

MRIにおける局所不均一補償素材の比較検討

北福島医療センター 放射線技術科 ○明珍 雅也(Myochin Masaya)
 丹治 一 高橋 悠馬 八巻 智也 塩田 将史 宗川 高広

【背景・目的】

撮像対象の形状によって生じ易くなる局所不均一を改善するため、身近な素材を活用して不均一を補償する報告が多数なされている。しかし、これらの効果を比較した報告は少ない。

今回、さまざまな素材による補償の効果を同じ検討方法に則って比較し、それぞれの特徴を把握する目的で検討を行った。

【方法】

ボトルファントームの蓋部周囲に一定体積量の検討素材を配置して検討した(Fig.1)。検討内容は、歪み量による不均一の評価、RFレシーブゲインの変化、B0フィールドの変化である。撮像条件はFOV・Matrix・Slice厚を統一し、歪み評価にはSS-EPIを使用。歪みのないTSE画像と歪みのあるEPI画像を差分し、歪み評価量画像を算出(Fig.2)。ボトルファントームの長軸に対し直行する2方向(Axi, Sag)で撮像し、それぞれの極性を変えて計4画像で評価した。評価面積は、極性方向における歪み面積の平均値である。



Fig.1 実験配置図

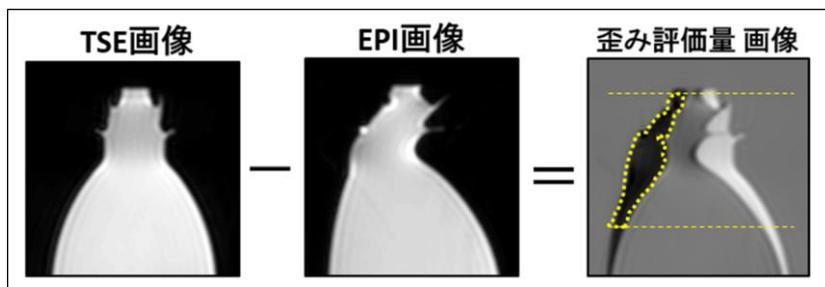


Fig.2 歪み評価量画像の算出方法

【使用機器・検討素材】

使用装置はPhilips社製 3.0T MRI, 使用コイルはHead Coil(32ch), 撮像対象物は、硫酸銅溶液を封入した小型ボトルファントーム(6 cm×14 cm)である。検討素材は、医薬品(硫酸バリウム), 粉末状生活用品(漂白剤, シリカゲル, クレンザー, 珪藻土), 粉末状食品(米粉, 片栗粉, きな粉, 松の実)であり、参考対象物として磁場均一補助具(Sat Pad)の主原料フロリナートを用いた。

【結果】

① 歪み量による不均一の評価

歪み評価量の小さい素材を上から順に示す(Table.1)。

フロリナートの歪み評価量が最も小さく、表の上から順にさまざまな素材にて歪み補償の効果が得られた(Fig.3～Fig.7)。フロリナートに次いで補償の効果が得られた漂白剤は、素材の粒子が最も大きい素材である。また、粒状性の細かいシリカゲルにおいては、フロリナートの3倍程の歪み量が観測されたが、歪み補償をしない場合に比べると十分歪みの低減効果が得られた。撮像断面や極性変化による有意差はなかった。

歪み補償の効果と粒状の大きさに関連性はなかった。しかし素材の粒状性として、松の実は素材の均一性が不揃いである、また片栗粉は粒状性が細かいことで塊状の形状が含まれている、さらにシリカゲルは粒子が空気中に舞う程の細かさである、というような特徴が挙げられる。

Table 1 歪み評価量の結果

歪み評価量	素材(歪み評価量:cm ²)
小さい	フロリナート (64.3±16)
	漂白剤 (100.8±24)
	片栗粉 (134.8±9)
	米粉 (138.0±12)
	松の実 (143.3±12) * Mn,Cu,油脂含有
	硫酸バリウム (167.0±35)
	きな粉 (191.3±25)
	シリカゲル (193.8±26)
	なし (測定不能)
	クレンザー (測定不能) * 酸化Al含有
大きい	珪藻土 (測定不能) * 火山灰,石灰含有

