

측두하악관절 내장증에서의 관절원판 전상방부착부의 자기공명영상

부산대학교 치과대학 구강악안면방사선학교실
조봉혜 · 정연화

MRI findings of the antero-superior attachment of the disc in TMJ internal derangement

Bong-Hae Cho, Yun-Hoa Jung

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Pusan National University

ABSTRACT

Purpose : To describe the MRI findings of the antero-superior attachment of the disc in patients with internal derangement.

Materials and Methods : One hundred fifty-six MR images from 40 normal subjects and 55 abnormal subjects were classified into three study groups of normal, anterior disc displacement with reduction and anterior disc displacement without reduction. On both closed- and open-mouth proton density sagittal images, the depiction of the antero-superior attachment of the disc and its demarcation from the disc were evaluated in three cuts of lateral, central and medial one thirds of the condyle.

Results : The depiction of antero-superior attachment was more frequent by the order of normal, anterior disc displacement with reduction and anterior disc displacement without reduction groups, and the significant differences were found on lateral cut of the closed images and lateral and central cuts of the open images. In study for the demarcation between the antero-superior attachment and the disc the lateral cut of the closed images and all three cuts of the open images showed significant differences.

Conclusion : Open images are useful to show the difference in depiction of the antero-superior attachment of the disc among the TMJ groups. (*Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2006; 36 : 73-9)

KEY WORDS : TMJ Disorders; Magnetic Resonance Imaging; Temporomandibular Disc

서 론

측두하악관절 내장증은 관절원판이 하악과두 및 관절용기의 관절면에 대하여 비정상적으로 위치해 있는 상태를 일컫는 것으로 이환율이 20% 내지 30%에 이르는 흔한 질환이다.¹⁻³ 자기공명영상은 연조직 해상력이 우수하여 측두하악관절 내장증의 진단에 아주 유용한 촬영법으로⁴⁻⁶ 폐구 및 개구상태의 영상으로 해부학적 구조 뿐 아니라 기능적인 평가도 가능하다.^{7,8}

관절원판이 변위되면 원판의 형태와 내부구조의 변화가 야기되며⁹ 관절원판과 연결되어 있는 부착부의 변화도 뒤따르게 된다. 관절원판은 전방 및 후방 부착부를 통하여 측두골과 하악과두에 부착되어 있는데, 관절원판이 전방으로 변위되면 필연적으로 후방부착부의 신장이 야기된다. 많은 학자들이 이러한 변화에 주목하여 이중판(bilaminar zone)^{10,11} 혹은 후조직(retrodiscal tissue)^{12,13}으로도 불리는 관절원판 후방부착부(posterior attachment)의 조직학적^{10-12,14-18} 및 자기공명영상학적^{7,13,19-23} 연구를 시행하였다. 그러나 관절원판 전방부착부(anterior attachment)에 대한 자기공명영상학적 연구는 전무한 실정이며 조직학적 연구도 측두하악관절 혹은 외측익돌근 연구에서 부수적으로 언급되고 있을 뿐이다.²⁴⁻³¹

Marguelles-Bonnet 등²⁴은 조직학적 연구에서 관절원판

*이 논문은 부산대학교 및 부산대학교 병원 연구비를 지원받아 연구되었음.
접수일 : 2006년 4월 10일; 심사일 : 2006년 4월 11일; 채택일 : 2006년 5월 10일
Correspondence to : Dr. Yun-Hoa Jung
Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Pusan National University, Pusan 602-739, Korea
Tel) 82-51-240-7593, Fax) 82-51-245-8388, E-mail) yhjung@pusan.ac.kr

전방부의 내측 1/2에서는 관절원판의 전방연장부 혹은 외측익돌근 근막으로 생각되는 교원섬유가, 외측 1/2은 근육 없는 소성 결합조직이 관찰되었다고 보고하였다. Schmolke²⁵는 측두하악관절 전방부는 상방 및 하방 부착부를 통하여 측두골 및 하악과두에 연결되어 있으며 내측에는 외측익돌근이 인접하여 있고, 외측에는 소성결합조직이 존재한다고 하였다. 또한 관절원판의 교원섬유는 전방으로 소성결합조직으로 이루어진 전관절강 (prearticular space)으로 연결되는데 전관절강 내에는 후관절부 (retroarticular region)와 마찬가지로 지방 및 정맥총이 존재함을 보고하였다. Mahan 등²⁹ 및 Carpentier 등³⁰은 외측익돌근의 상두가 관절원판 전방대의 내측에 부착한다고 보고하였고, Bravetti 등²⁸은 외측익돌근이 내측 1/3에서 관절원판에 부착하지만 그것은 전 근육의 2% 정도의 미미한 양이라고 하였다. Fugita 등³¹은 관절원판 변형정도에 따라 전방부의 조직학적 소견이 상이하게 나타났음을 보고하면서 관절원판 변형이 심해질수록 전상관절강 및 관절원판의 전후방 길이가 감소한다고 보고하였다.

