

造影コントラスト向上を目的とした低 kV 画像と仮想単色 X 線画像の比較

山形大学医学部附属病院 放射線部 ○保吉 和貴(Hoyoshi Kazutaka)
佐藤 俊光 岡田 明男

【背景・目的】

造影剤投与方法を固定した場合、造影コントラストを向上させる方法としてSingle energyにて低kVを用いて撮影する方法とDual energyにて撮影し低エネルギーの仮想単色X線画像を用いる方法がある。これまで仮想単色X線画像は低エネルギー帯でのノイズの増加が問題とされていた。しかし、Siemens社製の装置においては従来の再構成法(Monoenergetic : Mono)に加えて新しい再構成法(Monoenergetic Plus : Mono+)が登場し、Mono+はMonoに比較して問題とされていた低エネルギーでのノイズ性を向上しているといわれている。今回はSingle energy画像とMonoそしてMono+について造影コントラストとノイズを比較、評価することを目的とした。

【方法】

装置はSiemens社製SOMATOM Definition Flashを使用した。ファントムはCatphan504と水ファントム(直径22cm)に希釈造影剤入りシリンジを封入した自作ファントムを使用した。なお希釈造影剤はSingle energy (120 kV)にてCT値150 HUとなるように調整した。撮影条件はSingle energy (70~140 kV)とDual energy(80 kV/140 kV+Sn)

Table 1 撮影条件

	Single energy					Dual energy
管電圧(kV)	70	80	100	120	140	80 / 140+Sn
Eff.mAs	977	621	295	180	123	323 / 125
sec/rot						0.5
Beam Pitch						1
Collimation						0.5 x 32
Karnel						D31
CTDI _{vol}						12.1

にて全ての撮影が同等のCTDI_{vol}: 12.1 mGyとなるように調整した。画像再構成法はFBPを用い、関数はSingle energy : B31 Dual energy : D31 とし、Dual energyでは40~70 keVの2種類の仮想単色X線画像(Mono、Mono+)を作成した。なおSingle energy画像と仮想単色X線画像をkeV単位で比較するために、事前実験にてX線管固定アルミ減弱法にて求めたSingle energyの各管電圧における中心の実効エネルギーを利用した。

自作ファントム画像に対しImageJ (Ver1.49)を用いて希釈造影剤部とB.G.にROIを配置し(Fig.1)、希釈造影剤部からCT値を、B.G.からSDを求め、2つの値から以下の式よりCNRを算出した。さらにCatphan504の均一性モジュールに対しCTmeasure (ver. 0.97b)を用いて256×256のROIを設定しRadial frequency法にてNPSを計測した(Fig.2)。

$$CNR = \frac{ROI_{CM} - ROI_{B.G.}}{SD_{B.G.}}$$

CT値 : CM
SD : B.G. ROI4点の平均

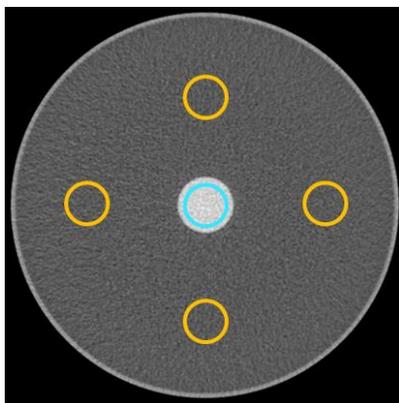


Fig.1 自作ファントム画像

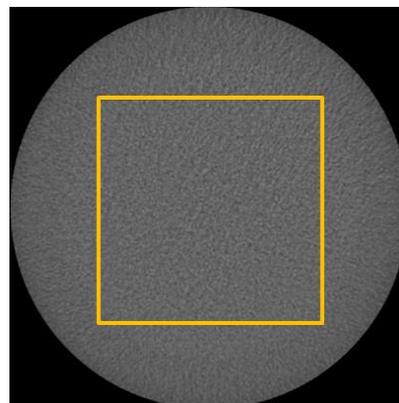


Fig.2 NPS測定

【結果・考察】

CT値は条件によらず低エネルギーで高い値を示した。エネルギーごとに比較すると、どのエネルギーにおいてもSingle energyに対して仮想単色X線画像が高い値を示した。またMonoとMono+はどのエネルギーでも同等の値であった(Fig.3)。SDはすべての条件で低エネルギーほど増加した。Monoに比較してMono+は低エネルギーでの改善が確認された。しかしどのエネルギーにおいてもSingle energyが最も低い値を示し、低エネルギーにおけるSDの増加率も低かった(Fig.4)。CNRはすべてのエネルギーでMono+が高い値を示した。またMonoは60 keVをピークに低エネルギーほど低下していた。Mono+は低エネルギーでのノイズの増加を抑えているため40 keVが最も高い値を示す右肩下りの結果となった。Single energyは仮想単色X線画像に対してCT値の上昇効果が低いもののノイズの増加が小さいために低エネルギーでのCNRは良好であり、Single energy 70 kVとMono+ 50 keVのCNRは同等程度となった(Fig.5)。NPSを比較するとSingle energy各管電圧におけるNPSの形状に変化はなかった(Fig.6)。またMonoに比較しMono+は全周波数帯域でNPSの向上を認めるが、Single energyと仮想単色X線画像のNPSは形状が異なっていた(Fig.7)。同等のCNRを認めたSingle energy 70 kVとMono+ 50 keVを比較しても低・高周波数帯域でのノイズ性はSingle energyが優っていた(Fig.8)。同等のCNRであっても、同画質ではないことに注意が必要である。

