

拡散強調MR画像における躯幹部広範囲撮像の検討

JA秋田厚生連平鹿総合病院 放射線科 ○中村 秀一(Nakamura Shuichi)

【はじめに】

近年、がんのスクリーニングや、拡がり診断、フォローアップ、治療計画に広範囲拡散強調MR画像を用いた、拾い上げ検査が全国的に増えている。撮像には数ステーションの分割が必要となるが、分割法の違いによる様々なトレードオフが生じるため、感度領域とひずみを把握することは重要である。

【目的】

拡散強調MR画像における躯幹部広範囲撮像の感度領域とひずみの初期検討と応用法の検討。

【使用機器】

MRI装置	Signa Excite HD Ver.12	GE Healthcare社製
受信コイル	12ch Body Array Coil	GE Healthcare社製
ファントム	SNR Phantom Square	GE Healthcare社製
画像解析ソフト	Advantage Workstation 4.3.05	GE Healthcare社製
	ImageJ 1.44p	Wayne Rasband (NIH)
自作補助具	背側受信コイル移動用木製天板	自作
自作ファントム	円柱形ファントム 100 cm	自作

【方法・結果・考察】

下準備として、患者さんを背側受信コイルから浮かせられる補助具を自作し、患者さんを動かすことなく背側受信コイルを移動させられるようにした。これにより、従来法よりも体軸方向の広範囲撮像において受信専用コイルおよびパラレルイメージングが使用できるようになった。また、円筒形の塩化ビニルパイプにゼラチンと水を混ぜて固めた体軸方向100 cmの円柱状のファントムを自作した。

検討1では、感度領域とひずみについての基礎検討を行った。拡散強調像をスライス厚5mmの横断像にてマルチスライスで頭尾(以下、S-I)方向に30 cm収集し(Table 1)、受信コイルの環境設定をFullFOV、Upper、Lowerのそれぞれで行った。得られた画像からMPRの冠状断と矢状断を作成して検討した。感度領域の検討では、SNR Phantom Squareを用いて、撮像中心を基準にS-I方向に105 mm、140 mm離れた位置の画像内輝度を計測した。ひずみの検討では、円柱形ファントムを用いて、感度領域の検討と同じ位置でひずみを計測した。感度領域の結果は、感度中心から105 mm離れた位置では安定していたが、140 mm離れた位置では輝度が大きく低下し、FullFOVではS140 mmとI140 mmに大きな輝度の差はなかったが、Upper,Lowerでは差があった。また、FullFOVはUpper、Lowerに比べ、15%程度の低下があった。ひずみの結果は、ボアのXY面オンセンターであっても、S-I(Z)方向

Table 1 撮像条件

FoV(Phase*Frequency)(mm)	281×420
Frequency matrix	64
Phase matrix	128
Phase direction	RL
ASSET	2.0
Range of S-I direction(cm)	30
Slises	60
Slice thickness(mm)	5
Gap	0
TE	66
TR	6000
NEX	4
Acquisitions	2
Acquisition time	3:12
Plane	Axial
Pulse Seq Family	EPI single shot
Pulse sequence	Spin Echo / DW EPI
Profile order	Linear
Fat suppression	SSRF
b-factors	0/900
Diffusion direction	ALL

の撮像中心から離れた位置では、ひずみが大きくなり、特にS方向で顕著であった。XY面オフセンターでは、オンセンターよりもひずみが大きくなった。ここまでの考察として、1ステーション28 cm撮像法よりも21 cm撮像法での狭い範囲で撮像した方が感度領域とひずみについて有利。ステーション合成後のつなぎ目となる上下端の輝度の差を少なくしたい場合は、FullFOVの方が有利。S方向のひずみが大きくなったのは、スライス選択傾斜磁場の高周波数側でMPGパルスによるeddy currentの影響が増幅されたためだと考察した。

また、上記検討の結果と考察を考慮し、ステーション合成後の広範囲撮像における感度領域とひずみについて検討した。S-I方向の範囲を84 cm固定で、分割数を3と4で比較するために、1ステーションあたりの範囲を28 cm撮像でFullFOV、21 cm撮像でUpperとLowerを使用した。3ステーション合成後の画像では、つなぎ目の数が少ないが、つなぎ目あたりの輝度の低下とひずみが大きくなった。輝度のプロファイルカーブは、3ステーションのFullFOVのつなぎ目と、4ステーションのLowerのI方向で低下した。1ステーション21 cmの狭い範囲で撮像し、4ステーション合成した方が、3ステーション合成よりもつなぎ目付近の輝度の低下とひずみが小さくなった。しかし、つなぎ目の数が多くなってしまい、トレードオフが生じた。また、I方向での感度が低下したのはコイル特性だと考える。

検討2では、前検討と同様に、健常ボランティアに対し、広範囲撮像を行い、ステーション合成したMPRの視覚的な比較と検討を行った。撮像条件は前検討でスライス厚5 mmとしていたところを装置的な制限が生じたため6 mmに変更した。ボランティア撮像においても、前検討と同様の結果となった。FullFOVの3ステーションでは輝度が低下。4ステーションでは、肝臓レベルのつなぎ目での階段状アーチファクトが目立った。4ステーションの横隔膜周囲の視認性が悪かったのは、LowerのI方向での輝度が低いためだと考えられた。これを改善するために次の応用検討を行った。

検討3では、画像加算回数をステーション毎に変えた場合のステーション合成したMPRの視覚的な比較と検討を行った。撮像条件は4ステーションで呼吸による信号低下のある上腹部レベルのステーションの2番目と3番目の画像加算回数を3から6にした。その分、撮像時間が延長した。ステーション合成したFullボリュームMIPでは、画像加算回数を上げたことによるSNRの向上が確認でき、加算回数3と6のつなぎ目となるステーションの1番目—2番目間と、3番目—4番目間では視覚的な差は認識できなかった。ステーション合成したMPR冠状断では、Lower下部の輝度は改善されなかったが、SNRが向上したため、画像加算回数3では肝内血管を認識できなかったのが、画像加算回数6では認識できるようになった(Fig.1)。画像加算回数の増加によるSNRの向上を確認し、ステーション毎の画像加算回数を変更しても、読影に差し支えない可能性があると感じた。全体を同じ画像加算回数で行うよりも、部位毎に適正な加算回数を設定することで、画質と撮像時間の効率が向上すると考えた。



Fig.1 ステーション合成後のMPR冠状断の拡散強調画像

【結語】

感度領域とひずみを考慮した事で、撮像時間12分で良好な広範囲拡散強調画像のステーション合成MPRを得ることができた。横隔膜周囲の画像加算回数のみを増加させることで、画質と撮像時間の効率を高められた。

【課題】

- 3ステーションのFullFOVでの応用法とUpperのみでの検討
- 4ステーションの横隔膜周囲の描出の向上
- 臨床への応用

【参考文献・図書】

- 1) MRI完全解説 第2版 荒木 力 学研メディカル秀潤社
- 2) MRI応用自在 第3版 高原太郎 他 メジカルビュー社
- 3) MR撮像技術 第2版 笠井俊文 土井 司 オーム社
- 4) 標準MRI Donald W.McRobbie 他 共著 杉村和郎 監訳 オーム社