

## IR-prepared fast GRASS を用いた顎関節の dynamic study

鈴木孝之<sup>1</sup>, 藤川光一<sup>1</sup>, 粟井和夫<sup>1</sup>, 福田 浩<sup>1</sup>,  
森 浩希<sup>1</sup>, 中村 進<sup>1</sup>, 山口裕之<sup>2</sup>, 本山貴史<sup>2</sup>

<sup>1</sup>厚生連広島総合病院画像診断部 <sup>2</sup>同 放射線科技師室

### はじめに

MRI における顎関節の動態評価としては閉口位から開口に至る過程を開口器を用いて数段階に分けて撮像し、それらを一連の動態画像として観察する方法が一般的である。今回我々は、開口器を用いず、より実際に近い状態で顎関節の動態を観察する方法として IR-prepared fast GRASS (fast gradient recalled acquisition in steady state with inversion recovery preparation pulse, 以下 IRFG とする) による dynamic MRI (以下 IRFG-DMRI) を試み、良好な結果を得たので報告する。

### 対象および方法

対象は、臨床的に顎関節内障が疑われ、あるいはその除外診断を目的として MRI が施行された 19 例 38 顎で、年齢分布は 14~32 才 (平均 20.5 才), 男女比は 3:16 である。装置は GE 社製の Signa 1.5 T, coil は TMJ phased array coils を用い, spin echo 法 T<sub>1</sub> 強調画像 (以下 SE 法) による閉口位と開口器を用いた最大開口位の撮像に引き続き, 顎関節円板を高信号および低信号で描出するように条件設定を行った 2 通りの IRFG によって dynamic study を

実施した。

SE 法の撮像条件は TR 400 ms, TE 20 ms, スライス厚 3 mm, FOV 14 cm, マトリックス 256×192, NEX 2 である。IRFG の撮像条件は TR 9.6~10 ms, TE 2.4~2.7 ms, FA 20°, スライス厚 10~12 mm, FOV 18 cm, マトリックス 256×128 で, 顎関節円板を低信号に描出する場合は, TI を 200~250 ms, view order を centric とし, 高信号として描出する場合は, TI を 88~100 ms, view order を sequential とした。なお TI については個々の症例につき上述の範囲で予備撮像を行い最適化した。一画像あたりの撮像時間は 1.4~1.5 秒で, interscan delay は約 1.5 秒とした。撮像断面とスライス厚は, SE 法による画像を参考に, 関節円板が充分含まれるように決定し, 患者に撮像音とその切れ目を合図に顎位を 2~3 mm づつ変えるように説明した後, 閉口位から開口位さらに閉口位に至る一連の運動を 50~60 段階 (平均 54 段階) に分割して撮像した。

画像の観察は, 各顎関節について得られた 2 種類のコントラストの一連画像 (以下 bright-disk series と dark-disk series) を CRT の同一画面上に顎位を同期させたシネモードで表示して行い, IRFG-DMRI による関節円板の描出能, および関節円板の転位と復位に関する SE 法と IRFG-DMRI の所見の乖離の有無につ

き検討した。

## 結 果

38 顎関節から得られた IRFG-DMRI 76 series の各画像を検討した結果、全ての顎関節において関節円板は周囲に対して高信号あるいは低信号の良好なコントラストで描出されていた。また一連の顎運動を数十段階に分割して画像化しているため、シネモードでは関節運動に

伴う関節円板の動きがきわめて平滑に捉えられた。bright-disk series と dark-disk series を比較すると、後者では画像間の明るさがやや不安定で、シネモードによる関節円板の動態観察は前者による方が容易であった。

SE 法で異常なしと診断された 16 顎関節を対象に、SE 画像を基準として同顎位の IRFG 画像における関節円板の大きさと形状の描出され方を検討した結果、全例において関節円板は bright-disk series の画像で SE 画像よりも若干

