

골격성 III급 부정교합자의 측두하악관절에 관한 방사선학적 연구

조선대학교 치과대학 구강악안면방사선학교실

김성은 · 김재덕

A radiographic study of temporomandibular joints in skeletal class III malocclusion

Sung-Eun Kim, Jae-Duk Kim

Dept. of Dentomaxillofacial Radiology, Dental school, Chosun University

ABSTRACT

Purpose : To investigate the differences between the position of the mandibular condyles in temporomandibular joints of patients presenting with normal occlusion and skeletal class III malocclusion.

Materials and Methods : Forty-two subjects with normal occlusion and thirty-seven subjects exhibiting skeletal class III malocclusion prior to orthodontic treatment were included in the study. Transcranial radiographs of each subject were taken at centric occlusion and 1 inch mouth opening. The positional relationship between the mandibular condyles with articular fossae and articular eminences at two positional states were evaluated and analyzed statistically.

Results : The mandibular condyles of the skeletal class III malocclusion group were found to be located more anteriorly from the center of the articular fossae compared to the normal occlusion group in centric occlusion. The mandibular condyles of the skeletal Class III malocclusion group were located more superiorly from the middle of articular height than those of the normal occlusion group in centric occlusion. However, these differences were not statistically significant. At 1 inch mouth opening, the mandibular condyles of the skeletal class III malocclusion group were placed more posteriorly from the articular eminences than those of the normal occlusion group. The mean angle of the articular eminence posterior slope were $56.51^\circ \pm 6.29^\circ$ in the normal occlusion group and $60.37^\circ \pm 6.26^\circ$ in the skeletal Class III malocclusion group.

Conclusions : The mandibular condyles of the skeletal Class III malocclusion group were placed more anteriorly at centric occlusion and more posteriorly at 1 inch mouth opening when compared with those of the normal occlusion group. (*Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2003; 33 : 85-90)

KEY WORDS : mandibular condyle; temporomandibular joint; malocclusion

서 론

측두하악관절은 교합의 기능적, 안정적인 면에서 중요한 역할을 수행하는 부위로서, 측두하악관절 장애 및 부정교합의 진단과 치료계획 수립시에 측두하악관절의 이상 유무의 판별과 올바른 하악과두 위치의 평가가 중요하다고 강조되어 이에 관한 많은 연구가 이루어져 왔다.

정상인에서 하악운동시 관절와 내에서의 하악과두의 위

치변화에 관하여 Sheppard 등,¹ Ray 등,² Blaschke 등³이, 측두하악관절 장애 환자에서 하악과두와 관절와의 위치관계에 관하여 Weinberg,⁴ Dumas 등⁵이 각각 연구보고 하였고, 정상 교합자의 중심 교합과 중심위 관계에서의 하악과두의 위치변화에 관하여 Williamson 등,⁶ Ramfjord 등,⁷ Tallgren 등,⁸ Wilkie,⁹ Schmid 등,¹⁰ Weinberg 등,^{11,12} 백,¹³ 신 등¹⁴이, 각 부정 교합군에서의 관절와에 대한 하악과두의 위치에 관하여 Schmid 등,¹⁵ Wood,¹⁶ Williamson,⁶ Tallgren 등,⁸ Brewka 등¹⁷이 각각 연구보고 하였다.

측두하악관절 부위를 임상적으로 손쉽게 관찰할 수 있는 방사선사진 촬영 방법으로 경두개촬영법, 경안와촬영법, 파노라마촬영법, 단층촬영법, 측두하악관절조영술, 측두하악관절 조영단층촬영법, 전산화 단층촬영법, 자기공명영

접수일 : 2003년 3월 17일; 심사일 : 2003년 3월 18일; 채택일 : 2003년 5월 7일
Correspondence to: Prof. Jae-Duk Kim
Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Chosun University, 421 Susuk-dong, Dong-gu, Kwangju, KOREA
Tel) 82-62-220-3885, Fax) 82-62-227-0270
E-mail) jdakim@mail.chosun.ac.kr

상 등 여러 가지 촬영법이 이용되고 있다.¹⁸⁻²⁰

실제 임상에서는 측두하악관절에 대한 방사선사진을 촬영하여 관절와에 대한 하악과두와 관절와의 위치관계, 관절의 운동기능, 골변화 여부 등에 관한 진단정보를 얻고 있는 실정이나 측두하악관절에서의 하악과두의 위치관계에 대해서는 아직까지도 논란이 되고 있으며²¹⁻²⁷ 특히 국내에서 정상 교합자와 골격성 III급 부정교합자 사이의 비교연구는 미흡한 상태이다.

