

Turbo-FLASH 法による口腔，咽頭部の dynamic study

周藤裕治¹， 松尾敏和¹， 加藤照美¹， 堀 郁子¹，
 藤原裕之¹， 山根武史¹， 星野映治²， 中安弘幸³，
 井上雄一⁴， 太田吉雄¹

¹鳥取大学医学部放射線科
³同 脳神経科

²同 第三内科
⁴同 精神神経科

目 的

従来，MRI は時間分解能が低く動的特性の画像化には弱点があるとされてきたが，最近超高速撮像法である turbo-FLASH¹⁾法が導入され，1 秒以下の撮影が可能となり，各種疾患への応用が期待される．今回，これを用いて口腔，咽頭部の dynamic study を行い，その初期経験を報告する．

対 象

正常 volunteer 6，睡眠時無呼吸症候群 5 (原因疾患；肥満症 4，粘液水腫 1)，球麻痺 4 (原因疾患；脳出血 2，脳梗塞 2)，合計 15 例，男性 9 例，女性 6 例，平均年齢 60 歳

方 法

使用装置は Magnetom H15 (シーメンス旭) であり，neck coil を用いて撮像した．撮像パルスシーケンスは，T₁強調の turbo-FLASH (180 度の preparation pulse 使用) を用いて正

中矢状断の TR 6.5 ms，TE 3.5 ms，TI 300 ms，flip angle 8°，FOV 250 mm，マトリックス 128×128，1 回加算，スライス厚 10 mm で行い (1 枚当りのスキャンタイム；約 1.13 秒)，1 秒の delay time にて 15 回 (計 30 秒) 連続して撮像し，その間，嚥下等の負荷を繰り返した．嚥下負荷の方法は，唾液を繰り返し飲み込む (疑似嚥下) を行い，睡眠負荷は，diazepam 10 mg，またはアトラックス P 25 mg 静注して行なった．上記において口腔咽頭粘膜と空気とのコントラストを高めるため Gd-DTPA 0.1 mmol/kg を静注 10 分後に行なった．このようにして得られた多数の連続画像をシネモードで観察した．

症 例 提 示

症例 1 50 歳男性 正常 volunteer

図 1 は造影前の咽頭部正中矢状断である．舌，軟口蓋，喉頭蓋，咽頭後壁が良好に描出されているが，軟口蓋と舌との境界が不明瞭になっている．

症例 2 45 歳女性 正常 volunteer

図 2-a は造影後の画像であるが，口腔，咽頭の粘膜が強く造影され，これらの組織と空気と

キーワード MRI, ultra fast MR imaging, upper airway, dynamic study, sleep apnea syndrome

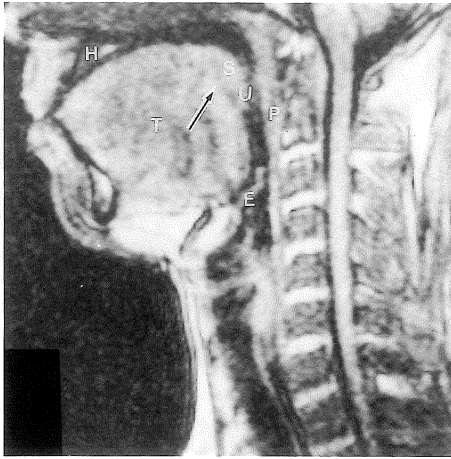


図1. 造影前の正中矢状断 (正常 volunteer)
舌: T, 口蓋帆: U, 軟口蓋: S, 咽頭後壁: P, 喉頭蓋: E, 硬口蓋: H (以下同様) 各器官は描出されているが, 軟口蓋と舌との境界は明瞭である (矢印).

