

골격성 III급 부정교합자의 횡적인 골격과 악궁 형태에 관한 연구

박희찬^a · 이진우^b

골격성 III급 부정교합자는 교정치료와 악교정 수술을 병행하여 치료하는 경우가 많아 골격형태에 대한 정확한 파악과 이해가 필수적이다. 이에 본 연구는 골격성 III급 부정교합자와 정상교합자 간의 골격 형태의 차이를 밝히고자 시행되었다. 실험군으로는 단국대학교 교정과에서 골격성 III급 부정교합으로 진단되어 술 전 교정치료를 받기로 예정된 총 20명을 선정하였고, 대조군으로는 골격성 I급 정상교합군으로 I급 교합관계를 보이며, 교정치료와 보철치료의 경험이 없는 정상 교합자 10명을 선정하여 CT촬영을 시행한 후 3차원 입체영상을 제작, 분석하여 상, 하악 기저골을 횡적으로 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 골격성 III급 부정교합자군의 특징을 살펴보면, 상악 기저골의 폭경이 유의성 있게 더 작았고, A point에서 ANS로 갈수록 제1소구치 부위에서 유의하게 폭이 감소하였으며, 제2소구치 부위에서 폭의 증가량이 유의하게 작았다. 하악 기저골은 B point, Antegonion 기준 횡단면에서 견치, 제1소구치 부위의 폭경이 유의성 있게 크게 나타났다. 상하악의 비교 시, 실험군의 견치부, 제1소구치부, 제2소구치부에서 하악에 비해 상악의 폭경이 유의성 있게 작음을 보였다. (대치교정지 2008;38(5):358-370)

주요 단어: 3차원 영상, 하악 전돌

서론

서양인에서의 1.0 - 3.8%^{1,2}에 비해 한국인에서 9.41 - 19.0%^{3,4}로 비교적 높은 발생빈도를 보이고 있는 III급 부정교합은 함몰된 중안모와 더불어 돌출된 하순과 하악골로 인해 많은 기능적, 심미적, 심리적, 사회적 문제를 야기하게 된다. 1899년 Angle⁵은 III급 부정교합을 정의하였고, 1931년 Broadbent⁶가 측모 두부 계측 방사선사진을 치과영역에 소개한 이후 다양한 두개안면 골격형태 분석법이 소개되었고, 이 중 III급 부정교합 환자의 골격적 특성에 대한 연구가 이루어져 왔다.

Park과 Ryu,⁷ Kim과 Suhr,⁸ Jacobson 등,⁹ Sanborn,¹⁰ Sassouni¹¹는 정상 교합군과 III급 부정교합군

간의 악안면 경조직 비교와 III급 부정교합의 골격 형태를 유형별로 분류하였다. 그러나 기존의 측모 두부 계측 방사선사진을 이용한 연구는 주로 2차원적인 전후방적, 수직적 평가이며 횡적 골격형태의 평가는 이루어지지 못하였다. 횡적인 분석을 위하여 석고모형을 이용하여 여러 연구가 진행되었으며 Lee 등¹²은 전후방적인 부조화에 따라 하악치열궁의 형태를 비교하였고, Lee와 Son¹³은 악궁과 기저골의 횡적 형태를 분석하여 III급 부정교합 환자에서 좁은 상악 기저골을 가진다고 보고하였다. 하지만 석고 모형을 이용한 분석으로는 치열에서 수직적으로 멀리 떨어진 악골부위의 계측은 불가능하였다.

이에 반해 3차원 전산화 단층사진은 원하는 각도의 모든 부위에서 이미지를 얻을 수 있고 회전하여 관찰할 수 있으며, 구조물이 중첩되지 않음으로써 정확한 해부학적 지표를 잘 구분할 수 있다. 또한 불투명도를 조절하여 경조직과 연조직을 동시에 평가할 수 있으며,^{14,15} 정확도와 재현성도 검증받았다.^{16,17}

심한 골격성 III급 부정교합자의 경우 교정치료와 악교정 수술을 병행하여 치료하게 되는데 악교정

^a대학원생, ^b교수, 단국대학교 치과대학 교정학교실.

교신저자: 이진우.

충남 천안시 신부동 산7-1번지 단국대학교 치과대학병원 교정과.

041-550-1941; e-mail, jwlee@dankook.ac.kr.

원고접수일: 2008년 2월 19일 / 원고최종수정일: 2008년 7월 24일 /

원고채택일: 2008년 7월 26일.

DOI:10.4041/kjod.2008.38.5.358

수술을 위한 술 전 교정치료 시 치열궁의 폭경으로 인해 어려움을 겪게 되는 경우가 많으며, 무리하게 상악골을 확장하는 경우 상악 구치부의 정출로 인한 조기간섭이나 협착 치조골의 흡수와 같은 부작용이 따르게 되므로, 술 전 교정치료 계획의 수립 시 III급 부정교합자의 3차원적인 골격 형태에 대한 정확한 이해가 필수적이다. 이에 본 연구는 전산화 단층사진을 통해 채득한 자료로 골격성 III급 부정교합자와 정상교합자의 횡적인 골격 형태를 비교, 분석함으로써 골격성 III급 부정교합자와 정상교합자의 골격 형태의 차이를 알아보고자 하였다.

연구방법

연구대상

실험군(1군)은 골격성 III급 부정교합군으로 진단되어 악교정 수술을 위한 술 전 교정치료를 받기로 한 평균 22.5 ± 2.2세의 총 20명(남성 9명, 여성 11명)을, 대조군(2군)은 골격성 I급 정상 교합군으로 교정치료와 보철치료의 경험이 없는 평균 26.3 ± 4.7세의 총 10명(남성 5명, 여성 5명)을 선정하였다.

연구방법

전산화 단층 촬영

전산화 단층촬영장치(Light Speed Volume Computed Tomograph, 64channel, General Electronics, Fairfield, CT, USA)로 두개 악안면 부위의 촬영을 시행하였으며, 촬영조건은 gantry의 각도가 0°, 120 kV, auto mA였으며, 0.625 mm thickness, slice pitch 3, scanning time 4초, 시야(Field of view) 250 mm였다.

3차원 입체영상 제작

전산화 단층사진 촬영으로 얻은 DICOM 영상정보를 개인용 컴퓨터로 옮긴 후 3차원 영상프로그램(Mimics 10.01, Materialise's Interactive Medical Image Control System, Materialise, Leuven, Germany)을 이용하여 3차원 입체영상을 제작하였다. CT상에서 Gray scale을 표현하는 수치인 HU를 일반적인 골밀도인 250에 맞추어 전체적인 골격을 불러들이는 masking작업을 하였다.

