

# Cone-Beam Computed Tomogram (CBCT)과 Adjusted 2D lateral cephalogram의 계측점 차이에 관한 비교 연구

손수정 · 전윤식 · 김민지\*

이화여자대학교 임상치의학대학원

## Comparison of landmark positions between Cone-Beam Computed Tomogram (CBCT) and Adjusted 2D lateral cephalogram

Soo-Jung Son, Youn-Sic Chun, Minji Kim\*

Graduate School of Clinical Dentistry, Ewha Womans University, Seoul, Republic of Korea

**Purpose:** This study aims to investigate if 2D analysis method is applicable to analysis of CBCT by comparing measuring points of CBCT with those of Adjusted 2D Lateral Cephalogram (Adj-Ceph) with magnification adjusted to 100% and finding out at which landmarks the difference in position appear. **Materials and methods:** CBCT data and Adj-Ceph (100% magnification) data from 50 adult patients have been extracted as research objects, and the horizontal (Y axis) and vertical (Z axis) coordinates of landmarks were compared. Landmarks have been categorized into 4 groups by the position and whether they are bilaterally overlapped. Paired t-test was used to compare differences between Adj-Ceph and CBCT. **Results:** Significant difference was found at 11 landmarks including Group B (S, Ar, Ba, PNS), Group C (Po, Or, Hinge axis, Go) and Group D (U1RP, U6CP, L6CP) in the horizontal (Y) axis while all the landmarks in vertical (Z) axis showed significant difference ( $P < .05$ ). As a result of landmark difference analysis, a meaningful difference with more than 1 mm at 13 landmarks were indentified in the horizontal axis. In the vertical axis, significant difference over 1 mm was detected from every landmark except Sella. **Conclusion:** Using the conventional lateral cephalometric measurements on CBCT is insufficient. A new 3D analysis or a modified 2D analysis adjusted on 19 landmarks of the vertical axis and 13 of the horizontal axis are needed when implementing CBCT diagnosis. (*J Korean Acad Prosthodont 2014;52:222-32*)

**Key words:** CBCT; Adjusted lateral cephalogram; Landmark differences

### 서론

악안면 영역의 진단을 위해 측모 두부 방사선 규격사진 (Conventional lateral cephalogram; 이하 Con-Ceph)의 분석을 위하여 수많은 연구가 이루어져 왔다.<sup>1-16</sup> 그러나 Con-Ceph에서 계측점을 계측할 때에 두 가지 큰 오류가 보고되고 있다. 첫째는 3차원을 2차원 평면에 투영하는 과정에서 나타나는 상의 왜곡과 중첩, 작은 관구에서 평행하지 않게 방사선이 조사됨으로 인해 나타나는 상의 확대 등의 투사 오류,<sup>17</sup> 둘째는 계측 오류이다. Midgård 등<sup>18</sup>은 대부분의 오류는 계측점을 계측할 때 생긴다

고 주장했다. 또한 촬영 시 환자의 자세에 의해 오류가 커지게 되며,<sup>19</sup> 연조직에 의한 상의 왜곡에 의해서도 오류가 생길 수 있다. 이러한 오류를 극복하기 위하여 Con-Ceph을 이용한 3D 계측에 관한 많은 연구들이 있어 왔다. 몇몇 선구자들은 3D 계측을 위해 여러장의 Con-Ceph을 이용하기도 했다. Broadbent<sup>1</sup>는 cephalostat를 이용하여 최초로 3D 계측을 시도하였고, Grayson 등<sup>20</sup>은 비대칭의 진단을 위한 3D 다평면 분석을 계획했으나 여러 개의 관상(coronal), 횡(transverse) 평면들을 연구한 것에 불과했다. Baumrind 등<sup>21</sup>은 3D에서 계측점을 정확히 찾기 위한 기계적인 방법을 연구했다. Kusnoto 등<sup>22</sup>은 이평면 방사선 규격사진들

\*Corresponding Author: Minji Kim

Mokdong Hospital, Ewha Womans University

911-1, Mok-dong, Yangcheon-gu, Seoul, 158-710, Republic of Korea

+82 2 2650 5112: e-mail, minjikim@ewha.ac.kr

Article history: Received 20 June, 2014 / Last Revision 11 July, 2014 / Accepted 14 July, 2014

© 2014 The Korean Academy of Prosthodontics

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

(Biplanar cephalometric radiographs)을 이용한 계측에 대해 연구한 결과 이평면 투사가 선 계측치와 각도 계측치 모두에서 직접 계측 또는 CT 계측치와 비교했을 때 매우 신뢰도가 높다고 보고했다.

최근에 CBCT (Cone-Beam Computed Tomography)<sup>23</sup>가 정확한 진단을 위해 새롭게 주목을 받고 있다. 두경부 방사선 조사량은 기존 CT (computed tomograph)가 파노라마(panoramic film)의 375 배인데 반해 CBCT는 파노라마의 4-6배로(CT의 약1/75)현저히 낮고, CT의 단면 두께(slice thickness)가 1-10 mm인데 반해 CBCT의 단면 두께(slice thickness)는 0.15 mm로 Medical CT보다 보다 정밀한 상을 얻을 수 있는 등<sup>23</sup>의 일반적인 CT와는 차별화된 선진 기술의 장비이다.

이러한 CBCT를 이용하여 촬영한 영상의 정확도를 알아본 많은 연구 결과 Cavalcanti와 Vannier<sup>24</sup>는 20개 항목 중 19개에서 1 mm 이하의 오차를, Matteson 등<sup>25</sup>은 실계측과 CBCT간 0.19 mm 오차를, Christiansen 등<sup>26</sup>은 0.4-0.9 mm의 오차를, Hildebolt 등<sup>27</sup>은 1 mm의 실측 오차보다도 작았다고 보고했고, Lascala<sup>28</sup>는 CBCT의 계측치는 사람 두개골(Human dry skull)을 실제로 계측한 것 보다 작았으나 유의한 차이는 없었다고 보고했다. 이러한 결과를 통해 CBCT를 통한 상의 획득과 처리의 정확도가 높다고 할 수 있다.

Con-Ceph을 이용한 촬영법의 부정확함이 보고되고 있음에도 불구하고<sup>29</sup> 아직은 CBCT 진단에서도 Con-Ceph의 2D 분석법을 그대로 사용하고 있다. 최근의 연구들 중에서도 CBCT와 Con-Ceph간에 차이와 관련된 연구들이 다수 있다. Grauer 등<sup>30</sup>은 46명의 환자에서 28개 계측점 좌표를 비교하였을 때 대부분의 계측점에서 유의한 차이가 없다고 보고했다. Park 등<sup>31</sup>은 20명의 환자를 대상으로 CBCT와 Con-Ceph을 촬영한 후 CBCT 자료에서 계측점을 선정하고, 정중 시상면을 기준으로 투사 영상을 얻은 후에 이것을 110%로 확대한 후, 좌표계를 설정하여 얻은 좌표값을 비교한 결과 20개의 계측점 중 X축은 9개에서, Y축은 7개에서 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다고 보고했다. Kumar 등<sup>32,33</sup>은 31명의 환자로부터 CBCT, 7.5% 확대율을 적용한 CBCT, 7.5% 확대된 con-ceph, 3종류의 cephalogram을 채득하여 12개의 선 계측치, 5개의 각도 계측치를 비교한 결과, FH to Mn plane을 제외한 나머지 값들에서 유의한 차이가 없다고 보고하였다. 그러나 이러한 Con-Ceph과 CBCT의 비교 연구들은 CBCT를 2D에 투사하여 얻은 영상을 계측했다는 한계가 있다.

현재 CBCT에 관한 연구가 계속되고 있고 CBCT를 3D로 직접 계측점을 계측할 수 있는 프로그램이 개발 되는 단계에까지 이르렀다. 그 결과 Terajima 등,<sup>34,35</sup> Suri 등,<sup>36</sup> Kau와 Richmond 등<sup>37</sup>은 두경부를 위한 3D 분석법을 만들었다. Garrett 등,<sup>38</sup> Phatouros and Goone-wardene,<sup>39</sup> 그리고 Ballanti 등<sup>40</sup>은 3D 영상을 이용하여 교정 치료의 결과를 평가 하였다. Cho<sup>40</sup>는 X, Y, Z축에서의 계측점 위치를 이용한 좀더 정확하고 분석하기 쉬운 3D 분석법을 소개했다.

