

心血管 IVR に携わるスタッフの水晶体線量評価

- リアルタイム線量測定による基礎検討 -

東北大学 大学院医学系研究科 保健学専攻 ○石井 浩生 (Ishii Hiroki)

薩來 康¹ 芳賀 喜裕^{1,2} 加賀 勇治²

阿部 美津也² 稲葉 洋平^{1,3} 千田 浩一^{1,3}

¹東北大学 大学院医学系研究科 保健学専攻

²仙台厚生病院 放射線部

³東北大学 災害科学国際研究所 災害放射線医学

【背景】

IVRに携わる医療スタッフは、放射線照射場内で作業を行うため、散乱線による放射線被ばくが問題となる¹⁾。2011年のICRP声明⁸⁾で水晶体等価線量限度が引き下げられたことにより、高精度な水晶体等価線量評価が求められるようになった。現行の管理方法では、体幹部(不均等被ばくでは頭頸部)の個人線量計で測定した1 cm線量当量と70 μm線量当量の高い方の値を水晶体等価線量とみなしている。しかし、頭頸部で測定した個人線量当量は水晶体等価線量を過大評価する傾向にあることが報告されており⁹⁾、実際に2,000名以上の医療スタッフが年間20 mSvを超過している^{10), 11)}。一方、IAEA TECDOC No. 1731¹²⁾によれば、3 mm個人線量当量で校正された線量計(水晶体線量計)を眼の近傍かつ防護メガネ内側に装着して測定すべきであるとされている。ただし、不均等被ばく管理が全体の3割程度でしかなされていない現状から、すべてのスタッフに水晶体線量計を着用させるのは費用対効果の点で現実的ではない。

【目的】

本研究では、心血管IVRに携わるスタッフの水晶体線量をリアルタイム線量測定システムにより測定し、頸部線量や患者線量パラメータとの相関を検討することを目的とした。さらに、スタッフの線量と行動パターンについてのリアルタイム解析を行い、放射線防護教育に活用できるかどうか検討した。

【方法】

測定の概要は以下の通りである。

期間	2018年3月1日～2018年9月30日
場所	仙台厚生病院
手技件数	冠動脈造影(CAG) 17件 経皮的冠動脈インターベンション(PCI) 11件
対象者	医師(術者・助手) 17名 看護師 7名

リアルタイム線量計RaySafe i2(Unfors RaySafe)を左側頭部と左頸部にそれぞれ着用し、手技1件ごとにリアルタイムの線量率および積算線量を測定した。線量計は1 cm個人線量当量で校正されている。今回は頭部で測定した線量を水晶体線量とみなし、頸部線量および患者線量パラメータ(透視時間、基準空気カーマ(AK)、面積線量(KAP))との相関を求めた。

【結果】

術者の水晶体線量は頸部線量に比べて有意に高かった。頸部線量との相関は見られなかった。CAGの場合のみ患者線量パラメータ(特にAKとKAP)との強い相関が見られた。また、術者はLAO系のアンギュレーションで高い線量を受けることが分かった。

助手の水晶体線量は頸部に比べて有意に高かった。PCIの場合のみ、頸部線量との弱い相関が見られた。患者線量パラメータとの相関は見られなかった。また、助手は術者の体による遮蔽を受けて線量が低くなることが分かった。

看護師の水晶体線量は頸部線量に比べて有意に低かった。CAG、PCIともに頸部線量との強い相関が見られた。患者線量パラメータとの相関は見られなかった。看護師が患者に近づいた場合、術者や助手を上回る線量率が検出されたが、一方で防護衝立の真後ろに隠れた場合ではほぼ測定下限値以下であった。

【考察】

術者と助手に関しては、水晶体線量と頸部線量が乖離する可能性があることが示唆されたため、眼の近傍に着用した水晶体線量計により評価することが重要と考えられる。患者線量パラメータとの相関はCAGの術者のみでしか見られなかったため、あくまでも水晶体線量のおおまかな推定に用いられるべきである。PCIで患者線量パラメータとの相関が見られなかったのは、治療部位によってWorking angleが異なるために、空間散乱線分布の違いによる影響が大きくなったためと考えられる。また、リアルタイム解析の結果から、LAO系のアンギュレーションで水晶体線量が高くなる傾向があったため、より効果的な防護策の検討が必要と考える。

