

# 高速グラディエントエコー法を用いた頭蓋頸椎移行部病変の動態画像

南部 敏和<sup>1</sup>, 山元 功<sup>2</sup>, 伊藤 肇<sup>2</sup>, 宮坂 和男<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北海道大学医学部放射線科 <sup>2</sup>釧路労災病院整形外科

## はじめに

頸椎病変の画像診断では、MRIは椎体の形状をはじめ通常のX線写真で評価できない頸髄自体の形態も良好に描出するため、今や臨床上不可欠な検査法となっている。しかし、椎体病変では動的評価が重要な場合が多く、通常のX線撮影においては機能撮影が頻用、重視される傾向にありながら、検査時間が長いMRIでは動的診断は日常化しにくいのが現状であった。今回著者らは緩和準備パルスを用いた高速グラディエントエコー法であるTurbo-FLASH法を頭蓋頸椎移行部病変の機能動態画像に用い、その画質と病態評価上の有用性につき検討したので紹介する。

## 方法ならびに対象

使用装置は1.5T超伝導MRI装置Magnetom SP (Siemens社)である。撮像法はTurbo-FLASH法、撮像条件は6.5/3/700/1 (TR/TE/TI/excitations), 180° preparation pulse 使用, flip angle=8°, 10または6mmスライス厚, 256×128matrixであり、コイルは頸部の後方および顔面前方に感度のある頸部用ヘルムホ

ルツコイルを使用した。頸部の動きは被検者自身におこなってもらったが、きわめて緩徐な後屈→前屈→後屈の一往復運動を連続15コマのシネ画像として撮像した。なお、入室時にはあらかじめ1分～1分半程度の説明時間を設けて、被検者に撮像手順を説明しながら一回だけ動作を練習してもらった。検査対象は、まず健常ボランティア2例で基本的条件や撮像時間を確認したのち、単純X線ならびにMRIのSE法画像にて診断された頭蓋頸椎移行部病変すなわち環椎軸椎脱臼9例、os odontoideum 2例、Chiari奇形I型2例（うち1例は環椎軸椎脱臼と重複）を撮像した。得られた画像は1コマ1秒程度のシネ画像としてビデオに収録し、検討時には放射線科医1名、脊椎疾患専門の整形外科医2名により読影した。

## 結 果

### 1) 正常ボランティアでの観察

正常ボランティア2例ではいずれも頸髄、椎間板は高信号、椎体はやや低信号、髄液腔は低信号として描出された (Fig.1)。15回の連続画像の中には動きによるアーチファクトがめだつフレームも少数あったが、頸髄辺縁、髄液腔の

キーワード cervical spine, MR imaging, atlanto-axial dislocation, fast gradient echo imaging

