

성장기에서 관절융기 높이 및 경사의 연령적 변화

최동순^a · 장인산^b · 차봉근^c

관절융기의 높이와 후면의 경사는 교합과 긴밀한 관계를 유지하며 하악 운동 시 하악과두의 이동 경로를 결정하는 중요한 역할을 한다. 본 연구의 목적은 성장기 아동에서 연령별로 관절융기의 높이 및 경사의 변화를 평가하는 것이다. 양호한 골격을 보이는 5.9세부터 19.7세까지 총 160명(남자 71명, 여자 89명)의 대상자가 선정되었고, 이들의 측두하악관절 단층방사선사진에서 관절융기의 높이, 관절융기 후면의 경사가 측정되었다. 남녀 각각 9.0세 미만(Group 1), 9.0 - 10.9세(Group 2), 11.0 - 12.9세(Group 3), 13.0 - 14.9세(Group 4), 15.0 - 16.9세(Group 5), 17.0세 이상(Group 6)의 6군으로 나누었고, 그룹 간 비교를 위해 일변량분산분석, 남녀 간 비교를 위해 Mann-Whitney 검정을 실시하였다. 각 연령 그룹의 평균 관절융기 높이는 남자에서 4.8 mm, 6.1 mm, 6.4 mm, 7.0 mm, 8.0 mm, 9.2 mm였고, 여자에서 4.8 mm, 5.4 mm, 6.4 mm, 6.9 mm, 7.6 mm, 7.1 mm였다. 각 연령 그룹의 평균 관절융기 경사는 남자에서 29.5°, 34.4°, 35.5°, 37.6°, 40.3°, 42.6°였고, 여자에서 29.7°, 31.7°, 34.7°, 37.4°, 39.3°, 36.2°였다. 관절융기의 높이와 경사는 남자에서는 Group 5까지, 여자에서는 Group 4까지 유의성 있게 증가하였다. 남녀 간 비교에서는 Group 6에서만 남자가 여자보다 유의하게 컸다. 관절융기의 성장가속기는 여자가 남자보다 4년 가량 빨랐고, 남자는 여자보다 더 늦은 나이까지 성장하였다. 성장기 중 관절융기의 높이와 경사는 매우 많은 변화를 보였으며, 따라서 이 시기에 교정치료 시 기능적인 정상교합을 달성하기 위해서는 관절융기의 연령적 변화와 성장 양상을 이해하는 것이 중요하다고 생각한다. (대치교정지 2010;40(6):411-420)

주요 단어: 측두하악관절, 단층촬영, 관절융기, 성장

서론

관절융기(articular eminence)는 측두하악관절에서 측두와(temporal fossa)의 한 부분을 이루며, 그 형태는 내외방으로는 약간 오목하고 전후방으로는 약간 볼록한 형태를 보인다.¹ 관절융기의 높이와 후방면의 경사는 태생 후 두개안면 골격의 성장과 함께 급격히 성장하고, 이후 성장기 동안에도 점진적으로 증가하는 것으로 알려져 있다.¹⁴ 관절융기는 개폐구 운동과 같은 하악의 운동 시에 과두-원반 복합체

(condyle-disc complex)가 그 위를 따라 활주하게 하는 경로 역할을 하며, 과두는 관절융기의 정점 때로는 정점을 넘어서까지 이동하기도 한다.¹² 하악의 전방운동 시 과두는 관절융기의 볼록한 형태로 인해 전방 및 하방으로 움직이게 되는데, 이 때 관절융기의 높이와 관절융기 후방면의 경사는 과두의 이동 경로에 밀접한 영향을 주게 된다.^{2,5}

하악 전방운동 시 과두유도(condyle guidance)는 전방유도(anterior guidance)와 밀접한 관련이 있으므로,⁶ 교정치료 시 전방유도와 과두유도가 잘 조화되도록 하는 것은 건강한 악기능운동을 위해 중요하다고 생각된다. 한편 악기능장치 또는 이모장치로 치료받은 골격성 II급 또는 III급 성장기 부정교합 아동에서 치료 후 과두뿐만 아니라 관절와(articular fossa) 및 관절융기의 형태적 변화가 관찰되었다는 보고도 있다.⁷⁻⁹ 따라서 악정형치료를 포함하여 교정치료가 주로 시작되는 아동기 및 사춘기 전후의 관절융기의 성장에 대하여 더 많은 정보와 지식을 갖고 있는 것이 필요하다. 그러나 성장기 중 관절융기

^a조교수, ^b전임강사, ^c교수, 강릉원주대학교 치과대학 교정학교실, 구강과학연구소.

교신저자: 차봉근.

강릉시 지변동 강릉대학교 120, 강릉원주대학교 치과병원 교정과.

033-640-3192; e-mail, korth@gwnu.ac.kr.

원고접수일: 2010년 9월 15일 / 원고최종수정일: 2010년 12월 1일 /

원고채택일: 2010년 12월 3일.

DOI:10.4041/kjod.2010.40.6.411 / pISSN 1225-5610

*이 논문은 2007년도 강릉대학교치과병원 학술연구조성비 지원에 의하여 수행되었음(2007-0048).

경사의 변화에 대한 이전 연구들은 대부분 오래 전 견조두개골을 이용한 연구이고, 또 연령에 대한 정보도 부족하다.¹⁻⁴ 교정과에 내원하는 환자들에서 측두하악관절의 형태를 평가하기 위해서는 방사선사진이 필요한데, 특히 측방 개별화 보정 단층방사선사진(lateral individualized corrected tomography)은 하악과두의 장축을 따라 직각으로 촬영되고, 해부학 구조물들의 겹침이 적으므로, 과두, 관절와 및 관절융기의 위치관계와 형태를 평가하는데 매우 정확한 것으로 보고되고 있다.^{10,11} 따라서, 이 연구는 측방 개별화 보정 단층방사선사진을 이용하여 성장기 아동에서 연령별로 관절융기의 높이 및 경사의 변화를 평가하는 것을 목적으로 한다.