看護師に関しては、水晶体線量と頸部線量に強い相関が見られ、頸部線量の方がやや過大値となった。よって、看護師の水晶体等価線量は頸部バッジにより管理可能と考えられる。また、看護師は患者の観察等のために患者に近づくことがある。リアルタイム解析の結果から、看護師は必要時以外に患者に近づかないことや、空間散乱線量が高くなりやすい位置を示す等の防護教育が必要と考えられる。

本研究の研究限界として、今回使用した線量計が1 cm線量当量で校正されている点および線量計側方の感度が低い点が挙げられる。水晶体線量計は3 mm線量当量が測定可能なうえ、良好な方向特性を持つことが知られているため、精度良く測定することが可能と考えられる。

【まとめ】

本研究では、心血管IVRに携わるスタッフの水晶体線量をリアルタイムに測定・評価した。医師の場合、頸部バッジの値は水晶体線量と乖離する可能性がある。看護師は頸部バッジにより評価可能と考えられる。また、スタッフの線量をリアルタイムにモニタリングすることで、従事者被曝低減に有用な情報をもたらすことができた。

【参考文献】

- 1) Vano E, Kleiman N J, Doran A, Rehani M M, Echeverri D, Cabrera M: Radiation cataract risk in interventional cardiology personnel. *Radiat Res*, 174, 490-495 (2010).
- 2) Chida K, Morishima Y, Inaba Y, Taura M, Ebata A, Takeda K, Shimura H, Zuguchi M: Physician-received scatter radiation with angiography systems used for interventional radiology: comparison among many x-ray system. *Radiat Prot Dosimetry*, 149(4), 410-416 (2012).
- 3) Chida K, Kaga Y, Haga Y, Kataoka N, Kumasaka E, Meguro T, Zuguchi M: Occupational dose in interventional radiology procedures. *Am J Roentgenol*, 200(1), 134-141 (2013).
- 4) Inaba Y, Chida K, Kobayashi R, Kaga Y, Zuguchi M: Fundamental study of a real-time occupational dosimetry system for interventional radiology staff. *J Radiol Prot*, 34, N65-N71 (2014).
- 5) 稲葉洋平, 千田浩一, 小林亮太: 冠動脈インターベンションにおける新型リアルタイム術者線量計システムの有用性. *心臓*, 47(6), 679-686 (2015).
- 6) 石井浩生, 薩來康, 上杉直人, 加藤慎子, 三戸麻莉菜, 宮田恒平, 稲葉洋平, 千田浩一: 新型半導体式サーベイメータの基本特性に関する検討. *日本放射線安全管理学会誌*, 17(1), 2-8 (2017).
- 7) 石井浩生, 薩來康, 上杉直人, 加藤慎子, 三戸麻莉菜, 宮田恒平, 芳賀喜裕, 稲葉洋平, 千田浩一: 二種類の異なる半導体式サーベイセンサの基本特性比較. *東北大学医学部保健学科紀要*, 27(1), 43-50 (2018).
- 8) ICRP Statement on Tissue Reactions. (2011). <http://www.icrp.org/page.asp?id=123>
- 9) Haga Y, Chida K, Kaga Y, Sota M, Meguro T, Zuguchi M: Occupational eye dose in interventional cardiology procedures. *Sci Rep*, 7(1), 569 (2017).
- 10) 千代田テクノル: 平成28年度 個人線量の実態. *FBNews*, 489, 9-17 (2017).
- 11) 長瀬ランダウア: 平成28年度 眼の水晶体の等価線量の集計・頭頸部用クイクセルバッジ着用者数推移. *NL* だより, 479, 2-3 (2017).
- 12) International Atomic Energy Agency (IAEA): Implications for occupational radiation protection of the new dose limit for the lens of the eye. IAEA TECDOC No. 1731 (2013).