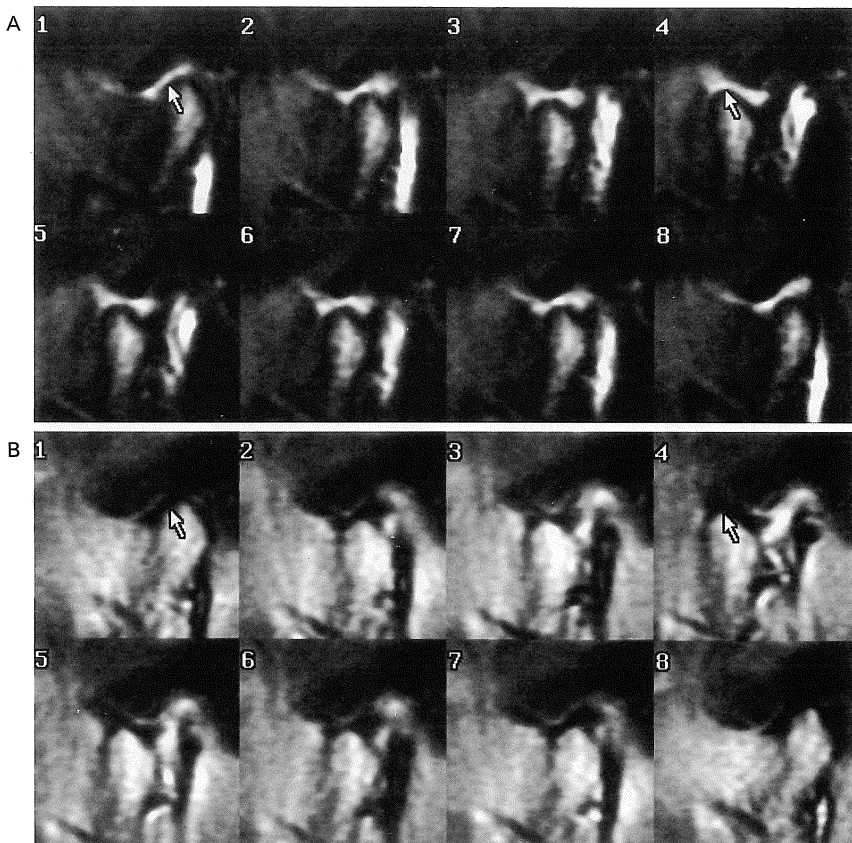


Fig. 1. Selected images from IRFG-DMRI of a normal TMJ (1 and 8, closed-mouth position; 4, open-mouth position; arrows, disk).

The disk is depicted with excellent contrast both in the bright-disk series (A) and the dark-disk series (B). The dark-disk images and the bright-disk images are complementary to each other in evaluating the shape and the position of the disk.