본 연구의 목적은 경두개방사선사진 상에서 골격성 III급 부정교합자의 하악운동시 관절와 및 관절용기에 대한 하악과두의 위치관계가 정상 교합자와 차이를 보이는 것을 인지하고 경두개방사선사진을 이용하여 정상 교합자와 골격성 III급 부정교합자 사이에 하악과두와 관절와 및 관절용기의 위치관계를 측정, 비교함으로써 두개안면구조의 안정과 균형을 이루게 하는 치과적 치료의 진단 및 치료 계획에 도움을 줄만한 방사선학적 관찰기준을 마련하는데 있다.

재료 및 방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 구치부 I급 관계를 만족하고 측두하악관절 장애의 증상과 병력, 교정 및 교합치료의 경험이 없는 정상적인 골격 관계를 보이는 20세부터 29세까지의 조선대학교 치과대학 재학생 42명(남자 24명, 여자 18명)과 조선대학교 부속 치과병원에 교정치료를 위해 내원한 환자 중 구강 악안면부의 외상이나 교정 및 교합치료의 경험이 없고, 결손치가 없으며 측두하악관절이나 교합에 영향을 미칠 수 있는 선천성 또는 발육성 질환이 없으면서 Wit's appraisal²⁸이 -7 mm 이하, APDI25 (Anteroposterior Dysplasia Indicator)가 92.5° 이상인 18세부터 29세까지의 골격성 III급 부정교합자 37명(남자 19명, 여자 18명)의 좌·우 총 158개의 측두하악관절이었다.

2. 연구방법

1) 경두개방사선사진의 촬영과 분석

(1) 촬영

경두개방사선사진의 촬영장치로는 이의 표준화를 위해 고안된 Accurad-200 두부 고정장치 (Denar Co., U.S.A.)를 부착시킨 구내방사선촬영기 (Siemens, Germany)를 이용하였다. 각 피검자의 Frankfurt 평면이 바닥평면과 평행이 되도록 두부고정장치에 고정시킨 후 중심교합상태와 1 inch 개구상태에서 촬영하였다. 방사선사진의 촬영조건은 중심방사선의 조사각도가 수직각 25°, 수평각 0°, 관전압 70 kVp, 관전류 7 mA, X선의 조사시간은 피검자의 두부크기에 따라 0.2-0.5초였으며, 이 중 증감지가 부착된 카세트와

5×7 방사선필름 (Kodak Corp., U.S.A.)을 사용하였고, 촬영된 필름은 자동현상기 (Kodak Corp. U.S.A.)로 처리하였다.

(2) 재측점과 재측선

촬영된 경두개방사선사진을 간접법으로 묘사한 후 다음과 같은 재측점과 재측선을 설정하고 caliper를 이용하여 0.05 mm까지, 각도기를 이용하여 0.5° 까지 재측하였다 (Fig. 1).

