

学位論文要旨

2層検出器 CT における仮想単色 X 線画像の画質に関する研究
(Study on image quality of virtual monochromatic images using dual-layer spectral CT)

坂部 大介

Daisuke Sakabe

指導教員

船間 芳憲 教授

熊本大学大学院生命科学研究部

先端生命医療科学部門 医療技術科学分野 医用放射線科学講座

学位論文要旨

[目的]

Dual-energy CT (DECT) は、これまで異なる手法にて開発されており、仮想単色 X 線画像 (virtual monochromatic image: VMI) や物質弁別画像の取得が可能となる。Dual-layer CT (DLCT) における DECT は、これまでの手法とは異なり 120 kVp, 140 kVp の従来画像も同時に得られ、仮想単色 X 線画像は従来画像と比べてヨード物質の定量性や画質の改善に期待できる。本研究は、DLCT における仮想単色 X 線画像の CT 値、ノイズ、解像度における画質の特性を従来画像と比較して明らかにする。

[方法]

DLCT を用いて 20 cm と 30 cm のアクリルファントムと Catphan ファントム、Multi-Energy CT ファントムを 120 kVp と 140 kVp の管電圧にてヘリカルスキャンし、120 kVp 画像、140 kVp 画像の従来画像と 40 keV から 200 keV までの仮想単色 X 線画像をそれぞれノイズ低減レベル 0, 2, 4 にてスライス厚 1mm で画像再構成した。2つの大きさの異なるアクリルファントムの中心に挿入した 3つの異なる濃度 3.75, 7.5, 15 mgI/ml のヨード物質と水において CT 値と画像ノイズを測定し、CNR を算出した。また、Catphan ファントムの 120 kVp 画像と 40 keV から 100 keV までの仮想単色 X 線画像にて NPS を取得した。さらに、Multi-Energy CT ファントムの 3つの異なる濃度 5, 10, 15 mg/ml のヨード物質に対して円形エッジ法にて MTF を測定し、120 kVp 画像と 40 keV から 100 keV までの仮想単色 X 線画像の MTF50%, MTF10% を算出した。測定した CT 値、ノイズ、CNR、NPS、MTF は従来画像 (120 kVp or 140 kVp) と各エネルギーの仮想単色 X 線画像にて比較した。

[結果/考察]

ヨード物質の CT 値は、20 cm ファントムでは 120 kVp 画像と比べて 40, 50, 60 keV 画像で 2.8, 1.8, 1.2 倍、30 cm ファントムでは 120 kVp 画像と比べて 40, 50, 60 keV 画像で 3.0, 1.9, 1.3 倍に増加した。また 140kVp 画像と各仮想単色 X 線画像においても同様に CT 値は増加した。30 cm ファントムの CT 値は、20 cm ファントムと比べて、120 kVp 画像にて 9.8%、40 keV 画像では 2.1% 低下し、140kVp 画像にて 10.1%、40keV 画像では 5.8% 低下した。画像ノイズは 120 kVp 画像に比べて仮想単色 X 線画像はわずかに改善し、仮想単色 X 線画像の各エネルギーにおいて一定であった。また各ノイズ低減レベルにおける画像ノイズは、ノイズ低減レベルが高くなるほど低下し、120 kVp 画像と仮想単色 X 線画像にて同様の傾向であった。CNR は 40 keV にて最も向上し、ノイズ低減レベルが高いほど改善した。NPS は 120 kVp 画像と 70 keV 画像にて同様な周波数特性を示したが、40 keV や 100 keV 画像では低周波成分のノイズが増加した。すべてのヨード濃度におけるヨード物質の MTF50%, MTF10% は、各エネルギーの仮想単色 X 線画像にて 120 kVp 画像と同等もしくはわずかな改善があった。

[結論]

DLCT における仮想単色 X 線画像は、従来画像に比べてエネルギーが低いほど CT 値は増加し、被写体の大きさにも依存せず安定した CT 値が得られる。また画像ノイズは、各エネルギーの仮想単色 X 線画像において一定であるため、エネルギーが低くなるほどヨード物質における CNR は向上する。さらに、各エネルギーにおける仮想単色 X 線画像のヨード物質は 120 kVp 画像に比べて解像度の劣化はないため、臨床における低いエネルギーの仮想単色 X 線画像の有用性が示唆される。