

안면비대칭을 동반한 골격성 III급 부정교합자에서 하악 과두의 위치, 형태와 이부 편위의 관계: cone-beam CT를 이용한 연구

이보림^a · 강대근^a · 손우성^b · 박수병^b · 김성식^c · 김용일^d · 이경민^e

안면비대칭의 원인은 다양하며, 비대칭적 성장은 상악골과 하악골의 길이나 각도로 평가되어지곤 한다. 하지만 하악 과두의 비대칭적인 위치나 형태 또한 비대칭의 표현에 영향을 줄 것으로 생각된다. 따라서 본 연구는 하악 과두가 안면비대칭의 표현형인 이부 편위에 영향을 주는지에 대해 알아보고자 하였다. 50명의 골격성 III급 부정교합자 중 4 mm 이상의 menton point deviation을 보이는 비대칭군 30명, 4 mm 이하의 menton point deviation을 보이며 뚜렷한 안면비대칭이 없는 20명을 대칭군으로 하여, 두개저에 대한 좌우 하악 과두의 근원심적, 전후방적 위치를 평가하고, axial 평면에서 장축을 설정해 하악 과두의 최대 크기와 coronal plane에 대한 각도를 평가하였으며, sigmoid notch 상방 하악 과두의 길이와 부피를 측정하였다. 대칭군은 좌우 하악 과두의 위치, 각도, 크기, 길이, 부피에 있어 통계적인 차이가 없었다. 비대칭군은 이부 편위측과 비편위측으로 나누어볼 때, 이부 편위에 따른 좌우 하악 과두의 위치와 angulation에서 통계적 차이는 없었으나, 하악 과두의 크기, 길이 및 부피에서는 비편위측 값이 컸고, 이부 편위량이 클수록 좌우 크기, 길이의 차이 및 편위측에 대한 비편위측 하악 과두의 부피비가 컸다. 또한 편위측에 대한 비편위측 하악 과두의 부피비가 이부 편위의 정도를 가장 잘 설명해주는 특성이었다. 이상의 결과를 통해 하악 과두의 비대칭이 안면비대칭의 발현에 영향을 주며, 비편위측 하악 과두가 편위측에 비해 크고 길다는 것을 알 수 있었다. (대치교정지 2011;41(2):87-97)

주요 단어: 안면비대칭, 콘빔 전산화 단층촬영, 하악 과두, 이부 편위

서론

심미적인 이유로 악교정 수술을 동반한 교정 치료를 원하는 환자가 점차 늘어나고 있으며, 이 중 안면비대칭을 주소로 하는 환자도 많다. 이에 안면비대칭에 직접적으로 기여하는 부분을 찾아서 이를 치료에 반영하기 위한 정확한 분석의 필요성이 점차 높아지고 있다. 안면비대칭의 정도를 진단하고

평가하기 위하여 이전에는 후전방 정모 두부방사선 규격사진을 주로 사용하였고, 이를 보완하는 방법으로 임상 사진과 이하두정 방사선 사진이 사용되기도 하였다.¹ 그러나 이는 삼차원적인 두개안면부를 이차원으로 나타내므로, 비대칭의 진단에는 많은 한계점이 있었다.

최근 삼차원 전산화 단층 사진이 교정 진단의 영역에 도입되면서 많은 발전이 있었다. 특히 CBCT는 기존의 helical CT에 비해 저선량, 빠른 영상 획득, 낮은 가격, 작은 부피 등을 장점으로 하여 더욱 널리 보급되고 있으며, 이차원 영상에 비해 상의 왜곡이 없고, 파노라마나 측모, 그리고 정모 두부방사선 사진을 만들어 추가 촬영을 줄일 수 있다는 장점이 있다.² 또한 영상의 회전축 조절을 통해 관측하고 싶은 모든 방향에서의 영상을 획득할 수 있어 이차원적인 영상의 촬영 자세에 따른 오류와 한계에서 벗어났으며, 삼차원적인 기준 평면을 설정함으

^a대학원생, ^b교수, ^c부교수, ^d임상조교수, ^e전임의, 부산대학교 치의학전문대학원 치과교정학교실.

교신저자: 손우성.

경남 양산시 물금읍 범어리 부산대학교 치과대학병원 교정과.

055-360-5150; e-mail, wsson@pusan.ac.kr.

원고접수일: 2011년 1월 17일 / 원고최종수정일: 2011년 2월 28일 / 원고채택일: 2011년 3월 4일.

DOI:10.4041/kjod.2011.41.2.87

*본 연구는 2010년도 부산대학교병원 임상연구비 지원으로 이루어졌음.

로써 각 구조물을 보다 정밀하게 계측할 수 있게 되었고, 삼차원 재구성을 통한 입체적인 진단 또한 가능하게 되었다. 따라서 CBCT는 안면비대칭의 표현에 영향을 주는 부분은 어디며 그 양은 어느 정도인지 파악을 용이하게 하여, 이를 수술 계획에 보다 정밀하게 반영할 수 있으며, 가상 수술을 통해 수술 후를 예측해 볼 수도 있다. 영상으로 부족하다면, stereolithographic model을 만들어 수술 계획을 재현해 볼 수도 있다.