1997年1月7日受理 1997年2月10日改訂

別刷請求先 〒738 広島市廿日市市地御前 1-3-3 広島総合病院画像診断部 鈴木孝之

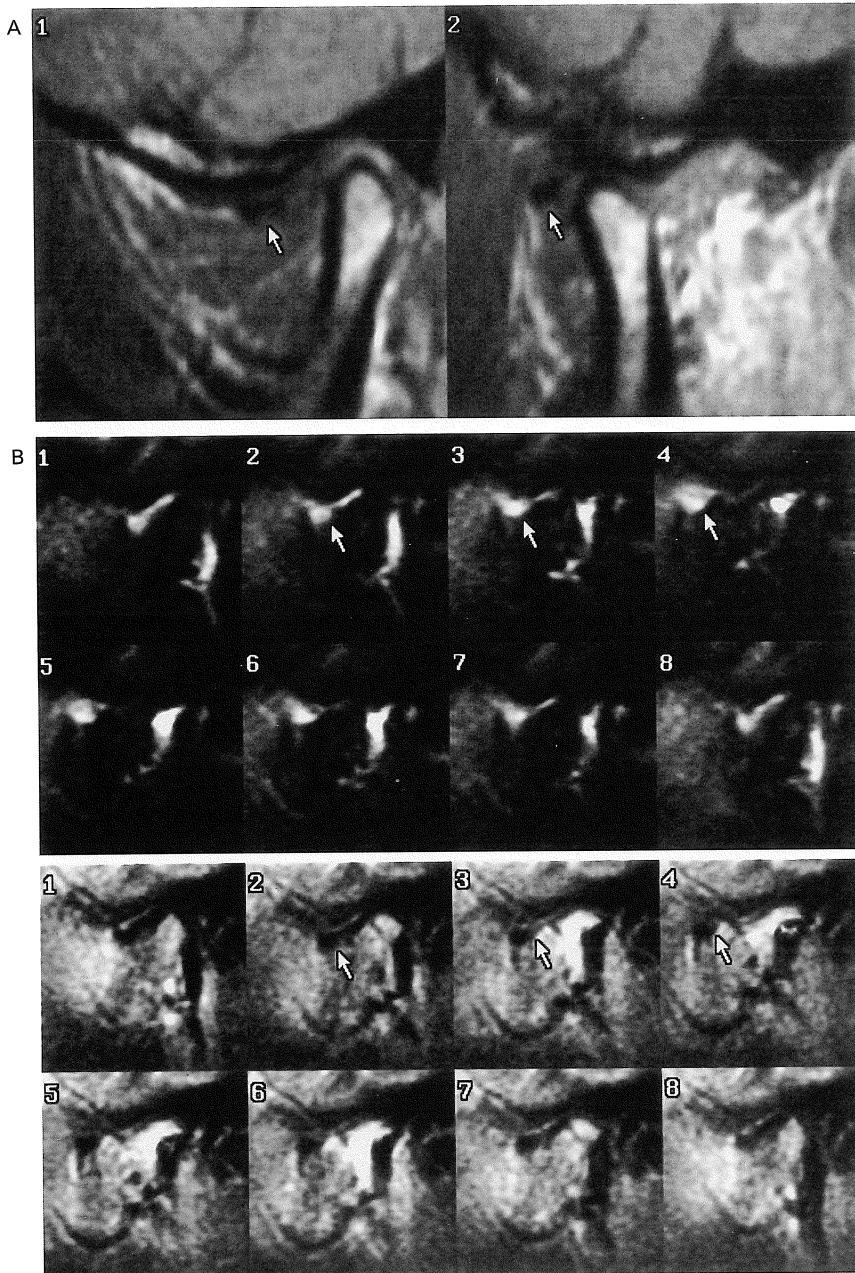


Fig. 2. A case of anterior disk displacement without reduction. T<sub>1</sub>-weighted images show anterior displacement of the disk in the closed-mouth position (A1) and its no reduction in the open-mouth position (A2). In IRFG-DMRI, it is easily recognized that the disk is pushed forward by the condyle with progressive opening of the mouth (B2-3) and it remains anteriorly displaced even at the maximum opening of the mouth (B4).