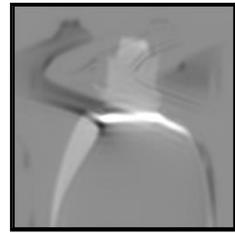
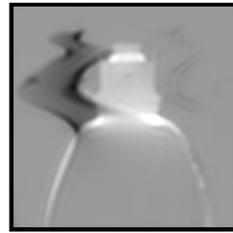
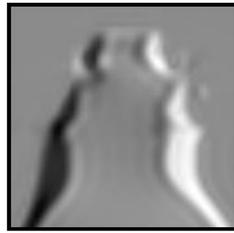
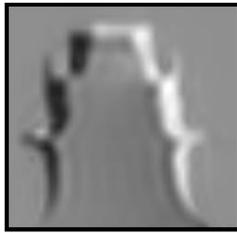


Fig.3 フロリナート

Fig.4 漂白剤

Fig.5 硫酸バリウム

Fig.6 クレンザー

Fig.7 珪藻土

② RFレシーブゲインの変化

素材ごとのRFレシーブゲイン変化を示す(Table 2). 素材なしの場合に比べ、米粉やきな粉はレシーブゲインの変化率が5%以内であり、ゲイン変化の少ない結果が得られた.一方、磁化率変化を生む可能性がある素材やフロリナートは、レシーブゲインの低下が観測された.

③ B0フィールドの変化

B0フィールド変化についてファントーム部分のみを抽出し、変化率を10段階のスケールで表した画像を示す(Fig.8~Fig.10). 歪み評価で測定不能であったクレンザーや珪藻土では、B0フィールドの不均一が著明に生じた. また、他の素材に比べ粒状性が細かいシリカゲルや粒子の大きさが不揃いの松の実では、ファントームの一部において局所的にB0フィールドの不均一が観測された. 歪み量の低減効果があったフロリナートや漂白剤では、B0フィールドに大きな変化は生じず、磁場の均一度は保たれていた.

Table 2 RF レシーブゲインの変化

素材	RG (最大mV)	RG (部材/なし)%
フロリナート	1.125	52.7
硫酸バリウム	1.338	62.7
珪藻土	1.846	86.4
片栗粉	1.992	93.3
漂白剤	2.031	95.1
米粉	2.041	95.6
なし	2.135	100
きな粉	2.234	104.6
シリカゲル	2.329	109.1
クレンザー	2.427	113.7
松の実	2.441	114.3
水	4.695	219.9



Fig.8 漂白剤

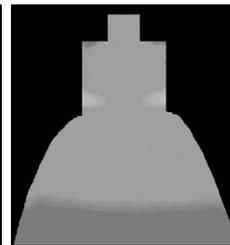


Fig.9 シリカゲル

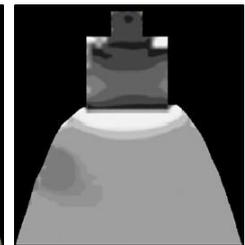


Fig.10 クレンザー

【考察】

歪み量の結果より、フロリナートと同等の補償効果をもつ素材は存在しなかった. しかし、歪みを低減させる効果として、撮像に使用可能な素材は多く存在した. 生体付近に配置する補償素材として安全リスクを考慮すると、生体に害を及ぼさないということが重要となる. また、レシーブゲインが変化することで送信出力の増減に影響を及ぼす可能性があるため、補償をしない場合に比べゲイン変化の小さい素材が適当であると考えられる.

ファントームの局所的なB0マップの変化から、シリカゲルや松の実のように素材の粒状性が非常に細かいことで素材密度に違いが生じ、均一に素材配置ができない可能性がある. よって、適当な粒状で密着性が高い素材が適当であると考えられる.

今回の検討で用いた素材において、補償の効果をもつ素材として米粉・片栗粉が適当である. 一方、金属元素や鉱物を含むクレンザーや珪藻土において、磁化率変化への影響が大きく、補償素材としては適さないと考ええる.

【結語】

「Sad Pad」の主原料でもあるフロリナートと同等の局所不均一補償効果を有する素材は存在しなかったが、使用に有用な補償の効果をもつ素材は多く存在した.

素材そのものの評価よりも密着性による変化の方が目立ったことから、粒状サイズなどによる密着性が不均一改善に大きく貢献するものと考えられる.