이 mask를 대상으로 하는 3차원 재구성(3-Dimensional volume rendering)은 연속적인 삼각형으로 이루어진 표면의 표현인 triangularization을 통해 이루

어졌다.

기준평면 설정 및 측정 항목

각 mask를 3차원 영상으로 재구성하여 측정을 시행하였다. 재구성된 3D object의 FH plane과 지면이 평행하게 재위치시킨 후 측정점을 표시하였다. 지정된 측정점들은 Nasion (Na); 전두비골봉합의 최전상방점, Basion (Ba); 정중시상면상에 있는 대후두공 전연의 최후하방점, Anterior nasal spine (ANS); 상악골의 최전방점, A point (A); 전비극과 상악치조정점 사이 곡선의 최후하방점, Gonion (Go); 측면에서 관찰 시 하악 우각부의 최후하방에 위치하고 하방에서 관찰 시 우각부위 골의 중심점, Antegonion; Antegonial notch의 최상방점, B point (B); Infradentale 하방과 Pogonion 상방에 있는 하악골 커브상에서 최후방점, Menton (Me); 턱끝의 하악결합 외형선 상에서 최하방점으로 정의하였으며 3D object의 측면에서 전후방적인 수직적인 위치를 파악하고 3D object의 정면과 상방과 하방에서 횡적인 위치를 파악하여 측정을 시행하였다.

Na-ANS-Ba를 지나는 평면을 상악의 정중 시상면으로 설정한 후에, 상악의 정중시상면에 수직이며 ANS를 지나는 평면을 ANS 횡단면으로 설정하였고, ANS 횡단면에 평행하며 A point를 지나는 평면

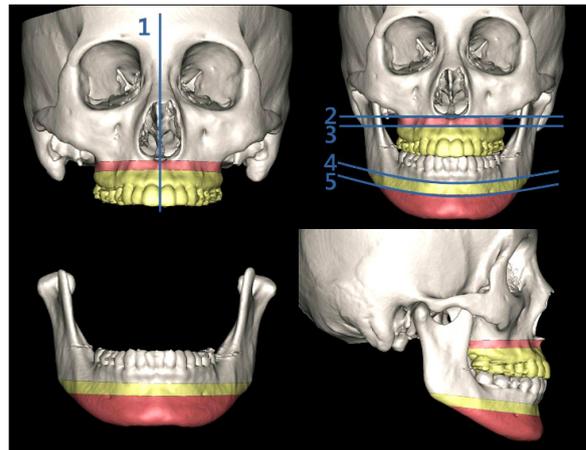


Fig 1. Reference plane. 1, Maxillary midsagittal plane (Na-ANS-Ba); 2, ANS horizontal plane (A plane passing ANS perpendicular to Maxillary midsagittal plane); 3, A point horizontal plane (A plane passing A point parallel to ANS horizontal plane); 4, B point horizontal plane (B point-Gonion Lt.-Gonion Rt.); 5, antegonion horizontal plane (A plane passing center of gonion parallel to B point horizontal plane).

을 A point 횡단면으로 설정하였다. B point와 좌우의 Gonion을 지나는 평면을 B point 횡단면으로 설정하였으며 B point 횡단면에 평행하며 좌우 Antegonion의 중점을 지나는 평면을 Antegonion 횡단면으로 설정하였다 (Fig 1).

상악의 경우에는 견치에서 제2대구치까지의 좌우측 치아의 치관 협면의 중심부를 지나며 ANS horizontal plane에 수직으로 지나는 5개의 reference plane을 설정하였고, 이 reference plane이 ANS horizontal plane과 A point horizontal plane에서 만나는 가장 외측의 점을 계측하였다 (Fig 2).

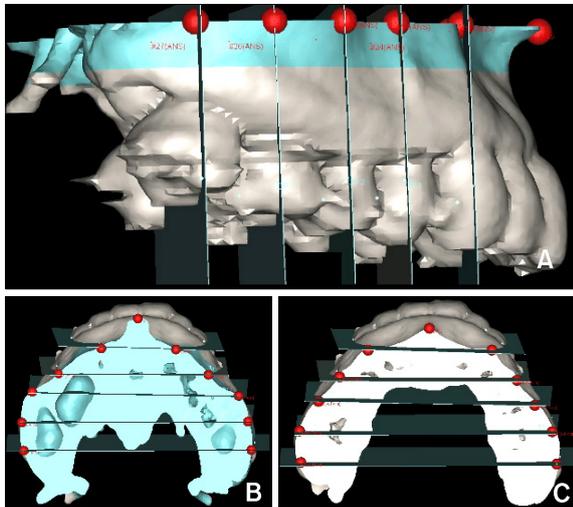


Fig 2. Maxillary reference plane. 5 reference planes (A) perpendicular to ANS horizontal plane and reference points (B, C) for linear measurement.

하악에서도 견치에서 제2대구치까지의 좌우측 치아의 치관 협면의 중심부를 지나며 B point horizontal plane에 수직으로 지나는 5개의 reference plane을 설정하였고, 이 reference plane이 B point horizontal plane과 Antegonion horizontal plane에서 만나는 가장 외측의 점을 계측하였다 (Fig 3).

각 횡단면에서 상악 (Fig 4, Table 1)과 하악 (Fig 5, Table 2)의 계측을 시행하였다.

오차분석

모든 계측은 한 사람에 의해 이루어졌으며 계측의

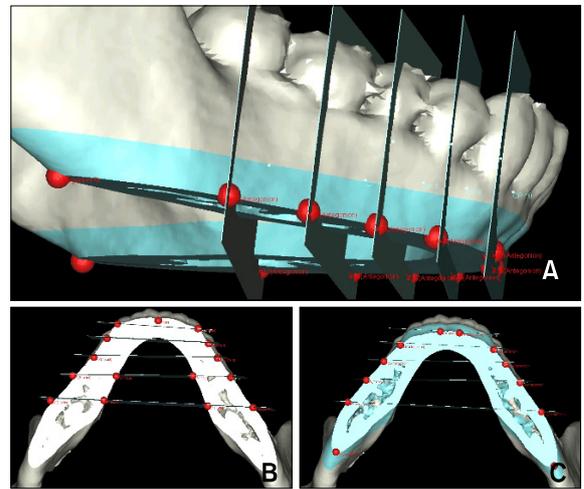


Fig 3. Mandibular reference plane. 5 reference planes (A) perpendicular to B point horizontal plane and reference points (B, C) for linear measurement.

