

두부 정모 방사선 사진과  
Computed tomography 에서의  
횡적 계측치의 연관성

연세대학교 대학원

치 의 학 과

김 나 연

김 나 연

두부 정모 방사선 사진과  
Computed tomography 에서의  
횡적 계측치의 연관성

지도 이 기 준 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2007 년 12 월 일

연세대학교 대학원

치 의 학 과

김 나 연

# 김나연의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 \_\_\_\_\_인

심사위원 \_\_\_\_\_인

심사위원 \_\_\_\_\_인

연세대학교 대학원

2007년 12월 일

## 감사의 글

논문이 완성되기까지 따뜻한 배려와 함께 세심한 지도와 격려를 아끼지 않으신 이기준 지도 교수님께 진심으로 감사를 드리며, 귀중한 시간을 내주시어 부족한 논문을 꼼꼼히 살펴주신 유형석 교수님과 이상휘 교수님께 감사를 드립니다. 늘 부족한 저를 한 사람의 교정의사로 거듭날 수 있도록 지도해 주신 임용규 교수님, 이동렬 교수님께 깊은 감사를 드립니다.

논문이 나오기까지 격려해주고 조언해주었던 심수연, 김민지, 김태성, 나효정, 이종국, 오형우, 이호정 선생님 그리고 늘 많은 도움이 되어준 주현진, 주은혜, 원윤아, 김예진 선생 및 의국 식구들에게 이 자리를 빌어 감사의 마음을 전합니다.

항상 옆에서 많은 도움을 주는 유정, 현경, 선진, 병욱, 소연, Dr. Liang Jin, Dr. 오리에게 감사드립니다.

제 삶에서 가장 소중한 식구들, 언제나 변함없이 사랑으로 지켜봐 주시고 격려해 주시는 부모님과, 늘 힘이 되어주고 많은 도움이 되는 소영, 남일, 그리고 마지막으로 이 모든 감사의 마음을 하느님께 올리며 이 작은 결실을 드립니다.

2008년 1월 저자 씀

# 차 례

표 차례 .....	ii
그림 차례 .....	iii
국문요약 .....	iv
I. 서 론 .....	1
II. 연구 대상 및 방법 .....	3
1. 연구대상 .....	3
2. 연구방법 .....	3
2.1 촬영 방법 .....	3
2.2 계측 방법 .....	4
2.3 계측점 및 계측치 .....	5
2.4 계측치 분석 및 통계 처리 .....	10
III. 연구 결과 .....	11
1. 조사자내 오차 검정 .....	11
2. CT상 계측치와 PA상의 계측치의 유의차 검정 .....	12
3. 기준에 제안된 횡적계측치와 PA와 CT상의 계측 항목간의 상관성 .....	13
4. CT상의 상 하악 제 1대구치 및 견치 부위의 치조골 폭경과 PA상 횡적 계측치의 상관성 .....	15
IV. 고 찰 .....	17
V. 결 론 .....	21
참고 문헌 .....	22
영문 요약 .....	24

## 표 차례

Table 1.	Comparison of the reproducibility of landmarks in PA .....	11
Table 2.	Comparison of the reproducibility of landmarks in CT .....	11
Table 3.	Comparison of measurements between PA and CT .....	12
Table 4.	Pearson Correlation Coefficient between PA and CT .....	12
Table 5.	Pearson Correlation Coefficient in measurements of PA and CT.....	14
Table 6.	Pearson Correlation Coefficient in measurements of PA and CT.....	14
Table 7.	Multiple linear regression analysis for describing factors to alveolar bone width of Mx 1 <sup>st</sup> molar in CT .....	15
Table 8.	Multiple linear regression analysis for describing factors to alveolar bone width of Mn canine in CT .....	16

## 그림 차례

Fig. 1.	3D model made by Vworks .....	5
Fig. 2.	Shade surface display mode .....	5
Fig. 3.	Landmarks used in PA .....	6
Fig. 4.	Linear measurements used in PA .....	7
Fig. 5.	Landmarks and linear measurements used in CT .....	9

## 두부 정모 방사선 사진과 Computed tomography 에서의 횡적 계측치의 연관성

두개 악안면 기형환자의 총체적인 치료를 위해서는 상 하악골의 횡적 부조화의 진단을 위한 횡적 평가가 반드시 수반되어야 한다. 최근에는 3차원 영상인 전산화 단층 촬영 (Computed tomography, CT)를 이용함으로써 기존의 횡적 분석방법에서 2차원 영상인 두부 정모 방사선 사진(posteroanterior cephalometric radiograph, PA)를 이용할 때 생기는 상의 중첩이나 왜곡 등의 문제의 해결이 가능하며, 영상의 재구성을 통해 보다 많은 정보를 얻을 수 있게 되었으나 아직까지 횡적 분석에 있어서 접근성 높은 진단 자료로는 PA가 일반적이다. 이에 본 연구는 PA상의 횡적 계측치와 3차원 영상인 CT에서의 계측치와의 연관성을 확인하고, CT상에서만 계측이 가능한 치조골 폭경에 대한 예측 가능 여부를 알아보기 위해 연세 대학교 치과병원 교정과 환자 중에서 골격성 III급 부정교합으로 진단 받고, 악교정 수술 예정인 성인 남녀 40명 (남자 25명, 여자 15명; 평균 연령 22세 8개월)의 PA와 CT의 횡적 계측치를 측정, 비교 분석하였으며 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. CT와 PA상의 계측치간 비교시 하악의 intercanine width 항목을 제외하고는 모든 계측치에서 유의성 있는 차이가 있었다.

2. PA상의 maxillary width (J-J)는 PA및 CT상의 상악 횡적 계측치와 높은 연관성을 보였으나, PA상의 mandibular width(Ag-Ag)는 CT상의 하악의 치조골 폭경과 상관관계가 없었다.

3. CT상의 치조골 폭경을 반영할 수 있는 PA상의 계측치 존재 여부를 알아 본 결과 CT상의 상악 견치 부위의 alveolar bone width (U3a- U3a) 및 하악 제 1대구치의 alveolar bone width (L6a- L6a) 을 반영할 수 있는 통계적으로 유의한 PA상의 계측치는 존재하지 않았으며 CT상의 하악 견치 부위 alveolar bone width (L3a- L3a)는 PA상 하악의 intercanine width (L3-L3), CT상의 상악 제1대구치 부위 alveolar bone width (U6a- U6a)는 PA상의 maxillary width (J-J) 와 높은 상관관계를 보였다.

