

측두하악관절에 대한 cone beam형 전산화단층영상과 자기공명영상의 비교

경희대학교 치의학전문대학원 구강악안면방사선과학교실 및 구강생물학연구소
김규태 · 최용석 · 황의환

Comparison between cone beam computed tomography and magnetic resonance imaging of the temporomandibular joint

Gyu-Tae Kim, Yong-Suk Choi, Eui-Hwan Hwang

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry and Institute of Oral Biology, Kyung Hee University

ABSTRACT

Purpose : To compare and evaluate the diagnostic ability of cone beam computed tomography (CBCT) and magnetic resonance imaging (MRI) of the temporomandibular joint (TMJ).

Materials and Methods : CBCT and MRI of 46 TMJs of 23 patients with TMJ disorders were evaluated. They were divided into 3 groups according to the position of the articular disc of the TMJ at closed mouth position and the reduction of the disc during open mouth position on MRI: no disc displacement group (NDD), disc displacement with reduction group (DDR), and disc displacement without reduction group (DDWR). With PACS viewing softwares, position of mandibular condyle in the articular fossa, osseous change of mandibular condyle, shape of articular fossa, and mediolateral and anteroposterior dimensions of mandibular condyle were evaluated on CBCT and MRI. Each value was tested statistically.

Results : The position of mandibular condyle in the articular fossa were concentric in the NDD, DDR, and DDWR of CBCT and NDD of MRI. However, condyle was positioned posteriorly in DDR and DDWR of MRI. Flattening, sclerosis and osteophyte of the mandibular condyle were much more apparent on DDR of CBCT than MRI. And the erosion of the condyle was much more apparent on DDWR of MRI than CBCT. Box and Sigmoid types of articular fossa were found most frequently in DDR of MRI. Flattened type was found most frequently in DDR of CBCT and deformed type was found most frequently in DDWR of CBCT. No significant difference in mediolateral and anteroposterior dimensions were shown on CBCT and MRI.

Conclusion : Since MRI and CBCT has unique diagnostic imaging ability, both modalities should be used together to supplement each other to evaluate TMJ. (*Korean J Oral Maxillofac Radiol 2008; 38 : 153-61*)

KEY WORDS : Temporomandibular Joint; Mandibular Condyle; Tomography, Cone Beam Computed; Magnetic Resonance Imaging

서 론

두개안면부에 광범위하고 다양한 임상증상을 유발시키는 측두하악관절장애의 정확한 진단과 치료를 위해서는 적절한 영상의학적 검사를 통해 질환의 진행에 따른 측두

하악관절의 형태적, 기능적 변화를 평가하여야 한다.¹⁻³

측두하악관절장애의 정확한 영상의학적 평가를 위해서는 보다 정밀한 해부학적 재현이 가능한 다양한 영상을 이용하여 관절와 내 하악과두의 위치, 골 변화 여부 등의 평가와 함께 관절원반과 이의 주위 조직의 변화를 함께 고려해야 하는데, 측두하악관절에 대한 다양한 영상의학적 검사방법 중 경두개방사선사진, 파노라마방사선사진, 일반 단층사진, 전산화단층영상 등은 골의 변화나 관절와 내 하악과두의 위치 등을 평가하기 위해, 측두하악관절조영사진,

접수일 (2008년 7월 18일), 수정일 (2008년 8월 14일), 채택일 (2008년 8월 18일)
Correspondence to : Prof. Eui-Hwan Hwang
Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Kyung Hee University, 1 Hoegi-dong, Dondaemun-gu, Seoul 130-701, Korea
Tel) 82-2-958-9405, Fax) 82-2-965-1256, E-mail) hehan@khu.ac.kr

Table 1. TR and TE parameters for MR imaging acquisition (* ms)

	TR*	TE*	Purpose
T1 axial localizer	300	8	Horizontal size of condyle Condylar position
T1-weighted sagittal image	400-600	12-14	Osseous change of condyle Shape of articular eminence
Proton density sagittal image	1,500-3,000	15-30	Disc position and shape
SPGR sagittal image	100	14	Reduction of disc

측두하악관절조영 단층사진, 자기공명영상(MRI) 등은 관절 원반의 위치와 형태적 변이, 관절원반 후조직의 변화 등을 평가하기 위해 주로 이용되고 있다.^{4,7} 이러한 영상의학적 검사방법 중 측두하악관절장애의 정확한 영상진단을 위해 이용되는 특수진단영상인 전산화단층영상은 미세한 골 변화의 관찰에는 우수하나, 측두하악관절의 시상면 단층영상의 획득이 어렵고, 다면재구성영상에서 직육면체 형태의 체적소로 인한 영상의 왜곡이 발생하며,⁸ 자기공명영상은 측두하악관절의 연조직 관찰에는 우수하나, 미세한 골 변화나 관절원반의 천공 여부 관찰에는 부적절하다.⁹

최근 영상의학의 발전으로 치과영역의 영상진단에 유용한 cone beam형 전산화단층영상(CBCT)이 개발되었는데, 이는 높은 공간분해능을 가지고 있고, 다면영상재구성 시상의 왜곡이 발생되지 않아 해부학적으로 복잡한 측두하악관절 등에 대한 보다 정확한 평가가 가능하게 되었다.¹⁰⁻¹²

따라서 최근에는 측두하악관절장애의 정확한 진단을 위해 CBCT와 MRI가 빈번히 이용되고 있으나, 측두하악관절장애의 진단 시 측두하악관절에 가해지는 과도한 부하에 대한 연골 및 골조직의 적응반응인 개형과 관절원반 변위 등과 같은 측두하악관절 질환의 진행과 함께 나타나는 퇴행성 골변화의 감별진단에 대한 뚜렷한 진단기준이 설정되어 있지 않고, MRI에서도 신호강도의 변화에 따라 관절원반의 위치와 형태, 관절와 및 하악과두의 형태와 골변화가 다양하게 나타나므로 새로운 영상화 기법인 CBCT를 이용한 관절와 내 하악과두의 위치, 골 변화 등에 대한 영상의학적 정보와 MRI를 이용한 관절원반의 위치, 주변 연조직의 변화 등에 관한 영상의학적 정보를 비교, 평가하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

이에 본 연구에서는 측두하악관절장애를 주소로 내원한 환자의 측두하악관절의 CBCT와 MRI를 이용하여 이들을 MRI에서 관찰되는 관절원반의 위치와 정복 여부에 따라 관절원반 비변위군, 정복성 관절원반변위군 및 비정복성 관절원반변위군으로 나눈 다음, 각 군의 CBCT와 MRI에서 관절와 내 하악과두의 위치, 하악과두의 골 변화 여부, 관절용기의 형태 및 하악과두의 크기를 각각 관찰하여 측두하악관절에 대한 CBCT와 MRI의 진단능을 비교, 평가하였다.