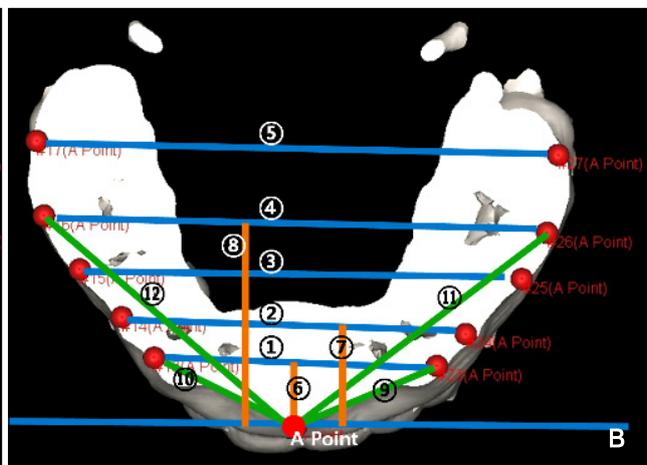
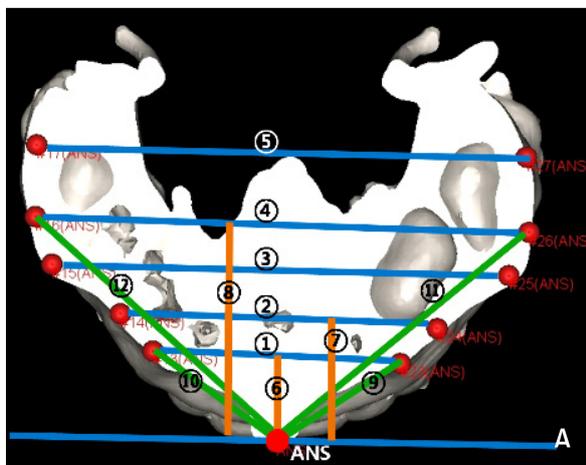


Fig 4. ANS (A) and A point (B) horizontal plane and maxillary measurements. The landmarks are described in Table 1.

Table 1. Maxillary measurements

Measurement	Definition
① #13 - #23	The distance between #13 - #23 (ANS, A point)
② #14 - #24	The distance between #14 - #24 (ANS, A point)
③ #15 - #25	The distance between #15 - #25 (ANS, A point)
④ #16 - #26	The distance between #16 - #26 (ANS, A point)
⑤ #17 - #27	The distance between #17 - #27 (ANS, A point)
⑥ Canine arch length	The distance between (ANS, A point) and #13 - #23 plane
⑦ Premolar arch length	The distance between (ANS, A point) and #14 - #24 plane
⑧ Molar arch length	The distance between (ANS, A point) and #16 - #26 plane
⑨ Oblique canine height Lt.	The distance between (ANS, A point) - #23
⑩ Oblique canine height Rt.	The distance between (ANS, A point) - #13
⑪ Oblique molar height Lt.	The distance between (ANS, A point) - #26
⑫ Oblique molar height Rt.	The distance between (ANS, A point) - #16

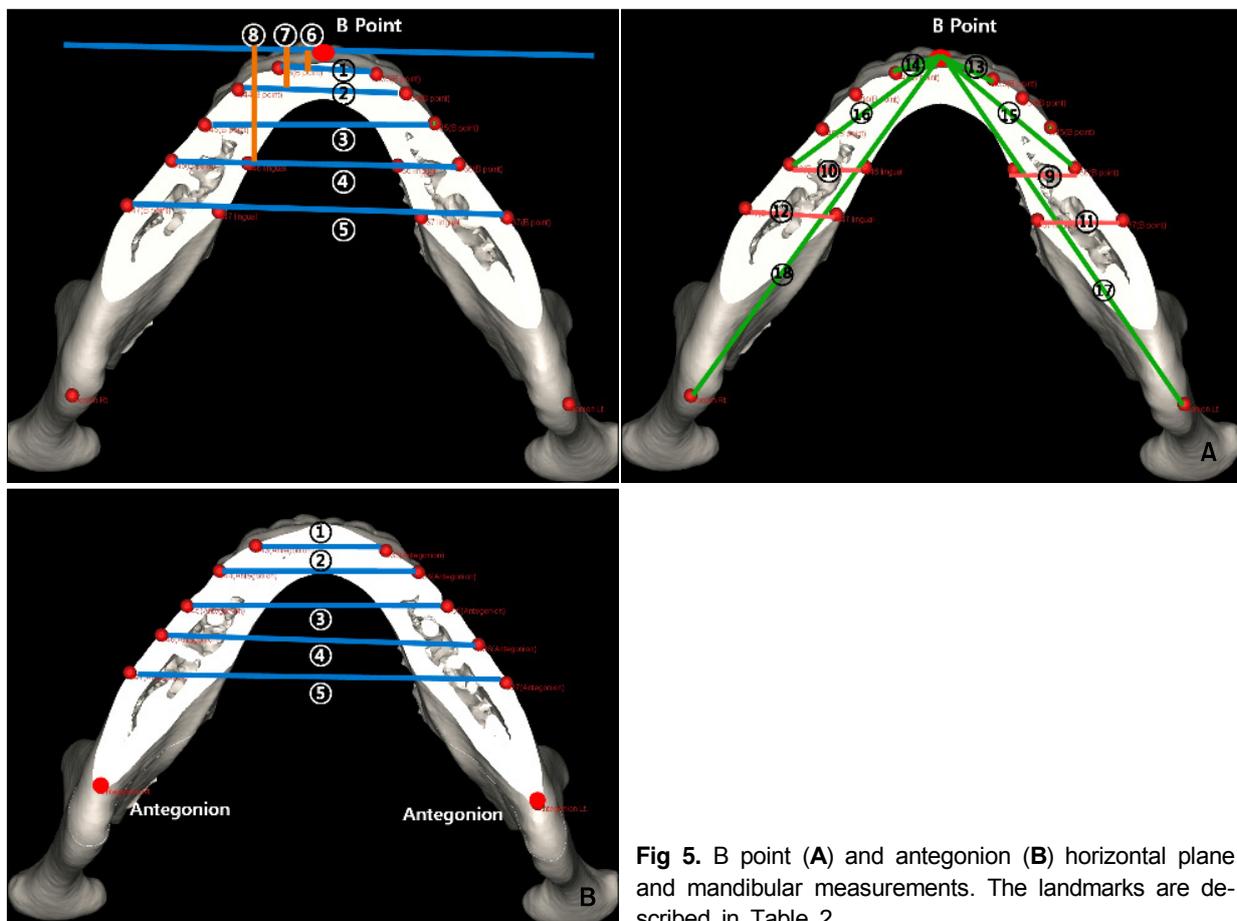


Fig 5. B point (A) and antegonion (B) horizontal plane and mandibular measurements. The landmarks are described in Table 2.