연구방법

연구대상

강릉원주대학교 치과병원 교정과에 내원한 환자 중 비교적 양호한 골격을 갖고 있고, 측두하악관절 단층방사선사진이 촬영된 환자들을 대상으로 하였다. 대상 선정의 요건으로 (1) 턱관절 질환과 연관된 증상이나 징후가 없고, (2) 골격적 비대칭이 없으며, (3) 편측 또는 양측의 구치부 반대교합이 없고, (4) 전치부 반대교합이나 open bite 및 deep bite가 없고, (5) 이전에 교정치료나 악정형치료를 받지 않은 환자를 대상으로 하였다. 5.9세부터 19.7세까지 총 160명(남자 71명, 여자 89명)의 대상자가 선정되었고, 이들의 평균 ANB각과 하악평면각(FMA)은 각각 2.7° (0.1° - 4.9°)와 27.8° (20.2° - 33.6°)였고,

평균 수평피개와 수직피개 양은 각각 3.7 mm (0.1 - 6.4 mm), 1.8 mm (0.1 - 5.5 mm)였다. 본 연구는 임상시험심사위원회의 승인을 받았다 (IRB2010-1-3).

TMJ 단층방사선사진 촬영 및 관절융기 계측

모든 대상자들의 측두하악관절 단층방사선사진은 COMMCAT IS-2000 (Imaging Sciences International, Hatfield, PA)을 이용하여 촬영되었고, Frankfort 수평평면(FH 평면)과 평행하며, 하악 과두 장축에 수직으로 촬영하는, 이른바 측방 개별화 보정 단층방사선사진을 촬영하기 위해 먼저 FH 평면에 수직으로 이하두정방사선사진이 촬영되었다. 여기에서 과두의 장축(과두의 내측과 외측의 가장 바깥점을 연결한 선) 각도를 측정한 후, FH 평면이 지면에 평행하도록 두부를 고정한 채 과두 장축에 수직으로 단층방사선사진이 촬영되었다 (Fig 1). 촬영 시 단층의 두께와 단층 간 간격은 2 mm였고, 하악 과두 하나당 5개의 단면이 얻어졌다. 이 중 하악 과두, 관절와, 관절융기의 상이 가장 뚜렷한 단면상을 선택하여 사용하였고, 방사선 필름은 Epson Expression 1,680 pro (Seiko Epson, Nagano, Japan)에서 300 dpi의 해상도로 스캔하여 컴퓨터에 저장하였다. 계측은 Adobe Photoshop CS3 (Adobe Systems Inc, San Jose, CA) 소프트웨어 상에서 300% 확대한 화면에서 0.01 mm, 0.01° 단위로 계측하였고, 길이는 방사선 촬영에 따른 확대율(126%)을 감안하여 실제 길이로 환산하였다.

관절융기의 높이와 후면 경사를 계측하기 위해

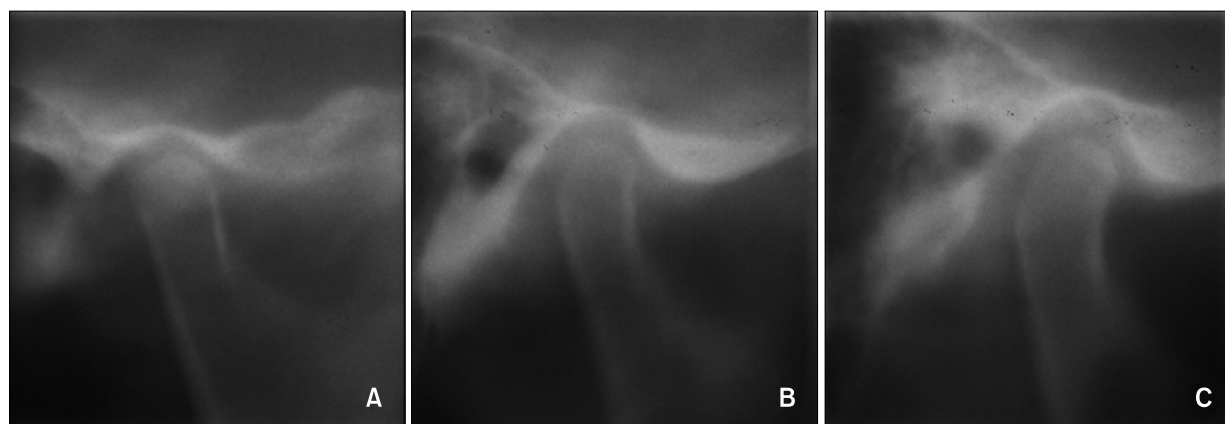


Fig 1. Lateral individualized corrected TMJ tomogram. **A**, 7.9 year-old male; **B**, 12.6 year-old male; **C**, 18.7 year-old male.