재료 및 방법

1. 연구대상

측두하악관절장애를 주소로 내원한 남성 12명 (평균연령 26.1세), 여성 11명 (평균연령 39.28세), 총 23명 환자의 43개 측두하악관절의 CBCT와 MRI를 연구대상으로 하였다.

2. 연구방법

1) CBCT 촬영

측두하악관절의 CBCT는 PSR-9000N™ dental CT unit (Asahi Roentgen Ind., Japan)을 이용하여 획득하였다. dental mode에서 관전압을 환자의 상태에 따라 70-80 kVp로 조절하였고, 관전류와 노출시간은 동일하게 설정하여, 각각 10 mA, 13.3초의 조건으로 노출하였다. 환자의 프랑크포르트수평면이 촬영실 바닥평면과 평행하도록 촬영이 종료될 때까지 유지시켰다. 촬영 후 연산과정을 거쳐 0.1 mm의 등방형의 복셀로 구성된 지름 41 mm에 높이 40 mm인 원통형의 DICOM영상을 얻었으며, 이를 영상 재구성 소프트웨어인 V-works 5.0 (Cybermed Co. Ltd, Korea)에서 재구성하였다. 하악과두의 횡단면 영상에서 하악과두의 내측극과 외측극을 연결하는 장축을 설정하고 장축에 수직인 시상면 영상과 장축에 평행한 관상면 영상을 획득하였다.

2) MRI 촬영

측두하악관절의 MRI는 1.5 T MR scanner (Siemens, Germany)를 이용하여 획득하였다. 환자의 프랑크포르트수평면이 촬영실 바닥평면과 수직이 되도록 두부를 위치시켰으며, 촬영하는 동안 양와위를 유지하였다. T1 강조 axial localizer 영상을 이용하여 하악과두의 내측극과 외측극을 잇는 장축을 설정하고, 그 장축에 수직인 시상면 영상을 획득하였는데, 폐구시에는 T1강조영상과 양성자밀도강조영상을, 그리고 개구시에는 술자의 지시에 따라 환자가 개구기로 개구량을 조절하면서 획득한 훼손정사회복획득 영상 (spoiled gradient recalled acquisition in the steady state; SPGR)을 이용하였다 (Table 1). 각 영상의 관상영역은 120 mm, 매트릭스 256 × 224, 단면 두께는 3 mm로 설정하였다.

Table 2. Distribution of disc displacement

Disc displacement*	Number
NDD	8 (18.6%)
DDR	22 (51.2%)
DDWR	13 (30.2%)
Sum	43 (100%)

*NDD: no disc displacement, DDR: disc displacement with reduction, DDWR: disc displacement without reduction

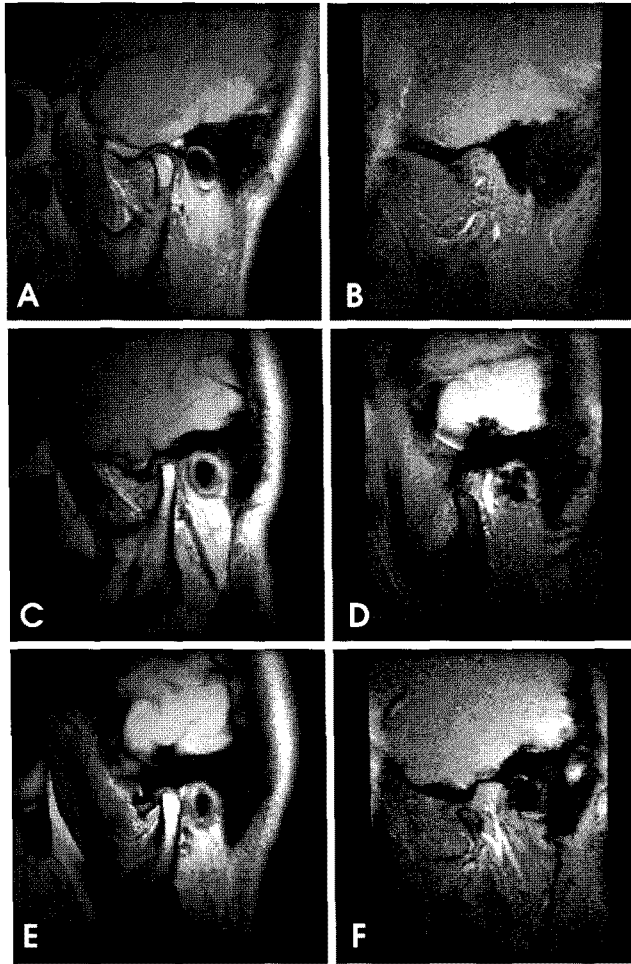


Fig. 1. A, B. normal disc position. C, D. disc displacement with reduction. E, F. disc displacement without reduction. A, C, E: mouth-closed position (PD image); B, D, F: mouth-open position (SPGR).

3) 관찰항목

43중례의 측두하악관절의 MRI에서 폐구 시 관절원반의 후방대가 하악과두의 최상점에 위치한 경우를 정상위치로 정하여, 7,13 개, 폐구시 관절원반의 위치와 정복 여부에 따라 관절원반 비변위군 (NDD), 정복성 관절원반변위군 (DDR) 및 비정복성 관절원반변위군 (DDWR)으로 각각 분류 후 (Table 2, Fig. 1), 각 군의 CBCT와 MRI에서 다음의 관찰항목을 평가하였다.

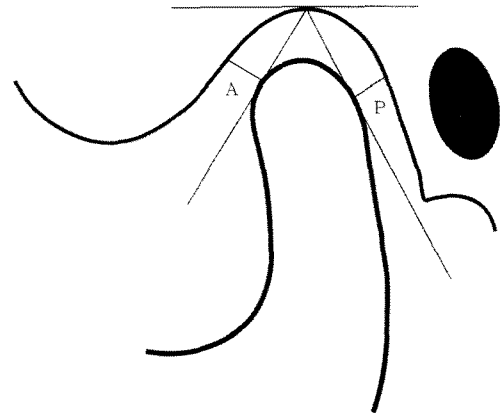


Fig. 2. Measuring anterior joint space (A) and posterior joint space (P).

