

자기공명영상을 이용한 악관절내장증환자와 악관절증환자의 골변화에 관한 연구

전북대학교 치과대학 구강악안면방사선학교실 및 구강생체과학연구소
조수범·고광준

Evaluation of osseous changes of TMJ in internal derangement and osteoarthritis patients using MRI

Su-Beom Cho, Kwang-Joon Koh

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry and Institute of Oral Bio Science, Chonbuk National University

ABSTRACT

Purpose : To evaluate the osseous changes of TMJ in internal derangement and osteoarthritis patients using MRI.

Materials and Methods : MR images of 111 TMJs in 64 patients were analyzed to evaluate the osseous changes. 111 TMJs were divided into 6 groups according to the radiologic Stages by Schellhas and Wilkes. On MR images, we evaluate the osseous changes of articular eminence and condylar head.

Results : The most frequent Stage in internal derangement of TMJ was Stage I. And 28 joints (25.2%) revealed osteoarthritis with internal derangement. When osseous change of articular eminence and condylar head occur, flattening was the most common osseous change. Sclerosis was observed in all Stages and osteophytosis of condylar head was observed in Stage II (1.8%) and III (0.9%). Out of 28 joints with osteoarthritis, 6 joints (21.4%) showed joint effusion.

Conclusion : MR image revealed abnormal configuration of disk, but the detection of minimal osseous change was subtle. (*Korean J Oral Maxillofac Radiol 2001; 31 : 159-64*)

KEY WORDS : temporomandibular joint disk; temporomandibular joint disorder; magnetic resonance imaging

서론

악관절은 주위 구조물의 복잡한 해부학적 특성으로 인하여 여러 가지 악관절촬영법이 이용되고 있다. 따라서 악관절촬영시에는 각 촬영법의 장, 단점을 파악하여 이들 촬영법을 효과적으로 상호 보완하여 사용하여야 한다.¹ 악관절의 골 조직을 관찰하는 촬영법으로는 일반방사선사진촬영법, 파노라마방사선사진촬영법, 단층촬영법, 전산화단층촬영법, 자기공명영상법 등이 있다. 일반방사선사진촬영법과 단층촬영법은 촬영시 하악과두의 장축방향과 주위 구조물의 중첩을 고려하여 악관절의 정확한 전후방사진이나 측

방사진을 얻기 위해 환자 두부의 적절한 위치수정이 필요하다. 한편 전산화단층촬영법은 골조직의 변화를 평가하는데 여러 평면의 구조를 관찰할 수 있어 경조직 관찰에 효과적인 촬영법이다. 그러나 이 촬영법은 환자를 시상면으로 위치시키는데 어려움이 있다. Dahlström과 Lindvall²은 단층촬영법과 비교하여 악관절질환의 진단시 파노라마방사선사진촬영법의 정확성과 유용성을 보고한 바 있으며 Gynther와 Tronje³는 전반적인 관절염과 악관절질환의 증상을 보이는 환자에서 악관절조영술과 단층촬영법의 유용성을 비교평가한 바 있다. 또한 Ahlqvist와 Isberg⁴는 측두골의 얇은 벽을 관찰하는데 전산화단층촬영법의 유용성을 평가하였다.

자기공명영상법은 악관절질환을 가진 환자에서 특히 연조직의 이상을 관찰하는데 유용한 촬영법이다. 악관절조영술과 비교하여 자기공명영상법은 방사선조사를 피할 수 있고, 비침윤적이며, 조영제의 사용없이 높은 연조직대조도

접수일: 2001년 6월 14일 채택일: 2001년 7월 11일
Corresponding author : Prof. Kwang-Joon Koh
Address : Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, 634-18, Keum-Am Dong, Duk-Jin Gu, Chon-Ju, Chonbuk, 561-712, South Korea
Tel) 82-63-250-2063, Fax) 82-63-250-2081
E-mail) radkoh@moak.chonbuk.ac.kr

를 얻을 수 있는 장점이 있다. 따라서 악관절의 자기공명 영상은 악관절내장증이 의심되는 환자에서 관절원판의 형태 및 변위의 정도를 진단하는데 효과적이다.^{5,6} 한편 자기공명영상을 이용한 악관절 경조직의 평가는 그 유용성이 낮은 것으로 알려져 있으나 최근 해상도가 높은 자기공명 영상기기의 출현으로 그 유용성을 재평가 해 볼 필요가 있다.