FH 평면을 수평 기준선으로 하고, 이 선에 직각이며 관절와의 최상방점을 지나고 수직 기준선으로 하였다. 관절융기의 높이는 수직 기준선과 평행하며 관절와의 최상방점과 관절융기의 최하방점까지의 수직 거리로서 측정하였다 (Fig 2). 관절융기의 경사는 선학들이 사용했던 여러 측정 방법들^{2,7,12-14}을 참고하여 다음과 같이 두 가지 방법으로 측정하였다. 첫 번째 경사(α)는 관절와의 최상방점과 관절융기의 최하방점을 지나고 수직선이 FH 평면과 이루는 각도이고, 두 번째 경사(β)는 관절융기의 후면 굴곡이 오목에서 볼록으로 바뀌는 변곡점에서의 접선이 FH 평면과 이루는 각도로 하였다. 변곡점이

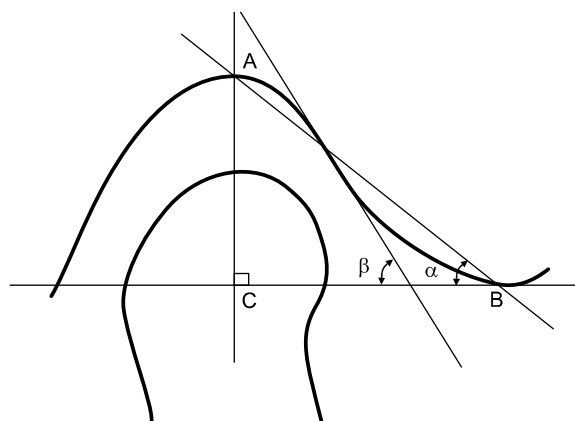


Fig 2. Measurement of height and inclination of eminence on tomogram. A, Superior point of the fossa; B, inferior point of the articular eminence; Line BC is parallel to the Frankfort horizontal plane; Line AC is perpendicular to the Frankfort horizontal plane and represents the height of the articular eminence; α , the angle between line AB and line BC; β , the angle between the best fit line of the posterior slope of the articular eminence and line BC.

모호한 경우에는 과두 최상방점을 지나며 수평평면에 평행한 연장선이 관절융기 후면에 만나는 점에서의 접선으로 하였다.

통계분석

측정 시의 오차를 확인하기 위해 10개의 단층방사선사진을 무작위로 추출하여 1주 간격으로 동일 관찰자(Choi)에 의해 2회 측정하였다. Random error는 Dahlberg's formula를 이용하여 계산한 결과, 관절융기의 높이는 0.2 mm, 관절융기의 경사 α 각과 경사 β 각은 모두 0.8°를 나타내었고, 두 번의 계측치에 대한 coefficient of repeatability¹⁵는 높이 0.4 mm, 경사 α 각과 경사 β 각은 모두 2.3°를 나타내었다.

남녀 각각 연령별 표준치를 구하기 위해 9.0세 미만(Group 1), 9.0 - 10.9세(Group 2), 11.0 - 12.9세(Group 3), 13.0 - 14.9세(Group 4), 15.0 - 16.9세(Group 5), 17.0세 이상(Group 6)의 6군으로 나누어, 각 군에 대한 평균과 표준편차를 산출하였다. 관절융기의 높이와 경사에 대한 그룹 간 비교를 위해 일반선형모형으로 일변량분산분석 및 Helmert contrast를 실시하였고, 남녀 간 비교는 Mann-Whitney 검정을 실시하였다. 통계처리는 PASW version 17.0 (SPSS, Chicago, IL, USA)을 이용하였다.

연구성적

Table 1은 남자에서 각 연령대별로 관절융기의 평균 높이 및 경사를 보여주고 있다. 각 연령대별로 관절융기의 높이는 4.8 mm, 6.1 mm, 6.4 mm, 7.0 mm, 8.0 mm, 9.2 mm였고, 경사 α 는 29.5°, 34.4°, 35.5°, 37.6°, 40.3°, 42.6°였으며, 경사 β 는 42.2°

Table 1. Height and inclination of the articular eminence in males

	Group 1 (n = 10)		Group 2 (n = 14)		Group 3 (n = 23)		Group 4 (n = 12)		Group 5 (n = 7)		Group 6 (n = 5)	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Age (yr)	8.1	0.4	10.0	0.6	11.9	0.5	14.2	0.5	15.9	0.7	18.0	0.5
Height (mm)	4.8	0.5	6.1	1.2	6.4	0.8	7.0	1.0	8.0	1.6	9.2	0.9
Angle α (°)	29.5	4.0	34.4	5.2	35.5	3.8	37.6	3.8	40.3	6.6	42.6	2.7
Angle β (°)	42.2	8.7	53.0	12.5	56.7	9.3	58.2	10.4	63.2	12.7	66.9	5.3

SD, Standard deviation.

Table 2. Height and inclination of the articular eminence in females

	Group 1 (n = 23)		Group 2 (n = 16)		Group 3 (n = 24)		Group 4 (n = 14)		Group 5 (n = 6)		Group 6 (n = 6)	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Age (yr)	7.9	0.6	9.8	0.4	11.8	0.4	13.7	0.7	16.1	0.5	19.0	0.5
Height (mm)	4.8	0.7	5.4	0.8	6.4	0.8	6.9	0.8	7.6	0.8	7.1	0.9
Angle α (°)	29.7	2.9	31.7	4.0	34.7	3.7	37.4	3.6	39.3	5.1	36.2	4.1
Angle β (°)	42.1	6.9	46.3	11.2	53.8	8.3	59.7	7.6	59.7	10.3	60.4	7.9

SD, Standard deviation.

Table 3. Differences in height and inclination of the articular eminence between age groups

	Group 1 vs Group 2 - 6	Group 2 vs Group 3 - 6	Group 3 vs Group 4 - 6	Group 4 vs Group 5 - 6	Group 5 vs Group 6
Male					
Height	0.000 [†]	0.000 [†]	0.000 [†]	0.000 [†]	0.051
Angle α	0.000 [†]	0.002 [†]	0.001 [†]	0.040*	0.368
Angle β	0.000 [†]	0.014*	0.055	0.108	0.548
Female					
Height	0.000 [†]	0.000 [†]	0.001 [†]	0.188	0.298
Angle α	0.000 [†]	0.000 [†]	0.010*	0.804	0.146
Angle β	0.000 [†]	0.000 [†]	0.017*	0.920	0.895

UNIANOVA and Helmert contrast in generalized linear model was used to compare the differences between the age groups. * $p < 0.05$; [†] $p < 0.01$; [‡] $p < 0.001$.

