

半導体検出器及びGM計数管を内蔵したサーベイメータを用いた 空間線量測定時の諸特性の評価

東北大学大学院医学系研究科保健学専攻 ○大森 悠斗(Ohmori Yuto)

巻 周星

仙台厚生病院 放射線部

芳賀 喜裕 曾田 真宏

東北大学医学部保健学科

石沢 祥子 川口 和奏 山田 芙美佳

東北大学災害科学国際研究所災害放射線医学分野 千田 浩一

【目的】

職業上の眼の線量に関するICRPにおける新しい勧告は、5年間で20 mSv/年と大幅に引き下げられた。したがって眼の防護を適切に行わなければならない。適切な防護のためには正確な線量を測定する必要がある。水晶体被曝の主な要因は被写体からの散乱線であり、空間線量の測定が重要となる。最近、半導体検出器及びGM計数管を内蔵したサーベイメータ(以下ハイブリッドサーベイメータとする)が発売された。ハイブリッドと名の付く通り1台で空間線量や表面汚染の測定をすることができる。ただし、このサーベイメータの基本的な性能に関するユーザー側の評価報告はされていない。そこで本研究では電離箱式サーベイメータと比較して空間線量の測定に有用であるかを検討した。

【方法】

エネルギー依存性は診断用X線装置DHF-115HⅡ(日立メディコ)を用いて透視条件で評価した。漏洩線量測定と角度依存性はCアーム型X線血管撮影装置Infinix Celevel-I INFX-8000F(東芝メディカルシステムズ)を用いた。漏洩線量測定は、胸腹部ファントムを被写体として透視を行い、血管撮影操作室の出入り口付近の散乱線量を測定した。角度依存性は、Cアームの角度を変えながら水平方向と垂直方向の評価を行った。

【結果】

エネルギー依存性は、管電圧70kVを基準とすると、50 kVから110 kVの間においての両サーベイメータの差異は±5%未満であった。漏洩線量測定について、ハイブリッドサーベイメータは、電離箱式サーベイメータが検出不可能な低線量域においても感度を有していた。角度依存性は、水平・垂直方向共に $0^{\circ} \pm 30^{\circ}$ において95%以上の感度を有し、 $0^{\circ} \pm 60^{\circ}$ では60%以上の感度を有していた。

【考察】

エネルギー依存性は、管電圧が低いほどハイブリッドサーベイメータの値が相対的にやや低下した。しかし、管電圧70 kVのときの測定値の比を基準とすると、50 kVから110 kVにおける差異は±5%未満と比較的良好である。漏洩線量測定に関して、ハイブリッドサーベイメータは電離箱式サーベイメータで検出不可能な低線量域においても感度を有していることが確認された。ただし、下限値に関してはさらなる検証が必要である。角度依存性は、検出器の前方については電離箱式サーベイメータと同等の感度を有していた。水平方向、垂直方向ともに 90° 、 270° で周辺と比較して感度が高くなった。後面はディスプレイがあり、感度が低くなったと考えられる。

【結論】

電離箱式サーベイメータと比較して、角度依存性に関しては電離箱式サーベイメータの方が良好であった。ただし、エネルギー依存性は同等であり、低線量域における感度はハイブリッドサーベイメータの方が良好である。以上よりハイブリッドサーベイメータは特に散乱線の発生源が特定できている場合に、X線検査室等の空間線量の測定に有用であると考えられる。

【参考文献】

- 1)厚生労働省:眼の水晶体被ばく限度の見直し等に関する検討会 報告書.
- 2)Haga Y et al : Occupational eye dose in interventional cardiology procedures. Scientific Reports 7(1), 569, (2017)
- 3)Chida K et al : Occupational dose in interventional radiology procedures, American Journal of Roentgenology,

