

水晶体防護の新たな戦略 水晶体被ばく防護の要点

東北大学医学系研究科/災害科学国際研究所 千田 浩一(Chida Koichi)

令和2年度から3年間、厚生労働省労災疾病臨床研究「眼の水晶体の放射線防護に資する機材開発推進および被ばく低減のための多角的研究」(千田班)が実施された。千田班研究では、放射線防護・管理のスペシャリストが研究分担者等として参画し、放射線防護機材の技術的課題等の情報について調査・収集(含む放射線白内障実態調査)、放射線防護機材の開発改良等に関する研究、放射線防護教育関連研究、そして国内外の開発上の技術的課題等の情報について、さまざまな角度から多岐にわたる調査研究を実施してきた。今回は千田班研究で得られた多くの成果について、可能な範囲で情報提供し、水晶体被ばく防護の要点について述べる。研究の主な目的と目標は以下である。

- 水晶体の新等価線量限度取入れ運用に際し医療分野(IVR)は特に課題が多い。医療従事者が受けている眼の水晶体被ばくの防護状況の実態を詳細に把握する。
- 放射線防護機材に求められるニーズ等の情報を収集、今後の機材開発に資する検討、すなわち機材開発の推進のための課題整理を行うことを目的とする。
- 放射線防護機材の技術的課題等の情報調査・収集に関して臨床研究を実施。
- 更に放射線防護機材の改良等に関する研究及び水晶体線量計等の改良等に関する研究を実施。
- 分析結果を踏まえ、多角的視点から、放射線防護機材の開発等に資する検討を行う。

また、期待される主な効果は以下である。

- 水晶体職業被ばく低減を図ること、そして水晶体の放射線防護に資する機材の製品開発のための課題、すなわち放射線防護機材の開発推進のための課題整理。(成果を活用して実際の開発そのものは民間が実施。)
- 医療分野で放射線を取り扱う様々な作業での水晶体被ばくを網羅的に扱い、水晶体被ばくの恐れのある放射線業務従事者の線量管理の方法と被ばく低減対策を取りまとめる。(放射線教育も含む)

- 放射線源との距離や角度が変化することで、最も被ばくする身体の一部が変化し、保護具の期待する防護効果が得られなくなるおそれがある作業について、その作業中における被ばく線量のリアルタイム実測や保護具使用状態等の詳細な結果を基に、放射線防護機材の製品開発の為に課題整理や被ばく防護方法を検証する。
- 医療従事者の白内障(水晶体混濁)の実態を明らかにし、潜在的な防護策の必要性を模索できる。
- 医療従事者が受けている眼の水晶体被ばく線量に関する報告は、極めて限られているため、本申請課題によって、防護状況も含めて多くの追加情報を収集解析することができる。

令和2年度～令和4年度において、脳神経血管造影検査・血管内治療の従事者およびIVR従事者を対象にした白内障調査を実施した。実施した学会は、日本脳神経血管内治療学会(2020, 2021)、日本IVR学会(2022)で、眼科専門機材を導入して調査を行った(Fig.1)。コロナ禍での実施で参加者は3学会合計334名であった。結果は、顕著な視力低下をともなう白内障は認められず、放射線白内障の初期病変の有病率は左右眼とも15%程度であった。今後の視力低下の確認のため長期観察が必要と考えられた。

医療従事者が受けている眼の水晶体被ばくの防護状況の実態を詳細に把握する調査において、IVR看護師の水晶体被曝の実態評価を行った。通常防護衝立の裏側で作業を行っているが、患者の様子確認などで患者のそばに行った時に被ばくしていることを証明した。手技中も術者とのコミュニケーションが重要である。

放射線防護機材の改良等に関する研究では、重い防護眼鏡(0.75 Pb当量)の遮蔽効果は良好だが、長時間のIVRには作業効率が低下するなどのデメリットも存在した。鉛等量の低い防護眼鏡でも他の防護具を複数用いることで被ばく防護する事が有用であった。また、防護眼鏡の角度調整を可能とした開発では、眼鏡と顔がフィットし隙間か



Fig.1 Digital Zoom (Road)

