

Dual Energy および金属アーチファクト低減処理を用いた アーチファクト低減効果の検討

青森市民病院 医療技術局 診療放射線部 ○滝代 航也(Takishiro Koya)
小澤 友昭 高杉 勇輝 津川 未来 横山 幸夫
佐々木 桜子 三上 真里枝 石川 翔大 稲葉 孝典

【目的】

当院ではCT撮影時に金属アーチファクトを低減する場合、Single Energyで撮影し金属アーチファクト低減処理であるIterative Metal Artifact Reduction (以下iMAR)を使用している。今回、脊椎後方固定術後の腹部撮影に対して、split filter方式によるDual EnergyであるTwin Beam Dual Energy(以下TBDE)と、iMARを併用した撮影法の検討を目的とした。

【方法】

使用装置はSOMATOM Definition Edge(SIEMENS)、ファントムはφ20 cmの水ファントム(京都科学社)、同ファントム内に脊椎インプラントを封入し水で満たした自作ファントムを使用した。インプラントはスクリューがチタン合金、ロッドがCoCrのRELINEXスパイナルシステム(ニューベイスブジャパン株式会社)を使用し、臨床画像を参考にスクリュー同士を約40°の八の字で固定した(Fig.1)。また豚の背骨にインプラントを挿入し、水ファントム内に固定して視覚評価用ファントムとした。解析ソフトにはImage Jを使用した。

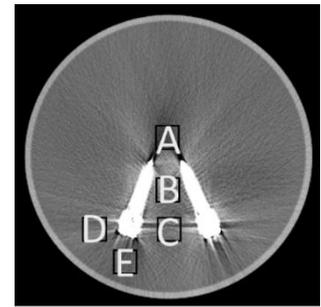


Fig.1 自作ファントム

ファントムをガントリー中央に設置してSingle EnergyおよびTBDEで5回撮影し、140 kVp画像、Composite画像(120 kV相当)、70, 80, 90, 100, 120, 140 keVの仮想単色X線画像(以下mono+画像)それぞれにiMARを併用した画像を取得した。iMARは8種の部位別処理パターンから脊椎インプラントを選択した。

撮影条件はSingle Energyが管電圧:140 kVp、Eff.mAs:120 mAs、回転時間:0.33 sec、ビームピッチ:0.8、収集コリメーション:128×0.6 mm、CTDI_{vol}:12.82 mGyとした。またTBDEが管電圧:Au120 kV/Sn120 kV、Eff.mAs:600 mAs、回転時間:0.33 sec、ビームピッチ:0.45、収集コリメーション:64×0.6 mm、CTDI_{vol}:12.84 mGyとし、Spiral scanにて撮影を行った。再構成は関数B41、DFOV:350 mm、スライス厚:1.0 mm、再構成間隔:1.0 mmとした。評価項目は以下の3つとした。

(1) Artifact Index(以下AI): 自作ファントムのインプラント周囲5点(A~E)に22×22 pixelのROIを置き(Fig.1)、5回撮影で得た画像でそれぞれSD_{artifact}を測定、水ファントムでも同様にSD_{water}を測定し、次の式よりAIを算出した。

$$AI = \sqrt{SD_{artifact}^2 - SD_{water}^2}$$
 また、Mann-Whitney U testで有意差検定を行った(有意水準はp<0.05)。

- (2) profile curve: スクリューを二等分にするような長軸に垂直となるラインを設定し、profile curveおよびFWHMを測定した。
- (3) 視覚評価: 視覚評価用ファントムを同様の条件で撮影し、得られた画像を軟部window条件(WW:350,WL:30)と骨window条件(WW:2000,WL:200)で観察して比較した。