자기공명영상법을 이용한 T1 강조영상은 근육에 비해 상대적으로 지방이 더 높은 신호강도를 보이기 때문에 증가된 연조직대조도를 보이며 T2 강조영상은 조직내의 부종 또는 염증에 의해 삼출액이 증가된 부위를 식별하는데 많이 이용된다. 자기공명영상을 이용한 악관절에 대한 연구로서, Liedberg 등⁷은 관절원판의 위치 평가시 자기공명영상이 악관절조영술 또는 전산화단층촬영법보다 더 효율적이라고 하였으며, Cholitul 등⁸은 관절원판의 변위를 보이는 환자에서 임상소견과 자기공명영상소견 사이의 연관성을 보고한 바 있다. 또한 Murakami 등⁹은 자기공명영상을 이용하여 악관절의 관절원판 위치와 형태를 평가하였다. Kirk¹⁰은 관절면의 변화에 대하여 자기공명영상과 수술소견을 비교연구하였다. Khoury와 Dolan¹¹은 관절원판의 측방변위에 대하여 보고하였고, Katzberg 등¹²은 악관절의 측방 및 회전변위에 대하여 보고한 바 있다. Matsuda¹³는 24명의 환자 48개의 악관절의 내측 또는 외측변위에 대하여 보고하였다.

일반적으로 정상적인 관절원판위치 또는 악관절내장증의 초기에는 정상적인 골 구조를 보이는 것으로 알려져 왔다. 한편 Brooks 등¹⁴은 악관절내장증이 없는 사람의 악관절에서 골변화의 유형을, Eriksson과 Westesson¹⁵은 비정복성 악관절내장증 환자에서 골변화가 빈번히 관찰되었다고 하였으며, Kurita 등¹⁶은 악관절내장증의 진행 정도와 관절용기의 편평화와의 연관성을 보고하였다. Panmekiate 등¹⁷은 비정복성 관절원판변위를 가진 악관절에서 관절용기의 후방경사가 감소한다고 하였다. 또한 Helms 등¹⁸은 비정상적인 관절원판의 형태를 보이는 경우 골관절증의 빈도가 높다고 하였고, Adame 등¹⁹은 자기공명영상에서 관찰되는 악관절 삼출은 악관절의 퇴행성 변화와 관련이 있는 것으로 보고한 바 있다. Sano 등²⁰은 하악과두의 비정상적인 골수와 골관절증과의 연관성을 보고하였다. 또한 Roberts 등²¹은 정복성 관절원판변위 환자보다 비정복성 관절원판변위 환자에서 염발음, 골조직의 변화, 관절원판의 천공의 빈도가 증가한다고 하였다.

국내에서는 박²²이 자기공명영상을 이용한 악관절내장증에서의 관절원판의 형태 및 골변화에 대하여 보고한 바 있다.

본 연구의 목적은 악관절내장증 환자와 악관절증환자를 대상으로 최신 자기공명영상기기를 이용한 자기공명영상에서 악관절의 골 변화를 재평가해보고자 하였다.

Table 1. Radiologic Stages of internal derangement of TMJ (by Schellhas and Wilkes)

Stage	Radiologic findings
0	normal anatomy
I	simple disk displacement, normal disk structure
II	disk displacement and deformity with reduction
III	disk displacement, deformity and non-reduction
IV	severe disk degeneration plus definite bony remodeling
V	severe disk and bony degeneration or remodeling, perforation of disk attachments or disk

재료 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 악관절증을 주소로 내원한 15-65세의 64명의 환자에서 111개의 악관절을 대상으로 하였으며 성별 분포는 남자 47명, 여자 17명이었다.

2. 연구방법

본 연구에 사용된 자기공명영상 촬영장치는 1.5 tesla의 Magnetom Symphony (Siemens, Germany)이었으며, 직경 7.5 cm의 악관절용 표면코일을 사용하였다. T1 강조영상은 Spin Echo (SE)법, 440/15 (TR/TE), Field of View (FOV) 150*150, 단편두께 3 mm, Matrix 256*256의 조건으로, 양성자밀도 강조영상은 SE법, 2000/52 (TR/TE), FOV 150*150, 단편두께 3 mm, matrix 256*256의 조건으로, T2 강조영상은 SE법, 2000/104 (TR/TE), FOV 160 mm, 단편두께 3 mm Matrix 252*256의 조건으로 촬영하였다.