53.0°, 56.7°, 58.2°, 63.2°, 66.9°였다.

Table 2는 여자에서 각 연령대별로 평균 관절융기의 높이 및 경사를 보여주고 있다. 각 연령대별로 관절융기의 높이는 4.8 mm, 5.4 mm, 6.4 mm, 6.9 mm, 7.6 mm, 7.1 mm였고, 경사 α 는 29.7°, 31.7°, 34.7°, 37.4°, 39.3°, 36.2°였으며, 경사 β 는 42.1°, 46.3°, 53.8°, 59.7°, 59.7°, 60.4°였다.

Table 3과 Fig 3은 관절융기의 높이와 경사에 대한 연령별 차이를 보여주고 있다. 남자에서 관절융기의 높이와 경사 α 는 Group 5까지 유의하게 증가하였고, 여자에서는 Group 4까지 유의하게 증가하여, 여자가 남자에 비해 더 이른 시기에 성장이 종료되는 경향을 보였다.

관절융기의 높이와 경사에 대해 남녀 간 비교에서 Group 1부터 Group 5까지는 남녀 간 차이를 보이지 않았으나, Group 6에서는 관절융기의 높이, 경사 α 는 남자가 여자보다 유의하게 컸고 ($p < 0.05$), 경사 β 는 유의한 차이를 보이지 않았다

(Table 4).

Fig 4는 각 군 간의 성장량 차이에 의한 남녀별 성장속도를 보여주고 있다. 남자의 경우 Group 1과 Group 2 사이에 많은 성장을 보이다가 Group 2와 Group 3 사이에 성장이 감소하였다. 이후 성장가속기를 나타내면서 Group 4에서 Group 5 동안에 사춘기성 최대성장을 보였고, Group 5에서 Group 6 동안에도 증가 추세는 지속되었다. 여자의 경우 사춘기성 최대성장은 남자보다 4년 가량 일찍 나타나서 Group 2와 Group 3 사이에 나타났다. 이후 높이와 경사의 증가량은 점차 감소하여, Group 5와 Group 6 사이에서는 높이와 경사 α 는 오히려 감소하였다.

고찰

관절융기의 높이 및 경사와 관련하여 성장기 중의 변화에 대해서는 그리 많이 보고되지 않았으나, 연령이 증가함에 따라 관절융기의 높이와 경사가

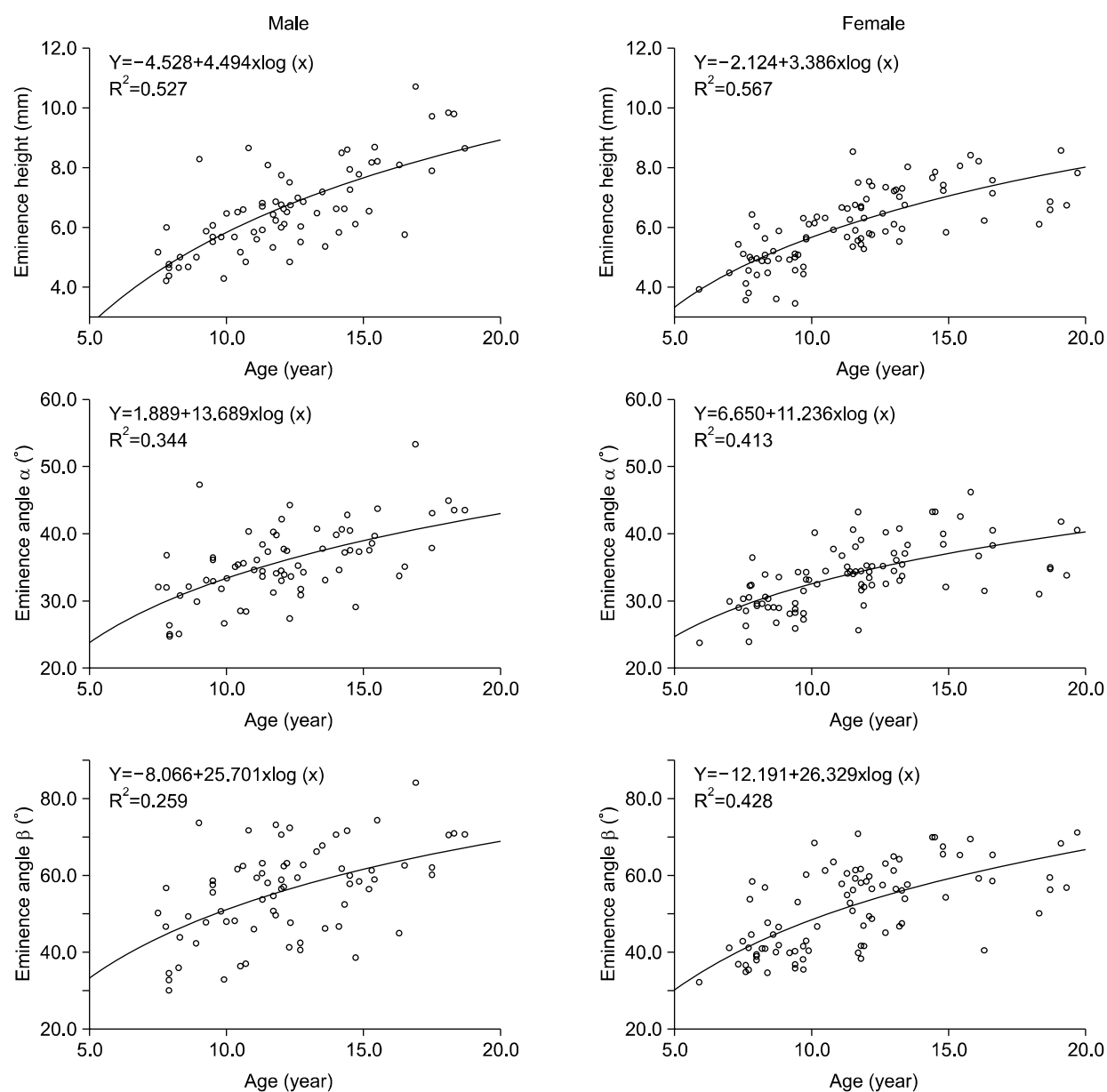


Fig 3. Scattergram and regression curve for the height and inclination of the articular eminence in male and female subjects. The height and the inclination of the articular eminence was significantly increased with aging ($p < 0.001$).