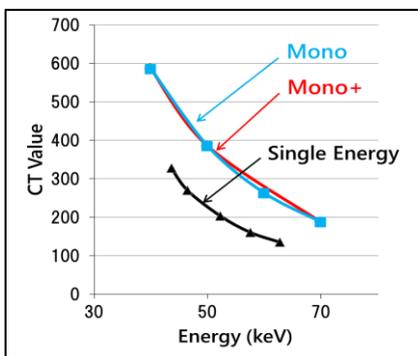


Fig.3 CT値の変化

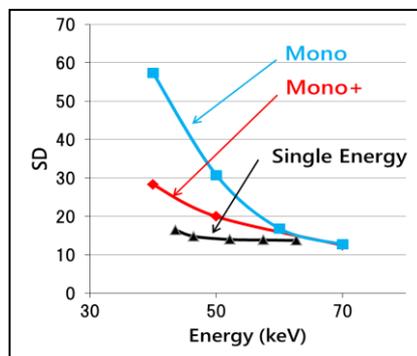


Fig.4 SDの変化

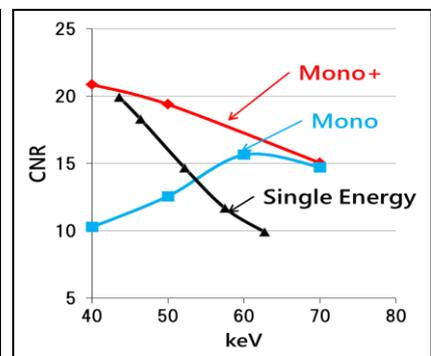


Fig.5 CNRの変化

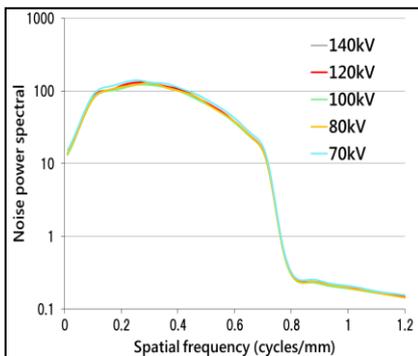


Fig.6 NPS(Single energyの比較)

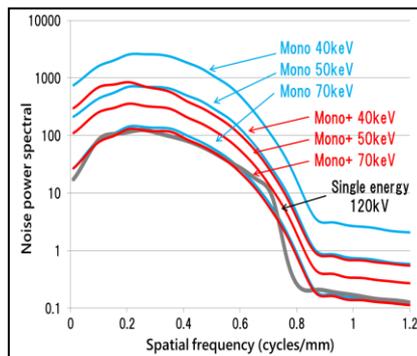


Fig.7 NPSの比較

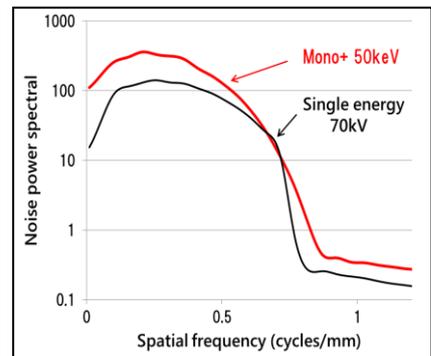


Fig.8 NPSの比較
(Mono+ 50 keV v.s Single energy 70 kV)

【結語】

仮想単色X線画像はSingle energyに比較してCT値の上昇効果が高い。また問題とされてきた低エネルギーでのノイズが増加する点に対してもMono+を用いることで改善することが確認された。しかし同等のCNRを示す画像であってもSingle energyに比較してノイズでは劣り、画質が異なる点に注意が必要である。一方臨床利用の場合Single energyの低kV撮影にはX線管容量の問題が常に存在する。それぞれの特徴を把握し、目的に応じた使用が望まれる。

【参考文献】

- 1) Katharine L. Grant, Thomas G. Flohr, Bernhard Krauss, et al. : Assessment of an Advanced Image-Based Technique to Calculate Virtual Monoenergetic Computed Tomographic Images from a Dual-Energy Examination to Improve Contrast-To-Noise Ratio in Examinations Using Iodinated Contrast Media, Invest Radiol, 49,586-592, 2014