Table 2. Mandibular measurements

Measurement	Definition
① #33 - #43	The distance between #33 - #43 (B point, Antegonion)
② #34 - #44	The distance between #34 - #44 (B point, Antegonion)
③ #35 - #45	The distance between #35 - #45 (B point, Antegonion)
④ #36 - #46	The distance between #36 - #46 (B point, Antegonion)
⑤ #37 - #47	The distance between #37 - #47 (B point, Antegonion)
⑥ Canine arch length	The distance between B point and #13 - #23 plane
⑦ Premolar arch length	The distance between B point and #14 - #24 plane
⑧ Molar arch length	The distance between B point and #16 - #26 plane
⑨ #36 Width	The distance between #36 (B point) - #36 lingual point
⑩ #46 Width	The distance between #46 (B point) - #46 lingual point
⑪ #37 Width	The distance between #37 (B point) - #37 lingual point
⑫ #47 Width	The distance between #47 (B point) - #47 lingual point
⑬ Oblique canine height Lt.	The distance between B point - #33
⑭ Oblique canine height Rt.	The distance between B point - #43
⑮ Oblique molar height Lt.	The distance between B point - #36
⑯ Oblique molar height Rt.	The distance between B point - #46
⑰ Body length Lt.	The distance between B point - Go Lt.
⑱ Body length Rt.	The distance between B point - Go Rt.

신뢰도 평가를 위해 임의로 15명을 추출해 첫 계측이 이루어진 2주 후에 재계측 후 *paired t-test*를 시행하여 비교 하였으며 유의한 차이는 없었다 ($p > 0.05$). 표준오차는 다음과 같이 *Dhalberg's formula*의 식을 사용하여 계산하였으며, $Se = \sqrt{\frac{\sum D^2}{2N}}$ (여기서 D는 계측치 간의 차이를 뜻하며, N은 추출한 표본의 수를 뜻한다.) 결과에서 15명의 측정치의 평균오차는 0.83 mm였으며, 0.52에서 1.42 mm의 범위를 가졌다.

통계처리

연구 대상자의 수가 적고 대조군과 실험군의 인원수가 같지 않아서 통계처리는 비모수적 방법인 *Mann-Whitney U test*를 시행하였다. 군별로 남녀 간 성차에 대한 유의성 검증을 통해 남녀 성차가 없는 항목에 대해서만 남녀 구분 없이 두 군 간 비교를 시행하였다.

연구성적

상악 기저골 계측을 통한 횡적 비교

ANS 기준 횡적 비교

ANS 기준의 상악 기저골 폭경과 장경에 있어서 실험군에서 견치와 소구치의 폭경과 대구치와 견치의 *Oblique Height*가 대조군에 비해 유의성 있게 작았다 (Table 3).

A point 기준 횡적 비교

A point 기준의 상악 기저골 폭경과 장경에 있어서 실험군에서 소구치와 제1대구치의 폭경과 장경이 대조군에 비해 유의성 있게 작았다 (Table 4). 이를 좌표값으로 표시하여 *A point*를 원점으로 서로 중첩하여 보면 Fig 6과 같았다.

Table 3. Transverse comparison of basal bone in ANS horizontal plane

Measurement	Group 1		Group 2		Significance
	Mean	SD	Mean	SD	
#13 - #23	14.94	7.43	25.07	7.94	†
#14 - #24	33.69	6.80	42.32	7.52	†
#15 - #25	51.30	7.03	66.23	9.37	†
#16 - #26	70.12	7.36	74.96	3.29	NS
#17 - #27	54.31	4.36	58.15	5.24	*
Canine arch length	7.69	2.61	9.27	2.57	NS
Premolar arch length	12.01	3.24	13.75	2.62	NS
Molar arch length	25.80	2.73	28.51	3.09	*
OCH Lt	10.84	4.57	15.52	4.35	*
OCH Rt	10.85	4.26	15.92	4.38	†
OMH Lt	39.09	3.09	47.25	2.03	†
OMH Rt	44.41	3.81	47.11	2.47	NS

Mann-Whitney U test, NS means non-significance; * $p < 0.05$; † $p < 0.01$; ‡ $p < 0.001$.

Table 4. Transverse comparison of basal bone in A point horizontal plane

Measurement	Group 1		Group 2		Significance
	Mean	SD	Mean	SD	
#13 - #23	22.98	9.08	30.13	7.85	NS
#14 - #24	38.56	3.96	42.65	5.39	*
#15 - #25	49.33	4.32	56.88	5.29	†
#16 - #26	62.62	4.80	67.27	2.09	*
#17 - #27	64.56	5.47	68.00	2.19	NS
Canine arch length	5.36	1.94	7.15	1.22	*
Premolar arch length	9.84	2.18	11.75	1.57	*
Molar arch length	23.43	3.31	26.11	2.20	*
OCH Lt	14.29	9.24	16.58	3.85	NS
OCH Rt	13.40	4.60	17.45	4.65	*
OMH Lt	38.96	2.83	42.61	1.59	†
OMH Rt	39.73	3.38	42.68	1.59	*

Mann-Whitney U test, NS means non-significance; * $p < 0.05$; † $p < 0.01$; ‡ $p < 0.001$.

ANS 기준 횡단면과 A point 기준 횡단면 사이 기저골 폭경 차이

ANS 기준 횡단면과 A point 기준 횡단면 사이 기저골 폭경 차이를 구해 비교해 보면 A point에서

ANS록 갈수록 실험군에서 제1소구치부위의 폭이 유의하게 폭이 감소하였고, 제2소구치부위의 폭의 증가량이 유의하게 작았다 (Table 5).

