

【2 年目】令和 7 年度研究結果の概要 (240401-02) 研究代表者: 千田浩一
研究課題名: **医療機関における放射線被ばく防護教育等に関する包括的研究**

研究目的:放射線医療従事者において、皮膚がんなどの労災認定事例が散見されている。電離放射線障害防止規則に定める線量測定や放射線業務従事者の被ばく限度等の遵守が不十分であることが医療機関で認められている。これら原因として、放射線被ばくについての教育の不足が一因として挙げられる。そこで医療機関における放射線業務管理及び教育等の状況を調査するとともに、放射線業務従事者教育の具体的な内容を含め、医療機関における放射線被ばくについての必要な教育内容を取り纏める。さらには皮膚等の有所見事例集作成を目指し、それを今後の教育に活用することにより、医療機関における放射線業務従事者の労災疾病となる放射線障害の防止に寄与する。そのために、医療機関における放射線被ばく防護教育等に関する包括的研究を行う。

研究方法など

1. 放射線被ばく管理と防護教育の現状調査

昨年(令和 6 年度)に全国の医療施設を対象として実施したオンラインアンケート調査の回答データを用い、病床規模別の二次解析を行った。小規模(199 床以下)、中規模(200～399 床)、大規模(400 床以上)の 3 群に分類し、放射線防護管理体制、放射線防護教育、個人線量管理、防護物品の整備・運用状況について比較した。また日本看護学校協議会の協力を得て、全国の看護専門学校 447 施設を対象としてアンケート調査を実施した。

2. 職業被ばくにおける放射線障害の実状調査

整形外科関連および脳神経外科関連の 4 学会(第 40 回日本脊髄外科学会(以下、NSJ)、第 51 回日本整形外傷学会学術集会(以下、JOTA)、Spine Week Japan 2025(以下、SWJ)、第 41 回日本脳神経血管内治療学会学術集会(以下、JSNET))において、皮膚障害に関する現地調査を実施した。

3. 被ばく線量の実測評価

「整形外科診療における X 線透視下手技中の医療者の被ばく実態」、「IVR 術者の水晶体線量:医師の身長および経験年数との関係」について主に実施した。

4. 教材開発

「放射線防護板の適切な使用に関する教材の開発」、「放射線防護のためのゲーミフィケーションプロダクトとデジタルプロテクションツールの開発」、「AR を使った放射線防護教育 ～原子力災害対応訓練への AR 活用の試み～」、「拡張現実技術を使った放射線防護教育のためのツール開発」、「Mixed Reality～メタバース技術を活用した放射線防護教育コンテンツの開発」について主に実施した。

5. 被ばく低減対策の技術的検討

「気管支内視鏡検査に従事する術者のためのヘッドセット型水晶体防護具の開発」、「視力矯正者用 X 線防護眼鏡の防護性能評価」、「脳血管撮影における術者の被ばく防護の不備を探索する新たな手法の開発」、「リアルタイム線量計測による核医学検査における診療放射線技師の被ばくモニタリング」について主に実施した。

6. 放射線マネジメントシステム(MS)による被ばく管理と教育

「放射線 MS による被ばく管理と教育」、「放射線 MS の実装が進む医療機関における放射線防護文化の醸成に係るインタビュー調査」、「医療分野における放射線業務従事者の個人線量計装着に対する法令改正の影響」、「職業性被ばくの管理に関する認識調査」について主に実施した。

研究結果(抜粋)

1. 放射線被ばく管理と防護教育の現状調査

定期的な放射線防護研修を実施している施設は、小規模 85.3%、中規模 93.0%、大規模 95.1%であった。研修手段として院内イントラネット配信を用いる割合は小規模 31.5%、中規模 54.2%、大規模 68.7%であり、小規模では外部インターネット研修(32.0%)への依存が相対的に高かった。労働安全衛生マネジメントシステムを認知している施設は、小規模 47.2%、中規模 51.7%、大規模 68.1%であった。防護眼鏡を整備している職種として診療放射線技師を含む施設は、小規模 67.0%、中規模 75.6%、大規模 76.9%であった。

2. 職業被ばくにおける放射線障害の実状調査

NSJ では 67 名の調査を実施した。このうち、脳神経外科医 50 名(平均年齢 43.6 歳、男性 96.0%)が主たる参加者であり、黒色の爪甲色素線条の有無については、50 名中 9 名(18.0%)に認められた。

JSNET では 84 名の調査を実施した。このうち、脳神経外科医 59 名(平均年齢 47.1 歳、男性 83.1%)が主た

る参加者であり黒色の爪甲色素線条の有無については、59 名中 3 名 (5.1%) に認められた。

JOTA では 155 名の調査を実施した。このうち、整形外科医が 152 名 (平均年齢 47.0 歳、男性 93.4%) と主たる参加者であり、黒色の爪甲色素線条の有無については、152 名中 71 名 (46.7%) に認められた。

