

「看護職のための眼の水晶体の放射線防護ガイドライン」作成の背景

Background on the development of ‘Guidelines for the Radiation Protection of the Eye Lens for Nurses’

堀田 昇吾^{1, †} 太田 勝正²

Shogo HORITA^{1, †} Katsumasa OTA²

キーワード：看護職、水晶体、放射線防護、ガイドライン

Key words : nurses, eye lens, radiation protection, guidelines

要旨：2021年4月より改正法令が施行され、眼の水晶体の線量限度が引き下げられた。これを受けて一般社団法人日本放射線看護学会は「看護職のための眼の水晶体の放射線防護ガイドライン」を作成した。わが国において、看護職に対する放射線教育が十分に行われているとはいえず、看護職の安全・安心のためには眼の水晶体の線量限度の引き下げや、水晶体の被ばく管理・防護方策について看護職一人一人が理解することが必要である。本稿は、ガイドラインの作成の背景と基準値の策定などにおける考え方を具体的に示すことで、ガイドラインのより一層の理解が深まることを目的とした。

I. はじめに

国内において水晶体被ばくの管理や防護に関する看護職の知識・認識・行動に関する調査の報告はほとんどみられないが、海外では透視検査などに入る医療従事者（看護職を含む）の多くが線量限度の引き下げについて知らないことや防護メガネを装着していないことが報告されている^{1,2)}。国内の看護基礎教育や看護師を対象とした継続教育が十分に行われていない現状³⁾から推察すると、海外同様に国内の看護職にも線量限度の引き下げについてあまり知られていないことが想定される。適切な放射線防護がなされるためにも線量限度の引き下げを含む法令改正やその経緯について看護職が理解することは喫緊の課題であると考えられる。

一般社団法人日本放射線看護学会（以下、日本放

射線看護学会）では看護職の放射線被ばくの現状や、放射線管理・防護の方策について2020年12月に「看護職のための眼の水晶体の放射線防護ガイドライン」にまとめ、学会ホームページにて公開して看護職が安全に安心して放射線診療に従事できるようにしている。ガイドラインは、17項目についてQ&A方式で要点をまとめ、それぞれに補足説明がある。しかし、そもそもの眼の水晶体の線量限度の引き下げの背景やガイドラインのポイントとなる眼の近傍への個人モニタの装着基準の考え方などについては、ガイドラインに十分な説明がない。そこで、より詳細な説明を加えたほうが、臨床で放射線診療業務に当たっている看護職の理解の促進につながると考え、今回報告することとした。

1 東京医療保健大学立川看護学部 Tachikawa Faculty of Nursing, Tokyo Health Care University

2 東都大学沼津ヒューマンケア学部 Faculty of Human Care at Numazu, Tohto University

† 連絡先：堀田昇吾 (s-horita@thcu.ac.jp)

II. ガイドライン作成の背景

1. なぜ水晶体の線量限度が変更になったのか？

人における放射線被ばくと白内障の関連は、1900年代前半から報告されており⁴⁾、1977年には国際放射線防護委員会（以下、ICRP）は白内障を非確率的影響（現在の組織反応）として位置づけ⁵⁾、1984年にはしきい線量を $>8\text{Sv}$ （多分割照射または遷延照射で受けた総線量当量）とした。しかし、近年の疫学調査の結果から、これまで想定されていたよりも低い線量に被ばくした場合でも白内障が誘発されることが示唆された⁶⁻⁸⁾。これを受けてICRPは、2011年組織反応に関する声明（ソウル声明）の中で、白内障のしきい線量を 0.5Gy に引き下げると同時に、水晶体の等価線量限度を年間 150mSv から「5年間の平均を年間 20mSv 、かついずれの1年においても 50mSv 」へ引き下げることが勧告した⁹⁾。白内障のしきい線量や水晶体の等価線量限度の変遷についての詳細は、Hamada et al.¹⁰⁾や赤羽ら¹¹⁾の文献を参照されたい。2011年のソウル声明を受け、国内においても原子力規制庁や厚生労働省で法令への新たな線量限度の取り入れについて検討が行われ、2021年に新たな線量限度を取り入れた法令が施行されることが決定した。

ちなみに、ICRPはソウル声明で水晶体の線量限度を「5年間の平均を年間 20mSv 、かついずれの1年においても 50mSv 」と勧告しているが、日本の法令（労働安全衛生法 電離放射線障害防止規則の一部を改正する省令、医療法施行規則、放射性同位元素等の規制に関する法律施行規則等）では、「5年ごとに 100mSv および1年間につき 50mSv 」と表記されている。両者に実質的な違いはないが、実効線量の線量限度「5年間に 100mSv かつ1年間に 50mSv 」と表記を合わせたのだと考えられる。

