183. 可変flip angleのRARE系列spin-echo MR画像

Spin-Echo MR Imaging of RARE Sequence Using Variable Flip Angle

名古屋市立大学病院中央放射線部

○宮地利明・国友博史・羽根田清文・良光裕・笠井治昌・榊原利陽・
(Tosiaki Miyati) (Hirosi Kunitomo) (Kiyofumi Haneda) (Mitsuhiro Yaya) (Harumasa Kasai) (Tosiaki Sakakibara)市川勝弘・廣瀬保次郎・春藤英雄・今澤正好
(Katsuhiro Itikawa) (Yasugirou Hirose) (Hideo Syundou) (Masayosi Imazawa)

【目的】Flip angleを変化させたRARE系列spin-echo(SE)シーケンス(以下VF-TSE)によってT1強調画像を得る方法を考案し、理論の検証を行うとともに臨床適応範囲をまとめた。

【方法】実効TEを第1echoにするRARE系列SEは信号雑音(SN)比は高いが、echo間隔もしくは位相補填数の増加に伴って高空間周波数領域の解像特性が低下し、画像コントラストも変化する(信号消失も伴う)。対策として、echo間隔を11~15ms、位相補填数を3と最小にする必要があることは21回秋季学術大会で報告した。この条件下で撮像時間を短くするために、TRの短縮化(100~200ms)を図ると同時に、T1コントラストが従来のSEと同一になるようflip angleを最適化(120~140度)させた。本法はTRが長くなる場合(心電同期)においても適用でき、縦磁化の緩和を遅らせるために逆にflip angleを90度以下にした。---本法の理論の詳細は第12回東海支部会で報告。装置はPhilips社製 Gyroscan ACS-II(1.5T)を使用した。

【結果】1. 理論の検証---Blochの方程式をVF-TSEシーケンスの条件下で解いた。VF-TSEにおける脳の白質、灰白質、脳脊髄液の信号強度を測定した結果、理論値と実測値は一致した。脳の白質、灰白質、脳脊髄液の信号強度比を通常のT1強調画像と同一にするために各TRにおける至適flip angleの近似値を算出すると、短いTRほどflip angleを大きく、長いTRほどflip angleを小さくする必要があった。実際にコントラストを測定すると、理論値と測定値は、一致していた。また白質、灰白質のコントラスト・ノイズ比を測定した結果、150msの短いTRではflip angleが130度前後で最高値を示し、900msの長いTRでは65度前後で最高値を示した。SN比の測定値に関しては、同一TR、flip angle、スキャン時間の場合、通常のSEよりもVF-TSEの方が遥かに優れていた。尚、flip angleを変化させても解像特性(MTF)は低下しなかった。これらの結果から本法の有用性が実証され、特徴を他の方法と比較してTable 1にまとめる。

2. 臨床適応範囲---短いTRでflip angleが90度以上のVF-TSE法は、gradient-echoと比較して磁化率の変化(空気・組織)の影響を受けにくいので、胸部腫瘍の息止め(3sliceを4.5sec)、下垂体部(3D)ならびにダイナミックスキャン等に有用であった。心電同期等TRが長くなる場合に使用したVF-TSE法は、撮像加算数の増加によってmotion、flow artifactが低減でき、長いTRでもflip angleを最適化($\alpha < 90$ 度)することによって十分なT1コントラストが得られた。

【結論】Flip angleを変化させたRARE系列高速spin-echoシーケンスVF-TSEは通常のSEと同一のT1コントラストを保ちながら、磁化率の影響や解像特性の低下なしで高い画像SN比が得られ、画質の向上または撮像時間の短縮化を可能とする。

Table 1 Comparison among T1-weighted imaging methods

	VF-TSE	Partial flip angle SE	RARE, Turbo SE, Fast SE	Gradient echo
Signal-to-noise ratio	↑	-	↑	↑
T1 contrast	≡ Spin-echo(SE)	≡ SE	≡ SE or ≠ SE	≠ SE
Magnetic susceptibility	↓	↓	↓	↑
Resolution properties (MTF)	-	-	- or ↓	-
Flow artifact	- or ↑	-	↑	-