

## 磁化率強調画像を用いた骨盤部領域の撮像における 磁化率アーチファクトの基礎的検討

○山本 佑馬<sup>1)</sup>、山根 正聡<sup>1)</sup>、中村 敬子<sup>1)</sup>、徳田 修<sup>2)</sup>

1) 山口大学医学部附属病院 放射線部

2) 山口大学医学部附属病院 放射線科

【背景・目的】磁化率強調画像 (Susceptibility-weighted imaging : SWI) は、主に頭部領域の撮像に用いられてきた。近年では骨盤部領域における子宮内膜症性嚢胞など微小出血の検出に有用との報告もある。しかし、骨盤部領域の撮像は呼吸による体動や腸管ガスなどアーチファクトの発生となる要因は多く読影の妨げとなる可能性がある。

そこで腸管ガスと血腫または出血を模擬した試料を作成し、磁化率アーチファクトについて基礎的検討を行った。

【方法】MRI 装置は MAGNETOM Skyra 3.0T (SIEMENS 社) を用いた。コイルは body array coil と spine coil を併用した。自作試料として、シリンジ内に空気を封入したもの (腸管ガスを模擬) と、シリンジ内に希釈した鉄製剤を封入したもの (血腫または出血を模擬) を作成した。シリンジは直径 6.6 mm (以下、シリンジ小)、直径 17.2 mm (以下、シリンジ大) の 2 種類を使用した。これらを球体ファントムに配置し、周囲を寒天で固めたものをファントムとした。

試料は、シリンジ長径が静磁場に対して平行 (以下、0 度) と垂直 (以下、90 度) となるように配置した。撮像シーケンスは SWI、T1WI を使用し、周波数エンコード方向のプロファイルから半値幅を求め、半値幅とシリンジ径の差を磁化率アーチファクトとした。

撮像条件は、SWI、T1WI とともに Slice thickness = 2 mm、Matrix = 256 × 256、FOV = 300 mm とした。検討項目は試料の配置方法、シリンジの大きさとした。

【結果】Fig.1、試料の配置方法の違いによる磁化率アーチファクトの結果を示す。シリンジ小は SWI で空気を撮像した場合、0 度と 90 度に有意差がみられた。鉄製剤は T1WI で有意差がみられたが、SWI では有意差はみられなかった。シリンジ大は、シリンジ小と同様の傾向を示した。

Fig.2 にシリンジの大きさの違いによる磁化率アーチファクトの結果を示す。MR 画像の歪みの影響を考慮するため T1WI と SWI を比較した。(増加の割合 = SWI/T1WI)

SWI と T1WI の差を比較すると、シリンジ大小で空気を 90 度に配置した場合、磁化率アーチファクトは約 2 倍増加した。(シリンジ小 : 6.74 mm シリンジ大

: 16.04 mm) しかし、磁化率アーチファクトの増加した割合はシリンジ大小で有意差はみられなかった。

【考察】空気を 90 度に配置した場合の SWI で、磁化率アーチファクトの影響が顕著に増加した。0 度に比べ 90 度の磁化率アーチファクトが増加した要因として、空気による磁化率効果の角度依存性が考えられる。

シリンジの大きさが変化すると、磁化率アーチファクトは増加するが、増加する割合に有意差はみられなかった。要因として、空気を含む割合が変化しても、空気の磁化率が変化しないためと考える。

【結語】SWI は、静磁場に対し空気を 90 度に配置した場合に、最も磁化率アーチファクトの影響が認められた。このことから、腸管ガスによる磁化率アーチファクトの影響を考慮して、腸管ガス除去等の前処置を行うことが必要と考えられる。