본 연구에서는 CBCT를 3차원 영상에서 직접 계측점을 찾는

방법인 3D 계측을 하였을 때 어떤 계측점이 Adjusted 2D Lateral Cephalogram, 즉 100%로 Con-Ceph의 확대율을 보정한 Cephalogram (Adj-Ceph)에서 얻은 2D 계측점과 유의한 차이가 있는지 좌표값을 비교하여 그 차이를 알아보았다. 또한 계측 오류와 환자의 자세에 의한 오류, 연조직에 의한 상의 왜곡에 의한 오류를 배제하고 투사오류만을 측정하기 위하여 복제 두개골 모형 1개를 Adj-Ceph과 CBCT를 촬영하여 계측하였다. 이를 통해 CBCT 분석을 위한 3D 분석법 혹은 수정된 2D 분석법의 필요성을 알아보고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

이화여자대학교 의과대학 부속 목동병원 치과에 2009년 1월부터 2012년 7월까지 내원한 654명을 대상으로 하였다. 이 중 만 18세 이상의 성인, 악안면의 선천적 기형이 있거나 교정치료 혹은 악안면부 수술 병력이 없는 환자를 선정하였고, 구치부의 결손이 있는 환자, 결손치로 인한 다수의 보철 수복 치료로 인해 계측점의 정확한 계측이 어려운 환자 등은 연구 대상에서 제외 하였다. 그 결과 남자 28, 여자 22명, 총 50명을 선정하였다. 이들의 CBCT data 50개와 동일 환자의 Con-Ceph에서 추출하여 100% 확대율로 보정한 자료(Adj-Ceph) 50개의 좌표값을 계측하여 비교 연구하였다. 또한 동일한 방법으로 복제 두개골 모형(duplicated skull model) 1개의 CBCT와 Con-Ceph을 촬영하여 각각의 좌표값을 계측하여 연구대상과 비교하여 보았다.

본 연구는 이화여자대학교 의과대학 부속 목동병원 임상시험심사위원회의 승인을 받아 진행되었다(ECT 11-24-01).

#### 1) 복제 모형

연구대상과 같은 조건으로 촬영하여 계측하되, 계측 전에 납 호선을 두른 후, 계측점들의 위치에 납 호선을 1 mm 길이로 잘라 고정시키고, 촬영 후 계측시 미리 고정된 계측점을 계측하여 계측 오류와 환자의 자세에 의한 오류를 최대한 배제하고 투사 오류만을 측정하고자 하였다. Ar, U1RP, U6CP, L1RP, L6CP는 계측점의 부착이 용이하지 않아 계측 항목에서 제외하였다. 또한, 측두부와 하악골의 좌, 우에는 각각 길이 50 mm의 스텐레스스틸 호선을 고정시켜 Adj-Ceph의 좌, 우 확대율을 알아보기로 하였다. 복제 두개골은 제작장비(RM-6000II, CMET Inc., Yokohama, Japan)을 이용하여 액상의 Epoxy 수지(TSR-821, CMET Inc., Yokohama, Japan)을 이용하여 만들었다.

### 2. 연구 방법

#### 1) CBCT

CBCT 촬영장치(Dinnova™, Willmed, Seoul, Korea)를 이용하여 9 mA, 80 kV, 24초, 20 cm × 15 cm FOV (field of view)의 조건으로

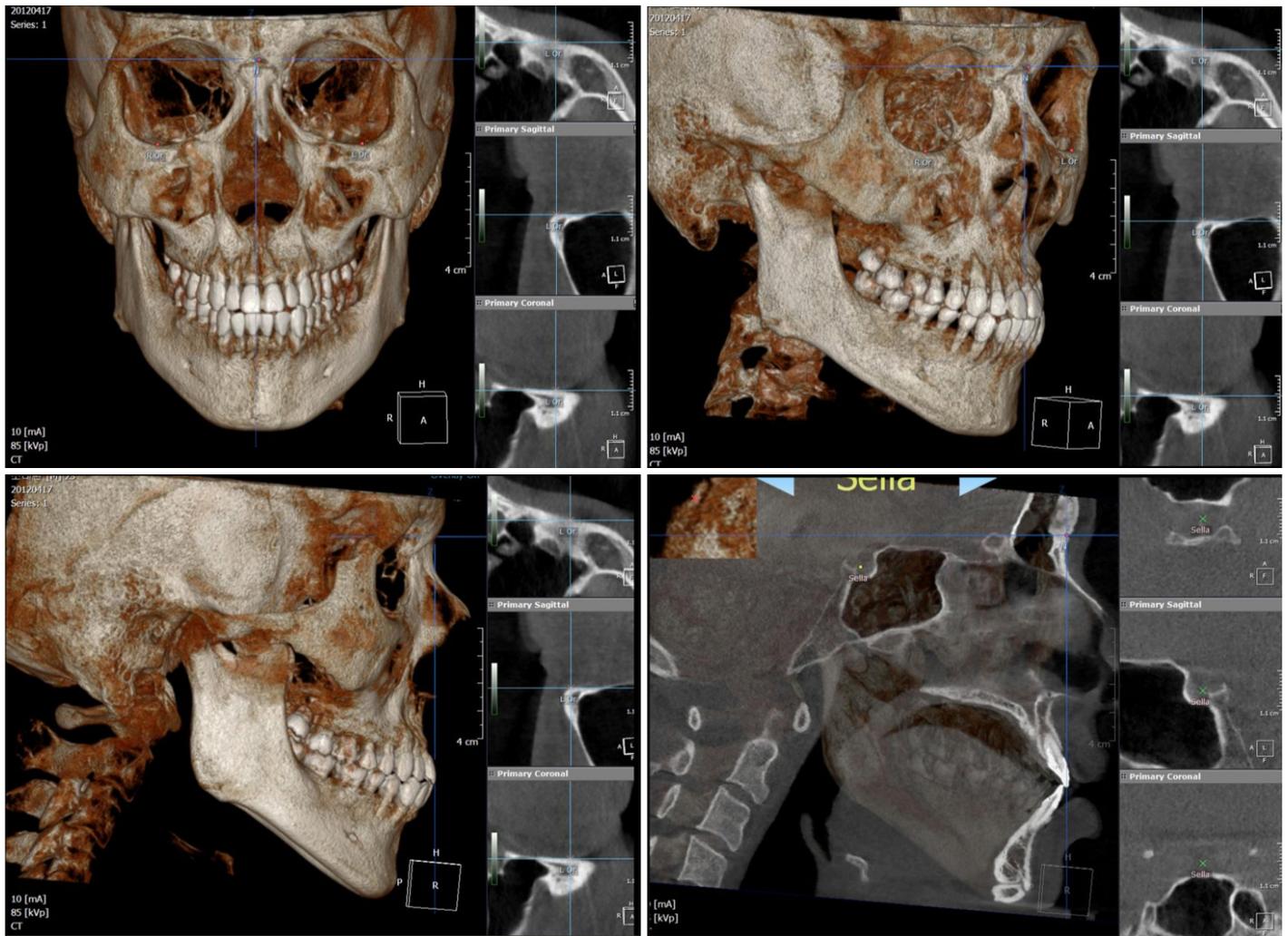


Fig. 1. CBCT image of 3D and MPR (multiplanar projection reformat) for 3D landmark identification.

촬영하였다. CBCT에서 얻어진 data는 DICOM (Digital Imaging & Communication in Medicine)파일 형식으로 변환하여 저장한 후, OnDemand3D™ (Cybermed Inc., Seoul, Korea)와 V-ceph3D (Osstem, Seoul, Korea) 프로그램을 사용하여 MPR (multiplanar projection reformat) 영상 및 삼차원 영상으로 재구성하여 3D로 계측점을 계측을 하였다(Fig. 1).