이상의 연구 결과를 통하여 PA상의 maxillary width (J-J)는 상악과 관련된 횡적 계측치와 높은 연관성이 있으며, PA상의 하악의 intercanine width (L3-L3) 는 하악 견치부의 치조골 폭경을, PA상의 maxillary width (J-J)는 상악 제 1대구치 부위의 치조골 폭경을 예측하는데 유용하여 횡적 분석의 진단자 료로 임상적 의미가 있음을 시사 하였다.

---

**핵심되는 말 :** 두부 정모 방사선 사진 (PA), 전산화 단층 촬영 (CT), 횡적분석, 상관관계

# 두부 정모 방사선 사진과 Computed tomography 에서의 횡적 계측치의 연관성

< 지도 교수: 이 기 준 >  
연세대학교 대학원 치의학과

김 나 연

## I. 서 론

두개 악안면 기형환자의 총체적인 치료를 위해서는 정확한 환자의 자료 채득과 평가 및 이에 기반을 둔 진단이 중요하다. 이를 위해서는 전후방적인 골격관계에 대한 평가 뿐 아니라, 상 하악골의 횡적 부조화의 진단을 위한 횡적 평가 또한 반드시 수반되어야 할 것이며<sup>1</sup>, Ricketts 등<sup>2</sup>은 교정치료의 성공과 안정성을 위해서는 치열궁 폭경, 치조골 폭경, skeletal base의 조화가 필요하며, 이는 치료의 안정성에도 큰 영향을 미친다고 하였다.<sup>3,4</sup>

특히 Franchi 등<sup>5</sup>의 연구에 의하면 골격성 III급 부정교합 환자의 경우는 정상 교합군에 비해 작은 상악골 폭경을 갖고 있는 경향이 있는 것으로 나타났으며, 정상군에 비해 후퇴된 상악골이나 전진된 하악골 혹은 이 두 가지 경향이 모두 있는 경우가 많으므로<sup>6</sup> 일반 부정교합 환자군에 비해 폭경에 관한 분석을 반드시 고려하여야 한다고 하였다.

그러나 전후방적 골격평가에는 많은 분석방법이 제시된 반면, 상 하악골의 횡적인 부조화의 진단을 위해 필요한 횡적 평가 방법은 충분하지 못하다. 기존의 연구방법 중 골격적 횡적 부조화를 진단하는 방법으로는 PA를 이용하는 방법이 가장 일반적이며, Ricketts 등<sup>2</sup>은 좌우측 AG점 (antegonial notch)

간의 거리에서 좌우측 J점 (intersections of the maxillary tuberosity and the zygomatic buttress) 간의 거리를 뺀 차인 maxillomandibular transverse differential index를 횡적 골격 부조화의 지표로 이용할 수 있음을 제시하였으며, Vanarsdall 등<sup>3,4</sup>은 성인 환자에서 maxillomandibular transverse differential index가 기존의 차이보다 5 이상의 차이가 나는 경우에는 안정적인 치료 결과를 얻기가 힘들다는 연구 결과를 발표하였다.

위와 같이 기존에 제안되었던 PA를 이용한 횡적 분석방법은 2차원 영상인 PA를 근간으로 하므로, 방법적으로 해부학적 구조물의 상이 서로 중첩되며, 촬영 각도에 따라 상이 왜곡될 수 있다는 문제점이 있다. 또한 기존의 영상으로 제안된 횡적 계측치 또한 상악과 하악의 골격적 계측점을 이용하여 얻어진 골격적 maxillomandibular width로 볼 수 있으며, 실제 교정 치료에서 중요한 고려사항인 치조골 폭경 계측에 대한 고려도 존재하지 않았다.

이에 비해 3차원 CT를 횡적 분석법에 이용할 수 있다면 2차원 PA영상에서 주로 문제가 되는 상의 중첩과 확대, 왜곡을 줄일 수 있을 것이며, 소프트웨어를 사용하여 촬영부위에 대한 3차원적인 입체영상을 얻어 모든 각도에서의 구조물에 대한 관찰 및 분석이 가능하고, 3차원 좌표 속에 계측점을 지정하고 계측점 간의 거리 및 각도의 실측치 측정이 가능할 것이다. 또한 기존의 연구에서 제시되었던 골격적 계측점의 계측뿐만 아니라, 이전의 방법에서는 치아 모형상에서만 계측이 시도되었던 치조골 폭경을 계측하는 것이 가능하게 되었다.

그러나 아직까지 횡적 분석에 있어서 치과 영역에서 가장 많이 사용되고, 접근성 높은 진단 자료로는 PA가 일반적인 것이 사실이다. 만약 PA상의 계측치와 횡적 분석을 이용하여, 3차원 영상인 CT에서의 계측치와의 연관성을 확인하고, CT상에서만 계측이 가능한 치조골 폭경에 대한 예측이 가능하다면 유용할 것이다.

이에 본 연구는 골격성 III급 부정교합 환자군에서 PA와 CT를 이용해 기존의 계측치에 치조골 폭경에 관한 항목을 추가하여 분석하고, PA와 CT를 이용한 횡적 분석의 차이점 및 연관성을 파악하기 위하여 연세 대학교 치과병원 교정과 환자 중에서 골격성 III급 부정교합으로 진단 받고, 악교정 수술 예정인 성인 남녀 40명 (남자 25명, 여자 15명; 평균 연령 22세 8개월)의 PA와 CT의 횡적 계측치를 측정, 비교 분석하였다.

## II. 연구 대상 및 방법

### 1. 연구대상

연세대학교 치과병원 교정과 환자 중에서 골격성 III급 부정교합으로 진단 받고, 악교정 수술 예정인 성인 남녀 40명 (남자 25명, 여자 15명; 평균 연령 22세 8개월, 표준편차;3.4세, 최소연령;18세, 최고연령;26세)을 선정하였다.

### 2. 연구 방법

#### 2.1 촬영 방법

##### 1) PA

연세대학교 치과대학병원 방사선과에서 CRANEX 3 Ceph. (Soradex, Helsinki, Finland)를 이용하여 F.F.D. 5ft, 73-77KVp, 6.10 m A, 노출시간 0.8-1.3초의 조건으로 통상의 방법으로 촬영하였다.

##### 2) CT

연세대학교 세브란스 병원 영상의학과에 설치된 Light Speed VCT XT (GE Medical System, Florida, USA)를 이용하여 high-resolution bone algorithm, 512×512 matrix, 120 KV, 200mA, 6mm/sec table speed 의 조건하에서, 1 mm 두께의 연속적인 횡단면 나선형 촬영을 시행하였다. 환자는 Frankfort horizontal (FH) line이 바닥과 수직을 이루며, 안모 중심선이 CT 촬영장치의 장축과 일치하도록 위치시켰으며, 두정부로부터 하악골 하연에 이르기까지 두개골이 완전히 포함되도록 하였다.