① 재측점

- a: 관절와의 최상방점
- b: 관절용기의 최하방점
- c: 과두돌기의 최상방점
- d: a점에서 하악과두의 최후방면을 지나는 점선 D선이 만나는 점
- e: a점에서 하악과두의 최전방면을 지나는 점선 E선이 만나는 점
- f: E선상 e점에서 수직선을 내려서 관절용기의 후방면과 만나는 점
- g: D선상 d점에서 수직선을 내려서 관절와의 후방면과 만나는 점

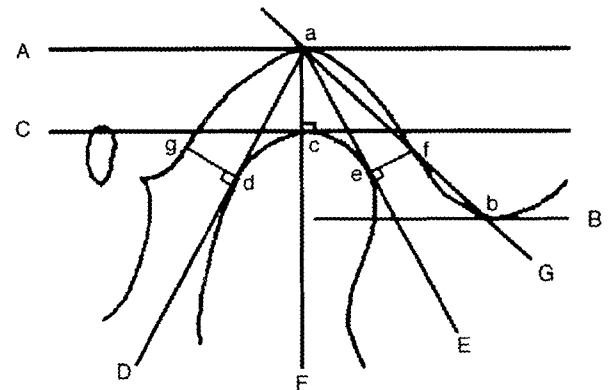


Fig. 1. Tracing of transcranial radiograph at centric occlusion.

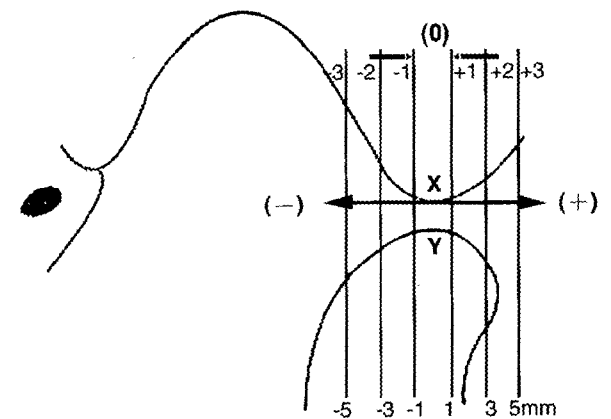


Fig. 2. Tracing of transcranial radiograph at 1 inch mouth opening.

② 계측선

A선 : 필름의 첨단면에 평행하게 관절와의 최상방점 a를 지나는 수평선

B선 : A선에 평행하면서 b점을 지나는 수평선

C선 : A선에 평행하면서 c점을 지나는 수평선

D선 : a점에서 과두돌기의 후방점 d를 지나는 접선

E선 : a점에서 과두돌기의 전방점 e를 지나는 접선

F선 : a점에서 A, B, C선과 수직이 되도록 그은 선

G선 : a점과 b점을 연결한 선

2) 계측항목

(1) 중심교합시 하악과두와 관절와의 전후방 위치관계

중심교합시 하악과두와 관절와의 위치관계는 관절공극의 폭경을 전방(e-f) 및 후방(d-g)으로 각각 구분하여 계측한 후, Pullinger와 Hollender의 공식²⁹⁾에 따라 절대중심위(0)로부터 전방(+) 또는 후방(-)으로의 이동비율을 산출하여 하악과두와 관절와의 위치관계를 평가하였다.

$$\text{displacement} = \frac{\text{posterior} - \text{anterior interarticular distance}}{\text{posterior} + \text{anterior interarticular distance}} \times 100$$

(2) 중심교합시 하악과두와 관절와의 상하방 위치관계

상관절강 폭(a-c)과 관절와의 최상방점을 지나는 수평선(A)-관절융기의 최하방점을 지나는 수평선(B)간 거리의 이동분((A-B)/2)과의 차이를 계측하였다.

① 0: c가 이동분선상에 위치하는 경우

② +: c가 이동분선에서 하방에 위치하는 경우

③ -: c가 이동분선에서 상방에 위치하는 경우

(3) 1 inch 개구시 하악과두와 관절융기의 전후방 위치관계
1 inch 개구시 관절융기에 대한 하악과두의 위치관계는 관절융기의 최하방점 b에 대한 하악과두의 최상방점 c의 수평적 위치관계로 평가하였다(Fig. 2).