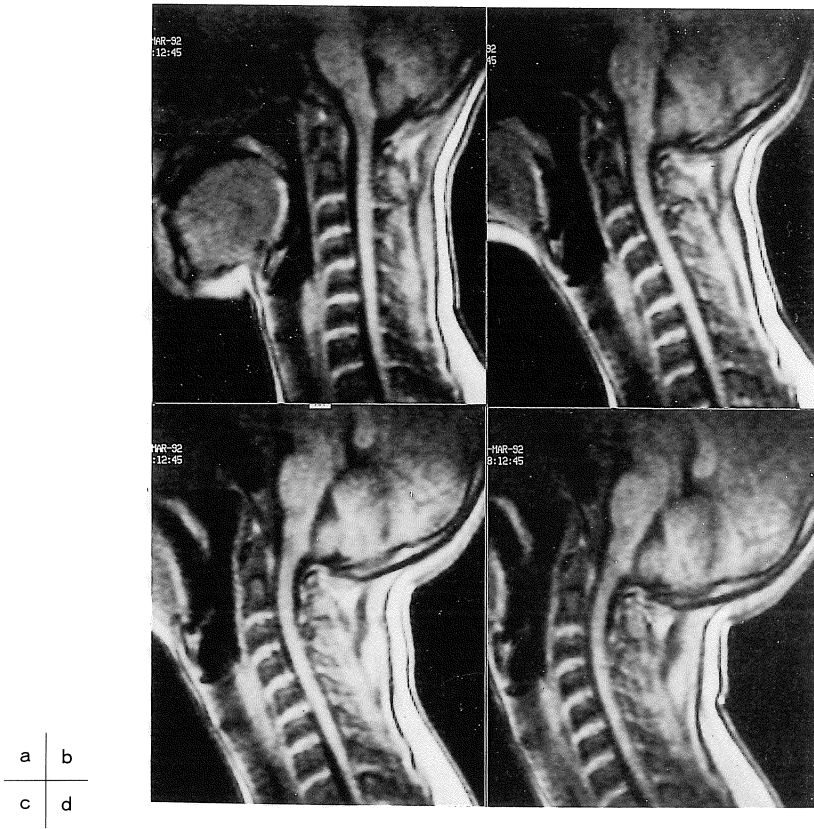


Fig. 1. A healthy volunteer. Several phases of a serial Turbo-FLASH images shows good contrast of spinal vertebra, CSF space, and spinal cord (a ; flexion, b ; neutral, c and d ; extension).

状態はほぼ評価可能であった。画像収録時間は一画像当たり約0.8秒であったが、連続撮像での合計所用時間は、画像にコントラストをつけるための preparation pulse からの待ち時間があるため、15回撮像では実測で53秒の時間を要した。

## 2) 疾患例での検討

(a) Turbo-FLASH 法による頸髄圧迫変化の観察 疾患例で得られた所見結果を Table 1 に示す。対象とした12例中11例では Turbo-FLASH 動態画像の所見は中間位および前後屈

位の動態のなかで解剖学的動態の観察が可能であったが、1例 (case 7) では頸部の前後屈が不十分であり、動的な判定は不能とした。今回の読影では脊柱管構造と脊髄が接し、かつ上位頸髄 (あるいは延髄-脊髄移行部) の表面に陥凹変形を生じたと判断したものを頸髄圧迫ありと判定した。中間位ですでに圧迫があった症例は11例中5例で、前後屈の位置で圧迫が生じてくる症例を含めると頸髄圧迫の所見率は11例中9例に増加した。圧迫が頸椎の前面後面いずれに

Table 1. Characteristics of the Cases and Findings by SE and Turbo-FLASH MR Imaging

Pt. No.	Age Sex	Diagnosis	Clinical Symptoms	Cervical Position	MRI SE Images Cord Compression	Turbo FLASH Images Cord Compression
1	44 F	AAD (traumatic)	irritation of bilateral foot	FL	-	-
				NP	-	-
				EX	nd	-
2	68 M	AAD (RA)	neck pain	FL	anterior	anterior
				NP	-	-
				EX	posterior	posterior
3	76 F	AAD (RA)	abnormal sensation muscle weakness of extremities	FL	nd	anterior, posterior
				NP	anterior, posterior	anterior, posterior
				EX	anterior, posterior	anterior, posterior
4	47 M	AAD (RA)	spasticity of right arm & leg abnormal sensation	FL	anterior	anterior
				NP	-	-
				EX	nd	posterior
5	50 F	AAD chiari malformation	headach right arm pain & irritation	FL	anterior	anterior
				NP	-	anterior
				EX	nd	anterior
6	23 M	os odontoideum	occipital headach	FL	-	-
				NP	-	-
				EX	nd	-
7	61 M	AAD (RA)	irritation of bilateral foot	FL	nd	insufficient motion
				NP	-	-
				EX	nd	insufficient motion
8	33 M	AAD (traumatic)	neck pain	FL	nd	anterior
				NP	-	-
				EX	nd	-
9	62 F	AAD (RA)	bilateral arm irritation, muscle weakness of legs	FL	nd	anterior
				NP	-	-
				EX	nd	posterior
10	63 F	AAD (RA)	tetra-hyperreflexia Hoffman's reflex	FL	nd	anterior, posterior
				NP	anterior, posterior	anterior, posterior
				EX	nd	posterior
11	18 F	chiari malformation	neck pain sensory disturbance of right arm	FL	nd	anterior
				NP	anterior	anterior
				EX	nd	anterior
12	61 M	os odontoideum occipitalization of Atlas	neck pain, Babinski sigs, hyperreflexia of left arm	FL	nd	anterior
				NP	anterior	anterior, posterior
				EX	nd	anterior, posterior

