

Single Energy と Dual Energy によるヨード CT 値の比較検討

青森市民病院 医療技術局診療放射線部 ○高杉 勇輝(Takasugi Yuki)
 小澤 友昭 滝代 航也 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】

造影検査時の造影剤低減方法として、Single Energy (以下SE)での低管電圧撮影、Dual Energy (以下DE)を用いた仮想単色X線画像(Virtual Monoenergetic X-ray Image:以下VMI)が挙げられる。造影剤低減効果について両者の有用性をCT値の観点から検討した。

【方法】

使用装置はSIEMENS社製SOMATOM Definition Edge。300 mgI/mlヨード造影剤を異なる濃度(30,15,6,3,1 mgI/ml)に調整して封入した試料を直径20 cmの水ファントム(京都科学社製)内に同心円上に配置した自作ファントム(Fig.1)を作成した。ファントムをガントリの中央に設置し、50スライス5回スキャン。計250枚の画像上に直径32 mmの円形ROIを設定(Fig.1)し、CT値、SDの平均値をImageJにて測定した。また、CNRを以下の式より算出した。

$$CNR = \frac{ROI_m - ROI_b}{SD}$$

VMIはMonoenergetic Plusを使用して40~100 keVの画像を作成し、同様にCT値、SD、CNRを測定した。

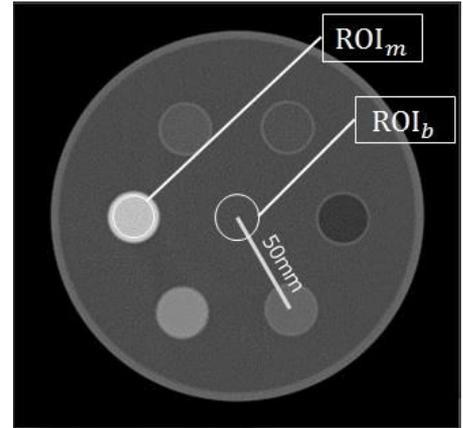


Fig.1 自作ファントムと設定 ROI

【撮影・再構成条件】

CTDIvolを一定とするため、管電圧70,80,100,120,140 kV(SE),Au120 kV/Sn120 kV(DE)に対してEff.mAsをそれぞれ1100,693,326,191,125,600とした。

Beam Pitch: SE 70 kVおよびDE...0.45 SE 80,100,120,140 kV...0.8

Scanning Method: Spiral Scan Rotation time: 1.0 s 再構成FOV: 350 mm

Collection Collimation: SE...128×0.6 mm DE...64×0.6 mm

スライス厚・再構成間隔: 1.0 mm 逐次近似再構成: 無し 関数: B40

【結果】

管電圧または実効X線エネルギーとCT値の関係をヨード密度ごとに求めた(Fig.2 Fig.3)。SEと等価なVMIの実効X線エネルギー値は70 kV=53 keV、80 kV=58 keV、100 kV=67 keV、120 kV=73 keV、140 kV=78 keVとなった。SEとDEのグラフで同じ挙動を示すため、両者とも同等のCT値を再現可能である。

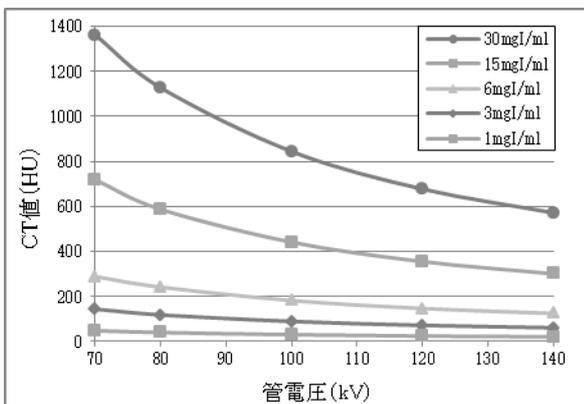


Fig.2 CT 値測定結果(SE)

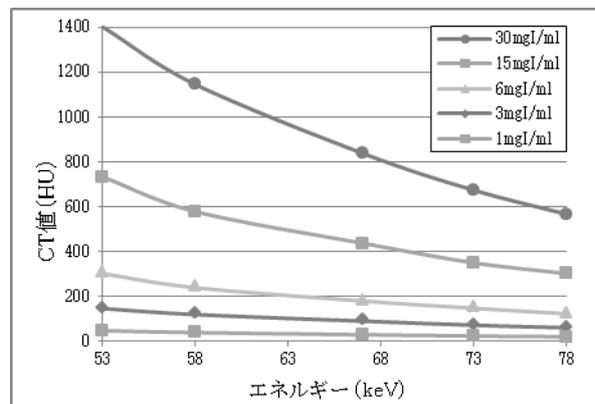


Fig.3 CT 値測定結果(DE)

【考察】

SEとDEにおけるヨード密度とCT値の関係を管電圧(またはエネルギー)ごとに示した(Fig.4 Fig.5)。グラフより造影剤低減率を求めると、SEにおいて120 kV→100 kVで20.53%、120 kV→80 kVで42.00%、120 kV→70 kVで52.80%低減、DEにおいて73 keV(120 kV相当)→40 keVで73.23%低減可能であると示唆された。

SEとDEにおける各管電圧(またはエネルギー)のSD(Fig.6)及びヨード密度ごとのCNR(Fig.7)を示した。造影剤低減に関する低管電圧領域で、SD、CNR共にSEがDEより優れていた(Table 1)。

