

6. 四肢・関節領域

整形領域における3T MRIの有用性

飯山 利健 / 木内 信司 / 田渕 隆
佐志 隆士 メディカルサテライト八重洲クリニック

詳細な形態評価が最も重視される領域である四肢・関節領域において、その最大の長所である高SNRを生かした3T MRIが臨床的な活躍の場を広げつつある。腹部と違いそれほど問題とならないが、RF不均一性(B1不均一性)なども、その後の技術革新により解決の方向に向かっている。

本稿では、3Tの特徴が整形領域へ与える影響について、メリット・デメリットを含め当施設での経験を中心にまとめた。また、今後の展望や課題についても触れてみたい。

3T MRIの整形領域への影響

1. SNRの向上：
整形領域でのメリット +

3TのSNRは、静磁場強度の上昇による平衡状態の磁化ベクトルの増大、共鳴周波数の上昇に伴う受信コイルの起電力の増加に起因して、1.5Tに比して約2倍となる。これにより、撮像時間の短縮や高分解能撮像が可能となる。

2. B1不均一性(RF不均一)：
整形領域でのメリット ±

B1不均一の原因は、電磁波の吸収と放出が生体内では頻繁に発生するために、回転磁場の強度が体表から体内にかけて減少する(表皮効果)と、高磁場化に伴い電磁波の波長が短くなる(30cm程度)ことによって発生する定在波に起因

する誘電共振現象が主なものである。

しかし、対象部位が腹部などに比べて小さいため影響は少ない。

3. 静磁場磁束密度(B0)の不均一性：
整形領域でのメリット ±

物体内部の磁場強度は、外部磁場と磁化ベクトルに真空中の透磁率をかけたものの和となり、磁化ベクトルは外部磁場に比例しているため静磁場強度の上昇により2倍となる。撮像に多用されるスピンエコー(SE)系では、再収束パルスにより位相分散の影響は少ないが、3Tに期待されているSNRの向上を生かした傾斜磁場法である3D撮像への影響は避けられない。

4. T1緩和の延長：
整形領域でのメリット ±

高磁場化に伴い共鳴周波数は上昇、エネルギー授受の頻度は低下するため、T1時間は延長するが、ほとんどのケースで撮像パラメータの調整で対応が可能である。脳神経、肝臓領域では、造影も含めて微妙なT1コントラストが要求されるが、整形領域では病変コントラストは脂肪抑制T2強調像が高い感度を持っている。造影剤使用の際も、撮像対象が小さければ、局所シムの技術進歩の恩恵を受けた脂肪抑制併用撮像を施行することで、十分なコントラストを得ることができる。

5. ケミカルシフト(化学シフト)：
整形領域でのメリット ±

化学シフトの主な原因は、プロトンに隣接する電子が軌道運動することによって発生させる磁場により、共鳴周波数を低下させることにある。軌道運動の速度は、静磁場強度に比例するため2倍となるが、強力な傾斜磁場コイルによりバンド幅を広げることで対応できる。

脂肪抑制に関しては、共鳴周波数の差が大きくなるため、本来は3Tが有利である。静磁場不均一性によって不良となることもあるが、撮像範囲が狭い整形領域では、局所シム技術で対応できる。また、炎症の評価において、1.5TではSNRの低下が問題となるSTIR法だが、高いSNRを持つ3Tでは非常に有効であり、造影後の評価にはlow flip angleを利用したTHRIVE(T1 High Resolution Isotropic Volume Excitation:アイソボクセルを基本とした脂肪抑制3DT1 TFEシーケンス)により対応可能である。

6. 磁化率効果：
整形領域でのメリット ±

磁化率は、静磁場強度に比例して2倍となり、手術後の体内金属からのアーチファクトは増大するが、腹部や骨盤などに見られる空気・腸管ガスなどが近傍に存在する部位が少なく、それほど問題になることは少ない。磁化率効果の増大は、骨皮質の輪郭・骨梁の描出・石灰沈着・出血後のヘモジデリン沈着の描