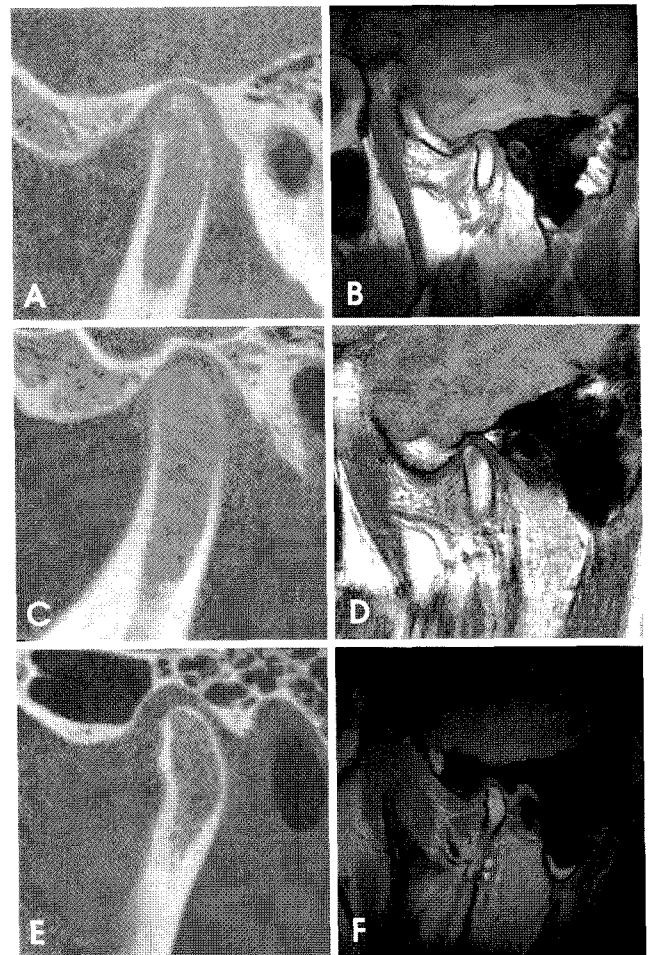


Fig. 3. A, B. center position of mandibular condyle. C, D. anterior position of mandibular condyle. E, F. posterior position of mandibular condyle. A, C, E: CBCT image; B, D, F: MR image.

(1) 하악과두의 위치 측정

하악과두의 위치는 MRI의 시상면 T1강조영상과 CBCT

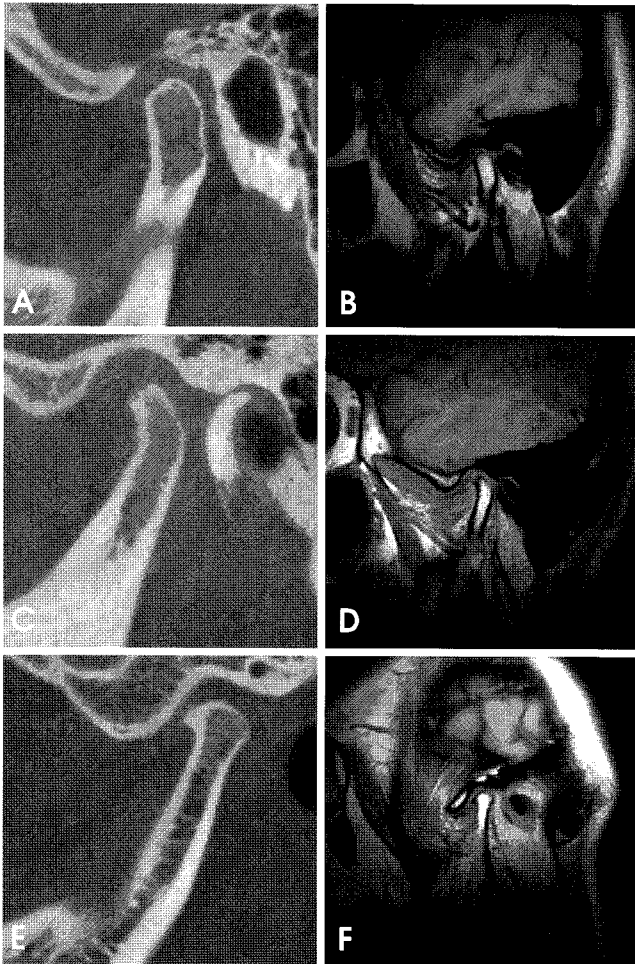


Fig. 4. A, B. flattening of the articular surface of mandibular condyle. C, D. flattening, sclerosis, and erosion of the articular surface of mandibular condyle. E, F. osteophyte formation on mandibular condyle. A, C, E: CBCT image; B, D, F: MR image.

의 시상면 영상의 중앙부분 중 하악과두의 외형이 가장 잘 관찰되는 영상을 선택하여 Pullinger와 Hollender¹⁴⁻¹⁶의 계측기준에 기초하여 전방 관절공극과 후방 관절공극을 계측한 다음(Fig. 2), 이를 아래의 공식에 따라 관절와 내에서의 하악과두의 위치의 백분율을 구하였으며, 위치 값이 +12 이상인 경우를 전방위로, -12 이상인 경우를 후방위로, ±12 이내인 경우를 중심위로 정하였다(Fig. 3).^{15,17}

$$\text{Condylar position} = \frac{(P - A)}{(P + A)} \times 100$$

P: posterior joint space

A: anterior joint space

(2) 하악과두의 골변화 관찰

하악과두의 골변화 여부는 MRI T1강조영상과 CBCT의 하악과두 중앙부 시상면 영상과 관찰면 영상에서 관찰하였다. 하악과두의 골변화를 편평화(flattening), 골경화(sclerosis), 골침식(erosion), 골극(osteophyte)의 4가지 항목으로

