

Spoiled GRASS 法による顎関節症の dynamic MRI

末永重明¹, 濱本定俊¹, 河野一典¹, 野井倉武憲¹,
園田 悟², 濱崎朝子², 三村 保², 重田浩樹³,
森主宜延³, 小椋 正³

¹鹿児島大学歯学部歯科放射線学講座 ²同 口腔外科学第2講座
³同 小児歯科学講座

緒 言

顎関節症は顎関節部や咀嚼筋部の疼痛, 関節雑音, 開口障害 (もしくは異常顎運動) を主症状とする疾患であり, 関節内軟組織の異常から発症するものが少なくないことが報告されている。しかし, その多くは関節円板の位置的異常 (前方転位, 側方転位) および形態的異常に関連したもので^{1),2)}, 関節円板周囲組織すなわち関節腔, 関節包ならびに関節円板後部組織などの器質的变化についての記載は少なく, 現在のところ十分に検討されているとは言えない。

そこで, 今回我々は顎関節症患者に Gd-DTPA を用いた dynamic MRI を施行し, 関節円板後部組織の造影効果について定量的評価を試み, さらに臨床症状とくに疼痛との関係について検討したので報告する。

対 象

顎関節部にまったく症状を認めない健康志願者 27 名 54 関節 (対照群) と臨床的に顎関節症と診断された 96 名 124 関節を対象とした。顎関

節症の内訳は, 両側性罹患が 28 名, 片側性罹患が 68 名を占めていた。症状別では, 顎関節部の疼痛が 85 関節 (関節疼痛群) に, 顎関節部の雑音もしくは開口障害が 39 関節 (関節雑音・開口障害群) にみられ, 関節疼痛例の大半は咀嚼筋部の疼痛も伴っていた。疼痛の種類は, 開閉口時の運動痛や圧痛がほとんどで, 自発痛はごく少数例に認められた。また, 片側性症例の対側 68 関節を非症状群として分類した。

健常者に対しては, MRI ならびに造影検査の意義, 必要性と危険性について十分に説明し, 承諾を得た。

方 法

使用した装置は, GE 社 1.5T MR 診断装置 SIGNA で, 撮像には直径約 7.5cm の両側顎関節専用サーフェスコイルを用いた。パルス系列は T₁強調 SE 法 (TR: 635ms, TE: 30ms) と高速スキャンの spoiled GRASS 法 (TR: 35ms, TE: 8ms, flip angle: 60°) を用いた。スライス厚は SE 法では 3.0mm, spoiled GRASS 法では 9.0mm, マトリックスは 256×192, FOV は 12cm, 平均加算回数はそれぞれ 2

キーワード dynamic MR imaging, temporomandibular joint arthrosis, posterior disk attachment, inflammatory change

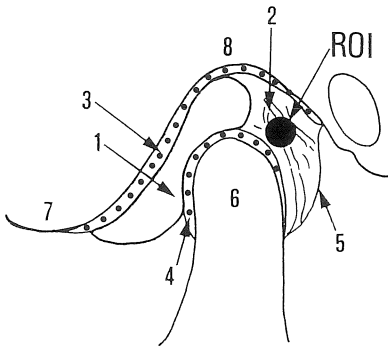


Fig.1. Schematic drawing of the temporomandibular joint in sagittal plane. 1. disk 2. posterior disk attachment 3. upper joint cavity 4. lower joint cavity 5. capsule 6. condylar head 7. articular eminence 8. mandibular fossa.

回とした。

撮像は、最初に T₁強調 SE 法により閉口位でおこない、左右顎関節部の 7 層の矢状断面画像を得た。つぎに、T₁強調画像から下顎頭中央部のスライス面を選択し、歯科用バイトブロックで切端咬合位に固定して spoiled GRASS 法で矢状断方向の撮像をおこなった。その後、Gd-DTPA 0.1mmol/kg を肘静脈より手圧で急速静注し、直後より 300 秒まで左右交互に連続で撮像した。今回の条件下で、両側顎関節部を 1 回スキャンするのに約 30 秒を要した。

関節円板から移行し、下顎頭の後上方に存在する関節円板後部組織内に関心領域 (ROI) を設定し、その部位での平均信号強度の測定をおこなった (Fig.1)。なお、ROI の設定には T₁強調画像も参照し、下顎頭に対する関節円板や関