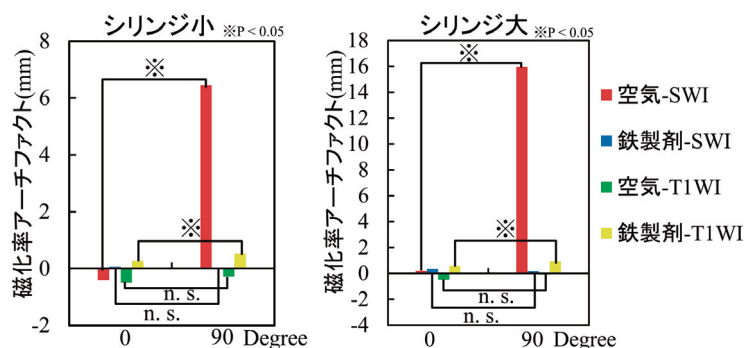


Fig.1 磁化率アーチファクト (配置方法の違い)

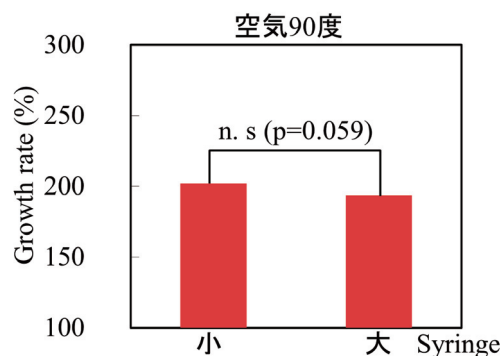


Fig.2 磁化率アーチファクトの増加の割合 (大きさの違い)

## 1.2T-MRI ガイド下穿刺における撮像条件と磁化率アーチファクトの検討

○近藤 由佳子<sup>1)</sup>、山口 卓也<sup>1)</sup>、吉富 敬祐<sup>1)</sup>、大西 治彦<sup>1)</sup>、田原 誠司<sup>1)</sup>、郷原 英夫<sup>2)</sup>、加藤 和之<sup>3)</sup>、碓 幸一郎<sup>3)</sup>

1) 岡山大学病院 医療技術部放射線部門、2) 岡山大学病院 放射線科、3) 株式会社 日立メディコ

**【背景・目的】** 当院では超伝導オープンMRI (OASIS 1.2T; Hitachi Medical Corporation) が導入され、MRI ガイド下での腎癌に対する凍結療法を検討している。

非造影時の腫瘍と正常組織のコントラストが明瞭で、画像更新時間が短く高信号の画像が得られることから、BASG (Balanced SARGE) 法の利用を検討しているが、磁化率アーチファクトの影響が大きいため、穿刺針影が著しく膨張することが問題となっている。

本研究では1.2 T 超電導オープンMRIにおけるパラメータ変化による磁化率アーチファクトへの影響について検討した。

**【方法】** 水ファントム内に配置したアクリル格子中央に17 Gの凍結療法用穿刺針 (IceSeed; GALIL MEDICAL) を静磁場方向に対し垂直に配置し、RAPID body コイルで撮像を行った。

撮像シーケンスはBASG法、フリップ角35 deg、位相エンコード168、加算回数1回、スライス厚5 mm、再構成マトリックス512×512、FOV 230 mmとし撮像を行った。パラメータとして、バンド幅を50～120 kHz、周波数エンコードを168～256、TEを3.0～6.5 msecまで変化させ、各々位相方向を静磁場に平行 (AP) な場合と、静磁場に垂直 (HF) な場合で検討した。

画像上の凍結療法用穿刺針先端から3 cmの径をニードル径とし、ImageJ (Ver. 1.47v, National Institutes of Health) を用いて測定した。

**【結果】** 各パラメータ変化におけるニードル径の測定結果を表1へ、TEによるニードル径の変化についてのグラフを図1に示す。

バンド幅によるニードル径変化は、APでは11.33 mm～11.68 mm、HFでは12.70 mm～13.05 mmとなり、ニードル径変化は0.35 mm以下であった。周波数エンコードによるニードル径変化は、APでは11.33 mm～11.68 mm、HFでは12.71 mm～13.05 mmとなり、ニードル径変化は0.35 mm以下であった。TEによるニードル径変化は、APでは10.64 mm～13.48 mm、HFでは11.33 mm～14.08 mmとなり、TEが短くなるほどニードル径が小さくなった。

