

胸部 CT における乳腺被曝線量低減を目的とした 管電流方向性変調機能の有用性に関する検討

岩手医科大学附属病院 中央放射線部 ○上山 悠太(Ueyama Yuta)

佐々木 忠司 永峰 正幸

【目的】

胸部CT撮影において乳腺は患者前面部に位置しており、他の臓器を目的とした場合でも付随的にX線ビーム内に入る事が多い。乳腺は放射線感受性の高い臓器であり、2007年のICRP(International Commission on Radiological Protection)勧告では組織加重係数が0.05から0.12に引き上げられ、より効果的な被曝低減の試みが必要とされている。乳腺被曝低減技術の一つに金属製の防護材を患者体表に配置する方法(以下金属防護シールド法)があり多くの検討が行われているが、金属防護シールド法は画質の劣化を起こす事も広く知られている。一方、現在のCT装置には被写体前面方向からの照射のみ線量を制限する管電流方向性変調機能(OEM:Organ Effective Modulation)が搭載されており、この機能を使用する事で乳腺の被曝線量低減が可能である。同時に金属防護シールド法で見られる画質の劣化を抑制できると予測される。本研究は乳腺被曝低減効果と画質についてOEMと金属防護シールド法の比較を行い、OEMの有用性について検討する事を目的とする。

【使用装置・機器】

本研究において、CT装置はAquilion ONE ViSION Edition(東芝メディカルシステムズ社)を使用した。ファントムは線量測定用に人体等価の胸部ランドファントム(The Phantom Laboratory社)を使用し、画質評価用に直径32 cmの体幹部用水ファントムを使用した。金属防護シールド法の防護材には市販されているビスマス含有ゴムシート(KIRAN社)を使用した。これはCTにおける乳房専用の放射線防護材であり、サイズは200×430 mmで鉛当量0.06 mmPbのものである。線量計は蛍光ガラス線量計Dose Ace(旭テクノグラス社)を使用し、画質評価のための解析には汎用画像処理ソフトウェアのImage Jを使用した。

【方法】

はじめに臨床における被曝低減効果を推定するために胸部ランドファントムと蛍光ガラス線量計を用いた線量測定を行った。ファントムの乳腺部4箇所(図1)に蛍光ガラス線量計を配置した。(Fig.1) ヘリカルスキャンにてOEMも防護材も用いていない通常撮影、OEMを使用したOEM撮影、通常撮影+ビスマス含有ゴムシートを使用したビスマス撮影をそれぞれ5回行い、取得した乳腺部4箇所すべての測定値の平均を乳腺線量とした。撮影条件はすべての撮影で装置表示CTDI_{vol}が15 mGyとなるようにし、電圧120 kV、回転時間0.5 sec/rot、1 mm×32列収集、PF0.844である。通常撮影、ビスマス撮影において管電流は固定であり、OEM撮影においてOEM以外の管電流変調は用いていない。通常撮影の乳腺線量に対するOEMまたはビスマス撮影の線量の比を求め、乳腺線量低減率を算出した。次に画質評価として32 cm径水ファントムに線量測定と同じ撮影条件にて通常撮影、OEM撮影、ビスマス撮影を行った。各撮影で取得した横断面画像のX軸上5箇所、Y軸上5箇所、計10箇所に70×70ピクセルの矩形ROIを設定し、CT値および画像SDを測定した。(Fig.2) 一回の撮影で同時に取得される10スライスにおいて同様の測定を行い、各ROIで平均値を求め、通常撮影、OEM撮影、ビスマス撮影における画質を比較した。検定には一元配置分散分析とTukeyの多重比較法(SPSS Statistics ver.22)を用いた。

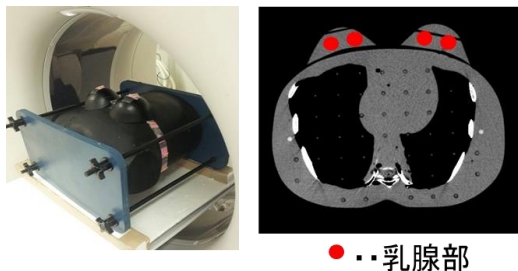


Fig.1 乳腺線量測定

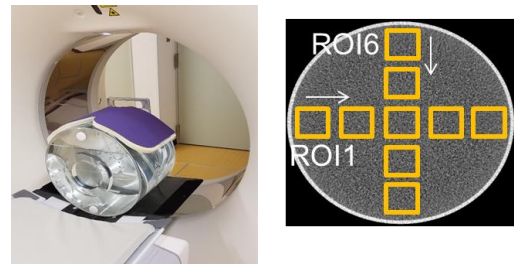


Fig.2 水ファントムの画質評価

【結果】

Fig.3に通常撮影、OEM撮影、ビスマス撮影の乳腺線量と乳腺線量低減率を示す。乳腺線量は通常撮影が19.9 mGy、OEM撮影が14.9 mGy、ビスマス撮影が13.5 mGyであり、通常撮影と比較してOEM撮影、ビスマス撮影共に減少した。乳腺線量低減率はOEM撮影が24.9%、ビスマス撮影が31.8%であった。Fig.4,5