① 0: 점 c가 점 b의 직하방에서 전후방 1 mm 이내에 위치하는 경우

② +1: 점 c가 점 b보다 1 mm 이상 3 mm 미만 전방에 위치하는 경우

③ +2: 점 c가 점 b보다 3 mm 이상 5 mm 미만 전방에 위치하는 경우

④ +3: 점 c가 점 b보다 5 mm 이상 전방에 위치하는 경우

⑤ -1: 점 c가 점 b보다 1 mm 이상 3 mm 미만 후방에 위치하는 경우

⑥ -2: 점 c가 점 b보다 3 mm 이상 5 mm 미만 후방에 위치하는 경우

⑦ -3: 점 c가 점 b보다 5 mm 이상 후방에 위치하는 경우

(4) 관절융기 경사도

G선과 F선이 이루는 각도를 평가하였다.

3) 각 계측치의 통계학적 분석

각 계측항목의 계측치를 SPSS (Statistical Package for

Social Science, version 10.0, Korea)를 이용하여 t-test와 Mann-Whitney test 방법으로 통계 처리하였다.

결 과

1. 중심교합시 하악과두와 관절와의 전후방 위치관계

중심교합시 관절와에 대한 하악과두의 전후방 위치는 정상교합자군에서 -6.12 ± 21.35 (%)로서 후방 위치관계를 보였고 골격성 III급 교합자군에서는 10.55 ± 18.26 (%)로서 전방 위치관계를 보였으며 정상교합자군과 골격성 III급 교합자군에서의 하악과두의 전후 위치를 비교한 결과 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$, Table 1).

2. 중심교합시 하악과두와 관절와의 상하방 위치관계

중심교합시 관절와에 대한 하악과두의 상하방 위치는 상관절강(a-c)의 거리와 관절와의 최상방점을 지나는 수평선(A)-관절융기의 최하방점을 지나는 수평선(B)간 거리의 이동분선에 대한 차가 정상 교합자군과 골격성 III급 교합자군에서 각각 -0.16 mm, -0.18 mm로 모두 상방에 위치하였으나 통계학적으로 유의한 차이는 보이지 않았다($p > 0.05$, Table 2).

3. 1 inch 개구시 하악과두와 관절융기의 전후방 위치관계

1 inch 개구시 관절융기에 대한 하악과두의 전후방 위치는 정상교합자군에서 관절융기의 최하방점(b)에 대해 하악과두의 최상방점(c)이 전후 1 mm 이내에 위치하는 경우(0)가 27개, 1 mm 이상 전방에 위치하는 경우가 37개(+1: 25개, +2: 7개, +3: 5개), 1 mm 이상 후방에 위치하는 경우가 20개(-1: 9개, -2: 9개, -3: 2개)로 1 mm 이상 전방에 위치하는 경우가 가장 많았고 골격성 III급 교합자군에서는 전후 1 mm 이내에 위치하는 경우(0)가 24개, 1 mm 이상 전방에 위치하는 경우가 11개(+1: 4개, +2: 4개, +3: 3

Table 1. Analysis of anteroposterior position of the mandibular condyle at centric occlusion

	Number of cases	Mean	S.D.	S.E.	t-test
Normal	84	6.12	21.35	2.33	p < 0.05
Class III	74	10.56	18.26	2.12	

Table 2. Analysis of superoinferior position of the mandibular condyle at centric occlusion

	Number of cases	Mean	S.D.	S.E.	t-test
Normal	84	-0.16	1.08	0.12	p > 0.05
Class III	74	-0.18	1.00	0.12	

Table 3. Analysis of anteroposterior position of the mandibular condyle at 1 inch mouth opening

	Score	Number of cases	%	Mann-Whitney test
Normal	(-)	-3	2	p < 0.05
		-2	9	
		-1	9	
		0	27	
		+1	25	
	(+)	+2	7	
		+3	5	
Class III	(-)	-2	10	p < 0.05
		-1	7	
		0	24	
		+1	4	
	(+)	+2	4	
		+3	3	

Table 4. Analysis of articular eminence posterior slope angle

	Number of cases	Mean	S.D.	S.E.	t-test
Normal	84	56.51	6.29	0.69	p < 0.05
Class III	74	60.37	6.26	0.73	

개), 1 mm 이상 후방에 위치하는 경우가 39개 (-1: 7개, -2: 10개, -3: 22개)로 1 mm 이상 후방에 위치하는 경우가 가장 많았으며 통계학적으로 유의한 차이를 보였다 (p < 0.05, Table 3).