선학들의 연구에서 관절원판 전방부착부에 대한 고찰은 거의 이루어지지 않았으며, 지칭 용어도 전방부착부는 anterior attachment,³² anterior expansion of the disc,²⁸ anterior extension of the disc,²⁷ articular soft tissue¹⁶ 등으로, 전상방부착부는 anterior & superior attachment of the disc,³³ antero-superior stratum of anterior joint capsule³⁵ 혹은 upper component of the anterior extension of the disk²⁴ 등으로 다양하게 사용되었다.

저자는 측두하악관절의 자기공명영상에서 관절원판의 전상방부착부가 종종 관찰됨을 인지하고 선학들의 조직학적 연구를 조사하여 조직소견상 인접 조직들과 구별되는 보다 치밀한 전상방부착부의 존재를 확인할 수 있었다.^{24,25,28} 측두하악관절 내장증이 있다면 관절원판의 변위에 따라 전상방부착부의 변화도 수반될 것이 분명한 바, 본 연구는 정상군 및 측두하악관절 내장증 환자에서 관절원판의 전상방부착부의 자기공명영상 소견에 차이가 나타나는지 확인하고자 시도되었다.

재료 및 방법

1. 연구재료

본 연구는 임상적으로 무증상인 건강한 피검자 40명의 자기공명영상을 촬영한 후 정상 소견을 보인 70관절, 측두하악관절 내장증이 의심되는 55명 환자의 자기공명영상 중 정복성 관절원판 전방변위를 보인 65관절, 비정복성 관절원판 전방변위를 보인 21관절, 모두 156관절의 자기공명영상 사진을 재료로 하였다 (Table 1).

Table 1. Age and Gender distribution of the images

TMJ diagnosis	Male	Female	Total	Mean age
Normal	28	42	70	29.1
ADDR	21	44	65	32.4
ADDNR	6	15	21	34.5
Total	55	101	156	31.2

ADDR : anterior disc displacement with reduction

ADDNR : anterior disc displacement without reduction

2. 연구방법

1) 자기공명영상 촬영

촬영장치는 Signa 1.5 T (General Electric Co, Milwaukee, Wis, USA)로 폐구 및 최대개구 상태에서 하악과두위 장축에 수직을 이루는 시상단면의 양전자 밀도 강조영상을 촬영하였다. 촬영조건은 반복시간 2,400 ms, 에코시간 21 ms, Field of View 12 cm, 단면두께 2.2 mm, matrix 512×256이었다.

2) 자기공명영상평가

(1) 관절원판 변위 종류

자기공명영상소견에 따라 정상군, 정복성 관절원판 전방변위군, 비복성 관절원판 전방변위군으로 분류하였다. 관절원판 전방변위의 기준으로는 폐구상태의 자기공명영상에서 관절원판의 중간대가 관절 용기 후사면과 하악과두 전상면에 위치하고 과두힘점 (condylar load point)을 기준으로 전방대와 후방대가 양편으로 동등하게 위치해 있는 경우로 하였다.³⁴

(2) 관절원판 전상방부착부 (antero-superior attachment)의 평가

관절원판 전상방부착부 (antero-superior attachment)의 평가는 폐구 및 개구상태에서 하악과두의 중심부 및 내, 외측 1/3 지점의 시상단면의 영상을 이용하였다. 평가항목은 전상방부착부의 묘출 및 전상방부착부와 관절원판과의 경계의 명료성으로 먼저 관절원판 전상방부착부의 관찰 유무에 따라 '묘출' 혹은 '비묘출'로 분류하였다. 그리고 묘출된 전상방부착부는 관절원판과의 경계 명료성에 따라 '명료' 혹은 '불명료'로 분류하였다 (Figs. 1, 2). 폐구상태의 경우 156관절 모두 평가 가능하였으나 개구상태의 경우 상 불량으로 인하여 149관절만 평가하였다.

3. 분석방법

관절원판 전상방부착부의 자기공명영상 소견과 측두하악관절 내장증 진단과의 관련성을 파악하기 위하여 윈도 유용 SPSS 10.0 (SPSS Inc., Chicago, USA)를 이용하여 χ^2 를 시행하였으며 통계학적 유의성은 $p < 0.05$ 에서 평가하였다.