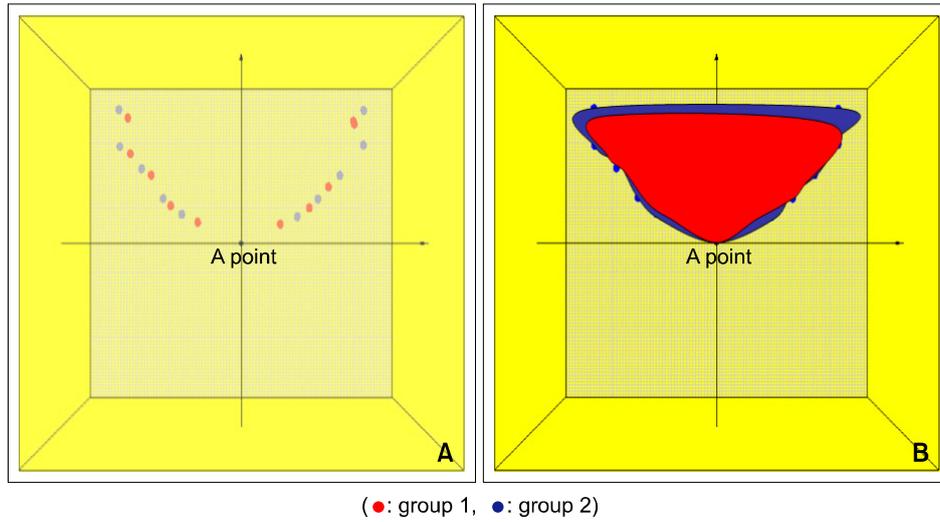


Fig 6. The coordinates in A point reference plane (A) and superimposition (B), Class III group is red and normal group is blue.

Table 5. Basal bone width difference between ANS, A point horizontal plane (bone width on ANS plane-bone width on A point plane)

Difference of basal bone width	Group 1		Group 2		Significance
	Mean	SD	Mean	SD	
Canine area	-8.04	8.36	-5.06	3.48	NS
1st premolar	-4.87	5.11	-0.33	4.37	*
2nd premolar	1.96	4.78	9.35	5.40	†
1st molar	7.50	3.56	7.69	2.82	NS
2nd molar	-10.3	5.92	-9.85	4.67	NS

Significance determined by Mann-Whitney U test, NS means non-significance; * $p < 0.05$; † $p < 0.001$.

하악 기저골 계측을 통한 횡적 비교 - B point, Antegonion 기준

B point 기준 하악 기저골 횡적 비교

B point 기준의 하악 기저골의 견치의 폭경과 견치, 제1소구치, 제1대구치의 장경, Oblique canine height에 있어서 실험군이 대조군에 비해 유의성 있게 크게 나타났다 (Table 6). 이를 좌표값으로 표시하여 B point을 원점으로 서로 중첩하여보면 Fig 7과 같았다.

Antegonion 기준 하악 기저골 횡적 비교

Antegonion 기준면에서 기저골의 횡적 비교 결과는 하악 기저골의 견치의 폭경에 있어서 실험군이 대조군에 비해 유의성 있게 크게 나타났다 (Table 7).

A point와 B point 기준 횡단면에서 상하악 기저골 폭경 차이

A point와 B point 기준 횡단면에서 상하악 기저골 폭경 차이를 구한 후 비교하여 보면 상하악 기저골 폭경 차이는 견치부, 제1소구치부, 제2소구치부에 있어서 유의성 있게 나타났으며 실험군에서 상악의 폭경이 좁아짐을 보였다 (Table 8).

Table 6. Transverse comparison in B point horizontal plane

Measurement	Group 1		Group 2		Significance
	Mean	SD	Mean	SD	
#33 - #43	32.13	7.11	24.96	7.36	*
#34 - #44	41.62	3.92	38.28	4.56	NS
#35 - #45	52.52	3.32	50.97	4.30	NS
#36 - #46	66.33	4.35	66.56	7.03	NS
#37 - #47	81.91	4.83	83.61	5.92	NS
Canine arch length	6.31	2.92	3.27	2.18	†
Premolar arch length	10.70	2.93	7.49	2.03	†
Molar arch length	25.88	2.68	26.03	10.60	*
#36 width	15.63	2.84	18.50	4.25	*
#46 width	19.46	4.70	21.40	3.21	NS
#37 width	15.41	2.49	17.49	4.69	NS
#47 width	17.96	2.57	21.04	4.10	*
Oblique canine height Lt.	17.04	4.22	12.65	4.01	†
Oblique canine height Rt.	17.53	4.28	13.29	4.24	*
Oblique molar height Lt.	42.13	3.43	40.57	3.53	NS
Oblique molar height Rt.	42.23	2.98	40.12	3.83	NS
Body length Lt.	87.79	7.04	86.99	4.35	NS
Body length Rt.	87.68	8.69	86.59	2.61	NS

Significance determined by Mann-Whitney U test, NS means non-significance; * $p < 0.05$; † $p < 0.01$.

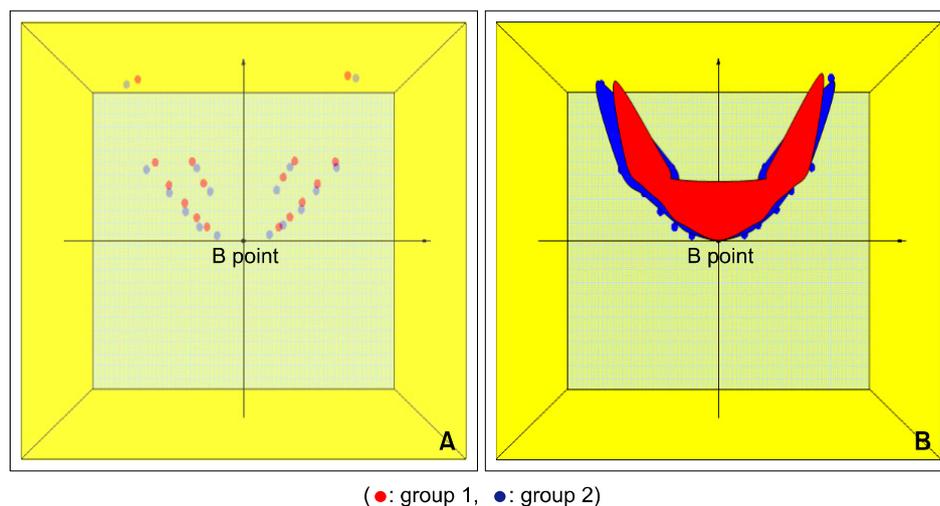


Fig 7. The coordinates in B point reference plane (A) and superimposition (B), Class III group is red and normal group is blue.