4. 관절용기의 후방 경사도

관절용기의 후방 경사도는 정상교합군에서 평균 56.51° ± 6.29°, 골격성 III급 부정교합자군에서 평균 60.37° ± 6.26°로 두 군간 통계학적으로 유의한 차이를 보였다 (p < 0.05, Table 4).

고 찰

정상 교합에서 뿐만 아니라 부정교합 환자에서도 하악과두의 관절외에 대한 위치관계에 대해 이해하는 것은 매우 중요하다.³⁰ 특히 골격성 III급 부정교합자들은 두개저에 대해 하악이 전형적으로 돌출된 교합관계를 보이고 하악과두의 과도한 수직 성장은 하악의 전방 회전을 야기한다고 많은 연구자들에 의해 주장되어 왔다.³¹⁻³⁵

Weinberg³⁶는 부정교합의 정의는 측두하악관절과 교합의 관계를 포함하는 것으로 바뀌어져야만 한다고 주장하였고 Owen³⁷은 관절외에 대한 하악과두의 위치관계를 이해하는 것이 교정 치료의 진단과 치료에 중요하다고 하였다.

방사선사진은 측두하악관절 부위를 임상적으로 손쉽게 관찰할 수 있는 방법 중 하나로 Cole³⁸은 경두개방사선사진을 판독하기 위한 3가지 단계를 설명하고 경두개방사선사진에서 나타난 관절강 폭은 임상적으로 가치가 있다고 하였다. 본 연구에서는 교정치료 전 임상적으로 촬영하는 경두개방사선사진을 이용하여 정상 교합자와 교정 치료 전 골격성 III급 부정교합자를 대상으로 하악과두와 관절외 및 관절용기와의 위치관계를 측정, 비교하였다.

방사선사진상에서 하악과두의 위치를 측정하는 방법으로 선상 측정 방법과 면적 측정 방법이 있다. Blaschke³는 관절 공폭의 선상 측정보다는 면적 측정 방법이 더 자세하고 정확한 결과를 얻을 수 있다고 주장하였고, Pullinger 등^{29,40} 많은 연구자들은 전, 후방 관절 공폭의 최단 거리를 측정한 선상 측정 방법이 과두의 위치를 평가하는데 우수하였다고 하였다. 대부분 선학들의 연구가 선상 측정 방법으로 이루어져 있으므로 비교와 분석을 위하여 본 연구에서는 Pullinger와 Hollender의 공식²⁹을 이용해 하악과두의 전, 후방 이동비율을 산출하는 선상 측정 방법을 택하였다.

본 연구에서 중심교합시 관절외에 대한 하악과두의 전후 위치관계는 정상교합자군의 경우 -6.12 ± 21.35 (%)로서 후방 위치관계를 보였고 골격성 III급 교합자군에서는 10.55 ± 18.25 (%)로서 전방 위치관계를 보였다. 이는 Seren³⁰의 CT를 이용한 정상교합군과 골격성 III급 교합자군의 관절외내 하악과두의 위치 연구에서 골격성 III급 교합자군의 경우 정상교합자군에 비해 전방 측두하악관절강이 현저하게 좁아져 있어 하악과두가 전방에 위치해 있다는 결과와 유사하였고, 교합의 분류 없이 경두개방사선사진과 측방 개별화 단층방사선사진에서의 하악과두의 위치를 연구한 이⁴는 평균 -10.18 (%)로서 후방위치를 보인다고 하였으나 이는 연구대상의 선택시 상, 하악의 정상적인 안모를 가진자를 선택하였으므로 정상교합자군의 결과와 유사하게 후방위치를 나타낸 것으로 사료된다. 또한 정상, Class II, Class III 교합자군들 사이의 하악과두의 위치관계를 연구한 홍⁴²은 정상군과 Class II군에서는 중심교합시 후상방에 위치하였으나 Class III군에서는 유의성 있는 위치변화가 없었다고 하였다.

