空間散乱線量の測定に関する基礎検討: 種々のファントムによる比較検討

東北大学医学部保健学科 ○巻 周星 石沢 祥子 大森 悠斗 川口 和奏 山田 芙美佳
東北大学医学系研究科保健学専攻 大友一輝
仙台厚生病院放射線部 芳賀喜裕 阿部美津也 加賀勇治
東北大学災害科学国際研究所 千田浩一 稲葉洋平

【はじめに】

IVRでは使用する放射線量が多いため、医療スタッフの放射線障害の発生が問題とされている。特に水晶体が白く混濁する白内障が発生している例がいくつか報告されており、水晶体の線量評価は重要である。

従来、IVRにおける空間散乱線量の測定にはアクリルファントムを用いることが多いが、アクリルファントムは人体と違って様な材質でできている。つまり実際に放射線を当てる人体とアクリルファントムとでは空間散乱線量分布は異なってくるのではないかと考えられる。

そこで今回我々はアクリルファントムと人体ファントムを用いて心臓カテーテル検査を想定した水晶体位置の空間散乱線量を測定し、得られたデータの比較・検討を行った。

【使用機器・測定方法】

測定には以下の機器を用いた。

- ・IVR用X線装置
- ・胸腹部ファントム
- ・チェストプレート(厚さ30mm×2)
- ・アクリルファントム(厚さ1cm×20枚)
- ・電離箱式サーベイメータ
- ・Skin Dose Monitor :SDM

電離箱式サーベイメータでは空間散乱線量率を、SDMではファントム入射表面線量を測定した。また、以後チェストプレートを付けない胸腹部ファントムを“標準体”、チェストプレートを付けたものを“肥満体”と呼称する。

透視の条件は、測定を行った仙台厚生病院でPCIのときに実際に用いられている条件を参考に行った。測定点は、照射野中心から50cmずつ間隔をとり、腹部側の術者位置、頭部側の看護師位置、患者を挟んで反対の頭部側の逆看護師位置の3点を想定した。測定高さは水晶体位置を想定した150cmとし、寝台の高さは78～115cmの間で10cm刻みで変えた。ただし、アクリルファントムの測定では寝台高さを97cmのみとした。各条件で1分間の透視を行い、照射30秒後に電離箱式サーベイメータの値を5回読み取りこれを3度繰り返して計15回分の平均値で空間散乱線量率を求めた。また、ファントム背部に貼り付けたSDMから1分間のファントム入射表面線量を求めた。

【結果・考察】

1. アクリルファントムと人体ファントムの比較

空間散乱線量率は、アクリルファントムでは術者、看護師、逆看護師位置の3点でほぼ等しくなり、人体ファントムでは標準体・肥満体ともに術者、看護師、逆看護師位置の順に高くなった。ファントム入射表面線量はアクリルファントムと肥満体がほぼ等しく、標準体よりも高くなった。

アクリルファントムは様な材質でできており、照射野中心から3つの測定点までの距離は等しいため、3点で空間散乱線量率が等しくなったと考えられる。人体ファントムはアクリルファントムと違い材質が一樣ではなく臓器によってX線の吸収量が異なる。その違いや臓器の配置などにより、測定点によって空間散乱線量率が変化したと考えられる。

2. 標準体と肥満体の比較

空間散乱線量率は、3点の測定点すべてで標準体よりも肥満体のほうが高くなり、肥満体が標準体よりおよそ1.5～3倍増加した。また寝台が高くなるほど空間散乱線量率は増加した。ファントム入射表面線量は、標準体よりも肥満体のほうが高くなり、およそ3.3～4倍増加した。

肥満体は標準体よりも体厚が大きく、それにより照射線量も増加するため空間散乱線量率、ファントム表面入射線量のどちらも増加したと考えられる。

また、寝台高さが高くなるにつれ、空間散乱線量率は増加したが、ファントム入射表面線量は減少した。寝台高くなるほどファントム-サーベイメータ間距離は小さくなり、ファントム-X線管間距離は大きくなるため、空間散乱線量率が増加、ファントム入射表面線量が減少したと考えられる。

【まとめ】

空間散乱線量測定において、アクリルファントムと人体ファントムでは異なる分布を示すことがわかった。人体ファントムを用いたほうがより実状に近い空間散乱線量の分布を得ることができると思われる。

体厚が厚い患者は薄い患者に比べて、空間散乱線量・入射表面線量どちらも増加することがわかった。体厚が厚い患者の場合は医療スタッフと患者双方の被ばくに注意する必要がある。また、寝台高さを変化させることで空間散乱線量とファントム入射表面線量はトレードオフの関係になる。

【参考文献・図書】

- 1) IVR 等に伴う放射線皮膚障害とその防護対策検討会:IVR に伴う放射線皮膚障害の防止に関するガイドライン
- 2) 武田和也、千田浩一 他:心臓カテーテル検査と冠動脈インターベンションにおけるパイプライン装置とシングルブレイク装置の比較 日本冠疾患学会雑誌 Vol.23 No.2
- 3) 一般社団法人 日本血管造影・インターベンション専門診療放射線技師認定機構: 安全管理および品質管理に関する測定データ
- 4) 笠原梓司 他:心臓カテーテル検査の患者被曝線量に対する術者被曝線量 日本放射線技術学会東北部会雑誌 Vol.21
- 5) Ishii H, Chida K, et al. : A PHANTOM STUDY TO DETERMINE THE OPTIMAL PLACEMENT OF EYE DOSEMETERS ON INTERVENTIONAL CARDIOLOGY STAFF. Radiat Prot Dosimetry,13,2019