Nasion을 기준점(0,0,0)으로 하여 계측점의 X, Y, Z축의 좌표값을 추출하였다. X축은 좌, 우 Orbitale (Or)를 이은 직선에 평행하며 Nasion을 지나는 직선, Y축은 우측 Po에서 좌, 우 Or을 이은 직선에 내린 수선과 평행하며 Nasion을 지나는 직선, Z축은 X, Y축과 수직이며 Nasion을 지나는 직선으로 설정하였다. X축 좌표값은 안면 비대칭 환자의 정확한 진단에 유용하다고 연구되었다.<sup>19</sup> 그러나 이번 연구는 CBCT의 계측점을 Adj-Ceph과 비교하는 것이므로, X축 좌표값은 사용하지 않았다. Y축 좌표값은 계측점이 Nasion의 전방에 위치하면 (-), 후방에 위치하면 (+), Z축 좌표값은 계측점이 Nasion상방에 위치하면 (-), 하방에 위치하면 (+)로 표시하였다(Fig. 2). 모든 data는 1명의 실험자가 계측하였다.

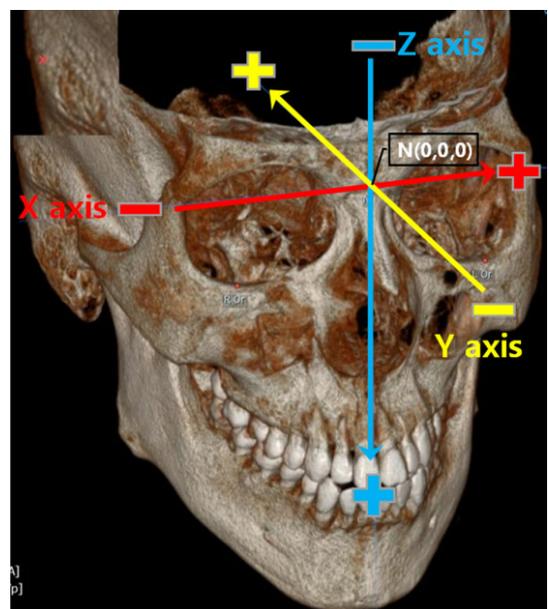


Fig. 2. X, Y, Z axis of CBCT. N, (0,0,0); X axis, (-), right, (+), left; Y axis, (-), anterior, (+), posterior; Z axis, (-), upper, (+), lower.

2) Adj-Ceph

X-ray 촬영장치 Ortho Stage AUTO III CM(Asahi, Kyoto, Japan)를 이용하여 75 Kvp, 15 mA, 1초의 조건으로 촬영 하고, V-ceph ver.7.0 (Osstem, Seoul, Korea)를 이용하여 확대율을 100%로 보정한 Adj-Ceph을 계측하였다.

Y축은 FH plane (Po-Or을 이은 직선)과 평행하며 Nasion를 지나 는 직선, Z축은 Nasion를 지나며, Y축과 수직인 직선으로 설정 하였다(Fig. 3). 모든 data는 1명의 실험자가 계측하였다.

3) 계측점

계측점의 위치와 중첩 여부에 따라 Y축, Z축의 계측점들을 각각 네 개의 그룹으로 나누어 분석 하였다. Group A는 두개골 전방에 있는 계측점들로 ANS, A, B, Pog, Gn, Me이고, Group B는 두개골 중, 후방에 위치한 계측점들로 S, Ar, Ba, PNS이고, Group C는 좌, 우 중첩되는 계측점들로 Po, Or, Hinge axis, Go이고 Group D는 치아의 계측점들로 U1CP, U1RP, U6CP, L1CP, L1RP, L6CP이다(Table 1, Fig. 4).

좌, 우 중첩 되는 계측점들은 CBCT에서는 좌우 계측값을 측정 한 후 평균값을 사용 하였고, Adj-Ceph에서는 중점을 계측하

였다. Ar는 CBCT에서 정의되지 않는 계측점이었다. 따라서 3차원 영상이 아닌 MPR 영상을 보며 계측하였다.

4) 통계 처리 및 분석

수집된 자료는 PASW Statics 18 (SPSS Inc. Chicago, IL, USA) 통계 패키지 프로그램을 사용하여 전산 통계 처리하였다.

계측자 내 신뢰도(Intra-examiner reliability)를 평가하기 위하여 총 50개의 CBCT와 Adj-Ceph 중에서 각각 15명의 image를 선정하여 2주일 후, 다시 측정하였다. 급내상관계수(Intraclass Correlation Coefficient, ICC)를 이용하여 평가 하였다.

계측자 간 신뢰도(Inter-examiner reliability)를 평가하기 위하여 총 50개의 CBCT와 Adj-Ceph data 중에서 각각 15명의 image를 선정하여 실험자 외 2명의 교정의가 측정하였다. 급내상관계수(Intraclass Correlation Coefficient, ICC)를 이용하여 평가 하였다.

CBCT에서 얻은 (x, y, z) 좌표값 중에서 (y, z)와 Adj-Ceph에서 얻은 (y, z)를 paired t-test 시행 하였다.

Adj-Ceph 좌표값과 CBCT 좌표값의 차이를 구하여, 차이가 1 mm 이상으로 좌표값의 차이에 유의한 차이가 있는 계측점을 알아보았다.<sup>4)</sup> 유의수준은 0.05로 검정하였다.

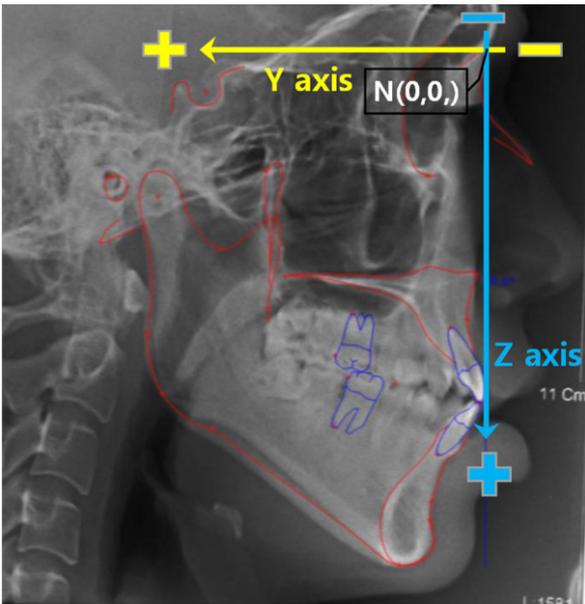


Fig. 3. Y (Horizontal), Z (Vertical) axis of adjusted 2D lateral cephalogram. N (0,0); Y axis, (-), anterior, (+) posterior; Z axis, (-), upper, (+), lower.

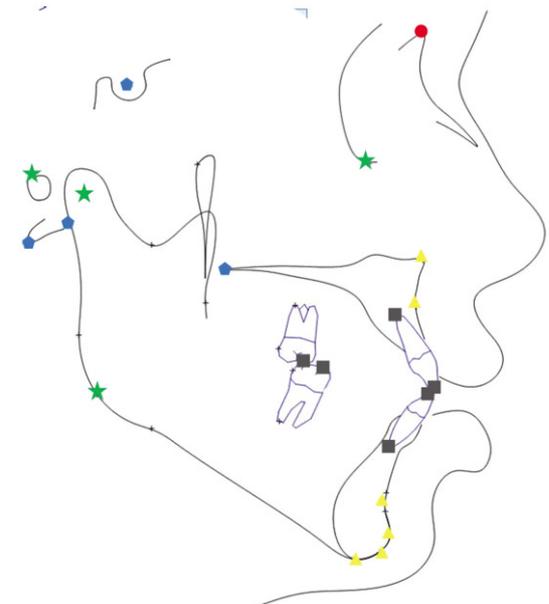


Fig. 4. Classification of landmarks' position. Group A (Anterior landmark, marked ▲), ANS, A, B, Pog, Gn, Me; Group B (middle and posterior landmark, marked ●), S, Ar, Ba, PNS; Group C (R, L overlapped landmark, marked ★), Po, Or, Hinge axis, Go; Group D (Dental landmark, marked ■), U1CP, U1RP, U6CP, L1CP, L1RP, L6CP; red round, Nasion.