중심교합시 하악과두와 관절외의 상하 위치관계에서 상관절강의 거리(a-c)와 관절외의 최상방점을 지나는 수평선(A)-관절용기의 최하방점을 지나는 수평선(B)간 거리의 이동분선에 대한 차가 정상 교합자군과 골격성 III급 교합자군에서 각각 -0.16 mm, -0.18 mm로 모두 상방에 위치하였다. 이는 Class III 부정교합자군에서 하악과두가 관절외에서 상방에 위치한다고 한 Ricketts⁴³나 홍⁴²의 연구와 일치하나 통계학적으로 유의한 차이는 보이지 않았다.

1 inch 개구시 관절용기에 대한 하악과두의 전후 위치는 정상교합자군에서 관절용기의 최하방점(b)에 대해 하악과두의 최상방점(c)이 전후 1mm 이내에 위치하는 경우(O)가

27개, 1 mm 이상 전방에 위치하는 경우가 37개 (+1: 25개, +2: 7개, +3: 5개), 1 mm 이상 후방에 위치하는 경우가 20개 (-1: 9개, -2: 9개, -3: 2개)로 1 mm 이상 전방에 위치하는 경우가 가장 많았고 골격성 III급 부정교합자군에서는 전후 1 mm 이내에 위치하는 경우(0)가 24개, 1 mm 이상 전방에 위치하는 경우가 11개 (+1: 4개, +2: 4개, +3: 3개), 1 mm 이상 후방에 위치하는 경우가 39개 (-1: 7개, -2: 10개, -3: 22개)로 1 mm 이상 후방에 위치하는 경우가 가장 많았다. 이는 상, 하악의 정상적인 안모를 가진 자를 대상으로 한 이⁴¹의 연구에서 1 mm 이상 전방에 위치하는 경우가 많았다는 결과와 정상교합자군의 결과가 일치한다. Markovic과 Rosenberg²⁵는 1 inch 개구시 관절용기의 정점으로부터 ±4 mm를 정상 범주로 제시하였는데 본 연구의 정상 교합자의 경우 대부분 정상 범주에 존재하였지만 골격성 III급 부정교합자군의 경우 후방으로 비정상 범주에 존재하는 경우가 월등히 많았다. 골격성 III급 부정교합자군에서 하악과두가 관절용기에 비해 후방에 위치하는 경우가 많은 것은 하악과두의 과도한 수직 성장이 하악의 전방 회전을 야기하고 하악이 두개저에 대해 전형적으로 돌출된 교합관계를 보여 1 inch 개구시 적은양의 하악 회전 운동으로도 개구가 가능한 것으로 사료되거나 하악과두의 수직고경이나 관절용기의 경사도 등 여러 다른 요소들과의 상관관계에 대한 연구가 더 필요할 것으로 사료된다.

관절용기의 후방 경사도는 정상교합군에서 평균 56.51° ± 6.29°, 골격성 III급 부정교합자군에서 평균 60.37° ± 6.26°로 홍⁴²의 평균치보다 두 집단 모두 높게 나타나는 결과를 보였고 Class III군에서 가장 적은 값을 보인다는 Ricketts⁴³의 보고와는 일치하지 않았다. 이 같은 수치의 차이는 방사선 사진에서의 계측이 2차원적인 평면상에서 이루어졌다는 점과 각 개인의 해부학적 형태의 다양함, 그리고 방사선 촬영방법의 차이, 또한 종족간의 차이들로부터 기인한다고 보여진다.

본 연구의 방법과 성적을 평가함에 있어서 촬영술식이 간편하여 임상에서 흔히 이용되는 경두개방사선사진을 이용하였으나 해부학적 구조의 중첩과 변형의 가능성이 있고 하악과두의 외측 부분만 관찰되는 단점^{27,45,46}과 방사선 사진 촬영 오차 및 거리 측정의 오차 가능성, 선상 측정 방법의 한계성 등의 문제점을 발견하게 되었다.

