

MRIにおける新しい電磁波抑制素材の利用効果と影響の検討

北福島医療センター 放射線技術科 ○高槻 香苗(Takatsuki Kanae)
丹治 一 明珍 雅也 阿部 和也 宗川 高広 末永 真史

【はじめに】

電磁波シールド素材（以下RF抑制シート）を用いてMRI検査領域外にかかる電磁場を抑制することで、インプラントの発熱リスクの軽減や折り返しアーチファクトの改善を試みる補助具の研究・開発が行われている。

2018年に補助具の検討を行い、その特徴を本学術大会で発表した。その際、信号抑制精度が覆い方によって効果が左右されること、覆うための素材のフレキシブル性に課題が残ったこと、広い領域に用いた場合にはゲインが大きく影響し、注意が必要であることが課題として挙げられた。

【目的】

2018年の検討で課題に挙げられていた、素材のフレキシブル性を兼ね備えたRF抑制シートを入手したため、過去の研究と同様にRF抑制効果と画像への影響について検討を行った。

【方法・使用機器】

使用装置はPhilips 3.0T.評価素材は電磁場シールド株式会社製EMPROOF®を使用。対象物をINVIVO社製3T用MRIファントーム及びボトルファントームとした。3T用MRIファントームの左右にボトルファントームを配置し、Bodyコイルを用いて以下の検討を行った。

- ①折り返しアーチファクトの原因につながる信号の抑制効果及び周囲への磁化率影響の程度
ボトルファントームを抑制対象物としてRF抑制シートで覆い、通常撮像、パラレルアクイジション、矩形FOVの3つの撮像プランで信号

の抑制効果を評価。また、RF抑制シートで囲った対象物に接した撮像対象物への影響についてGRE法にて評価。

- ②RF抑制シートを使用した場合のレシーブゲインの変化

ゲイン固定時と自動調整時でそれぞれRF抑制シートの出し入れ撮像を繰り返し行い、対象物の信号強度の変化から間接的にゲイン変化の程度を読み取って評価を施した。

- ③第一次水準撮像条件下における素材の温度変化

3T用MRIファントームをRF抑制シートで覆い、赤外線サーモカメラFLIRを用いて高速SE法5分間撮像における素材の温度変化を観察。

【撮像条件】

- ・高速SE法T2強調画像（TR3500 ms、TE80 ms、第一次水準撮像条件下）
- ・GRE法T2*強調画像（TR900 ms、TE20 ms、FA20 deg、※方法①の周囲影響の検討のみ）

【結果】

- ①折り返しアーチファクトの原因につながる信号の抑制効果及び周囲への磁化率影響の程度
どの撮像プランにおいてもボトルファントームの信号は消失した（Fig.1）。また、磁化率変化に鋭敏なGRE法の撮像において、磁化率影響に伴う位相ずれによって“スタッキング”と呼ばれる非常に明るい信号の領域が生じる場合がみられた（Fig.2）。