- 200(1), 138-141,(2013)
- 4)Ishii H et al : Performance of the DOSIRIS™ eye lens dosimeter, Journal of Radiological Protection 39(3), 19-26,(2019)
- 5)Kato M et al : OCCUPATIONAL RADIATION EXPOSURE OF THE EYE IN NEUROVASCULAR INTERVENTIONAL PHYSICIAN, Radiation Protection Dosimetry 185(2), 151-156(2019)
- 6)Kato M et al : New real-time patient radiation dosimeter for use in radiofrequency catheter ablation, Journal of Radiation Research 60(2), 215-220(2019)
- 7)Morishima Y et al : Effectiveness of additional lead shielding to protect staff from scattering radiation during endoscopic retrograde cholangiopancreatography procedures, Journal of Radiation Research 59(2), 225-232(2018)
- 8)遠藤美芽ほか : 心臓IVR手技における0.75 mmPb当量防護眼鏡の遮蔽効果に関する臨床的検討, 臨床放射線 65(1), 71-75(2020)
- 9)本田崇文ほか : IVR-CT装置によるCT透視時の空間散乱線分布に関する基礎検討, 臨床放射線 62(8), 1099-1104(2017)
- 10)Inaba Y et al : Occupational radiation dose to eye lenses in CT-guided interventions using MDCT-fluoroscopy, Diagnostics, 11(4), 646(2021).
- 11)Endo M et al : Evaluation of novel X-ray Protective eyewear in reducing the eye dose to interventional radiology physicians, Journal of Radiation Research, 62(3), 414-419(2021).
- 12)山田歩実ほか : 心臓カテーテルインターベンションに携わる看護師の水晶体被ばく-水晶体線量の左右差に関する比較評価-, 日本放射線安全管理学会誌 20(2), 52-60(2021)
- 13)稲葉洋平ほか : 心血管IVR用X線装置の空間散乱X線量の装置間比較, 東北大学医学部保健学科紀要 18 , 45-51(2009)
- 14)Chida, K et al : Clarifying and visualizing sources of staff-received scattered radiation in interventional procedures, AJR Am J Roentgenol 197(5), W900-903(2011)
- 15)Chida, K et al:physician -received scatter radiation with angiography systems used for interventional radiology comparison among many X-ray systems, Radiat Prot Dosimetry 142(4), 410-416(2012)
- 16)森島貴顕ほか:空間線量測定用新型サーベイメータの線量評価, 臨床放射線 65 : 1327-1333(2020)
- 17)Chida, k et al:Examination of the long-term stability of radiation survey meters and electronic pocket dosimeters, Radiat Prot Dosimetry 129(4), 431-434(2008)
- 18)Inaba, Y et al:Fundamental study of a real-time occupational dosimetry system for interventional radiology staff, J. Radial. Prot. 34, N65-N71(2014)
- 19)稲葉洋平ほか: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)
- 20)佐藤文貴ほか:リアルタイム型MOSFET線量計の基本特性評価. 東北大学医学部保健学科紀要 26(1), 57-65(2017)
- 21)Unfors RaySafe:RAYSAFE452 Users Manual.
- 22)日本放射線技術学会:臨床放射線技術実験ハンドブック(下巻), 通商産業研究所, 東京, 478-482(1996)
- 23)日本画像医療システム工業会:X線診療室の管理区域漏洩線量測定マニュアル, 日本画像医療システム工業会規格(JESRA) 2-3, 15-16(2016)
- 24)田中仁, 山田勝彦, 安部真治, 小田紘弘:新・医用放射線技術学実験(基礎編), 第3版, 共立出版, 東京, 215-219(2016)
- 25)日立アロカメディカル:電離箱式サーベイメータ ICS-323C 取扱説明書.
- 26)石井浩生ほか: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)
- 27)石井浩生ほか : 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)
- 28)薩來康ほか : 半導体式サーベイメータの散乱X線平均エネルギー測定精度の基礎検討, 日本放射線安全管理学会誌 17(2), 114-120(2018)