340. MR撮像条件が信号強度に与える影響について (第2報) Influence of MR imaging parameter on signal intensity (2nd. Report)

愛媛大学医学部附属病院 ○上田 幸介

(Ueda Kousuke)

渡部 真二
(Watanabe Shinji)放射線部 大元 謙二
(Oomoto Kenji)川上 壽昭
(Kawakami Toshiaki)

【目的】MRI検査において、MRA、Cine、3D等GFE法による撮像は重要な位置を占めているが、その撮像条件設定には不確定要素が多い。前回第47会総会にて撮像条件と信号強度の関係について報告したが、今回は特にGFE法におけるFlip Angleと信号強度の関係について測定を行い検討を加えたので報告する。【使用機器】MRI装置：GE社製SIGNA Advantage、ファントム：装置附属Head SNR用(直径18cm、0.01mol CopperSulfate)、コイル：Head用(QD)

【方法】Flip Angle、TE、TRをパラメータとしてシグナル強度による撮像を行い、各条件での信号強度を測定した。更に今回は計算式によるシミュレーションを加えて比較検討を行った。Pulse SequenceはGRASSとSPGRである。ファントムは装置にセットした状態で6時間以上静置し、その後測定を行った。【結果】Fig. 1にGRASSとSPGRの信号強度計算式を示す。Fig. 2a、3aはTE、Fig. 4a、5aはTRをパラメータとした場合の測定結果、b、c、dは計算式による結果を示す。bはaとほぼ同一条件、cはT1値を延長、dにはT2値を延長させた場合の計算結果を示す。Fig. 2: GRASS (TR=50msec固定: TE=

6, 10, 20, 30msec) (a) TEの延長による信号強度の低下が見られ、更に最大信号強度が得られる Flip Angleが若干低い方に移動する。(以下、【結果】におけるFlip Angleとは最大信号強度を示すFlip Angleの意味とする)。(b) TEの延長により信号強度は低下するが、Flip AngleはTEに関係なく約60°一定である。(c) T1値を500msecに延長させた場合の計算値を示す。信号強度が著しく低下し Flip Angleも約30°と低くなる。(d) T2値を300msecに延長させた場合の計算値である。Flip Angleが約100°と高い方へ移動する。Fig. 3: SPGR (TR=50msec固定: TE=6, 10, 20, 30msec) (a) GRASSと同じくTEの延長により信号強度は低下するが、Flip Angleは約70°で一定である。(b) 全体的にやや信号強度が低下し、Flip Angleも多少低く約50°である。(c) 信号強度はかなり低く、Flip Angleも約25°と低い。(d) SPGRは定常横磁化成分のSpoiling機能により、わずかにT2*の影響は残るが、T2への依存をほぼ完全に消去することができる。従って計算上からも(b)と同じ結果となった。Fig. 4: GRASS (TE=10msec固定: TR=30, 100, 200, 400msec) (a) TRの延長により信号強度が増加し、Flip Angleも高い方へ移動する。(b) 実測値よりも変化率が大きく、Flip Angleもより高い方へ移動している。(c) 全体的に信号強度が低下し、Flip Angleがやや低い方へ移動する。(d) T2値の延長とTRの短縮に伴い Flip Angleが高い方へ移動する。Fig. 5: SPGR (TE=10msec固定: TR=30, 100, 200, 400msec) (a) GRASSと比較して信号強度の変化が大きく、また Flip Angleも高い方へ移動する。(b) 実測値とほぼ同じ結果である。(c) T1値の延長により信号が低下し、それに伴い Flip Angleが低い方に移動する。(d) 計算式から推測されるようにT2値の影響は認められず(b)と同じ結果となった。【考察】(1) 今回の測定範囲内において、GRASS、SPGRともにTEの延長に伴い信号強度は低下するが、Flip Angleへの影響は小さいと考えられる。(2) TRの延長により信号強度が強くなり、Flip Angleも高い方へ移動する。従って短いTRを使用する場合は、Flip Angleを低くした方が信号強度の点からは有利と思われる。しかし、GRASSではFlip Angleにより横磁化に変換される縦磁化成分の比率が変化する、TRを長くすると横磁化成分の影響が小さくなるなどの影響があり、縦磁化成分のみが信号に寄与する SPGRとは単純に比較することはできない点もあると考える。(3) 計算値よりGRASSではT1値、T2値、SPGRでは T1値の影響が大きいことが推測される。特に GRASSでは、短いTRの場合にT2の影響が大きくなると思われる。(4) GRASSにおいて、計算値ではFlip AngleはTEの影響を受けないが測定値では僅かに移動が認められた。これは、装置の特性に依存する現象や計測中の温度変化による測定値の変動による測定誤差等が可能性として考えられる。【結語】GRASS、SPGRにおいて、TE、TR、Flip Angleの関係を知ることができた。しかし、実際の撮像では組織間コントラストが重要な要素となるため、今回の測定結果が直ちに臨床応用できるとは考えないが、MRA、Cine 等短いTRを使用する撮像では信号強度に与えるFlip Angleの影響が大きくなることが容易に推測できる。また長い TRを使用する撮像においても最適条件決定の参考になるものと考えられる。

GRASS・SPGRの信号強度式

$$\text{GRASS: } I = \frac{(1-E_1) M_0 \sin \alpha}{1-E_1 \cos \alpha} \quad \text{SPGR: } I = \frac{M_0 \sin \alpha}{1-E_1 \cos \alpha} \left(1 - \frac{E_2}{E_1} \right) E_2$$

$$E_1 = \exp(-TR/T_1) \quad E_2 = \exp(-TR/T_2)$$

$$M_0 = \rho \cdot \cos \alpha \quad \rho = \text{Flip Angle}$$

$$M_0 = \text{磁化強度の初期値}$$

Fig. 1