**Table 1.** Definition of landmarks

Landmark	2D Definition	3D Definition	
Group A	ANS	Tip of the anterior nasal spine	Anterior nasal spine
	A	Deepest point between ANS, and the upper incisal alveolus	Deepest point on contour of maxillary alveolar process
	B	Deepest point between Pogonion, and the lower incisal alveolus	Deepest point on contour of mandibular alveolar process
	Pog	Most anterior point of the symphysis	Most prominent point of mentum
	Gn	Most inferior point of the mandible in the midline	Lowest point on mentum
	Me	Most inferior point on the symphyseal outline	Most inferior point of mandible in the midline
Group B	S	Center of Sella Turcica	Center of Sella Turcica
	Ar	Intersection of inferior cranial base surface and posterior surface of condyle	Predicted intersection of inferior cranial base surface and posterior surface of condyle
	Ba	Most inferior point of the Occipital bone	Anterior midpoint on foramen magnum
	PNS	Tip of the posterior nasal spine	Posterior nasal spine
Group C	Po	Most superior point of the external auditory meatus	(R, L) Most superior point of external auditory meatus
	Or	Most inferior point of the Orbital contour	(R, L) Most inferior point of the orbital contour
	Hinge Axis	Center of rotation of the condyle	Center of rotation of the condyle
	Go	Lowest posterior and most outward point of the mandible	(R, L) Lowest posterior and most outward point of the mandible
Group D	U1CP	Tip of the crown of the upper incisor	(R, L) Tip of the crown of the upper incisor
	U1RP	Tip of the root of the upper incisor	(R, L) Tip of the root of the upper incisor
	U6CP	Mesiobuccal cusp tip of the upper 1 <sup>st</sup> molar	Mesiobuccal cusp tip of the upper 1 <sup>st</sup> molar
	L1CP	Tip of the crown of the lower incisor	Tip of the crown of the lower incisor
	L1RP	Tip of the root of the lower incisor	Tip of the root of the lower incisor
	L6CP	Mesiobuccal cusp tip of the lower 1 <sup>st</sup> molar	Mesiobuccal cusp tip of the lower 1 <sup>st</sup> molar

## 결과

### 1. 신뢰도 평가

계측자 내 신뢰도 평가 결과, Conventional Cephalogram에서는 모든 계측점에서 Y축 0.831 이상, Z축 0.954 이상, CBCT에서는 모든 계측점에서 Y축 0.976 이상, Z축 0.940 이상이였다.

계측자 간 신뢰도 평가 결과 Conventional Cephalogram에서는 모든 계측점에서 Y축 0.975 이상, Z축 0.905 이상, CBCT에서는 모든 계측점에서 Y축 0.996 이상, Z축 0.984 이상이였다.

계측자 내, 계측자 간 신뢰도 검사 모두 Landis와 Koch<sup>42</sup>가 제시한 기준(kappa coefficient의 기준은 ≤0 = poor, .01 .20 = slight, .21 .40 = fair, .41 .60 = moderate, .61 .80 = substantial, .81 1 = almost perfect.)에 따라 신뢰할만한 수준으로 판단하였다.

### 2. 좌표값의 차이 분석

Y축에서는 Group B 중에서 S, Ar, Ba, PNS, Group C 중에서 Po, Or, Hinge axis, Go, Group D 중에서 U1RP, U6CP, L6CP 등 총 20개 중 11개에서 유의한 차이가 있었다(Table 2). Z축에서는 전체 계측점에서 유의한 차이가 있었다(Table 3)(*P*<.01).

### 3. 1 mm 이상의 좌표값의 차이가 있는 계측점

임상적으로 오류에 영향을 줄 수 있다고 판단되는 1 mm 이상의 차이를 보이는 계측점들을 평가해보았다.<sup>41</sup>

Y축 Group A (Gn, Me), Group B (S, Ar, Ba, PNS)와 Group C (Po, Or, Hinge axis, Go), Group D (U1RP, U6CP, L6CP) 등 총 20개 중 13개에서 1 mm 이상 차이가 있었다(Table 2, Fig. 5).

Z축 Group B (S)를 제외한, 총 20개 중 19개 계측점에서 1 mm 이상 차이가 있었다(Table 3, Fig. 6).

### 4. Group에 따른 좌표값의 차이 비교

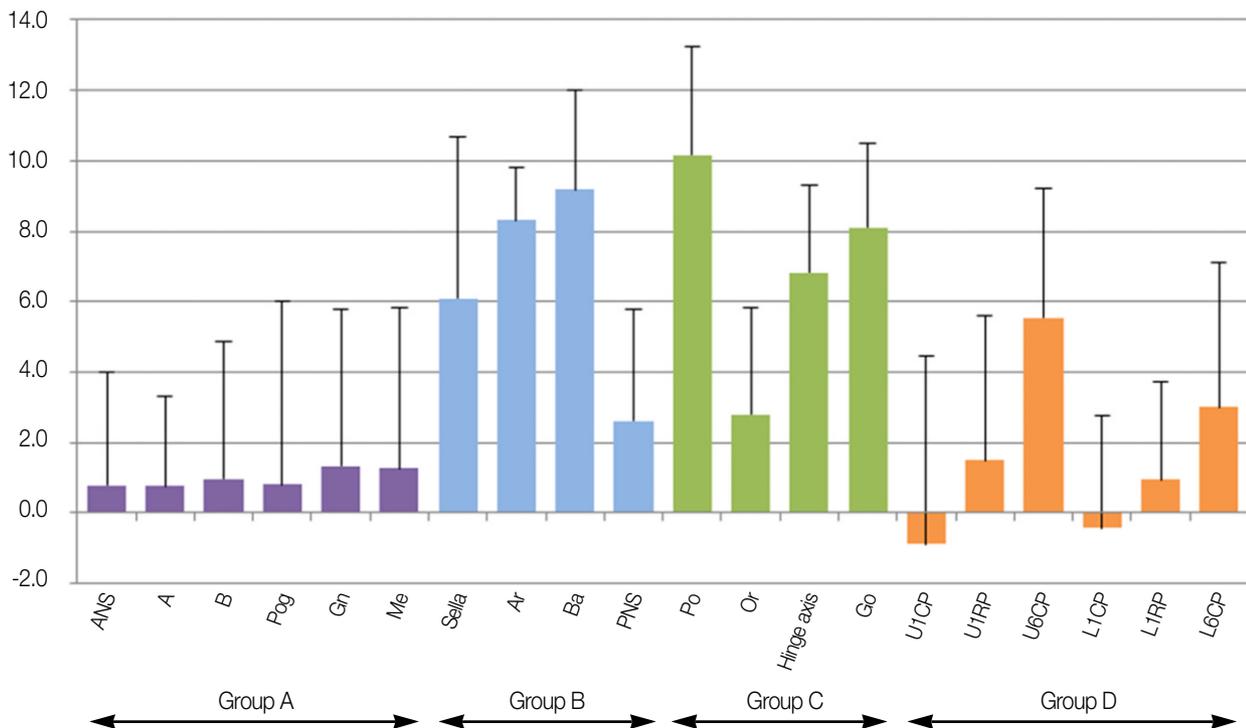
Y축의 Group A는 전체에서 CBCT와 adj-Ceph간 좌표값 차이들의 전체 평균이 1.34 mm로 다른 그룹과 비교하였을 때 전체적으로 차이가 작게 나타났다. Group B는 PNS만 2.61 mm로 다른 계측점들 보다 차이가 작았고 S, Ar, Ba는 6 mm 이상으로 나타났다. Group C는 Or만 2.79 mm로 다른 계측점들 보다 차이가 작았고, Po, Hinge axis, Go는 6 mm 이상 차이가 났다. 특히 Po는 10.16 mm로 Y축 전체에서 차이가 가장 컸다. Group D는 U6CP와 L6CP가 3 mm 이상 차이가 나타났으며, U1RP, U6CP, L1RP, L6CP에서 CBCT의 좌표값이 ADJ의 좌표값보다 Y축 전방에 위치했다(Table 2, Fig. 5).