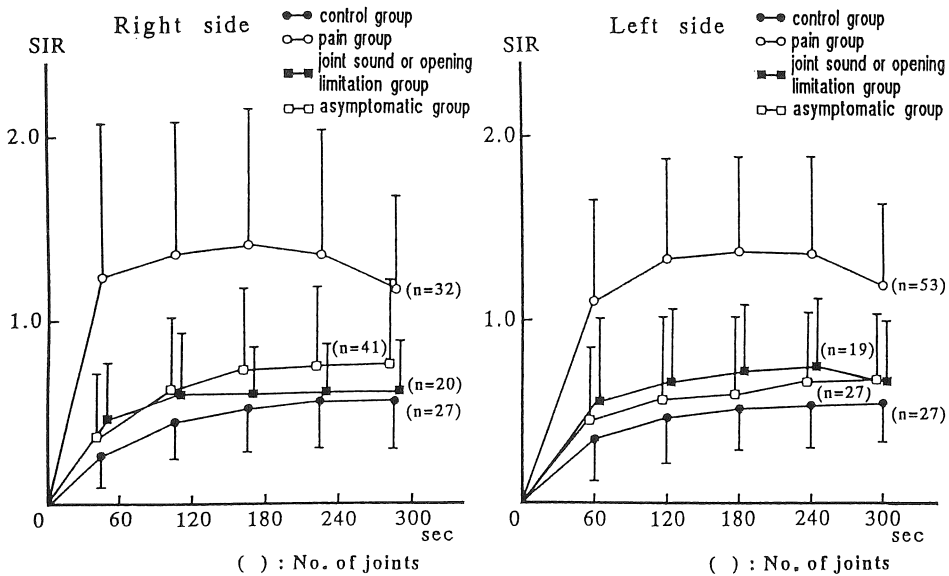


Fig.2. The difference of time intensity curve pattern between four groups. Time intensity curves demonstrated mean SIR of the posterior disk attachment on spoiled GRASS images obtained before (time 0), and sequentially after injection.

節円板後部組織の位置を十分に把握した。このようにして得られた造影前後での信号強度をもとに各撮像時における信号強度比 (signal intensity ratio, 以下 SIR と略す) を下記の式にて算出して時間信号強度曲線 (縦軸: SIR, 横軸: 時間) を作成し³⁾, 各症状別に経時的変化の検討をおこなった。

$$SIR = (SI^{post} - SI^{pre}) / SI^{pre}$$

SI^{post}: 造影後の ROI 内の信号強度

SI^{pre}: 造影前の ROI 内の信号強度

また, 時間信号強度曲線から各症例ごとに SIR のピーク到達値を求め, 臨床症状との関係の有無について検討した。

統計学的検討では, t-検定法を用い処理した。

結 果

1) 臨床症状と関節円板後部組織の造影パターンとの関係について

臨床症状別による時間信号強度曲線パターンの違いを Fig.2 に示す。造影剤投与後から 60 秒間隔ごとに SIR の平均値±標準偏差を求め, 左右別々に曲線を作成した。関節疼痛群においては, 急峻な立ち上がりが見られた後, 造影効果の持続もしくは軽度の下降がみられた。いっぽう, 対照群, 関節雑音・開口障害群, 非症状群では, 比較的緩やかな立ち上がりで造影効果の持続が認められた。このように, 疼痛群では造影剤投与後早い時期に造影効果を示す傾向が

みられた。

2) 臨床症状別にみた関節円板後部組織の造影効果の程度について

対照群と顎関節症群における SIR (ピーク到達時) の平均値±標準偏差の対比結果を Table 1 に示す。対照群は 0.62±0.24, 症状群のうち関節疼痛群は 1.53±0.69, 関節雑音・開口障害群は 0.73±0.38, 非症状群は 0.78±0.44 で, 疼痛群は他群に比較して 2 倍ないし 2.5 倍の SIR を示し, 有意 (P<0.001, t-検定) に高値であった。

3) 症例呈示

以下に, 代表的な症例を供覧する。

症例 1 32 歳, 女性 左顎関節症

左咬筋部と外側翼突筋部の運動痛ならびに開口障害を主訴として受診。

画像所見: T₁強調画像で, 関節円板は下顎頭上方から下顎窩前壁に沿って低信号域としてみられ, 円板の位置は正常と思われる (Fig.3A)。Dynamic MRI では, 造影剤投与前後で関節円板後部組織に明らかな造影効果は認められない (Fig.3B)。