Table 7. Transverse comparison in antegonion horizontal plane

Measurement	Group 1		Group 2		Significance
	Mean	SD	Mean	SD	
#33 - #43	35.92	7.30	26.49	9.28	*
#34 - #44	45.77	4.98	40.91	5.96	NS
#35 - #45	57.81	4.68	54.72	5.80	NS
#36 - #46	71.69	4.16	71.09	6.16	NS
#37 - #47	83.48	3.81	85.92	4.82	NS

Significance determined by Mann-Whitney U test, NS means non-significance; **p* < 0.05.

Table 8. Basal bone width difference between A point, B point horizontal plane (Bone width on A point plane-bone width on B point plane)

Difference of basal bone width	Group 1		Group 2		Significance
	Mean	SD	Mean	SD	
Canine	-9.14	9.24	5.17	12.88	*
1st premolar	-3.06	3.59	4.38	6.47	†
2nd premolar	-3.18	4.31	5.91	3.78	†
1st molar	-3.71	5.60	0.72	5.61	NS
2nd molar	-17.35	4.84	-15.61	5.26	NS

Significance determined by Mann-Whitney U test, NS means non-significance; **p* < 0.01; †*p* < 0.001.

고찰

최근 안모 심미에 대한 관심의 증가로 인해 골격성 III급 부정교합자의 기능적, 심미적 문제의 해결에 많은 관심이 집중되고 있다. 최근에 수술에 대한 거부감이 낮아지면서, 수술의 빈도가 점차 증가하고 있으며 수술적 교정 치료를 위해서는 III급 부정교합자의 골격 특징에 대한 정확한 이해가 필수적이다.

그동안 골격특징에 대한 분석과 이해를 위해 2차원적인 측모 두부 방사선사진을 널리 사용하여 왔다. 하지만 이는 좌우 대칭이라는 가정하에 시행되어 정확한 분석이 불가능하며, 평면적, 전후방적, 수직적 평가에 머무를 수밖에 없었다. 수평적인 관계의 평가는 측모 두부 방사선 사진의 특성상 연구가 부족하였고, 이를 보완하려는 노력의 일환으로 Williams¹⁸가 정모와 측모 두부 방사선 사진을 이용, 교정치료 기간 중에 성장변화를 3차원적으로 연구한 바 있으나 정모 두부 방사선 사진에서는 정확하

게 수평면상의 위치를 파악할 수 없는 결점 때문에 진정한 의미의 3차원 연구라 볼 수 없었다.

그러나 3D facial CT image가 보편화되어 사용되면서 좀 더 정확한 골격의 분석이 가능하게 되었으며, CT 입체영상을 이용한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 그간에 문제가 되었던 방사선피폭과 환자의 움직임에 의한 해상도 문제도, 최근에 나선형 Computed Tomography (CT)¹⁹의 도입으로 촬영시간 단축에 의한 방사선 조사량의 최소화와 더불어 좀 더 정밀하고 우수한 영상을 얻을 수 있게 되었다. Cavalcanti 등¹⁷은 cadaver heads를 spiral computed tomograph로 촬영한 후 실제 계측과의 정확성을 평가하여 3D-CT와 physical measurements 사이에 통계적으로 유의한 차이가 없음을 보고하였다. Jeon 등¹⁶은 3차원 전산화 단층영상의 두부계측 재현성 연구에서 몇몇 봉합선 부위를 제외하고 높은 정확성과 유용성을 보고하였으며, Chang과 Baik²⁰은 3차원적 계측점의 재현도를 연구하였는데 평균 표준편차가 1.0 mm를 넘지 않을 정도로 매우 높은 재현도를 보였다.

최근 전산화 단층영상을 이용한 골격분석에 대한 많은 연구가 보고되고 있으며 Kim 등²¹은 3차원 전산화 단층영상을 분석하여 안면 비대칭자의 경, 연조직간 비대칭 정도 차이를 연구하였고, Kwon 등²²은 CT를 이용한 3차원 분석을 통하여 안면 비대칭자와 정상군과의 두개안면형태의 비교 분석을 하였으며, Park 등²³은 기존의 두부 방사선 사진에서 사용되었던 계측점들을 3차원으로 재구성한 자료에서 다시 정의하고, 그 점들의 재현도를 조사 보고한 바 있다. 한편 Waitzman 등²⁷은 전산화 단층영상을 이용하여 두개안면 복합체의 성장 패턴을 평가하고 두개안면 계측의 정상치를 정의하려 하였고, Xia 등²⁵⁻²⁷은 악교정 수술을 위한 3차원 외과 시뮬레이터를 개발하기도 하였다.

예전부터 III급 부정교합자의 골격형태에 대해서도 많은 연구가 있었으며 초기의 Williams¹⁸는 측모 두부 방사선사진과 정모 두부 방사선 사진을 이용하여 III급 부정교합 환자의 상악골에 대한 성장변화를 구개평면상에서 3차원적으로 연구한 바 있으나, 정모 두부방사선 사진에서는 정확하게 수평면상의 위치를 파악할 수 없는 결점 때문에 진정한 상악골에 대한 연구라고 볼 수 없었다. 이후, Brodie²⁸는 상악 기저골과 치조궁 그리고 치열궁간의 상호연관성 여부를 파악하기 위해 상악골에 대한 폭경과 그 면적을 연구하였는데 교합 방사선사진과 1대 1 pantograph를 직접 상악 석고모형에 적용하여 교합면과 평행한 상악 중절치의 치근단 수준의 상악 기저골 형태에 대해 상악 치열궁과 연계하여 성장에 따른 변화를 누년적으로 연구하였다. Lagerstrom²⁹과 Brodie²⁸는 이 방법에 정모 두부 방사선 사진을 채택하여 성장과 교정치료에 따른 상악골 변화를 측정할 수 있는 방법에 대해 소개한 바 있으며, Lude³⁰는 같은 방법으로 성장에 따른 하악 기저골의 크기 변화에 대해 연구하였다. Ahn과 Cha³¹는 측모 두부 방사선사진과 석고 모형을 중첩하여 FH에 평행하고 A point를 지나는 면을 기준면으로 삭제한 후 상악 기저골 폭경을 3차원적으로 비교하였고, Lee 등¹²과 Lee와 Son¹³은 석고 모형을 이용하여 치열궁의 형태를 분석하였으나 구강 내에서 인상 채득할 수 있는 부위의 한계로 인해 하부 골격 구조에 대한 연구는 시행할 수 없었다.