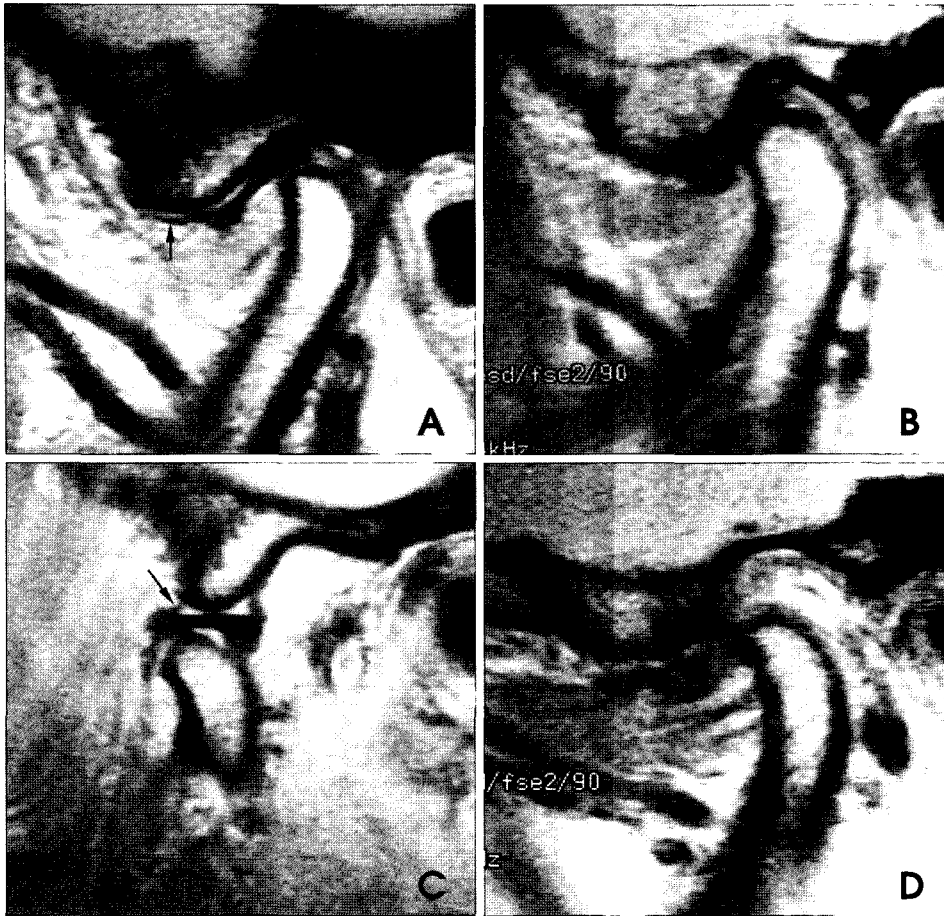


Fig. 1. The depiction of the antero-superior attachment (arrow) of the disc. A: Identified on closed image B: Unidentified on closed image, C: Identified on open image, D: Unidentified on open image.

Table 2. The depiction of antero-superior attachment of the disc

Site	Antero-superior attachment	MRI diagnosis : number of joints (%)					
		Closed			Open		
		Normal (n=70)	ADDR (n=65)	ADDNR (n=21)	Normal (n=65)	ADDR (n=63)	ADDNR (n=21)
Lateral	Identified	64 (91.4)	53 (81.5)	14 (66.7)*	59 (95.4)	42 (66.7)	12 (57.1)*
	Unidentified	6 (8.6)	12 (18.5)	7 (33.3)	6 (9.2)	21 (33.3)	9 (42.9)
Center	Identified	53 (75.7)	43 (66.2)	13 (61.9)	63 (96.9)	54 (85.7)	15 (71.4)*
	Unidentified	17 (24.3)	22 (33.8)	8 (38.1)	2 (3.1)	9 (14.3)	6 (28.6)
Medial	Identified	25 (35.7)	22 (33.8)	7 (33.3)	52 (80.0)	42 (66.7)	13 (61.9)
	Unidentified	45 (64.3)	43 (66.2)	14 (66.7)	13 (20.0)	21 (33.3)	8 (38.1)

ADDR : anterior disc displacement with reduction; ADDNR : anterior disc displacement without reduction

*statistically significant differences among TMJ groups (p < 0.05)