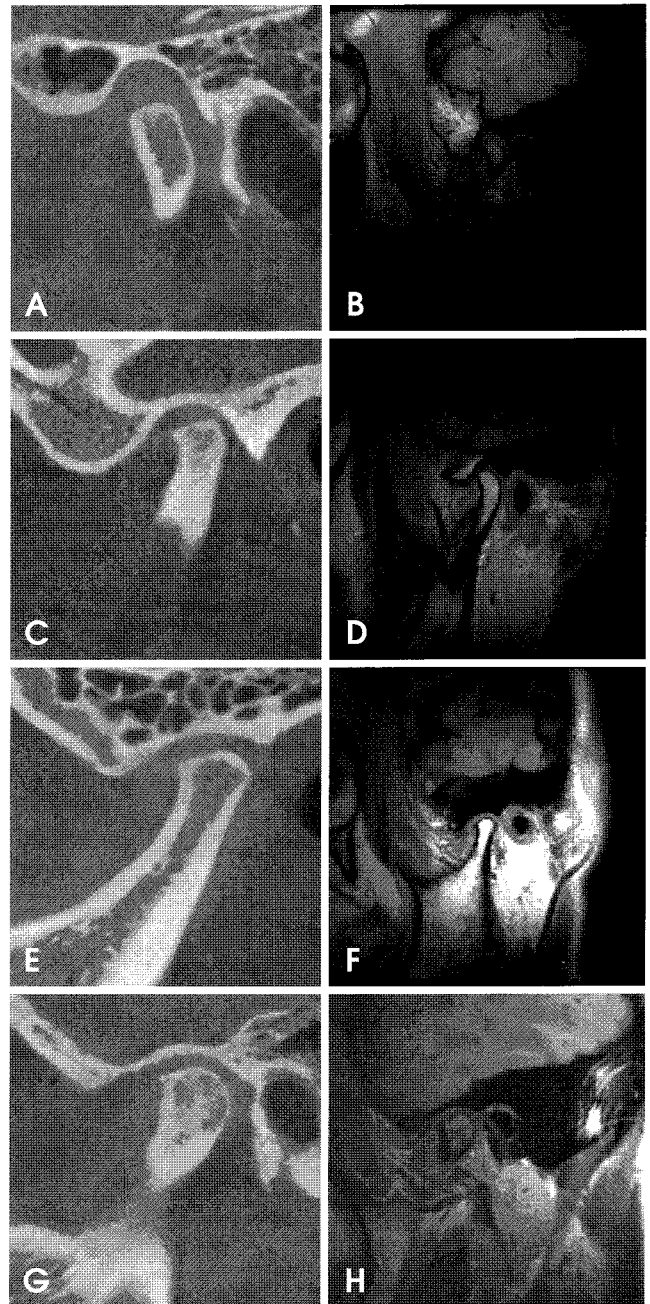


Fig. 5. A, B. box shape of articular eminence. C, D. sigmoid shape of articular eminence. E, F. flattened shape of articular eminence. G, H. deformed shape of articular eminence. A, C, E, G: CBCT image; B, D, F, H: MR image.

분류하고(Fig. 4), 다음의 점수 단계로 평가하였다.

점수 1: 골변화가 없음.

점수 2: 골변화가 의심됨.

점수 3: 골변화가 있으나, 선명하게 관찰되지 않음.

점수 4: 골변화가 선명하게 관찰됨.

(3) 관절용기의 형태 관찰

관절용기의 형태는 MRI의 T1강조영상과 CBCT의 하악

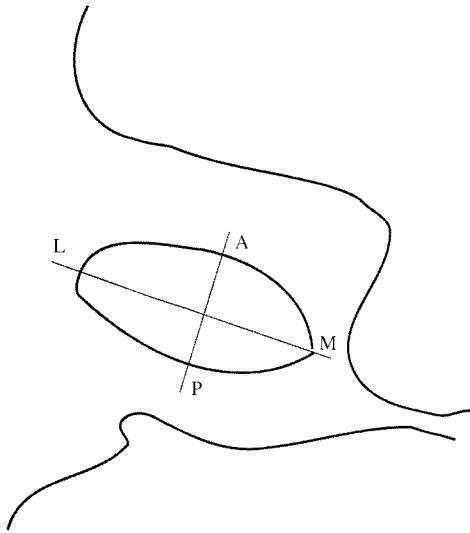


Fig. 6. measuring horizontal mandibular condyle size. AP-anterior and posterior dimension (A-P), ML-dimension between medial pole and lateral pole (M-L).

과두 중앙부 시상면 영상에서 Kurita 등의 분류 기준^{7,18}에 따라 평가하였다(Fig. 5).

- a. 상자형 (box type): 관절용기의 후방경사가 급격하면서 관절와의 형태가 깊게 관찰되는 형
- b. 만곡형 (sigmoid type): 관절용기의 후방경사가 완만하게 관찰되는 형태
- c. 편평형 (flattened type): 관절용기가 전체적으로 편평하게 관찰되는 형태
- d. 변형 (deformed type): 상기의 3가지 관절용기의 형태에 포함되지 않는 형태

(4) 하악과두의 내외측 및 전후방 장경 측정

하악과두의 내외측 및 전후방 장경은 Kurita 등¹⁹의 방법에 따라 MRI에서는 axial localizer 영상에서, CBCT에서는 횡단면 영상에서 내측극이나 외측극 중 하나, 또는 내측극과 외측극이 모두 포함되는 영상을 선택하여 계측하였다(Fig. 6).

4) 계측 및 통계처리

각 군의 CBCT와 MRI에서 하악과두의 위치, 하악과두의 골 변화 여부, 관절용기의 형태 및 하악과두의 크기를 PiView 4, PiView STAR PACS 소프트웨어 (Infinit Co. Ltd., Korea)를 이용하여 각 관찰항목별로 2회씩 평가, 계측하였으며 (Table 1), 이를 통계 처리하였다.

연구 성적

1. 하악과두의 위치

하악과두의 위치는 CBCT에서는 관절원반 비변위군의

Table 3. Condylar position in the articular fossa on CBCT and MRI

	CBCT-Mean (SD)	MRI-Mean (SD)	Difference of position between CBCT and MRI
NDD	9.08 (41.06)	4.32 (41.41) ^{†*}	4.76
DDR	-9.65 (29.44)	-17.62 (22.07) [†]	7.96*
DDWR	-6.28 (30.77)	-17.13 (25.18) [†]	10.86

Mean (SD): mm

*Statistically significant difference between CBCT & MRI groups (paired t-test, p<0.05)

^{†*} Statistically significant difference between disc displacement groups (paired t-test, p<0.1)

경우 9.08, 정복성 관절원반변위군의 경우 -9.65, 그리고 비정복성 관절원반변위군의 경우 -6.28로 세 군 모두에서 관절와의 중앙에 위치하였다. 그러나 MRI에서는 관절원반 비변위군의 경우 4.32로 관절와의 중앙에, 정복성 관절원반변위군과 비정복성 관절원반변위군의 경우에는 각각 -17.62, -17.13으로 관절와의 후방에 위치하였다. 특히, 정복성 관절원반변위군의 경우 하악과두의 위치가 CBCT와 MRI 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다 (p<0.05). 또한 MRI에서는 관절원반 비변위군과 정복성 관절원반변위군 간에, 또한 관절원반 비변위군과 비정복성 관절원반변위군 간에 하악과두의 위치가 통계적으로 유의한 차이가 있었다 (p<0.1) (Table 3).

