

血管造影・IVRに携わる医療スタッフの水晶体線量の左右差に関する基礎的検討

東北大学 大学院医学系研究科 保健学専攻¹ ○石井 浩生(Ishii Hiroki)

薩來 康 本田 崇文

東北大学 災害科学国際研究所 災害放射線医学

佐藤 文貴 稲葉 洋平¹ 千田 浩一¹

東北大学病院 診療技術部 放射線部門

上杉 直人 加藤 慎子

仙台厚生病院 放射線部

芳賀 喜裕¹ 加賀 勇治

【背景・目的】

血管造影・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。2011年のICRP勧告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管理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1cm線量当量と70 μ m線量当量の高い方の値を水晶体等価線量としている。この管理方法では、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いる。一方、IAEAは3mm線量当量で校正された個人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ることを推奨している。しかし、3mm線量当量線量計の具体的な装着部位に関する検討は少ない。特に血管造影・IVRでは、手技中の撮影条件やCアーム角度の変化に伴い、スタッフの水晶体線量も左眼と右眼で変化する可能性がある。

そこで、本研究では、心血管・腹部・骨盤部のIVRを想定したファントム実験を行い、医師及び看護師の立ち位置における水晶体線量の左右差を検討した。

【使用機器】

- ・X線血管撮影装置 Infinix Celeve-i INFX-8000F (東芝)
- ・リアルタイム個人線量計 EDD-30 (Unfors)
- ・半導体式サーベイメータ RaySafe X2 サーベイメータ (Unfors RaySafe)
- ・頭部ファントム (京都科学)
- ・胸部ファントム (京都科学)
- ・腹部ファントム (製造元不明)

【方法】

心血管・腹部・骨盤部のシネ撮影を想定して実験を行った。X線血管撮影装置の寝台に被写体として胸部ファントムと腹部ファントムを設置し、医師及び看護師の立ち位置に頭部ファントムを設置した。医師の立ち位置は、心血管の照射野中心から患者の足側へ50 cmかつ右側へ50 cmの位置とした。看護師の立ち位置は、心血管の照射野中心から患者の頭側右側45°方向へ200 cm離れた位置とした。頭部ファントムの眼の高さは155 cmとした。頭部ファントムの左眼・中央・右眼における線量をリアルタイム線量計EDD-30で測定した。さらに、頭部ファントムの右隣に半導体式サーベイメータRaySafe X2サーベイメータを設置し、散乱線の平均エネルギーを測定した。X線血管撮影装置に表示される管電圧と面積線量(DAP)を記録し、測定値との比較を行った。

シネ撮影はオートモード(管電圧、管電流、パルス幅、付加フィルタがオート設定)を用い、フレームレートを30 fps、撮影時間を15 sとした。視野サイズは心血管では5インチ、腹部と骨盤部では8インチを用いた。撮影方向は、心血管8方向、腹部3方向、骨盤部1方向とした。寝台の高さを90 cm、SIDを100 cmとした。

【結果】

医師の位置では常に左眼の線量が高かった。水晶体線量は撮影方向によって変化し、LAOのときに線量・左右差共に増大する傾向にあった。看護師の位置では左右差が見られなかったが、中央の線量が最も高くなる場合もあった。線量は医師の位置より全体的に低下した。散乱線平均エネルギーは医師位置の方が看護師位置より高かった。さらに、撮影方向によって平均エネルギーが変動した。

【考察】

医師の位置では常にX線管が体の左側にあるために左眼の線量が高くなると考えられる。そのため、医師は3mm線量当量線量計を左眼近傍に装着すべきである。看護師の位置では左右差が見られなかったが、原因と

して、顔が照射野中心を向いていたことや被写体から離れていたことが挙げられる。看護師位置では中央(眉間)の線量が最も高くなる場合があるため、医師と同じ頭部外側に線量計を装着すると、水晶体線量を過小評価する可能性がある。また、撮影部位や視野サイズも水晶体線量に影響を及ぼすと考えられる。他にもスタッフの顔の向きや身長、癖、防護具の使用方法によって水晶体線量に変化する可能性があるため、3mm線量当量線量計の装着部位に関しては、さらなる検討が必要と考えられる。

散乱線のエネルギーは線量計の校正定数や防護具の選択において重要であるため、詳細な調査が必要である。

【まとめ】

医師の位置では左眼の線量が最も高かった。看護師の位置では左右差が見られず、中央の線量が最も高い場合もあった。よって、3mm線量当量線量計の装着部位は、医師は左眼近傍が適切である。看護師は頭部外側に線量計を装着した場合、眼の線量を過小評価する可能性がある。

【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) Ciraj-Bjelac O, Rehani M M, Sim K H, Liew H B, Vano E, Kleiman N J : Risk for radiation induced cataract for staff in interventional cardiology: is there reason for concern ?. *Catheter Cardiovasc Interv*, 76, 826-834 (2010).
- 3) 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).
- 4) 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).
- 5) 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).
- 6) 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).
- 7) ICRP Statement on Tissue Reactions. (2011). <http://www.icrp.org/page.asp?id=123>
- 8) ICRP : 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, Ann ICRP 41(1/2) (2012).
- 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) Vanhavere F, Carinou E, Domienik J, Donadille L, Ginjaume M, Gualdrini G, Koukorava C, Krim S, Nikodemova D, Ruiz-Lopez N, Sans-Merce M, Struelens L : Measurement of eye lens doses in interventional radiology and cardiology: Final results of the ORAMED project. *Radiat Meas*, 46, 1243-1247 (2011).
- 11) Farah J, Struelens L, Dabin J, Koukorava C, Donadille L, Jacob S, Schnelzer M, Auvinen A, Vanhavere F, Clairand I : A correlation study of eye lens dose and personal dose equivalent for interventional cardiologists. *Radiat Prot Dosimetry*, 157(4), 561-569 (2013).
- 12) O' Connor U, Walsh C, Gallagher A, Dowling A, Guiney M, Ryan J M, Mceniff N, O'Reilly G : Occupational radiation dose to eyes from interventional radiology procedures in light of the new eye lens dose limit from the International Commission on Radiological Protection. *Br J Radiol*, 88(1049), (2015).