자기공명영상에서 111개의 증례를 Schellhas와 Wilkes가 서술한 악관절내장증의 방사선학적 Stage에 기초하여 분류하였고 (Table 1),²³ 각각의 증례에 대하여 하악과두와 관절용기에서의 골변화를 관찰하여 편평화, 경화성 골변화, 침식, 골증식체의 유무 등을 평가하였고, 연령별로 구분하여 골 변화를 평가하였다. 또한 악관절내장증과 함께 골관절증으로 진단된 증례를 Stage별로 표시하였다.

연구 결과

1. 환자의 성별, 연령별 분포

환자의 성별 분포는 남자 47명, 여자 17명으로 남자가 많았으며, 환자수는 10대와 20대에서 가장 많았다 (Table 2). 악관절내장증을 보이는 111개의 악관절 중 Stage에 따른 분포는 Stage I이 가장 많았으며, Stage IV 이상은 20대와 30대에서 주로 관찰되었다 (Table 3). 한편 111개의 악관절 중 악관절내장증과 함께 골관절증으로 진단된 증례는 28례 (25.2%)로서 20대와 30대에서 주로 관찰되었고 (Table

Table 2. Distribution of age and gender

Age	Gender	
	Male (n = 47)	Female (n = 17)
10-19	11	3
20-29	24	6
30-39	6	4
40-49	3	3
50-59	3	
60-		1

Table 3. Distribution of patients by age and radiologic Stages

Age	Radiologic Stage			
	I (n = 56)	II (n = 24)	III (n = 18)	IV + V (n = 13)
10-19	8	10	6	1
20-29	23	10	7	8
30-39	8	3	4	4
40-49	11	1		
50-59	5			
60-	1		1	

Table 4. Relationship between age and radiologic Stages of internal derangement in osteoarthritis patients (n = 28)

Age	Radiologic Stage			
	I (n = 3)	II (n = 7)	III (n = 8)	IV + V (n = 10)
10-19		1	1	1
20-29	3	4	4	5
30-39		1	3	4
40-49		1		

4), 이중 6례에서는 상관절강에서 악관절 삼출이 함께 관찰되었다.

2. 관절용기의 골변화와 악관절내장증의 Stage와의 관계

관절용기의 편평화는 악관절내장증의 Stage IV 이상에서 6례 (46.2%)로 가장 높은 비율을 보였으며, Stage I은 11례 (19.6%), Stage II는 8례 (33.3%), Stage III은 5례 (27.8%)에서 관찰되었다 (Table 5). 한편 관절용기의 경화성 골변화는 Stage가 증가됨에 따라서 발생빈도가 증가하였다.

3. 하악과두의 골변화와 악관절내장증의 Stage와의 관계

하악과두 골변화의 발생빈도는 악관절내장증의 진행 정도에 따라 증가되었다. 하악과두의 편평화는 Stage I에서 17례 (30.4%), Stage II 이상에서 12례 (50.0%), Stage III에서 16례 (88.9%), Stage IV 이상에서 13례 (100%)가 관찰되었으며, 경화성 골변화의 발생비율은 낮았으나 Stage IV 이상에서 4례 (30.8%)에서 관찰할 수 있었다. 한편 하악과두의 침식은 Stage I에서 3례 (5.4%), Stage II에서 4례 (16.7%),

Table 5. Relationship of osseous changes between articular eminence and radiologic Stages of internal derangement of TMJ

Osseous change	Radiologic Stage			
	I (n = 56)	II (n = 24)	III (n = 18)	IV + V (n = 13)
Flattening	11 (19.6%)	8 (33.3%)	5 (27.8%)	6 (46.2%)
Sclerosis	10 (17.9%)	5 (20.8%)	5 (27.8%)	9 (69.2%)

Table 6. Relationship of osseous changes between condylar head and radiologic Stages of internal derangement of TMJ

Osseous change	Radiologic Stage			
	I (n = 56)	II (n = 24)	III (n = 18)	IV + V (n = 13)
Flattening	17 (30.4%)	12 (50.0%)	16 (88.9%)	13 (100%)
Sclerosis	2 (3.6%)	2 (8.3%)	2 (11.1%)	4 (30.8%)
Erosion	3 (5.4%)	4 (16.7%)	6 (33.3%)	3 (23.1%)
Osteophytosis		2 (8.3%)	1 (5.6%)	

