

CT 画像における折返し雑音の除去による画質の改善効果

東北大学病院
佐藤 和宏

【背景・目的】 一般的にデジタル画像は、画素サイズが大きくなるに従い、帯域制限効果により画像雑音が低減する傾向にある。すなわち、画素サイズが大きい場合ほどピクセルナイキスト周波数は低く、高域の雑音が抑制された結果、画像雑音は低減する。しかしながらこの傾向は CT 画像に当てはまらないことがあり、一部の CT 装置では画素の帯域制限効果が働かずに画素サイズに依存せず、雑音量は一定のようである。この場合、ピクセルナイキスト周波数を超える成分が逆投影されるデータに含まれ、ピクセルナイキスト周波数を超える雑音成分は、ピクセルナイキスト周波数内に折返し雑音となって画像雑音を無意味に増加させていると予測する。この折返し雑音を除去することにより、画像雑音の低減が可能と考えられるが、この処理によって、空間分解能の劣化を伴うことも予想される。

本研究では、折返し雑音を除去することにより、実質的な空間分解能をほぼ同等に保ちながら画像雑音の低減が可能であることを示す。

【方法】 折返し雑音除去処理により、雑音スペクトルが変化することが予想される。また、空間分解能の変化を確認するために、modulation transfer function(MTF)による評価も必要である。このことから、折返し雑音を除去する前後で以下の項目について比較検討する。

(1)noise power spectrum(NPS)による雑音特性； 画素サイズが大きいとき、二次元雑音スペクトルの等方性が崩れるため、仮想スリット法による得られた一次元 NPS は二次元雑音スペクトルの全貌をあらわしていない。スペクトルの全貌をみる方法として radial frequency 法が有効であり、この方法にて一次元 NPS の測定を行う。シェーディングやリングアーチファクトの影響を排除するため同一断面を二回スキャンして差分画像を作成し、この画像を NPS 測定に使用する。

(2)MTF による解像特性； 一般的な方法であるワイヤ法は、エリアシングの影響を排除するため、可能な限り小さい視野サイズで画像再構成する。したがって、この方法は画素サイズが大きい場合の MTF は測定出来ない。画素サイズが大きい場合の MTF を測定するため、アクリルブロックを用い、エッジ法にて測定する。

(3)ラダーファントムによる空間分解能； 折返し雑音除去処理前後で、分解可能なラダーの間隔を視覚的に評価する。

【結果】 折返し雑音は主に高域雑音であり、高域の雑音スペクトルが改善し、画像雑音は低下した。折返し雑音の除去処理により MTF は劣化したが、ピクセルナイキスト周波数以下の MTF には大きな変化はなかった。ラダーファントムによる空間分解能評価では、折返し雑音の除去処理前後で分解できるラダー間隔に大きな差はなく、実質的な空間分解能の低下を伴わずに画像雑音の低減が可能であることが示された。

【参考文献】 1) Issei M, Yoshio M: Deriving the modulation transfer function of CT from extremely noisy edge profiles, Radiol Phys Technol, 2,22-32 ,2009
2) Kijewski MF, Judy PF: The noise power spectrum of CT images, Phys. Med. Biol., 32, 565-575, 1987.
3) Boedeker KL, Cooper VN and McNitt-Gray MF: Application of the noise power spectrum in modern diagnostic MDCT:part I. Measurement of noise power spectra and noise equivalent quanta, Phys. Med. Biol., 52, 4027-4046, 2007