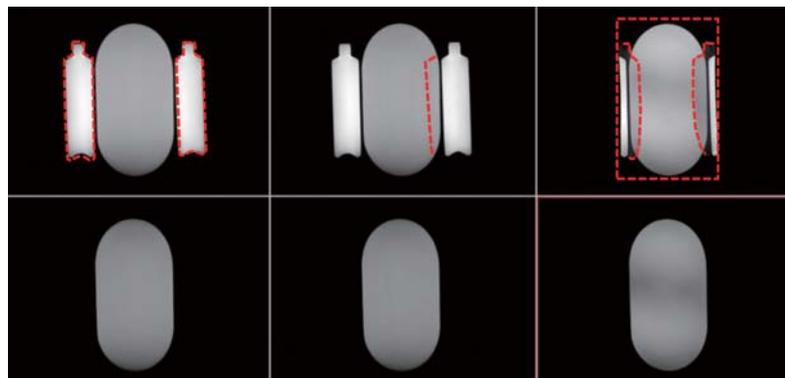


Fig.1 信号抑制効果（左から通常撮像、2.0 SENSE、RFOV50%）
抑制対象物の信号が消失、折り返しアーチファクトもみられなかった

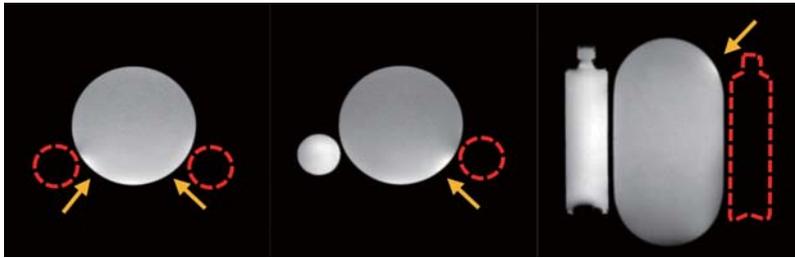


Fig.2 周囲への磁化率影響 (点線:抑制対象物)
いずれも抑制対象物と接した箇所でスタッキングがみられた

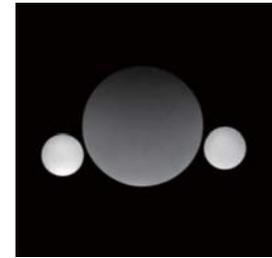


Fig.3 上部にシート(+)

Table 1 レシーブゲインの変化

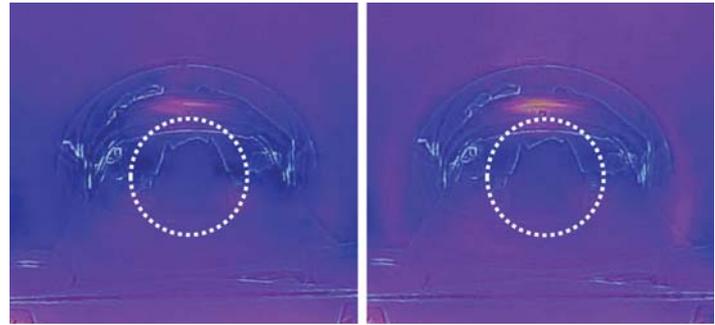
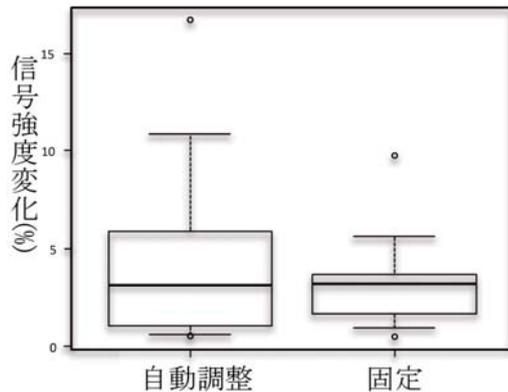


Fig.4 温度変化 (左:観察開始時 右:撮像5分後)

②RF抑制シートを使用した場合のレシーブゲインの変化

評価素材のON/OFFの信号強度変化は、ゲイン固定時と自動調整時でともに5%未満であった (Table 1)。一方、試験的に評価対象物の上部に評価素材を載せて撮像した場合には、対象物の信号強度は58%低下し (Fig.3)、上下に評価素材を挿入した場合には信号が読み取れずにプリスキャンを妨げて撮像不能になる場合も生じた。

このことから、適正の利用を超えてRF抑制シートを用いた場合には大きな信号低下やゲイン変化が生じるものと考えられる。

③第一次水準撮像条件下における素材の温度変化

観察開始時と撮像5分時点でのサーモグラフィ画像をFig.4に示す。室内および受信コイルにはわずかな温度変化が見て取れるが、内部に配置しているRF抑制シート自体やファントムには温度変化を見て取る事ができなかった。また、データとして取りまとめる事ができなかったが、素材は電氣的な力の相互作用を受けて微振動が生じる場合が確認された。よって、局所的な渦電流の発生は生じるものとして取り扱う必要があると考えられる。

【考察・結語】

今回の検討素材は半透明で軽く、取り扱いが容易で高い電磁場抑制能を発揮したことから、今後の応用に期待がもたれる。また、わずかな磁化率影響がみられたため、RFシートと対象物が触れないような工夫が必要だと思われる。一方、利用方法によって渦電流によると思われる作用や出入力信号のゲイン変化がもたらされる場合がある。衣料分野の研究では類似した導電性のある繊維を肌着に用いると、体温を維持・上昇させる効果があるとの報告もある。よって、MRI検査の補助具として電磁波シールド素材を用いる場合には、渦電流によるジュール熱の発生や誘電加温を念頭に置いた安全性の再検討が重要と思われ、細密な追実験が必要だと考えられる。

【参考文献】

- 1) Atsushi ONO¹, Shinichi ARAO¹, Satoru TAKATA², Akihiko TABUCHI¹, Norio YOSHIZAKI², Yuki ANDO : Efect of Electromagnetic Wave Suppression Sheet in Magnetic Resonance Imaging System on Radio-frequency-induced Heating of Metallic Implant JJMRM 2019; 39: 55-59