2. 하악과두의 골변화

하악과두의 골변화는 편평화, 골경화 및 골극의 경우 비정복성 관절원반변위군의 CBCT에서, 골침식은 비정복성 관절원반변위군의 MRI에서 가장 잘 관찰되었다. 골경화는 정복성 관절원반변위군과 비정복성 관절원반변위군의 CBCT와 MRI 간에 통계적으로 유의성 있는 차이가 있었다 (p<0.05). 또한 CBCT와 MRI 모두 관절원반 비변위군에 비해 정복성 관절원반변위군에서, 정복성 관절원반변위군에 비해 비정복성 관절원반변위군에서 각각의 관찰항목의 평가 점수가 높았다 (Spearman rho, r=0.5-0.6, p<0.05) (Table 4).

3. 관절용기의 형태

관절용기의 형태는 CBCT에서는 관절원반 비변위군의 경우 상자형이 6.3%, 만곡형이 31.3%, 편평형이 62.5%, 정복성 관절원반변위군의 경우 상자형이 27.3%, 만곡형이 40.9%, 편평형이 29.5%, 변형이 2.3%, 비정복성 관절원반변위군의 경우 상자형이 7.7%, 만곡형이 50%, 편평형이 11.5%, 변형이 30.8%이었다. MRI에서는 관절원반 비변위군의 경우 만곡형이 31.3%, 편평형이 68.8%, 정복성 관절원반변위군의 경우 상자형이 36.4%, 만곡형이 43.2%, 편평형이 20.5%, 비정복성 관절원반변위군의 경우 상자형이

Table 4. Score of bony change on the mandibular condyle

	CBCT				MRI			
	Flattening	Sclerosis	Erosion	Osteophyte	Flattening	Sclerosis	Erosion	Osteophyte
NDD	1.56 (0.73)	1.00 (0.00)	1.06 (0.03)	1.13 (0.34)	1.19 (0.19)	1.00 (0.00)	1.56 (0.26)	1.44 (0.20)
DDR	2.45 (1.27)	1.34 (0.89)*	1.57 (1.07)	2.16 (1.26)	2.55 (1.32)	1.05 (0.30)*	1.45 (0.95)	2.09 (1.34)
DDWR	2.88 (1.42)	2.46 (1.33)*	2.00 (1.36)	3.00 (1.30)	2.80 (1.39)	1.35 (0.98)*	2.38 (1.39)	2.88 (1.42)

Mean (SD), *Statistically significant difference between CBCT & MRI groups (paired t-test, p<0.05)

Table 5. Shape of the articular eminence

	CBCT				MRI			
	Box	Sigmoid	Flattened	Deformed	Box	Sigmoid	Flattened	Deformed
NDD	0.5 (6.3%)	2.5 (31.3%)	5 (62.5%)	0	0	2.5 (31.3%)	5.5 (68.8%)	0
DDR	6 (27.3%)	9 (40.9%)	6.5 (29.5%)	0.5 (2.3%)	8 (36.4%)	9.5 (43.2%)	4.5 (20.5%)	0
DDWR	1 (7.7%)	6.5 (50%)	1.5 (11.5%)	4 (30.8%)	1 (7.7%)	5.5 (42.3%)	3.5 (26.9%)	3 (23.1%)
Sum	7.5 (17.4%)	18 (41.9%)	13 (30.2%)	4.5 (10.5%)	9 (20.9%)	17.5 (40.7%)	13.5 (31.4%)	3 (7.0%)

No statistically significant difference between groups (χ^2 test)

Table 6. Medio-lateral and antero-posterior dimensions of the mandibular condyle

	Medio-lateral dimension		Antero-posterior dimension	
	CBCT	MRI	CBCT	MRI
NDD	19.49 (1.69)	19.85 (2.18)	9.13 (1.46)	8.40 (1.19)
DDR	20.61 (2.09)	20.21 (2.42)	8.73 (1.05)*	7.94 (0.81)*
DDWR	19.29 (3.18)*	20.43 (3.41)*	7.33 (1.80)	7.55 (2.05)

Mean (SD): mm

*Statistically significant difference between CBCT & MRI groups (paired t-test, p<0.05)

7.7%, 만곡형이 42.3%, 편평형이 26.9%, 변형이 23.1%이었다. 따라서 상자형과 만곡형은 정복성 관절원반변위군의 MRI에서, 편평형은 정복성 관절원반변위군의 CBCT에서, 그리고 변형은 비정복성 관절원반변위군의 CBCT에서 가장 많이 관찰되었다. 그러나 각 항목간의 통계적으로 유의한 차이는 없었다 (Table 5).

4. 하악과두의 내외측 및 전후방 장경

CBCT에서는 하악과두의 내외측 및 전후방 장경이 관절원반 비변위군의 경우 각각 19.49 mm, 9.13 mm, 정복성 관절원반변위군의 경우 각각 20.61 mm, 8.73 mm, 비정복성 관절원반변위군의 경우 각각 19.29 mm, 7.33 mm이었다. MRI에서는 하악과두의 내외측 및 전후방 장경이 관절원반 비변위군의 경우 각각 19.85 mm, 8.40 mm, 정복성 관절원반변위군의 경우 각각 20.21 mm, 7.94 mm, 비정복성 관절원반변위군의 경우 각각 20.43 mm, 7.55 mm로 측정되었다. 따라서 내외측 장경의 경우 비정복성 관절원반변위군

에서만, 그리고 전후방 장경의 경우에는 정복성 관절원반 변위군에서만 CBCT와 MRI의 측정치에 통계적으로 유의한 차이를 보였다 (p<0.05) (Table 6). 그러나 하악과두의 내외측 및 전후방 장경은 CBCT와 MRI 모두에서 전반적으로 뚜렷한 장경의 차이를 보이지 않았다.

고 찰

측두하악관절장애의 정확한 영상의학적 평가를 위해서는 하악과두의 장축에 대한 여러 평면의 단면 영상들이 필요하며,²⁰ 이들 영상을 통해 관절와 내에서의 하악과두의 실제 위치, 하악과두와 관절용기의 미세한 골 변화 등을 관찰할 수 있다. Hollender 등²¹은 측두하악관절의 정확한 영상의학적 평가를 위해서는 하악과두 장축에 대한 횡단면 영상, 관상면 영상 및 개, 폐구 시의 시상면 영상이 필요하다고 하였다. 따라서 본 연구에서는 술자가 원하는 다양한 평면의 순차적인 단면 영상을 제공할 수 있는 CBCT와 MRI를 이용하여 관절와 내 하악과두의 위치, 하악과두의 골 변화 여부, 관절용기의 형태 및 하악과두의 크기를 각각 관찰하여 측두하악관절에 대한 CBCT와 MRI의 진단능을 비교, 평가하였다.