이와 같이 안면비대칭의 연구에 CBCT가 유용하게 쓰일 수 있어 많은 연구가 이루어졌으며 기준, 분석법 등도 다양하게 소개되었다.^{3,4} 하지만 하악

과두가 비대칭에 미치는 영향에 초점을 맞춘 연구는 드물며, 그 의견 또한 다양하다. Back 등은 안면비대칭을 가진 Class III 환자에서 비편위측에서 하악 과두가 더 전방에 위치한다고 하였으나, Kwon 등은 하악 과두의 비대칭적인 위치는 두개저의 비대칭과 관련이 있으며, 과두와 두개저의 삼차원적인 위치는 하악골의 비대칭과 큰 관련이 없다고 발표한 바 있다.^{5,6}

이부 편위는 안면비대칭 인지에 가장 큰 영향을 미치는 부분으로 알려져 있다.^{7,8} 이런 이부 편위에 영향을 주는 요소들로, 좌우 상악골 길이, 하악지의 길이, 전방 그리고 측방 하악지의 경사도, 하악체의

Table 1. Reference planes and measurements used in the study

Landmarks	Description
Point	
Porion (Po)	The most superior point of the external auditory meatus
Orbitale (Or)	The mid-point of the infraorbital margin
Nasion (Na)	The most anterior point of nasofrontal suture on midsagittal plane
Basion (Ba)	The mid-point on the anterior margin of the foramen magnum
Menton (Me)	The most inferior point on the symphyseal outline on anterior view
Plane	
Frankfurt horizontal (FH) plane	The plane was constructed by connecting both sides of Po and Left Or
Midsagittal reference (MSR) plane	Perpendicular to FH plane passing through Na and Ba
Coronal plane	Perpendicular to FH & MSR plane, passing through Ba
Ramal plane	The plane was constructed by perpendicular to center of ramus on axial plane and tangent line to posterior ramus
Perpendicular to ramal (PR) plane	Perpendicular to Ramal plane, passing through deepest point of sigmoid notch
Measurement	
Greatest mediolateral diameter (GMD, mm)	The greatest mediolateral diameter of the mandibular condyle process on the axial plane
Geometric center	The center of the GMD
Anteroposterior (AP) position (mm)	The distance from geometric center to the coronal plane
Mediolateral (ML) position (mm)	The distance from geometric center to the MSR plane
Condylar angulation (°)	The angulation between the GMD axis and the coronal plane on the axial plane
Condylar height (mm)	The length of condyle above the PR plane
Condylar volume (mm ³)	The volume of condyle above the PR plane
Condylar volume ratio	Condylar volume of the non-deviated side/deviated side

길이 및 높이 등이 열거되고 있으나,³ 안면비대칭을 분석하는 데 있어서 이런 요소들 뿐 아니라, 두개저에 대한 좌우 하악 과두의 삼차원적인 위치 자체에 차이를 보이거나, 하악 과두의 크기나 길이의 차이 등 이부 편위측과 비편위측 좌우의 특성이 다를 것으로 생각되어, 본 연구는 안면비대칭자에서 이부 편위 방향에 따른 편위측, 비편위측 각각에서 하악 과두의 특성으로 위치, 각도, 크기, 길이, 부피를 평가하고, 안면비대칭의 시각적 인지도에 가장 큰 영향을 미치는 이부 편위 정도가 좌우측 하악 과두 특성 차이에 어떠한 영향을 받는지를 평가하고자 하였다.⁸

연구방법

연구대상

2009년 1월부터 2010년 3월까지 부산대학교병원 교정과에 내원한 성장이 완료된 골격성 III급 부정교합자 중 초진 시 CBCT를 촬영한 환자를 대상으로 하였다.

MSR (midsagittal reference) 평면에 대하여 menton의 편위가 4 mm 이상인 경우를 비대칭군으로, 4 mm 이하의 menton 편위를 보이고 상하악 중심선의 차이가 2 mm 이하이며 CBCT 삼차원 재구성 영상에서 뚜렷한 안면비대칭을 보이지 않는 경우를 대칭군으로 나누었다.⁹ 비대칭군은 남녀 각 15명, 평균 연령은 22세 12개월(±2세 5개월)로 설정되었고,

대칭군은 남녀 각 10명, 평균 연령 23세 1개월(±3세 3개월)이었다.

구순 구개열이나 기타 증후군이 있는 경우 및 측두 하악 관절의 퇴행성 장애와 저작근 장애가 있는 경우는 제외하였다.

연구방법

CBCT 촬영 및 삼차원 영상 재구성

CBCT 장비(DCT pro, Vatech, Seoul, Korea)를 이용하여 60 - 90 Kvp, 2 - 10 mA, scan time 24 s, FOV 20 × 19 cm로 촬영하였다. CBCT에서 얻어진 데이터를 DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) 파일로 변환하여 저장한 후, OnDemand 3D 프로그램(Cybermend Inc., Seoul, Korea)을 통하여 MPR 영상 및 삼차원 영상으로 재구성하여 분석하였다. Threshold 기능을 이용하여, 하악 과두의 관찰에 적절한 영상을 얻었다.

기준평면, 계측점과 항목의 설정

삼차원 재구성 영상에서 좌측 orbitale와 좌우측 porion을 지나는 평면을 FH 평면으로 설정하고, 여기 수직이며 nasion, basion을 지나는 평면을 MSR 평면으로 하며, 이 두 평면에 수직이면서, basion을 지나는 coronal 평면을 설정하였다 (Table 1). 이부 편위량은 삼차원 재구성 영상에서 MSR 평면과