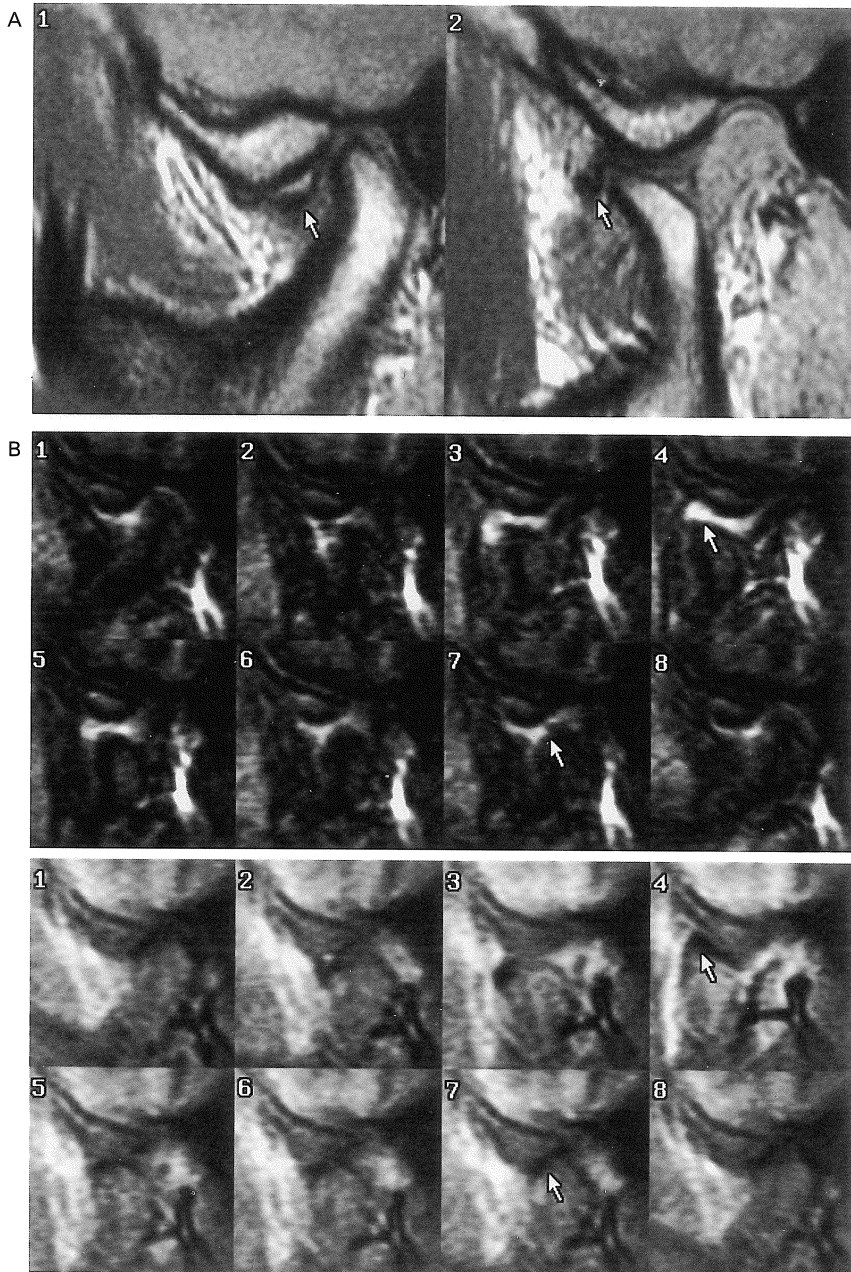


Fig. 3. A case of anterior disk displacement with reduction.

While T1-weighted images in the closed-mouth position and the open-mouth position show anterior displacement of the disk (A1, A2), IRFG-DMRI reveals reduction of the disk to normal position at the maximum opening of the mouth (B4). On IRFG-DMRI, it is easily recognized that the reduced disk is displaced again anteriorly in the late phase of mouth-closing process (B7).

大きく描出され、dark-disk series の画像で SE 画像とほぼ同様の大きさに描出されていた。またその形状についてはいずれの顎関節においても dark-disk series の画像の方が SE 法画像の関節円板の形状に忠実であった。

SE 法にて異常所見のみられた 22 顎関節を対象に、SE 法による診断と IRFG-DMRI による診断を比較した結果、SE 法で復位を伴う前方転位と診断された 7 顎関節では、IRFG-DMRI にても同様の診断を得たが、復位を伴わない前方転位とされた 15 顎関節では、IRFG-DMRI にて 2 顎関節に復位が確認され、診断結果に乖離がみられた。

Fig. 1 に正常者の IRFG-DMRI を示す。上段が bright-disk series、下段が dark-disk series で、それぞれ撮像した 60 画像のうち 8 画像を抜粋し、ほぼ同顎位の画像を対応させて表示している。いずれの画像においても顎関節円板は良好なコントラストで描出されている。

Fig. 2 は復位を伴わない前方転位の症例である。上段は閉口位と最大開口位の SE 法 T<sub>1</sub> 強調画像である。閉口位にて関節円板の前方転位が認められ、開口器を用いた最大開口位においても関節円板の復位はみられない。下段の IRFG-DMRI にても、閉口位で転位した関節円板が開口によっても充分復位していない。