Table 4. Differences in height and inclination of the articular eminence between male and female subjects

	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5	Group 6
Height	0.938	0.109	0.670	0.607	0.520	0.011*
Angle α	0.922	0.109	0.558	0.504	1.000	0.017*
Angle β	0.969	0.158	0.250	0.718	0.886	0.144

Mann-Whitney test was used to compare the differences between male and female subjects. * $p < 0.05$.

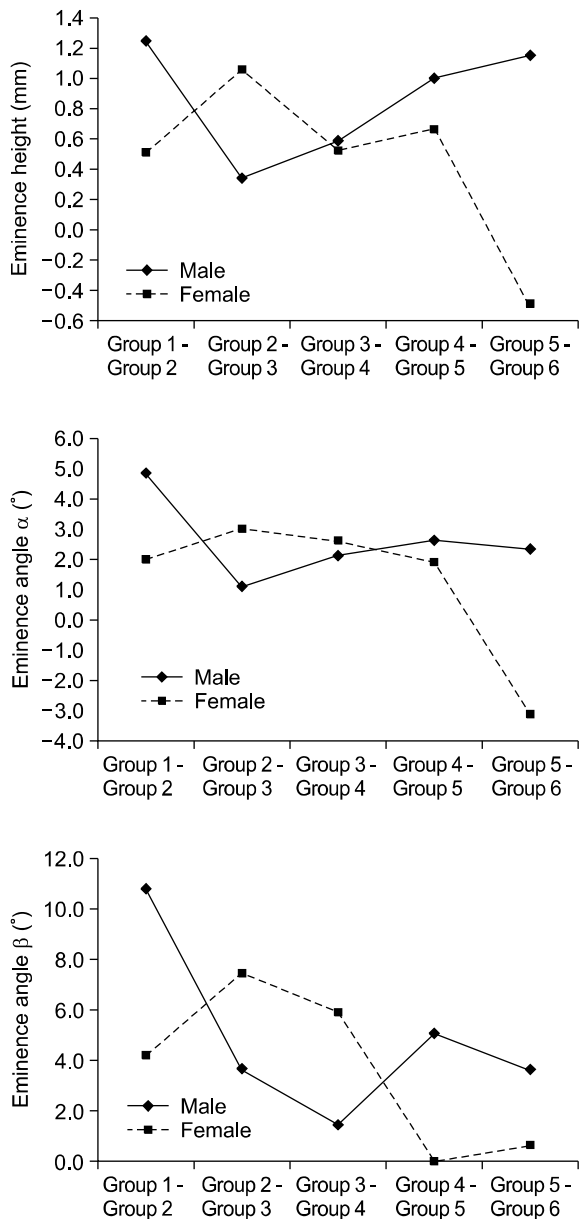


Fig 4. Growth velocity of the height and inclination of the articular eminence in male and female subjects.

증가된다는 것은 선학들의 공통된 내용이다. 그러나 이전의 연구들은 과거 오래된 건조두개골을 이용하여 측정하였으므로 현대인의 골격 형태와는 다를 수 있고, 또 인종 간 차이도 있을 수 있으며, 연령에 대한 정보도 부족하였다.¹⁴ 성장 평가를 위해서는 종단적 연구에서 더 가치있는 정보를 도출할 수 있지만, 건조두개골을 이용한 이전의 연구들과 마찬가지로 이번 연구도 횡단적 연구라는 한계가 있었는데, 이는 TMJ 단층방사선사진을 진단 외의

연구목적을 위해 연령별로 연속적으로 촬영하는 것은 대상자에 대한 방사선 피폭의 윤리적 문제를 갖고 있기 때문이다. 한편 이번 연구에 사용된 측두하악관절의 측방 개별화 보정단층방사선사진은 이하 두정방사선사진에서 하악과두의 장축을 확인한 후 과두 장축을 따라 직각으로 촬영되므로, 과두, 관절와, 관절융기의 위치 관계와 형태를 정확하게 평가할 수 있고,^{10,11} 따라서 최근에 사용 빈도가 늘어나는 컴퓨터단층방사선사진에서 측정할 경우와 큰 차이는 나지 않을 것이라고 생각된다. 이번 연구에서 관절융기의 경사는 두 가지 방법으로 측정되었는데, 첫 번째 방법(경사 α)은 관절융기의 수직적 높이와 전후방적 길이에 따라 영향을 받는 것으로 골격의 성장과 더 관계가 있다고 생각되고, 두 번째 방법에 의한 경사 β 는 하악이 운동할 때 과두가 관절융기와 접촉되는 부위이므로 골 개조와 같은 기능적 적응에 따라 변화될 수 있는 경사라고 생각된다.²

관절융기의 성장에 대해 Nickel 등³은 3세 이전에 최고의 성장 속도를 보여 유치열 완성기인 3세경이면 이미 성인 크기의 50%에 이른다고 하였고, 이후 5세 경부터 느려지기 시작해서 10대 중반경에 성장은 거의 종료된다고 하였다. Katsavrias²는 관절융기의 경사가 유치열기, 혼합치열기, 그리고 영구치열기에 각각 22°, 28°, 36° 정도였으며, 유치열기가 완성될 때(2세경)까지 매우 급속히 증가되어 성인의 45% 가량에 이르고, 약 10세까지 70 - 72% 가량, 20세까지는 90 - 94% 완성되고, 30세경에 완료된다고 보고하였다. 이번 연구에서 유치열기에 대한 정보는 없었지만, 혼합치열 초기에 해당하는 Group 1의 경우 경사 α 는 남녀 각각 29.5°와 29.7°이었고, 영구치열기에 해당하는 Group 4의 경우 남녀 각각 37.6°와 37.4°로서 Katsavrias²의 연구 결과와 유사하였다.

