

論文内容要旨

Deep learning reconstruction improves image
quality of abdominal ultra-high-resolution CT
(腹部超高精細 CT における深層学習を使用した画
質改善の検討)

European Radiology, 29(11): 6163-6171, 2019.

主指導教員：栗井 和夫 教授

(医系科学研究科 放射線診断学)

副指導教員：田代 聡 教授

(原爆放射線医科学研究所 細胞修復制御学)

副指導教員：大段 秀樹 教授

(医系科学研究科 消化器・移植外科学)

赤木 元紀

(医歯薬保健学研究科 医歯薬学専攻)

【目的】 超高精細 CT (Ultra-high-resolution computed tomography: U-HRCT)は従来の CT と比較し 1/2 のスライス厚 (0.25mm)・2 倍のチャンネル数を有する検出器が搭載されており高い分解能を有する画像を撮影することができる。一方で、相対的に X 線量が不足し、これに伴う画像ノイズの増加が問題である。CT の画質は、画像再構成 (画像を作成するためのアルゴリズム) で改善することができるが、腹部領域では、理論的には最も正確な画像再構成法であるモデルベース逐次近似画像再構成 (Model-based iterative reconstruction: MBIR)を用いても画質改善は乏しいと報告されている。一方、深層学習を応用した画像再構成法 (Deep learning based reconstruction : DLR)は、高品質な画像 (高線量で撮影された MBIR 画像) およびそれに対応する低品質な画像で学習させたニューラルネットワークを用い、低品質画像を改善する方法であり、最近、我々の研究室とキャノンメディカルシステムズが共同で開発したものである。DLR を用いることにより、腹部 U-HRCT 画像の画質を改善できる可能性がある。そこで今回我々は、腹部 U-HRCT 画像における DLR の有用性を検討した。

【方法】 対象は、当院で U-HRCT にて肝ダイナミック CT が撮影された 46 症例である。動脈相と平衡相を超高精細モードで撮影し、ハイブリッド型逐次近似画像再構成法 (hybrid type iterative reconstruction: Hybrid-IR; 従来法)、MBIR、DLR の三通りの再構成を行った。大動脈、門脈、肝実質、脊柱起立筋に関心領域を設定し、平均 CT 値を測定した。脊柱起立筋は標準偏差もあわせて測定し、これを画像ノイズと定義した。次に大動脈、門脈、肝実質コントラスト雑音比 (CNR : contrast-to-noise ratio) を算出した。また、動脈相における肝内血管 (皿区域レベルの肝動脈) の見え方、動脈相・平衡相における全体的な画質について 5 段階スコアを用いて定性的に評価した (肝内血管 : 1=描出不良で評価できない、5=良好に描出されている、全体的な画質 : 1=診断不可能な画質、5=良好な画質)。統計学的な差の検定には Wilcoxon signed rank test を用い、Bonferroni correction にて統計学的多重性の補正を行った。

【結果】 動脈相・平衡相ともに、画像ノイズは DLR で最も低く、Hybrid-IR で最も高かった ($p<0.01$)。大動脈・門脈・肝実質の CNR は DLR で最も高く、Hybrid-IR で最も低かった ($p<0.01$)。一方で、定性的な全体的な画質評価スコアは動脈相・平衡相ともに DLR で最も高く、MBIR 画像で最も低かった ($p<0.01$)。肝内血管の見え方に関しては、MBIR で最も高いスコアが得られた ($p<0.01$)。

【考察】 DLR では、Hybrid-IR や MBIR と比較し画像ノイズが低く、全体的な画質も高いスコアが得られた。また、DLR は Hybrid-IR や MBIR と比較して大動脈・門脈・肝実質の CNR も有意に高かった。このことから DLR は、腹部 U-HRCT 画像におけるノイズを軽減させ、大動脈・門脈・肝実質のコントラストを向上させることにより、腹部 U-HRCT の画質を改善することができると考えられた。MBIR は、Hybrid-IR と比較し画像ノイズは低くなっていたが、全体的な画質は Hybrid-IR のほうが高いスコアが得られた。MBIR は高周波ノイズの低減は可能であるが、低周波ノイズの低減は難しいと報告されている。よって低周波ノイズの低減が不十分なために MBIR では全体的な画質の向上が得られなかったものと考えられた。一方で、肝内血管の見え方は MBIR で最も優れていた。MBIR はコントラストや分解能を保ちながら画像ノイズ

を低減させることができると報告されており、特にコントラストが強い血管の評価には DLR より MBIR が優れていると考えられた。結論として、DLR は、全体として腹部 U-HRCT の画質を改善することができると考えられた。