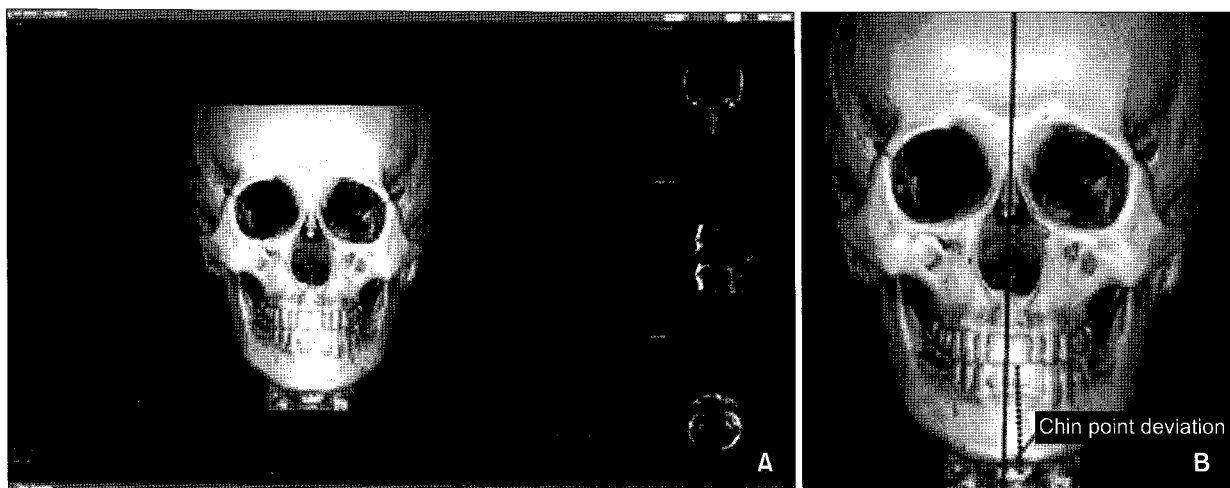


Fig 1. Reference planes and chin point deviation. **A,** Constructed reference planes; **B,** chin point deviation measured from MSR plane to menton point (inferior).

menton (정면에서 봤을 때 menton의 최하방 점) 사이의 거리를 측정하여 이를 기준으로 비대칭군과 대칭군을 나누었다 (Fig 1). 또한 이부 편위와 동측을 편위측, 반대측을 비편위측으로 정의하였다.

MPR 영상의 axial 평면에서 하악 과두의 근원심 거리가 최대인 길이를 측정하고 이를 greatest mediolateral diameter (GMD)라 하고, 그 중심을 하악

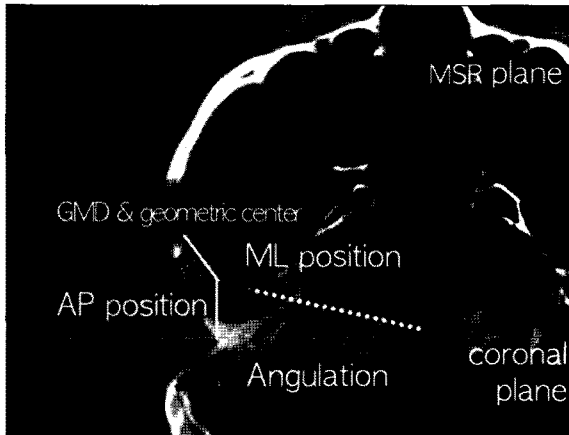


Fig 2. Measurement of GMD, angulation to coronal plane. The geometric center defined as the center of GMD. The anteroposterior position to coronal plane and mediolateral position to midsagittal reference plane of geometric center were measured. GMD, Greatest mediolateral diameter; AP, anteroposterior; ML, mediolateral; MSR plane, midsagittal reference plane.

과두의 geometric center로 정의하였다.^{10,11} Geometric center와 coronal 평면, MSR 평면 사이의 거리를 통해 좌우 각각 하악 과두의 위치를 측정하였다. 또한 axial 평면 상에서 GMD의 장축이 coronal 평면과 이루는 각도를 측정하였다 (Fig 2).

하악 과두를 sigmoid notch의 상방으로 결정하고, 하악 과두의 길이와 부피를 측정하고자 좌우 각각 기준 평면을 설정하였다.^{12,13} MPR 영상과 삼차원 재구성 영상을 모두 이용하였으며, axial 평면에서 하악지의 중심을 통과하는 평면에 수직이면서 하악지 후연에 접선인 선을 ramal 평면으로 정의한 후, ramal 평면에 수직이면서 sigmoid notch에 접하는 horizontal 평면을 perpendicular to ramal (PR) 평면으로 정의하고, 이 상방의 과두 길이(condylar height) 및 부피(condylar volume)를 측정하였다. 부피 측정 시 segmentation 기능과, threshold의 조절을 통해 반복적으로 과두 주변 연조직을 제거하였고, 과두 관찰에 적절한 threshold를 설정하여 부피를 측정하였다 (Figs 3 and 4). 이 과정에서 각 CBCT마다 하악 과두의 관찰에 적절한 window level이 다르므로 각기 다른 개체의 condylar volume 비교를 위해 condylar volume ratio (비편위측 condylar volume/편위측 condylar volume)를 계산하였다.

오차 검증

검사자 내의 신뢰성 검정을 위하여 무작위로 7명



Fig 3. Measurement of condylar height. **A**, Center of ramus. This line bisects the axial plane of ramus; **B**, ramal plane was constructed by a line perpendicular to the center of ramus and tangent to the posterior ramus. PR (Perpendicular to ramal) plane, a line passing through the deepest point of sigmoid notch and tangent to the ramal plane. Condylar height was measured from the PR plane to the highest point of the condyle (parallel to ramal plane).