이에 본 연구에서는 3차원 전산화 단층사진으로 3차원 영상을 재구성하고 기준평면을 설정하여 골격 형태를 분석함으로써 계측의 범위를 악골까지 확대시킬 수 있었다. 기준 평면을 설정함에 있어서

상악골을 정확히 양분하기 위하여 상악골에 가까운 재현성있는 계측점인 ANS와 전상방에 위치한 계측점인 Nasion과 후하방에 위치한 계측점인 Basion을 사용하였고, 하악골을 정확히 양분하기 위해서 하악골의 전상방에 위치한 B point와 전하방에 위치한 Menton과 후방에 위치한 Basion을 사용하여 정중시상면을 결정하였다. 정중시상면을 결정하는 기준점들이 악골의 일부부위에 집중되거나 기준점의 재현성이 낮을 경우에 정중시상면의 신뢰성이 떨어지므로 본 연구에서는 재현성이 높은 기준점들을 적절하게 배치시키고자 노력하였다.

결과를 살펴보면 상악골은 실험군이 대조군과 비교하여 악골의 폭경이 작게 나타났으며 ANS horizontal plane에서는 견치, 소구치, 제2대구치 부위에서 유의한 차이가 있었으며, A point 기준 횡단면에서는 소구치와 제1대구치 부위에서 실험군이 대조군보다 악골의 폭경이 유의성있게 작게 나타났다. 특히 ANS 기준 횡단면과 A Point 기준 횡단면상에서 폭경 비교 시 제1소구치부에 있어서 A point에서 ANS 사이의 폭의 감소가 실험군에서 유의성 있게 크며, 제2소구치부에 있어서 A point에서 ANS 사이의 폭의 증가가 실험군에서 유의성 있게 작은 점에 미루어 보아 정상 교합자에 비하여 III급 부정교합자의 상악골에서 상방으로 급격하게 폭이 감소되어 협소화된다.

B point horizontal plane에서 하악골을 비교해 보면 견치 부위의 폭경에 있어서만 실험군이 대조군에 비해 유의성 있게 크게 나타났다.

A point와 B point 기준면상에서 상악 기저골의 폭경 차이 비교 시 견치부, 제1, 2소구치부위에서만 유의성 있게 크게 나타나는 점으로 볼 때, 하악골의 전방부에서 하악골크기가 상악골에 비하여 상대적으로 큰 것으로 생각된다.

III급 부정교합자에서 정상교합자에 비해 상악 전치는 순측경사되고, 하악 전치는 설측경사되는 경향이 있으며, Worms 등³²은 이와 같은 치성 보상에 대해 연구 보고한 바 있고, Lee와 Son¹³은 횡적인 분석에서 III급 부정교합군이 정상교합군에 비해 상악 치아는 더 협측으로 경사지고 하악치아는 설측경사된다고 하였다. 본 연구에서도 하악 기저골 폭경에 있어서는 견치와 제1소구치 부위에 있어서 실험군의 폭경이 크게 나타났으나 B point를 기준으로 한 좌표값의 중첩 후 결과에서는 오히려 실험군의 폭이 좁게 보였는데 이는 치성 보상작용에 의한 하악 치아들의 상대적인 설측경사의 결과로 보인다.

골격성 III급 부정교합자의 교정과 수술과정에 그 간 paper surgery, photo surgery, model surgery 등 다양한 방법이 응용되어 왔으나, 2차원적 방사선 사진만으로 입체적인 분석을 하기에는 매우 큰 한계가 있었다. 그러나 이미 정확성과 신뢰성이 검증된 3D facial CT image를 이용하게 된다면 이러한 악안면 구조의 표준화와 정량화, 시각화가 가능하게 되어 이를 통해 수술 시 이동 방향과 이동양의 결정이 정확하게 이루어질 수 있으며, 모의 수술 등을 통해서 수술 후의 안모변화 예측 또한 가능해질 것이라고 생각된다. 술 전 교정치료의 과정 중에서 상악 치열과 하악 치열의 폭경을 맞추는 과정은 매우 중요하며, 치열의 폭경을 맞추기에 앞서 상하악의 기저골의 폭경을 먼저 파악하는 것이 중요한데, 치열 폭경의 수정만으로 가능한 경미한 경우에는 Quad Helix나 RME 등의 교정장치를 사용하여 개선할 수 있고 획리적인 개선이 크게 요구되는 경우에는 Surgical assisted RME 등의 적극적인 수술적 처치가 필요할 것으로 생각되며, 본 연구에서 중요한 기준을 제시해준다고 생각한다.

하지만 실험군의 선정에 있어서 하악의 비대칭에 대해서는 고려를 하지 않았으므로, 일부 수치에서 좌우의 차이를 보였고 악골의 크기나 형태를 고려한 추가적인 선정기준이 필요할 것으로 생각되며 연구대상이 많지 않아 비모수적인 통계방법을 사용하였으므로 이러한 한계점들을 보완하여 추가적인 연구가 계속되어야 할 것으로 생각된다.

결론

본 연구는 골격성 III급 부정교합자의 획리적인 골격형태를 파악하기 위하여 전산화 단층영상을 이용하여 상하악골의 기준평면과 기준점을 설정한 후에 계측을 시행하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

ANS 및 A point 기준 횡단면에 있어서 상악의 기저골 폭경, 장경이 실험군에서 유의성 있게 더 작았다. 또한 실험군은 상악골의 제1, 2소구치 부위에서 상방으로 급격하게 폭이 감소되어 협소화된다. 하악 기저골 형태 비교에서는 B point, Antegonion 기준 횡단면에 있어서 견치, 제1소구치 부위의 폭경이 실험군에서 유의성있게 크게 나타났고 A point와 B point에서 상, 하악 간 기저골 폭경 차이는 견치부, 제1소구치부, 제2소구치부에서 실험군과 대조군의 유의한 차이를 보였다.