본 연구를 통해 골격성 III급 부정교합자의 하악과두의 관절와 및 관절용기에 대한 위치를 올바르게 평가 분석하여 두개안면구조의 안정과 균형을 이루게 하는 치과적 치료의 진단 및 치료 계획에 도움을 줄 것이라고 생각되며 앞으로 전산화 단층촬영법이나 자기공명영상촬영법 등을 통한 측두하악관절에 대한 연구 등이 계속되어야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Sheppard ID, Sheppard SM. Range of condylar movement during mandibular opening. *J Prosthet Dent* 1965; 15 : 263-71.
2. Ray R, Barghi N, Bailey Jr JO. Incidence of radiographic condylar concentricity in non-patients. *J Dent Res* 1981; 60 : 530-7.
3. Blaschke DD, Blaschke TJ. Normal TMJ bone relationships in centric occlusion. *J Dent Res* 1981; 98-104.
4. Weinberg LA. Role of condylar position in TMJ dysfunction-pain syndrome. *J Prosthet Dent* 1979; 41 : 636-43.
5. Dumas AL, Moaddab MB, Willis HB, Homayoun NM. A tomographic study of the condyle/fossa relationship in patients with TMJ dysfunction. *J Craniomandibular Pract* 1984; 2 : 315-24.
6. Williamson EH, Caves SA, Edenfield RJ, Morse PK. Cephalometric relation. *Am J Orthod* 1978; 74 : 672-7.
7. Ramfjord SI, Ash, MM Jr. Occlusion. 3rd Ed. Philadelphia: WB Saunders Co. 1983. p.614.
8. Tallgren A, Melsen B, Hansen M. An electromyographic and roentgen cephalometric study of occlusal morpho-functional disharmony in children. *Am J Orthod* 1979; 76 : 394-409
9. Wilkie ND. Radiographic comparisons of condyle fossa relationships during maxillomandibular registrations made by different methods. *J Prosthet Dent* 1974; 32 : 529-33.
10. Schmid W, Mongini F. Assessment of the therapeutic position for orthodontic diagnosis and treatment. *Am J Orthod* 1982; 82 : 513-8.
11. Weinberg LA. Anterior condylar displacement: It's diagnosis and treatment. *J Prosthet Dent* 1975; 34 : 195-207.
12. Weinberg LA. Temporomandibular joint function and its effect on concepts of occlusion. *J Prosthet Dent* 1976; 35 : 553-6.
13. 백형선. 단층 및 두부방사선 계측사진을 이용한 정상교합자의 악관절에 관한 연구. *대한치과의사협회지* 1986; 16 : 85-105.
14. 신재의. 두부방사선 계측사진에 의한 정상교합자의 중심교합위와 하악안정위에 관한 연구. *대한치과의사협회지*. 1978; 8 : 59-71.
15. Schmid W, Mongini F. Influence of mandibular displacement on orthodontic cephalometric analysis. *J Dent Res* 1982; 61 : 301-5.
16. Wood CR. Centrally related cephalometrics. *Am J Orthod* 1977; 71 : 157-71.
17. Brewka RE. Pantographic evaluation of cephalometric hinge axis. *Am J Orthod* 1981; 79 : 1-19.
18. Smith NJD, Harris M. Radiology of the temporomandibular joint and condylar head. *Br Dent J* 1970; 129 : 361-8.
19. Sickels JE. Transcranial radiography in the evaluation of craniomandibular (TMJ) disorders. *J Prosthet Dent* 1983; 49 : 244-9.
20. Miles DA, Van Dis ML. Temporomandibular imaging. *Dent Clin North Am* 1993; 37 : 627-44.
21. Mongini F. The importance of radiography in the diagnosis of TMJ dysfunctions. A comparative evaluation of transcranial radiographs and serial tomography. *J Prosthet Dent* 1981; 45 : 186-98.
22. Pullinger AG, Hollender L, Solberg WK. Radiographic condyle position; TMJ patients and a screened control population. *J Dent Res* 1983; 62 : 189-5.
23. Weinberg LA. Correlation of temporomandibular dysfunction with radiographic findings. *J Prosthet Dent* 1972; 28 : 519-39.
24. Farrar WB. Characteristics of the condylar path in internal derangements of the TMJ. *J Prosthet Dent* 1978; 39 : 319-23.
25. Marcovic MA, Rosenberg HM. Tomographic evaluation of 100 patients with temporomandibular joint symptoms. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1976; 42 : 838-46.
26. Katzberg RW, Keith Da, Ten Eick WR, Guralnick WC. Internal