**Table 2.** Horizontal difference between Adjusted 2D Lateral Cephalogram and CBCT (values of Y axis)

Landmark	Adj-Ceph (N = 50)	CBCT (N = 50)	Mean ± SD of the difference between Adj-Ceph and CBCT (mm)	P value
	Mean ± SD (mm)	Mean ± SD (mm)		
Group A				
ANS	-3.48 ± 4.50	-4.26 ± 2.88	0.78 ± 3.21	.094
A	-0.12 ± 4.10	-0.89 ± 2.93	0.77 ± 2.56	.039*
B	1.95 ± 9.54	0.98 ± 8.38	0.97 ± 3.91	.086
Pog	0.61 ± 10.81	-0.19 ± 9.30	0.80 ± 4.43	.208
Gn	3.14 ± 11.13	4.09 ± 9.55	1.34 ± 4.58	.044*
Me	7.85 ± 10.73	6.58 ± 9.27	1.27 ± 4.57	.055
Group B				
S	71.11 ± 4.10	65.01 ± 3.54	6.10 ± 1.53	<.001**
Ar	86.79 ± 5.77	78.49 ± 5.01	8.30 ± 2.83	<.001**
Ba	97.10 ± 6.48	87.93 ± 5.17	9.18 ± 3.19	<.001**
PNS	47.85 ± 4.60	45.24 ± 3.52	2.61 ± 3.10	<.001**
Po	97.16 ± 6.03	87.00 ± 5.05	10.16 ± 3.06	<.001**
Group C				
Or	12.02 ± 3.07	9.22 ± 2.35	2.79 ± 2.49	<.001**
Hinge Axis	82.38 ± 5.48	75.55 ± 4.75	6.83 ± 2.39	<.001**
Go	76.69 ± 7.54	68.59 ± 6.46	8.10 ± 3.66	<.001**
Group D				
U1CP	-7.87 ± 6.05	-6.99 ± 4.89	-0.88 ± 3.17	.055
U1RP	4.60 ± 4.24	3.24 ± 3.49	1.50 ± 2.78	.001**
U6CP	27.07 ± 5.91	21.52 ± 4.44	5.55 ± 4.11	<.001**
L1CP	-6.45 ± 6.93	-6.03 ± 6.25	-0.42 ± 3.14	.346
L1RP	3.79 ± 8.98	2.84 ± 7.87	0.94 ± 9.79	.498
L6CP	21.24 ± 7.33	18.23 ± 6.72	3.01 ± 3.39	<.001**

\* P<.05, \*\* P<.01.

(-) sign on Mean ± SD of Adjusted 2D Lateral Cephalogram and Mean ± SD of CBCT refers the given landmark is located anterior to the datum point (Nasion / Z axis).  
 (-) sign on Mean ± SD of Difference between Adjusted 2D Lateral Cephalogram and CBCT means Landmark on Adjusted Cephalogram is more anterior than CBCT.



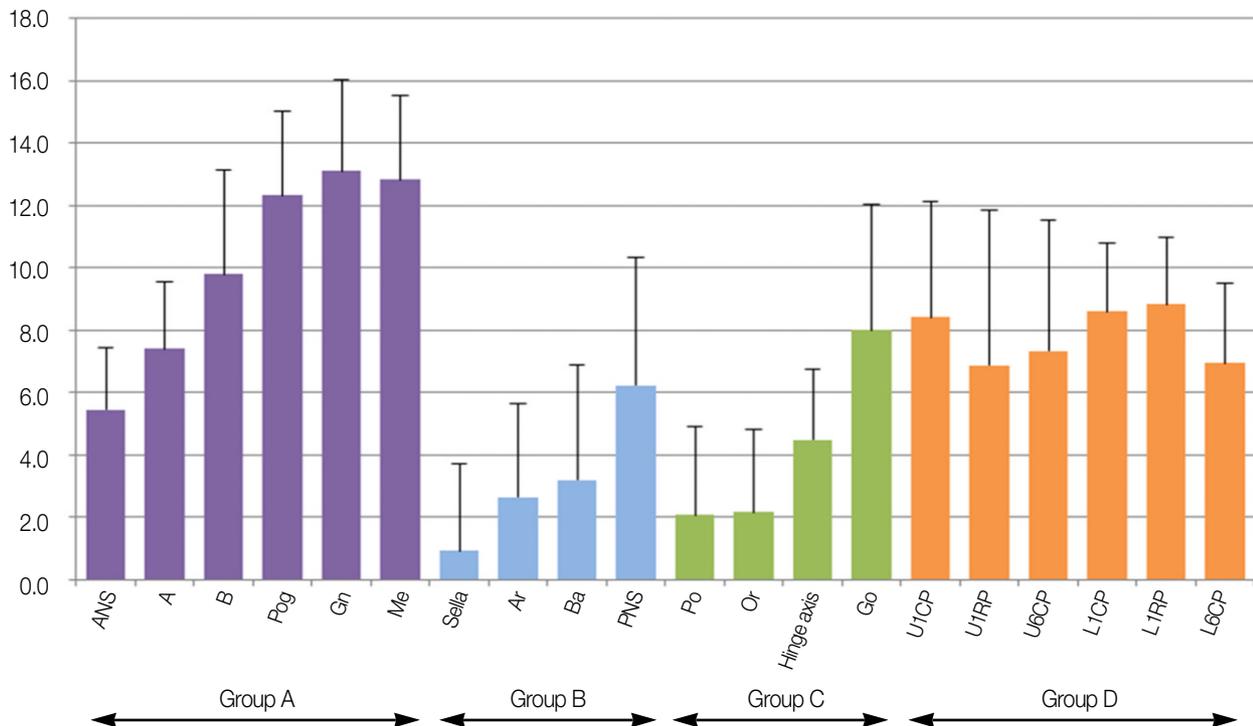
**Fig. 5.** Horizontal difference between Adjusted Cephalogram and CBCT (values of Y axis) (mm).

**Table 3.** Vertical difference between Adjusted 2D Lateral Cephalogram and CBCT (values of Z axis)

Landmark	Conventional Cephalogram (N = 50)		CBCT (N = 50)		Mean ± SD of the difference between Adj-Ceph and CBCT (mm)	P value
	Mean ± SD (mm)		Mean ± SD (mm)			
Group A	ANS	60.65 ± 4.56	55.24 ± 3.69	5.45 ± 1.99	<.001**	
	A	68.93 ± 5.08	61.48 ± 4.36	7.40 ± 2.13	<.001**	
	B	116.85 ± 8.02	107.01 ± 6.93	9.80 ± 3.36	<.001**	
	Pog	130.15 ± 8.72	117.84 ± 7.28	12.33 ± 2.96	<.001**	
	Gn	135.52 ± 8.51	122.39 ± 7.43	13.10 ± 2.72	<.001**	
	Me	137.46 ± 8.78	124.56 ± 7.43	12.83 ± 2.80	<.001**	
Group B	S	13.82 ± 3.64	11.75 ± 2.74	0.90 ± 2.99	<.001**	
	Ar	48.89 ± 5.56	44.85 ± 3.78	2.63 ± 3.71	<.001**	
	Ba	56.19 ± 6.50	51.41 ± 4.10	3.19 ± 4.10	<.001**	
	PNS	61.80 ± 5.24	54.77 ± 3.90	6.23 ± 2.83	<.001**	
Group C	Po	31.66 ± 2.79	29.32 ± 2.15	2.06 ± 2.67	<.001**	
	Or	31.66 ± 2.79	29.24 ± 2.05	2.15 ± 2.25	<.001**	
	Hinge Axis	42.71 ± 4.74	36.19 ± 2.81	4.48 ± 4.04	<.001**	
	Go	100.42 ± 9.65	91.54 ± 7.84	8.00 ± 4.19	<.001**	
Group D	U1CP	92.88 ± 5.99	84.55 ± 5.12	8.42 ± 2.19	<.001**	
	U1RP	71.29 ± 5.11	64.21 ± 4.54	6.87 ± 2.16	<.001**	
	U6CP	87.61 ± 6.02	79.87 ± 4.83	7.33 ± 2.57	<.001**	
	L1CP	92.04 ± 6.01	83.56 ± 5.54	8.59 ± 1.96	<.001**	
	L1RP	109.58 ± 6.99	100.84 ± 6.09	8.83 ± 2.51	<.001**	
	L6CP	88.65 ± 6.20	81.41 ± 5.23	6.94 ± 2.38	<.001**	

\* P<.05, \*\* P<.01.