참고문헌

1. Proffit WR, Fields HW Jr, Moray LJ. Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in the United States: estimates from the N-HANES III survey. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1998;13:97-106.
2. Mills LF. Epidemiologic studies of occlusion. IV. The prevalence of malocclusion in a population of 1,455 school children. *J Dent Res* 1966;45:332-36.
3. Lee SJ, Suhr CH. Recognition of malocclusion and orthodontic treatment need of 7-18 year-old Korean adolescent. *Korean J Orthod* 1994;24:367-94.
4. Yoo YK, Kim NI, Lee HK. A study on the prevalence of malocclusion in 2,378 Yonsei university students. *Korean J Orthod* 1971;2:35-40.
5. Angle EH. Classification of malocclusion. *Dental Cosmos* 1899;41:248-64.
6. Broadbent BH. A new X-ray technique and its application to orthodontia. *Angle Orthod* 1931;1:45-66.
7. Park SJ, Ryu YK. A comparative study on craniofacial skeleton between Angle's class III malocclusion and normal occlusion. *Korean J Orthod* 1987;17:63-71.
8. Kim JH, Suhr CH. A roentgenoccephalometric study on morphologic factors of normal occlusion and class III malocclusion. *Korean J Orthod* 1987;17:23-32.
9. Jacobson A, Evans WG, Preston CB, Sadowsky PL. Mandibular prognathism. *Am J Orthod* 1974;66:140-71.
10. Sanborn RT. Differences between the facial skeletal patterns of Class III malocclusion and normal occlusion. *Angle Orthod* 1955;25:208-22.
11. Sassouni V. A classification of skeletal facial types. *Am J Orthod* 1969;55:109-23.
12. Lee SJ, Baek SH, Kim SC, Kook YA. Size and forms of the mandibular dental arch in Korean malocclusion patients. *Korean J Orthod* 2005;35:15-22.
13. Lee HK, Son WS. A study on basal dental arch width in skeletal class III malocclusion. *Korean J Orthod* 2002;32:117-27.
14. Lee BD. Application of three-dimensional CT in dentistry. *J Korean Dent Association* 2002;40:853-9.
15. Kim KD, Ryu SK. Application of three-dimensional CT images using personal computer in dentistry. *J Korean Dent Association* 2004;42:197-208.
16. Jeon KJ, Park H, Lee HC, Kim KD, Park CS. Reproducibilities of cephalometric measurements of three-dimensional CT images reconstructed in the personal computer. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2003;33:171-8.
17. Cavalcanti MG, Haller JW, Vannier MW. Three-dimensional computed tomography landmark measurement in craniofacial surgical planning: experimental validation in vitro. *J Oral Maxillofac Surg* 1999;57:690-4.
18. Williams DR. Maxillary growth velocity and variation in three dimensions during treatment of Class III malocclusion. *Angle Orthod* 1973;43:422-39.
19. Choi YS, Kim GT, Hwang EH. Basic principle of cone beam computed tomography. *Korean J Oral Maxillofac Radiol*

- 2006;36:123-9.
20. Chang HS, Baik HS. A proposal of landmarks for craniofacial analysis using three-dimensional CT imaging. *Korean J Orthod* 2002;32:313-25.
 21. Kim WS, Lee KH, Hwang HS. Comparison of asymmetric degree between maxillofacial hard and soft tissue in facial asymmetric subjects using three-dimensional computed tomography. *Korean J Orthod* 2005;35:163-73.
 22. 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.
 23. Park JW, Kim NK, Chang YI. Formulation of a reference coordinate system of three-dimensional (3D) head and neck images: Part I. Reproducibility of 3D cephalometric landmarks. *Korean J Orthod* 2005;35:388-97.
 24. Waitzman AA, Posnick JC, Armstrong DC, Pron GE. Craniofacial skeletal measurements based on computed tomography: Part II. Normal values and growth trends. *Cleft Palate Craniofac J* 1992;29:118-28.
 25. Xia J, Wang D, Samman N, Yeung RW, Tideman H. Computer-assisted three-dimensional surgical planning and simulation: 3D color facial model generation. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2000;29:2-10.
 26. Xia J, Ip HH, Samman N, Wang D, Kot CS, Yeung RW, et al. Computer-assisted three-dimensional surgical planning and simulation: 3D virtual osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2000;29:11-7.
 27. Xia J, Samman N, Yeung RW, Wang D, Shen SG, Ip HH, et al. Computer-assisted three-dimensional surgical planning and simulation. 3D soft tissue planning and prediction. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2000;29:250-8.
 28. Brodie AG. The apical base; zone of interaction between the interstitial and skeletal system. *Angle Orthod* 1966;36:131-5.
 29. Lagerstrom LO, Brodie AG. A quantitative method for measuring change in the maxilla due to growth and orthodontic procedures. *Angle Orthod* 1967;37:241-50.
 30. Lude JC. The technique for the determination of the size of the mandibular apical base; its application to growth studies. *Angle Orthod* 1967;37:272-84.
 31. Ahn HS, Cha KS. A study on maxillary basal bone morphology in skeletal class III malocclusion requiring orthognathic surgery. *Korean J Orthod* 1995;25:577-86.
 32. Worms FW, Issacson RJ, Spedal TM. Surgical orthodontic treatment planning: profile analysis and mandibular surgery. *Angle Orthod* 1976;46:1-25.

Study of horizontal skeletal pattern and dental arch in skeletal Class III malocclusion patients

Hee-Chan Park, DDS, MSD, PhD^a, Jin-Woo Lee, DDS, MSD, PhD^b

Objective: The purpose of this study was to investigate the horizontal skeletal pattern and dental arch differences between Class III malocclusion patients and normal occlusion patients. **Methods:** Twenty skeletal Class III malocclusion patients and ten normal occlusion patients were selected and 3D facial CT were taken to analyze the horizontal skeletal differences between the two groups. **Results:** In the horizontal comparison of the maxilla, skeletal width and perimeter were significantly smaller in skeletal Class III patients on ANS and A point reference planes. The difference between maxillary width of ANS and A point reference planes showed that there was greater constriction of the first and second premolar in skeletal Class III patients. In the horizontal comparison of the mandible, the widths of the canine and premolar area were significantly larger in skeletal Class III patients on B point reference plane. The differences between width of the upper and lower jaws (comparison of A and B reference planes) were significantly large in the canine and premolar area. **Conclusions:** From this study, the characteristics of Class III malocclusion patients were shown through horizontal constriction of the maxilla. But to make clear further detailed characteristics of Class III malocclusion patients, additional studies are necessary. (Korean J Orthod 2008;38(5):358-370)

Key words: 3-D imaging, Prognathism

^aGraduate student, ^bProfessor, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Dankook University.

Corresponding author: **Jin-Woo Lee.**

Department of Orthodontics, School of Dentistry, Dankook University, San 7-1, Shinbu-dong, Cheonan 330-714, Korea +82 41 550 1941; e-mail, jwlee@dankook.ac.kr.

Received February 19, 2008; Last Revision July 24, 2008; Accepted July 26, 2008.