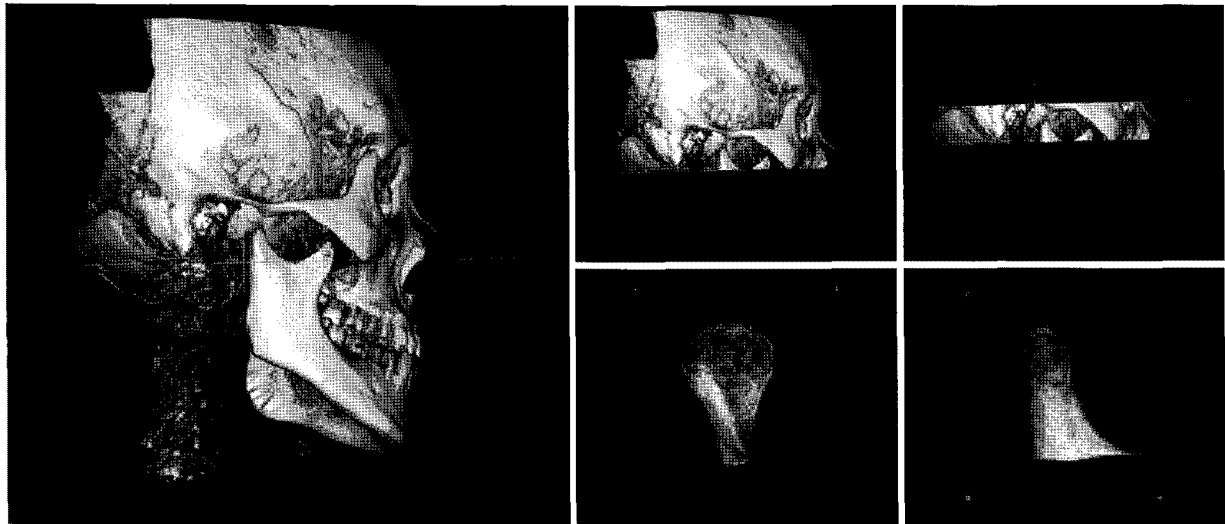


Fig 4. Condyle segmentation was done for condylar volume measurement.

Table 2. Comparison of mean and standard deviation of the deviated/non-deviated side difference in both groups

	Asymmetry		Symmetry		Significance
	Mean	SD	Mean	SD	
GMD difference (mm)	1.97	1.66	0.94	0.70	0.005 [†]
AP position difference (mm)	2.53	2.14	1.64	1.56	0.115
ML position difference (mm)	1.56	1.31	1.57	1.32	0.973
Condylar height difference (mm)	4.18	3.44	1.61	1.25	0.001 [†]
Angulation difference (°)	5.86	4.73	4.68	2.98	0.285
Condylar volume ratio	1.40	0.47	0.96	0.19	0.000*

Differences are using (non-deviated side (ndev.) - deviated side (dev.)). SD, Standard deviation; GMD, greatest mediolateral diameter; AP, anteroposterior; ML, mediolateral. * $p < 0.001$; [†] $p < 0.01$.

을 선출하여 다시 계측하였으며, 측정값들은 Wilcoxon signed rank test를 시행하였다. 검사자 내 신뢰성 검정에서 4주 간격으로 측정한 계측값 사이에 유의성 있는 차이가 없었다 ($p > 0.05$).

통계처리

SPSS 17.0 for windows (SPSS, Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하여 계측치를 통계처리 하였다. 표본의 정규성을 검증하기 위하여, Shapiro-Wilk test를 시행하였다 ($p > 0.05$). 대칭군과 비대칭군의 하악 과두 계측치를 비교하기 위해 independent t -test를 시행하였고, 대칭군, 비대칭군 각각에서 좌우 과두 계측치 비교는 paired t -test를 통해 시행하였다. 그 후 편위측과 비편위측 하악 과두의 계측치 차이

가 이부 편위 정도과 갖는 연관성 검정을 위해 Pearson 상관분석(Pearson's correlation analysis)을 시행하였다. 이후 이부 편위를 가장 잘 설명해주는 특성을 찾고자 회귀분석을 시행하였다.

연구성적

비대칭군과 대칭군을 선정하기 위해 MSR 평면에서 menton (inferior) 사이의 거리를 계측하였고, menton point 편위 4 mm를 기준으로 하여 분류하였다.⁸ 편위량은 비대칭군 평균 7.67 (range 4.01 - 14.64) mm, 대칭군 평균 1.46 (range 0 - 2.66) mm였다. 전체 50명 중 좌측 편위는 35명, 우측 편위는 15명이었다. 비대칭군에서는 전체 30명 중 각각 19명, 11명이었다.

대칭군 · 비대칭군에서 좌우 하악 과두의 대칭성 비교 (Table 2)

하악 과두의 좌우 계측치를 비교할 때, 비대칭군이 대칭군에 비해 대부분의 값에서 좌우 하악 과두 계측치의 차이가 컸다. 특히 통계적인 유의성을 보이는 항목은 GMD의 차이, condylar height의 차이 및 condylar volume ratio로, 형태적 특성의 세 항목이었으며, 비대칭군이 대칭군에 비해 유의성 있게 크게 나타났다.

위치적 특성인 anteroposterior position, mediolateral position 및 coronal 평면에 대한 angulation은 비대칭군과 대칭군에서 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

편위측 · 비편위측 하악 과두의 특성 (Tables 3 and 4)

편위측과 비편위측에 따른 하악 과두의 특성을 알아보기 위하여, 편위측과 비편위측 계측치를 비교해보았을 때, 대칭군에서는 좌우 하악 과두의 anteroposterior position, mediolateral position, angulation, GMD, condylar height과 condylar volume에 있어서 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

비대칭군에서는 편위측에 비해 비편위측 하악 과두의 GMD가 크고, condylar height이 길며, condylar volume도 컸다. 즉, 모든 형태적 특성에서 비편위측 하악 과두가 큰 값을 보였다. 위치적 특성인 geometric center의 anteroposterior position, mediolateral position, angulation에서는 편위측, 비편위측에 따른 통계적 차이가 없었다.

Table 3. Comparison of condylar characteristics of the deviated/non-deviated side in asymmetric group

	Deviated		Non-deviated		Significance
	Mean	SD	Mean	SD	
GMD (mm)	18.05	3.22	19.45	2.69	0.001 [†]
AP position (mm)	12.45	3.06	13.51	2.89	0.075
ML position (mm)	52.63	3.12	52.82	2.86	0.618
Angulation (°)	21.30	7.84	19.17	8.33	0.121
Condylar height (mm)	20.93	4.406	25.02	4.34	0.000*
Condylar volume (mm ³)	1,751.03	628.30	2,233.28	472.72	0.000*

SD, Standard deviation; GMD, greatest mediolateral diameter; AP, anteroposterior; ML, mediolateral. * $p < 0.001$; [†] $p < 0.01$.