(+) sign on Mean ± SD of Difference between Adjusted 2D Lateral Cephalogram and CBCT means Landmark on Adjusted Cephalogram is more lower than CBCT.



**Fig. 6.** Vertical difference between Adjusted Cephalogram and CBCT (values of Z axis) (mm).

**Table 4.** The difference between conventional cephalogram and CBCT data of duplicated skull model

Landmark	Y axis	Z axis
	Mean (mm)	Mean (mm)
Group A	ANS	2.14
	A	2.45
	B	4.61
	Pog	4.47
	Gn	4.76
	Me	5.37
Group B	S	-0.26
	Ba	0.78
	PNS	2.02
Group C	Po	0.46
	Or	0.79
	Hinge Axis	5.45
	Go	2.90
Group D	U1CP	2.60
	L1CP	2.87

Z축에서 Group A는 전체 계측점에서 다른 그룹에 비해 큰 차이를 나타냈는데, 특히 B, Pog, Gn, Me는 10 mm 전후의 차이를 나타냈다. Group B는 S가 0.9 mm로 Z축 전체에서 가장 작은 차이를 보였고, PNS가 6.23 mm으로 다른 계측점들 보다 큰 차이를 보였다. Group C는 Po 2.06 mm, Or 2.15 mm의 차이를 나타냈고, Hinge axis 4.48 mm, Go 8.0 mm의 차이를 보였다. Group D는 전체 계측점에서 6 mm 이상의 차이를 보였다(Table 3, Fig. 6).

### 5. 복제 두개 모형의 계측값 분석

복제 두개 모형의 계측값의 차이를 분석한 결과, Con-Ceph과 CBCT의 계측값 간에 Y축에서는 -0.66 mm - +2.54 mm, Z축에서는 -0.26 mm - +5.45 mm의 차이가 나타났다. Y축에서는 차이가 크지 않았으나, Z축에서는 Group A의 B, pog, Gn, Me와 Group C의 Hinge Axis 등에서 +4.61 mm - +5.45 mm의 큰 차이가 나타났다 (Table 4).

### 고찰

본 연구는 CBCT와 Adj-Ceph의 계측점의 좌표값 비교를 통하여 위치의 차이가 있는 계측점들이 무엇인지 확인함으로써 기존의 2D분석법을 CBCT 분석에 적용할 수 있는지 여부를 알아보고자 하였다.

Group A의 계측점들은 두개골 전방에 위치하며, 좌,우 중첩이 없는 계측점들이기 때문에 계측점을 찾기에 비교적 용이한 점들이다. 하지만 ANS는 Schlicher 등<sup>29</sup>의 연구에 의하면 계측할 부분의 골이 얇아 전,후방으로 정확한 위치를 잡기가 어렵다.

그러나 CBCT 3D 계측시 3D 화면을 조절하여 3D 계측점의 정의대로 정확히 계측할 수 있었다. A point는 위치하고 있는 상악골 전방의 골의 만곡이 넓기 때문에 정확한 위치를 계측하기 힘든 계측점이다.<sup>29</sup> 따라서 Z축으로는 계측점을 계측하는데 어려움이 있어, 본 연구결과에서도 Z축 좌표값에 7.40 mm의 차이가 나타났다. B, Pog, Gn, Me는 Z축 좌표값에서 다른 계측점들보다 큰 차이가 나타났다. 이로 보아 턱끝 부분에서 Adj-Ceph에 투사 오류, 계측 오류, 환자의 촬영 자세, 연조직에 의한 상의 왜곡으로 인한 오류 등이 많이 나타남을 알 수 있었다. 또한 안면 비대칭이 있는 환자에서는 Group A의 B, Pog, Gn, Me의 CBCT 3D 계측점의 X축 좌표값의 절대값이 안면 비대칭이 없는 환자에 비해 커지게 되며, Y축, Z축 좌표값 역시 달라진다.<sup>19</sup> 따라서 안면 비대칭이 있는 환자에서 CBCT 3D 계측한 결과를 2D분석법을 이용하여 분석할 경우 안면 비대칭이 없는 환자에 비해 더욱 부정확한 분석결과가 나타날 수 있다.

Group B는 두개골 중후방에 위치하며 좌우 중첩이 없는 계측점들이다. Sella는 Schlicher 등<sup>29</sup>에 의하면 Adj-Ceph과 CBCT 3D에서 계측의 정확성이 높은 계측점이었다. 하지만 본 연구에서는 Y축 6.1 mm, Z축 0.9의 차이가 나타났다. Sella는 많은 진단법의 기준이 되는 계측점인데 CBCT 3D의 위치와 Adj-Ceph의 위치가 다른 것은 정확한 진단을 하는데에 매우 큰 영향을 미칠 수 있을 것이다. Ar는 Schlicher 등<sup>29</sup>에 의하면 Adj-Ceph에서 정의된 하악골의 후연과 cranial base의 교차점이므로, CBCT 3D 계측시 정의될 수 없는 계측점이기 때문에 3D에서의 새로운 정의가 필요하다. Ba과 PNS는 Adj-Ceph에서는 중첩되어 보이는 다른 구조물들 때문에 계측하기 어려운 계측점 중의 하나인데 반해, CBCT 3D에서는 정확한 위치를 찾을 수 있었기 때문에 다른 계측점보다 좌표값의 차이가 더 많이 난 것으로 판단된다. Kim 등<sup>43</sup>에 의하면 이차원 상에서 오차가 많이 발생하는 계측점들은 해부학적으로 자주 중첩되는 계측점들이다.

Group C는 좌우에 위치하여 Adj-Ceph에서 중첩되는 계측점들로서 좌, 우의 중첩을 계측하는 과정에서 다른 계측점에 비해 계측 오류가 더 많이 생길 수 있다. Schlicher 등<sup>29</sup>에 의하면 Po는 외이도(external auditory meatus)의 횡(transverse)적인 위치를 고려하여 위치가 새롭게 정의되어야 하는 계측점이다. Or는 좌표값의 차이가 Y축, Z축 모두에서 다른 계측점들보다 작게 나타났다. Adj-Ceph에서 Or을 정확히 계측한다면, CBCT 3D에서와 큰 차이가 없을 것이다. Hinge axis는 Adj-Ceph와 CBCT 3D에서의 정의는 같지만, CBCT 3D에서는 3차원적인 회전 중심을 찾기 때문에 Adj-Ceph과 다른 위치가 계측되어 좌표값에도 차이가 있었다. Go는 Adj-Ceph와 CBCT 3D의 정의가 같고, Adj-Ceph에서도 계측점의 위치를 잘 계측할 수 있지만, 좌표값의 차이가 다른 계측점들에 비해 크게 나타났다. 이로 보아 턱끝 부위와 마찬가지로, Go는 Adj-Ceph에 투사 오류, 계측 오류 환자의 촬영 자세, 연조직에 의한 상의 왜곡으로 인한 오류 등이 다른 계측점들보다 많이 나타난 것으로 보인다.

Group D는 치아의 계측점들이다. CBCT 3D 계측시 Adj-Ceph에

서 계측이 어려운 좌, 우 U6CP, L6CP를 정확히 계측할 수 있다. 그리고 U1RP, L1RP를 계측할 때 CBCT 3D 계측을 하면 root point의 위치를 보다 정확히 찾을 수 있어 상, 하 전치부 각도의 정확한 계측에 도움이 될 것이라 사료된다.

