

高速撮影時における画質にDLRが与える影響について

福島県立医科大学附属病院 ○佐川 友哉

齋藤 将輝 阿部 郁明

【背景および目的】

近年、CT撮影における新たな画像再構成技術としてDeep Learning Reconstruction (以下DLR)が登場した。DLRは従来の再構成法であるfilter back projection (以下 FBP)やiterative reconstruction (以下 IR)と比較して、高い空間分解能と大幅なノイズの低減が報告されている。

今年、当院においては高度救命救急センターのCT装置更新に伴い、DLR搭載のCT装置が導入された。救急センターにおける撮影は体動や息止め不良などを考慮しビームピッチ (BP)が1を超える高速撮影も選択肢の一つとなる場合がある。今回我々は頭部の撮影に注目し、高速撮影の場合にDLRを用いることで画質がどのように変化するか検討を行なったので報告する。

【使用機器】

- CT装置 : Aquilion Prime SP (キャノンメディカルシステムズ社製)
- ファントム : 200 φ 水ファントム
: 200 φ Catphan700 (The imaging laboratory社製)
: 頭部ファントム
- 解析ソフト : CT measure (日本CT技術学会)
: Image J

【検討項目・検討方法】

検出器0.5 mm×40列のHelical Scanで各ファントムを撮影した。この時ビームピッチは0.625および1.55の2種類を設定し、再構成画像のノイズ特性と空間分解能の測定および低コントラスト検出能とアーチファクトを視覚評価した。管電圧は135 kV、設定SDは頭部の標準であるFBPの5 mm厚画像でSD3とした。

画像再構成は、FBPで頭部用関数のFC26、逐次近似応用再構成でFC26+AIDR 3D Mild、DLRで頭部血管を対象としたBrain CTAおよび頭部梗塞巣を対象としたBrain LCDを用いた。

①ノイズ特性

水ファントムを撮影し5 mm厚画像を各パラメータで再構成後、Image JにてROIを配置しSDを測定した。

②空間分解能

Catphan700を撮影し0.5 mm厚画像を各パラメータで再構成した。CT measureにて画像を加算平均しbackgroundとのコントラスト差 (Δ) が40 HUおよび400 HUのロットを使用してCircular Edge法にてTTFを求めた。