症例 2 20 歳, 男性 左顎関節症

左顎関節部の運動痛と関節雑音を主訴として受診。

画像所見: T₁強調画像で, 関節円板は下顎頭前方部に転位してみられる (Fig.4A)。Dynamic MRI では下顎頭後面に沿った部位に造影剤投与後早期より造影効果が認められ, その後徐々に増強している (Fig.4B)。

Table 1. Comparison of Mean Peak SIR between Control and Temporomandibular Joint Arthrosis Groups

four groups	No. of joints	mean±SD
control group	54	0.62±0.24
joint pain group	85	1.53±0.69*
joint sound or opening limitation group	39	0.73±0.38
asymptomatic group	68	0.78±0.44

The mean SIR of pain group was higher than that of the other groups

* Statistically significant at P<0.001 (t-test)

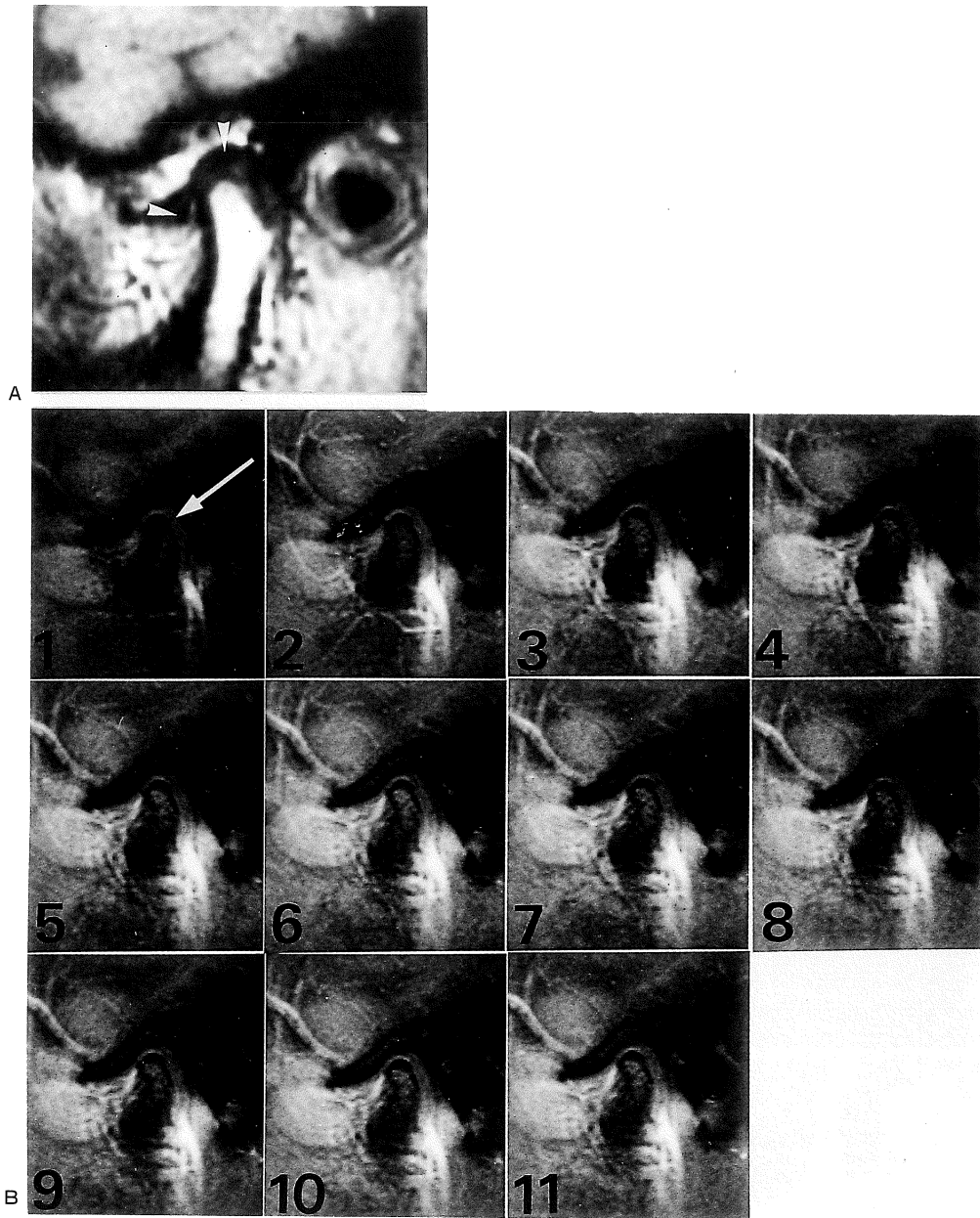