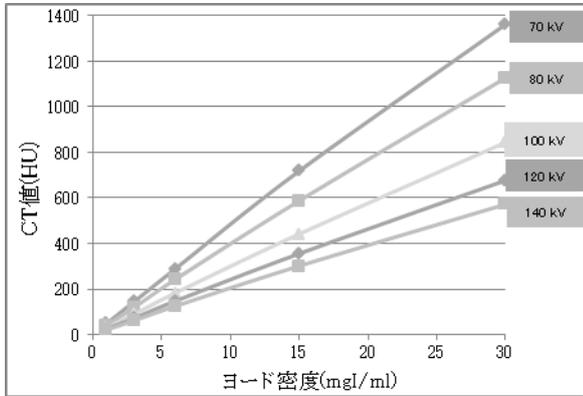


Fig.4 SE 測定結果

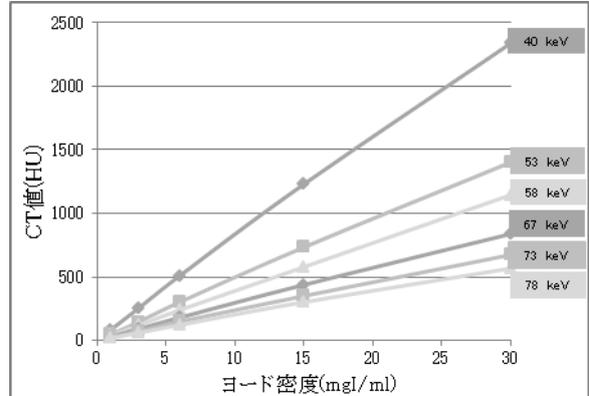


Fig.5 DE 測定結果

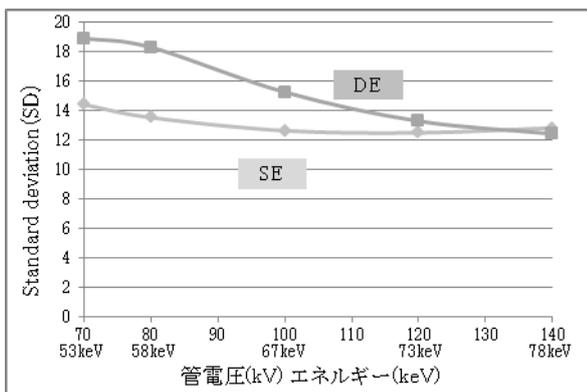


Fig.6 SD 測定結果

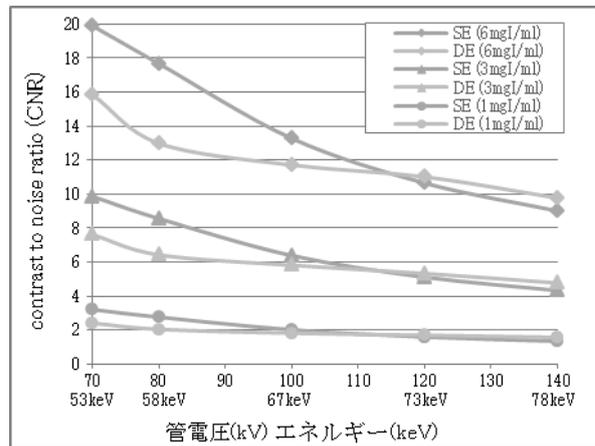


Fig.7 CNR 測定結果(6,3,1 mgI/ml)

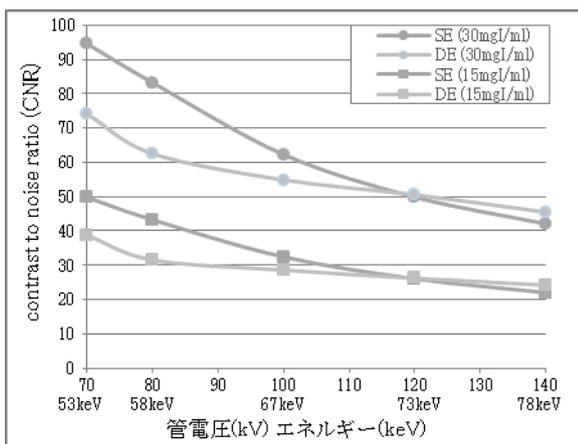


Fig.8 CNR 測定結果(30,15 mgI/ml)

Table 1 低管電圧領域 SD,CNR

管電圧orエネルギー	53 keV	70 kV	58 keV	80 kV
SD	18.89	14.40	18.27	13.52
CNR(30 mgI/ml)	74.03	94.50	62.50	83.19
CNR(15 mgI/ml)	38.65	49.75	31.52	43.23
CNR(6 mgI/ml)	15.86	19.90	12.99	17.68
CNR(3 mgI/ml)	7.61	9.86	6.42	8.56
CNR(1mgI/ml)	2.41	3.20	2.04	2.76

【まとめ】

CT値のみに着目するとSEとDEは同じ挙動を示すため、どちらも選択が可能である。造影剤低減に関しては40 keVが使用可能なDEの低減率が大きい、SD、CNRはSEがDEより優れていた。極端な造影剤低減が目的でない限り、当院ではSEで撮影を行っている。