이번 연구에서는 과거 연구들과 달리 연령 구간을 더 세밀하게 관찰하였고, 또 남녀 각각에 대하여 따로 살펴보았다. Group 1에서 Group 5까지는 남녀 간 차이가 나지 않았으나, 성장이 거의 완료되었다고 생각되는 Group 6의 관절융기 높이는 남녀 각각 9.2 mm와 7.1 mm, 경사 α 는 42.6°와 36.2°, 경사 β 는 66.9°와 60.4°를 보여 여자에 비해 남자가 컸다. 한편 성장 완료에 도달하는 시기는 남자보다 여자가 빨라서 경사 α 의 경우 남자는 Group 1 (평균 8.1세)에서 69.3%를 보였으나, 여자는 Group 1 (평균 7.9세)에 이미 82.2%에 도달하였다. 또 여자의

Group 4 (평균 13.7세)에서 이미 103.3%를 보여 Nickel 등³의 연구결과처럼 10대 중반경에 이미 성인 크기에 도달하였으나, 남자는 Group 4 (평균 14.2세)에서 88.3%를 보여 아직 성장이 완료되지 않았음을 보여주었다. 관절용기의 높이와 경사가 여자에서는 10대 중반까지, 남자에서는 10대 후반까지 지속적으로 성장하는 특징이나, Fig 4에서 보이는 바와 같은 사춘기성 성장 가속기가 있는 이와 같은 특징은 관절용기의 성장이 신체성장 및 악골 성장과 유사한 패턴을 보이며, 특히 상악골보다는 하악골의 성장과 더 유사한 패턴을 보이는 것으로 생각된다.

관절용기의 높이 및 경사는 전방유도(anterior guidance) 및 과두유도경사(condylar guidance angle)와 밀접한 연관이 있다. Park과 Kim¹⁶은 관절용기 경사와 전치부 경사 간에 밀접한 상관관계가 있다고 하였고, Baqaien 등⁵은 초음파 하악 운동 측정 시스템을 이용하여 172명 아동에서 과두유도경사를 측정하였는데, 7세에서 44.08°, 8세 45.41°, 9세 46.49°, 10세 47.90°, 11세 48.99°였고, 성인인 28세에서는 59.27°라고 보고하여 성장기 동안 과두유도경사 역시 증가함을 보고하였다. 성장기 동안에 관절용기 경사가 증가됨으로써 과두유도경사가 증가되는 것인지, 아니면 반대로 기능적으로 과두유도경사가 증가됨에 따른 적응에 의해 관절용기의 경사가 증가되는지는 명확히 밝혀지지 않았지만, 후자를 지지하는 연구 보고가 더 많다. 하악의 전방운동 시 과두유도는 후방구치 및 전치의 경사에 의한 전방유도(anterior guidance)에 큰 영향을 받는데,⁶ Dibbets와 Dijkman⁴는 유치열기 완성기인 3세경, 영구 중절치와 제1대구치가 맹출되는 6 - 7세경, 제2대구치가 맹출되는 12 - 13세경에 관절용기의 경사가 특히 더 가파른 증가 양상을 보인다고 보고하여 치열의 발달과 관절용기 경사의 증가와의 관련성을 주장하였다. 성인이 된 이후 치아가 심하게 마모되거나, 대구치가 상실된 경우 관절용기의 경사가 약간 편평해지는 것으로 보고되어,^{13,17} 이 또한 교합의 변화가 관절용기의 형태에 영향을 줄 수 있음을 보여준다. 이번 연구에서 성장이 거의 완료되었다고 생각되는 여자 Group 5 (16.0세)와 Group 6 (19.0세)을 비교하면, 관절용기의 높이는 7.6 mm에서 7.1 mm로, 경사 α 는 39.3°에서 36.2°로 감소되었다. 이는 영구치의 맹출 후 교두의 기능적 마모에 따른 관절용기의 적응성 변화 때문일 수 있다고 추측되나, 치아 마모에 대한 검사를 별도로 시행하지 않아 이에 대한 확인

은 어렵다. 다른 한편 Dibbets와 Dijkman⁴의 연구에서 관절용기가 급격히 성장하는 연령은 하악골이 급격히 성장하는 시기와 일치하였고, 이번 연구에서도 Fig 4와 같이 관절용기의 성장은 사춘기성 성장 가속기를 보이는 등 하악골의 성장과 유사한 패턴을 보였다. 따라서 관절용기의 수직적 증가는 상악골의 수직적 성장과 균형을 이루려는 성장 메커니즘으로 해석할 수도 있다. 마지막으로 Slavicek¹⁸은 기능적 관점에서 설명하였는데, 출생 직후 유치가 맹출하기 이전 모유만 섭취할 때에는 하악을 앞뒤로만 움직여야 하므로 관절용기가 편평하지만, 생후 8개월경 유전치가 맹출되어 초보적인 저작운동을 시작하면서 관절용기도 발달되기 시작한다고 하였다. 이후 영구전치의 맹출에 따른 본격적인 전방유도의 형성, 견치와 소구치의 맹출에 따른 측방유도의 형성, 마지막으로 제2대구치의 맹출에 따른 교합의 완성으로 저작운동이 더욱 활발해짐에 따라 관절용기도 이에 적응하며 발달하게 된다고 설명하였다. 추후 관절용기의 성장과 발달에 영향을 주는 다양한 요인에 대해서는 추가 연구가 따라야 할 것으로 생각한다.