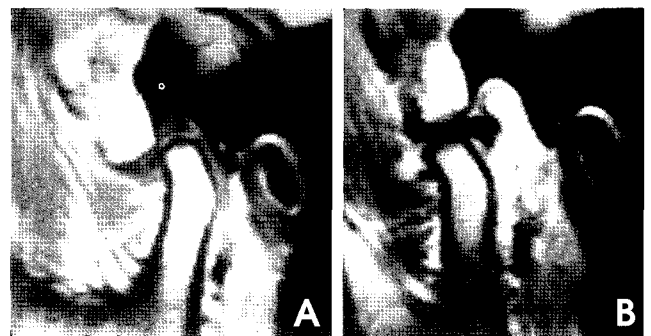


Fig. 1. T1 MR images show normal disk position (A. closed B. opening).

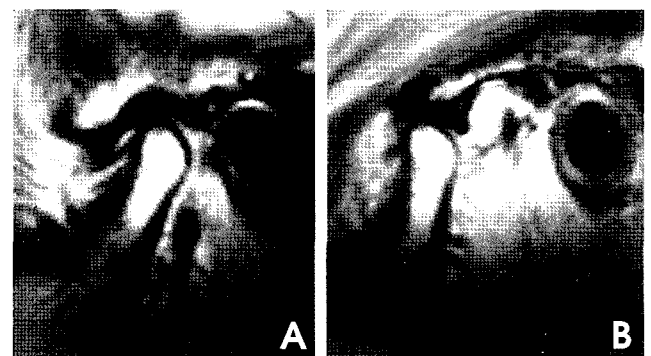


Fig. 2. Proton MR images show simple disk displacement (Stage I A. closed B. opening).

Stage III에서 6례 (33.3%), Stage IV 이상에서 3례 (23.1%)가 관찰되었으며, Stage III에서 가장 높은 비율로 관찰할 수 있었다. 하악과두의 골중식체는 Stage I과 Stage IV 이상에

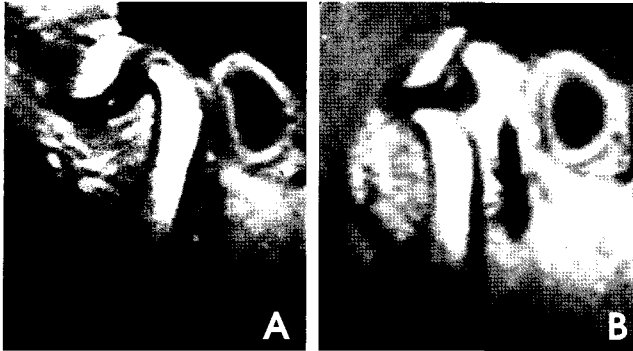


Fig. 3. Proton MR images show anterior disk displacement with reduction (Stage II A. closed B. opening).

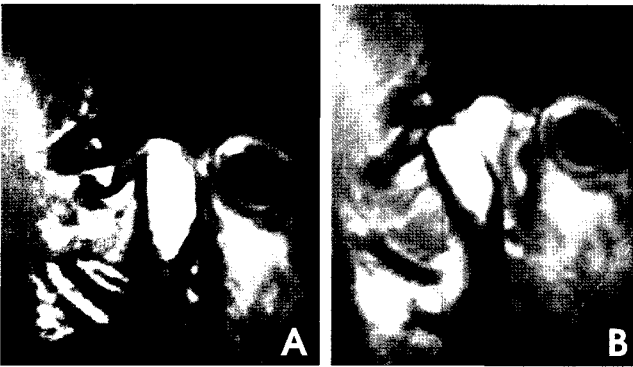


Fig. 4. Proton MR images show anterior disk displacement without reduction (Stage III A. closed B. opening).