일반적으로 관절원반의 변위가 진행되면 관절와 내 하악과두의 위치는 관절와의 중심에서 후방으로 변위되었다가, 관절원반 변위가 좀 더 진행되면 다시 관절와의 전방 위치로 변위되는 것으로 보고되고 있다.^{22,23} Bonilla-Aragon 등¹⁵은 임상증상이 있는 관절원반 변위군에서 증상이 없는 지원자군에 비해 하악과두가 관절와의 후방에 위치한다고 하였다. Ren 등¹⁷은 정상 측두하악관절에서 관절와 내 하악과두의 위치가 극단적으로 전방이나 후방에 위치하는 경

우가 많아, 관절와 내 하악과두의 위치는 큰 의미가 없으나, 정복성 및 비정복성 관절원반 변위군 모두에서 하악과두가 관절와의 후방에 위치하였고, 이는 통계적으로 유의한 차이가 있었다고 하였다. 반면, Kurita 등²³은 정복성 및 비정복성 관절원반 변위군 모두에서 관절와 내 하악과두의 위치는 통계적으로 유의한 차이가 없어, 관절원반 변위와 관절와 내 하악과두의 위치관계는 진단적 가치가 크지 않다고 하였다.^{24,25}

본 연구에서는 CBCT에서 관절원반 비변위군, 정복성 및 비정복성 관절원반변위군 모두에서 하악과두는 관절와의 중앙에 위치하였다. 그러나 MRI에서는 관절원반 비변위군에서는 하악과두가 관절와의 중앙에 위치하였고, 정복성 및 비정복성 관절원반변위군에서는 하악과두가 관절와의 후방에서 관찰되어, 하악과두의 후방 변위와 관절원반 변위와의 뚜렷한 관계를 발견하지 못하였다. 따라서 관절원반 비변위군, 정복성 및 비정복성 관절원반변위군의 MRI에서는 CBCT에 비해 하악과두가 관절와의 후방에서 관찰되는 경향을 보였으며, 특히 정복성 관절원반변위군에서는 통계적으로 유의한 차이를 보였는데, 이는 CBCT와 MRI의 영상획득시 환자의 두부 위치가 서로 다르고, 따라서 하악에 미치는 중력의 영향이 다르기 때문에 CBCT와 MRI에서 관찰되는 관절와 내 하악과두의 위치도 차이를 보이는 것으로 판단된다.²⁶

한편 측두하악관절의 골관절염은 현재까지 이의 발생원인이 명확하지 않으나, 하악과두에 대한 외상이나 과도한 부하로 인해 하악과두의 관절면 연골에 퇴행성 변화가 유발되고, 이차적으로 연골하 골의 변화가 일어나 발생하는 것으로 알려져 있다.^{27,28} Åkerman 등²⁹은 골경화나 골침식은 측두하악관절에 발생한 퇴행성 질환의 전형적인 방사선학적 소견인 반면, 편평화, 골극 등은 점진적인 골개형 과정으로 간주된다고 하였다. 골관절염에 이환된 측두하악관절의 골변화의 영상의학적 관찰은 이전에는 주로 일반 단층방사선사진, fan beam형 전산화단층영상 등으로 이루어졌는데, fan beam형 전산화단층영상에서는 1 mm보다 미세한 크기의 골변화를 묘사하는 데에는 한계가 있으며, 주사평면의 방향에 따라 골의 두께나 측정치가 달라질 수 있다.³⁰ 이에 비해 CBCT에서는 실험적으로 형성된 하악과두 골 결손의 검출능에서 일반단층방사선사진이나 파노라마방사선사진에 비해 정확도가 훨씬 더 높으며, 해상도도 fan beam형 전산화단층영상에 비해 높은 것으로 알려져 있는데,³¹ 이는 CBCT의 복셀이 정입방체로 구성되어 있고¹⁰ 크기가 작아서 부분용적효과(partial-volume effect)를 줄이는 데 유리하여 왜곡이 적은 영상을 제공하기 때문이다. 또한 CBCT 획득시 환자가 받는 방사선 조사선량도 fan beam형 전산화단층영상에 비해 매우 낮으며, 한 번의 촬영으로 획득한 영상 데이터를 다면재구성영상 프로그램을 이용하면 영상평면을 재구성하여 여러 평면의 단면상을

동시에 관찰할 수 있다.⁸

본 연구에서는 하악과두의 관절면에서 발생하는 전형적인 퇴행성 골변화인 편평화, 골경화, 골침식, 골극에 대한 CBCT와 MRI의 진단능을 평가하였는데, 이 중 편평화, 골경화 및 골극의 경우 비정복성 관절원반변위군의 CBCT에서, 골침식의 경우에는 비정복성 관절원반변위군의 MRI에서 가장 많이 관찰되었다. 또한 CBCT와 MRI 모두에서 관절원반 변위가 진행될수록 편평화, 골경화, 골침식, 골극의 평가 점수가 높아졌다. 특히, 골경화의 경우 정복성 관절원반변위군과 비정복성 관절원반변위군 모두에서 CBCT와 MRI 간에 통계적으로 유의한 차이를 보였는데, 이는 MRI가 가지고 있는 공간해상도가 CBCT에 비해 낮아 피질골의 두께를 영상으로 정확히 재현하지 못하기 때문인 것으로 생각된다.

측두하악관절의 정상적인 개구운동 시에 하악과두는 전방으로 활주운동을 하게 되는데, 이때 관절원판은 하악과두의 상방에서 회전운동을 함과 동시에 측방 인대에 의하여 하악과두와 기능적인 복합체를 이루어 관절용기의 후방 경사면을 따라 활주운동을 하기 때문에 관절용기의 후방 경사도나 높기와 같은 해부학적 형태는 측두하악관절이 정상적인 운동 기능을 수행하는 데 있어 매우 중요한 요인으로 작용한다.³² Hall 등³³은 정복성 관절원반 변위 환자에서 급격한 하악과두의 운동경로가 관찰되었는데, 이는 관절용기의 후방 경사도가 관절원반의 변위와 관련됨을 시사하는 것이라고 하였으며, Kerstens 등³⁴은 측두하악관절 장애가 없는 정상인에 비하여 관절원반의 전방 변위를 보이는 환자에서 관절용기의 후방 경사가 급격하게 관찰된다고 하였다. 그러나 Panmekiate 등³⁵은 측두하악관절 내장 증 환자들에서 관절원반의 전방 변위와 급격한 관절용기의 후방 경사 간의 관련성을 관찰할 수 없었다고 하였다. 또한 Ren 등³⁶은 관절원판 정상위군과 관절원판 변위군의 관절용기의 경사각도를 일반단층방사선사진을 이용하여 측정된 결과, 급격한 관절용기의 후방 경사가 관절원반 변위의 소인이 아니며, 오히려 관절원판 변위군에 비하여 관절원판 비변위군에서 관절용기의 후방 경사가 급격하였다고 하였다. 이와 같이 측두하악관절에서 관절용기의 형태가 관절원판의 변위에 미치는 영향에 관하여서는 현재까지 논란이 많이 되고 있다.¹⁸