位相方向では、HFと比較しAPでニードル径が小さくなった。

表1 パラメータと位相方向におけるニードル径

パラメータ	ニードル径 [mm]	
	AP	HF
バンド幅	11.33～11.68	12.70～13.05
周波数エンコード	11.33～11.68	12.71～13.05
TE	10.64～13.48	11.33～14.08

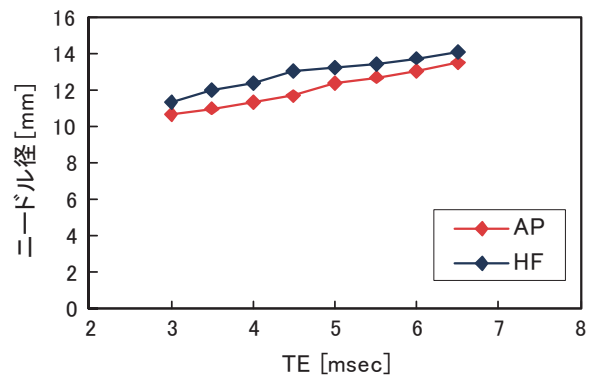


図1 TEによるニードル径の変化

**【考察】** バンド幅と周波数エンコードによるニードル径変化が小さかった原因として、BASG法では180°パルスによる信号の再収束がなく、信号取得時間 (A/D) 内での位相分散よりRF照射からA/D前までの位相分散が大きくなったためと考えられる。TEを短くした場合にニードル径が小さくなった原因として、RF照射からA/D前までの時間が短くなり位相分散が小さくなったためであると考えられる。

位相方向がAPでニードル径が小さくなった原因として、磁化率アーチファクトは周波数エンコード方向に出現するため<sup>1)</sup>、周波数エンコード方向である穿刺針の長軸方向に伸展したアーチファクトが出現したためであると考えられる。

**【結語】** 1.2T超電導オープンMRIにおける凍結療法用穿刺針影の磁化率アーチファクトへの影響は、バンド幅と周波数エンコードでは確認されず、TEを短くすることで位相分散が小さくなり、磁化率アーチファクトが軽減された。

### 【参考文献】

- 1) Lüdeke KM, Röschmann P, Tischler R. Susceptibility artefacts in NMR imaging. Magn. Reson. Imaging, 1985; 3(4): 329-343

## 1.2T-MRI ガイド下穿刺における 磁化率アーチファクトの角度依存性の検討

○吉富 敬祐<sup>1)</sup>、山口 卓也<sup>1)</sup>、近藤 由佳子<sup>1)</sup>、大西 治彦<sup>1)</sup>、田原 誠司<sup>1)</sup>、郷原 英夫<sup>2)</sup>、加藤 和之<sup>3)</sup>、碓 幸一郎<sup>3)</sup>

1) 岡山大学病院 医療技術部 放射線部門

2) 岡山大学病院 放射線科

3) 株式会社 日立メディコ

**【背景】** 当院では1.2T 超伝導オープン MRI (OASIS ; Hitachi Medical Corporation) が導入され、MRI ガイド下での凍結療法を検討している。MRI 透視用シークエンスとして、画像更新時間が短く高信号であり、T2 コントラストを反映する Balanced SARGE (BASG) 法の使用を検討しているが、磁化率アーチファクトが大きい上、オープン MRI を使用することで穿刺角度により穿刺針影が変化し、位置の把握が困難となる。

**【目的】** 本報告では、1.2T オープン MRI における MRI ガイド下凍結療法用穿刺針影の穿刺角度依存性についての検討を目的とする。

**【方法】** 凍結療法用穿刺針 (IceSeed ; GALIL MEDICAL) 先端が水ファントム内に配置したプラスチック格子の中央となるよう固定し、RAPID body コイル (Hitachi Medical Corporation) を用いて撮像を行った。撮像シークエンスは BASG 法、TE 3.0 msec、TR 6.0 msec、フリップ角 35 deg、バンド幅 120 kHz、収集マトリックス 256 × 168、加算回数 1 回、位相エンコード方向 AP および HF、スライス厚 5 mm、再構成マトリックス 512 × 512、FOV 230 mm とし、穿刺角度が静磁場に対して 0 ~ 90 deg となるように 15 deg 毎変化させて撮像を行った。