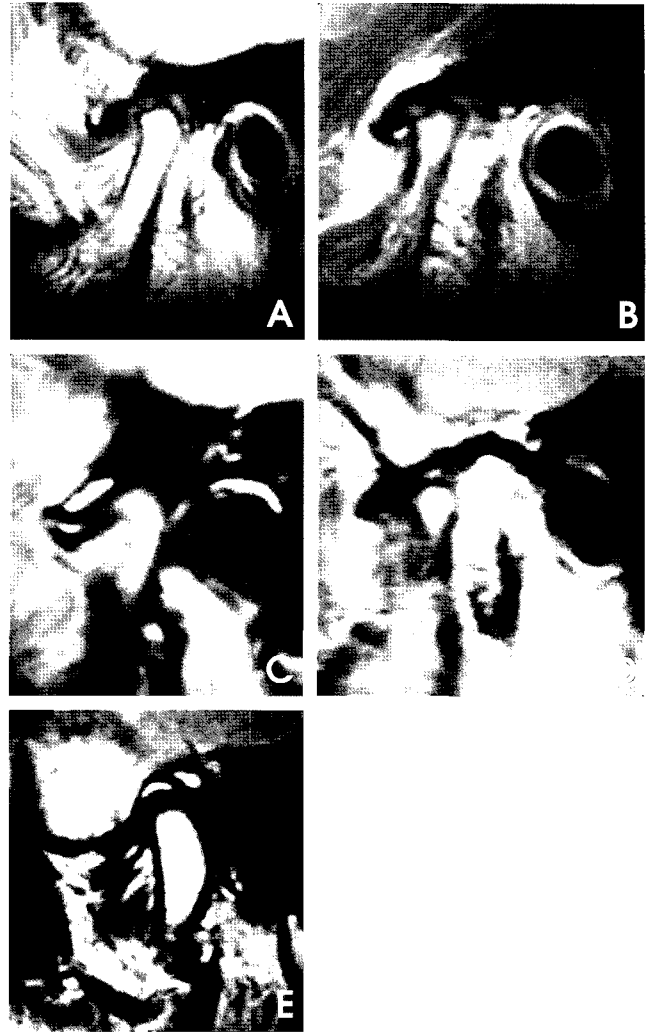


Fig. 5. A. Proton MR image shows altered disk configuration and flattening of condylar head (Stage IV + V). B. Proton MR image shows deformed disk configuration and erosion of condylar head (Stage IV + V). C. Proton MR image shows anterior disk displacement with flattening of articular eminence. D. Proton MR image shows flattening and sclerosis of articular eminence and flattening and osteophyte formation of condylar head. E. T2 MR image shows effusion of upper joint space.

서는 관찰할 수 없었으나 Stage II에서 2례 (8.3%)가, Stage III에서 1례 (5.6%)가 각각 관찰되었다 (Table 6).

총괄 및 고안

악관절장애는 저작근, 악관절, 그리고 이와 연관된 주위 구조물을 포함하는 질환으로 증상 및 증후는 만성 동통, 촉진시 근육의 민감성, 운동장애, 그리고 과두결림, 염발음 등과 같은 관절음을 포함한다. 인구의 30% 이상이 이들 증상 중 최소한 한가지 이상의 증상을 가질 수 있지만, 단지 5-7%에서만 치료가 요구된다.²⁴ 악관절에서 주로 관찰할 수 있는 질환은 악관절내장증과 골관절증이며, 악관절내장증은 관절원판과 하악과두, 과두와, 그리고 관절용기간의 비정상적인 관계를 의미하고, 골관절증은 관절면의 변형과 함께 하방에 위치한 골의 재형성을 특징으로 한다. 한편 두 질환간에는 서로 밀접한 관계가 있는 것으로 보고되었다.^{25,26} 골관절증이 악관절내장증의 결과라는 견해와 골관절증이 악관절내장증의 원인이라는 견해가 있지만, 이들의 관계가 명확하게 밝혀진 것은 없다. Isberg 등²⁷은 연령의

증가에 따라 악관절내장증이 악관절증으로 이행된다고 보고하였으며, Leeuw 등²⁸은 방사선사진에서 관찰될 수 있는 퇴행성변화가 악관절내장증의 단지 증후일 것이라고 하였다.

한편 Muir²⁹는 무증상의 악관절을 대상으로한 연구에서 90%의 악관절에서 골변화를 보였다고 하였으며 대부분의 골변화는 진행된 악관절내장증과 연관되어 있다고 하였다. Brooks 등¹⁴은 무증상의 악관절을 대상으로한 연구에서 35%의 악관절이 하악과두 또는 관절용기의 경미한 편평화를 보였고, 침식, 골중식체 또는 경화성 골변화 등과 같이 좀더 진행된 골변화는 관찰되지 않았다고 하였다. 따라

서 악관절내장증이 없는 무증상인 증례에서의 경미한 편평화는 정상범주에 속할 수 있는 것으로 생각된다. 이는 악관절의 미세한 방사선학적 골 이상을 과대평가해서는 안된다는 Muir와 Goss³⁰의 주장을 뒷받침해준다.