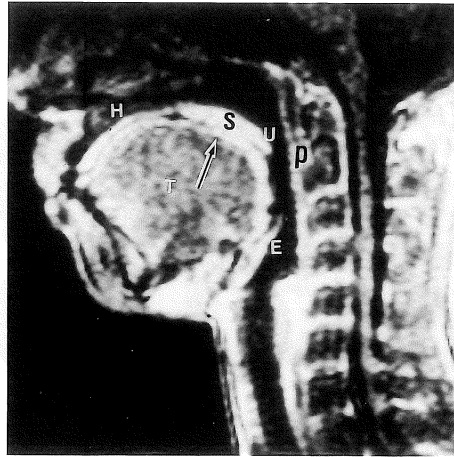
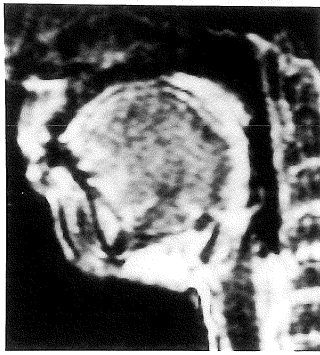


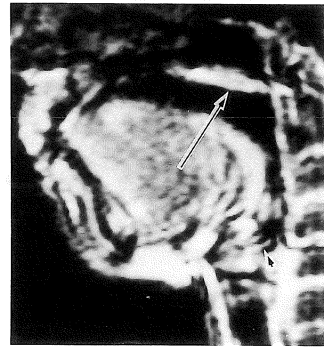
図2-a 造影後の正中矢状断 (正常 volunteer)
咽頭, 口腔粘膜が造影され, 各器官と空気とのコントラストが高くなり, 軟口蓋と舌との境界は鮮明となっている (矢印).



b



c



d

図2-b, c, d 嚥下運動中の連続画像 (正常 volunteer)
口を閉じ, 下顎を固定し, 舌を口蓋に押しつける運動 (嚥下運動接一相) はbで描出され, 口蓋帆を引き上げ (矢印), 喉頭蓋を閉じる (矢頭) 運動, (第二相) はc, dで描出されている.

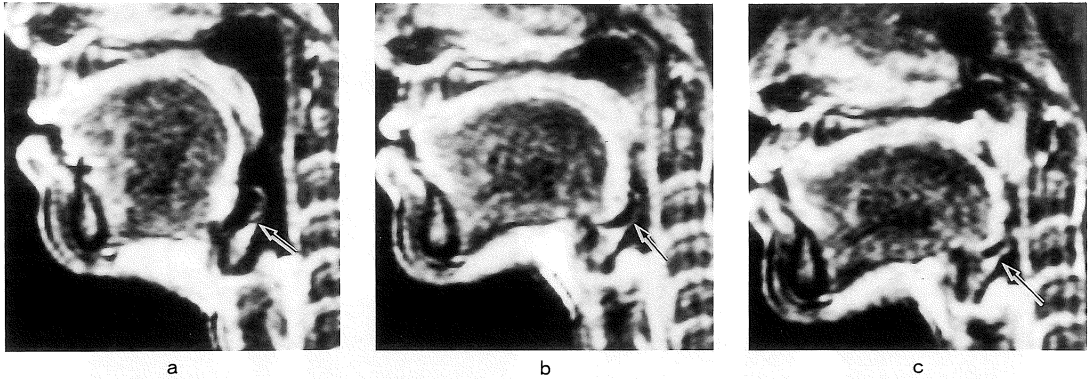


図3. 嚥下運動中の連続画像(球麻痺) 蓋帆の挙上は認められるが、喉頭蓋の動きが不良である(矢印)。

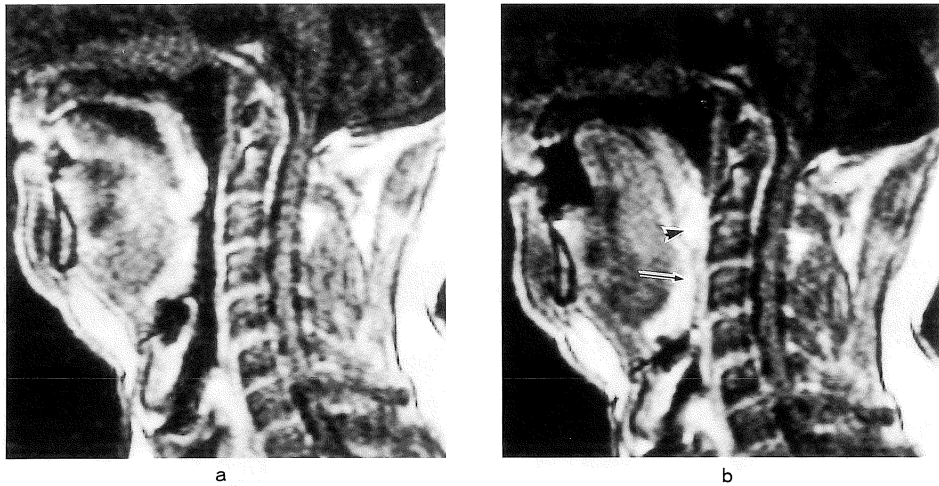


図4. (睡眠時無呼吸症候群)

