

以上より、一部の日本人整形外科医師、特に健康被害を報告した医師において、染色体異常の増加が認められた。染色体損傷のみに基づく放射線線量推定には限界があり、本研究は、過去における部分的かつ反復的な職業被ばくに対する細胞遺伝学的線量評価の複雑性を示している。

III. 本研究を終えて

本研究を通じて、放射線診療を担う医療スタッフの健康管理における深刻な現状が明らかとなった。以下に、現場で診療に従事する医師が直面している困難や課題について述べる。

(1) 線量管理の難しさ

放射線診療において線量管理は重要である。しかし、法令に基づき胸部または腹部に装着される個人線量計では、局所被ばく線量の評価は困難である。リング線量計などを用いて局所線量を記録することは、有害事象の抑制に有用であると考えられる。

(2) 医療安全消耗品であること

X線透視下で神経根ブロック注射を行う際、鉛グローブの使用は放射線防護に有効である。しかし、腰椎神経根ブロックは保険診療として実施される一方、医師が着用する鉛グローブは病院が購入・管理する医療安全用消耗品に分類される。そのため、手技ごとに病院の費用負担が生じることが、鉛グローブの着用率を低下させる要因の一つとなっている。

(3) 病院異動による線量記録のリセット

勤務医として雇用される医師は、大学病院および市中病院間を異動することが多い。各勤務先の病院においては、放射線診療に伴う被ばく線量が管理されているものの、異動後において、すべての勤務先における

被ばく線量が個人に紐づけられ、一元的に追跡・管理される体制は整備されていなかった。一方、放射線診療に従事する整形外科医師が、放射線障害による労働災害として認定された事例が存在するが、これは長期間にわたり同一病院に勤務していたため、放射線診療と有害事象との関連を証明できたケースである。このような背景から、放射線診療に従事する医師等に対して、長期的かつ生涯にわたる被ばく線量の管理体制の構築が求められる。

(4) 本研究に参加した多数の医師に認められた放射線傷害（痕跡）

本研究に参加した医師はいずれも腰椎神経根ブロック手技に従事していた。本手技では、神経根ブロック薬を注入する際、シリンジを利き手で保持し、X線透視下で穿刺および薬剤注入部位を確認する。原則として、X線照射野内に手指を挿入することは制限されているが、透視下で注射を行う場合がある。その結果、多くの医師において、シリンジを保持する母指および示指に爪甲色素線条が認められた（図 1）。これらの所見は放射線障害の可能性を示唆するため、母指および示指の爪における爪甲色素線条の有無を確認することは、放射線障害の評価に有用であると考えられる。



図 1. 症例に認められた爪甲色素線条

(5) 末梢血を用いた生物線量評価

本研究では、放射線診療における職業被ばくの実態を解明することを目的として、細胞遺伝学的線量評価技術を応用した。しかし、被ばく形態として「超局所被ばく」や「慢性（長期分割被ばく）」への適用には困難が伴った。生物学的線量効果比（relative biological effectiveness : RBE）を考慮した線量評価手法の確立などは、今後の重要な課題である。