관절용기의 편평화는 정복성 관절원판변위보다는 비정복성 관절원판변위에서 자주 관찰되는 것으로 보고되었다. Kurita¹⁶는 진행된 악관절내장증에서 관절용기의 편평화가 자주 관찰되었고, 이는 악관절내장증에 이차적으로 골의 퇴행성 변화 또는 재형성이 나타나는 것이라고 하였다. Leeuw 등³¹은 정복성 관절원판변위가 오랜 기간 지속되었을 지라도 골변화를 보이지 않거나, 약간의 골변화를 보이지만 비정복성 관절원판변위를 보이는 대부분의 증례에서는 퇴행성변화를 보인다고 하였다. 본 연구에서 관절용기의 편평화와 경화성 골변화는 관절원판의 정복여부와는 관계가 없었다. 그러나 악관절내장증의 진행 정도에 따라 관절용기의 골경화 빈도는 증가되었다.

본 연구에서 하악과두의 골변화는 모든 Stage에서 편평화가 관찰되었으며, 하악과두의 편평화는 악관절내장증이 진행될수록 더 높은 비율로 관찰되었다. 한편 경화성 골변화는 Stage IV 이상에서 4례(30.8%)가 관찰되었으며 Stage I과 II에서의 발생빈도는 낮았다. 한편 하악과두의 침식은 Stage III(33.3%)에서 가장 높은 비율로 관찰되었으며, 골증식체는 3례에서 관찰되었는데, Stage의 진행 정도와 관계없이 Stage II의 2례(8.3%)와 Stage III의 1례(5.6%)에서 관찰할 수 있었고, 이러한 결과는 이전의 연구결과와 비교하여 비교적 낮은 빈도를 보였다. 이는 연구대상의 연령과 악관절촬영법에 따른 차이에 기인한 것으로 사료된다.

Gynther 등³²은 전반적인 골관절증에서 과두운동의 제한(59%), 골증식체(55%), 과두의 편평화(40%), 감소된 관절강(35%), 관절용기의 경화성 골변화(35%) 등이 관찰되었다고 하였다.

본 연구에서는 28례(25.2%)가 악관절내장증과 함께 골관절증으로 진단되었다. 이러한 결과는 악관절내장증을 보이는 증례의 43.3%에서 골관절증을 보였다는 Emshoff 등³³의 결과보다는 낮은 비율을 보였다. 한편 악관절내장증이 없는 악관절에서도 골관절증이 관찰될 수도 있으므로 악관절내장증과 골관절증에 대한 더 많은 연구가 요구된다.

한편 Helms 등¹⁸은 비정상적인 관절원판의 형태를 보이는 경우 골관절증의 빈도가 높다고 하였고, 악관절에서 골관절증의 발생빈도는 연령증가에 따라 증가된다고 하였다. 즉 60대에서 80대까지의 연령에서는 80%가 관찰되었으나, 40세 이하에서의 발생빈도는 현저히 낮다고 하였다.

본 연구에서는 20대와 30대에서 골관절증의 발생빈도가 높은데, 이는 임상적으로 악관절 이상을 호소하여 병원에 내원한 대부분의 환자가 10-30대이었기 때문일 것으로 사료된다. 따라서 향후 전연령층의 더 많은 환자를 대상으로 한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

일반적으로 골관절증의 침식성 변화는 주로 급성 또는 초기의 환자에서, 경화성 골변화, 편평화, 그리고 골증식체는 진행된 환자에서 관찰되는 것으로 보고되었다. 따라서 임상증상의 지속기간과 관절원판변위 양상에 따른 골변화와의 연관성에 대하여 Kirk¹⁰는 Stage IV와 V에서 환자의 임상증상의 지속기간이 더 길었다고 하였다. 한편 Choligtul 등⁸은 비정복성 관절원판변위에서 연조직과 경조직의 변화가 심하다고 보고한 바 있다.

본 연구에서 관절용기의 침식은 관찰하기 어려웠으며, 이러한 결과는 자기공명영상에서 골의 미세한 침식 여부를 판단하기 어렵기 때문일 것으로 사료된다. 한편 하악과두에서는 111례 중 16례(14.4%)에서, Stage III에서는 18례 중 6례(33.3%)에서 침식을 관찰할 수 있었다.