결 과

1. 전상방부착부의 묘출

가장 높은 묘출을 보인 곳은 폐구상태에서는 정상군의 외측 1/3부위, 개구상태에서는 정상군의 중앙부로 각각 91.4%와 96.9%의 묘출율을 보였다. 세 군 모두에서 폐구

상태에서는 외측 1/3 부위가, 개구상태에서는 중앙부가 가장 잘 관찰되었으며 폐구시에 비하여 개구시에 세 군 모두 외측 1/3 부위의 묘출율은 낮아진 반면 중앙 및 내측 1/3 부위의 묘출율은 높아졌다. 세 군간의 묘출율은 정상군, 정복성 관절원판 전방변위군, 비정복성 관절원판 전방변위군 순으로 높았으며 폐구시의 외측 1/3 부위와 개구시의 외측 1/3 부위 및 중앙부에서 각 진단군간 유의성 있는

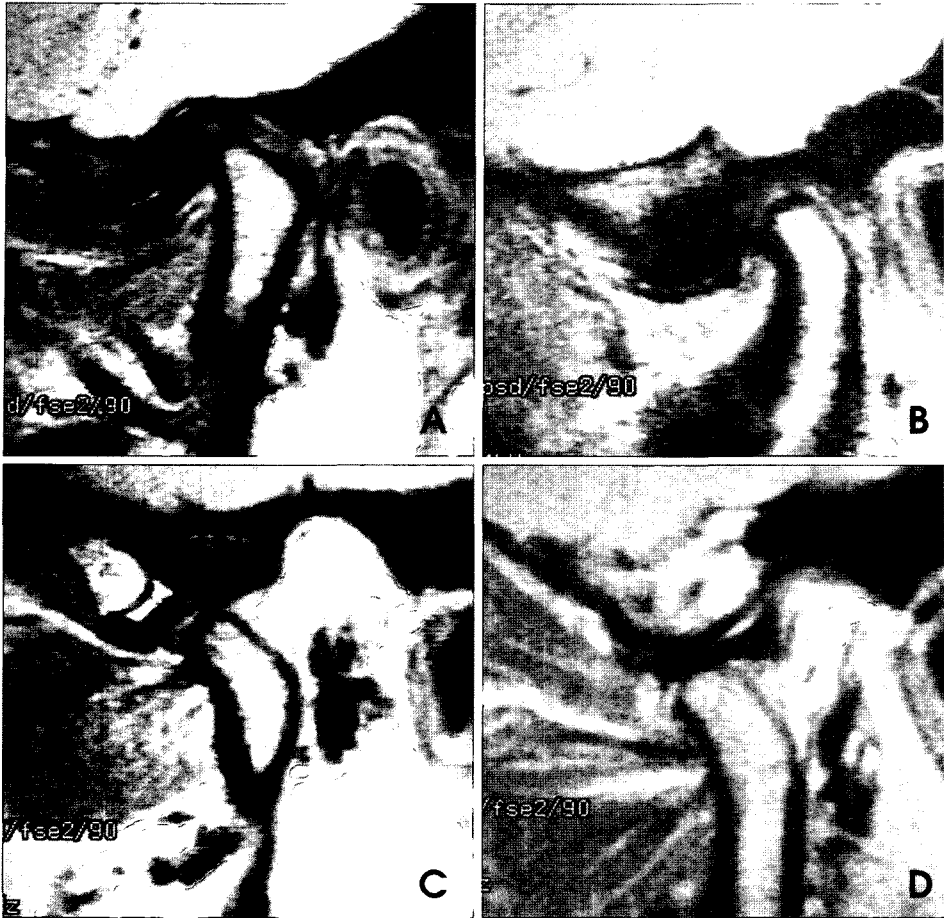


Fig. 2. The demarcation between the antero-superior attachment and the disc. A: Clearly identified on closed image, B: Poorly identified on closed image, C: Clearly identified on open image, D: Poorly identified on open image.

