

— 総説 —

顎関節内障の MRI 診断

林 孝文, 伊藤寿介, 山川智子, 小山純市
松下 健, 小林富貴子, 道見 登*

新潟大学歯学部歯科放射線学講座

(主任: 伊藤寿介教授)

*新潟こばり病院歯科口腔外科

Magnetic resonance imaging on the internal derangement
of the temporomandibular joint

Takafumi Hayashi, Jusuke Ito, Tomoko Yamakawa, Junichi Koyama,
Takeshi Matsushita, Fukiko Kobayashi, Noboru Michimi*

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Niigata University School of Dentistry

(Chief : Prof. Jusuke ITO)

**Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Niigata Kobari Hospital*

Key words : magnetic resonance imaging (MRI), fast spin echo, internal derangement of TMJ, joint effusion

Abstract : From April 1994 through April 1996, 365 patients with complaints of temporomandibular joint disorders were evaluated by 1.0 tesla high resolution magnetic resonance imaging (MRI) with head coil using 3mm-thickness axial, coronal and oblique sagittal slices without interslice gap.

On oblique sagittal plane, a conventional spin echo (CSE) pulse sequence (TR=500ms, TE=20ms) was used in 121 patients with 4 excitations, 256×192 matrix and 150mm field of view, whereas a fast spin echo (FSE) sequence (TR=2500ms, TE=22/90ms) was used in 244 patients with 3 excitations, 256×190 matrix and 150mm field of view.

There was no remarkable difference in delineation of the disk between CSE and FSE pulse sequences according to a subjective judgement by three trained observers.

On MRI, 253 joints (34.7%) had normal superior disk position; 230 joints (31.5%) showed anterior disk displacement with reduction (completely anterior 105 joints, anterolateral rotational 36 joints, anteromedial rotational 8 joints, partially lateral anterior 67 joints, partially medial anterior 14 joints, respectively) and 212 joints (29.0%) showed anterior disk displacement without reduction (completely anterior 145 joints, anterolateral rotational 48 joints, anteromedial rotational 14 joints, partially lateral anterior 5 joints, respectively); 16 joints (2.2%) showed lateral sideways displacement and 19 joints (2.6%) showed medial sideways displacement.

On T2-weighted image, we defined a more hyperintense area in the joint than the bone marrow as a joint effusion. One hundred forty-one joints (19.3%) had line-shaped effusions and 180 joints (24.7%) had larger amount of effusions, whereas 365 joints (50.0%) had no effusions.

抄録: 1994年4月より1996年4月までの間に、のべ365例の顎関節症患者のMRI検査を施行した。1.0 T (tesla) の磁場強度の装置を用い、ヘッドコイルを使用し、スライス厚3mm・スライスギャップなしにて軸位断・冠状断・矢状断を撮像した。

矢状断については、121例に conventional spin echo (CSE) 法 (TR=500ms, TE=20ms) を使用し、number of excitation (NEX, 加算回数) 4回、マトリクス256×192, field of view (FOV) を150mmとした。また244例に fast spin echo (FSE) 法 (TR=2500ms, TE=22/90ms) を使用し、NEX 3回、マトリクス256×190, FOV を150mm

とした。

画像診断医3名が主観的に評価した結果、CSE法による撮影とFSEによる撮影との間に、関節円板の明瞭さにおいて有意な差は認められなかった。

関節円板位置異常の診断では、365症例730関節中、位置異常なしが253関節(34.7%)、復位性前方転位が230関節(31.5%) (うち、復位性前方転位が105関節、復位性前外側転位が36関節、復位性前内側転位が8関節、復位性外側部分的前方転位が67関節、復位性内側部分的前方転位が14関節)、非復位性前方転位が212関節(29.0%) (うち、非復位性前方転位が145関節、非復位性前外側転位が48関節、非復位性前内側転位が14関節、非復位性外側部分的前方転位が5関節)、外側転位が16関節(2.2%)、内側転位が19関節(2.6%)であった。

T2強調画像において、関節円板に近接して大きさに関わらず骨髄の信号強度より明らかに高く均一な高信号域を認めた場合を、joint effusionありとした。その結果365症例730関節中、joint effusionを線状に認めたものが141関節(19.3%)、面状に認めたものが180関節(24.7%)、評価不能が44関節(6.0%)であり、joint effusionを認めないものが365関節(50.0%)であった。

結 言

顎関節内障とは、関節円板と下顎頭及び関節結節関節面との位置的関係の異常とされている¹⁾。最近では、関節円板の位置異常および位置異常によって惹起される一連の機能的・器質的障害と定義され²⁾、臨床診断名として一般的に使用されるようになりつつある。

顎関節内障の診断には、従来は顎関節腔造影が施行されてきたが、近年では磁気共鳴画像(magnetic resonance imaging, 以下MRI)装置の普及に伴い、電離放射線被曝がなく軟組織のコントラスト分解能が高く、任意の断面での撮像が容易といった特性が顎関節へ応用されるようになり、cadaverや顎関節腔造影との比較の結果から高い診断精度を有することが報告されるようになった³⁻⁷⁾。

当講座でも1992年より顎関節内障の画像診断にMRIを採用し、その後1994年4月より新潟こぼり病院のMRI装置を利用するようになり、以来1996年4月までにのべ365症例(開口位が撮像不可能であった症例や著明なアーティファクト等で関節円板を全く評価不能であった症例は除外)の撮像および診断を行ってきた。この間に、撮像時間の短縮と画質の向上とを目的に徐々に撮像条件の変更を行ってきた。

本稿では、当講座における顎関節内障のMRI診断における撮像条件の検討および所見の評価項目とその意義ならびに問題点について述べる。

1. 使用した機器と撮像方法

撮像装置はSIEMENS社製MAGNETOM IMPACT(1.0T)を使用し、コイルはヘッドコイルを用いた。すべての撮像面においてスライス厚は3mmでスライスギャップレスとした。

撮像面は、閉口位にてまず冠状断の位置決め画像撮像後に軸位断を11スライス撮像し、この軸位断上で下顎頭が最大となるスライスを選択し、下顎頭長軸に対し垂直

になるように矢状断の撮像面を決定し右・左各7スライスを同時に撮像をおこない、さらに軸位断上で左右下顎頭の中心点間を通る線に平行になるように冠状断の撮像面を決定し、11スライスを撮像した。さらに、開口位設定後に軸位断の位置決め画像を撮像し、再び下顎頭長軸に対し垂直に矢状断の撮像面を決定し右・左各7スライスを同時に撮像を行った。

撮像パラメータは、軸位断についてはT1強調画像(TR/TE=600/20ms, NEX=3, FOV=210mm, matrix=256×256, 撮像時間4分8秒)を採用した。これは、最初の撮像においてはスクリーニング的に他疾患の有無を検出することが非常に重要であり、このためには解剖学的構造の評価にT1強調画像が最も有利と考えられるためである。さらに腫瘍などが示唆された場合に経静脈的造影の追加による質的診断も可能となる。なお、TRはrepetition timeの、TEはecho timeの、NEXはnumber of excitation(加算回数)の、FOVはfield of viewの略である。

矢状断・閉口位については、初期にはconventional spin echo(CSE)法によるT1強調画像(TR/TE=500/20ms, NEX=4, FOV=150mm, matrix=256×192, 撮像時間6分27秒)とfast spin echo(FSE)法によるsingle echoのT2強調画像(TR/TE=2900/119ms, NEX=4, FOV=150mm, matrix=256×240, 撮像時間4分13秒)を使用したが、1995年2月よりT1強調画像をFSE法によるプロトン密度強調画像(TR/TE=2500/22ms, NEX=3, FOV=150mm, matrix=256×190, 撮像時間4分51秒)に変更した(表1)。なお、プロトン密度強調画像撮影時にはdouble echoにより同時にT2強調画像(TR/TE=2500/90ms)の情報も得られるが、S/N(信号対雑音比)がsingle echoに比して画像上明らかに低下することから、閉口位ではFSE法によるsingle echoのT2強調画像はそのまま残した(TRのみ3900msに変更した)。