Table 4. Comparison of condylar characteristics of the deviated/non-deviated side in symmetric group

	Deviated		Non-deviated		Significance
	Mean	SD	Mean	SD	
GMD (mm)	20.19	2.30	20.30	2.22	0.670
AP position (mm)	13.95	2.68	13.82	2.85	0.798
ML position (mm)	52.90	2.74	52.91	2.88	0.969
Angulation (°)	18.41	8.15	19.62	6.58	0.339
Condylar height (mm)	23.50	4.39	23.50	3.91	0.997
Condylar volume (mm ³)	2,487.24	603.51	2,381.36	672.65	0.272

SD, Standard deviation; GMD, greatest mediolateral diameter; AP, anteroposterior; ML, mediolateral.

Table 5. Pearson correlation analysis between chin deviation and condylar characteristics (deviated/non-deviated side difference) in both groups

	Asymmetry			Symmetry		
	N	Pearson		N	Pearson	
		correlation with chin deviation	Sig		correlation with chin deviation	Sig
GMD difference (ndev.-dev./mm)	30	0.449	0.013*	20	-0.342	0.140
Condylar height difference (ndev.-dev./mm)	30	0.588	0.001 [†]	20	0.228	0.334
Condylar volume difference (ndev.-dev./mm ³)	30	0.323	0.081	20	0.195	0.410
Condylar volume ratio (ndev./dev.)	30	0.380	0.038*	20	0.144	0.544

Sig, Significance; ndev, non-deviated side; dev, deviated side; GMD, greatest mediolateral diameter; AP, antero-posterior; ML, mediolateral. * $p < 0.01$; [†] $p < 0.05$.

Table 6. Factors affecting chin deviation

Variable	β	R ²	Sig
GMD difference (mm)	0.448	0.201	0.001 [†]
Condylar height difference (mm)	0.650	0.423	0.000*
Condylar volume difference (mm ³)	0.382	0.146	0.006*
Condylar volume ratio	0.810	0.656	0.000 [†]

Sig, Significance; GMD, greatest mediolateral diameter; AP, anteroposterior; ML, mediolateral. * $p < 0.001$; [†] $p < 0.01$.

이부 편위 정도와 편위측·비편위측 차이의 상관관계 (Table 5)

비대칭군에서 편위측에 비해 비편위측에서 크게 나타난 GMD, condylar height, condylar volume의 세 가지 형태적 특성이 이부 편위 정도와 가지는 상관관계를 분석하였다. 편위측과 비편위측 하악 과두의 GMD 차이가 클수록 이부 편위량이 컸고, condylar height도 좌우 차가 클수록 이부 편위량이 컸다. Condylar volume의 경우 좌우 값의 차이는 이부 편위 정도와 상관관계가 없었으나, condylar volume ratio로 환산하여 이 값과 이부 편위량의 상관관계를 보았을 때, 통계적으로 양의 상관관계를 나타내었다. 세 값 중 condylar height의 상관계수가 가장 높았다.

대칭군에서 이부 편위와 상관관계를 보이는 항목은 없었다.

이부 편위에 영향을 미치는 요소 (Table 6)

이부 편위에 영향을 주는 하악 과두 형태적 특성을 알아보려고 회귀분석을 시행하였다. GMD 차이, condylar height의 차이, condylar volume의 차이인 독립변수 간에 상관관계가 높아 반복적인 단순회귀분석을 시행하였고, 그 결과 GMD의 차이, condylar height의 차이, condylar volume의 차이, condylar volume ratio 모두 이부 편위에 통계적으로 유의한 영향을 주는 요인으로 나타났다. 그 중, 결정계수의 비교를 통하여 condylar volume ratio가 이부 편위를 가장 잘 설명하는 것으로 판단되었다.

고찰

이부 편위 등 안면비대칭의 발현에는 상악골이나 하악골 자체의 형태적 비대칭 외에도 두개저에 대한 하악 과두의 형태와 위치적 특성이 영향을 줄 수 있을 것이라 생각되어, 편위측과 비편위측에 따른 좌우 하악 과두의 위치적, 형태적 특성을 알아보고자 이 연구를 시행하였다. 또한, 하악 과두의 성장이 그 원인이든, 결과든 안면비대칭의 표현형에 영향을 줄 것으로 생각하여, 과두의 크기, 길이, 부피가 이부 편위 방향의 비편위측에서 더 클 것이며 좌우의 차이는 이부 편위량과 비례할 것이라는 가설을 세웠다.

이부 편위가 비대칭 정도의 지표로 사용된 것은, 이전의 연구에서 menton point가 정모 두부방사선 규격사진에서 가장 재현성이 높은 측정점이라 비대칭의 지표로 많이 사용되어 왔었고, 하악골은 다른

안면골보다 장기간에 걸쳐 성장하여 다양한 유전적, 환경적 인자에 의해 영향을 받기 때문에 하악골의 비대칭이 안면비대칭의 가장 흔한 형태이며, 두개저에서 얼굴 아래 부위로 이동할수록 비대칭 정도가 상대적으로 커진다는 연구 결과가 있었기 때문이다.^{9,14,15} 이번 연구에서 이부 편위량은 실험군 평균 7.67 (range 4.01 - 14.64) mm, 대조군 평균 1.46 (range 0 - 2.66) mm로, 계측 결과 실험군과 대조군 사이에 1.45 mm zone이 관찰되어 border line case로 인한 오류가 줄었으리라 생각된다.

하악 과두를 어디서부터라고 해부학적으로 정의 내리기는 어려우나, 본 연구는 Schlueter 등에 따라 좌우 각각 하악지의 접선에서 sigmoid notch의 최하방에 접선을 그어, 과두 최상방점과의 거리를 하악 과두의 길이로 정의하였다.¹² 이는 하악지의 길이가 아닌, 하악 과두만의 성장을 평가하고자 좌우 각각의 기준평면을 설정한 것이다.