Fig.3. Case 1. Temporomandibular joint arthrosis of the left side.
A. Sagittal T₁-weighted image. With the mouth closed, the normal temporomandibular joint disk (arrowheads) was above and in front of the condylar head.
B. Dynamic images. The enhancement effect in the posterior disk attachment (arrow) was not observed. 1. before 2. 30 seconds 3. 60 seconds 4. 90 seconds 5. 120 seconds 6. 150 seconds 7. 180 seconds 8. 210 seconds 9. 240 seconds 10. 270 seconds 11. 300 seconds.

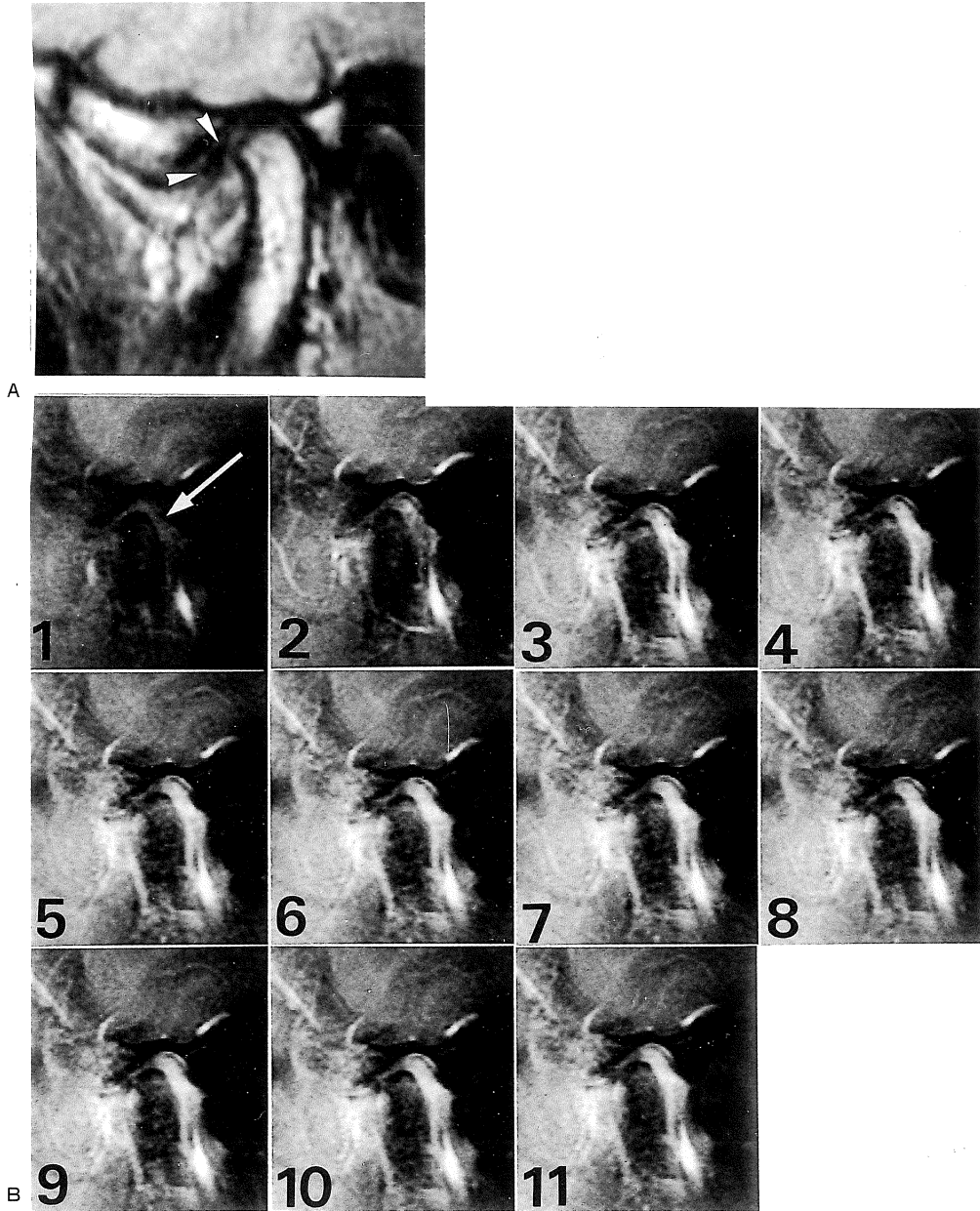


Fig.4. Case 2. Temporomandibular joint arthrosis of the left side.