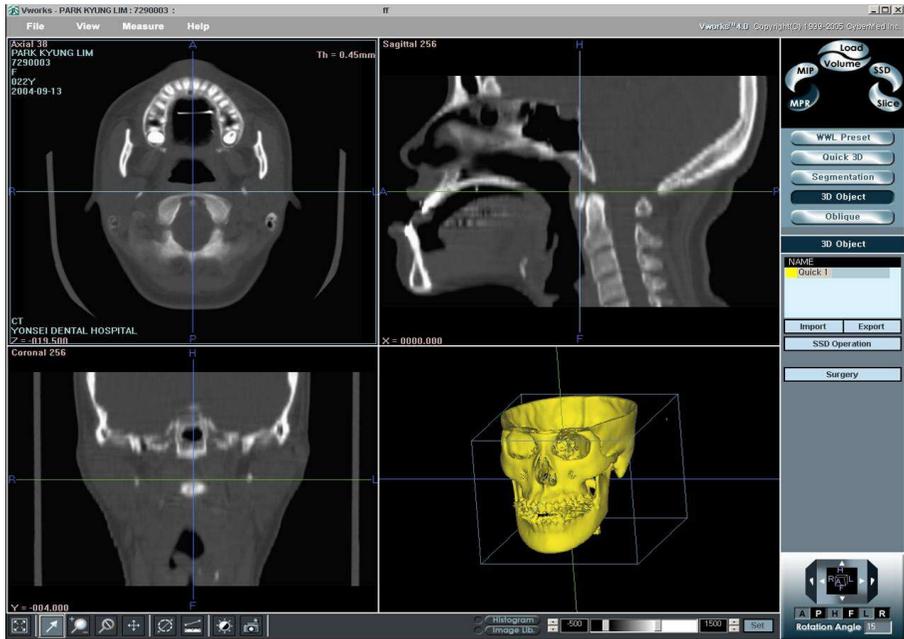
## 2.2 계측 방법

PA에서 계측점은 PACS(Picture Archiving Communication System) 상에서 PiViewSTAR 5.0 (Infiniti Co., Seoul, Korea) 프로그램으로 측정된 caliper 기능을 이용하여 직접 계측하였다.

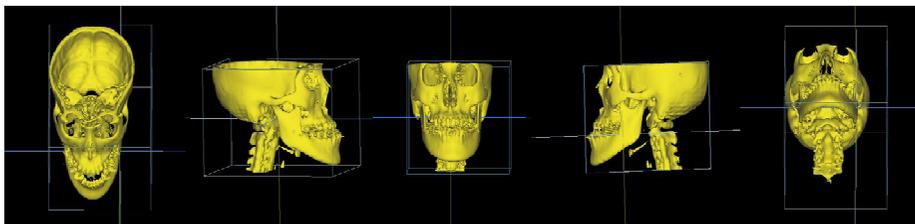
CT의 경우에는 1.0 mm 두께로 Digital Imaging & Communication in Medicine (DICOM) 파일로 영상을 획득하여 저장하였다. 3차원영상 재구성 및 분석은 3차원영상 소프트웨어 V works 4.0과 (Cybermed Inc., Seoul, Korea)를 사용하여 시행하였다. V works 4.0를 사용하여 횡단면상을 3차원 영상 재구성하여 입체영상을 만들었다(volume rendering) (Fig. 1). 임계치 (threshold value) 126에서 골 표면에 대한 SSD(shaded surface display)를 획득하고 MPR (multiplanar reformatting) mode에서 계측점의 위치를 횡단면상, 시상면상, 관상면상에서 3차원적으로 확인하면서 계측점 (landmark)을 지정하였다 (Fig. 2).

계측은 0.01mm까지의 거리 계측을 시행하였으며, 한명의 술자가 2회씩 2주의 간격으로 2회에 걸쳐 측정하였으며, 그 평균값을 구하여 각각의 계측값으로 설정하였다.

모든 계측치는 확대율을 고려하여 실제측치로 전환하였으며, 두부 정모 방사선 사진은 현재 설정된 필름, 관구, 환자의 거리를 고려한 1.1:1의 확대율을 적용하여 실제측치로 전환하였다.



**Fig. 1** 3D model made by Vworks. Multiple planar reformat mode shows axial, coronal, and sagittal views.



**Fig. 2** Shade surface display mode (SSD): SSD could rotate 3D model at any kind of angles.

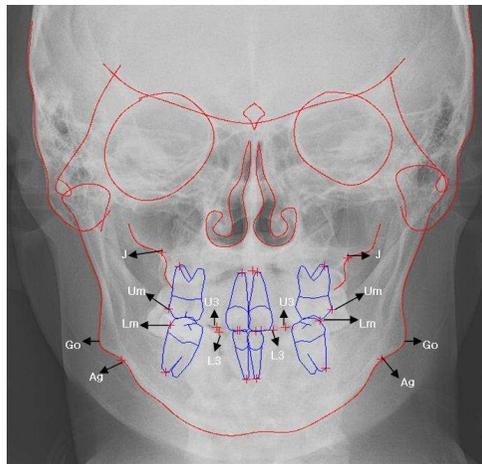
### 2.3 계측점 및 계측치

본 연구에서 사용된 계측점 및 계측 항목은 다음과 같으며, Ricketts 등<sup>2</sup> 및 Franchi 등<sup>1,5,7,8</sup>이 제안한 계측점 및 계측 항목을 참고로 하였다.

