位相エンコード方向反転を利用した画像歪み低減法併用DWIの画質評価

東北大学病院 診療技術部 放射線部門 ○宮原 修人(Miyahara Shuto)
森 隆一 一関 雄輝 根本 整 永坂 竜男

【目的】

Reverse encoding Distortion Correction DWI（RDC DWI）は、2D SE EPIシーケンスにおいて位相エンコード方向の反転により画像歪みが反転することを利用し、位相方向の歪みを低減させる技術である。RDC DWIの使用により、DWI、ADC画像の改善が期待されるが、歪み低減効果が画質に与える影響は明らかではない。本研究では、RDC DWIの使用の有無、またRDC DWIの種類の違いによる歪み補正効果の違いがDWI、ADC画像の画質に与える影響の評価を行った。

【方法】

MRI装置はキヤノンメディカルシステムズ社製3T MRI装置Vantage Centurian、32ch Head コイルを使用した。 難消化性デキストリンを蒸留水に溶解し、質量パーセント濃度（wt%）を10 wt% から50 wt%まで10 wt%ごとに変化させた試料を円筒容器に封入し、蒸留水で満たしたプラスチック容器内に設置した。歪みの程度を変化させるため、ファントム中心部は蒸留水または空気で満たした円筒容器を設置した。空気の場合は磁場の不均一が大きくなり歪みが大きくなることが予想されため歪み大ファントムとし、蒸留水の場合を歪み小ファントムとした。ファントム中心部両隣（Fig.1、2の①、②、③、④）のみ試料濃度を変えながら、アーチファクトを含まないようにROIを設定し画質評価をした。歪み補正方法はb0画像と各MPG画像の両方に対して位相エンコード方向を反転収集しシフトマップを作成する「RDC ALL」、b0画像のみの反転収集画像からシフトマップを作成する「RDC only b0」の2種類があり、RDCを使用しない「RDC off」を含め3種類について比較した。また、歪みの程度をT2強調画像と視覚的に評価した。b1000画像のSNRを同一関心領域法で求め、ADC画像から平均ADC値、関心領域内のADC値の標準偏差を算出した。

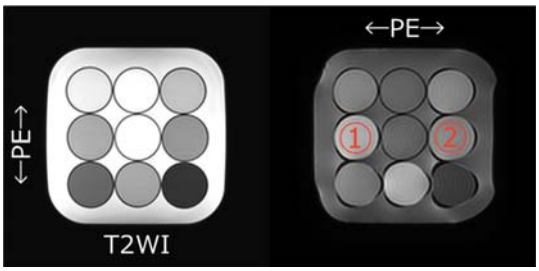

Fig.1 歪み小ファントム

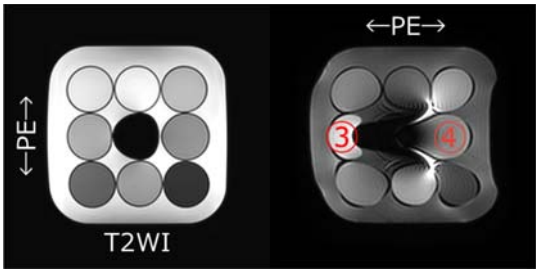

Fig.2 歪み大ファントム

【結果】

歪み小ファントム、歪み大ファントム共にRDC ALLが各試料形状、ファントム形状共に最も歪みが小さかった。b1000画像のSNRはRDC ALLが多くの条件で改善した。各条件において、歪み補正方法の有無、違いによる平均ADC値の変化は小さかった。ADC値の標準偏差は、 RDC ALLが多くの条件で小さかった。

【考察】

RDC ALLはb0不均一に起因する歪み補正（only b0）に加えてMPGパルスによる渦電流の影響を低減させることができたため最も歪みを低減できたと考えられる。一方で歪みが強い部位での補正はまだ不十分であると思われた。

ADC値について、RDC only b0と同手法でADC値のばらつきが低下することがすでに報告されており、RDC ALLは、平均ADC値に変化を与えずにばらつきを低下させたことからADC値の測定精度のさらなる向上が期待できる。

Table 1 撮像条件

sequence	Single Shot EPI
scan time	2:30（RDC ALL RDC only b0） 2:20（RDC off）
TR/TE（ms）	5000/84
FOV（mm）	230×230
Matrix size（mm）	192×192
slice thickness（mm）	5
Flip Angle(°)	90
Parallel Imageing	Exper 3
TSEes（ms）	0.9
BW（Hz）	1302
Fat suppression	Strong
NAQ	2
b-value	0,1000
RDC DWI	RDC ALL RDC only b0 RDC off