矢状断・開口位については初期は閉口位と同一のT1

強調画像であったが、FSE法への変更後には撮像時間を節約するために加算回数を1回に減じるとともに、double echoのT2強調画像も採用した（TR/TE=2500/22および2500/90ms, NEX=1, FOV=150mm, matrix=256×190, 撮像時間1分41秒）。これにより開口位でのT2の情報も得ることが可能となった。

冠状断については、初期はCSE法によるT1強調画像（TR/TE=500/20ms, NEX=3, FOV=210mm, matrix=256×256, 撮像時間3分27秒）であったが、矢状断同様、FSE法によるプロトン密度強調画像（TR/TE=2500/22ms, NEX=2, FOV=210mm, matrix=256×250, 撮像時間3分35秒）に変更した。

CSEによる撮像プロトコールとFSE採用後の撮像プロトコールを表1に示す。

開口位の開口量は、厚み約4mmの割り箸を長さ4cm程度に切断したものを重ねて輪ゴムで固定し、上下切歯切縁間で咬ませて設定した。持続して開口可能な最大開口量として患者に様子を聞きながら4mm単位で調整したが、瞬間的な最大開口量と比較すると常に数mm以上少ない数値とならざるを得なかった。

2. 所見の評価項目

(1) 関節円板の明瞭さ

3名の画像診断医が主観的に評価したものを明瞭・比較的明瞭・やや不明瞭・不明瞭の4段階に読み代えて評価した。

(2) 関節円板の位置

関節円板位置異常の判定基準は、矢状断については、Westessonら⁹⁾の分類に従い、後方肥厚部が下顎頭に対し12時の位置の場合は上方位、12時より前方の場合は前方位（外側あるいは内側で部分的に前方位であれば部分的な前方位、内外側を通じて前方位であれば完全前方位）とした。冠状断については、Katzbergら⁹⁾の分類に従い、矢状断で上方位で下顎頭内外側極を越える位置異常が認められた場合は内側転位あるいは外側転位（sideways displacement）とし、矢状断での前方位を伴っていた場合は前内側転位あるいは前外側転位（rotational displacement）とした。

また、矢状断・開口位にて下顎頭と関節結節の間に関節円板の中央狭窄部が位置する場合を上方位とし、これよりも円板が前方に位置していれば前方位とした。これにより、閉口位で上方位であり開口位でも上方位であれば位置異常なし、閉口位で前方位であり開口位で上方位であれば復位性前方転位、閉口位・開口位ともに前方位であれば非復位性前方転位と判定した。

(3) 関節円板の形態

関節円板の形態の評価は、Westessonら⁹⁾およびMurakamiら¹⁰⁾の分類を参考に、biconcave（凹レンズ状）、biplanar（平坦）、reversed（前方肥厚部の腫大）、enlargement of posterior band（後方肥厚部の腫大）、folded（屈曲変形）、deformed（著明な変形）、評価不能に分類した。

表1 撮像条件

下顎位	撮像方向	スライス厚 (mm)	撮像枚数	TR (ms)	TE (ms)	NEX	FOV (mm)	Matrix	所要時間	
CSEによる撮像プロトコール (1994/4～1995/2)										
1	閉口位	位置決め冠状断	3	3	200	15	1	250	256×156	00:54
2	閉口位	軸位断	3	11	600	20	3	210	256×256	04:08
3	閉口位	矢断断	3	5×2	500	20	4	150	256×192	06:27
4	閉口位	矢断断	3	5×2	2900	119	6	150	256×240	04:41
5	閉口位	冠状断	3	11	500	20	3	210	256×256	03:27
6	開口位	位置決め軸位断	3	3	200	15	1	210	256×256	00:30
7	開口位	矢断断	3	5×2	500	20	4	150	256×256	04:35
									24:42	
FSE採用後の撮像プロトコール (1995/2～)										
1	閉口位	位置決め冠状断	3	3	200	15	1	250	256×256	00:54
2	閉口位	軸位断	3	11	600	20	3	210	256×256	04:08
3	閉口位	矢断断	3	7×2	2500	22/90	3	150	256×190	04:51
4	閉口位	矢断断	3	7×2	3900	119	4	150	256×240	04:13
5	閉口位	冠断断	3	11	2500	22/90	2	210	256×250	03:35
6	開口位	位置決め軸位断	3	3	200	15	1	210	256×256	00:30
7	開口位	矢断断	3	7×2	2500	22/90	1	150	256×190	01:41
									19:52	

TR=repitition time, TE=echo time, NEX=number of excitations, FOV=field of view

このうち, biconcave, biplanar, reversed は後3者と比較して著明な変形とは判断できないため, 今回の検討では変形なしとして一括した。

(4) joint effusion

T2強調画像において, 関節円板に近接して大きさに問わず骨髄の信号強度より明らかに高く均一な高信号域を認めた場合を, joint effusion ありとした。その形態や範囲は点状・線状・帯状・三日月状・逆三角形の面状と多彩であったが, 今回の検討では点状あるいは線状を線状とし, 帯状以上に大きい場合をすべて面状に大別した。また, 撮像条件の不良や体動により高信号域の有無を評価不能であった場合を評価不能とした。

3. 撮像した症例における評価項目の結果

1994年4月から1996年4月までの間に撮像した顎関節症例のうち今回の検討対象としたのはのべ365症例であり, 2回撮像したのは8例であった。これら8例については臨床症状の変化などの理由により2回目の撮像が行われているため, 同一症例の重複は除外しなかった。3回以上撮影した症例はなかった。また, 開口位が撮像不可能であった症例や著明なアーティファクト等で関節円板を全く評価不能であった症例は対象から除外した。

365症例の内訳は, 女性296例(81%)・男性69例(19%), 年齢は最高75歳・最低9歳・平均27.2歳であった。

(1) 関節円板の明瞭さ

365症例730関節において, 明瞭269関節(36.8%), 比較的明瞭219関節(30.0%), やや不明瞭137関節(18.8%), 不明瞭105関節(14.4%)であった。これらをCSE法のT1強調画像(CSE-T1)による撮像とFSE法のプロトン密度強調画像(FSE-PD)による撮像とに分け, それぞれにおける関節円板の描出のされ方を比較した。

365症例730関節中, 矢状断をCSE-T1により撮像したのは121症例242関節(33.0%)であり, FSE-PDにより撮像したのは244症例488関節(67.0%)であった。CSE-T1の242関節中, 明瞭が78関節(32.2%), 比較的明瞭が84関節(34.7%), やや不明瞭が47関節(19.4%), 不明瞭が33関節(13.6%)であった。一方, FSE-PDの488関節中, 明瞭が191関節(39.1%), 比較的明瞭が135関節