## PA 상의 계측점 및 계측치

### 2.3.1 PA상 계측점 (Fig. 3)

- ① J point(jugal point): 좌우측 상악 치조돌기의 외측연과 상악 관골궁 돌기의 교차점
- ② Um (the most lateral point of upper 1<sup>st</sup> molar ): 좌우측 상악 제 1대구치 협면의 최외측점
- ③ U3 (cusp tip of maxillary canine): 좌우측 상악 견치의 교두
- ④ L3 (cusp tip of mandibular canine): 좌우측 하악 견치의 교두
- ⑤ Lm (the most lateral point of lower 1<sup>st</sup> molar ): 좌우측 하악 제 1대구치 협면의 최외측점
- ⑥ Ag (antegonion): antegonial notch의 최상방점
- ⑦ Go(gonion): 하악각의 최하방점



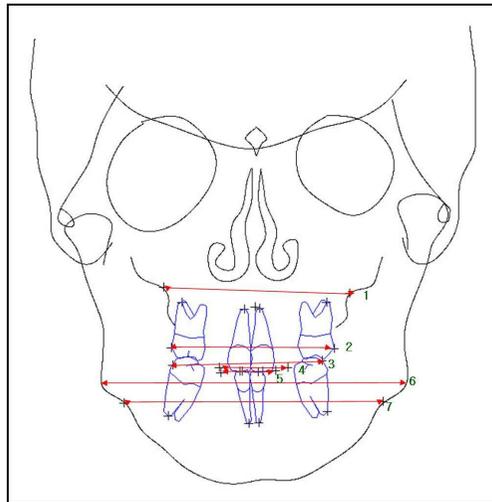
**Fig. 3 Landmarks used in PA**

### 2.3.2 PA상 계측치 (Fig. 4)

- ① Maxillary width (J-J): 좌우측 J-point간의 거리
- ② Intermolar width of Maxillary 1<sup>st</sup> molar(Um-Um): 좌우측 Um간의

거리

- ③ Intercanine width of Maxilla (U3-U3): 좌우측 U3간의 거리
- ④ Intercanine width of Mandible (L3-L3): 좌우측 L3간의 거리
- ⑤ Intermolar width of Mandibular 1<sup>st</sup> molar(Lm-Lm): 좌우측 Lm간의 거리
- ⑥ Mandibular width (Ag- Ag): 좌우측 Ag-point간의 거리
- ⑦ Bigonial width (Go- Go): 좌우측 Go 간의 거리



**Fig. 4 Linear measurements used in PA**

- ① Maxillary width (J-J)
- ② Intermolar width of Maxillary 1<sup>st</sup> molar(Um-Um)
- ③ Intermolar width of Mandibular 1<sup>st</sup> molar(Lm-Lm)
- ④ Intercanine width of Maxilla (U3-U3)
- ⑤ Intercanine width of Mandible (L3-L3)
- ⑥ Bigonial width (Go- Go)
- ⑦ Mandibular width (Ag- Ag)

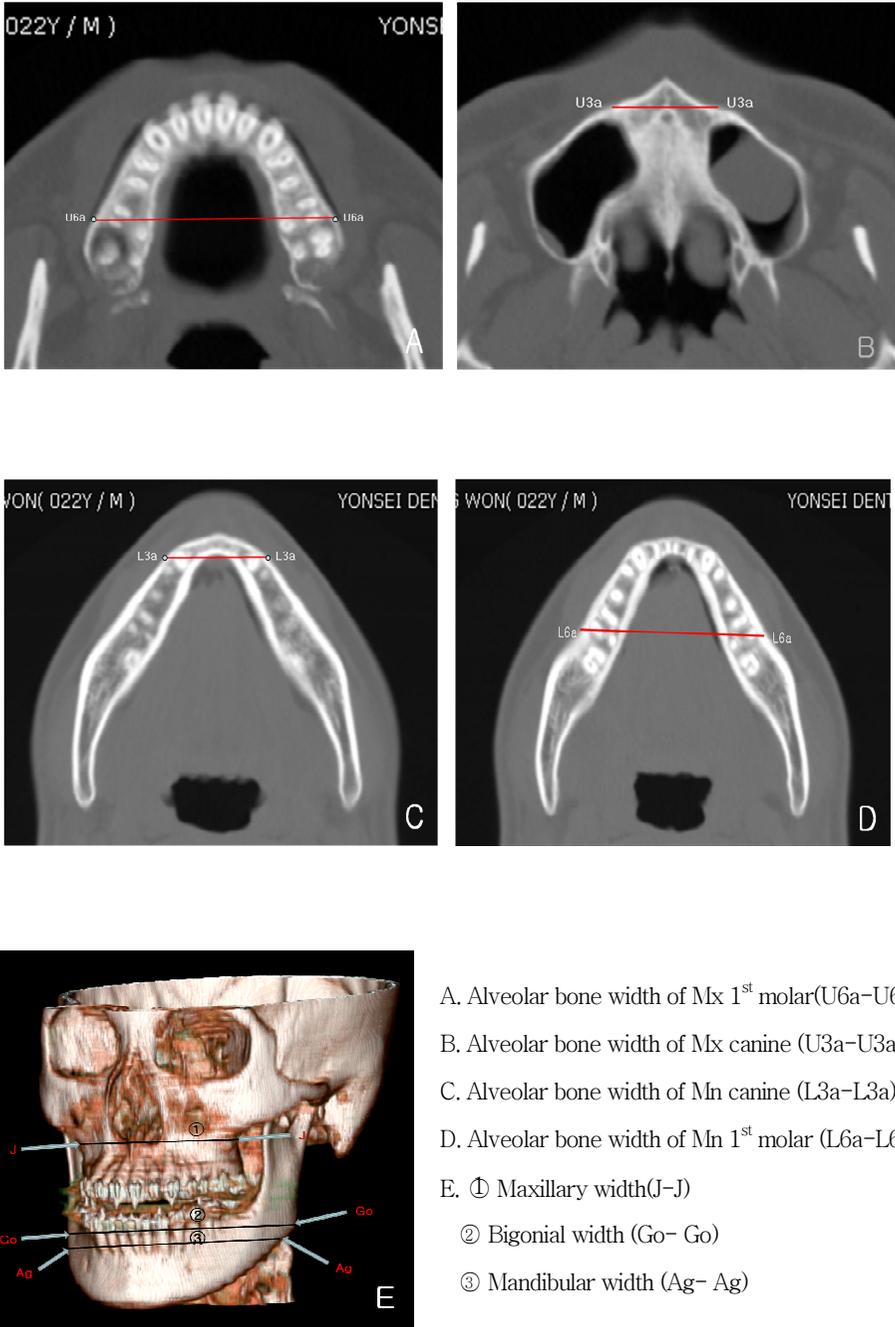
## CT 상의 계측점 및 계측치

### 2.3.3 CT상 계측점 (Fig. 5)

- ① J point (jugal point): 좌우측 상악 치조돌기의 외측연과 상악 관골궁돌기의 교차점
- ② U6a (alveolar bone point of maxillary 1<sup>st</sup> molar area): 상악 좌우 제 1대구치의 원심 치근 최하방 부위의 치조골 계측점.
- ③ U3a (alveolar bone point of maxillary canine area): 상악 좌우 견치 치근 최하방 부위의 치조골 계측점.
- ④ L3a (alveolar bone point of mandibular canine area): 하악 좌우 견치 치근 최하방 부위의 치조골 계측점.
- ⑤ L6a (alveolar bone point of mandibular 1<sup>st</sup> molar area): 하악 좌우 제 1대구치의 원심치근 최하방 부위의 치조골 계측점.
- ⑥ Ag (antegonion): antegonial notch의 최상방점
- ⑦ Go (gonion): 하악각의 최하방점