한편 자기공명영상의 T2 강조영상에서 관절강내 증가된 신호강도를 보이는 악관절 삼출이 관찰될 수 있다.³⁴⁻³⁶ Adame 등¹⁹은 악관절 삼출이 관절원판의 변위와 악관절의 퇴행성 변화와 관련이 있다고 하였으며, Sano 등²⁰은 하악과두의 비정상적인 골수와 골관절증과의 관계에 대하여 이들은 서로 연관성이 없다고 주장하였다. Takahashi 등³⁵은 악관절 삼출이 동통이 있는 악관절에서 주로 관찰되었고 이것은 악관절내장증과 골관절증 환자에서 염증성 변화와 관련된 것이라고 하였다. Westesson과 Brooks³⁷는 골관절증을 가진 악관절 삼출의 발생빈도(27%)가 비정복성 관절원판변위를 가진 악관절의 발생빈도(50%)보다 낮다고 하였다.

본 연구에서는 골관절증을 보이는 28례 중 6례(21.4%)에서 악관절 삼출이 관찰되었다. 따라서 향후 골관절증과 악관절 삼출과의 연관성에 대한 연구가 더 필요할 것으로 사료된다.

결론적으로 본 연구결과 자기공명영상의 해상도 증가에도 불구하고 자기공명영상에서의 미세한 골변화의 관찰은 미흡한 것으로 생각되며, 따라서 골변화의 관찰시에는 일반방사선사진, 전산화단층사진 등과 비교관찰하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. White SC, Pharoah MJ. Oral radiology: principles and interpretation. 4th ed. St. Louis: Mosby-Year Book Inc; 2000. p. 493-528.
2. Dahlström L, Lindvall AM. Assessment of temporomandibular joint disease by panoramic radiography: reliability and validity in relation to tomography. Dentomaxillofac Radiol 1996; 25: 197-201.
3. Gynther GW, Tronje G. Comparison of arthroscopy and radiography in patients with temporomandibular joint symptoms and generalized arthritis. Dentomaxillofac Radiol 1998; 27: 107-12.
4. Ahlqvist JB, Isberg AM. Validity of computed tomography in imaging thin walls of the temporal bone. Dentomaxillofac Radiol 1999; 28: 13-9.
5. Ozawa S, Boering G, Kawata T, Tanimoto K, Tanne K. Reconsidera-