(27.7%), やや不明瞭が90関節(18.4%), 不明瞭が72関節(14.8%)であった(表2)。

関節円板の明瞭さの主観的評価において, 明瞭の占める割合がFSE-PDでやや多い傾向はみられたものの, CSE-T1とFSE-PDとの間に統計学的な有意差は認め

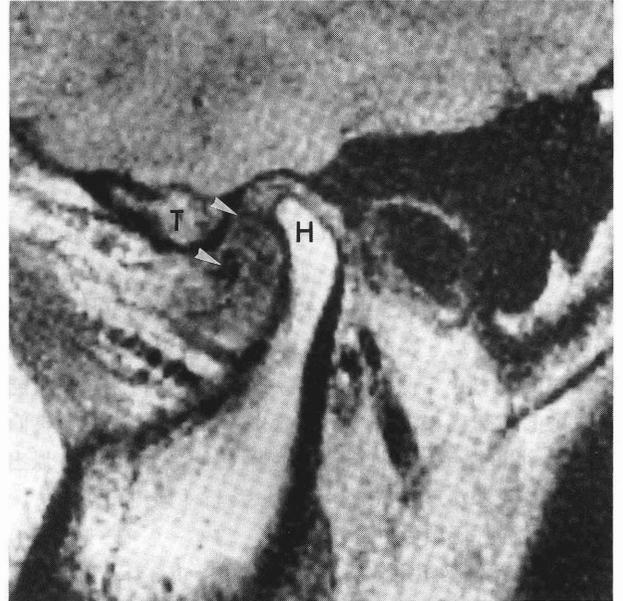


図1a: CSE法による閉口位矢状断MRIT1強調画像(TR = 500, TE = 20)。前方転位した関節円板は比較的低信号の領域として描出されている(矢頭)。中央狭窄部が判然とせず, 円板全体の形態が把握困難である点に注意。なお, 向かって左側が前方であり, 下顎頭をHで, 関節結節をTで示す。

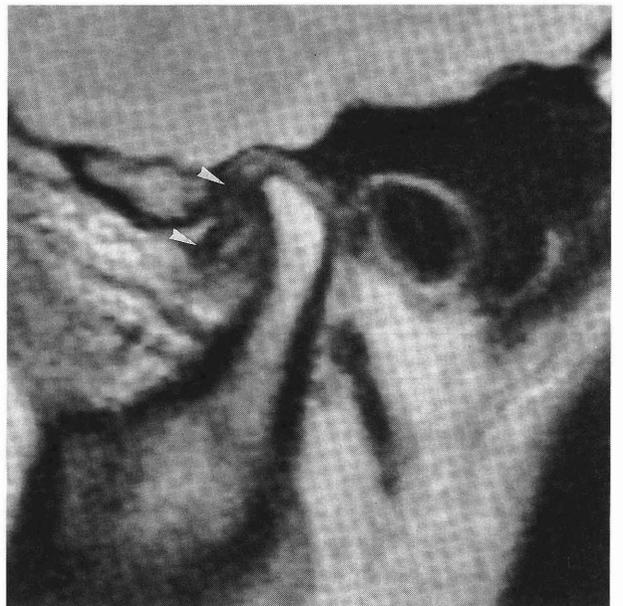


図1b: 図1aと同一関節のFSE法による閉口位矢状断MRIプロトン密度強調画像(TR = 2500, TE = 22)。CSE-T1同様, 関節円板は比較的低信号の領域として描出されている(矢頭)。関節円板の全体像がより明瞭である。

表2 関節円板の明瞭さの主観的評価

	CSE-T1	FSE-PD	計
明瞭	78	191	269 (36.8%)
比較的明瞭	84	135	219 (30.0%)
やや不明瞭	47	90	137 (18.8%)
不明瞭	33	72	105 (14.4%)
計	242	488	730

— NS —

NS: 統計学的に有意差なし

られなかった。

同一症例における、CSE-T1と FSE-PD の比較を図 1 に示す。

(2) 関節円板の位置

365症例730関節中、位置異常なしが253関節(34.7%)、復位性前方転位が230関節(31.5%)、非復位性前方転位が212関節(29.0%)、外側転位が16関節(2.2%)、内側転位が19関節(2.6%)であった。復位性前方転位をさらに細分すると、復位性前方転位が105関節、復位性前外側転位が36関節、復位性前内側転位が8関節、復位性外側部分的前方転位が67関節、復位性内側部分的前方転位が14関節であった。非復位性前方転位を細分すると、非復位性前方転位が145関節、非復位性前外側転位が48関節、非復位性前内側転位が14関節、非復位性外側部分的前方転位が5関節であった(表3)。

位置異常のない関節の1例を図2に、復位性前方転位の1例を図3に、非復位性前方転位の1例を図4に、外側転位の1例を図5に、内側転位の1例を図6に、外側部分的前方転位の1例を図7に、それぞれ示す。

(3) 関節円板の形態

365症例730関節中、円板変形なしが550関節(75.3%) (内訳は、biconcave が489関節、biplanar が34関節、reversed が27関節)、後方肥厚部の腫大が45関節(6.2%)、屈曲変形が56関節(7.7%)、著明な変形が48関節(6.6%)、評価不能が31関節(4.2%)であった(表4)。

表3 関節円板位置異常の判定

	右側	左側	計
位置異常なし	126	127	253 (34.7%)
復位性前方転位	119	111	230 (31.5%)
前方転位	52	53	105 (14.4%)
前外側転位	19	17	36 (4.9%)
前内側転位	5	3	8 (1.1%)
外側部分的			
前方転位	34	33	67 (9.2%)
内側部分的			
前方転位	9	5	14 (1.9%)
非復位性前方転位	104	108	212 (29.0%)
前方転位	72	73	145 (19.9%)
前外側転位	20	28	48 (6.6%)
前内側転位	9	5	14 (1.9%)
外側部分的			
前方転位	3	2	5 (0.7%)
内側部分的			
前方転位	0	0	0
外側転位	8	8	16 (2.2%)
内側転位	8	11	19 (2.6%)
計	365	365	730

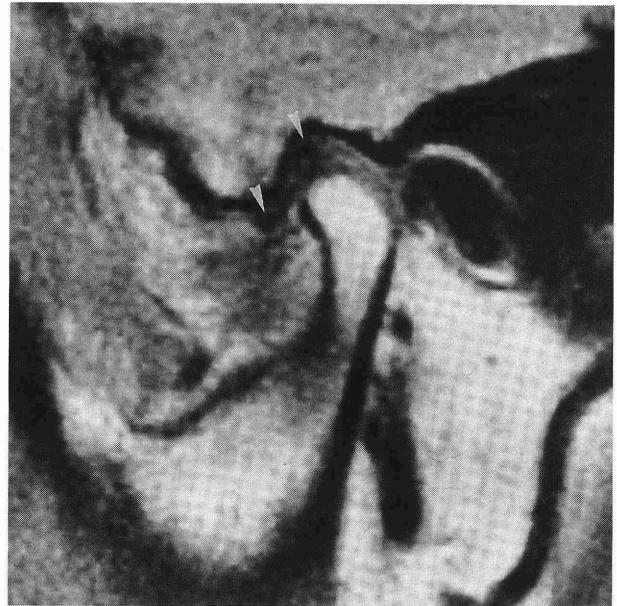


図2a: 位置異常のない顎関節の閉口位矢状断MRIプロトン密度強調画像(TR = 2500, TE = 22)。後方肥厚部(後方の矢頭)は下顎頭直上に位置しており、形態は biconcave である。