관절용기의 성장은 악골의 골격 형태와도 관련이 있는데, 장안모와 단안모에서 차이가 없다는 보고도 있으나,¹⁶ Ingervall¹⁹은 단안모의 관절용기 경사는 가파르고, 반대로 장안모는 편평하다고 하였다. 한편 전후방적으로 관절용기 경사가 ANB 각과 음의 상관관계를 보인다는 보고도 있었지만,²⁰ 다수의 연구에서는 III급 부정교합 군의 관절용기 경사가 더 편평하다고 보고하였다.^{12,21,22} 이런 일치되지 않는 결과가 나오는 이유는 비교하는 군 간에 연령이 일치하지 않거나, 측모 두부측측방사선사진에서는 관절용기의 경사 측정이 부정확하기 때문일 수 있다. 또, 단안모 환자는 최대교합 시 저작근의 활성화도가 더 높고,²³ II급 2류 부정교합은 다른 군보다 TMJ에 가해지는 하중이 더 크므로,²⁴ 이런 TMJ에 가해지는 하중의 차이 때문일 수도 있다. Activator 치료 후 관절용기가 약간 전방이동하면서 높이가 감소하고,⁹ 경사가 완만해진다는⁸는 보고나 이모장치(chin cup) 치료 후 과두가 전방으로 휘며, 관절와가 더 깊어진다⁷는 보고도 하중에 의해 관절용기의 형태가 변화될 수 있음을 시사한다. 이번 연구는 교합력으로 인한 영향은 통제하지 못하였지만, 골격성 II급 및 III급, 심한 장안모와 단안모 골격을 보이는 사람과 과거 악정형 및 교정치료를 받은 사람을 연구대상에서 제외하여, 관절용기의 형태에 영향을 미치

는 요인을 최소화시켰다.

관절원반 변위가 있는 환자들은 관절융기의 경사가 더 큰 것으로 보고되었는데,^{25,26} 관절융기의 경사가 급할수록 개구 시 관절원반의 후방회전 양이 커지기 때문으로 해석된다.²⁷ 한편 비정복성 관절원반 변위 및 악관절내장증에 이은 퇴행성 변화를 보이는 환자에서는 관절융기가 더 편평하다고 보고되었다.^{14,25,28} 성장기 중 관절융기 경사의 변화가 TMD 발생과 관련이 있는지는 추후 더 연구가 필요하다고 생각한다.

관절융기의 경사는 하악의 운동 경로를 결정하는 중요한 요소이다. 교정치료에 있어서 교합평면 및 상하악 전치부의 각도를 결정할 때 관절융기의 경사를 고려하는 것은 기능적 정상 교합을 달성하기 위해 중요한 과정일 수 있다. 이번 연구 결과에서 성장기 중에 관절융기의 높이와 경사는 상당히 큰 변화를 보였는데, 이것은 성장기 동안 관절융기는 매우 많은 성장과 골 개조(remodeling)라는 잠재력을 갖고 있음을 의미한다. 따라서 교정치료로 인한 교합평면이나 치아 각도의 변화 등 교합의 변화에 대한 TMJ의 적응력도 성인보다는 성장기의 아동이 더 크다고 할 수 있다. 특히 골격성 II급 또는 III급 부정교합 아동에서 더욱 많은 성장과 골 개조를 요구하는 악정형 치료를 할 때, TMJ의 적응력은 더 중요한 요소가 될 수 있다. 따라서 예방적 교정치료 및 악정형치료 외에도 포괄적인 교정치료가 주로 시작되는 성장기에서의 관절융기의 성장을 충분히 이해하는 것은 적절한 치료 시기와 치료 효과 및 TMD 등의 부작용에 대해 예견하고 이해하는 데에도 많은 도움이 되리라 생각한다.

결론

본 연구는 악골의 성장 패턴이 양호한 5.9세부터 19.7세까지 총 160명(남자 71명, 여자 89명)을 대상으로 측두하악 관절융기의 높이 및 경사의 연령별 차이를 평가하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 관절융기의 높이와 경사는 성인에 이르기까지 연령 증가에 따라 증가되는 양상을 보였다.
2. 관절융기의 높이와 경사는 성장기 중에는 남녀 간 차이를 보이지 않았으나 성장 완료 시점에서는 남자가 여자보다 컸다.
3. 관절융기의 높이와 경사는 여자는 10대 중반에 성장이 완료되었으나, 남자는 10대 후반까지 성장이 지속되었다.

성장기 중 관절융기의 높이와 경사는 매우 많은 변화를 보였고, 따라서 이 시기에 교정치료 시 기능적인 정상교합을 달성하기 위해서는 관절융기의 연령적 변화와 성장 양상을 이해하는 것이 중요하고 생각한다.