a: 覚醒時 b: 睡眠時 覚醒時には気道の狭窄はないが、睡眠時に舌根が沈下して気道狭窄が認められ(矢印)、口蓋帆も弛緩して咽頭腔を閉塞している(矢頭)。

のコントラストが造影前の症例より高くなっている。特に軟口蓋と舌との境界が明瞭となっている。図2-b, c, dは唾液を嚥下させながら連続して撮像したものであるが、口を閉じ下顎を固定し、舌を口蓋に押しつける動き(嚥下運動の第一相)や続いて起こる第二相、つまり舌底を引き上げて口と咽頭との交差を塞ぎ、口蓋帆を引き上げて鼻腔と咽頭との交通を塞ぎ、咽頭を引き上げて、咽頭蓋を閉じ気道を塞ぐ運動が

描出されている。

症例3 70歳女性 球麻痺(脳梗塞)

図3-a, b, cも唾液を嚥下させながら連続して撮像したものである。口蓋帆の挙上は十分行なわれているが、喉頭蓋を閉じる運動が不十分であり、下顎の固定も不十分である。

症例4 65歳男性 睡眠時無呼吸症候群(粘液水腫)

覚醒時(図4-a)では舌の肥大が認められる

が、気道の閉塞ははっきりしない。睡眠時（図 4-b）では舌根が沈下して気道狭窄が認められ、口蓋帆と咽頭後壁との間にも閉塞がある。閉塞型の睡眠時無呼吸症候群と診断された。

結 果

本法による全症例で短時間に舌根部、軟口蓋、喉頭蓋、咽頭後壁の動きが明瞭に観察できた。

考 察

Turbo-FLASH 法^{1)~3)}は現在臨床応用されている唯一の超高速 MRI の撮像法である。この方法は、従来の FLASH 法⁴⁾からスポイラパルスを除くことにより、TR と TE を非常に短縮し、T₁ や T₂ のコントラストを付けるため、予めプレパレーションパルスが加えられている。

Turbo-FLASH 法を用いて従来の MRI では困難とされた非常に速い動きの描出が試みられている^{5)~7)}が、我々は、そのなかで口腔咽頭部の運動に応用した。まず、Gd-DTPA の造影なしで数例検査を行なったところ舌、咽頭後壁、喉頭蓋、口蓋帆等が描出が可能であるが、これらの組織と各組織間に介在する空気との信号のコントラストが低く、症例 1 のように舌と軟口蓋との境界が不鮮明な例が認められた。Gd-DTPA にて咽頭、口腔、鼻粘膜、扁桃組織を含むリンパ組織は著明に造影され⁸⁾、これらの構造物の境界が図 2 のように明瞭となるため、この研究では全症例で造影後に撮像を行なった。

口腔咽頭部は気道と消化器系の交差点をなし、嚥下、呼吸、発声等の重要な器官である。今回の報告では、臨床的に頻度が多い球麻痺と最近呼吸器疾患分野で重要なテーマとなっている睡眠時無呼吸症候群の症例を対象にした。

嚥下運動は三相に分けられる⁹⁾。第一相は、口腔から咽頭への食塊の運動で随意運動である。口を閉じて下顎を固定し、舌は後上に引き上げられ、口蓋が押しつけられる。第二相は、食塊

が咽頭粘膜を刺激して反射的に起こる不随意運動である。舌を引き上げ、口蓋帆を引き上げて口腔、鼻腔のそれぞれと咽頭との通路を塞ぎ、喉頭を引き上げて気道を塞ぐ動きをする。第三相は、食道蠕動によって胃に到達するまでの運動である。そのなかで、超高速撮像の対象になるのは第一、二相である。症例 2 ではこのような器官の運動を的確に描出し、症例 3 では喉頭蓋の運動障害を捉えていた。