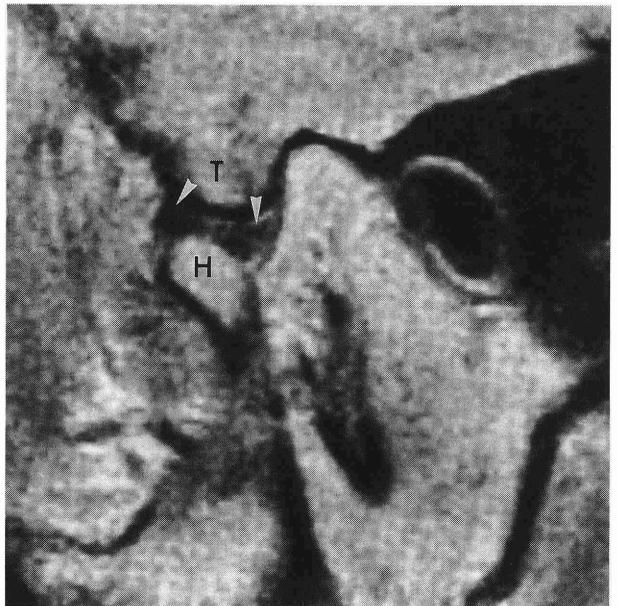


図2b: 図2aの開口位。下顎頭・関節円板ともに関節結節下端を越え前進し、関節円板は下顎頭と関節結節とに挟まれて認められる(矢頭)。閉口位よりも biconcave の形態が明瞭である点に注意。下顎頭をHで、関節結節をTで示す。

屈曲変形の1例を図8に、著明な変形の1例を図9に示す。なお、後方肥厚部の腫大は図4で認められる。

(4) joint effusion

365症例730関節中、joint effusionを認めないものが365関節(50.0%)、線状に認めたものが141関節(19.3%)、



図 3a：復位性関節円板前方転位の閉口位矢状断 MRI プロトン密度強調画像 (TR=2500, TE=22)。後方肥厚部(後方の矢頭)は下顎頭前方に位置している。形態は biconcave である。

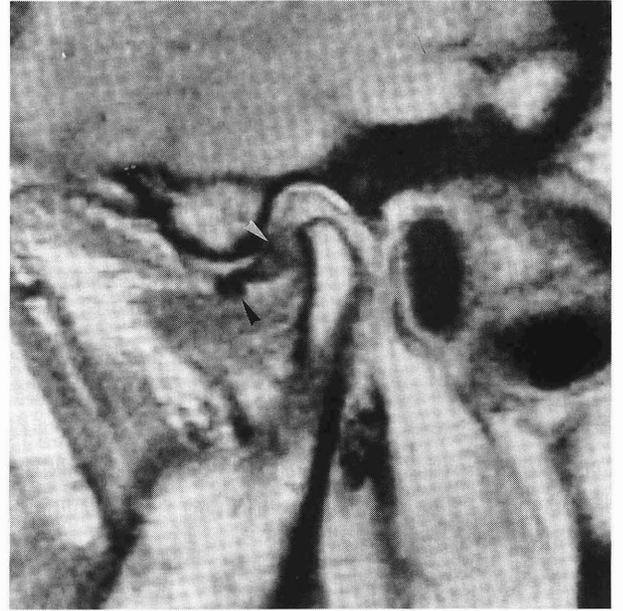


図 4a：非復位性関節円板前方転位の閉口位矢状断 MRI プロトン密度強調画像 (TR=2500, TE=22)。後方肥厚部(後方の矢頭)は下顎頭前方に位置し、信号強度がやや高く、腫大している。

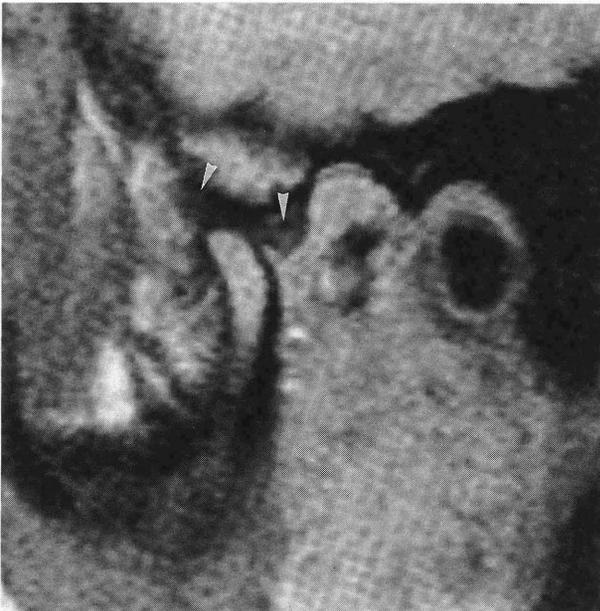


図 3b：図 3a の開口位。下顎頭・関節円板ともに関節結節下端を越え前進し、関節円板は下顎頭と関節結節とに挟まれて認められる(矢頭)。

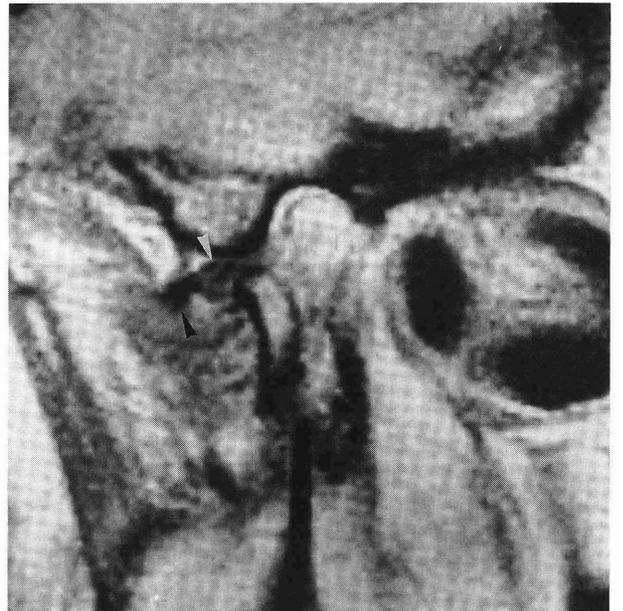


図 4b：図 4a の開口位。下顎頭・関節円板ともに前進しているが、下顎頭は関節結節下端を越えない。後方肥厚部(後方の矢頭)は依然下顎頭前方に位置している。

面状に認めたものが180関節 (24.7%)、評価不能が44関節 (6.0%) であった (表5)。

線状の joint effusion の1例を図10に、面状の joint effusion の1例を図11に示す。

(5) 関節円板の明瞭さと関節円板の位置との関係

関節円板の位置については、閉口位において上方位の場合を「円板転位なし」とし、後方肥厚部が下顎頭上方

より前方に位置した場合をすべて「円板転位あり」とした。内側転位・外側転位については対象から除外した(対象は695関節)。関節円板の明瞭さをそれぞれ評価した結果、「円板転位なし」と判定した253関節中、明瞭が64関節、比較的明瞭が80関節、やや不明瞭が59関節、不明瞭が50関節であったのに対し、「円板転位あり」と判定した442関節中、明瞭が190関節、比較的明瞭が135関節、やや

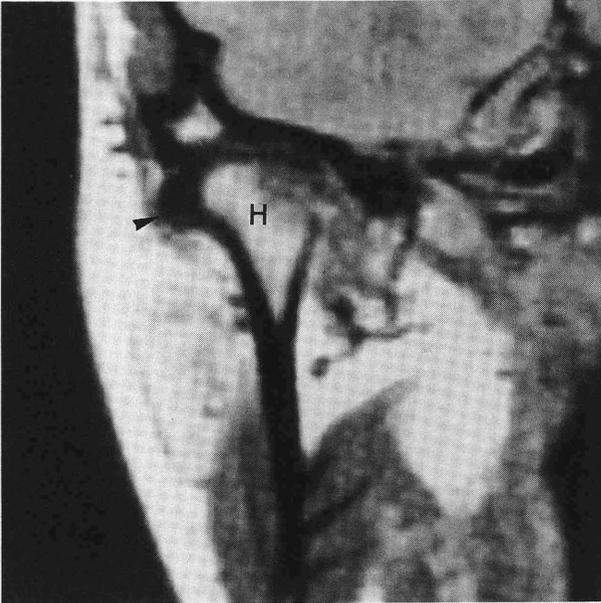


図5：関節円板外側転位の閉口位冠状断MRIプロトン密度強調画像(TR = 2500, TE = 22)。下顎頭外側極を越える関節円板転位を認める(矢頭)。なお、閉口位矢状断では前方転位は認められなかった。下顎頭をHで示す。