撮像した全画像における延長幅、ニードル径、先端径、および 0 ~ 45 deg で発生した先端部の球状陰影径、30 ~ 90 deg で穿刺針側部に発生した鞘状陰影径について、ImageJ (NIH ; National Institutes of Health) を用いて測定を行った。

**【結果】** 位相エンコード方向が AP のとき、延長幅は 1.048 ~ 3.743 mm、ニードル径は 1.348 ~ 8.835 mm、先端径は 3.885 ~ 5.170 mm であった。また、球状陰影径は 9.134 ~ 10.482 mm、鞘状陰影径は 7.039 ~ 19.915 mm であった。

位相エンコード方向が HF のとき、延長幅は 1.198 ~ 4.030 mm、ニードル径は 1.647 ~ 9.883 mm、先端径は 3.698 ~ 5.401 mm であった。また、球状陰影径は 8.835 ~ 10.781 mm、鞘状陰影径は 7.701 ~ 18.717 mm であった。

穿刺角度と延長幅およびニードル径の関係を示したグラフを Fig.1 に記載する。

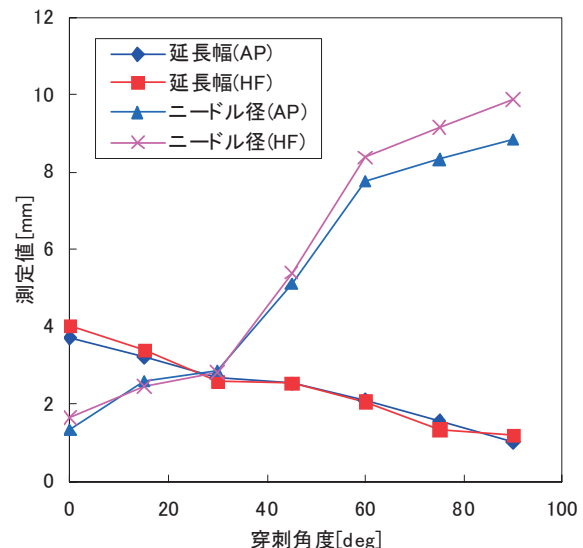


Fig.1 穿刺角度による穿刺針影の変化

**【考察】** 延長幅および側部径、鞘状陰影径については、穿刺針が静磁場と平行に近ければ先端部方向、垂直に近ければ側部方向に不均一磁場が分布し<sup>1)</sup>、穿刺針影の歪みおよび位相分散によってアーチファクトが変化したと考えられる。

先端部径は、先端部付近より発生する不均一磁場に影響されると考えられるが、今回設定した条件においては画像上で径にほとんど変化がみられない程度であった。

球状陰影径は、穿刺針先端部より発生する不均一磁場による先端部の歪みで発生すると考えられ、鞘状陰影に癒合するまで、先端部の歪みに依存するため、径が変化しなかったと考えられる。

**【結論】** 磁化率アーチファクトは主に静磁場方向に発生し、静磁場に平行に穿刺することでニードル径は最小、延長幅は最大、垂直に穿刺することでニードル径は最大、延長幅は最小となった。先端径の穿刺角度による変化はみられなかった。

### 【参考文献】

- 1) John F. Schenck, "The role of magnetic susceptibility in magnetic resonance imaging: MRI magnetic compatibility of the first and second kinds," Medical Physics, Vol.23, No 6, 815-850, June 1996.