2. なぜ看護職向けのガイドラインを作成することになったのか？

線量限度の引き下げについて放射線審議会（放射線障害の防止に関する技術的基準に斉一を図ることを目的として原子力規制委員会に設置されている諮問機関）で議論する際に医療領域における水晶体の防護の現状について関係機関（日本看護協会、日本医師会、日本放射線技師会）にもヒアリングが行われた。ヒアリングの中で、日本看護協会は、放射線被ばくに関する専門的知識や放射線防護方策につい

て看護職が十分に習得できていない現状について触れ、看護職の就労環境に配慮したガイドラインの作成を要望した¹²⁾。

原子力領域に比べ、医療領域における放射線作業従事者の管理は十分に行われておらず、誰をどのように管理すべきか統一した基準がないために施設間で管理方法が異なることが懸念されている。水晶体の被ばく管理においても同様の状況であり、誰をどのように管理するのか決まっていない。さらに、医療領域の中でも看護職は施設内でのローテーションや病棟勤務者が放射線検査室へ検査介助に出向くなど、管理しにくい側面がある。また、看護職は基礎教育や継続教育の中で十分な放射線教育が行われているわけではなく、放射線に対する不安も強いことが報告されている³⁾。そのため、日本放射線看護学会では、看護職が安全に安心して放射線診療に従事するためには、水晶体被ばくの管理・防護について手にとってわかるガイドラインが必要であると考えた。

上記経緯を踏まえ、日本放射線看護学会では、一般社団法人日本保健物理学会（以下、日本保健物理学会）が作成した「眼の水晶体の線量モニタリングのガイドライン」¹³⁾および関連学会が合同で作成した「医療スタッフの放射線安全ガイドライン」¹⁴⁾（委員長：大野和子）を参考に、「看護職のための眼の水晶体の放射線防護ガイドライン」を作成し、2020年12月17日に日本放射線看護学会ホームページにて公開した。

3. ガイドラインの目的は何か？

本ガイドラインの目的は以下の2点である。

第一に、看護職自身が被ばく管理・防護について理解することである。看護職の職業被ばく管理においては、看護職一人一人が被ばく線量を適切に管理・防護する方法を理解する必要がある。そのため、本ガイドラインは、看護職自身が行える被ばく線量低減のための方策を記載した。

第二に、眼の水晶体の放射線防護について、医療施設間の差をなくすことである。個々の看護職による職業被ばく管理に加え、医療施設が組織として看護職の放射線管理・防護方策を講じることが必要である。しかし、放射線管理・防護においては施設による差が大きく、看護職の中で誰をどのように管理すべきか曖昧である。具体的には、不均等被ばく管

理（体幹部と頸部の2カ所に個人モニタを装着）にすべき看護師と、さらに水晶体の等価線量をより正確に測るために眼の近傍にも個人モニタを装着し、合計3つの個人モニタを装着すべき看護師の境界は明確ではなく、施設間で管理方法が異なる可能性がある。そのため、本ガイドラインでは具体的な指針を提示し、現場での混乱を軽減することを目的とした。

4. なぜ眼の近傍へモニタを装着する基準を6mSvとしたのか？

水晶体の等価線量を正確に評価するためには眼の近傍にモニタを装着し、体表面から3mmの深さの線量当量（3mm線量当量）を測定する必要がある（日本保健物理学会のガイドライン¹³⁾では、1cm線量当量または70 μ m線量当量から算定する方法も示されている）。2021年1月現在、3mm線量当量を測定できる個人モニタのサービスは線量計測業者から提供されている。しかし、管理の簡便さやコストの面から、全ての看護職が眼の近傍にモニタを装着することは現実的ではない。そのため、眼の近傍にモニタを装着すべき人を選定する基準が必要であると考えた。

ガイドライン作成当初、眼の近傍に個人モニタを装着する看護職をなるべく減らすことが実用的であると考え、年間20mSvを眼の近傍に個人モニタを装着する基準に設定した。しかし、諸外国・国際機関の提示している値に比べて高いこと、さらに年間20mSvが5年続いたら線量限度を超過してしまうことなどから、より低い線量を適用することとなった。

そのために、まず国内において眼の近傍に個人モニタを装着する基準としてどのような値が検討されているのか確認した。日本保健物理学会のガイドライン¹³⁾や原子力規制庁の委託研究報告書¹⁵⁾では、個人モニタの不確かさを考慮して検討していた。個人モニタには不確かさがあるとされるが、ICRP、IAEAでは、個人線量計の容認される不確かさを1.5-2^{16,17)}としている。つまり被ばく線量は個人モニタの値 \pm 50~100%の幅を持っていることが容認されていることになる。日本保健物理学会のガイドラインでは、個人モニタの不確かさをもとにして眼の近傍に個人モニタを装着する基準を設けることを一案として紹介している。横山らによる原子力