A. Sagittal T₁-weighted image. With the mouth closed, the disk (arrowheads) was displaced anterior to the condylar head.

B. Dynamic images. The posterior disk attachment (arrow) was enhanced moderately from the early phase, and the enhancement persisted until the latter phase. 1. before 2. 30 seconds 3. 60 seconds 4. 90 seconds 5. 120 seconds 6. 150 seconds 7. 180 seconds 8. 210 seconds 9. 240 seconds 10. 270 seconds 11. 300 seconds.

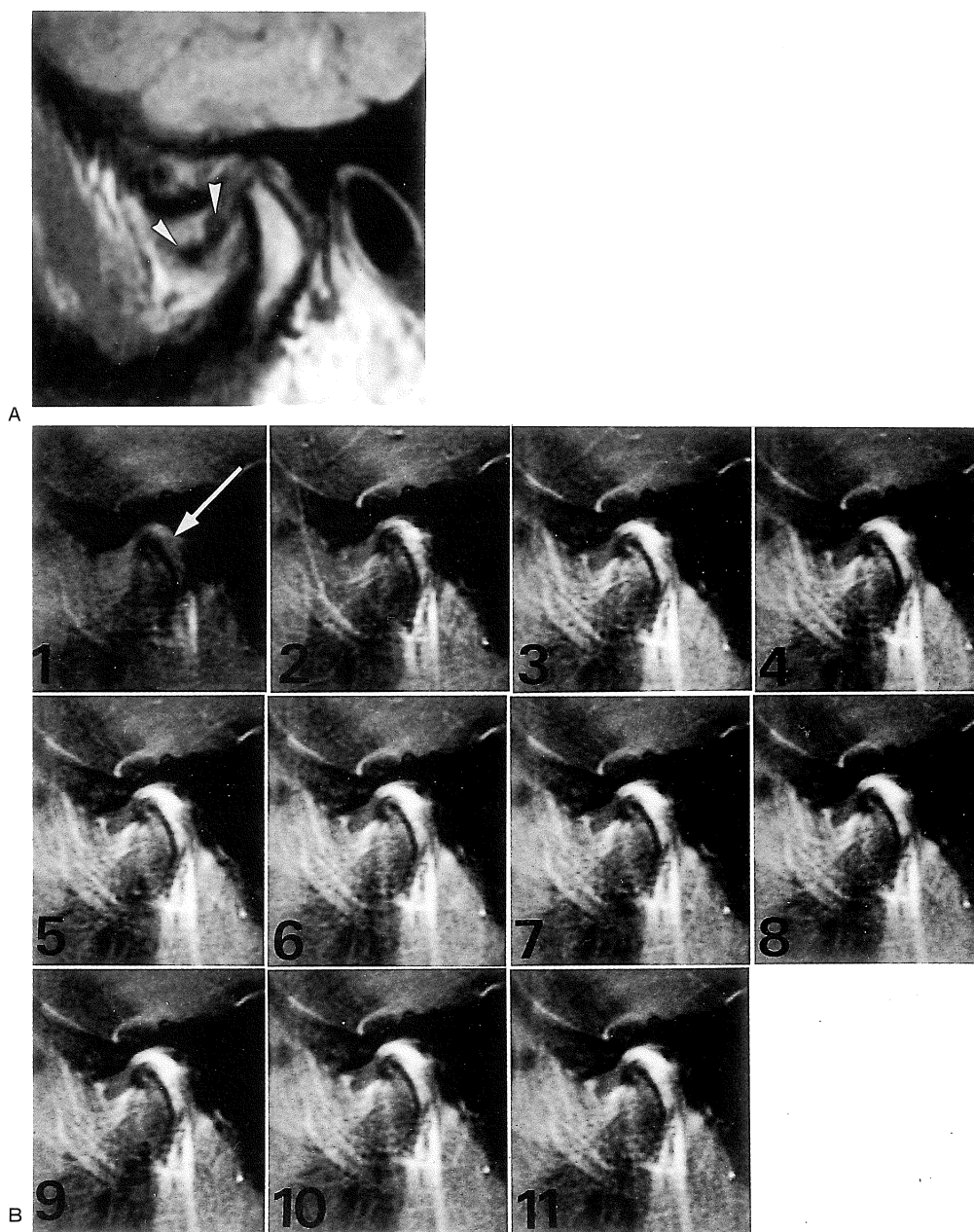


Fig.5. Case 3. Temporomandibular joint arthrosis of the right side.

A. Sagittal T₁-weighted image. The disk (arrowheads) was displaced completely anterior to the condylar head.

B. Dynamic images. The posterior disk attachment (arrow) showed a prominent homogeneous enhancement immediately after injection, and at the latter phase, the enhancement remained remarkably. 1. before 2. 15 seconds 3. 45 seconds 4. 75 seconds 5. 105 seconds 6. 135 seconds 7. 165 seconds 8. 195 seconds 9. 225 seconds 10. 255 seconds 11. 285 seconds.

症例3 19歳, 女性 右顎関節症

右顎関節部の自発痛, 運動痛および圧痛と開口障害を主訴として受診。

画像所見: T₁強調画像で, 関節円板は下顎頭前方部で関節結節下方に存在し, 著明な前方転位を示す (Fig.5A)。Dynamic MRI では, 下顎頭の後面から上面にかけて造影剤投与直後より均一で強い造影効果が認められる (Fig.5B)。