Fig. 3 は、SE 法で復位を伴わない前方転位と診断された症例である。通常の SE 法では開口位においても関節円板は正常位に復位していないが、IRFG-DMRI では、最大開口時に関節円板の復位が認められ、SE 法静止画像による診断との間に乖離をみる。また関節円板の再転位が閉口末期で起こっていることが分かる。

## 考 察

顎関節症の MRI 診断には顎位を変えた撮像が必要で、一般には閉口位と開口位の撮像が行われており、一部ではさらに動態を詳細に捉える目的で、複数の顎位を撮像し、それらを一連

の画像として観察する pseudodynamic 法が試みられている<sup>1)~3)</sup>。Pseudodynamic 法には SE, FSE, GRE などが用いられているが、これらの pulse sequence では一画像あたりの撮像時間が長く、開口器を用いて顎位を少しずつ変化させる必要があるため、検査時間、手技の煩雑さ、患者の負担などに問題がある。これに対し、今回我々が試みた IRFG-DMRI による撮像では、一画像あたり 1.5 秒以内の短時間撮像にもかかわらず、顎関節円板を低信号あるいは高信号として良好なコントラストで描出することができるため、開口器を用いることなく短時間で real-time に近い dynamic study を実施することが可能である。

2 種類のコントラストによる dynamic study の必要性の有無については現在も検討中であるが、関節円板の動態をシネモードで観察するには bright-disk series が適しており、関節円板の大きさや形状を評価するには dark-disk series の画像の方が優れているため、現時点ではこれらは相補的役割を果たすと考えている。

顎関節症の診断における dynamic study の必要性については議論の余地があるが、我々の検討では、SE 法静止画像で復位を伴わない前方転位と診断された 15 顎関節のうち 2 顎関節において IRFG-DMRI にて復位が確認され、開口器による静止開口位撮像のみでは復位の有無の診断に不十分な場合があることが示唆された。この所見の乖離の原因としては、SE 法での開口が不十分であった可能性も否定はできないが、SE 法における開口位は受動的開口位であり、IRFG-DMRI では能動的開口位であるという開口位の質の差が最も大きな原因と推察される。通常の顎運動が能動的な運動であることを考慮すると、関節円板復位の有無の診断には能動的開口位像が必要で、これを顎運動のより自然な経過中に捉えることのできる IRFG-DMRI は関節円板復位の診断に有用と言えよう。Theodore らは開口早期に復位する症例における開口器を用いない完全な閉口位撮像の必

要性を述べているが<sup>3)</sup>、開口器を必要としない IRFG-DMRI ではこのような症例の診断にも役立つと考えられる。また最大開口から閉口する過程で起こる関節円板の再転位の時期は、治療方針の決定および予後を推測する上で重要な要素と考えられており<sup>4)</sup>、IRFG-DMRI によれば、その時点を容易に捉えることができる。例えば Fig. 3 の症例では、IRFG-DMRI によって、最大開口から閉口する過程でおこる関節円板の再転位が、閉口末期であることが捉えられており、スプリント療法にて治癒する可能性が高いことを予測しうる。

IRFG の撮像条件で、スライスを厚く設定しているが、これは TE をできるだけ短くすることと、関節円板の左右方向への移動によるスライスからの逸脱に対処することを企図したものである。この場合当然 partial volume effect が問題となるが、TI と view order の工夫によって、関節円板と周囲組織の間に最大のコントラストを付与しているため、partial volume effect が起こっても大きな支障なく関節円板の前後方向の運動を捉えることができる。つまり現時点ではむしろ partial volume effect を利用していると言った方が適当かもしれない。今後の課題としては、スライス厚の減少と同時多層断面撮像への拡張、空間分解能の向上、側方転位診断への応用などが挙げられるが、これらについては現在検討中である。