③低コントラスト検出能

Catphan700の低コントラストモジュール部分を撮影し、FBPおよびDLR(Brain LCD)で再構成後、視覚評価を行なった。

④アーチファクト評価

頭部ファントムをビームピッチ1.55で高速撮影し、FBPおよびDLR(Brain LCD)で再構成後、サブトラクション画像を作成し視覚評価を行なった。

【結果】

①ノイズ特性

DLRを用いることで高速撮影時におけるSDは約70%低減した (Fig.1)。

②空間分解能

実線が標準条件、点線がBP1を超える高速撮影時のグラフである。BPが1を超える高速撮影時には、DLRを用いることで

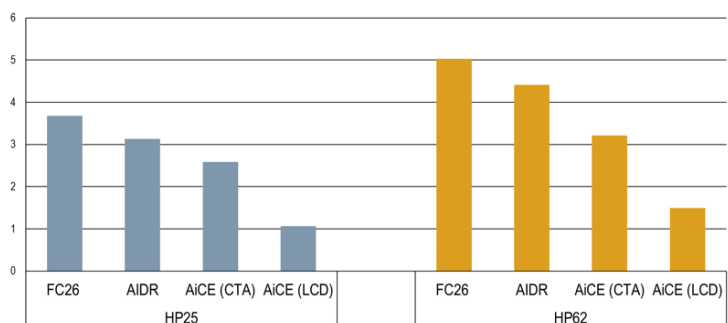


Fig.1 標準条件と高速撮影時の画像ノイズの比

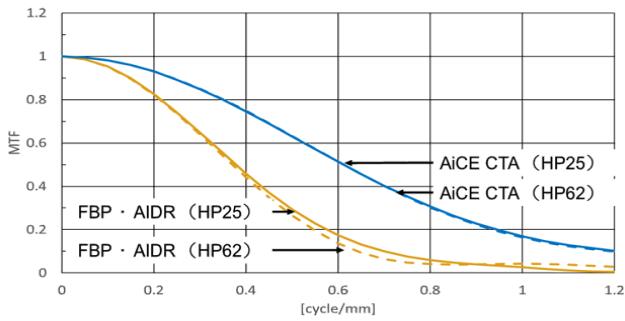


Fig.2 Δ 400 HUロットにおけるTTF

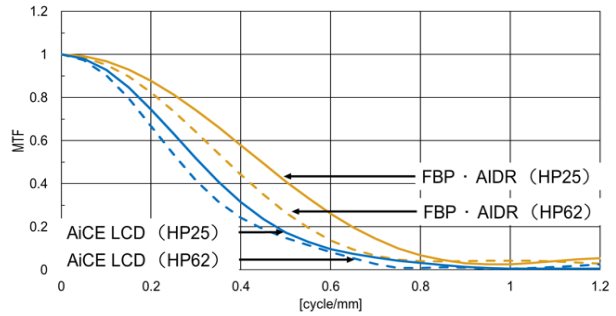


Fig.3 Δ 40 HUロットにおけるTTF

10%TTFが大きく向上した(Fig.2)。

低コントラスト部分では、DLRを用いることで高速撮影においては、10%TTFは約10%低下した(Fig.3)。

③低コントラスト検出能

Catphan700を臨床条件及び、高速撮影で撮影した画像を示す(Fig.4)。

DLRを用いることによって、高速撮影時でも低コントラスト検出能を担保することが可能であった。

④アーチファクト評価

高速撮影時のFBP画像、DLR画像と(FBP - DLR)のサブトラクション画像を示す(Fig.5)。

上段の3枚より骨のエッジ部分の描出や頭蓋内のノイズ成分が残っており、DLRによって高コントラスト分解能が向上し、ノイズは低減していることが示された。Window LevelおよびWindow Widthを変化させた下段の3枚より、FBPと比較してDLRではアーチファクトの低減がみられた。

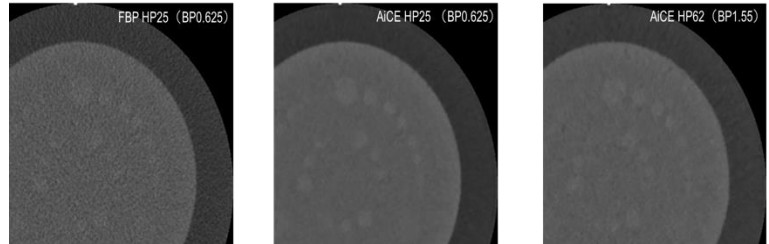


Fig.4 Brain-LCDにおける低コントラスト検出能の違い

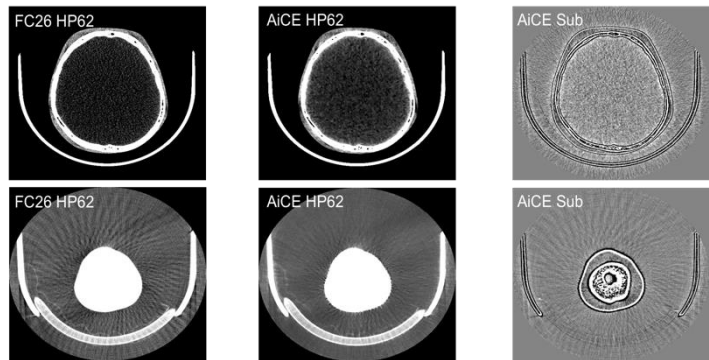


Fig.5 高速撮影時における頭部ファントム画像

【考察】

頭部の高速撮影時において、DLRを用いることでノイズ成分は大きく低減され、低コントラスト検出能を維持することが可能であると推測された。体動によるモーションアーチファクトの影響がみられそうな場合においても、時間分解能を担保しつつ、梗塞巣の判別などに有用であると示唆された。しかし、脳実質の評価を行う際は、線量不足になり設定SDを保証できない可能性があるため留意が必要であると考えられる。

アーチファクトに関しては、DLRを使用することにより完全に除去されることはなかったが、FBPと比較して低減が見られた。これは分解能の向上や、頭蓋骨を通過したX線の強度が減少することによって、発生したヤスリ状アーチファクトがDLRのノイズ低減作用に起因して補正されたと考えられる。

【結語】

ビームピッチが1を超える高速撮影において、被ばく線量の低減や時間分解能の向上といったメリットがある一方、ノイズやアーチファクトの増加といった画質の劣化も発生する。この際、DLRを用いることで担保できる部分も増えるが、撮影条件や対象の被写体によって様々な挙動を示すため最適な撮影条件設定が必要である。

【参考文献】

- 1) 標準 X線CT画像計測 日本放射線技術学会監修 市川勝弘 村松禎久共著 オーム社
- 2) Toru Higaki, et al. Deep Learning Reconstruction at CT : Phantom Study of the Image Characteristics. Academic Radiology, Vol 27, No 1, January 2020