考 察

顎関節領域の軟組織診断においては, これまでに顎関節腔造影検査が主に施行されてきたが, 最近ではMR画像や関節鏡視法検査が導入されるようになり関節円板および関節腔内の病態が徐々に解明されつつある。顎関節症の3主要症状のうち関節雑音や開口障害の症状は, 関節円板の前方・側方転位異常や形態異常, 関節円板穿孔および関節腔内の線維性癒着に起因することが報告されている^{4)~6)}。しかし, 疼痛症状は患者の主訴として多いにもかかわらず, その原因に対する診断は十分とは言い難いところがある。

一般に, 顎関節症にみられる疼痛は深部体性痛に属し⁷⁾, 開口運動時における顎関節部や咀嚼筋部の鈍痛を特徴とする。この関節性疼痛では, 関節雑音や開口障害の症状と同様で初めは非生理的な顎運動による関節円板の前方転位や側方転位が原因となる。その結果, 関節円板の下顎頭附着部, 関節円板後部組織の伸展や弛緩, 屈曲により①関節内圧の変化, ②関節包の過度の緊張, ③二次的に炎症, 浮腫, 局所虚血状態を惹起して三叉神経第3枝の下顎神経終末を刺激し疼痛が発現すると考えられている^{8)~9)}。筋肉痛は咀嚼筋の持続的な過緊張あるいは筋スパズム(痙縮)が原因に挙げられている¹⁰⁾。また, 解剖学的に咀嚼筋を支配する神経は同時に関節構成組織にも分布しており, 筋スパズムの存在により顎関節部に関連痛を引き起こすとの報告もみられる¹¹⁾。

このように疼痛発現のメカニズムは複雑で多

様性を呈するが, 疼痛症状と画像診断所見とを対応させ検討した報告例は過去に少ない。MR画像では, Schellhasら¹²⁾, Westessonら¹³⁾がT₂強調画像やGRASS画像で関節腔の滲出液に注目し検討した結果, 関節疼痛症状に腔内貯留所見が高い頻度でみられたと述べており, 滑膜炎との関連性を示唆している。しかし, この所見は関節雑音や開口障害症状にも認められており, 疼痛症状のみに特異的所見とみなすことはできない。また, Harmsら⁵⁾はT₂強調画像で関節円板後部組織の炎症性変化を著明な高信号域として映像化しているが定量的分析には至っていない。

今回のdynamic MRIは顎関節領域では初めての試みであり, 関節円板後部組織の検討において関節疼痛群では急峻な立ち上がり, 対照群, 関節雑音・開口障害群および非症状群では比較的緩徐な立ち上がりの造影パターンを示した。造影効果の低下するパターンはほとんど認められなかった。また, 関節疼痛群は他群に比較して2倍から2.5倍のSIR値すなわち高い造影効果を示し, 統計学的にも有意差が認められた(P<0.001)。

