

人工ルビーを使用したIVR時における被曝線量測定システム

- 実用化に向けた検討 -

東北大学医学部保健学科放射線技術科学専攻 ○阿部 凌那 (Abe Ryouna)

西館 広樹 石川 瑠奈

東北大学大学院医学系研究科画像解析学分野 松本 健希 石塚 裕也 高橋 海翔

臼井 章仁 細貝 良行 齋藤 春夫

【目的】

放射線照射に対し発光する人工ルビーを用いて、その発光量から患者皮膚表面の吸収線量がリアルタイムに把握可能な線量計測システムの構築を目的とし、本研究では実用化を目指す上で要される項目についての検討を行った。

【検討項目】

今回検討した項目を、以下の1,2とした。

1.連続透視下で条件を変化させた場合の電離箱線量計との吸収線量比較

2.2台のフotonカウンティングを用いた吸収線量マップの作成

人工ルビー線量計の発光光子数から吸収線量への変換方法については、校正済みの電離箱を用いて事前に求めておいた校正直線を用いて変換した。

【実験方法】

1.透視装置を用いて管電圧及び管電流を変化させながら人工ルビー線量計と電離箱線量計に同時照射をし、人工ルビー線量計の発光光子数の変換から得られた吸収線量と電離箱線量計で計測した吸収線量で比較を行った。管電圧変化の際は管電流を1.0mAで固定し、管電圧50kVから120kVまで20秒毎に5kVずつ印加し計測を行う。管電流変化の際は管電圧を80kVで固定し、管電流を0.5mAから1.9mAまで20秒毎に0.1mAずつ印加し計測を行う。どちらも透視時間は300秒でサンプリング間隔を0.1秒とした。

2.X線照射野を20×20cm一定で、ファントム表面に13×13の点を取り(点の間隔は2.5cm)座標1-1～13-13と定める。フotonカウンティングシステム1につないだ人工ルビー1(以下システム1-1とする)を座標1-1に置き、フotonカウンティングシステム2につないだ人工ルビー2(以下システム2-2とする)を座標13-13に置き、同時に照射をして線量の測定を行う。同様にして、座標を1点ずつ変化させ、全ての点に対して吸収線量の測定を行い線量分布のマップを作成する。事前に行った実験によりゲインの異なる2台のフotonカウンティングシステムであってもシステム間の直線性が保たれていることは確認済みである。

【結果】

1.管電圧変化時においては管電流変化時と比較すると誤差が大きかったもののどちらも線量計としての誤差を考えると非常に小さく、実用化に向け許容できるレベルと考えられる。管電圧変化時において誤差が大きくなっているのは人工ルビー線量計のエネルギー依存性によると考えられる。また、どちらの透視条件変化時でも20秒毎の条件変化と同時に発光光子数も変化しており、リアルタイムに線量の変化を追うことが可能であると考えられる。

2.まずシステム1-1とシステム2-2それぞれの線量マップを作成し、形状を比較した点からも両システム間で吸収線量が測定可能であることが分かり、線量計測が同等に行えることを確認した。このことから、システム1-1及びシステム2-2を同時に用いて得られた線量マップを測定し、電離箱線量計から得られた線量マップと比較した。人工ルビー線量計の線量マップにおいて向かって左側に吸収線量のピークが見られたが、これはヒール効果によるものと考えられる。電離箱の方が人工ルビー線量計に比べ検出部が大きい(今回使用したものは指頭形 6 ml)設置位置や照射角度の影響などもあり、照射野辺縁でマップの形状の違いが表れていることから検出部全体に均一な照射がされていない場合や散乱線も影響していると考えられる。全体的には電離箱線量計の方が人工ルビー線量計と比較して低い吸収線量値を示す形状となったが本結果についても線量計としての誤差は比較的小さく、こちらも実用化に向けさらに測定点を増やした同時計測を行うことも可能であると考えられる。

【結語】

透視条件を変化させた際における吸収線量の電離箱線量計との誤差は非常に小さく、リアルタイムで線量の変化を追うことが可能であった。また、電離箱線量計と誤差の小さい線量マップを作成できる点からも多数点同時計測が可能と考えられる。

【まとめ】

今回の検討により、人工ルビー線量計はリアルタイムでの同時計測が可能であると考えられたことにより、今後の展望としてさらに人工ルビーの個数を増やし、フotonカウンティングユニット付のCCDカメラを用いて計測することで、多数点におけるより高精度な線量マップの作成を検討を行いたい。また、現在、IVRの臨床の場では連続透視よりもパルス透視を用いての撮影が主となっていることから今回、検討した連続透視下の条件をパルス透視下として今後検討を行っていきたい。