○森田 一郎、安並 洋晃、林 直弥、森尾 一夫、伊東 賢二  
高知大学医学部附属病院 放射線部

【目的】 頸椎・頸髄 MRI の T2WI Sagittal 像を撮影の際、脳脊髄液による Flow Artifact がみられるため、頸椎と位相方向が平行にならない様にスライス設定をすることで Flow Artifact の低減を図っている。今回、この方法での Artifact 抑制の要因を調べた。

【方法】 過去画像より Flow Artifact の発生している患者の傾向を調べ、それを模した模擬頸髄ファントムを作製、撮影し Flow Artifact の比較、評価を行った。

#### 【使用機器】

MRI 装置 GE ヘルスケアジャパン SIGNA EXCITE HDx1.5T

コイル 8Ch CTL アレイコイル

インジェクター MEDRAD 社製 Spectris Solaris EP  
自作ファントム

#### 【撮影条件】

FRFSE-XL FOV 24 × 24 cm

スライス厚/スライスギャップ 4mm/1mm

マトリックス 320 × 256

NEX 1 TR 3,200ms TE 約100ms

ETL 24 RBW 31.2kHz

FC 周波数方向 (Flow Compensation)

#### 【結果】

1. 上部頸椎が直線的で、位相方向となす角度が小さい場合に Flow Artifact が出現する傾向にあった。
2. Flow Comp の効果は FOV のどの角度においても有効であった (Fig.1)。
3. 上部頸椎と位相方向のなす角度を大きくすることで Flow Artifact を抑制することができた (Fig.2)。

#### 【考察】

1. 上部頸椎と位相方向のなす角度が小さいほど位相方向に Flow Artifact が蓄積され、より Flow Artifact が増強し、角度を大きくすると Flow Artifact が分散され減少したと考えられる。
2. 発生しても脊椎・脊髄と距離が離れるため、診断の妨げにならない。

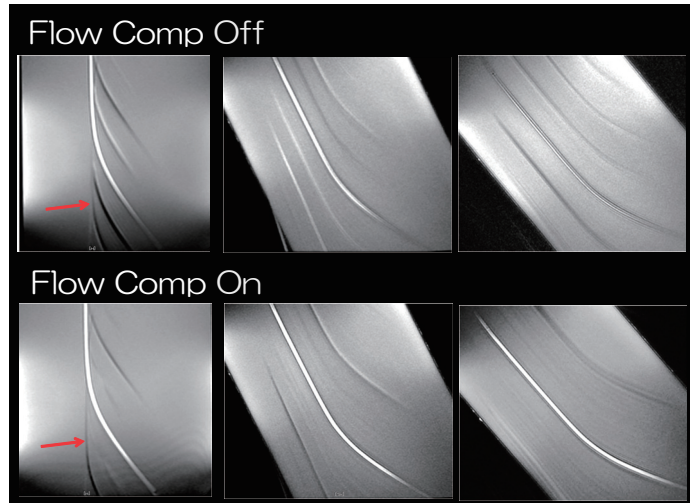


Fig.1 Flow Comp の効果

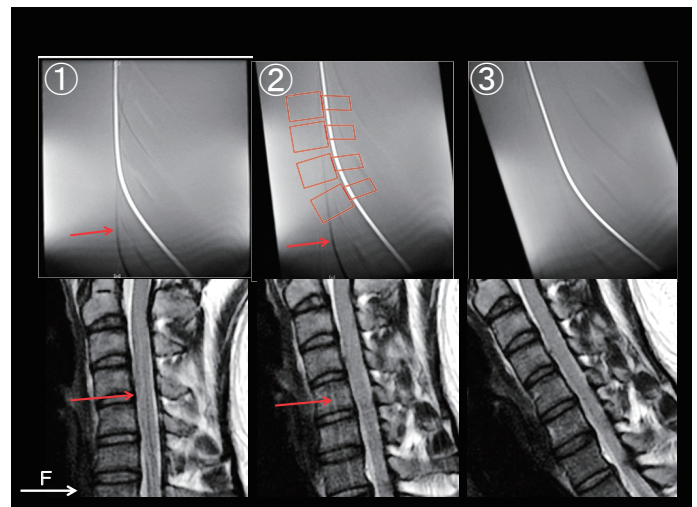


Fig.2 角度の変化による効果