

小児立位胸部撮影時における介助者の水晶体被曝低減の検証

○山内 健聖¹⁾、松本 正輝^{1,2)}、小島 明彦¹⁾、長岡 三樹矢¹⁾、本田 翼¹⁾、浅川 拓也¹⁾、大元 謙二¹⁾、
¹⁾愛媛大学医学部附属病院、²⁾岡山大学大学院 ヘルスシステム統合科学研究科

【背景】

2021年の電離放射線障害防止規則より水晶体等価線量限度が1年間に150mSvから50mSvに引き下げられた。そのため日々の撮影業務において、水晶体被曝の低減に向けて対策していく必要がある。

【目的】

本研究では、小児立位胸部撮影時に介助者の水晶体被曝の低減を目的とした介助者の防護メガネの有無、及び顔の向きが水晶体被曝に与える影響について検討した。さらにモンテカルロシミュレーションを用いて放射線被曝の状況を可視化した。

【使用装置・機器】

- 放射線測定器:Piranha、アクロバイオ社製
- 人体模擬ファントム:KYOTO KAGAKU社製
- 防護用メガネ
パノラマシールド、0.07mmPb、東レ・メディカル株式会社(以下、アクリル眼鏡)
ガラスシールド、0.75mmPb、昭和光学株式会社(以下、ガラス眼鏡)
- モンテカルロシミュレーションソフト:PHITS

【方法】

①測定方法

小児患者(10歳)の胸部立位単純撮影の状況下における介助者の水晶体被曝を想定し実験を行った。患者に見立てた人体模擬ファントムおよび測定点を設置し(図1)、管電圧:100kV、管電流時間積:2mAs、照射野:14×14inch、SID:200cmで照射した。

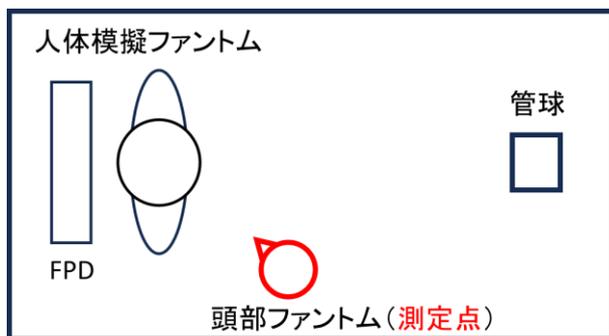


図1.実測全体図

頭の角度を患者に正対する向きを0度として、0～60度(右向き)、0～-60度(左向き)まで15度ずつ回転させ、眼鏡なし、アクリル眼鏡、ガラス眼鏡の3種類で左右の目それぞれの水晶体の位置による空気カーマを測定した(図2、3)。測定方法は、各測定点(角度)において5回測定を行い、再現性を高めるために3回繰り返し実験を行った。また、測定値の正確度を高めるためC.V.(変動係数)が0.5未満であることを確認した。



図2.頭の回転方向



図3.測定器(右目の場合)

②PHITSにおけるシミュレーション

図1を模擬してジオメトリを作成しシミュレーションを実行した。計算回数は1e9回、Cutoff Energyは1keV、エネルギースペクトル生成ソフトにX-ray-spectrum-2を利用し、シミュレーションで使用するスペクトルを生成した。

