

1. T1 ρ , T2* mapの使い方, 使い分け

高山 幸久 九州大学大学院医学研究院分子イメージング・診断学講座
 西江 昭弘/吉浦 敬/本田 浩 九州大学大学院医学研究院臨床放射線科学分野
 小原 真/奥秋 知幸 株式会社フィリップスエレクトロニクスジャパン

T1強調像やT2強調像, 造影後T1強調像等は, 組織間や病変-非病変間の緩和時間の違いを信号強度として描出する画像であり, 病変の形態や進展範囲などの評価に用いられる。しかし, 一般的にMRIの信号強度は相対的な表現であり, 絶対的数値ではない。それに対して, 拡散強調画像から得られるADC mapやテンソル画像などは定量的評価が可能であり, 良悪性の診断, 組織型の推測, 悪性度評価などにおいて, その臨床的有用性が報告されている。同様に, T1値やT2値などの緩和時間測定(MR relaxometry)を用いた正常組織や病変の機能評価に関する研究も行われている。標的とする臓器や腫瘍の緩和時間を測定する, すなわち定量的に表現することで, 異なる読影者間でも一致した解釈や診断を行うことが可能となる。本稿では, その緩和時間

測定が可能な画像のうち, T1 ρ (T1rho, ティーワンロー) map, およびT2* (T2 star, ティーツースター) mapについて概説したい。

T1 ρ map

1. 原理

T1 ρ 緩和は, spin lock pulse (SL pulse) を撮像する画像シーケンスの前に照射することで得られる。図1に基本的なT1 ρ 強調像のプレパレーションを示す。まず, 非選択的な90° pulseを+x軸方向へ印加し, 磁化を回転座標系の+y軸方向へ倒す(図1 a, b)。その後, 倒された磁化に対して, SL pulseを+y軸方向へ印加し続ける。その際, SL pulseはy軸方向の静磁場(B1磁場)

として働き, 励起されたスピンの動きが“lock”される(図1 c)。その“lock”された間に生じるスピン-格子緩和がT1 ρ 緩和である(図1 d)。そのため, T1 ρ 緩和は“B1静磁場下のスピン-格子緩和”と呼ばれる。その後, -x軸方向に非選択的90° pulseを印加し, 磁化をz方向へ戻し(図1 e), T1 ρ コントラストを反映させた状態(図1 f)で, 撮像を開始する。T1 ρ 緩和はSL pulseがない場合は, x, y軸における横緩和と関連があるため, T1 ρ 緩和はT2緩和に近い現象とされる¹⁾。自由水の環境では, T1 ρ 緩和はT2緩和と大きな違いは認めないが, 自由水の動きの制限された環境では, 自由水のプロトンとその周囲環境のプロトンとの間に化学交換が発生する²⁾。後者のような環境では, T1 ρ 緩和はT2緩和に化学交換の影響を加味した状態と言える。そのため, T2緩和とは異なる緩和として観察することができる。

2. 計算法

SL pulseによる緩和は, 磁化の動きをロックするSL pulseの周波数に影響される。より周波数の高いSL pulseの方が, より明瞭なT1 ρ コントラストを得ることが可能である。しかし, 臨床MR撮像機ではspecific absorption ratio (SAR)の制限があるため, SL pulseの周波数には500 Hzが使用されることが多いようである³⁾⁻⁵⁾。また, SL pulseを照射することによるB1不均一の影響を低減するため, SL pulseの照射方向を正負交互にして印加する照射法や, SL

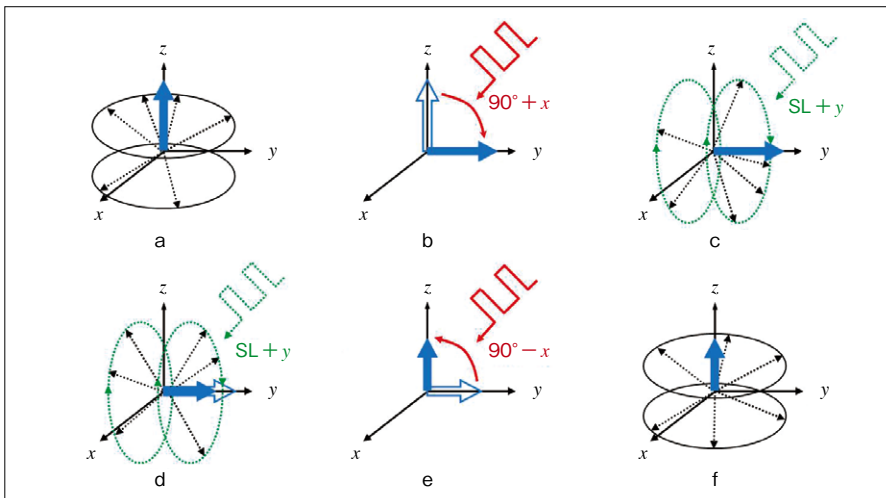


図1 T1 ρ 強調像プレパレーション