ら入射する散乱線を防護する事が出来た。更なる防護眼鏡の形状開発も継続中である。

水晶体用線量計DOSIRIS® (IRSN、フランス) の使用も一般的となってきたが、長時間の装着にて不快感と経度の痛みを覚えることがあり、装着感に不満を訴える術者が少なくない事が報告されている。そこで線量計部分を保持するカチューシャ部分を改良し有用性を検討した。評価結果は有意差をもって従来型よりも高評価となり、装着しやすいや防護眼鏡と干渉せず使いやすいといった意見があった。これまでの水晶体線量測定は患者からの散乱線を評価してきたが、より正確に評価するには入射する放射線のみならず自身の頭部後方からの散乱線も評価する必要がある。検討結果は、水晶体の後方組織から散乱する放射線も寄与していることが証明された。その割合は20%を超えることもあり、後方散乱線含有率は管電圧の上昇とともに増加する結果であった。この結果を踏まえ、水晶体用線量計を使用する際は検出部を皮膚に密着させる必要があると考えられる。

IVR従事者等の防護具使用状態や被曝線量等をリアルタイムに評価分析する調査では、新型リアルタイム線量計 RaySafe i3を用いて従事者の被ばく線量をリアルタイム測定・解析した。防護板を上手く使えていない場合に被ばくが多くなり、術者の体位など照射野へ近接した時が高被ばくとなっていた。

まとめとして、厚生労働省労災疾病臨床研究(千田班研究)では様々な防護具の改良や開発が行われた。そして現在もそれは継続している。現在、唯一絶対的な放射線防護具は存在しない。よって状況に応じて適する防護具を併用することで、医療従事者の効果的な被ばく低減に繋がると

考えられる。改良の余地がある防護具も多くあり、引き続き新発想の防護具開発や各種の防護具の臨床評価や改良を行わなければならない。また白内障の実態調査についても貴重なデータが収集されており長期での継続調査等が必要である。

【参考文献】

- 1) Chida K. What are useful methods to reduce occupational radiation exposure among radiological medical workers, especially for interventional radiology personnel? Radiol Phys Technol. 2022 ;15(2):101-115. doi:10.1007/s12194-022-00660-8.
- 2) Kato M, et. al. Non-Lead Protective Aprons for the Protection of Interventional Radiology Physicians from
- 3) Radiation Exposure in Clinical Settings: An Initial Study. Diagnostics (Basel). 2021 ;11(9):1613. doi: 10.3390/diagnostics11091613.
- 4) Endo M, et. al.. Evaluation of novel X-ray protective eyewear in reducing the eye dose to interventional radiology physicians. J Radiat Res. 2021 ;62(3):414-419. doi: 10.1093/jrr/rrab014.
- 5) Haga Y, et. al. Radiation eye dose to medical staff during respiratory endoscopy under X-ray fluoroscopy. J Radiat Res. 2020 ;61(5):691-696. doi:10.1093/jrr/rraa034.
- 6) Kato M, et. al. [Evaluating Eye Lens Dose of Neurovascular and Cardiac Electrophysiology Interventional Physician]. Nihon Hoshasen Gijutsu Gakkai Zasshi. 2020;76(1):26-33. Japanese. doi: 10.6009/jjrt.2020_JSRT_76.1.26.
- 7) Kato M, et. al. OCCUPATIONAL RADIATION

EXPOSURE OF THE EYE IN NEUROVASCULAR INTERVENTIONAL PHYSICIAN. Radiat Prot Dosimetry. 2019;185(2):151-156.doi: 10.1093/rpd/ncy285.

8) Kato M, et. al. OCCUPATIONAL RADIATION EXPOSURE DOSE OF THE EYE IN DEPARTMENT OF CARDIAC ARRHYTHMIA

PHYSICIAN. Radiat Prot Dosimetry. 2019 ;187 (3):361-368. doi: 10.1093/rpd/ncz175.

9) Haga Y, et. al. Occupational eye dose in interventional cardiology procedures. Sci Rep. 2017 ;7(1):569. doi:10.1038/s41598-017-00556-3.