### 2.3.4 CT상 계측치 (Fig. 5)

- ① Maxillary width(J-J): 좌우측 J-point간의 거리
- ② Alveolar bone width of Mx 1<sup>st</sup> molar(U6a-U6a): 좌우측 U6a간의 거리
- ③ Alveolar bone width of Mx canine (U3a-U3a): 좌우측 U3a간의 거리
- ④ Alveolar bone width of Mn canine (L3a-L3a): 좌우측 L3a간의 거리
- ⑤ Alveolar bone width of Mn 1<sup>st</sup> molar (L6a-L6a): 좌우측 L6a간의 거리
- ⑥ Mandibular width (Ag- Ag): 좌우측 Ag-point간의 거리
- ⑦ Bigonial width (Go- Go): 좌우측 Go 간의 거리



**Fig. 5 Landmarks and linear measurements used in CT**

## 2.4 계측치 분석 및 통계처리

얻어진 자료를 SPSS 12.0 program을 이용하여 다음과 같은 통계처리를 하였다.

- 1) PA와 CT상의 계측점의 재현성을 판단하기 위해 2주 간격으로 한명의 술자가 각각의 계측점을 2회 계측하여 평균을 구하였으며 Pearson Correlation Coefficient를 구하고 유의 수준 0.05로 검정 분석하였다.
- 2) PA와 CT상의 공통적으로 계측하였던 계측치의 유사성을 확인하기 위해 각각의 방사선 확대율을 고려하여 수정한 실제측값으로 paired t-test로 검정하였다.
- 3) 기존의 PA상의 계측치와 관련이 있는 CT상의 계측치를 알아보기 위하여 Pearson Correlation Coefficient를 구하였다.
- 4) CT상의 상 하악의 제 1대구치 및 견치 부위의 alveolar bone width를 반영하는 PA상의 계측치 여부를 알아보기 위해 선형 회귀 분석 및 다중 회귀 분석을 시행하였다.

### Ⅲ. 연구결과

#### 1. 조사자내 오차 검정

CT와 PA상 모든 측정 항목에서 재현성이 높음을 확인할 수 있었다. ( $p < 0.05$ ) (Table 1, Table 2).

Table 1. Comparison of the reproducibility of landmarks in PA

	Pearson Correlation Coefficient	Significance
<b>Maxillary width (J-J)</b>	0.993	**
<b>Mandibular width (Ag-Ag)</b>	0.996	**
<b>Bigonial width (Go-Go)</b>	0.852	**
<b>Intermolar width of Mx (Um-Um)</b>	0.990	**
<b>Inter canine width of Mx (U3-U3)</b>	0.963	**
<b>Inter canine width of Mn (L3-L3)</b>	0.920	**
<b>Intermolar width of Mn (Lm-Lm)</b>	0.990	**

\* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$

Table 2. Comparison of the reproducibility of landmarks in CT

	Pearson Correlation Coefficient	Significance
<b>Maxillary width (J-J)</b>	0.966	**
<b>Mandibular width (Ag-Ag)</b>	0.985	**
<b>Bigonial width (Go-Go)</b>	0.980	**
<b>Alveolar bone width of Mx 1<sup>st</sup> molar (U6a-U6a)</b>	0.983	**
<b>Alveolar bone width of Mx canine (U3a-U3a)</b>	0.983	**
<b>Inter canine width of Mx (U3-U3)</b>	0.970	**
<b>Inter canine width of Mn (L3-L3)</b>	0.816	**
<b>Alveolar bone width of Mn canine (L3a-L3a)</b>	0.942	**
<b>Alveolar bone width of Mn 1<sup>st</sup> molar (L6a-L6a)</b>	0.959	**

\* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$

## 2. PA상 계측치와 CT상의 계측치의 유의차 검정

하악의 intercanine distance (L3-L3) 항목을 제외하고는 PA와 CT상의 공통 계측치간 유의성 있는 차이를 보였다 (Table 3).

PA와 CT상의 계측치는 높은 상관관계를 보였으며, 그 중 maxillary width (J-J) 계측치가 상관계수 0.857로 상관관계가 가장 높았고, mandibular width (Ag-Ag), 상악 intercanine width (U3-U3), 하악 intercanine width (L3-L3), bigonial width (Go-Go) 순의 상관관계를 보였다 (Table 4).

Table 3. Comparison of measurements between PA and CT

Distance (mm)	Mean (CT-PA)	SD	Significance
Maxillary width (J-J)	-6.099	2.178	0.000**
Mandibular width (Ag-Ag)	-11.513	3.010	0.000**
Bigonial width (Go-Go)	-13.362	7.796	0.000**
Intercanine width of Mx (U3-U3)	-1.650	1.710	0.000**
Intercanine width of Mn (L3-L3)	-0.143	1.368	0.510

\* :p < 0.05, \*\* :p < 0.01

Table 4. Pearson Correlation Coefficient between PA and CT

	Pearson Correlation Coefficient	Significance
Maxillary width (J-J)	0.857	**
Mandibular width (Ag-Ag)	0.843	**
Bigonial width (Go-Go)	0.610	**
Intercanine width of Mx (U3-U3)	0.693	**
Intercanine width of Mn (L3-L3)	0.609	**

\* :p < 0.05, \*\* :p < 0.01

### 3. 기존에 제안된 횡적 계측치와 PA와 CT상의 계측 항목간의 상관성

1) PA상의 maxillary width(J-J)는 CT상의 상악 제 1대구치 부위의 alveolar bone width (U6a- U6a) 와 0.698, 상악 견치 부위의 alveolar bone width (U3a- U3a)와 0.391, PA상의 상악 제 1대구치 부위의 intermolar width (Um-Um)과 0.603, 상악의 intercanine width (U3-U3)는 0.335의 Pearson 상관계수를 갖는 것을 확인할 수 있었다.(Table 5).

2) PA상의 mandibular width (Ag-Ag)는 CT상의 bigonial width (Go-Go)과 0.732, PA상의 bigonial width (Go-Go), PA 상의 하악 제 1대구치 부위의 intermolar width (Lm-Lm), 하악의 intercanine width (L3-L3)과 0.374,0.341,0.331의 Pearson 상관계수를 갖는다 (Table 6).