본 연구에서는 관절원반의 위치에 따른 관절용기의 형태를 Kurita 등⁷의 형태 분류방법에 따라 관찰한 결과, 상자형과 만곡형은 정복성 관절원반 변위군의 MRI에서, 편평형은 정복성 관절원반 변위군의 CBCT에서, 그리고 변형의 경우 비정복성 관절원반 변위군의 CBCT에서 가장 많이 관찰되었다. 그러나 CBCT와 MRI에서 관찰된 관절용기 형태의 관찰항목 간에 유의성 있는 차이는 없었으며, 해상도나 부분용적 효과에 영향을 받는 골변화와는 달리 관절용기의 형태와 같이 전체적인 해부학적 형태를 관찰

하는 경우에는 MRI와 CBCT 간에 해부학적 형태의 큰 차이를 보이지는 않을 것으로 생각된다.

측두하악관절 내장증이 진행되면 골변화가 하악과두의 관절면뿐만 아니라 하악과두 외측극에서도 골흡수가 일어나 하악과두 내외측 장경이 감소된다.^{19,37} 또한 하악과두의 내측극과 외측극에는 관절원반이 부착되어 있어 관절원반 부착부의 변화가 관절원반 변위를 일으킬 수 있으며, 관절원반 변위가 내측극과 외측극의 형태 변화를 일으킬 수도 있다.³⁷ 반면, 하악과두의 전후방 장경은 하악과두 관절면에 칩식성이나 증식성 골변화가 발생되면, 이로 인해 전후방 장경의 변화가 나타날 수 있다.³⁸ 따라서 골관절증에 의한 하악과두 외측극의 흡수는 상이한 기전에 의해 독립적으로 발생되어 하악과두의 크기에 영향을 미친다.³⁹ 관절원반 변위와 하악과두의 크기에 대해, de Bont 등⁴⁰과 Kobayashi 등⁴¹은 관절원반 변위가 있는 경우 관절원반 변위가 없는 경우에 비해 하악과두의 크기가 더 작다고 하였고, de Leeuw 등⁴²은 측두하악관절 내장증과 골관절증이 있는 환자에서 하악과두의 내외측 장경이 감소된다고 하였다. 또한 Kurita 등¹⁹과 Kurita 등³⁷은 하악과두의 내외측 장경은 관절원반 변위와 관련이 있으나, 전후방 장경은 통계학적으로 유의성 있는 차이를 보이지 않는다고 하였다.

본 연구에서는 내외측 장경의 경우 비정복성 관절원반 변위군에서만, 전후방 장경의 경우에는 정복성 관절원반 변위군에서만 CBCT와 MRI의 측정치에 통계적으로 유의한 차이를 보였으며, 하악과두의 내외측 및 전후방 장경은 CBCT와 MRI 모두에서 전반적으로 뚜렷한 장경의 차이를 보이지 않았다. 이는 하악과두의 내외측 및 전후방 장경 측정 시 횡단면상을 이용하였는데, 동일한 위치의 영상들이 선택되지 않았고, 단면영상의 두께 차이에 의한 측정치의 오차가 발생되었기 때문인 것으로 사료된다.

이상의 연구결과, CBCT와 MRI 소견 간에 통계적으로 유의한 차이를 보이는 관찰항목이 다소 있었으나, 측두하악관절장애 환자의 진단 시에는 반드시 임상검사와 더불어 관절원반의 위치, 하악과두의 위치, 하악과두의 골변화 여부, 관절용기의 형태, 하악과두의 크기 등 영상진단의 목적에 따라 CBCT와 MRI가 상호보완적으로 이용되어야 할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Emshoff R, Gerhard S, Ennemoser T, Rudisch A. Magnetic resonance imaging findings of internal derangement, osteoarthritis, effusion, and bone marrow edema before and after performance of arthrocentesis and hydraulic distension of the temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006; 101 : 784-90.
2. Westesson PL, Brooks SL. Temporomandibular joint: relationship between MR evidence of effusion and the presence of pain and disk displacement. *AJR Am J Roentgenol* 1992; 159 : 559-63.

3. Katzberg RW, Dolwick MF, Helms CA, Hopens T, Bales DJ, Coggins GC. Arthrotopography of the temporomandibular joint. *AJR Am J Roentgenol* 1980; 134 : 995-1003.
4. Pharoah MJ. Temporomandibular joint imaging. *Dent Clin North Am* 1993; 37 : 627-43.
5. Eckerdal O, Lundberg M. Temporomandibular joint relations as revealed by conventional radiographic techniques. A comparison with the morphology and tomographic images. *Dentomaxillofac Radiol* 1979; 8 : 65-70.
6. Pullinger AG, Hollender L, Solberg WK, Petersson A. A tomographic study of mandibular condyle position in an asymptomatic population. *J Prosthet Dent* 1985; 53 : 706-13.
7. Kurita H, Ohtsuka A, Kobayashi H, Kurashina K. Is the morphology of the articular eminence of the temporomandibular joint a predisposing factor for disc displacement? *Dentomaxillofac Radiol* 2000; 29 : 159-62.
8. Choi YS, Kim GT, Hwang EH. Basic principle of cone beam computed tomography. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2006; 36 : 123-9.
9. Cho SB, Koh KJ. Transcranial radiograph and magnetic resonance imaging in the evaluation of osseous changes of the temporomandibular joint. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2002; 32 : 99-105.
10. Honda K, Larheim TA, Johannessen S, Arai Y, Shinoda K, Westesson PL. Ortho cubic super-high resolution computed tomography: a new radiographic technique with application to the temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001; 91 : 239-43.
11. Arai Y, Tammsalo E, Iwai K, Hashimoto K, Shinoda K. Development of ortho cubic super high resolution CT (Ortho-CT). In: Lembe HU, Vanncer MW, Inamuson K, Forman A. *CAR'98 computer assisted radiology and surgery*. Amsterdam: Elsevier; 1998. p. 780-5.
12. Arai Y, Tammsalo E, Iwai K, Hashimoto K, Shinoda K. Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofac Radiol* 1999; 28 : 245-8.
13. Katzberg RW, Westesson PL, Tallents RH, Anderson R, Kurita K, Manzione JV Jr, et al. Temporomandibular joint: MR assessment of rotational and sideways disk displacements. *Radiology* 1988; 169 : 741-8.
14. Pullinger A, Hollender L. Assessment of mandibular condyle position: a comparison of transcranial radiographs and linear tomograms. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1985; 60 : 329-34.
15. Bonilla-Aragon H, Tallents RH, Katzberg RW, Kyrkanides S, Moss ME. Condyle position as a predictor of temporomandibular joint internal derangement. *J Prosthet Dent* 1999; 82 : 205-8.
16. Hwang HJ, Kim GT, Choi YS, Hwang EH. Mandibular condyle position in cone beam computed tomography. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2006; 36 : 103-9.
17. Ren YF, Isberg A, Westesson PL. Condyle position in the temporomandibular joint. Comparison between asymptomatic volunteers with normal disk position and patients with disk displacement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995; 80 : 101-7.
18. Lee HK, Hwang EH, Lee SR. Relation between shape of the articular eminence and disc displacement in the temporomandibular joint. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2001; 31 : 145-51.
19. Kurita H, Ohtsuka A, Kobayashi H, Kurashina K. Alteration of the horizontal mandibular condyle size associated with temporomandibular joint internal derangement in adult females. *Dentomaxillofac Radiol* 2002; 31 : 373-8.
20. Musgrave MT, Westesson PL, Tallents RH, Manzione JV, Katzberg RW. Improved magnetic resonance imaging of the temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995; 80 : 101-7.

