

Fast Recovery Single Shot Fast Spin Echo (FRSSFSE) 法 による嚥下運動の観察

磯貝 聡¹, 竹原康雄¹, 磯田治夫¹, 小平奈美¹,
増永初子¹, 小澤福示郎¹, 野崎 敦², 椛沢宏之²,
阪原晴海¹

¹浜松医科大学放射線科 ²GE 横河メディカルシステム

はじめに

近年、臨床に応用されている single shot fast spin echo (SSFSE) 法は撮像時間が数百 ms 程度であり、同一断面を繰り返し撮像することによって、MR 透視画像として利用できると考えられる¹⁾。しかしながら、同一断面の繰り返し撮像は多量の RF パルスによるスピンの飽和を招き、次第に signal-to-noise ratio (SNR) が低下することが避けられないのが現状である。

Fast recovery single shot fast spin echo (FRSSFSE) 法は SSFSE に、自由水のような比較的 T₂ 値の長い物質の信号強度を改善する fast recovery (FR) パルス²⁾を組み込んだ撮像法である。本研究の目的は FRSSFSE が嚥下運動の動態解析が可能かどうか検討することである。

対象および方法

ファントム実験

はじめにファントムを用いて、FR が SSFSE のコントラストにどのような影響を与えているかを検討した。ファントムは水道水、生理食塩水、オリーブ油、MRI 用経口造影剤 (フェリセルツ®、大塚製薬) と希釈したガドリニウム造影剤 (オムニスキャン®, 第一製薬)

で作成した。撮像装置は 1.5T Signa Horizon EchoSpeed (GE) で body coil を用いた。

FRSSFSE の撮像条件は TR/TE/NEX = 419/28/0.5, スライス厚 10 mm, マトリックス 256 × 128, FOV 24 cm, エコー数 40, エコー間隔 4.5 ms, 再収束パルスのフリップ角 110 度。30 枚の連続画像を約 12 秒間で撮像した。SSFSE の撮像条件は TR/TE/NEX = 409/28/0.5。その他の条件は FRSSFSE と同様である。

健常ボランティアによる嚥下運動

次に 7 名の健常ボランティア (24~45 歳) で、通常の嚥下運動と水の嚥下運動を撮像した。撮像断面は喉頭蓋の頂部を中心とした正中矢状断面である。Quadrature head and neck コイルを使用し、SSFSE と FRSSFSE の撮像条件はそれぞれファントム実験のものと同様である。これらの検査で得られた画像をそれぞれモニター上でシネループによって評価した。

結 果

ファントムの SNR

FRSSFSE では水の SNR は定常状態に達するまでに徐々に低下したが、定常状態でも最初のフレームの画像の 52% が保たれていた。一方、SSFSE では水の SNR は二番目のフレ

キーワード MRI, deglutition, head and neck imaging, T₂-weighted imaging

ムではほぼ定常状態に達し、定常状態では最初のフレームの19%であった。

画像のコントラスト

FRSSFSE で得られた定常状態の画像は、 T_1 強調と T_2 強調の混合コントラストであった。定常状態においても、脳脊髄液の信号が高信号に描出されており、通常の SSFSE と比較して組織コントラストが良好であった。

嚥下運動

全例で FR は SNR の向上と同時にコントラストの改善をもたらし、嚥下運動の口腔期と咽頭期における舌、軟口蓋や喉頭蓋の動きが良好に描出された。経口の水は口腔内で高信号となり、陽性造影剤として作用した。このため、特に口腔期において舌や軟口蓋とのコントラストが改善された。

考 察

FR パルスは脳脊髄液や自由水といった比較的長い T_2 値の物質の信号強度を増強させる働きがある。このことが、 T_2 強調に近い MR 透視を実現し、嚥下運動の描出能を向上させていると考えられる。FRSSFSE は MR 透視画像としてよく用いられているグラディエントエコー法とは異なり、スピネコー法であるた

め、口腔や咽喉頭腔内の空気や歯科材料による磁化率アーチファクトに強いと考えられる。

現時点での FRSSFSE の時間分解能 (0.4~0.45 秒/フレーム) では嚥下運動の観察は可能である。更なる高時間分解能は、描出能の向上をもたらすことが予想されるが、そのためにはエコー間隔の短縮や RF パルスの改良が必要であると考えられる。

結 語

短い TR を用いた FRSSFSE は嚥下運動の観察に有用であった。本法によって T_2 強調に近い MR 透視画像の実現の可能性があると考えられた。

文 献

- 1) 磯貝 聡, 竹原康雄, 磯田治夫, 小平奈美, 増永初子, 小澤福示郎, 野崎 敦, 椛沢宏之, 金子昌生: Short TR Single Shot Fast Spin Echo (SSFSE) 法を用いた kinematic study による嚥下運動の観察. 日医放会誌 1999; 59: 143-145
- 2) Oshio K, Williamson DS, Winalski CS, Miyamoto S, Kosugi S, Suzuki K: Fast recovery RARE for knee imaging. Proceedings of the sixth scientific meeting of ISMRM 1998; 1090

MR Evaluation of Swallowing Kinematics Using Fast Recovery Single Shot Fast Spin Echo Imaging

Satoshi ISOGAI¹, Yasuo TAKEHARA¹, Haruo ISODA¹,
Nami KODAIRA¹, Hatsuko MASUNAGA¹, Fukujirou OZAWA¹,
Atsushi NOZAKI², Hiroyuki KABASAWA², Harumi SAKAHARA¹

¹*Department of Radiology, Hamamatsu University School of Medicine
3600 Handa-cho, Hamamatsu, Shizuoka 431-3192*

²*GE Yokogawa Medical System*

Kinematic magnetic resonance imaging, also known as semi-fluoroscopic imaging, requires the repeated use of sub-second acquisition, such as single shot fast spin echo (SSFSE) technique. Unfortunately, repeated acquisitions result in spin saturation, due to the multiple RF pulses used. This degrades the signal-to-noise ratio (SNR). To improve the SNR of long T₂ species, such as free unbound water, fast recovery (FR) is applied to the SSFSE acquisition.

The purpose of this study was to determine the effectiveness of FRSSFSE in evaluating the kinematics of swallowing. All images were acquired on a Signa 1.5T Horizon EchoSpeed (General Electric, Yaukesha, WI) with the following parameters: TR/TE=419/29 ms, NEX=0.5, slice thickness of 10 mm, and a 256×128 acquisition matrix. Thirty sequential images were obtained within 12 seconds. The effect of the FR pulses was first verified in phantoms. Seven healthy volunteer kinematic swallowing studies were performed. Using FRSSFSE, the SNR of the water phantom gradually decreased until it reached a steady state around the 8th frame. After this, the SNR remained at 52% relative to the first frame. However, the SNR of SSFSE (without FR) reached a steady state by the third frame, but remained at 19% relative to the first frame. In all volunteer studies, good soft tissue contrast allowed for a clear depiction of the movement of the tongue, the soft palate, the epiglottis, and the laryngeal structures. Although FRSSFSE images are both T₁- and T₂-weighted, the SNR and the image contrast improved considerably, making FRSSFSE a viable and useful technique in analyzing the swallowing process.