3) PA상의 하악의 intercanine width (L3-L3)는 CT상의 하악 견치부의 alveolar bone width (L3a- L3a)과 0.459의 Pearson 상관계수를 갖는다 (Table 6).

4) PA상의 하악 제 1대구치 부위의 intermolar width (Lm-Lm)는 CT상의 bigonial width (Go-Go)과 0.407, 하악 견치부 alveolar bone width (L3a- L3a)과 0.337 의 Pearson 상관계수를 갖으며, PA상의 하악 견치부 intercanine width (L3-L3), mandibular width (Ag-Ag)와 각각 0.371,0.341의 Pearson 상관계수를 갖는다 (Table 6).

**Table 5. Pearson Correlation Coefficient in maxillary measurements of PA and CT**

PA	PA			CT	
	Maxillary width (J-J)	Intermoalr width (U6-U6)	Inter canine width (U3-U3)	Alveolar bone width of 1 <sup>st</sup> molar (Um-Um)	Alveolar bone width of canine (U3a-U3a)
Maxillary width (J-J)	1	0.603**	0.355*	0.698**	0.391*
Intermoalr width (Um-Um)	0.603**	1	0.363*	0.461**	0.141
Inter canine width (U3-U3)	0.335**	0.363**	1	0.125	0.002

\* :p <0.05 , \*\* :p <0.01

**Table 6. Pearson Correlation Coefficient in mandibular measurements of PA and CT**

PA	PA				CT		
	Mandibular width (Ag-Ag)	Intermoalr width (Lm-Lm)	Inter canine width of (L3-L3)	Bigonial width (Go-Go)	Alveolar bone width of 1 <sup>st</sup> molar (Lm-Lm)	Alveolar bone width of canine (L3a-L3a)	Bigonial width (Go-Go)
Mandibular width (Ag-Ag)	1	0.341*	0.331*	0.374*	0.222	0.309	0.723**
Intermoalr width (Lm-Lm)	0.341*	1	0.371*	0.281	0.072	0.337*	0.407**
Inter canine width (Lm-Lm)	0.331*	0.371*	1	0.215	-0.075	0.459**	0.254
Bigonial width (Go-Go)	0.374*	0.281	0.215	1	0.020	0.076	0.610**

\* :p <0.05 , \*\* :p <0.01

#### 4. CT상의 상 하악의 제1대구치 및 견치 부위의 치조골 폭경과 PA상 횡적 계측치의 상관성

CT상의 상악 견치 부위의 alveolar bone width (U3a- U3a) 및 하악 제 1대구치의 alveolar bone width (L6a- L6a) 을 반영할 수 있는 통계적으로 유의한 PA상의 계측치는 존재하지 않았으며, CT상의 상악 제 1대구치 부위의 alveolar bone width (U6a- U6a) 및 CT상의 하악 견치 부위 alveolar bone width (L3a- L3a) 에 관한 회귀 방정식을 다음과 같이 구할 수 있었다.

상악 제 1대구치 부위 alveolar bone width =  $7.543 + 0.481 \times \text{PA maxillary width} + 0.053 \times \text{PA intermolar width of Mx}$  ( $R^2=0.490$ )

하악 견치 부위 alveolar bone width =  $2.806 + 0.126 \times \text{PA intermolar width of Mn} + 0.592 \times \text{PA intercanine width of Mn}$  ( $R^2=0.243$ ) (Table 7,8)

**Table 7. Multiple linear regression analysis for describing factors to alveolar bone width of Maxillary 1<sup>st</sup> molar in CT**

	Unstandardized Coefficients		Significance
	B	Standard Error	
<b>Constant</b>	<b>7.543</b>	<b>6.597</b>	<b>0.260</b>
<b>PA Maxillary width (J-J)</b>	<b>0.481</b>	<b>0.107</b>	<b>0.000*</b>
<b>PA Intermolar width of Mx (Um-Um)</b>	<b>0.053</b>	<b>0.124</b>	<b>0.672</b>

\* :p <0.05

**Table 8. Multiple linear regression analysis for describing factors to alveolar bone width of Mandibular canine in CT**

	Unstandardized Coefficients		Significance
	B	Standard Error	
<b>Constant</b>	<b>2.806</b>	<b>7.070</b>	<b>0.694</b>
<b>PA</b>	<b>0.126</b>	<b>0.101</b>	<b>0.219</b>
<b>Intermoalr width of Mn (Lm-Lm)</b>			
<b>PA</b>	<b>0.592</b>	<b>0.235</b>	<b>0.016*</b>
<b>Inter canine width of Mn (Lm-Lm)</b>			

\* :p <0.05

## IV. 고찰

Vanarsdall은 상 하악 간의 횡적 부조화의 원인을 선천성, 발육성, 외상성, 의원성 요인으로 구분하였으며,<sup>4,9</sup> Gottlieb 등<sup>10</sup>, Profitt 등<sup>11</sup>은 상악골 부전은 과도한 수직성장과 정상적 혹은 과도한 전후방 성장을 동반하기 때문에 안정된 기능교합을 형성하기 위해서는 상 하악의 횡적 부조화와 내재된 골격관계를 평가하는 것은 매우 중요하다고 하였다. 그러나 횡적 분석을 위한 이전의 연구 방법은 전후방적 분석에 비해 종류가 적으며 2차원적인 PA만을 이용하였다는 단점을 갖고 있었다. 이에 본 연구는 PA와 CT를 이용하여 기존의 횡적 분석에 치조골 폭경을 추가로 분석하며, PA와 CT를 이용한 횡적 분석의 차이점 및 연관성을 파악해 보았다.

### 1. PA상 계측치와 CT상의 계측치의 유의차 검증

확대율을 고려하여 수정한 실제측치를 비교하였을 때 PA와 CT상의 계측치는 하악의 intercanine width (L3-L3)을 제외하고는 다른 것으로 나타났다. PA의 계측치가 CT의 계측치보다 전반적으로 큰 수치를 보임을 알 수 있었다. 이는 실제 확대율을 고려하더라도 PA가 실제적인 3차원 두개 구조물의 실질적인 거리를 정확히 반영하는데 어려움이 있음을 보여주었다. 또한 PA와 CT 계측치상의 차이는 상.하악의 intercanine width 에서는 매우 적으나 maxillary width (J-J), mandibular width (Ag-Ag), bigonial width (Go-Go)으로 갈수록 CT와 PA상의 계측치의 차이가 커지는 경향이 있었는데 이는 PA상에서 중심에서 말단으로 갈수록 2차원 평면상의 왜곡이 심해지기 때문일 것으로 생각된다.