MRIでの造影効果には, 病巣部の血管壁透過性亢進, 破綻による造影剤の血管外漏出や血管多寡による組織血流量の増加の関与が大きいことが知られている^{3)~4)}。本研究でみられた急峻な造影パターンと高い造影効果は, 顎関節構成組織への物理的機械的刺激から発症した関節円板後部組織の炎症性病態を反映していると考えられた。

関節円板後部組織の組織学的検索においては, これまでに炎症性変化として毛細血管充血, 血管周囲のリンパ球浸潤, 血管増生および線維性増殖などの所見が報告されているが^{15)~16)}, 今後はMR画像での造影効果と組織学的にみた炎症の程度との比較検討が必要と思われる。

本研究で使用したspoiled GRASS法はSE法と比較すると, 関節円板や周囲軟組織の描出能は劣っていた。しかし, この撮像法では良好な

T₁コントラストが得られることから関節円板後部組織における造影効果の細かい経時的変化を明瞭に把握することができた。

関節円板後部組織の静脈叢は、円板が前進したとき充血して円板後部組織の体積を膨大せしめ下顎窩の空隙を埋めると言われており¹⁷⁾、このような所見はMR画像(field echo法)では開口に伴う著明な信号強度の増加として確認されている¹⁸⁾。このことから各患者間で顎位が異なれば、造影効果に影響を及ぼすことは十分に考えられる。撮像時にはROIの設定部位の下顎頭後面と下顎窩後壁との空隙を可及的に一定に保つために、咬合を前歯部切端位に固定する必要があった。

関節円板後部組織の病態把握は、顎関節腔造影法や関節鏡視法を用いてもかなり困難とされてきたが、今回の血流動態を反映したdynamic MRIは炎症性変化の有無を非侵襲的に把握することが可能であり顎関節症診断の一助となると考えられた。

結 論

高磁場MR装置(1.5T)を用い、健常志願者27名、顎関節症患者96名にdynamic MRI検査をおこない、つぎのような結論を得た。

- 1) 関節円板後部組織の造影効果は、下顎頭後面ならびに上面に接した部位にみられた。
- 2) 臨床症状別による関節円板後部組織の造影パターンには、2つのタイプがみられた。関節疼痛群では急峻な立ち上がりを示し、その後造影効果の持続もしくは軽度の下降が認められた。対照群、関節雑音・開口障害群および非症状群では比較的緩徐な立ち上がりとし造影効果の持続がみられた。
- 3) 関節疼痛群は、疼痛以外の群に比較して2倍から2.5倍のSIR値を有し、高い造影効果を示した。
- 4) 関節円板後部組織のdynamic MRIで造影パターンと造影効果の程度を指標に分析すれば、

炎症性変化を推測することは可能であり、顎関節症の疼痛診断に対して有力な検査法になり得ると考えられた。

本稿の要旨は第21回日本磁気共鳴医学会大会(1993年9月、筑波)において発表した。また本研究の一部は平成5年度文部省科学研究費(一般研究C)の助成を受けた。

文 献

- 1) Westesson P-L, Bronstein SL, Liedberg J: Internal derangement of the temporomandibular joint: Morphologic description with correlation to joint function. *Oral Surg*, 59: 323-331, 1985.
- 2) Katzberg RW, Westesson P-L, Tallents RH, et al.: Temporomandibular joint: MR assessment of rotational and sideways disk displacement. *Radiology*, 169: 741-748, 1988.
- 3) 小倉祐子, 片田和廣, 竹下 元, 他: 脳腫瘍の鑑別におけるDynamic MRIの有用性. 画像診断, 12: 16-28, 1992.
- 4) Eriksson L, Westesson P-L: Clinical and radiological study of patients with anterior disc displacement of the temporomandibular joint. *Swed Dent J*, 7: 55-64, 1983.
- 5) Harms SE, Wilk RM, Wolford LM, Chiles DG, Milam SB: The temporomandibular joint: Magnetic resonance imaging using surface coils. *Radiology*, 157: 133-136, 1985.
- 6) Katzberg RW: Temporomandibular joint imaging. *Radiology*, 170: 297-307, 1989.
- 7) 石田 肇: 関節痛の発生機序. *総合臨床*, 12: 444-452, 1963.
- 8) 石橋克禮: 顎関節部痛. *歯科ジャーナル*, 18: 858-860, 1983.
- 9) 柴田考典: 顎関節内腔における顎関節部の痛み. *Dental Diamond*, 13: 136-141, 1988.
- 10) 石橋克禮: 咀嚼筋スパズムによる痛み. *Dental Diamond*, 13: 156-161, 1988.
- 11) Travell J, Rinzler SH: The myofascial genesis of pain. *Postgrad Med*, 11: 425-434, 1952.
- 12) Schellhas KP, Wilkes CH: Temporomandibular joint inflammation: Comparison of MR fast scanning with T₁- and T₂-weighted imaging tech-