Table 3. The demarcation between the antero-superior attachment and the disc

Site	Demarcation of antero-superior attachment	MRI diagnosis : number of joints (%)					
		Closed			Open		
		Normal	ADDR	ADDNR	Normal	ADDR	ADDNR
Lateral	Clearly identified	55 (85.9)	36 (67.9)	11 (78.6)	59 (100.0)	41 (97.6)	11 (91.7)
	Poorly identified	9 (14.1)	17 (32.1)	3 (21.4)	0 (0.0)	1 (2.4)	1 (8.3)
Center	Clearly identified	45 (84.9)	32 (74.4)	10 (76.9)	62 (98.4)	46 (85.2)	13 (86.7)*
	Poorly identified	8 (15.1)	11 (25.5)	3 (23.1)	1 (1.6)	8 (14.8)	2 (13.3)
Medial	Clearly identified	16 (64.0)	13 (61.9)	5 (71.4)	51 (98.1)	34 (81.0)	12 (92.3)*
	Poorly identified	9 (36.0)	8 (38.1)	2 (28.6)	1 (1.9)	8 (19.0)	1 (7.7)

ADDR : anterior disc displacement with reduction; ADDNR : anterior disc displacement without reduction

* statistically significant differences among TMJ groups ($p < 0.05$)

차이를 보였다($p < 0.05$, Table 2).

내측 1/3 부위에서 관찰되었다($p < 0.05$, Table 3).

2. 관절원판과의 경계

폐구 및 개구 상태 모두 정상군의 외측 1/3 부위가 각각 85.9% 및 100.0%로 가장 명료한 경계를 보였다. 폐구시에 비하여 개구상태에서 세 군, 세 부위에서 모두 경계의 명료성이 높아졌다. 각 진단군간 유의성은 개구시의 중앙 및

고 찰

Bravetti²⁸는 측두하악관절의 조직학적 연구에서 관절낭은 내, 외측에만 존재하고 관절원판의 전방에는 관절낭 없이 관절원판의 연장부만 존재하고 있다고 보고하였다. Marguelles-Bonnet 등²⁴도 측두골에서 하악과두로 바로 연

결되는 조직은 존재하지 않고 관절원판의 변연 섬유 및 활액 연장부가 관절낭으로 간주된다고 하였다. Schmolke²⁵도 측두골에서 하악골로 연결되는 관절낭은 단지 외측에서만 관찰되었다고 보고하여, 관절원판의 전방부는 상, 하 부착부로 이루어져 있다는 Rees¹⁰의 주장이 받아들여진다. 자기공명영상에서 관절원판의 전상방부착부는 저신호강도의 band로 관찰되나 전하방부착부는 일반적으로 관찰되지 않으며 다만 삼출이 있는 경우에 대조도 차이로 인하여 인지할 수 있다. 이러한 사실로 미루어보건대 전상방부착부는 약간 치밀한 조직으로 구성되어 있으나 그 하방은 신경이나 혈관을 포함한 보다 느슨한 결합조직으로 이루어졌다는 것을 알 수 있다. Wilkinson 등,³⁵ Bravetti 등²⁸ 및 Christo 등³³의 보고에서 특별하게 전상방 부착부에 대한 언급은 없었지만 사진자료상 관절원판에서 연장되어 관절 용기면에 밀착되어 있는 비교적 밀도가 높은 전상방부착부를 확인할 수 있었다. Schmolke²⁵는 전방부착부가 소성 결합조직으로 구성되어 있으며 전방으로 갈수록 더 성글어지며 관절원판에서 얇은 층의 교원섬유가 전관절강(pre-articular space)내로 연장된다고 보고하였다. 양성자 밀도영상에서 관절원판의 전상방부착부가 관절원판과 비슷한 정도의 낮은 신호강도를 보이는 것으로 보아 자기공명영상에서 관찰되는 전상방부착부는 Schmolke²⁵가 언급한 교원섬유의 투사로 생각된다. 관절원판의 전상방부착부는 폐구시에는 관절용기를 따라 띠모양으로, 개구시에는 관절원판이 전방으로 이동함에 따라 상방 혹은 후상방으로 만곡되는 양상을 보였다.

전상방부착부의 묘출율은 모든 부위에서 정상군, 정복성 관절원판 전방변위군, 비정복성 관절원판 전방변위군 순으로 나타나 관절원판 변위가 심할수록 전상방부착부의 묘출율이 낮았다. Liu 등³⁶은 관절원판 변위군에서 관절원판 길이와 경사도의 변화를, 이 등³⁷은 변위군에서 전관절강(anterior recess)이 길어짐을 보고하였고, Fujita 등³¹은 조직학적 연구에서 관절원판의 변형이 심한 증례에서 전방연장부(anterior extension)가 관찰되지 않았음을 보고하였다. 관절원판 변위군에서 전상방부착부의 묘출율이 낮은 이유는 관절원판 위치 및 형태 변화에 따른 전상방부착부의 위치나 양적 변화 뿐 아니라 조직학적 변성에 의한 자기공명신호강도의 변화도 의심된다. 즉, 낮은 신호강도를 보이는 전상방부착부의 교원섬유가 변성되어 신호강도가 높아지면 주위조직과의 신호 차이를 인지할 수 없다.