그러나 PA와 CT상의 계측치 간의 상관 관계를 평가해 본 결과 maxillary width (J-J)와 mandibular width (Ag-Ag)가 각각 0.857, 0.843 으로 높은 상관 관계를 보이는 것으로 나타났다.

## 2. 기존에 제안된 횡적 측정치와 PA와 CT상의 측정 항목간의 상관성

PA상의 maxillary width (J-J)는 PA상의 상악 intercanine width (U3-U3) 및 상악 intermolar width (Um-Um) 과 상관관계가 있을 뿐 아니라, CT상의 상악 제 1대구치 alveolar bone width (U6a-U6a) 상악 견치부 alveolar bone width (U3a-U3a)와 높은 상관 관계를 갖는 것을 알 수 있었다.

PA상의 mandibular width(Ag-Ag)는 PA상의 bigonial width (Go-Go), 및 PA상의 하악 intercanine width(L3-L3), intermolar width(Lm-Lm) 와는 상관관계가 있었으나, CT상의 측정치에서는 bigonial width (Go-Go)를 제외한 모든 측정치에서 상관관계를 찾을 수 없었다. 이로서 실제로 PA상의 mandibular width (Ag-Ag)는 실제 CT상의 alveolar bone 부위 폭경을 반영한다고 보기는 힘든 것으로 생각되어진다.

PA상의 하악의 intercanine width(L3-L3)는 CT상의 하악 견치부 alveolar bone width (L3a-L3a)와 상관 관계가 있음이 나타났다.

## 3. CT상의 상 하악의 제1대구치 및 견치 부위의 치조골 폭경과 PA상 횡적 측정치의 상관성

CT상에서 측정되어진 상악 견치부 alveolar bone width (U3a-U3a) 및 하악 제 1대구치 부위 alveolar bone width (L6a-L6a) 을 반영할 수 있는 통계적으로 유의한 PA상의 측정치는 존재하지 않았으며, CT상의 상악 제 1대구치 부위 alveolar bone width (U6a-U6a) 및 CT상의 하악 견치부 alveolar bone width (L3a-L3a)에 관한 회귀 방정식을 다음과 같다.

상악 제 1대구치 부위 alveolar bone width =  $7.543 + 0.481 \times \text{PA maxillary width} + 0.053 \times \text{PA intermolar width of Mx}$  ( $R^2=0.490$ )  
하악 견치부 alveolar bone width =  $2.806 + 0.126 \times \text{PA intermolar width of Mn} + 0.592 \times \text{PA intercanine width of Mn}$  ( $R^2=0.243$ ).

회귀 방정식에 대한 설명력은 각각 49%, 24.3%로, 상악 제 1대구치 부위 alveolar bone width (U6a-U6a) 회귀 모형만이 의미가 있을 것으로

생각된다. 또한 회귀 분석 결과 유의성 있는 항목으로 ( $p < 0.05$ ) CT 상의 상악 제 1대구치 부위 alveolar bone width (U6a-U6a), 하악 견치부 alveolar bone width (L3a-L3a) 을 반영할 수 있는 지표로는 각각 PA상의 maxillary width (J-J), 하악의 intercanine width (L3-L3)가 존재하는 것으로 나타났다(Table 7,8). 상악 견치의 경우 일반적으로 부정 교합 환자군에서 치아의 장축이 정상이 아닌 경우가 많기 때문에 기존의 측정점이었던 상악견치의 교두를 이용한 측정치들이 치조골의 폭경을 예측하는데 어려움이 있는 반면, 하악 견치의 경우 상악에 비해 치아 장축의 다양성이 적기 때문에 이러한 결과가 나온 것으로 사료되었다.

환자 진단을 위해 CT영상을 이용할 경우, 이상에서 서술하였던 장점 외에도 CT영상은 3차원영상 재구성 소프트웨어를 이용하여 다면재구성, shaded surface display (SSD), volume rendering, maximum intensity projection 등의 다양한 기능으로 술자가 특정 목적을 원하는 algorithm을 이용하여 형상을 조절할 수 있어서 3차원 영상의 재현, 다면 재형성이 가능하고, 복잡한 분석과 구성을 쉽게 할 수 있어서 정보의 습득이 더욱 용이하다.

그러나 CT를 부정교합 환자의 진단에 활용하기 위해서는 CT 사용시에 발생할 수 있는 단점을 숙지해야 한다. CT를 이용한 측정을 할 경우에는 이전의 2차원 영상을 이용해 정의되었던 측정점을 그대로 적용하는 것이 어려울 수 있다. 본 연구에서도 CT에서 PA보다 J-point의 재현성이 떨어지는 편이었는데 이것은 실제로 3차원 CT상에서 이전의 J-point의 정의인 “좌우측 상악 치조돌기의 외측연과 상악 관골궁 돌기의 교차하는 곳”을 명확한 하나의 점으로 인지하는 것이 기존의 PA상에서보다 어렵기 때문이다. CT를 이용한 활발한 연구의 진행을 위해서는 보다 재현 가능한 새로운 측정점의 정의가 필요할 것으로 사료된다. 또한 이전의 2차원 진단을 이용할 경우에는 정의된 적이 없었던 치조골 측정점을 정의하는 과정에서 치근단 부위의 치조골 측정점을 지정할 때, 투영 기준 평면의 설정 또한 측정치의 오차에 영향을 주는 변수가 될 수 있을 것이라 생각 되었으며 이에 대해서는 보다 많은 연구가 필요할 것으로 생각 되어진다. CT 촬영시 환자의 움직임에 의한 오류가 있을 수 있다. 이러한 상태에서 재구성된 3차원 영상에서 얻어지는 측정치는 신뢰할 수 없다. 3D 영상 재구성 전에 환자의

움직임에 의한 영상의 오류가 있는지를 반드시 확인해야 한다. 또한 CT는 금속물에 의한 artifact가 발생하는 단점이 있다. 특히 악안면 부위 촬영 시에는 구강 내 보철물에 의한 artifact에 의해 상이 영향을 받는다. CT의 또 다른 단점은 불균등용적평균 효과이다. CT영상의 기본이 되는 화소(pixel)의 밀도는 그 화소내의 여러 물질의 밀도를 평균한 것이므로 화소의 일부를 밀도가 아주 높은 물질이 차지하고 있으면 비록 화소 내의 다른 물질의 밀도는 낮더라도 그 화소의 밀도는 밀도가 높은 물질에 의해 결정된다. 이러한 오류는 화소의 크기를 줄임으로써 극복할 수 있다.<sup>12</sup>

치과용 콘빔 CT를 사용하는 경우는 최소 체적소의 등방성 영상을 얻을 수 있으므로 나선형CT에서의 단점을 극복할 수 있을 것이다. 또한 CT는 방사선조사량이 일반방사선 사진촬영에 비해 방사선 노출량이 높다. 최근 치과용으로 개발된 콘빔 CT는 방사선 노출량이 나선형 CT에 비해 낮으며 비용도 더 절감되기 때문에 향후 교정환자의 3차원 영상분석을 위해서는 치과용 콘빔 CT를 사용하는 것이 바람직할 것이다<sup>13</sup>.