【結果】

- (1) AI: Aはスクリュー先端の椎体部であり、AIはComposite画像で最も大きく、140 kVpとmono+画像の間に有意差は認めなかった。Bはインプラント間でAIは80, 90, 100 keVで140 kVpよりも低値となり有意差を認めたが、その他の画像では有意差を認めなかった。Cはロッド間のダークバンドでAIはcomposite画像、70 keVおよび高keV画像で140 kVpよりも有意に高値となった。DでのAIは140 kVpで他の画像よりも有意差をもって低値を示した。また、70 keVではバラツキが大きく、keVを上げる程高値となった。Eでは140 kVpと比べて70 keVで有意差をもってAIが高値となり、80 keV以上でAIは低値となったが90 keV以上では有意差を認めなかった。
- (2) profile curve: FWHMは140 kVp画像で最も小さく、次いでComposite画像で小さな値となり、仮想単色X線画像では全てのkeVで140 kVpよりFWHMが拡大した(Table 1)。
- (3) 視覚評価: 軟部window条件では、140 kVp画像と比べて70 keV以外の画像で椎孔のアーチファクト低下を認

めた (Fig.3) が、B部分のAIはComposite画像と140 kVpで有意差はなかった。また、70 keVではAIが140 kVpよりも高値となった部分でアーチファクトの増加が見られ、AIとの評価は一致した。

90 keVではロッド間のアーチファクトが140 kVpよりも改善されたが、AIの値に有意差を認めず、ロッド周辺でkeVを上げるほど強調されるアーチファクトが見られた (Fig.3)。

骨window条件の観察ではインプラント周囲および骨の辺縁で大きな差は見られなかった (Fig.3)。

【考察】

TBDE+iMARはSingle Energy+iMARと比較して、アーチファクト低減効果はあったが、ロッド間でのAIの増加やSingle Energyでは見られなかったアーチファクトの出現およびFWHMの拡大、骨window条件では画像に大きな変化が見られないことから、撮影および再構成時間を考慮すると従来のSingle Energy 140 kVp撮影より有用な撮影方法とはならなかった。また、今回の結果ではAIと視覚評価は必ずしも一致しなかった。臨床ではAIよりも視覚評価による検討が重要であると考え、それと一致する物理評価による検討が望ましい。