또한 본 연구에서는 복제 두개골 모형(Duplicated skull model)의 Adj-Ceph의 계측점과 CBCT 계측점의 좌표값의 차이를 알아보아 연구대상의 좌표값의 차이와 비교하였다. 사람 두개골(dry skull)을 이용한 기존의 연구들을 살펴보면, van Vlijmen 등<sup>44</sup>은 40개의 사람 두개골(dry skull)을 이용한 연구에서 후전방 두부 방사선 규격사진(frontal cephalometric radiographs)과 CBCT의 선 계측치가 유의할만한 차이가 나타났다고 하였고, Adams 등<sup>45</sup>은 9개의 사람 두개골(dry skull)을 이용한 연구에서 CBCT의 계측치가 Con-Ceph보다 4-5배 정확히 계측되었다고 하였다. 그러나 기존의 연구 결과들을 이번 연구대상과 직접 비교하기에는 무리가 있었기에, 본 복제 두개골 모형의 실험을 하게 되었다.

복제 두개골 모형 실험 계측 결과, Y축 -1.53 -2.83mm, Z축 -0.26 -5.45의 Adj-Ceph과 CBCT 계측점의 좌표값 차이가 나타났으며, Y축에서는 Group A (Gn), Group B (S, Ba, PNS), Group C (Po, Go), Group D (L1CP) 등 총 15개 중 7개의 계측점에서 1 mm 이상의 유의할만한 차이가 나타났고, Z축에서는 Group A 전체, Group B (PNS), Group C (Po, Go), Group D (U1CP, L1CP) 등 총 15개 중 11개에서 1 mm 이상의 차이가 나타났다. 계측 오류와 환자의 촬영 자세에 의한 오류, 연조직에 의한 상의 왜곡으로 인한 오류가 없이도 상당한 정도의 투사 오류가 있음을 알 수 있었다. 복제 두개골 모형의 좌, 우 두개골과 하악골에 부착한 길이 50 mm의 스텐레스 스틸 강선은 Adj-Ceph에서 한쪽은 48 mm, 다른 한 쪽은 52 mm로 측정 되어 96%, 104%로 비대칭적인 확대와 축소가 일어남을 확인할 수 있었고, 좌, 우에 위치한 구조물의 계측점을 계측할 때에 중점을 계측하는 것이 적절한 방법임을 확인할 수 있었다. CBCT 3D 계측에서는 좌, 우 똑같이 50 mm로 측정되었다. 본 연구에서 1 mm 이상의 오류를 기준으로 계측점들을 구분했는데, 이는 임상적으로 진단에 영향을 줄 수 있는 수준이며, 타 연구에서도 이를 오류의 기준으로 보고 있었기에 본 연구에서도 기준으로 삼았다.<sup>41</sup>

본 연구에서는 비교적 구분이 명확히 되는 Nasion을 기준점으로 하고, 좌표값을 구하여 비교 하였는데, 기준점에서 멀어질수록 좌표값의 차이가 큰 계측점들이 많았다. 이것은 관구에서 멀어질수록 많이 확대되는 방사선의 특징 때문에 부위별 확대율이 달라져서 생긴 결과로 보인다. 만약 기준점을 방사선이 조사되는 관구에 가까운 Sella나 Porion 등으로 놓고 연구한다면, 부위별 확대율의 차이에 따른 계측점의 좌표값의 차이를 더 잘 볼 수 있을 것이라 생각된다. 그리고, Y축보다 Z축에서 전반적으로 좌표값의 차이가 크게 나타났는데, 안면부의 수직길이가 수평길이보다 길기 때문에 상의 확대도 더 많이 된 것으로 보인다. 이는 X선의 촬영방식의 차이로 인하여, X선의 중심에서 떨어진 부분의 상의 왜곡이 더 많이 나타나는 현상과 연관지을 수 있다.

본 연구를 통해 CBCT를 단순히 2D로 투사(generation)하여 2D로 계측하고 2D 분석법으로 분석하는 방법에 상당한 오류가 있다는 것을 알 수 있었다. 따라서 CBCT 3D 계측 후 3D 분석법을 사용하여 진단 하는 것이 바람직하고, 차선책으로 계측점들의 좌표값의 차이를 고려하여 2D 분석법의 수치들을 바꾼 수정된 2D 분석법을 만든 후에 CBCT를 2D로 투사(generation)하여 분석하는 것을 고려해 볼 수 있겠다.

## 결론

본 연구는 CBCT 계측을 위한 기존의 계측 방법(2D) 대비 새로운 계측 방법(3D)으로 계측점을 찾아 Y축, Z축에 대한 계측값을 얻었을 때, 100%로 확대율을 보정한 조절된 측두 두부 방사선 규격 계측 사진(Adjusted 2D cephalogram; Adj-Ceph)에서 얻은 Y축, Z축에 대한 계측값과 유의한 차이가 있는지 여부를 평가해본 결과, CBCT 분석 시에는 기존의 측두두부방사선 규격사진의 분석법을 그대로 사용하기에는 어려움이 있었다고 결론을 내렸다. 임상적 오류를 줄이기 위해서는 3D 분석법, 또는 수평측에서 13개의 계측점들이 보정되고, 수직축 19개가 보정된 수정된 새로운 2D 분석법이 사용되어야 할 것으로 사료된다.

## References

1. Broadbent BH. A new x-ray technique and its application to orthodontia. *Angle Orthod* 1981;51:93-114.
2. Broadbent BH. The face of the normal child. *Angle Orthod* 1937;7:183-208.
3. Brodie AG. On the growth pattern of the human head. From the third month to the eighth year of life. *Am J Anat* 1941;68:209-62.
4. Salzmann JA. The face in profile: an anthropological x-ray investigation on Swedish children and conscripts by Ame Björk. *Am J Orthod* 1948;34:691-9.
5. Downs WB. Variations in facial relationships; their significance in treatment and prognosis. *Am J Orthod* 1948;34:812-40.
6. Steiner CC. Cephalometrics for you and me. *Am J Orthod* 1953;39:729-55.
7. Sassouni V. A roentgenographic cephalometric analysis of cephalo-facio-dental relationships. *Am J Orthod* 1955;41:735-64.
8. Tweed CH. Was the development of the diagnostic facial triangle as an accurate analysis based on fact or fancy? *Am J Orthod* 1962;48:823-40.
9. Harvold EP. The role of function in the etiology and treatment of malocclusion. *Am J Orthod* 1968;54:883-98.
10. Jacobson A. Application of the "Wits" appraisal. *Am J Orthod* 1976;70:179-89.
11. Jacobson A. The "Wits" appraisal of jaw disharmony. *Am J Orthod* 1975;67:125-38.
12. Burstone CJ, James RB, Legan H, Murphy GA, Norton LA. Cephalometrics for orthognathic surgery. *J Oral Surg* 1978;36:269-77.