睡眠時無呼吸症候群¹⁰⁾は咽頭、喉頭部に慢性狭窄が起こり、そのため睡眠時に無呼吸状態が起こる病態であるが、超高速撮像法はその閉塞部位を的確に描出していた。

従来、口腔咽頭部の動的解析には、X 線透視¹¹⁾や内視鏡が行なわれてきたが、X 線透視は言わば影絵であり、気道内腔の動きから間接的に組織の動きを見ているにしかすぎず、また、内視鏡は直接臓器の動きを観察できるが、視野が限られ麻酔等の処置を要し簡単には行なえないなどの欠点があった。Turbo-FLASH 法は、コントラスト分解能や撮像断面の任意性等の従来の MRI の特性に加え時間分解能も高いため直接臓器の動きを広範且つ簡便に観察することで従来法を凌駕する可能性があり、今後の臨床応用が期待される。

本論文の要旨の一部は第 18 回日本磁気共鳴医学会（熊本；1991 年 9 月）において発表した。

文 献

- 1) Haase A : Snapshot FLASH MRI. Application to T₁, T₂ and chemical shift imaging. Magn Reson Med, 13 : 77-89, 1990.
- 2) 松浦 元, 水内宣夫, 藤井清文 : 超高速撮像法. 映像情報, 22 : 85-91, 1990.
- 3) 藤井清文 : 超高速イメージング. 画像診断, 11 : 740-743, 1991.
- 4) Haase A, Frahm J, Matthaei D, et al. : Rapid NMR imaging using low flip angle pulse. J Magn Reson, 67 : 258-266, 1986.
- 5) Price R R, Nashville T N, Pickens D R et al. :

- Gd-DTPA kinetic in an excised kidney model with use of snap shot FLASH MR imaging. Radiology, 177 (P) : 110, 1990.
- 6) Runge V M, Lexington K Y, Kirsh J E, et al. : Clinical comparison of three dimensional MP-RAGE. Radiology, 177 (P) : 208, 1990.
- 7) Murakami T, Mitani T, Nishikawa M, et al. : Dynamic inversion recovery snap shot FLASH MR imaging. Radiology, 177 (P) : 284, 1990.
- 8) 安西好美, 蓑島 聡, 伊丹 純, 他 : 頭頸部腫瘍のMRIに対するGd-DTPAの有用性の検討. 日磁医誌, 10 : 28-40, 1990.
- 9) 真島英信 : 生理学, 16版, 文光堂, 東京, 1975, p392.
- 10) Guilleminault C, Hoed J and Milter MM : Sleep Apnea Syndromes. Guilleminault C. and Dement WC eds, Alan R. Liss Inc. , New York, 1978, p1-12.
- 11) Cook I J : Timing of videofluoroscopic manometric events and bolus transit during the oral and pharyngeal phase of swallowing. Dysphagia, 4 : 8-15, 1989.

Oral and Pharyngeal Dynamic Study Using Turbo-FLASH MR Imaging

Yuji SUTO¹, Toshikazu MATSUO¹, Terumi KATO¹,
Ikuko HORI¹, Hiroyuki FUJIHARA¹, Takeshi YAMANE¹,
Eiji HOSHINO², Hiroyuki NAKAYASU³, Yuichi INOUE⁴,
Yoshio OHTA¹

¹Department of Radiology, ²Department of Third Internal Medicine,
³Department of Neurology, ⁴Department of Neuropsychiatry,
Tottori University School of Medicine,
36-1 Nishimachi, Yonago Tottori 683

To evaluate the motion of oral and pharyngeal portion, we observed the turbo-fast low angle shot (FLASH) imaging using a 1.5T superconducting magnetic system, in 6 healthy volunteers, 5 patients with sleep apnea syndrome and 4 patients with bulbar palsy.

Turbo-FLASH was composed of an inversion-recovery pulse sequence allowing T₁ contrast with a very short FLASH sequence. Ten min after intravenous injection of Gd-DTPA (0.1mmol/kg), sequential images of pharyngeal portion were applied to collect in midline sagittal section.

The imaging protocol was 1.13 s. per image with a 1s delay between images, for a total of 30s.. The sequential images were displayed in a cine mode on C. R. T. .

In all cases, the motion of tongue, soft palate and epiglottis were displayed clearly. It was concluded that turbo-FLASH sequence had a important role in analyzing the motion of oral and phayngeal portion.