폐구시의 전상방부착부의 묘출율은 모든 군에서 외측 1/3, 중앙, 내측 1/3 순으로 나타났다. 정상군의 묘출율이 외측 1/3, 중앙, 내측 1/3부위에서 각각 91.4, 75.7, 35.7%로 급격한 차이를 보이는 것으로 보아 전상방부착부가 주로 외측부에 많이 분포하고 내측으로 갈수록 적어진다는 사실을 추측해 볼 수 있다. 부위에 따른 차이를 보이는 또 다른 이유는 인접조직과의 신호강도 차이 때문이다. 즉, 근

육이 존재하지 않는 외측 1/3 부분에서는 전상방부착부가 상대적으로 높은 신호강도를 보이는 지방, 혈관 등이 포함된 소성결합조직 내 위치하여 뚜렷이 관찰되었다. 반면, 중앙 및 내측 1/3 위치에서는 중간정도의 신호강도를 보이는 외측익돌근의 상두와 인접하여 신호강도 차이가 뚜렷하지 않았고 특히 내측의 경우에는 외측익돌근이 대부분을 차지하여 전상방부착부를 확인할 수 없는 경우가 많았다. 이것은 내측에서 실제로 전상방부착부가 존재하지 않을 수도 있지만 외측익돌근에 의해 관절용기에 압박되어 독립적인 신호강도를 보이지 않았기 때문일 수도 있다. Marguelles-Bonnet 등²⁴의 조직학적 연구에서 관절원판 전방의 내측 1/2 부위에서 교원섬유가 관찰되었지만 그것이 원판의 전방연장부인지 외측익돌근 근막인지 확인하지 못하였다. 이 같은 사실로 미루어보아 전상방부착부가 내측으로 부피가 작아지면서 외측익돌근과 긴밀히 접촉하여 묘출율이 더욱 낮아졌다고 생각할 수 있다.

폐구시와 달리 개구시에는 모든 군에서 중앙부가 가장 높은 묘출율을 보였다. Schmitter 등³⁸은 무증상 지원자의 관절원판의 자기공명영상 관상면 평가시 폐구시에 비하여 개구시에 관절원판이 하악과두에 대하여 내측으로 위치하였다고 보고하였다. 본 연구에서도 영상 판독시 개구시의 하악과두의 위치가 폐구시보다 더 외측으로 위치하는 경향을 인지할 수 있었다. 본 연구에서 하악과두를 기준으로 영상단면을 선택하였으므로 관절원판을 기준으로 생각한다면 개구시의 단면 위치는 폐구시보다 더 내측이다. 즉 폐구시의 중앙단면은 관절원판의 중앙단면과 일치하였으나 개구시의 중앙단면은 관절원판의 중앙부 외측을 지나게 되므로 중앙단면의 묘출율이 가장 높았다고 생각할 수 있다. 외측 1/3 부위의 묘출율이 폐구시보다 낮은 이유는 관절원판의 최외측부 단면이 선택되어 전상방부착부가 아예 없거나 혹은 있더라도 너무 적어서 volume averaging effect로 영상 소실된 경우를 생각해 볼 수 있고, 일부 환자에서는 전측두근의 인접으로 인하여 관찰불가능한 경우도 있었다. 내측 1/3 부위의 묘출율도 상당히 높아졌는데 개구시에는 폐구시와 달리 외측익돌근이 주로 위치한 내측 1/3 부위에서도 관절원판 전방부의 신호강도가 높아져 저신호를 보이는 전상방부착부의 관찰이 용이하였다. 개구시에 관절원판 전방부의 신호강도가 높아진다는 것은 관절원판 후조직과 마찬가지로 전방부 조직도 개구시 혈액 및 조직액의 변화가 일어난다는 것을 암시한다. 또한 개구시에는 관절원판이 전방으로 이동하면서 전상방부착부가 관절원판에 대하여 상방, 혹은 후상방으로 꺾여 쉽게 인지할 수 있었던 점도 개구시의 묘출율이 높게 나타난 이유이다.