여러 연구를 통해 CT 영상은 안면골의 선형, 위치적, 그리고 부피 계측에 있어 정확성을 인정받아왔다.^{13,16-18} 그러나 하악 과두의 경우 피질골, 해면골, 소주간 조직이 다양한 밀도와 기계적 성질을 가진다.^{19,20} 이로 인해 골의 밀도와 조성이 다양하며 대부분이 저밀도의 골로 이루어져 있어, CT 영상의 삼차원 영상 재구성 시 하악 과두 표면의 명확한 관찰이 어렵다.¹² 따라서 부피를 제외한 모든 계측은 MPR image를 이용하였다. 부피 계측을 위한 삼차원 영상 재구성 시 하악 과두 표면의 정밀한 재현을 위해 두개골 관찰에 추천되는 window level보다 낮은 density level에서 MPR image와의 비교를 통해 반복적으로 표면 연조직의 segmentation을 시행하였다. 이후 하악 과두 부분만의 영상을 남겨, 표면에 pore가 생기지 않는 level에서 condylar volume을 계측하였다. 또한 각 CT 영상에 맞는 window level이 다르므로, 각기 다른 CT 영상에서 부피값 비교는 의미가 없을 것이라 판단되어, 본 연구에서는 같은 영상에서의 좌우 비교에 한정하여 부피값을 사용하였고 각기 다른 영상의 비교에는 좌우 값의 비율을 사용하였다. 편위측에 비해 비편위측의 하악 과두 부피가 클 것이라는 가정 하에, 편위측에 대한 비편위측의 비율을 이용하였으며, 이런 좌우 하악 과두 부피비가 사용된 이유는 환자마다 하악 과두의 크기와 형태가 다양하기에, 좌우 부피비 계측이 비대칭의 정도를 평가하는데 유용할 것으로 생각되었기 때문이다.

먼저, 비대칭군과 대칭군의 비교 연구에서는 비

대칭군이 대칭군에 비해 좌우 하악 과두의 GMD, condylar height의 차이 및 condylar volume ratio가 유의하게 컸다. 즉, 대칭군이 비대칭군에 비해 좌우 하악 과두의 크기 및 형태가 좌우 대칭적이고, 비대칭군에서 하악 과두의 차이가 크다는 것을 알 수 있었다. 하지만 두 군의 비교에서 하악 과두의 위치적인 특성에는 차이를 보이지 않아, 비대칭군에서 대칭군과는 다른, 편위측, 비편위측에 따른 하악 과두의 위치적 특성이 없음을 알 수 있었다.

두 번째, 각 환자의 좌우 하악 과두 비교에서도 위치 계측은 통계적 유의성이 없었다. 즉, 안면비대칭자에서 비편위측 과두가 편위측 과두에 비해 전방에 있거나, 근심에 위치하거나, angulation이 편위측에 비해 클 것이라는 가설은 기각되었다. 이는 두개저의 비대칭을 동반한 하악골의 비대칭도 있으나, 두개저의 비대칭을 보상하는 방향의 비대칭을 보이는 경우도 있었기 때문이다. 즉, 두개저의 비대칭이 안면비대칭의 원인이 되는 경우가 흔하지 않으며, 두개저의 비대칭이 하악 과두의 위치에 비대칭을 야기할 수는 있으나, 두개저 형태는 생애 첫 5년 내에 일어나며, 이후 하악골의 기능적 요소나 내인성 비대칭 성장 잠재력이 두개저 비대칭의 영향을 보상하거나 악화시킬 수 있기 때문이다.^{6,21} 예를 들어 사두증(plagiocephaly) 등을 동반한 경우 하악골의 일차적인 기형의 결과가 아닌 두개저의 회전과 TMJ의 전방 변위에 대해 이차적으로 하악골 비대칭이 나타나는 것으로 알려져 있다.²² 이 연구의 결과는 비편위측에서 하악 과두가 더 전방에 위치한다는 Baek 등의 연구와 차이를 보이나, 과두와 두개저의 삼차원적인 위치는 하악골의 비대칭과 큰 관련이 없다고 발표한 Kwon 등의 연구와는 맥락을 같이 한다.^{5,6}

하지만 하악 과두의 크기, 길이, 부피에서는 비대칭군에 있어서 편위측에 비해 비편위측 하악 과두가 크고, 길며 그 부피도 큰 특성을 가졌다. 또한 각각의 특성과 이부 편위량과의 연관성 평가에서도, 좌우 하악 과두 GMD의 차이가 큰 경우와 condylar height의 차이가 큰 경우에 이부 편위량이 컸다. Condylar volume의 경우에서도 condylar volume ratio가 클수록 이부 편위량이 컸다. 회귀분석 결과에서도 GMD의 차이, condylar height의 차이, condylar volume 차이, condylar volume ratio의 모든 요인이 이부 편위에 유의한 영향을 주었고, 각 요인에 대한 결정계수의 비교를 통해 condylar volume ratio가 이부 편위를 가장 잘 설명해주는 것으로 나타났다. 안

면비대칭의 가장 흔한 유형은 편측 하악의 길이나 부피의 과성장으로 인한 편측성 하악 비대로 알려져 있고, 이는 하악 과두의 과성장으로 인한 것일 수 있다는 연구가 이런 결과를 뒷받침해준다.²³ 하지만 안면비대칭의 원인은 다양하여 가족력, 좌우 혈류 공급의 차이, 어린 나이의 외상, 자궁 내 압력과 내분비 질환, 저작근의 기능적 부조화, 대뇌 반구의 우세, 어린 유아기의 두부 자세, 사두증(plagiocephaly) 등 유전적인 요인과 환경적인 요인의 상호작용에 의한 것이므로 그 원인을 단정짓기는 어렵다.²⁴⁻²⁸

한편, 안면비대칭이 뚜렷하지 않은 대칭군에서도 좌우 하악 과두의 길이가 다른 경우가 있었으며, 반대로 하악 과두의 길이가 비슷하나, 좌우 과두의 부피 차이가 큰 경우도 있었다. 전자의 경우 하악 과두 길이에 보상적인 방향으로 하악골이 성장하여 이부 편위가 보이지 않는 경우이며, 후자의 경우 좌우 하악 과두의 크기가 다르거나, 과두 외결절이 존재하는 경우였다.