SWJ では 133 名の調査を実施した。このうち、整形外科医が 120 名 (平均年齢 46.8 歳、男性 98.3%) と主たる参加者であり、黒色の爪甲色素線条の有無については、120 名中 41 名 (34.2%) に認められた。

3. 被ばく線量の実測評価

頸椎手術では、同じ脊椎手術でも、胸椎・腰椎と比較して、医療者の各身体部位の職業被曝量は少ない傾向があった。鉛エプロンや甲状腺シールド等の遮蔽効果は大きく、散乱線による被曝量は大幅に低減されていた。

身長との関係では、Hp(0.07)および Hp(3)のいずれにも負の相関が認められ、低身長医師ほど被ばく線量が高い傾向が示された。一方、経験年数との関係では、Hp(0.07)には相関が認められたものの、より実際の水晶体線量を反映する Hp(3)には有意な相関は認められなかった。経験豊富な医師では手技の複雑化に伴い透視時間が長い傾向がみられたが、線量差は統計的に有意ではなかった。

4. 教材開発

ユーザーインターフェースの作成により、PHITS の知識がなくても簡便にシミュレーションを行うことが可能となった。シミュレーション条件を変更してシミュレーションを実行し、結果を表示するまでの流れを大よそ 2 分で行えるようになった。

デジタルプロテクションゴーグル試作 1 号機を完成した。装着時に通常の防護眼鏡装着感を大きく損ねず、視野および動作の妨げを生じないことを確認した。動作確認試験は 7 項目すべてで合格した。

効率よくマネキン上の仮想空間の放射線測定実習を行うことができた。事後アンケート調査では、AR を用いた実習のリアリティ(5段階評価)は 4.68 (±0.46)、教育価値(5段階評価)は 4.53 (±0.53)と、何れも高得点を得た。

小中学生を対象とした公開イベントでは、直感的操作が概ね可能であり、AR 表示に対する高い興味・関心が確認された。専門職訓練では、従来の座学では理解しにくい実践的理解が促進された。

パーソナルコンピュータ、タブレット、スマートフォン、VR ゴーグルいずれのデバイスからも、メタバース空間上のコンテンツにアクセス可能で、散乱線の空間線量分布を可視化できた。

5. 被ばく低減対策の技術的検討

ヘッドセット型の新防護具装着により、左眼部では全角度において 80%以上の線量低減効果が得られ、最大 87.7%の低減が確認された。一方、右眼部においては 40～75%程度の低減効果であった。

視力矯正者用 X 線防護眼鏡は、IVR で想定される左斜め下からの X 線に対して、70%以上の高い防護効果を示した。しかし、正面下方 60° からの照射時に防護率が 64%と、他の照射角度と比較して低い値となった。

脳血管撮影にて、天井吊り下げ型放射線防護シールドを適切に使用すると、術者被ばく線量は約 70%の低減が見込め、また大腿動脈穿刺から大動脈弓部にカテーテルを進めるまでの積算線量が総線量の約 50%を占めていた。

核医学検査の放射線技師被ばくにおいて、全測定部位の中で右頸部において最も高い線量が認められ、作業時の立ち位置や利き手の影響による左右差が明確に示された。放射性医薬品投与直後及び心電図電極装着・取り外し等の患者近接作業にて線量率が急激に上昇し、一部では 100 μ Sv/h を超えるピークが確認された。

6. 放射線マネジメントシステム(MS)による被ばく管理と教育

放射線 MS における 5 つの教育グループすべてを対象とした、ベースとなる研修資料が整備できた。講義形式のみならず、参加者同士の対話や意見交換を通じて理解を深める研修構成が有効であることが示唆された。小規模医療機関を想定した研修枠組みの整理をできた。

放射線 MS は、文書管理や内部監査、委員会活動、職種ラダー(テクニカルスキルおよびヒューマンスキルのレベルアップに重点が置かれた教育研修および職能評価が組み合わされた仕組み)といった院内のマネジメントの枠組みの中に組み込まれて運用されていることが確認された。

まとめ: 令和 7 年度は、放射線被ばく管理と防護教育の現状調査、職業被ばくにおける放射線障害の実状調査、被ばく線量の実測評価、教材開発、被ばく低減対策の技術的検討、そして放射線 MS による被ばく管理と教育を行い、成果の一部については学術論文として掲載することができた。各分担研究者の専門性を生かした研究実施内容であり、全体として計画を進めることができた。放射線被ばく管理と防護教育の現状調査は着実に進展した。職業被ばくにおける放射線障害の実状調査も進み事例集作成へ向けた準備は順調であると考えられる。実際の被ばく線量の測定等や、防護のためのデバイス開発もほぼ順調に進行した。教材開発および放射線 MS による被ばく管理と教育も滞りなく進んでいる。以上の実績をもとに、最終年度も研究を進め成果を挙げる所存である。