- derangements of the temporomandibular joint: an assessment of condyle position in centric occlusion. *J Prosthet Dent* 1983; 49 : 250-4.
27. Griffiths RH. Report of the president's conference in the examination, diagnosis and management of temporomandibular disorders. *J Am Dent Assoc* 1983; 106 : 75-7.
 28. Jacobson A. The 'Wits' appraisal of jaw disharmony. *Am J Orthod* 1975; 67 : 125-38.
 29. Pullinger A, Hollender L. Variation in condyle-fossa relationship according to different methods of evaluation in tomograms. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1986; 62 : 719-27.
 30. Seren E, Akan H, Toller MO, Akyar S. An evaluation of the condylar position of the temporomandibular joint by computerized tomography in Class III malocclusions: a preliminary study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994; 105 : 483-8.
 31. Droel R, Isaacson RJ. Some relationships between the glenoid fossa position and various skeletal discrepancies. *Am J Orthod* 1972; 61 : 64-78.
 32. Ellis E, McNamara JA. Components of adult Class III malocclusion. *J Oral Maxillofac Surg* 1984; 42 : 295-305.
 33. Mitani H. Contributions of the posterior cranial base and mandibular condyles to facial depth and height during puberty. *Angle Orthod* 1973; 43 : 337-43.
 34. Schudy FF. The rotation of the mandible resulting from growth: its implications in orthodontic treatment. *Angle Orthod* 1965; 35 : 36-50.
 35. Siriwat PP, Jarabak JR. Malocclusion and facial morphology. Is there a relationship? An epidemiologic study. *Angle Orthod* 1985; 55 : 127-38.
 36. Weinberg LA, Lager LA. Clinical report on the etiology and diagnosis of TMJ dysfunction-pain syndrome. *J Prosthet Dent* 1980; 44 : 642-53.
 37. Owen AH. Orthodontic/Orthopedic treatment of craniomandibular pain dysfunction (part I: Diagnosis with transcranial radiographs.) *J Craniomandibular Pract* 1984; 2 : 239-49.
 38. Cole SV. Transcranial radiography: correlation between actual and radiographic joint space. *J Craniomandibular Pract* 1984; 2 : 153-8.
 39. Blaschke DD, Blaschke TJ. A method for quantitatively determining TMJ bony relationship. *J Dent Res* 1981; 60 : 35-43.
 40. 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.
 41. 이상래, 황의환. 경두개 방사선사진과 측방 개별화 보정단층 방사선사진을 이용한 하악 과두의 형태와 위치에 관한 연구. *대한구강악안면방사선학회지* 1997; 27 : 25-42.
 42. 홍순창, 유영규. 단층 및 두부 방사선 계측 사진을 이용한 부정교합자의 악관절에 관한 연구. *대한치과교정학회지* 1992; 22 : 89-107.
 43. Ricketts RM. Variations of the temporomandibular joint as revealed by cephalometric laminography. *Am J Orthod* 1950; 36 : 887-98.
 44. Solberg WK, Hansson TL, Nordstrom B. A tomographic study of mandibular condyle position in an asymptomatic population. *J Prosthet Dent* 1985; 53 : 706-13.
 45. Mikhail MG, Rosen H. The validity of temporomandibular joint radiographs using the head positioner. *J Prosthet Dent* 1979; 42 : 441-6.
 46. Blackwood HJJ. Pathology of the temporomandibular joint. *J Am Dent Assoc* 1969; 79 : 118-24.