規制庁の委託研究報告書¹⁵⁾では、不確かさを考慮して眼の近傍に個人モニタを装着すべき線量レベルを10~15mSvの範囲として推奨しており、本ガイドラインではこれらの線量レベル以下の値を眼の近傍に個人モニタを装着する基準にすべきと考えた。

次に、被ばく線量の測定・評価マニュアル¹⁸⁾によると個人モニタリングの目的は①線量限度を超えないことの確認、②線量限度に近いなら対策を発動する、③線量を見て作業環境の管理状況の把握と、必要に応じた施設、作業方法の改善の3つであるとされている。これらの目的に照らすと、線量限度よりも低い線量を「管理上の基準」として設定し、線量限度を超えないために、より安全な作業の確保と安全な作業環境管理のために正確な線量測定を発動させ、作業環境の改善などにつなげることも個人モニタリングの目的であると考えられる。水晶体の被ばく管理においては、眼の近傍に個人モニタを装着する基準となる線量が「管理上の基準」の意味を持つと考えた。これは、前述のICRPの1977年勧告に示される「調査レベル」という概念に通ずるものである。

以上より、ICRPの1977年勧告⁹⁾にある「線量限度の3/10を超える恐れがある場合は個人モニタリングの対象とすべき」という記述と、国際放射線防護学会やヨーロッパ連合の法令（EU指令）などが設定している眼の近傍での線量測定を行う基準を参考に検討をすすめた。最終的には改正された眼の水晶体の等価線量限度の3/10に相当する線量を管理基準として設定し、その管理基準を超える恐れのある場合に眼の近傍での個人モニタの装着を行うようにすることが合理的であると考え、本ガイドラインでは「頸部に装着した個人モニタ（以下頸部モニタ）の線量が年間6mSvを超える恐れのある場合には体幹部、頸部に加えて眼の近傍に個人モニタを装着して線量測定すべき」とした。なお、不均等被ばくがない状況でも、日本保健物理学会のガイドライン¹³⁾に示されるように、実効線量が年間6mSvを超える恐れのある場合には体幹部に加えて眼の近傍に個人モニタを装着することとしている。

5. 本ガイドラインを運用した際、眼の近傍に個人モニタを装着する看護職の人数はおおよそ何名ほどになるのか？

ここで、頸部バッジの線量が年間6mSvを超え

る看護職について以下の試算を行った。藤淵らの報告では、看護師の頸部モニタでは、防護衣の内側に装着した体幹部用個人モニタに比べて6倍程度値が高かったことが報告されている¹⁹⁾。核医学など一部の放射線診療に従事する看護師をのぞいて、放射線診療に携わる看護師は防護衣を装着し、防護衣の内側に個人モニタを装着していると考えられ、その値が各看護師の実効線量として計測されていると考えられる。つまり、実効線量が年間1mSvを超える看護職の場合、頸部モニタの線量は本ガイドラインで目の近傍に水晶体の等価線量測定用の個人モニタを装着すべき基準とした6mSvを超過する恐れがあることになる。個人線量測定機関協議会のデータ²⁰⁾では、実効線量が年間1mSvを超える看護師は約4,000人いることが報告されている。このことから、本ガイドラインを現在の日本の医療現場で適用した場合、年間約4,000人の看護師が目の近傍に水晶体の等価線量測定用の個人モニタを装着して放射線診療に従事することになるだろうと考えられる。

III. 終わりに

本ガイドラインの作成に伴って様々な文献や報告書を確認した。その中で、医師や診療放射線技師を対象とした調査に比べ、看護職に焦点を当てた基礎的な調査は少なかった。看護職の被ばく線量は医師や診療放射線技師に比べ少ないが、放射線業務ヘローテーションで従事することや、検査室内での動き・姿勢、教育背景、組織風土など看護職特有の被ばくに関連する要因があると考えられる。本ガイドラインの周知が図られ確実に運用されることで、看護職の水晶体被ばくの管理はより適切なものとなる。さらに、各放射線検査室内における看護師の導線・姿勢などの動きと被ばく線量の関係や、看護職の水晶体被ばくに関する知識・認識・防護行動・教育・研修の実態などについて調査を行うことで、看護職の水晶体被ばくの実態とそれに影響する要因を明らかにでき、看護職のより効果的な水晶体被ばくの防護方法が見いだせると期待する。