많은 요인이 안면비대칭에 영향을 주는 것처럼, 이의 표현으로 나타나는 하악 과두의 형태 또한 다양하였다. 또한 하악 과두의 비대칭적인 성장이 안면의 비대칭 정도와 연관성이 있다는 것을 알 수 있었다. 하지만 하악 과두의 성장 연구와 CBCT에서 하악 과두를 보다 선명하게 표현해 줄 수 있는 방법이 필요할 것으로 생각되며, CT를 이용한 종적인 연구가 이루어진다면 하악 과두와 안면비대칭의 관계 및 비대칭 원인 분석이 더욱 명확해질 것으로 생각된다.

결론

30명의 안면비대칭군(평균 나이 22세 12개월), 20명의 대칭군(평균 나이 23세 1개월)을 대상으로, 하악 과두의 특성이 이부 편위와 갖는 상관관계를 평가하고자 이 연구를 시행하였다. 초진 시 촬영한 CBCT상에서 기준평면을 설정하여, 하악 과두의 anteroposterior position, mediolateral position, 기준평면에 대한 angulation, GMD, condylar height, condyle volume을 각각 측정하였다. 편위측, 비편위측에 따른 하악 과두의 위치적, 형태적 특성과 이부 편위량의 관계를 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 비대칭군은 대칭군에 비해 편위측과 비편위측 하악 과두 간의 차이가 컸다. 대칭군에 비해 비대칭

군에서 GMD, condylar height, condylar volume의 차이가 뚜렷하게 나타났고, 이는 비편위측 하악 과두에서 큰 값을 가졌다. Anteroposterior position, mediolateral position과 angulation항목은 비대칭군과 대칭군에서 통계적인 차이를 나타내지 않았다.

2. 두개저에 대한 하악 과두의 anteroposterior position, mediolateral position은 이부 편위와 상관관계를 보이지 않았다. 이는 비대칭군과 대칭군 모두에서 상관관계를 보이지 않았으며, 비대칭군과 대칭군의 비교에서도 anteroposterior position, mediolateral position은 차이를 보이지 않았다.
3. 두개저에 대한 하악 과두의 angulation은 이부 편위와 상관관계를 보이지 않았다. 비대칭군과 대칭군 모두에서 상관관계가 없었고, 비대칭군과 대칭군의 차이도 보이지 않았다.
4. GMD는 이부 편위와 상관관계를 보였다. 비대칭군에서 대칭군에 비해 좌우 GMD 차이가 컸고, 그 차이가 클수록 이부 편위량이 많았다.
5. Condylar height은 이부 편위와 상관관계를 보였다. 비대칭군에서 대칭군에 비해 좌우 condylar height의 차이가 컸고, 그 차이와 이부 편위량은 양의 상관관계를 나타냈다. 또한 모든 항목 중 상관계수가 가장 컸다.
6. Condylar volume ratio도 이부 편위와 상관관계를 보였다. 비대칭군에서 대칭군에 비해 condylar volume ratio가 컸고, 그 값은 이부 편위량과 양의 상관관계를 나타냈다. 회귀분석을 통해 편위측에 대한 비편위측 condylar volume ratio가 이부 편위를 가장 잘 설명해주는 특성으로 판단되었다.

참고문헌

1. Grayson BH, McCarthy JG, Bookstein F. Analysis of craniofacial asymmetry by multiplane cephalometry. Am J Orthod 1983;84:217-24.
2. Jolley L, Huang JC, Maki K, Gansky SA, Miller AJ, Hatcher D. Development of three dimensional cone beam CT data into reconstructed lateral cephalometric images. Inform Orthod Kieferorthopad 2007;39:173-86.
3. Hwang HS, Hwang CH, Lee KH, Kang BC. Maxillofacial 3-dimensional image analysis for the diagnosis of facial asymmetry. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;130:779-85.
4. Park SH, Yu HS, Kim KD, Lee KJ, Baik HS. A proposal for a new analysis of craniofacial morphology by 3-dimensional computed tomography. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;129:600.e23-34.
5. Baek SH, Cho IS, Chang YI, Kim MJ. Skeletodental factors