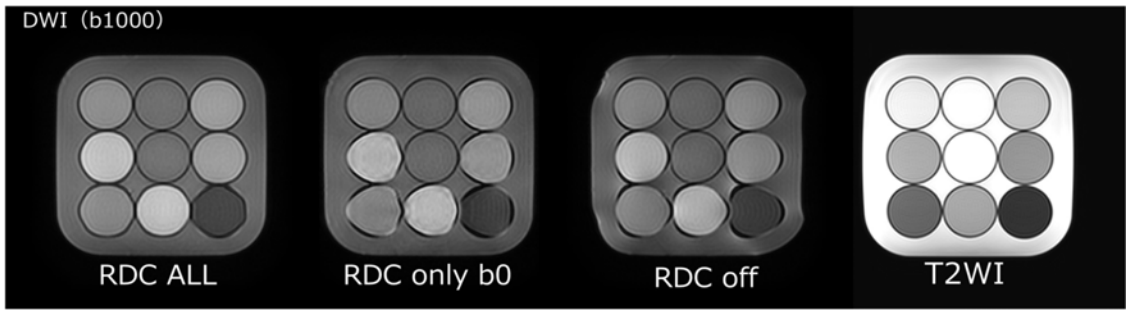

Fig.3 結果 歪み小ファントム

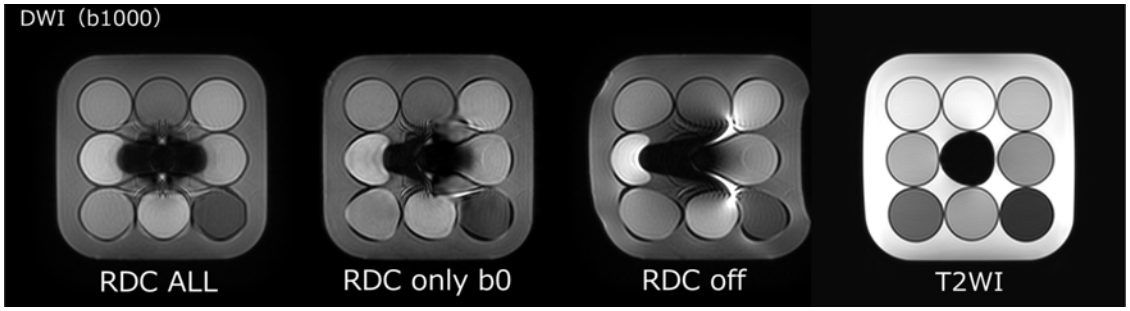

Fig.4 結果 歪み大ファントム

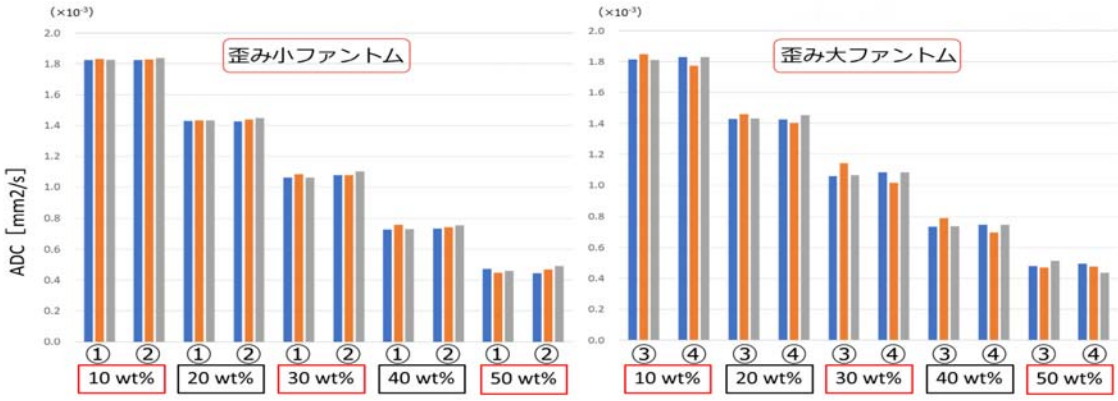

Fig.5 結果 平均ADC値

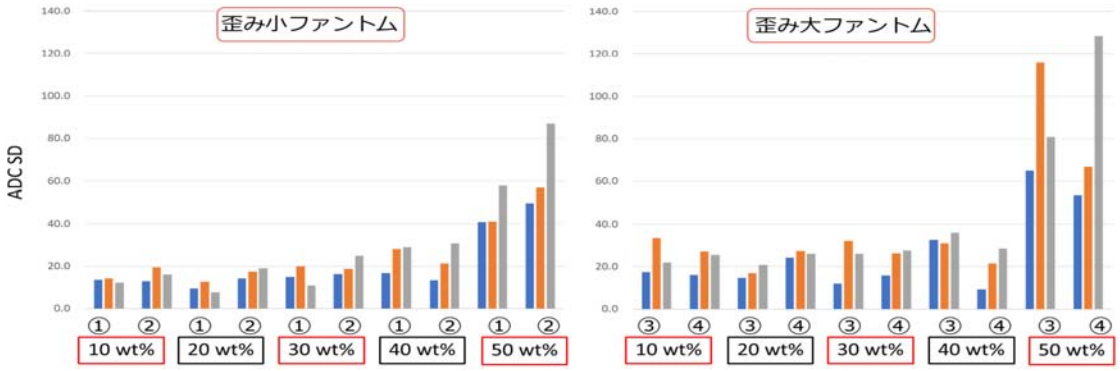

Fig.6 結果 結果ADC値SD

【結論】

RDC ALLはDWI画像歪みを改善させた。平均ADC値に影響を与えずにばらつきを低下させた。

【参考文献・図書】

1) 上田未来, 他：拡散強調画像におけるファントムスタディのための使用材料の提案, 日本放射線技術学会雑誌, 77(5), pp. 471-477 (2021)

2) Gabriel Nketiah et al. : Geometric distortion correction in prostate diffusion-weighted MRI and its effect on quantitative apparent diffusion coefficient analysis, Magnetic Resonance in Medicine, 79(5), pp. 2524 - 2532(2017)