참고문헌

1. Katsavrias EG, Dibbets JM. The growth of articular eminence height during craniofacial growth period. *Cranio* 2001;19:13-20.
2. Katsavrias EG. Changes in articular eminence inclination during the craniofacial growth period. *Angle Orthod* 2002;72:258-64.
3. Nickel JC, McLachlan KR, Smith DM. Eminence development of the postnatal human temporomandibular joint. *J Dent Res* 1988;67:896-902.
4. Dibbets JM, Dijkman GE. The postnatal development of the temporal part of the human temporomandibular joint. A quantitative study on skulls. *Ann Anat* 1997;179:569-72.
5. Baqaien MA, Al-Salti FM, Muessig D. Changes in condylar path inclination during maximum protrusion between the ages of 6 and 12 years. *J Oral Rehabil* 2007;34:27-33.
6. Ogawa T, Koyano K, Suetsugu T. The influence of anterior guidance and condylar guidance on mandibular protrusive movement. *J Oral Rehabil* 1997;24:303-9.
7. Mimura H, Deguchi T. Morphologic adaptation of temporomandibular joint after chin cup therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;110:541-6.
8. Katsavrias EG. The effect of mandibular protrusive (activator) appliances on articular eminence morphology. *Angle Orthod* 2003;73:647-53.
9. Birkebaek L, Melsen B, Terp S. A laminagraphic study of the alterations in the temporo-mandibular joint following activator treatment. *Eur J Orthod* 1984;6:257-66.
10. Eckerdal O, Lundberg M. The structural situation in temporomandibular joints. A comparison between conventional oblique transcranial radiographs, tomograms and histologic sections. *Dentomaxillofac Radiol* 1979;8:42-9.
11. Han JW. Relation of the measuring values in cephalometric radiographs and TMJ tomographs. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2007;37:19-26.
12. Cohlmiä JT, Ghosh J, Sinha PK, Nanda RS, Currier GF. Tomographic assessment of temporomandibular joints in patients with malocclusion. *Angle Orthod* 1996;66:27-35.
13. Hinton RJ. Changes in articular eminence morphology with dental function. *Am J Phys Anthropol* 1981;54:439-55.
14. 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.
15. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Int J Nurs Stud* 2010;47:931-6.
16. Park JG, Kim JC. A study on the angle of articular eminence

- and the inclination of anterior tooth related to facial types. Korean J Orthod 1992;22:869-80.
17. Granados JJ. The influence of the loss of teeth and attrition on the articular eminence. J Prosthet Dent 1979;42:78-85.
 18. Slavicek R. The masticatory organ: functions and dysfunctions. Klosterneuburg [Austria]: Gamma Med.-wiss. Fortbildungs-AG; 2002. p. 136-217.
 19. Ingervall B. Relation between height of the articular tubercle of the temporomandibular joint and facial morphology. Angle Orthod 1974;44:15-24.
 20. Ikai A, Sugisaki M, Young-Sung K, Tanabe H. Morphologic study of the mandibular fossa and the eminence of the temporomandibular joint in relation to the facial structures. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1997;112:634-8.
 21. Akahane Y, Deguchi T, Hunt NP. Morphology of the temporomandibular joint in skeletal class iii symmetrical and asymmetrical cases: a study by cephalometric laminography. J Orthod 2001;28:119-28.
 22. Katsavrias EG, Halazonetis DJ. Condyle and fossa shape in Class II and Class III skeletal patterns: a morphometric tomographic study. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2005;128:337-46.
 23. Cha BK, Kim CH, Baek SH. Skeletal sagittal and vertical facial types and electromyographic activity of the masticatory muscle. Angle Orthod 2007;77:463-70.
 24. O'Ryan F, Epker BN. Temporomandibular joint function and morphology: observations on the spectra of normalcy. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1984;58:272-9.
 25. Sülün T, Cemgil T, Duc JM, Rammelsberg P, Jäger L, Gernet W. Morphology of the mandibular fossa and inclination of the articular eminence in patients with internal derangement and in symptom-free volunteers. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2001;92:98-107.
 26. Sato S, Kawamura H, Motegi K, Takahashi K. Morphology of the mandibular fossa and the articular eminence in temporomandibular joints with anterior disk displacement. Int J Oral Maxillofac Surg 1996;25:236-8.
 27. Atkinson WB, Bates RE Jr. The effects of the angle of the articular eminence on anterior disk displacement. J Prosthet Dent 1983;49:554-5.
 28. 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.

Changes in height and inclination of the articular eminence during the growth period

Dong-Soon Choi, DDS, MSD, PhD,^a In-San Jang, DDS, PhD,^b
Bong-Kuen Cha, DDS, MSD, DrMed Dent^c

Objective: The purpose of this study was to assess the changes in height and inclination of the articular eminence during the growth period. **Methods:** One hundred and sixty subjects (71 males and 89 females) with a normal skeletal pattern and TMJ function, ranging in age from 5.9 to 19.7 years were divided according to their chronological age into six groups. Lateral individualized corrected TMJ tomograms were taken of all subjects, and the height and inclination of the articular eminence were measured. UNIANOVA was used to compare the differences between the age groups. Mann-Whitney test was used to compare the differences between male and female subjects. **Results:** The height and the inclination of the articular eminence were increased and became steeper with age, and the height and the inclination were larger in male than in female subjects. **Conclusions:** Dynamic changes in the height and the inclination of the articular eminence were observed during the growth period, therefore a full understanding of the growth of the articular eminence is important for orthodontic and orthopedic treatment in this period. (*Korean J Orthod* 2010;40(6):411-420)

Key words: TMJ, Tomography, Articular eminence, Growth

^aAssistant Professor, ^bFull Time Lecturer, ^cProfessor, Department of Orthodontics, College of Dentistry, Research Institute for Oral Science, Gangneung-Wonju National University.

Corresponding author: **Bong-Kuen Cha.**

Department of Orthodontics, Research Institute for Oral Science, Gangneung-Wonju National University Dental Hospital, 120, Gangneungdaehangno, Jibyeon-dong, Gangneung 210-320, Korea.

+82 33 640 3192; e-mail, korth@gwnu.ac.kr.

Received September 15, 2010; Last Revision December 1, 2010; Accepted December 3, 2010.