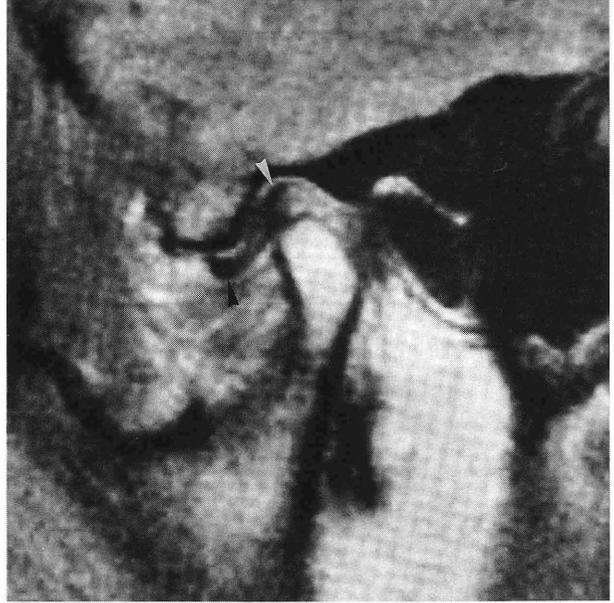


図7a：関節円板外側部分的な前方転位の閉口位矢状断MRIプロトン密度強調画像(TR = 2500, TE = 22)。下顎頭中央部のスライス面では、後方肥厚部は下顎頭直上に位置しており(後方の矢頭)、前方転位の所見はない。

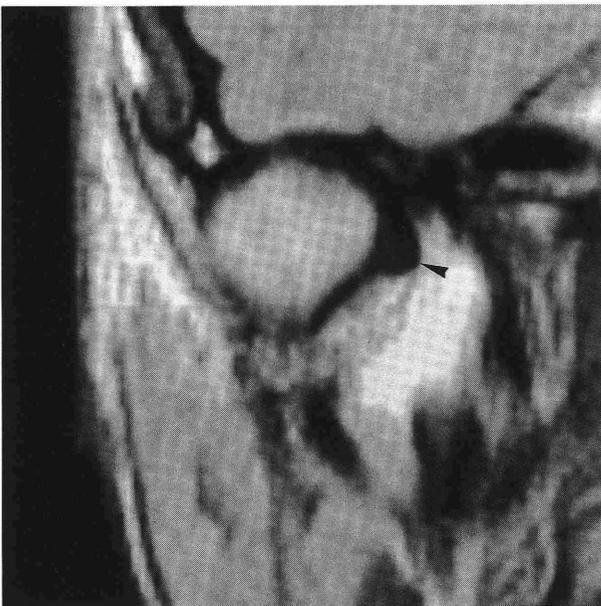


図6：関節円板内側転位の閉口位冠状断MRIプロトン密度強調画像(TR = 2500, TE = 22)。下顎頭内側極を越える関節円板転位を認める(矢頭)。なお、閉口位矢状断では前方転位は認められなかった。

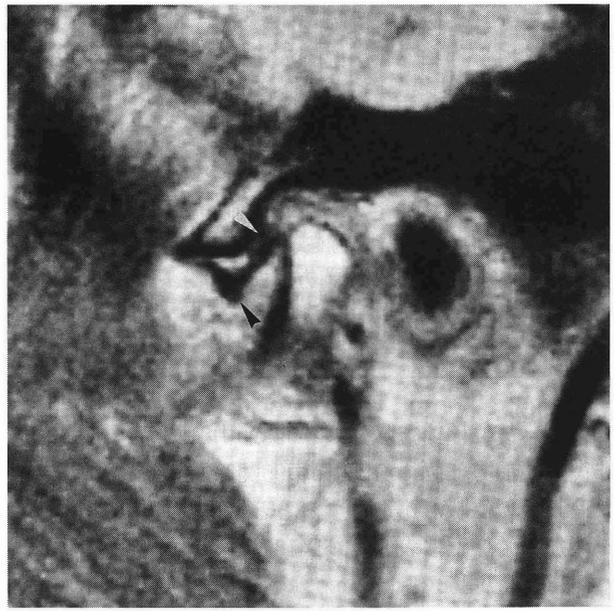


図7b：図7aの外側寄りのスライス面。後方肥厚部は下顎頭前方に位置しており(後方の矢頭)、前方転位の所見。

不明瞭が69関節、不明瞭が48関節であった(表6)。カイ自乗検定により、円板転位の有無と関節円板の明瞭さとの間に、統計学的な有意差を認めた($P < 0.001$)。

(6) 関節円板形態と円板転位との関係

表7及び図12に示す如く、位置異常なし、復位性前方転位、非復位性前方転位と円板転位状況が進行すると

もに、後方肥厚部の腫大、屈曲変形、著明な変形の割合はいずれも増加していた。

(7) joint effusion と円板転位との関係

線状の joint effusion は、位置異常なしの253関節中51関節(20.2%)、復位性前方転位の230関節中36関節(15.7%)、非復位性前方転位の212関節中49関節(23.1%)と、いずれにも大差なく認められた。一方線状の joint effusion は、位置異常なしの場合には全く認め

表4 関節円板の形態

	右側	左側	計
変形なし	280	270	550 (75.3%)
後方肥厚部の腫大	25	20	45 (6.2%)
屈曲変形	22	34	56 (7.7%)
著明な変形	21	27	48 (6.6%)
評価不能	17	14	31 (4.2%)
計	365	365	730

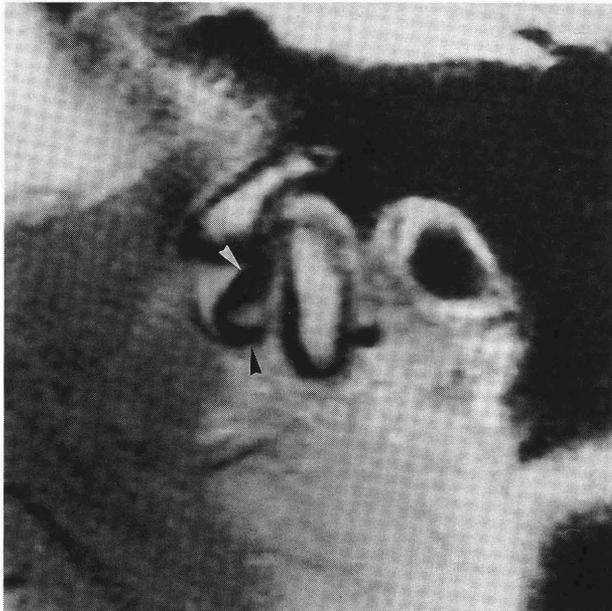


図8：関節円板の屈曲変形を来した前方転位の閉口位矢状断 MRI プロトン密度強調画像(TR = 2500, TE = 22)。関節円板は中央狭窄部で著明に前方に折れ曲がり、「く」の字の形態を呈している(矢頭)。後方肥厚部(後方の矢頭)は腫大している。