AAD ; atlanto-axial dislocation, RA ; rheumatoid arthritis, Ex ; extension, NP ; neutral position, FL ; flexion  
 anterior=concave deformity at anterior surface of the spinal cord  
 posterior=concave deformity at posterior surface of the spinal cord  
 - ; no compression nd ; not done

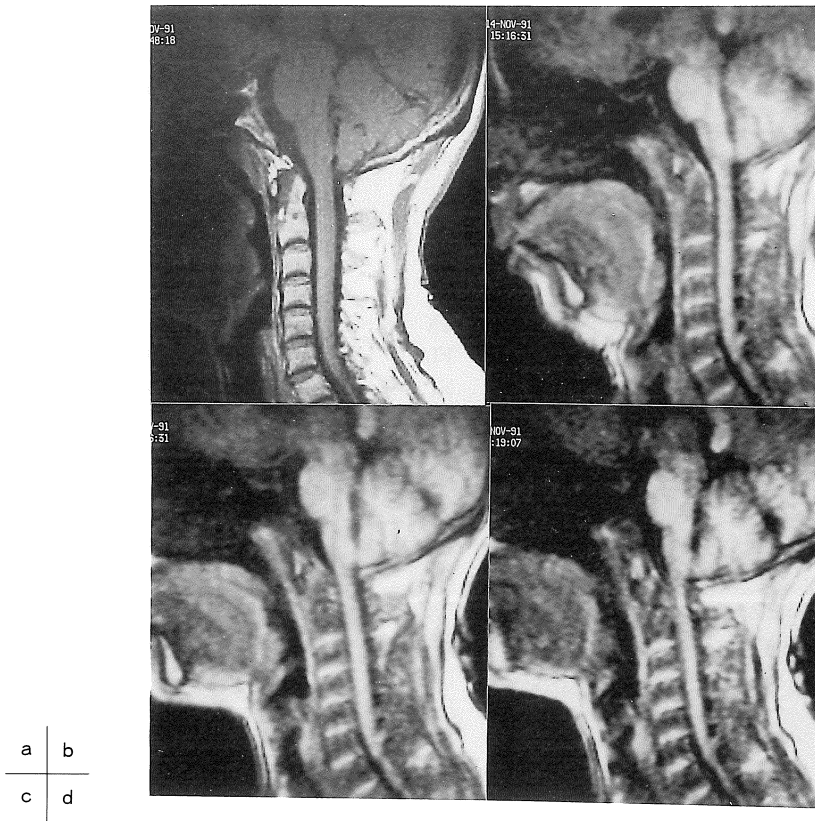


Fig.2. Sixty-two-year-old female (case 9). Atlanto-Axial dislocation due to chronic rheumatoid arthritis. Dynamic Turbo-FLASH image shows no spinal cord compression in neutral position(c). But serial images demonstrate cord compression by the anterior rheumatoid nodule in flexion(b), and posterior cord compression by the posterior arch of Atlas in extension(d). (a ; SE image in neutral position, b-d ; Turbo-FLASH dynamic image)

みられたかを Table 1 に示すが、頸髄前方からの圧迫のみでなく、後方（環椎後弓）によると推定される後方からの圧迫をともなう症例も多く、環軸脱臼 8 例中 5 例でみとめた (Fig.2, 3). (b) 他の撮像法との対比 今回の検討例では対比すべき脊髄造影を施行した症例がなかったため、解像力のよい SE 法 T<sub>1</sub>強調画像で機能撮影を施行していた 6 例 (case 1-6) について、SE 法画像と Turbo-FLASH 動態画像所見の対比をおこなった。5 例で前屈時または後屈時と、

中間位における頸髄圧迫の有無の所見は一致していた。不一致は 1 例のみで中間位の SE 法静止画像で頸髄圧迫変形はなく、Turbo-FLASH 画像で圧迫を疑った症例であった (case 5)。さらに、SE 法で中間位のみしか撮像しなかった 6 症例でも上位頸髄の圧迫所見の相関はほぼ良好であったが、1 例で Turbo-FLASH 画像のみが後方からの圧排が強調されてみえる結果となり判定の不一致をみた (case 12, Fig.3).