## V. 결 론

본 연구는 2차원 PA와 3차원의 CT를 이용해 기존의 계측치에 치조골에 관한 항목을 추가하여 분석하고, PA와 CT의 횡적 분석의 차이점 및 연관성을 파악하기 위하여 시행되었다. 연세 대학교 치과병원 교정과 환자 중에서 골격성 III급 부정교합으로 진단 받고, 악교정 수술 예정인 성인 남녀 40명을 연구대상으로 하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. CT와 PA상의 계측치간 비교시 하악의 intercanine width 항목을 제외 하고는 모든 계측치에서 유의성 있는 차이가 있었다.

2. PA상의 maxillary width (J-J)는 상악의 PA와 CT상의 횡적 계측치와 높은 상관 관계를 갖는 것을 알 수 있었으나, PA상의 mandibular width(Ag-Ag)는 실제 CT상의 하악의 치조골 폭경과 상관관계가 없었다.

3. CT상의 치조골 폭경을 반영할 수 있는 PA상의 계측치 존재 여부를 알아 본 결과, CT상의 상악 견치 부위의 alveolar bone width (U3a- U3a) 및 하악 제 1대구치의 alveolar bone width (L6a- L6a) 을 반영할 수 있는 통계적으로 유의한 PA상의 계측치는 존재하지 않았으며 CT상의 하악 견치 부위 alveolar bone width (L3a- L3a)와는 PA상 하악의 intercanine width (L3-L3), CT상의 상악 제1대구치 부위 alveolar bone width (U6a- U6a)와는 PA상의 maxillary width (J-J) 가 높은 상관관계를 보였다.

## 참고 문헌

1. 백형선, 유형석, 이기주. 한국인 정상 교합자의 정모 두부 방사선 사진을 이용한 안모비율에 관한 연구 대치 교정지 1997;27:643-659
2. Ricketts RM. Perspectives in the clinical application of cephalometrics. The first fifty years. Angle Orthod 1981;51:115-150.
3. Vanarsdall RL, Jr. Transverse dimension and long-term stability. Semin Orthod 1999;5:171-180.
4. Betts NJ, Vanarsdall RL, Barber HD, Higgins-Barber K, Fonseca RJ. Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg 1995;10:75-96.
5. Franchi L, Baccetti T. Transverse maxillary deficiency in Class II and Class III malocclusions: a cephalometric and morphometric study on postero-anterior films. Orthod Craniofac Res 2005;8:21-28.
6. Haas AJ. Palatal expansion: just the beginning of dentofacial orthopedics. Am J Orthod 1970;57:219-255.
7. Uysal T, Sari Z. Posteroanterior cephalometric norms in Turkish adults. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2005;127:324-332.
8. Newman KJ, Meredith HV. Individual growth in skeletal bigonial diameter during the childhood period from 5 to 11 years of age. Am J Orthod:157-187.
9. Vanarsdall RL, White RP, Jr. Three-dimensional analysis for skeletal problems. Int J

Adult Orthodon Orthognath Surg 1994;9:159.

10. Gottlieb EL, Nelson AH, Vogels DS, 3rd. 1990 JCO study of orthodontic diagnosis and treatment procedures. 1. Results and trends. J Clin Orthod 1991;25:145-156.

11. Profitt WR. The search for truth : Diagnosis. In: Profitt, W.R., White, R.P. Jr (eds) Surgical orthodontic Treatment (Mosby Year Book: St Louis ).

12. Radiology. Oral and Maxillofacial Radiology:Narae Publishing Inc 2002;3rd edition. Seoul:494-504.

13. Mah JK, Danforth RA, Bumann A, Hatcher D. Radiation absorbed in maxillofacial imaging with a new dental computed tomography device. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2003;96:508-513.

## Abstract

# Transverse measurements and their correlations in the Posteroanterior cephalometry and 3-dimensional Computed Tomography

**Na-Yeon Kim**

Department of Dentistry

The Graduate School, Yonsei University

(Directed by Assistant professor **Kee-Joon Lee**, D.D.S.,M.S.D.,Ph.D.)

To establish precise treatment plan, transverse analysis is very important. In these days, reducing distortions of images and magnification errors could be possible by using 3-dimensional CT images. And using 3-dimensional reconstruction programs could acquire more informations. But clinically, PA is more usual and simpler material for transverse analysis than CT.

The purpose of this study was adding the measurements about the width of alveolar bone to pre-existed transverse analysis and finding the difference and relationship in transverse measurements between 2-dimensional Posteroanterior cephalography and 3-dimensional Computed tomography (CT).

The subjectives were 40 adult patients (male:25, female:15, mean age:22Y 8M) who were given a diagnosis of skeletal CI III malocclusion in Yonsi University Hospital and scheduled for orthognathic surgery. The results were as follows.

1. All measurements except intercanine width of Mn (L3-L3) are different between PA and CT.

2. Maxillary width (J-J) in PA had correlation with all kinds of transverse measurements in PA and CT.

But, mandibular width (Ag-Ag) in PA did not correlate with any kinds of transverse measurements in CT about alveolar bone width.

3. There were no measurements that could predict alveolar bone width of maxillary canine (U3a-U3a) and mandibular 1<sup>st</sup> molar (L6a-L6a) area.

Alveolar bone width of Mn canine (L3a-L3a) in CT correlate with intercanine width of mandible (L3-L3) in PA.

Alveolar bone width of Mx 1<sup>st</sup> molar (U6a-U6a) in CT correlate with maxillary width (J-J) in PA.

The result of this study showed maxillary width (J-J) of PA had high correlation with all kinds of transverse measurements of maxilla, whereas mandibular width (Ag-Ag) in PA did not have correlations with transverse width of mandible. And intercanine width of Mandible (L3-L3) in PA could predict the alveolar bone width of mandibular canine area, intermolar width of maxillary 1<sup>st</sup> molar (Um-Um) in PA could predict the alveolar bone width of maxillary 1<sup>st</sup> molar.

---

**Key words:** Transverse analysis, Posteroanterior cephalometry, Computed tomography (CT), Correlationship