られず、復位性前方転位の230関節中81関節(35.2%)、非復位性前方転位の212関節中95関節(44.8%)に認められ、円板転位状況が進行するとともに明らかにその割合が増加していた(表8及び図13)。

考 察

(1) 関節円板の検出における CSE-T1 と FSE-PD との比較

顎関節内障の画像診断は、通常のX線写真では関節円板を直接的に描出不能であるため、これまで顎関節腔造影が行われてきた。しかしこの方法は手技に熟練を要し、かつ侵襲的な検査法であった。

一方、MRI は非侵襲的であり、X線検査に不可避の電離放射線被曝がなく、軟組織のコントラストに優れ任意の方向の撮像を患者体位を変えずに可能という多

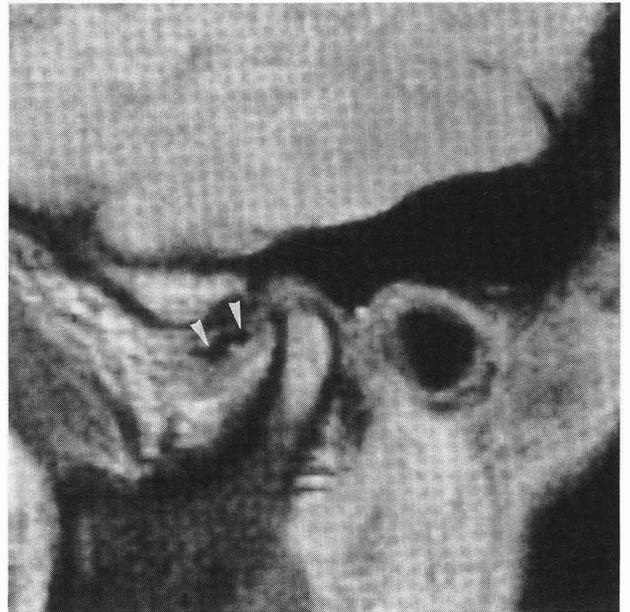


図9：関節円板の著明な変形を来した前方転位の閉口位矢状断 MRI プロトン密度強調画像(TR = 2500, TE = 22)。関節円板は下顎頭前端から離れており、波打つように変形している(矢頭)。

表5 joint effusion の程度

	右側	左側	計
なし	183	182	365 (50.0%)
線状	71	70	141 (19.3%)
面状	89	91	180 (24.7%)
評価不能	22	22	44 (6.0%)
計	365	365	730



図10：線状の joint effusion を認める関節の閉口位矢状断 MRIT2強調画像(TR = 3900, TE = 119)。関節円板上縁から関節結節下縁にかけて線状の高信号域を認める(矢頭)。

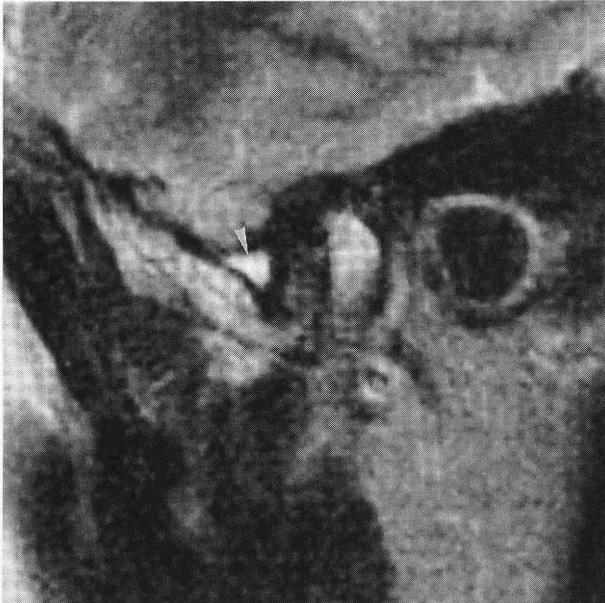


図11：面状の joint effusion を認める関節の閉口位矢状断 MRIT2 強調画像 (TR = 3900, TE = 119)。関節円板前方に、逆三角形の高信号域を認める (矢頭)。

表 6 関節円板の明瞭さと円板転位との関係

関節円板の明瞭さ	関節円板転位		計
	なし	あり	
明瞭	64	190	254
比較的明瞭	80	135	215
やや不明瞭	59	69	128
不明瞭	50	48	98
計	253	442	695

┌ P < 0.001 ┐

P < 0.001 : 0.1%以下の危険率で有意差あり

表 7 関節円板形態と円板転位との関係

関節円板形態	関節円板転位				計
	N	ADWR	ADNR	その他	
変形なし	241	184	96	29	550
後方肥厚部の腫大	0	13	32	0	45
屈曲変形	0	21	34	1	56
著明な変形	0	6	42	0	48
評価不能	12	6	8	5	31
計	253	230	212	35	730

N : 関節円板位置異常なし
ADWR : 復位性前方転位
ADNR : 非復位性前方転位

くの利点を有している。このため、機器の普及とともに最近では顎関節内障の画像診断の第1選択となりつつある。

その診断精度については、Tasaki¹¹⁾による矢状断と

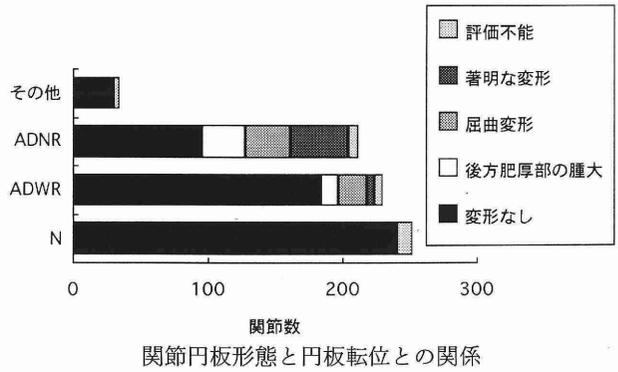
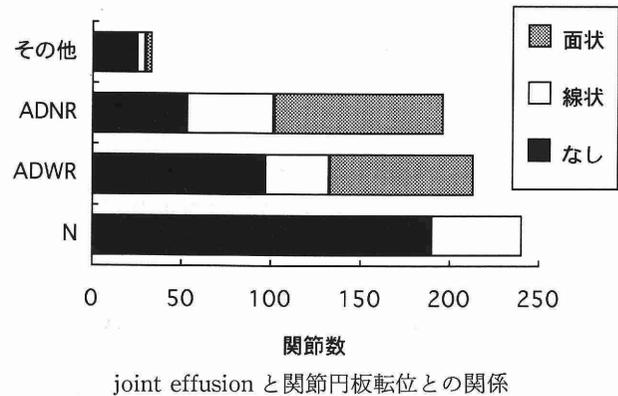


表 8 joint effusion と円板転位との関係

joint effusion の程度	関節円板転位				計
	N	ADWR	ADNR	その他	
なし	190	97	53	25	365
線状	51	36	49	5	141
面状	0	81	95	4	180
評価不能	12	16	15	1	44
計	253	230	212	35	730

N : 関節円板位置異常なし
ADWR : 復位性前方転位
ADNR : 非復位性前方転位



冠状断併用による検討では、cadaver の55関節の検討により、関節円板位置異常について accuracy 95% (sensitivity 90%, specificity 100%), 形態異常について95%と述べており、顎関節造影に勝るとも劣らない精度を有していることが報告されている。

しかし、同じ MRI といえども、画像に影響を与える因子は磁場強度や使用コイル、ソフトウェアなど多岐にのぼるため、撮像条件を一律に決定できず、その施設ごとに画像診断上最適と考えられる条件を模索し検討する必要がある。