(c) 神経症状の有無との相関 神経症状の有

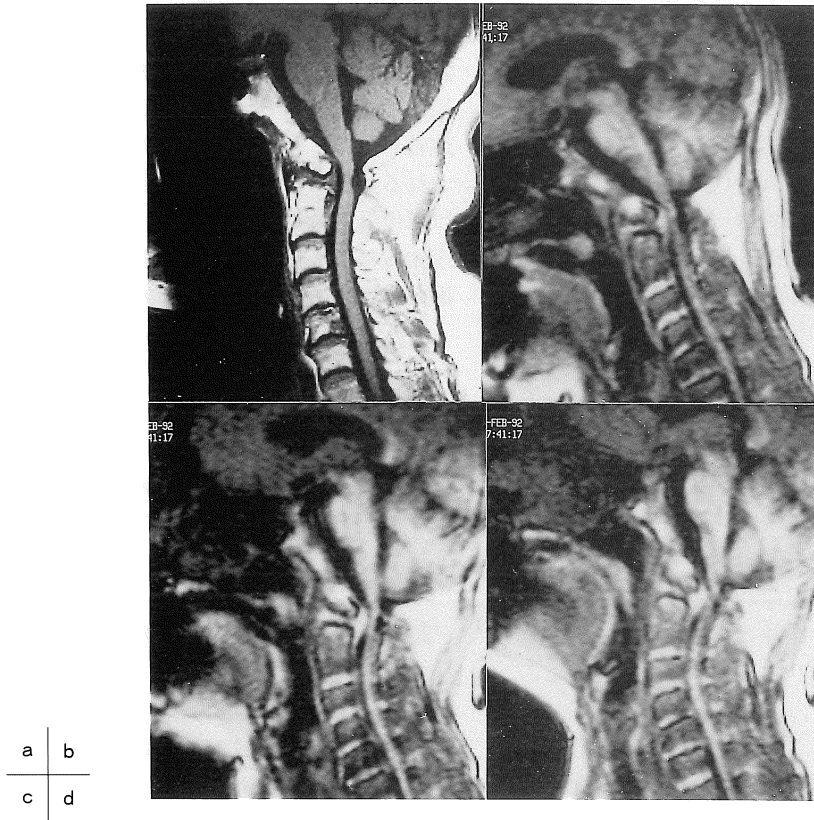


Fig.3. Seventy-year-old female who has occipitalization of Atlas, Os odontoideum and fusion of C2 and C3 vertebra (case 12). T<sub>1</sub> weighted SE image in neutral position (a) demonstrated mild neural compression at anterior surface of the spinal cord. The posterior surface has concave deformity but posterior CSF space seems preserved. Turbo-FLASH dynamic image shows anterior neural compression in flexion position (b). In the neutral position (c) and extension (d), pinching of upper cervical spinal cord by antero-posterior bony or connective tissue was suspected.

無と Turbo-FLASH 動態画像による頸髄圧迫所見を対比検討した。あきらかな神経症状がなく、頸部痛など局所症状のみを呈した4例 (case 1, 2, 6, 8) では3例で頸髄圧迫所見がないと判定された。しかし、四肢の感覚異常や脱力など下位レベルの神経症状をみとめた8例では、頸部の可動不良で評価不能であった1例を除く7例で、屈曲から伸展のいずれかの位置

で頸髄圧迫所見が観察された。

### 考 察

頸椎病変の診断では、椎体の不安定性や神経組織に対する圧迫に関して動態評価が重要で、MRI についてもその有用性が評価されている<sup>1),2)</sup>。しかし従来のスピンエコー法や gradient-echo 法