【結果】

・防護眼鏡なしの水晶体被曝線量

右目は-15度～-45度、左目は15度～45度の位置で最も高くなった。また、合計の場合は、0度時が最も高く、角度が大きくなるほど線量が低くなった(図4)。

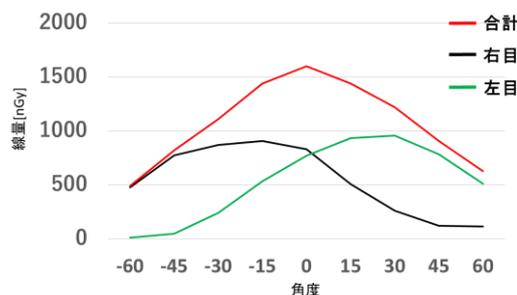


図4.防護眼鏡無しの場合の水晶体被曝線量

・アクリル眼鏡装着時の水晶体被曝線量

眼鏡なしと同じ傾向を示すが、線量が約1/4と低くなった(図5)。

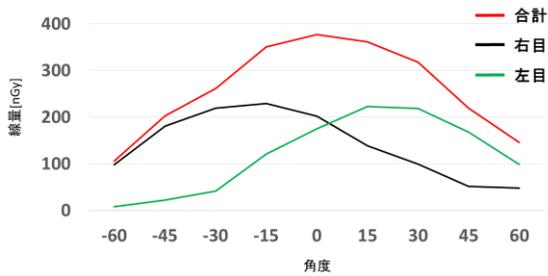


図5.アクリル眼鏡装着時の水晶体被曝線量

・ガラス眼鏡装着時の水晶体被曝線量

ガラス眼鏡はどの角度においても、線量が低くなったが、右目の-60度において急な線量増加が示された(図6)。

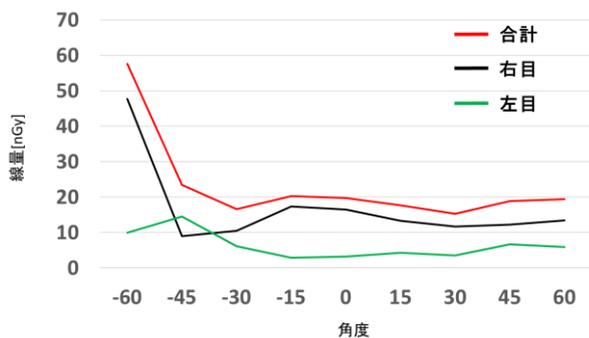


図6.ガラス眼鏡装着時の水晶体被曝線量

・3種類の比較

3種類それぞれの被曝線量を対数グラフにて示した。結果、0度の場合で眼鏡なしと比較した場合、アクリル眼鏡では75%減少し、ガラス眼鏡では99%減少がした。アクリル眼鏡とガラス眼鏡を比較した場合、95%減少した(図7)。

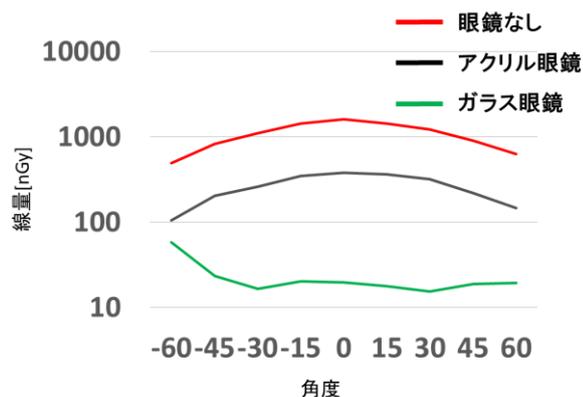


図7.3種類の比較

・PHITSにおけるシミュレーション結果

介助者への被曝は患者からの散乱線が主であった。(図8)。

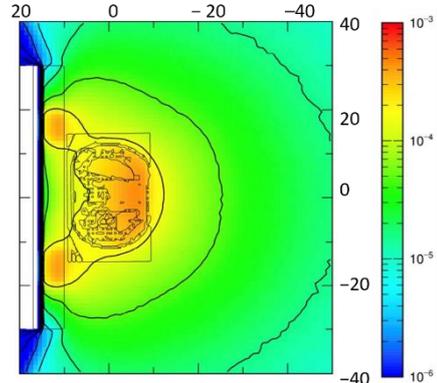


図8.患者と検出器からの散乱線のシミュレーション

【考察】

・眼鏡なし、アクリル眼鏡

図5から介助者が右(+)方向を向いた場合左目が散乱体(患者)に近づき被曝線量が高くなった。右目は散乱体から離れる方向へ向くため、低くなる。よって、眼鏡なし、アクリル眼鏡では、介助する際、患者から離れる方向に頭を回転させる必要がある。

・ガラス眼鏡

右目-60度において被曝線量が高くなる原因について追加実験を行った。防護メガネの下方の隙間から散乱線が入射していると考え、隙間部分に防護鉛を装着し測定した(図5、6)。追加実験の結果、防護無しの場合44.7nGyであったのに対し防護ありでは1.44nGyとなり、約90%減少した。これより、眼鏡の構造上の問題点が示唆された。

ガラス眼鏡装着時は、角度をつけると眼鏡の構造に起因する被曝増加があるため、患者に正対する向きを向く必要がある。



図9.眼鏡下方の隙間



図10.防護鉛装着図