- niques. AJNR, 10 : 589-598, 1989.
- 13) Westesson P-L, Brooks SL : Temporomandibular joint : Relationship between MR evidence of effusion and the presence of pain and disk displacement. AJR, 159 : 559-563, 1992.
 - 14) Weinmann H-J, Brasch RC, Press W-R, Wesbey GE : Characteristics of gadolinium-DTPA complex : A potential NMR contrast agent. AJR, 142 : 619-624, 1984.
 - 15) Isacsson G, Isberg A, Johansson A-S, Larson O : Internal derangement of the temporomandibular joint : Radiographic and histologic changes associated with severe pain. J Oral Maxillofac Surg, 44 : 771-778, 1986.
 - 16) Holmlund AB, Gynther GW, Reinholt FP : Disk derangement and inflammatory changes in the posterior disk attachment of the temporomandibular joint : A histologic study. Oral Surg, 73 : 9-12, 1992.
 - 17) 石橋利文 : 顎関節の構造に関する顕微解剖学的研究. 歯基礎誌, 14 : 201-222, 1972.
 - 18) 岡野友宏, 川田雅章, 関 健次, 佐野 司, 木野孔司 : 磁気共鳴画像法による顎関節軟組織の描出. 昭和歯誌, 9 : 6-12, 1989.

Dynamic MR Imaging of the Temporomandibular Joint Arthrosis Using Spoiled GRASS Sequence

Shigeaki SUENAGA¹, Sadatoshi HAMAMOTO¹, Kazunori KAWANO¹,
Takenori NOIKURA¹, Satoru SONODA², Asako HAMASAKI²,
Tamotsu MIMURA², Kouki SHIGETA³, Takanobu MORINUSHI³,
Tadashi OGURA³

¹*Department of Dental Radiology, Dental School, Kagoshima University
8-35-1 Sakuragaoka, Kagoshima 890*

²*Second Department of Oral and Maxillofacial Surgery, and*

³*Department of Pediatric Dentistry, Dental School, Kagoshima University*

The purpose of this study was to quantitatively evaluate contrast enhancement effects of the posterior disk attachment in the temporomandibular joint arthrosis using dynamic MRI with bilateral surface coils.

One hundred twenty-four temporomandibular joints in 96 symptomatic patients and 27 control subjects were examined with a spoiled GRASS pulse sequence (TR : 35 ms, TE : 8 ms, flip angle : 60°). One sagittal scan was performed prior to injection, then 0.1 mmol/kg of Gd-DTPA was given as a rapid bolus injection, immediately after which scans were performed at 30 seconds intervals for a period of 5 minutes. Signal intensity (SI) was measured from the ROI of the posterior disk attachment region. The contrast enhancement effects may be calculated by SI ratio (SIR) = $(SI^{post} - SI^{pre}) / SI^{pre}$, where SI^{post} and SI^{pre} were the signal intensities after and before administration of contrast medium. The time intensity curve of SIR versus time after injection was obtained on each symptoms.

Joint pain group (85 joints) tended to show a rapid enhancement pattern, while control group (54 joints), joint sound or opening limitation group (39 joints), and asymptomatic group (68 joints) showed a relatively gradual enhancement pattern. The drop of SIR in four groups were hardly observed during examination.

Mean peak SIR of control group, joint pain group, joint sound or opening limitation group, and asymptomatic group was 0.62 ± 0.24 (SD), 1.53 ± 0.69 , 0.73 ± 0.38 and 0.78 ± 0.44 respectively. The mean SIR of pain group was significantly ($P < 0.001$, t-test) higher than that of other groups.

These results suggested that dynamic MRI of the temporomandibular joint may effectively depict the inflammatory changes of the posterior disk attachment.