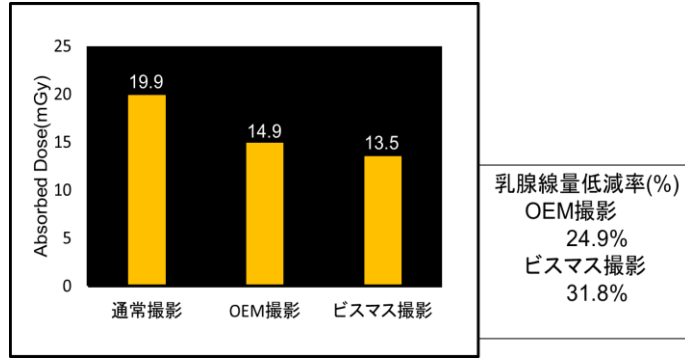


Fig.3 各撮影の乳腺線量

に水ファントムを用いたCT値の測定結果を示す。通常撮影とOEM撮影はX軸方向(ROI1~5)、Y軸方向(ROI6~10)共にほぼ同等のCT値が得られており、両者に差は認められなかった。しかしビスマス撮影は通常撮影、OEM撮影と比較してX軸方向、Y軸方向すべてのROIでCT値が高値を示し、特にY軸方向のビスマス防護材に近いファントム前面で顕著であった。Fig.6,7に水ファントムを用いた画像SDの測定結果を示す。OEM撮影、ビスマス撮影共に通常撮影と比較してX軸方向、Y軸方向すべてのROIで画像SDが高値を示したが、ビスマス撮影の方がより顕著であった。

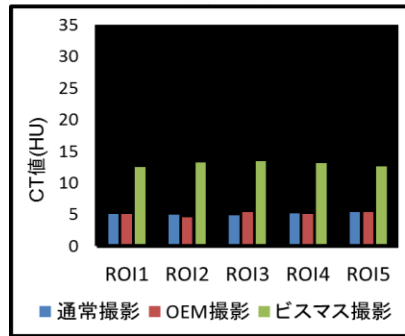


Fig.4 水ファントムCT値(X軸)

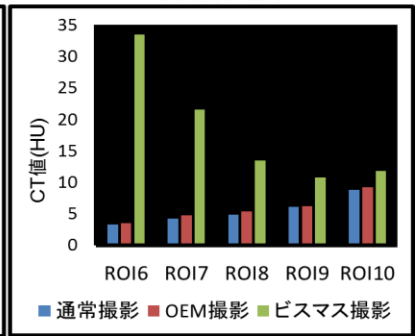


Fig.5 水ファントムCT値(Y軸)

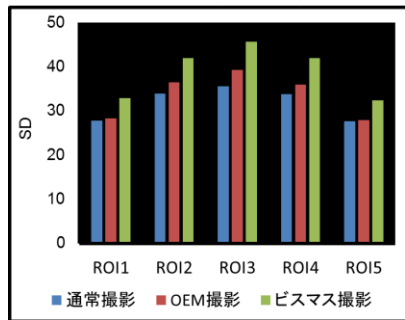


Fig.6 水ファントムSD(X軸)

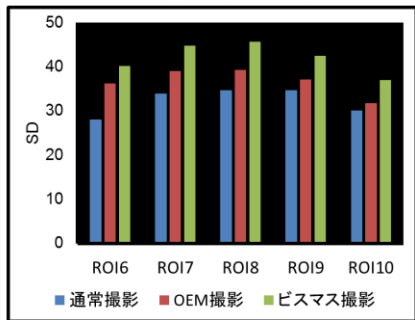


Fig.7 水ファントムSD(Y軸)

【考察】

線量低減率と画像SDについて、この両者はトレードオフに近い関係にあると推察されるので今回の結果は当然と言えるであろう。しかし、CT値に影響を及ぼさないという点においてOEM撮影はビスマス撮影よりも画質の劣化を抑制していると考えられる。したがってOEMは画質の劣化を抑制しながら乳腺の被曝低減が可能であり、有用な撮影法であると考えられる。ここで追加検討として線量測定で用いた胸部ランドファントムに対してOEM有無で撮影し、各部位の画像SDを測定したところ差はほとんど認められなかった(Table 1)。これは水ファントムとのY軸方向の径の違いが影響していると考えられるが、ランドファントムの方が臨床に近い形をしていることからOEMを臨床で使用しても画質の劣化は少ない事が示唆される。

Table 1 胸部ランドファントムSD

画像SD	通常撮影	OEM撮影
乳腺	13.4	15.2
肺野	27.1	27.2
心臓	14.3	15.1
大動脈	13.9	14.2

【結語】

乳腺被曝低減効果と画質についてOEMと金属防護シールド法の比較を行った。OEMを使用した場合、ビスマス防護材使用時よりも画質の劣化を抑えつつ被曝低減効果を得る事が可能であり、OEMは胸部CT撮影において有用な撮影法であると考えられる。

【参考文献】

- 1) 高田健太, 金子順一, 青木清. CT肺癌検診における各種放射線防護材を用いた乳房被ばく線量低減, 日本放射線技術学会雑誌 2009;65(12):1628-1637.