従来、顎関節内障の診断には、解剖学的構造の評価が容易な T1強調画像が利用されてきたが、最近では、プロ

トン密度強調画像が利用されることが多くなった。中里ら¹²⁾が指摘しているように、関節円板周囲の軟部組織の信号はTR=500~600程度のshort TRよりもTR=1,000~2,000程度のlong TRの方がよりhigh signalとなり、low signalを示す関節円板との組織コントラストが明瞭になることから、同一条件において関節円板をより明瞭に描出しようするのはプロトン密度強調画像の方と考えられる。しかし、TRの延長は撮像に要する時間の延長に結びつくため、加算回数の減少などでこれに対処し、その結果画質の低下を余儀なくされていた。しかし、最近の高速スピネコー (fast spin echo, FSE) 法などの高速撮像法の開発により、画質低下を抑えつつ撮像時間の延長なくlong TRの撮像を得られることが可能となり、同時にT2の情報も得られる有利さから、現在ではT1強調画像にとって代わりつつある。

Raoら¹³⁾による、25症例の50関節の同一症例による矢状断のconventional spin echo (CSE) 法によるT1強調画像とdual-echoのFSE法との比較によれば、①関節円板の描出能は22関節(44%)で同等、26関節(52%)でFSEが優れ、2関節(4%)でCSEが優れていた、②FSEでは、付加的情報として17関節のjoint effusionを検出できた、以上の結果より、円板転位診断においてFSEはCSEと同等以上であり、さらにT2強調画像の情報も撮像時間の延長なく得ることができることから、CSEをFSEに置き換える方向に進むべきであると示唆している。

われわれの検討では、関節円板の描出の明瞭さを主観的に評価した結果では、CSE-T1とFSE-PDとの間に有意な差は認められなかった。これは、同一症例による同時比較ではないため、画像診断医の主観的判断に偏りが生じたことが原因と思われるが、加えて、円板転位を認める関節に統計学的に有意に円板が明瞭に描出された今回の結果からすると、撮像条件よりもむしろ症例による差、すなわち円板転位状態の差の方が描出の明瞭さにより大きな影響を与えているものと思われる。

T2の情報が得られる点も含めると、顎関節内障の診断に限れば、FSE-PDへの移行は当然と思われる。しかし、T2において脂肪抑制が不十分であるというFSE特有の弱点があり、下顎頭や関節結節の骨髄の信号強度を評価する場合には、この点を常に配慮する必要があるものと考えられる。

(2) 関節円板の位置について

円板転位の頻度順からすると、非復位性前方転位145関節(19.9%)、復位性前方転位105関節(14.4%)、復位性外側部分的前方転位67関節(9.2%)、非復位性前外側転位48関節(6.6%)、復位性前外側転位36関節(4.9%)、復位性内側部分的前方転位14関節(1.9%)、非復位性前内側転位14関節(1.9%)、復位性前内側転位8関節

(1.1%)、非復位性外側部分的前方転位(0.7%)の順であった。下顎頭の内外側を問わず関節円板が前方に位置し下顎頭内外側極を越えない前方転位が最多であったが、これに次いで、下顎頭外側寄りの転位が内側寄りの転位よりも高い頻度の傾向にあった。

下顎頭内外側極を越える転位については、前方転位を伴わない外側転位が16関節(2.2%)、内側転位が19関節(2.6%)に認められ、前方転位を伴う前外側転位が復位性36関節・非復位性48関節で計84関節(11.5%)、前内側転位が復位性8関節・非復位性14関節で計22関節(3.0%)に認められた。

円板前方転位所見に加えて、側方への転位を評価することは治療方針を決定するうえで重要と思われる。Katzbergら⁹⁾はfresh autopsy specimenの3mmスライス厚の矢状断および冠状断MRI像とcryosectionの比較により、83%の精度で内外側転位を検出したとしている。また37例61関節の臨床的検討では、内外側転位は16関節(26%)に認められたとしている。一方、末永ら¹⁴⁾は82例122関節の検討の結果、側方転位(sideways displacement)は3関節(2%) (うち外側転位1関節・内側転位2関節)に観察され、前方転位を伴う側方転位(rotational displacement)は33関節(26%) (うち外側転位16関節・前内側転位16関節)に認められたとしている。

今回のわれわれの検討では、末永らの報告と比較するとsideways displacementの頻度がやや高く、rotational displacementの頻度がやや少ない傾向にあったが、前者に対し後者がやや多いという傾向は同様であった。

なお、内外側転位を評価するには下顎頭の内外側極が基準とされているが、下顎頭が非常に小さく変形の著明な場合には内外側極が判然としないことが少なくないため、この基準が適切かどうか今後議論される必要があるように思われる。

開口位での開口量については、持続して開口可能な最大開口量であり、瞬間的な最大開口量よりも常に数mm以上少ない数値である。このため、MRI撮像時に設定した開口量よりもさらに大開口量において臨床症状に変化(たとえばクリックの発生)がみられる場合には、診断は臨床的に修正される必要がある。今後さらに撮像法が進歩し、動画が撮像可能になることが期待される。

(3) 関節円板の形態について

前述のように、Tasakiら¹¹⁾は、円板形態異常の診断精度は95%と報告している。

われわれの検討では、関節円板転位との関係において、復位性前方転位、非復位性前方転位と円板転位状況が進行するに従い、円板変形ありと判断される関節の占める割合が増加していたが、円板変形なしは評価不能の一部

症例を除き円板転位のない関節のすべてに認められる一方で、非復位性前方転位の関節でも半数弱に認められた。この傾向は Murakami ら¹⁰⁾の報告と同様であり、彼らは変形した円板の大部分(76%)が非復位性完全前方転位に認められる一方で、位置異常のない関節には円板変形を認めなかったことより、関節円板変形は円板転位後に発現すると結論している。今回の結果からも同様の推測が可能と考えられる。

(4) joint effusion について

高橋ら¹⁵⁾によれば、effusion は滲出液と訳され、血管またはリンパ管から組織内や腔内への液体の漏出とされている。Schellhas ら¹⁶⁾は顎関節における T2強調画像上の高信号域を effusion として報告し、この時点から effusion の用語が一般的に用いられるようになった。彼らは effusion と関連した円板と靭帯の炎症性肥厚が開咬をもたらし、また関節円板転位の原因ともなると考察しているが、高橋らは、こうした概念に疑問を投げかけており、特に、① effusion の判定基準が不明確、② effusion が液性成分である実証がない、③ effusion と病変の進行との関連についての実証がない、という点における不明確さを指摘している。

われわれの判定基準は、T2強調画像において、関節円板に近接して大きさに関わらず骨髄の信号強度より明らかに高く均一な高信号域を認めた場合を effusion ありとしたが、線状の effusion は、位置異常なしの20.2%、復位性前方転位の15.7%、非復位性前方転位の23.1%と、いずれにも大差なく認められた。このことは、Westesson ら¹⁷⁾が指摘しているように、点状あるいは線状の effusion には明らかな病的意義のない場合が含まれている可能性が高いものと思われる。

円板転位との関係については、高橋らは、150例288関節について、閉口位における関節円板の前後的位置と effusion との関連を検討した結果、円板前方転位が顕著なほど effusion は高頻度に認められ両者の関係は非常に強いことが示唆され、①関節包または外側靭帯が前下方に張り出している、②関節円板は上関節腔の拡大を伴いつつ前方肥厚部が下方に落ち込む、③主に上関節腔に effusion が生じている所見が特徴的にみられた、としており、これらの所見から、円板転位に伴い、関節部外側で関節包のたるみが生じ、円板前方部で支持が失われて下垂しそのために拡大した上関節腔前方嚢に二次的に滑液貯留あるいは滑膜肥厚が生じた場合が多いと考えるのが自然、としている。