では頸部を固定させたままで撮像一回あたり数分の時間が必要であり、機能撮影を日常的に施行するには、頻回な体位変換や固定が検者および被検者にとって大きな負担になり、長時間の神経圧迫による危険も考えられた。これに対し今回用いた Turbo-FLASH<sup>3)</sup>動態画像は頸椎の前屈、中間位、後屈を含む一連の矢状断像を一分未満の一度の撮像で得ることができる<sup>4)</sup>。我々の方法では頸部の前後屈を患者自身の働きによっているため、頸部の位置が不安定という短所はあり、操作性のよい位置可変固定器具が開発されれば撮像精度の改善は期待できる。しかし現状でも、短時間の撮像のため失敗時には再検も容易で、患者の意識下に動かしている点では慢性疾患患者において危険が比較的少ない方法と考えている。また本法ではSE法による機能撮影との比較において、撮像時間の短縮だけでなく多くの体位を一回の撮像で連続的にとらえることで体位と病変により生じる神経組織圧迫との関連性、タイミング、部位などをより時間的、立体的に評価できることも利点と考えられる。今回の検討では、頭蓋頸椎移行部病変の比較的大きな病的所見がとらえられたが、中間位のみでは所見が不明瞭だった頸髄圧迫所見が動態のなかで観察可能となった症例もみとめられた。同部位は脊髄腔造影が行いにくい部位でもあり、これらは臨床において重症度や治療時期あるいは安静度の判定に参考になりうる情報と考えている。症例のうち、環椎軸椎脱臼症例ではflexion時に生じる神経圧迫以外に、extension時にも後方の組織が上位頸髄を圧迫する所見がみられており興味深い。患者が頭部を寝台に接触し、後頭部から負担がかかっていることと、症例が慢性関節リウマチで、軸椎歯突起部分や環椎にそってリウマチ結節が形成されており、頸髄が環椎後弓に押しつけられた機序を推定している。

今回使用した Turbo-FLASH 法は、超高速撮像法としては過渡的なものである。最短撮像時間や画質においては空間分解能や信号雑音比

にまだかなりの制約があり、今回得られた画像でも細部の描出は十分とはいえない。しかし最新の装置ではエコープラナー法 (EPI)<sup>3)</sup>も臨床応用の段階に入っており、これらの条件の大幅な改善が見込まれる。検査時の体位が臥位に限定されることや外傷で危険や疼痛のある患者などは対象外となる問題点はいくつか残るが、超高速撮像による動態撮像は、椎間板などのさらに細かい病変の評価も含めた脊椎疾患の診断法の一つとして普及が期待される。

#### ま と め

- 1 超高速 MRI 撮像法 Turbo-FLASH 法を用い、頭蓋頸椎移行部病変における動態評価を施行した。
- 2 現状では画質は不十分だが、環椎軸椎脱臼など頭蓋頸椎移行部病変で頸髄圧迫所見が動態として評価可能で、所見はスピネコー法による機能撮像および症状との相関を認めた。
- 3 本法は頭蓋頸椎移行部病変において、従来の静止 MRI 画像に追加する補助的検査として有用であると考えられる。

#### 文 献

- 1) Dvorak J, Grob D, Baumgartner H, et al.: Functional evaluation of the spinal cord by magnetic resonance imaging in patients with rheumatoid arthritis and instability of upper cervical spine. SPINE, 14 (10) 1057-1064, 1989.
- 2) Kawaida H, Sakou T, Morizono Y and Yoshikuni N: Magnetic resonance imaging of upper cervical disorders in rheumatoid arthritis. SPINE, 14 (11) 1144-1148, 1989.
- 3) 吉留英二: 高速撮像法の基礎-グラジエントエコー、高速スピネコー、エコープラナー法。日獨医報, 37 (4) 566-577, 1993.
- 4) 中村 進, 藤川光一, 小川洋介, 他: Ultra-Fast RF-Spoiled GRASS を用いた Gradient Echo 法による頸椎の動態解析。日本医会誌, 52 (3) 405-407, 1992.

## **Dynamic Imaging of Disorders at Craniovertebral Junction Using Fast Gradient Echo Imaging**

Toshikazu NAMBU<sup>1</sup>, Isao YAMAMOTO<sup>2</sup>, Hajime ITOH<sup>2</sup>,  
Kazuo MIYASAKA<sup>1</sup>

*<sup>1</sup>Department of Radiology, Hokkaido University School of Medicine  
N15W7 Kita-ku, Sapporo 060*

*<sup>2</sup>Department of Orthopedics, Kushiro Rosai Hospital*

We have investigated the usefulness of Turbo-FLASH MR imaging in the dynamic evaluations of the disorders at craniovertebral junction. Using this fast scan program, serial fifteen dynamic images of the midline cervical plane could be obtained in 53 seconds, while the patient had very slow autonomous flexion-extension movement. Twelve cases including atlanto-axial dislocation, os odontoideum and Chiari malformation were investigated. The dynamic images could demonstrate findings of upper spinal cord compression which correlated well to the static functional SE images. We conclude that ultrafast MR imaging shows promise as a convenient dynamic evaluation of craniovertebral junctional disorders.