

論文の全文要約

超高精細 CT で撮影された点滴静注胆道造影 CT 画像
における深層学習を使用した画質改善の検討

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)

成田 圭吾

(医歯薬保健学研究科 医歯薬学専攻)

【目的】肝切除術等では、術後の胆道合併症を回避するため、術前に画像で胆道の解剖を詳細に把握しておくことが臨床的に重要である。点滴静注胆道造影 CT (Drip-infusion cholangiography acquired with computed tomography: DIC-CT) は末梢の胆管の評価に優れているが、従来の CT よりも空間分解能の高い超高精細 CT を用いれば、さらに末梢胆管の描出を向上させることができる可能性がある。しかしながら、超高精細 CT は従来の CT と比べて相対的に X 線線量が不足するため、画像ノイズが増加し画質が劣化することが問題である。我々の研究室で開発した深層学習を応用した画像再構成法 (Deep learning reconstruction : DLR) では超高精細 CT で撮影された腹部 CT の画質を改善できることが報告されており、DLR を用いることにより超高精細 CT で撮影された DIC-CT 画像の画質を改善できる可能性がある。そこで我々は超高精細 CT で撮影された DIC-CT 画像における DLR の有用性を検討した。

【方法】対象は、当院で超高精細 CT を使用して DIC-CT を撮影された 30 症例である。CT 画像を、1)従来法であるハイブリッド型逐次近似画像再構成法(hybrid type iterative reconstruction: Hybrid-IR)、2) 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法 (Model-based iterative reconstruction: MBIR)、3) DLR で、それぞれ画像再構成を行った。総胆管と脊柱起立筋に関心領域を設定し、平均 CT 値を計測した。脊柱起立筋は標準偏差も併せて測定し、これを画像ノイズと定義した。次に総胆管のコントラストノイズ比 (CNR : contrast-noise ratio) を算出した。また、定性的な評価として胆管の見え方 (2-4 次分枝) を 5 段階スコアにて評価し、胆管の全体的な画質についても 5 段階スコアで評価した (胆管の見え方 : 1=描出不良、5=明瞭に描出されている、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 補正で統計学的多重性の補正を行った。

【結果】画像ノイズは DLR で最も低く、Hybrid-IR で最も高かった ($p<0.01$)。CNR は DLR で最も高く、Hybrid-IR で最も低かった ($p<0.01$)。胆管の全体的な画質は DLR で最もスコアが高くなっており ($p<0.01$)、Hybrid-IR と MBIR はほぼ同程度であった ($p=0.77$)。一方で、胆管の見え方に関しては第 2 次分枝では hybrid-IR が最もスコアが低く、DLR と MBIR はほぼ同様、第 3・4 分枝では MBIR が最もスコアが高く、Hybrid-IR が最もスコアが低くなっていた。

【考察】DLR は Hybrid-IR や MBIR と比べて画像ノイズが低く、CNR は高かった。また全体的な画質も高いスコアが得られた。DLR は画像ノイズを低減することで MBIR よりも腹部超高精細 CT の画質を改善できると報告されており、我々の結果もこの報告に矛盾ないものであった。一方で、胆管の見え方に関しては第 2 分枝では DLR と MBIR でほぼ同様であったが、第 3-4 分枝ではその差は小さいものの MBIR のほうが DLR よりもスコアが高くなっていた。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でき、特にコントラストが強い血管の評価に優れていると報告されている。血管と同様に DIC-CT における末梢胆管はコントラストが強いため、その描出には DLR よりも MBIR のほうが優れていると考えられた。結論として、DLR は超高精細 CT で撮影した DIC-CT 画像を定量・定性的に改善できると考えられた。