- affecting chin point deviation in female patients with class III malocclusion and facial asymmetry: a three-dimensional analysis using computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;104:628-39.
6. Kwon TG, Park HS, Ryoo HM, Lee SH. A comparison of craniofacial morphology in patients with and without facial asymmetry--a three-dimensional analysis with computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2006;35:43-8.
 7. Ahn JS, Hwang HS. Relationship between perception of facial asymmetry and posteroanterior cephalometric measurements. *Korean J Orthod* 2001;31:489-98.
 8. Lee GH, Cho HK, Hwang HS, Kim JC. Studies of relationship between P-A cephalometric measurements and vidual facial asymmetry. *Korean J Phys Anthropol* 1998;11:41-8.
 9. Haraguchi S, Takada K, Yasuda Y. Facial asymmetry in subjects with skeletal Class III deformity. *Angle Orthod* 2002;72:28-35.
 10. Rodrigues AF, Fraga MR, Vitral RW. Computed tomography evaluation of the temporomandibular joint in Class I malocclusion patients: condylar symmetry and condyle-fossa relationship. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:192-8.
 11. Rodrigues AF, Fraga MR, Vitral RW. Computed tomography evaluation of the temporomandibular joint in Class II Division 1 and Class III malocclusion patients: condylar symmetry and condyle-fossa relationship. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:199-206.
 12. Schlueter B, Kim KB, Oliver D, Sortiropoulos G. Cone beam computed tomography 3D reconstruction of the mandibular condyle. *Angle Orthod* 2008;78:880-8.
 13. Hilgers ML, Scarfe WC, Scheetz JP, Farman AG. Accuracy of linear temporomandibular joint measurements with cone beam computed tomography and digital cephalometric radiography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128:803-11.
 14. El-Mangoury NH, Shaheen SI, Mostafa YA. Landmark identification in computerized posteroanterior cephalometrics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;91:57-61.
 15. Cheon OJ, Suhr CH. A posteroanterior roentgenocephalometric study of skeletal craniofacial asymmetric patients. *Korean J Orthod* 1990;20:615-31.
 16. Lascala CA, Panella J, Marques MM. Analysis of the accuracy of linear measurements obtained by cone beam computed tomography (CBCT-NewTom). *Dentomaxillofac Radiol* 2004;33:291-4.
 17. Marmulla R, Wörtche R, Mühling J, Hassfeld S. Geometric accuracy of the NewTom 9000 Cone Beam CT. *Dentomaxillofac Radiol* 2005;34:28-31.
 18. Breiman RS, Beck JW, Korobkin M, Glenny R, Akwari OE, Heaston DK, et al. Volume determinations using computed tomography. *AJR Am J Roentgenol* 1982;138:329-33.
 19. Shapurian T, Damoulis PD, Reiser GM, Griffin TJ, Rand WM. Quantitative evaluation of bone density using the Hounsfield index. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21:290-7.
 20. Rho JY, Hobatho MC, Ashman RB. Relations of mechanical properties to density and CT numbers in human bone. *Med Eng Phys* 1995;17:347-55.
 21. Sgouros S, Natarajan K, Hockley AD, Goldin JH, Wake M. Skull base growth in childhood. *Pediatr Neurosurg* 1999;31:259-68.
 22. St John D, Mulliken JB, Kaban LB, Padwa BL. Anthropometric analysis of mandibular asymmetry in infants with deformational posterior plagiocephaly. *J Oral Maxillofac Surg* 2002;60:873-7.
 23. Obwegeser HL, Makek MS. Hemimandibular hyperplasia--hemimandibular elongation. *J Maxillofac Surg* 1986;14:183-208.
 24. Pirttiniemi PM. Associations of mandibular and facial asymmetries--a review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994;106:191-200.
 25. Poikela A, Kantomaa T, Pirttiniemi P. Craniofacial growth after a period of unilateral masticatory function in young rabbits. *Eur J Oral Sci* 1997;105:331-7.
 26. Bjoerk A, Bjoerk L. Artificial deformation and cranio-facial asymmetry in ancient Peruvians. *J Dent Res* 1964;43:353-62.
 27. Persing J, James H, Swanson J, Kattwinkel J. American Academy of Pediatrics Committee on Practice and Ambulatory Medicine, Section on Plastic Surgery and Section on Neurological Surgery. Prevention and management of positional skull deformities in infants. American Academy of Pediatrics Committee on Practice and Ambulatory Medicine, Section on Plastic Surgery and Section on Neurological Surgery. *Pediatrics* 2003;112(1 Pt 1):199-202.
 28. Sakurai A, Hirabayashi S, Sugawara Y, Harii K. Skeletal analysis of craniofacial asymmetries in plagiocephaly (unilateral coronal synostosis). *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 1998;32:81-9.

The relationship between condyle position, morphology and chin deviation in skeletal Class III patients with facial asymmetry using cone-beam CT

Bo-Ram Lee, DDS,^a Dae-Keun Kang, DDS,^a Woo-Sung Son, DDS, MSD, PhD,^b
Soo-Byung Park, DDS, MSD, PhD,^b Seong-Sik Kim, DDS, MSD, PhD,^c Yong-II Kim, DDS, MSD,^d
Kyung-Min Lee, DDS, MSD^e

Objective: Facial asymmetry is usually evaluated from the difference in length and angulation of the maxilla and mandible. However, asymmetric position or shape of the condyle can also affect the expression of asymmetry. The purpose of this study was to evaluate the correlation between condylar asymmetry and chin point deviation in facial asymmetry. **Methods:** Cone-beam CT images of fifty adult skeletal Class III patients were studied. Thirty patients who had more than 4 mm menton deviation were categorized in the asymmetric group. Twenty patients with less than 4 mm menton deviation were assigned to the symmetric group. Anteroposterior and transverse condyle positions were evaluated from the cranial base. The greatest mediolateral diameter (GMD) of the condyle in the axial plane and angulation to the coronal plane were measured. The height and volume of the condyles were evaluated. **Results:** The symmetric group had no statistical difference between both condyles in position, angulation, GMD, height and volume. In the asymmetric group, the non-deviated side condyle was larger in GMD, height and volume than the deviated side. There was no statistical difference in condyle position and angulation. The GMD, height difference and condylar volume ratio (non-deviated/deviated) were positively correlated with chin deviation. From the linear regression analysis, condylar volume ratio was a significant factor affecting chin deviation. **Conclusions:** These findings suggests that the non-deviated side condyle is larger than the deviated side. In addition, condylar asymmetry can affect the expression of facial asymmetry. (*Korean J Orthod* 2011;41(2):87-97)

Key words: Facial asymmetry, Cone-beam computed tomography, Mandibular condyle, Menton deviation

^aGraduate Student, ^bProfessor, ^cAssociate Professor, ^dClinical Assistant Professor, ^eFellow, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Pusan National University.

Corresponding author: *Woo-Sung Son*.

Department of Orthodontics, Pusan National University Hospital, Beomeo-ri, Mulgeum-eup, Yangsan 626-770, Korea.

+82 55 360 5150; e-mail, wsson@pusan.ac.kr.

Received January 17, 2011; Last Revision February 28, 2011; Accepted March 4, 2011.