- tion 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.
6. Drace JE, Enzmann DR. Defining the normal temporomandibular joint : Closed-, partially open-, and open-mouth MR imaging of asymptomatic subjects. *Radiology* 1990; 177 : 67-71.
 7. Liedberg J, Panmekiate S, Petersson A, Rohlin M. Evidence-based evaluation of three imaging methods for the temporomandibular disc. *Dentomaxillofac Radiol* 1995; 25 : 234-41.
 8. Cholitgul W, Nishiyama H, Sasai T, Uchiyama, Y, Fuchihata H, Rohlin M. Clinical and magnetic resonance imaging findings in temporomandibular joint disc displacement. *Dentomaxillofac Radiol* 1997; 26 : 183-8.
 9. Murakami S, Takahashi A, Nishiyama H, Fujishita M, Fuchihata H. Magnetic resonance evaluation of the temporomandibular joint disc position and configuration. *Dentomaxillofac Radiol* 1993; 22 : 205-7.
 10. Kirk WS. Sagittal magnetic resonance image characteristics and surgical findings of mandibular condyle surface disease in staged internal derangements. *J Oral Maxillofac Surg* 1994; 52 : 64-8.
 11. Khoury MB, Dolan E. Sideways dislocation of the temporomandibular joint meniscus: the edge sign. *Am J Neuroradiol* 1986; 7 : 869-72.
 12. Katzberg RW, Westesson PL, Tallents RH, et al. Temporomandibular Joint : MR assessment of rotational and sideways disk displacements. *Radiology* 1988; 169 : 741-8.
 13. Matsuda S, Yoshimura Y, Lin YT. Magnetic resonance imaging assessment of the temporomandibular joint in disk displacement. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1994; 23 : 266-70.
 14. Brooks SL, Westesson PL, Lars E, et al. Prevalence of osseous changes in the temporomandibular joint of asymptomatic persons without internal derangement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992; 73 : 122-6.
 15. Ericksson L, Westesson PL. Clinical and radiological study of patients with anterior disc displacement of the temporomandibular joint. *Swed Dent J* 1983; 7 : 55-64.
 16. Kurita H, Ohtsuka A, Kobayashi H, Kurashina K. Flattening of the articular eminence correlates with progressive internal derangement of the temporomandibular joint. *Dentomaxillofac Radiol* 2000; 29 : 277-9.
 17. 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.
 18. Helms CA, Kaban LB, Charles M, McNeill C, Dodson T. Temporomandibular Joint : Morphology and signal intensity characteristics of the disk at MR Imaging. *Radiology* 1989; 172 : 817-20.
 19. Adame CG, Monje E, Munoz M, Martin-Granzio R. Effusion in magnetic resonance imaging of the temporomandibular joint: a study of 123 joints. *J Oral Maxillofac Surg* 1998; 56 : 314-8.
 20. Sano T, Westesson PL, Larheim TA, Rubin SJ, Tallents RH. Osteoarthritis and abnormal bone marrow of the mandibular condyle. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1999; 87 : 243-52.
 21. Roberts CA, Tallents RH, Espeland MA, Handelman SL, Katzberg RW. Mandibular range of motion versus arthrographic diagnosis of temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1985; 60 : 244-51.
 22. 박철우, 황의환, 이상래. 측두하악관절 내장증에서의 관절원판의 형태 및 골 변화에 관한 연구. *대한구강악안면방사선학회지* 2001; 31 : 9-16.
 23. Schellhas KP, Pollei SR, Wikes CH. Pediatric internal derangements of the temporomandibular joint : Effect on facial development. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1993; 104 : 51-9.
 24. Barclay P, Hollender LG, Maravilla KR, Truelove EL. Comparison of clinical and magnetic resonance imaging diagnoses in patients with disk displacement in the temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1999; 88 : 37-43.
 25. de Bont LGM, Boering G, Liem RSB, Eulerink F, Westesson PL. Osteoarthritis and internal derangement of the temporomandibular joint: A light microscopic study. *J Oral Maxillofac Surg* 1986; 44 : 634-43.
 26. Wiberg B, Wänman 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.
 27. Isberg A, Stenstrom B, Isacson G. Frequency of bilateral temporomandibular joint disc displacement in patients with unilateral symptoms: a 5-year follow-up of the asymptomatic joint. *Dentomaxillofac Radiol* 1991; 20 : 73-6.
 28. de Leeuw R, Boering G, Stegenga B, de Bont LGM. Radiographic signs of temporomandibular joint osteoarthritis and internal derangement 30 years after nonsurgical treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995; 79 : 382-92.
 29. Muir CB, Goss AN. The radiologic morphology of asymptomatic temporomandibular joints. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1990; 70 : 349-54.
 30. Muir CB, Goss AN. The radiologic morphology of painful temporomandibular joints. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1990; 70 : 355-9.
 31. 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.
 32. Gynther GW, Tronje G, Holmlund AB. Radiographic changes in the temporomandibular joints in patients with generalized osteoarthritis and rheumatoid arthritis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1996; 81 : 613-8.
 33. Emshoff R, Puffer P, Rudisch A, Ga ner R. Temporomandibular joint pain: Relationship to internal derangement type, osteoarthritis, and synovial fluid mediator level of tumor necrosis factor- α . *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000; 90 : 442-9.
 34. Sano T, Westesson PL. Magnetic resonance imaging of the temporomandibular joint: Increased T2 signal in the retrodiscal tissue of painful joints. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995; 79 : 511-6.
 35. Takahashi T, Nagai H, Seki H, Fukuda M. Relationship between joint effusion, joint pain, and protein levels in joint lavage fluid of patients with internal derangement and osteoarthritis of the temporomandibular joint. *J Oral Maxillofac Surg* 1999; 57 : 1187-93.
 36. Murakami K, Nishida M, Bessho K, Iizuka T, Tsuda Y, Konishi J. MRI evidence of high signal intensity and temporomandibular arthralgia and relating pain. Does the high signal correlate to the pain? *Br J Oral and Maxillofac Surg* 1996; 34 : 220-4.
 37. Westesson PL, Brooks SL. Temporomandibular joint: Relationship between MR evidence of effusion and the presence of pain and disk displacement. *Am J Roentgenol* 1992; 159 : 559-63.