

令和 5 年度研究結果の概要

研究課題名：放射線防護マネジメントシステムの適用と課題解決に関する研究

研究代表者：喜多村絃子

研究の目的：

本研究の目的は、眼の水晶体への被ばく線量が比較的高い医療の現場において、電離放射線障害防止規則（以下「電離則」という。）における線量限度の遵守、個人線量計の装着等の基本的な法定措置の確実な実施はもとより、国際的な動向も踏まえて規制を最適化すると共に、放射線業務に従事する労働者の被ばくを可能な限り低減する管理体制を構築し、ひいては労働安全衛生全体の水準を向上させるために、放射線防護マネジメントシステムの運用評価と改良を促進することである。

研究結果の概要：

上記の研究目標達成のため、研究期間最終年度である令和 5 年度は、以下を重点的に実施した。

【放射線防護マネジメントシステムの開発・評価および導入支援】

本研究班は放射線 MS 導入支援事業で使用する研修・教育資料を提供しているが今年度は、2020 年度より使用してきた基礎研修用の研修・教育視聴の改訂および、放射線 MS 導入がある程度進んだ時点で必要となる内部監査に関する新規の研修・教育資料を作成した。基礎研修用の研修・教育資料の改訂は、実際に放射線業務が行われている場の写真を見せてリスクアセスメントの練習を行う、アクティブ・ラーニングを取り入れた研修とした。専門研修用の研修・教育資料の作成では、内部監査について、良好事項、要改善事項、改善推奨事項を組み込んだ動画を作成した。

産業保健上の課題の整理のため、①放射線 MS 導入支援事業に参加した医療機関に回答を依頼した Web アンケート、②放射線 MS 導入が進んでいる医療機関に対してのインタビュー調査を行った。①では放射線業務従事者の選定基準が「ない」または「あるかわからない」機関が合わせて約 30%、不均等被ばくとなる放射線業務従事者全員に放射線測定器が 2 個以上配布されてない機関が約 30%、全ての放射線業務従事者について放射線測定器の装着状況を確認している機関が 50%以下、の問題が明らかとなった。②では院長の強いリーダーシップが発揮されていること、MS と親和性の高い文書管理・内部監査の土壌が出来上がっていたこと、放射線 MS 導入のチャンピオンが存在すること等が明らかになった。

また、これまでの研究および放射線 MS 導入支援事業での経験や観察事項をもとに、放射線 MS を前提とした放射線被ばく管理の課題について考察した。

【被ばく線量の実態評価と低減法に係る研究】

小型ガラス線量計に対し、手首・足首に装着する末端部モニタリング用線量計として使用可能か、基礎特性であるエネルギー応答を実験的に評価し、GD-352M のエネルギー応答特性は、20keV 以上から ^{137}Cs γ 線の 662 keV までの範囲で国際電気機関（IEC）の規格要件ある基準値（エネルギー依存試験で得られた線量計レスポンスに対し 0.71～1.67）に入っていることが確認できた。

医療現場で使用する装置や寝台、患者、防護カーテン等も含めて Augmented Reality (AR) 画像を作成し、実際の医療現場に没入できるアプリケーションを開発し、一般市民向けの放

放射線防護教育を実施した。AR による体験型教育は、外部放射線防護の 3 原則の距離、遮蔽の理解に役立ったという感想が多く聞かれ、ほとんどの参加者から理解しやすかったと評価された。学習者の記憶に残りやすいといわれている体験型教育を取り入れることが、放射線防護教育にも有効であることが示された。

診断または治療目的で頭頸部血管撮影を施行した患者 100 症例（男性 44 名、女性 56 名）を対象とし、RADIRECTM によって実測された最大入射皮膚線量と、装置の DICOM-RDSR から出力された患者入射皮膚面の被ばく線量を想定した患者基準点の空気の吸収線量である Ka,r (Incident air kerma at the reference point) との相関関係を調査した。DICOM-RDSR と RADIRECTM システムによって実測された最大入射皮膚線量には強い正の相関関係が見られ、最大入射皮膚線量は、診断や治療が終了した直後に装置に表示された総 Ka,r の約 0.6 倍で把握できることが示された。

赤外線人感センサを活用し、IVR 室内の医療従事者の場所ごとの滞在時間を測定し、被ばく線量の推計を可能とするシステムを試作し、赤外線人感センサの検出範囲の検証、赤外線人感センサの測定精度の検証、赤外線人感センサを活用した被ばく線量の推計を行ったところ、当該システムは高い精度で熱源の滞在時間把握及び線量推計が可能であることが示された。

看護師の被ばく実態の調査として、①IVR に従事する看護師の水晶体被ばくの背景因子分析、②看護師の被ばくに影響しうる血管造影室内の作業環境調査を実施した。①では、施設間の看護師の水晶体被ばく線量の違いは X 線照射野から看護師が滞在する位置までの距離によって説明できることが示された。なお、その距離はスタッフの人員が少ないほど短くなることも明らかとなった。②では、看護師の照射野からの滞在位置の中央値は 400 床未満の病院（中小規模病院）では 250cm、400 床以上の病院（大規模病院）では 300cm で、大規模病院の方が有意に遠いこと、吊り下げ型防護板およびついで型防護板の導入状況は大規模病院と中小規模病院では防護板の設置状況は病院規模によって違う（大規模病院の方が、導入が進んでいる）ことが示された。

放射線防護眼鏡と透視装置の違いによる眼の水晶体への放射線被ばく影響を評価するために、脊椎腔造影中の脊椎外科医 11 名の眼の水晶体線量（3mm 線量当量）を、放射線防護眼鏡に装着した蛍光ガラス線量計（GD-352M）を用いて 1 症例ごとに測定した結果、照射線量を制御して C-AK を最小化、アンダーテーブル X 線管装置システムの使用、放射線防護眼鏡の使用により高い線量低減効果が得られることが示された。

医療被ばくの啓発や意識づけにより線量計の装着率は向上した医師集団に対し、意識調査を実施したところ、装着率は高まったものの、装着に関しての意識は必ずしも高くないこと、ガラスバッジの保管方法について組織的な指導が必要な科があること、放射線防護具不使用の医師が多く、手技に関する詳細な聞き取りと個別対応が必要なこと、自らが使用している放射線発生装置を理解していない者も多く講義内容を含め再検討が必要であることが分かった。

結論と展望

本年度の研究から、適切な対応により、医療分野においても線量限度を遵守することが可能であることが示された。一方、個人線量計の配布や装着が適切に行われていない施設が散見され、最低限の法令遵守も確実ではないという課題も明らかとなった。特に医師に関しては、放射線業務従事者となり得る医師自身の放射線被ばく、放射線防護について、使用する

機器のハザードの理解も含め、医学部教育の中でしっかり教える必要があると考えられた。

引き続き、患者の医療被ばく低減や医療安全の視点での医療法の改正に対応するとともに、医療分野における放射線業務従事者の適切な放射線被管理の促進が求められ、それに資するリソースとして、放射線防護マネジメントシステムの普及と継続的・自律的な運用が期待される。