## ま と め

1. IR-prepared fast GRASS (IRFG) の TI と view order を工夫することで、顎関節円板を

低信号および高信号の 2 種類の良好なコントラストで描出することができた。

2. IRFG による dynamic MRI (IRFG-DMRI) では 1 画像当たりの撮像時間が 1.4~1.5 秒と短いため、開口器を用いることなく患者の能動的な顎関節運動を real-time に近い状態で捉えることができた。また 2 種類のコントラストによる IRFG-DMRI 画像は関節円板の動態と形状や大きさを把握する上で相補的役割を果たすと考えられた。

3. SE 法で復位を伴わない前方転位と診断された 15 顎関節のうち 2 顎関節で IRFG-DMRI にて復位が確認され、能動的開口位における撮像の必要性が示唆された。

4. IRFG-DMRI は時間分解能が高く、復位や再転位の時期に関する診断も容易で、治療法の選択や予後の推測にも有用な情報が得られた。

## 文 献

- 1) De Mot B, Casselman J, De Boever J: Pseudodynamic magnetic resonance imaging in the diagnosis of temporomandibular joint dysfunction. *J Prosthetic dent*, 72(3): 309-313, 1994.
- 2) Conway WF, Hayes CW, Campbell RL, Laskin DM: Temporomandibular joint motion: Efficacy of fast low-angle shot MR imaging. *Radiology*, 172(3): 821-826, 1989.
- 3) Dorsay TA, Youngberg RA: Cine MRI of the TMJ: Need for initial closed mouth image without the Burnett device. *J Comput Assist Tomogr*, 19(1): 163-164, 1995.
- 4) 和嶋浩一, 野本種邦: 顎関節症の臨床, 歯界展望, 別冊, 三浦裕土, 医歯薬出版, 東京, 1989, pp 216-217.

## **Dynamic Study of Temporomandibular Joints with IR-prepared Fast GRASS**

Takayuki SUZUKI<sup>1</sup>, Koichi FUJIKAWA<sup>1</sup>, Kazuo AWAI<sup>1</sup>,  
Hiroshi FUKUDA<sup>1</sup>, Hiroki MORI<sup>1</sup>, Susumu NAKAMURA<sup>1</sup>,  
Hiroshi YAMGUCHI<sup>2</sup>, Takashi MOTOYAMA<sup>2</sup>,

*<sup>1</sup>Department of Medical Imagings and <sup>2</sup>Radiological Technology, Hiroshima General Hospital  
1-3-3 Jigozen, Hatsukaichi-shi, Hiroshima 738*

Thirty-eight temporomandibular joints (TMJs) in 19 symptomatic patients were examined with T<sub>1</sub>-weighted spin echo imaging (SE-imaging) and dynamic MRI using IR-prepared fast GRASS (IRFG-DMRI). The imaging parameters of IRFG sequence were optimized in two ways to obtain two types of contrast between disks and surrounding structures: TI of 200–250 ms and centric view ordering gave disks very low signal, while TI of 88–100 ms and sequential view ordering enabled us to depict disks as very high signal.

After the SE-imaging of each TMJ, IRFG-DMRI was performed to obtain two types of serial images, ie., a dark-disk series and a bright-disk series. For each series, 50–60 images (mean, 54 images) were taken while the patient changing his or her mouth position stepwise without the mouth-opening device. It takes less than three minutes to complete one series. Obtained serial images were displayed on a CRT by the cine loop method and observed.

All disks were depicted clearly with excellent contrast both in the dark-disk series and the bright-disk series, and dark-disk images and bright-disk images were complementary to each other in evaluating the shape and the position of disks. In 7 TMJs diagnosed as “anterior disk displacement with reduction” by the SE-imaging, the displacement and reduction of the disk was also recognized on IRFG-DMRI. But in two of 15 TMJs diagnosed as “anterior disk displacement without reduction” by the SE-imaging, reduction of the disk at the open-mouth position was revealed on IRFG-DMRI. This discrepancy suggests that voluntary motion of TMJ without the device is needed for judging the reduction of the anteriorly displaced disk. IRFG-DMRI enabled us to pinpoint when the reduced disk displaced again anteriorly in the mouth-closing process, and provided us with helpful information about choosing the method of therapy and predicting the prognosis.