13. Ricketts RM. Perspectives in the clinical application of cephalometrics. The first fifty years. *Angle Orthod* 1981;51:115-50.
14. McNamara JA Jr. A method of cephalometric evaluation. *Am J Orthod* 1984;86:449-69.
15. Yen PKJ. Identification Of Landmarks In Cephalometric Radiographs. *Angle Orthod* 1960;30:35-41.
16. Marshall D. Interpretation of the posteroanterior skull radiograph-assembly of disarticulated bones. *Dent Radiogr Photogr* 1969;42:27-35.
17. Baumrind S, Frantz RC. The reliability of head film measurements. 1. Landmark identification. *Am J Orthod* 1971;60:111-27.
18. Midtgård J, Björk G, Linder-Aronson S. Reproducibility of cephalometric landmarks and errors of measurements of cephalometric cranial distances. *Angle Orthod* 1974;44:56-61.
19. Cho HJ. A three-dimensional cephalometric analysis. *J Clin Orthod* 2009;43:235-52.
20. Grayson BH, McCarthy JG, Bookstein F. Analysis of craniofacial asymmetry by multiplane cephalometry. *Am J Orthod* 1983;84:217-24.
21. Baumrind S, Moffitt FH, Curry S. Three-dimensional x-ray stereometry from paired coplanar images: a progress report. *Am J Orthod* 1983;84:292-312.
22. Kusnoto B, Evans CA, BeGole EA, de Rijk W. Assessment of 3-dimensional computer-generated cephalometric measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;116:390-9.
23. Dale AM, Robert AD. A Clinician's Guide to Understanding Cone Beam Volumetric Imaging (CBVI). 2007 - [cited 2012 December 20]. Available from:[http://www.Ineedce.com/courses/1413/PDF/A\\_Clin\\_Gde\\_ConeBeam.pdf](http://www.Ineedce.com/courses/1413/PDF/A_Clin_Gde_ConeBeam.pdf)
24. Cavalcanti MG, Vannier MW. Quantitative analysis of spiral computed tomography for craniofacial clinical applications. *Dentomaxillofac Radiol* 1998;27:344-50.
25. Matteson SR, Bechtold W, Phillips C, Staab EV. A method for three-dimensional image reformation for quantitative cephalometric analysis. *J Oral Maxillofac Surg* 1989;47:1053-61.
26. Christiansen EL, Thompson JR, Kopp S. Intra- and inter-observer variability and accuracy in the determination of linear and angular measurements in computed tomography. An in vitro and in situ study of human mandibles. *Acta Odontol Scand* 1986;44:221-9.
27. Hildebolt CF, Vannier MW, Knapp RH. Validation study of skull three-dimensional computerized tomography measurements. *Am J Phys Anthropol* 1990;82:283-94.
28. 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.
29. Schlicher W, Nielsen I, Huang JC, Maki K, Hatcher DC, Miller AJ. Consistency and precision of landmark identification in three-dimensional cone beam computed tomography scans. *Eur J Orthod* 2012;34:263-75.
30. Grauer D, Cevdanes LS, Styner MA, Heulfe I, Harmon ET, Zhu H, Proffit WR. Accuracy and landmark error calculation using cone-beam computed tomography-generated cephalograms. *Angle Orthod* 2010;80:286-94.
31. Park JW, Kim NK, Chang YI. Comparison of landmark position between conventional cephalometric radiography and CT scans projected to midsagittal plane. *Korean J Orthod* 2008;38:427-36.
32. Kumar V, Ludlow JB, Mol A, Cevdanes L. Comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. *Dentomaxillofac Radiol* 2007;36:263-9.
33. Kumar V, Ludlow J, Soares Cevdanes LH, Mol A. In vivo comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. *Angle Orthod* 2008;78:873-9.
34. Terajima M, Yanagita N, Ozeki K, Hoshino Y, Mori N, Goto TK, Tokumori K, Aoki Y, Nakasima A. Three-dimensional analysis system for orthognathic surgery patients with jaw deformities. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134:100-11.
35. Terajima M, Endo M, Aoki Y, Yuuda K, Hayasaki H, Goto TK, Tokumori K, Nakasima A. Four-dimensional analysis of stomatognathic function. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134:276-87.
36. Suri S, Utreja A, Khandelwal N, Mago SK. Craniofacial computerized tomography analysis of the midface of patients with repaired complete unilateral cleft lip and palate. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134:418-29.
37. Kau CH, Richmond S. Three-dimensional analysis of facial morphology surface changes in untreated children from 12 to 14 years of age. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134:751-60.
38. Garrett BJ, Caruso JM, Rungcharassaeng K, Farrage JR, Kim JS, Taylor GD. Skeletal effects to the maxilla after rapid maxillary expansion assessed with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134:8-9.
39. Phatouros A, Goonewardene MS. Morphologic changes of the palate after rapid maxillary expansion: a 3-dimensional computed tomography evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134:117-24.
40. Ballanti F, Lione R, Fanucci E, Franchi L, Baccetti T, Cozza P. Immediate and post-retention effects of rapid maxillary expansion investigated by computed tomography in growing patients. *Angle Orthod* 2009;79:24-9.
41. Kragsskov J, Bosch C, Gyldensted C, Sindet-Pedersen S. Comparison of the reliability of craniofacial anatomic landmarks based on cephalometric radiographs and three-dimensional CT scans. *Cleft Palate Craniofac J* 1997;34:111-6.
42. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977;33:159-74.
43. Kim JY, Lee DK, Lee SH. Comparison of the observer reliability of cranial anatomic landmarks based on cephalometric radiograph and three-dimensional computed tomography scans. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg* 2010;36:262-9.
44. van Vlijmen OJ, Maal TJ, Bergé SJ, Bronkhorst EM, Katsaros C, Kuijpers-Jagtman AM. A comparison between two-dimensional and three-dimensional cephalometry on frontal radiographs and on cone beam computed tomography scans of human skulls. *Eur J Oral Sci* 2009;117:300-5.
45. Adams GL, Gansky SA, Miller AJ, Harrell WE Jr, Hatcher DC. Comparison between traditional 2-dimensional cephalometry and a 3-dimensional approach on human dry skulls. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126:397-409.

# Cone-Beam Computed Tomogram (CBCT)과 Adjusted 2D Lateral Cephalogram의 계측점 차이에 관한 비교 연구

손수정 · 전윤식 · 김민지\*

이화여자대학교 임상치의학대학원

**목적:** 본 연구에서는 CBCT (Cone-Beam Computed Tomogram)와 100%로 확대율을 보정한 조절된 측모 두부 방사선 규격 계측 사진(Adjusted 2D Lateral Cephalogram; 이하 Adj-Ceph)의 좌표값을 비교하여 차이가 있는 계측점들의 항목을 분석하여 기존의 2D 분석법을 CBCT 분석에 적용할 수 있는지 여부를 평가해보고자 하였다.

**재료 및 방법:** 성인 환자 50명의 CBCT 자료 50개와, 동일 환자의 측모 두부 방사선 규격사진을 100% 확대율로 보정한 자료(Adj-Ceph) 50개를 대상으로 하여, 수평축과 수직축의 좌표를 비교하였다. 계측점들의 위치와 좌우 중첩 여부에 따라 두개골 전방에 위치한 점들(group A), 두개 중후방에 위치한 점들(group B), 좌우 양측성 점들(group C), 치아부위 계측점들(group D) 네 그룹으로 나누어 분석 하였고, 좌표값에 유의한 차이가 있는지 분석하기 위하여 paired t-test를 시행하였다.

**결과:** 수평축(Y축)에서는 Group B (S, Ar, Ba, PNS), Group C (Po, Or, Hinge axis, Go), Group D (U1RP, U6CP, L6CP) 등 11개의 계측점에서 유의한 차이가 있었다. 수직축(Z축)에서는 전체 계측점에서 유의한 차이가 있었다( $P < .01$ ). 좌표값의 차이 분석 결과 수평축에서는 13개의 계측점에서 1 mm 이상의 유의한 차이가 있었다. 수직축에서는 Group B의 Sella를 제외한 전체 계측점에서 1 mm 이상의 유의한 차이가 있었다.

**결론:** CBCT 분석 시에는 기존의 측모두부방사선 규격사진의 분석법을 그대로 사용하기에는 어려움이 있다. 3D 분석법, 또는 수평축에서 13개의 계측점들이 보정되고, 수직축 19개가 보정된 수정된 새로운 2D 분석법이 사용되어야 한다. (대한치과보철학회지 2014;52:222-32)

**주요단어:** CBCT; 보정된 측모두부방사선사진; 계측점의 차이

\*교신저자: 김민지

158-710 서울 양천구 목동 911-1 이화여자대학교 목동병원 치과

02-2650-5112; e-mail: minjikim@ewha.ac.kr

원고접수일: 2014년 6월 20일 / 원고최종수정일: 2014년 7월 11일 / 원고채택일: 2014년 7월 14일

© 2014 대한치과보철학회

이 글은 크리에이티브 커먼즈 코리아 저작자표시-비영리 3.0 대한민국 라이선스에 따라 이용하실 수 있습니다.