전상방부착부와 관절원판과의 경계는 대체로 정상군, 정복성 관절원판 변위군, 비정복성 관절원판 변위군의 순으로 명료한 경계를 보였다. 모든 군의 모든 부위에서 폐구

시보다 개구시에 경계를 더 잘 관찰할 수 있었다. 이것은 폐구시에는 관절원판과 전상방부착부가 하나의 선으로 이행되어 경계부를 명확히 인지할 수 없지만 개구를 하여 관절원판이 전방이동하면 경계부가 각을 이루게되므로 관절원판과의 구분이 명확해지기 때문이다. 경계의 명료성에서 통계학적으로 유의성 있는 차이를 보인 부위는 개구시의 중앙 및 내측 1/3 부위였다. 개구시의 외측 1/3 부위는 세 군 모두에서 경계가 잘 관찰되었다. 본 연구에서 관절원판 형태 변화에 따른 차이를 분석하지는 않았지만 관절원판 신장이 있는 경우는 경계의 명확한 구별이 어려웠고, folding 등 심한 형태변화가 있을 때는 쉽게 구별할 수 있었다. 이런 이유로 관절원판의 변형이 더 심하리라고 생각되는 비정복성 관절원판 변위군이 정복성 관절원판 변위군보다 경계의 명료성이 높은 경향을 보였다. 따라서 경계의 명료성은 측두하악관절 내장증의 정도를 평가하는 데 있어 적절한 변수가 아닌 것 같다. 본 연구는 전상방부착부에 대한 일차적 평가로서 관절원판 변위가 있을 경우 전상방부착부의 묘출율이 낮아지며 특히 정상군 및 변위군간의 묘출율 차이는 개구시에 더 뚜렷하다는 결과를 보여준다. 이러한 묘출율 차이는 관절원판 변위에 따른 전상방부착부의 변화를 시사하는 것으로 차후 이러한 변화에 대한 병리조직학적 연구 및 영상 연구가 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

- Haitef-Neto F, Hollender L, Barclay P, Maravilla KR. Disk position and the bilaminar zone of the temporomandibular joint in asymptomatic young individuals by magnetic resonance imaging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002; 94 : 372-8.
- Solberg WK, Woo MW, Houston JB. Prevalence of mandibular dysfunction in young adults. *J Am Dent Assoc* 1979; 98 : 25-34.
- Murphy WA, Kaplan PA. Temporomandibular joint. In : Resnick D. *Diagnosis of bone and joint disorders*. Philadelphia : W.B. Saunders Co; 1995. p. 1699-754.
- Katzberg RW, Westesson PL, Tallents RH, Drake CM. Anatomic disorders of the temporomandibular joint disc in asymptomatic subjects. *J Oral Maxillofac Surg* 1996; 54 : 147-53.
- Westesson PL, Katzberg RW, Tallents RH, Sanchez-Woodworth RE, Svensson SA, Espeland MA. Temporomandibular joint : comparison of MR images with cryosectional anatomy. *Radiology* 1987; 164 : 59-64.
- Westesson PL, Katzberg RW, Tallents RH, Sanchez-Woodworth RE, Svensson SA. CT and MR of the temporomandibular joint : comparison with autopsy specimens. *AJR Am J Roentgenol* 1987; 148 : 1165-71.
- Held P, Moritz M, Fellner C, Behr M, Gmeinwieser J. Magnetic resonance of the disk of the temporomandibular joint : MR imaging protocol. *Clin Imaging* 1996; 20 : 204-11.
- Helms AC, Kaplan P. Diagnostic imaging of the temporomandibular joint : recommendations for use of the various techniques. *AJR Am J Roentgenol* 1990; 154 : 319-22.
- Scapino RP. Histopathology associated with malposition of the human temporomandibular joint disc. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1983 ; 55 : 382-97.
- Rees LA. The structure and function of the mandibular joint. *Br Dent J* 1954; 96 : 125-33.
- Hall MB, Brown RW, Baughman RA. Histologic appearance of the bilaminar zone in internal derangement of the temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984; 58 : 375-81.
- Heffez LB, Jordan SL. Superficial vascularity of temporomandibular joint retrodiskal tissue : an element of the internal derangement process. *Cranio* 1992; 10 : 180-91.
- Sano T, Westesson PL. Magnetic resonance imaging of the temporomandibular joint. Increased T2 signal in the retrodiskal tissue of painful joints. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995; 79 : 511-6.
- Scapino RP. The posterior attachment : its structure, function, and appearance in TMJ imaging studies. Part 1. *J Craniomandib Disord* 1991; 5 : 83-95.
- Scapino RP. The posterior attachment : its structure, function, and appearance in TMJ imaging studies. Part 2. *J Craniomandib Disord* 1991; 5 : 155-66.
- Hatcher DC, Blom RJ, Baker CG. Temporomandibular joint spatial relationships : osseous and soft tissues. *J Prosthet Dent* 1986; 56 : 344-53.
- Isberg A, Isacson G, Johansson AS, Larson O. Hyperplastic soft-tissue formation in the temporomandibular joint associated with internal derangement. A radiographic and histologic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1986; 61 : 32-8.
- Isberg A, Isacson G. Tissue reactions associated with internal derangement of the temporomandibular joint. A radiographic, cryomorphologic, and histologic study. *Acta Odontol Scand* 1986; 44 : 160-4.
- Cho BH. Magnetic resonance imaging findings of the retrodiskal tissue in TMJ internal derangement. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2003; 33 : 63-70.
- Jeong YH, Cho BH. Magnetic resonance imaging signal intensity of temporomandibular joint disk and posterior attachment in patients with internal derangement. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2001; 31 : 93-9.
- Westesson PL, Paesani D. MR imaging of the TMJ. Decreased signal from the retrodiskal tissue. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1993; 76 : 631-5.
- Nah KS. Observation of bilaminar zone in magnetic resonance images of temporomandibular joint. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2001; 31 : 221-5.
- Sano T. Recent developments in understanding temporomandibular joint disorders. Part 2: Changes in the retrodiskal tissue. *Dentomaxillofac Radiol* 2000; 29 : 260-3.
- Marguelles-Bonnet R, Yung JP, Carpentier P, Meunissier M. Temporomandibular joint serial sections made with mandible in intercuspital position. *Cranio* 1989; 7 : 97-106.
- Schmolke C. The relationship between the temporomandibular joint capsule, articular disc and jaw muscles. *J Anat* 1994; 184 : 335-45.
- Loughner BA, Gremillion HA, Larkin LH, Mahan PE, Watson RE. Muscle attachment to the lateral aspect of the articular disk of the human temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1996; 82 : 139-44.
- Yung JP, Carpentier P, Marguelles-Bonnet R, Meunissier M. Anatomy of the temporomandibular joint and related structures in the