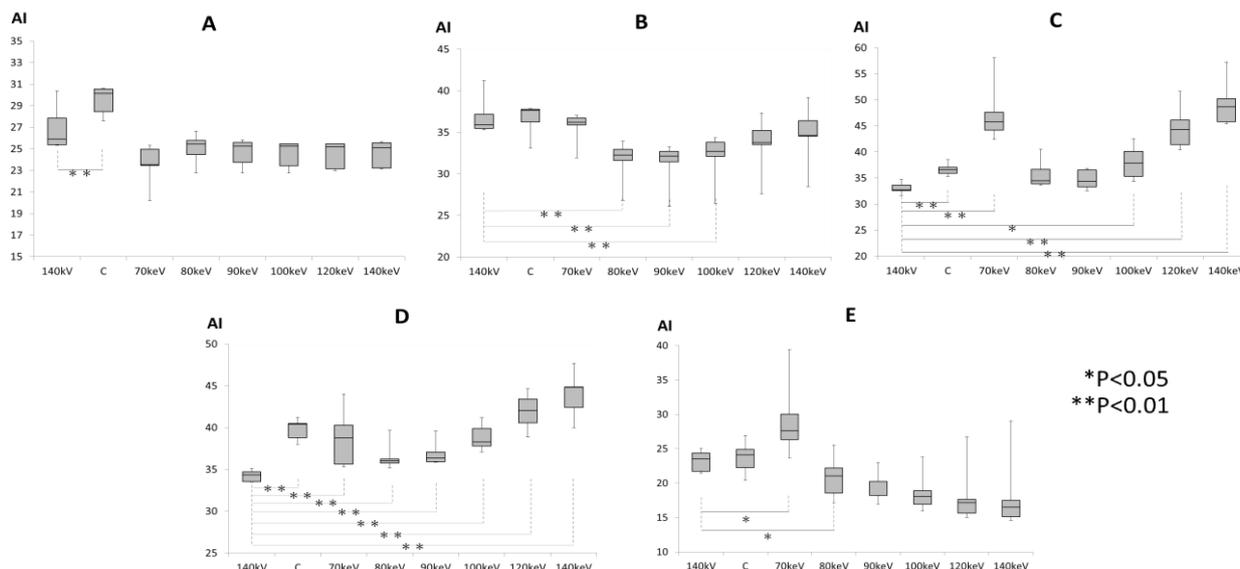


Fig.2 ROI (A~E) の Artifact Index

Table 1 profile curve から測定した FWHM

	140 kVp	Composite	70 keV	80 keV	90 keV	100 keV	120 keV	140 keV
FWHM (mm)	9.392	9.706	10.367	9.901	9.872	9.861	9.811	9.855

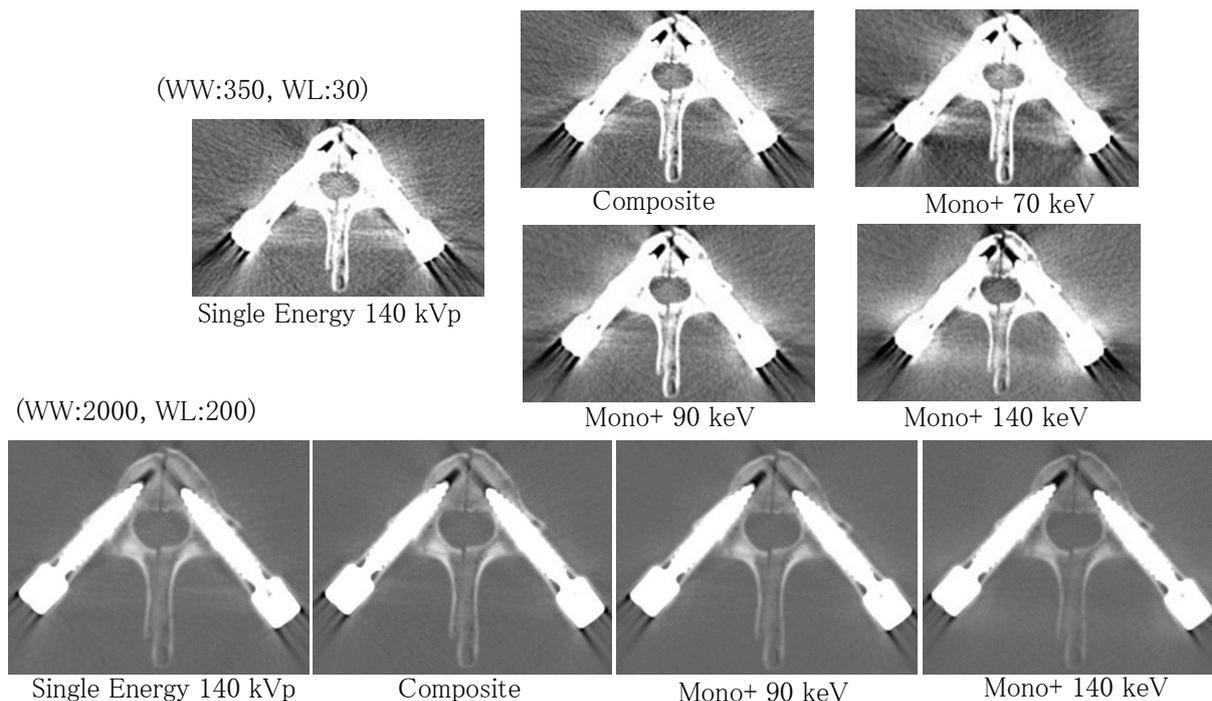


Fig.3 視覚評価用ファントム画像の比較(WW:350,WL:30 および WW:2000,WL:200)