- lar joint by oblique scanning planes. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991; 71 : 525-8.
21. Hollender L, Barclay P, Maravilla K, Terry V. A new coronal imaging plane for magnetic resonance imaging of the temporomandibular joint disc. *Dentomaxillofac Radiol* 1998; 27 : 48-50.
 22. Ozawa S, Boering G, Kawata T, Tanimoto K, Tanne K. Reconsideration of the TMJ condylar position during internal derangement: comparison between condylar position on tomogram and degree of disk displacement on MRI. *Cranio* 1999; 17 : 93-100.
 23. Kurita H, Ohtsuka A, Kobayashi H, Kurashina K. A study of the relationship between the position of the condylar head and displacement of the temporomandibular joint disk. *Dentomaxillofac Radiol* 2001; 30 : 162-5.
 24. Mohl ND. Reliability and validity of diagnostic modalities for temporomandibular disorders. *Adv Dent Res* 1993; 7 : 113-9.
 25. Katzberg RW, Keith DA, Ten Eick WR, Guralnick WC. Internal derangements of the temporomandibular joint: an assessment of condylar position in centric occlusion. *J Prosthet Dent* 1983; 49 : 250-4.
 26. Hibi H, Ueda M. Body posture during sleep and disc displacement in the temporomandibular joint: a pilot study. *J Oral Rehabil* 2005; 32 : 85-9.
 27. Wiberg B, Wanman A. Signs of osteoarthritis of the temporomandibular joints in young patients: a clinical and radiographic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998; 86 : 158-64.
 28. Flygare L, Rohlin M, Akerman S. Macroscopic and microscopic findings of areas with radiologic erosions in human temporomandibular joints. *Acta Odontol Scand* 1992; 50 : 91-100.
 29. Åkerman S, Kopp S, Rohlin M. Macroscopic and microscopic appearance of radiologic findings in temporomandibular joints from elderly individuals. An autopsy study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1988; 17 : 58-63.
 30. Ahlqvist JB, Isberg AM. Validity of computed tomography in imaging thin walls of the temporal bone. *Dentomaxillofac Radiol* 1999; 28 : 13-9.
 31. Honey OB, Scarfe WC, Hilgers MJ, Klueber K, Silveira AM, Haskell BS, et al. Accuracy of cone-beam computed tomography imaging of the temporomandibular joint: comparisons with panoramic radiology and linear tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007; 132 : 429-38.
 32. Westesson PL, Kurita K, Eriksson L, Katzberg RW. Cryosectional observations of functional anatomy of the temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1989; 68 : 247-51.
 33. Hall MB, Gibbs CC, Sclar AG. Association between the prominence of the articular eminence and displaced TMJ disks. *Cranio* 1985; 3 : 237-9.
 34. Kerstens HC, Tuinzing DB, Golding RP, van der Kwast WA. Inclination of the temporomandibular joint eminence and anterior disc displacement. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1989; 18 : 228-32.
 35. Panmekiate S, Petersson A, Akerman S. Angulation and prominence of the posterior slope of the eminence of the temporomandibular joint in relation to disc position. *Dentomaxillofac Radiol* 1991; 20 : 205-8.
 36. Ren YF, Isberg A, Westesson PL. Steepness of the articular eminence in the temporomandibular joint. Tomographic comparison between asymptomatic volunteers with normal disk position and patients with disk displacement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995; 80 : 258-66.
 37. Kurita H, Ohtsuka A, Kobayashi H, Kurashina K. Resorption of the lateral pole of the mandibular condyle in temporomandibular disc displacement. *Dentomaxillofac Radiol* 2001; 30 : 88-91.
 38. Kurita H, Koike T, Narikawa J, Nakatsuka A, Kobayashi H, Kurashina K. Relationship between alteration of horizontal size and bony morphological change in the mandibular condyle. *Dentomaxillofac Radiol* 2003; 32 : 355-8.
 39. Kurita H, Ohtsuka A, Kobayashi H, Kurashina K. Relationship between increased horizontal condylar angle and resorption of the posterosuperior region of the lateral pole of the mandibular condyle in temporomandibular joint internal derangement. *Dentomaxillofac Radiol* 2003; 32 : 26-9.
 40. de Bont LG, Boering G, Liem RS, Eulderink F, Westesson PL. Osteoarthritis and internal derangement of the temporomandibular joint: a light microscopic study. *J Oral Maxillofac Surg* 1986; 44 : 634-43.
 41. Kobayashi F, Matsushita T, Hayashi T, Ito J. A morphological study on the temporomandibular joint using x-ray computed tomography: relation to anterior disk displacement. *Dental Radiology* 1996; 36 : 73-80.
 42. de Leeuw R, Boering G, van der Kuijl B, Stegenga B. Hard and soft tissue imaging of the temporomandibular joint 30 years after diagnosis of osteoarthritis and internal derangement. *J Oral Maxillofac Surg* 1996; 54 : 1270-80.