- frontal plane. *Cranio* 1990 ; 8 : 101-7.
28. Bravetti P, Membre H, Haddioui AE, Gerard H, Fyard JP, Mahler P, et al. Histological study of the human temporo-mandibular joint and its surrounding muscles. *Aust Dent J* 2005; 50 : 152-60.
 29. Mahan PE, Wilkinson TM, Gibbs CH, Mauderli A, Brannon LS. Superior and inferior bellies of the lateral pterygoid muscle EMG activity at basic jaw positions. *J Prosthet Dent* 1983; 50 : 710-8.
 30. Carpentier P, Yung JP, Marguelles-Bonnet R, Meunissier M. Insertions of the lateral pterygoid muscle : an anatomic study of the human temporomandibular joint. *J Oral Maxillofac Surg* 1988; 46 : 477-82.
 31. Fujita S, Iizuka T, Dauber W. Variation of heads of lateral pterygoid muscle and morphology of articular disc of human temporomandibular joint--anatomical and histological analysis. *J Oral Rehabil* 2001; 28 : 560-71.
 32. Sommer OJ, Aigner F, Rudisch A, Gruber H, Fritsch H, Millesi W, et al. Cross-sectional and functional imaging of the temporomandibular joint : radiology, pathology, and basic biomechanics of the jaw. *Radiographics* 2003; 23 : e14.
 33. Christo JE, Bennett S, Wilkinson TM, Townsend GC. Discal attachments of the human temporomandibular joint. *Surg Radiol Anat* 2004; 26 : 371-8.
 34. Nebbe B, Major PW, Prasad NG, Hatcher D. Quantitative assessment of temporomandibular joint disk status. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998; 85 : 598-607.
 35. Wilkinson T, Chan EK. The anatomic relationship of the insertion of the superior lateral pterygoid muscle to the articular disc in the temporomandibular joint of human cadavers. *Aust Dent J* 1989; 34 : 315-22.
 36. Liu ZJ, Yamagata K, Kuroe K, Suenaga S, Noikura T, Ito G. Morphological and positional assessments of TMJ components and lateral pterygoid muscle in relation to symptoms and occlusion of patients with temporomandibular disorders. *J Oral Rehabil* 2000; 27 : 860-74.
 37. Lee ES, You DS, Park TW, Choi SC. Correlation of condylar mobility and arthrotomography in patients with internal derangements of the temporomandibular joint. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 1994; 24 : 337-45.
 38. Schmitter M, Kress B, Ludwig C, Koob A, Gabbert O, Rammelsberg P. Temporomandibular joint disk position assessed at coronal MR imaging in asymptomatic volunteers. *Radiology* 2005; 236 : 559-64.