今回のわれわれの検討では、前述のように線状の effusion は関節円板転位状況とは無関係に一定の頻度で認められたが、面状の effusion は、位置異常なしの場合には全く認められず、復位性前方転位の35.2%、非復位性前方転位の44.8%に認められ、円板転位状況が進行す

るとともに明らかにその割合が増加していた。この結果は高橋らの考察と一致する傾向と思われ、転位した円板の位置が effusion の大きさを規定する重要な要因であることを示唆しているものと思われる。

なお、膝関節では、造影剤を投与しない T1および T2強調画像のみでは、滑膜炎(肥厚した滑膜)と effusion との区別は不可能とされている¹⁸⁾。顎関節においても経静脈的造影により effusion を液体貯留部と滑膜とに区別可能だが、T2強調画像のみでは両者を区別不能と指摘されており¹⁹⁾、今後はより小さな effusion においても、dynamic enhance による液体貯留と滑膜との判別による病態解明が期待される。

今回は臨床症状との対比は行っていないが、effusion と顎関節部痛との相関関係についてはさまざまな報告がなされている。Westesson ら¹⁷⁾は、痛みの強い関節ではその46%に、痛みの少ない関節ではその13%にそれぞれ effusion を認めたことより、顎関節部痛と effusion との強い相関関係を示唆している。しかし、今回のわれわれの結果と同様に、彼らも復位性転位の40%、非復位性転位の50%に effusion を認めており、円板転位と effusion とを切り離して考えることはできないことは明らかであり、単に effusion の大小のみを痛みの指標とするには問題があるものと思われる。今後は関節円板動態や臨床経過とともに総合的に検討が加えられる必要がある。

(5) その他

MRI による関節円板穿孔や癒着の診断は極めて困難とされている。末永ら¹⁴⁾は、円板穿孔5例の顎関節腔二重造影断層 X 線像と MRI との比較検討の結果、円板形態・骨変化・開口位における下顎頭と関節結節との位置関係を指標にし、これに臨床症状を加味することで穿孔の診断精度は高まる可能性があるが、大きな穿孔以外は造影法が必要であったと述べている。また、円板癒着6例の顎関節腔二重造影断層 X 線像と MRI との比較検討の結果、癒着については関連した特徴的な所見は見いだせず、確定診断には造影法が不可欠であったとしている。

骨変化の評価については今回の検討では触れなかったが、顎関節内障の概念には関節円板位置異常に関連した骨変化も含まれており、変形性顎関節症とは重複する部分をもつ。骨変化の検出においては、Westesson ら²⁰⁾は15の fresh autopsy specimen の矢状断 CT および MRI を cryosection と比較し、骨変化の正診率は CT が87%に対し MRI は60%であり、骨変化の評価に関しては、MRI は CT に劣るとしている。空間分解能の差からしても皮質骨の骨変化の評価においては CT よりも劣るものと思われるが、海綿骨の骨変化を骨濃度が変化する以前に骨髄の信号強度の変化として検出する可能性があり、今後その診断精度について CT と詳細に比較検討される必要があるものと思われる。

文 献

- 1) Dolwick, M. F. and Riggs, R. R.: Diagnosis and treatment of internal derangements of the temporomandibular joint. *Dental Clin. North Am.*, 27 : 561-572, 1983.
- 2) 上村修三郎, 杉崎正志, 柴田考典: 顎関節小事典. 202-205頁, 日本歯科評論社, 東京, 1990.
- 3) Katzberg, R. W., Schenck, J., Roberts, D., Tallents, R. H., Manzione, J. V., Foster, T. H., Wayne, W. S. and Bessette, R. W.: Magnetic resonance imaging of the temporomandibular joint meniscus. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 59 : 332-335, 1985.
- 4) Katzberg, R. W., Bessette, R. W., Tallents, R. H., Plewes, D. B., Manzione, J. V., Schenck, J. F., Foster, T. H. and Hart, H. R.: Normal and abnormal temporomandibular joint: MR imaging with surface coil. *Radiology*, 158 : 183-189, 1986.
- 5) Schellhas, K. P.: Internal derangement of the temporomandibular joint: Radiologic staging with clinical, surgical, and pathologic correlation. *Magnetic Resonance Imaging*, 7 : 495-515, 1989.
- 6) Helms, C. A. and Kaplan, P.: Diagnostic imaging of the temporomandibular joint: Recommendations for use of the various techniques. *AJR*, 154 : 319-322, 1990.
- 7) Westesson, P.-L. and Paesani, D.: MR imaging of the TMJ: decreased signal from the retrodiskal tissue. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 76 : 631-635, 1993.
- 8) Westesson, P.-L., Bronstein, S. L. and Liedberg, J.: Internal derangement of the temporomandibular joint: Morphologic description with correlation to joint function. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 59 : 323-331, 1985.
- 9) Katzberg, R. W., Westesson, P. -L., Tallents, R. H., Anderson, R., Kurita, K., Manzione, J. V. and Totterman, S.: Temporomandibular joint: MR assessment of rotational and sideways disk displacements. *Radiology*, 169 : 741-748, 1988.
- 10) Murakami, S., Takahashi, A., Nishiyama, H., Fujishita, M. and Fuchihata, H.: Magnetic resonance evaluation of the temporomandibular joint disc position and configuration. *Dentomaxillofacial Radiology* 22 : 205-207, 1993.
- 11) Tasaki, M. M. and Westesson, P.-L.: Temporomandibular joint: Diagnostic accuracy with sagittal and coronal MR imaging. *Radiology*, 186 : 723-729, 1993.
- 12) 中里竜彦, 江原 茂, 玉川芳春, 小早川隆文: MRIと関節造影による顎関節症の評価. *日本医放会誌*, 51 : 912-922, 1991.
- 13) Rao, V. M., Vinitzki, S., Liem, M. and Rapoport, R.: Fast spin-echo imaging of the temporomandibular joint. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, 5 : 293-296, 1995.
- 14) 末永重明, 濱本定俊, 河野一典, 野井倉武憲: MR画像による顎関節症の診断, *歯放33* : 267-279, 1993.
- 15) 高橋 章, 上村修三郎, 西山秀昌, 瀧端 孟: 顎関節症のMRI診断5—Joint effusionのMRによる診断—. *映像情報28* : 63-68, 1996.
- 16) Schellhas, K. P., Wilkes, C. H.: Temporomandibular joint inflammation: comparison of MR fast scanning with T1- and T2-weighted imaging techniques. *AJNR*, 589-594, 1989.
- 17) Westesson, P. -L. and Brooks, S. L.: Temporomandibular joint: Relationship between MR evidence of effusion and the presence of pain and disk displacement. *AJR*, 159 : 559-563, 1992.
- 18) Kursunoglu-Brahme, S., Riccio, T., Weisman, M. H., Resnick, D., Zvaifler, N., Sanders, M. E. and Fix, C.: Rheumatoid Knee: Role of gadopentate-enhanced MR imaging. *Radiology*, 176 : 831-835, 1990.
- 19) Smith, H. J., Larheim, T. A. and Aspestrand, F.: Rheumatic and nonrheumatic disease in the temporomandibular joint: gadolinium-enhanced MR imaging. *Radiology*, 185 : 229-234, 1992.
- 20) Westesson, P.-L., Katzberg, R. W., Tallents, R. H., Sanchez-Woodworth, R. E., Svensson, S. A.: CT and MR of the temporomandibular joint: comparison with autopsy specimens. *AJR*, 148 : 1165-1171, 1987.