謝辞

本ガイドライン作成にあたり、ご協力いただきました皆様に心より感謝申し上げます。

研究助成

本研究はどの機関からも研究助成を受けていない

利益相反

本研究における利益相反は存在しない。

引用文献

- 1) Alahmari MAS, Sun Z, Bartlett A. Radiation protection in an interventional laboratory: A comparative study of Australian and Saudi Arabian hospitals. *Radiation Protection Dosimetry*. 2017, 172(4). 453–465.
- 2) D'Avino V, Angrisani L, La Verde G, et al. New eye lens dose limit: Status of knowledge in campania hospitals. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019, 16(18). 3450.
- 3) 増島ゆかり, 野戸結花. IVRに従事する看護師の職業被ばくに対する認識と放射線教育に関する調査. *日本放射線看護学会誌*. 2018, 6(1). 12–21.
- 4) Kleiman NJ. Radiation cataract. *Annals of the ICRP*. 2012, 41(3–4). 80–97.
- 5) International Commission on Radiological Protection. Recommendations of the ICRP. ICRP Publication 26. *Annals of the ICRP*. 1977, 1(3).
- 6) Nakashima E, Neriishi K, Minamoto A. A reanalysis of atomic-bomb cataract data, 2000–2002: A threshold analysis. *Health Physics*. 2006, 90(2). 154–160.
- 7) Neriishi K, Nakashima E, Minamoto A, et al. Postoperative cataract cases among atomic bomb survivors: Radiation dose response and threshold. *Radiation Research*. 2007, 168(4). 404–408.
- 8) Worgul BV, Kundiyev YI, Sergiyenko NM, et al. Cataracts among Chernobyl clean-up workers: Implications regarding permissible eye exposures. *Radiation Research*. 2007, 167(2). 233–243.
- 9) International Commission on Radiological Protection. ICRP statement on tissue reactions/early and late effects of radiation in normal tissues and organs-threshold doses for tissue reactions in a radiation protection context. ICRP Publication 118. *Annals of the ICRP*. 2012, 41(1/2).
- 10) Hamada N, Fujimichi Y. Classification of radiation effects for dose limitation purposes: History, current situation and future prospects. *Journal of Radiation Research*. 2014, 55(4). 629–640.
- 11) 赤羽恵一, 飯本武志, 伊知地猛, 他. 水晶体の放射線防護に関する専門研究会中間報告書 (I) —水晶体, 白内障, ICRP が勧告した新たな水晶体等価線量限度の概要—. *保健物理*. 2014, 49(3). 145–152.
- 12) 原子力規制庁第6回放射線審議会眼の水晶体の放射線防護検討部会資料. 眼の水晶体に係る放射線防護の在り方について (中間取りまとめ) に対す

- る日本看護協会の意見. <https://www.nsr.go.jp/data/000217195.pdf>(検索日：2021年3月17日)
- 13) 日本保健物理学会. 眼の水晶体の線量モニタリングのガイドライン. <http://www.jhps.or.jp/upimg/files/suishotai-guideline.pdf> (検索日：2021年3月17日)
 - 14) 大野和子, 安陪等思, 坂本 肇, 他. 医療スタッフの放射線安全に係るガイドライン—水晶体の被ばく管理を中心に—. http://jns.umin.ac.jp/jns_wp/wp-content/uploads/2020/10/suisyoutai_pnf_0807final.pdf
 - 15) 原子力規制庁 (委託事業者：藤田医科大学). 平成30年度放射線対策委託費 (放射線安全規制研究戦略的推進事業) 原子力・医療従事者等の標準的な水晶体の等価線量モニタリング、適切な管理・防護はどうあるべきか?—水晶体被ばくの実態から探る—成果報告書. <https://www.nsr.go.jp/data/000317651.pdf> (検索日：2021年4月10日)
 - 16) International Atomic Energy Agency. Occupational Radiation Protection. IAEA Safety Standards Series No. GSG-7. IAEA, Vienna, 2018.
 - 17) International Commission on Radiological Protection. General Principles for the Radiation Protection of Workers. ICRP Publication 75. Annals of the ICRP. 1997, 27(1).
 - 18) 原子力安全技術センター (編). 被ばく線量の測定・評価マニュアル. 原子力安全技術センター, 東京, 2000.
 - 19) 藤淵俊王, 藤田克也, 五十嵐隆元, 他. 放射線診療従事者の不均等被ばく管理の実態に基づく水晶体被ばく低減対策の提案. 日本放射線技術学会雑誌. 2021, 77(2). 160-171.
 - 20) 個人線量測定機関協議会. 2019年度 (令和元年度) 医療機関における職種別の実効線量の分布表. <http://www.kosenkyo.jp/siryou/iryous31.PDF> (検索日：2021年3月17日)