

MR 撮像シミュレーションを用いた 加算回数増加によるモーションアーチファクト低減効果の検討

新潟大学医歯学総合病院診療支援部放射線部門 ○近藤 達也 (Kondo Tatsuya)

金沢 勉

斉藤 宏明

野島 佑太

【目的】

MRIにおける肝臓EOB検査の肝細胞造影相撮像では、呼吸停止不良の患者を撮像する際にモーションアーチファクトが診断に影響を及ぼす。その対策に、自由呼吸下での加算回数増加によるモーションアーチファクトの低減が提案され、我々は低減効果を検討するためにモーションアーチファクトのシミュレーションを行ってきた。本研究では、自由呼吸下において肝臓を横断像で撮像することを想定したファントムの撮像シミュレーションを行い、加算回数の増加によるモーションアーチファクト低減効果について検討した。

【方法】

1.5 T MRI装置(Intera Achieva Nova Dual, Philips社製)を用いて3D spoiled gradient echo法により自作ファントムの撮像を繰り返し行った。肝臓の動きを想定したファントムの端を中心とする振り運動を表すために、基準とする撮像範囲から 0.5° 間隔で撮像範囲をスライス方向に傾けながら撮像を行い、 -4.5° から $+4.5^\circ$ まで9回の撮像を行った。設定した撮像範囲をFig.1に示し、基準とする撮像範囲における自作ファントム画像の中心スライス画像をFig.2に示す。撮像した画像をそれぞれフーリエ変換することでそれぞれの位置と角度に対応した仮想k-spaceデータを算出し、データ収集時間を考慮した動きを含んだk-spaceを取得した。このk-spaceを逆フーリエ変換することで、モーションアーチファクトを含んだシミュレーション画像を取得した。この手法に従い位相方向と加算回数を変化させてMR撮像シミュレーションを行い、モーションアーチファクトの低減効果を検討した。

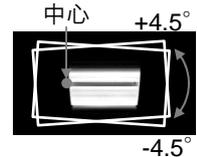


Fig.1 設定した撮像範囲



Fig.2 撮像した自作ファントムの中心スライス画像

シミュレーション画像の評価はnormalized mean square error(NMSE)を用いて行った。NMSEは基準画像に対する評価画像の平均二乗誤差を基準画像で正規化した値を示す。本研究では実空間上で信号収集シミュレーションを行ったボケ信号域を有する画像を基準画像とした。

【結果】

位相方向を左右に設定した加算回数1回と6回のシミュレーション画像をそれぞれFig.3とFig.4に示し、加算回数6回のシミュレーション画像から作成したMPR画像をFig.5に示す。加算回数を増加させるとゴーストアーチファクトは低減し、ファントムの動きに依存したボケを有するシミュレーション画像となった。また、位相方向を上下に設定しても同様の傾向となった。

位相方向を左右に設定したときのNMSEは加算回数1回で 8.2×10^{-3} 、加算回数2回で 2.4×10^{-3} となり、加算回数を増加させるとNMSEは減少する傾向を示した。加算回数6回においてNMSEは 2.6×10^{-4} となり、加算回数を7回以上に増加させても大きな変化を示さなかった。また、位相方向を上下に設定したときのNMSEは加算回数1回で 7.4×10^{-3} となり、位相方向を左右に設定したときよりも小さな値となったが、加算回数を2回以上に設定したときは位相方向を左右に設定したときと同程度の値となった。



Fig.3 位相方向左右の加算回数1回のシミュレーション画像



Fig.4 位相方向左右の加算回数6回のシミュレーション画像

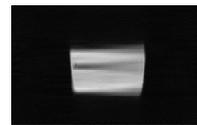


Fig.5 加算回数6回のシミュレーション画像のMPR画像

【考察】

加算回数を増加させるとゴーストアーチファクトは低減し、十分に加算回数を増加させたときボケ信号域と実信号域を有する動きに依存した画像に収束がみられた。本研究では、肝臓を横断像で撮像することを想定しスライス方向への大きな動きを設定したため、スライス間でボケ信号を有する画像となった。肝臓を横断像で撮像する際はスライス方向のボケを考慮する必要があると考えられる。

NMSE算出に用いた基準画像はボケ信号を有する画像であり、NMSEはゴーストアーチファクトの評価を示す。加算回数1回において位相方向を上下に設定すると左右に設定したときよりNMSEは低下したが、位相エンコード方向を動きの方向に合わせるとアーチファクトが小さくなることと一致する。また、加算回数を増加させたとき位相方向の設定によらずNMSEが同様に低下したことから、加算回数を増加させたときは位相方向を調整してもアーチファクト低減効果に差異がみられないと考えられる。

【まとめ】

自由呼吸下において肝臓を横断像で撮像することを想定したファントムの撮像シミュレーションにより、加算回数を増加させるとゴーストアーチファクトは低減し、スライス方向のボケを有することが示唆された。