



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

변화된 두부위치의
콘빔전산화단층영상에서
reorientation이 교정적 계측점 좌표에
미치는 영향



연세대학교 대학원

치 의 학 과

김 재 훈

변화된 두부위치의
콘빔전산화단층영상에서
reorientation이 교정적 계측점 좌표에
미치는 영향

지도 한 상 선 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2016년 2월 일

연세대학교 대학원

치 의 학 과

김 재 훈

김재훈의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 한 상 선 인

심사위원 정 호 결 인

심사위원 최 성 호 인



연세대학교 대학원

2016년 2월 일

감사의 글

늦은 나이에 대학원 생활을 이어 나갈 수 있을까 반신반의 했고 남들보다 많은 학기를 보냈지만 어느덧 석사 과정을 마무리할 시기를 맞을 수 있어서 감격스럽습니다. 그동안의 시간들은 제 삶의 바탕이 될 많은 배움을 경험한 소중한 기회였습니다. 휴학과 복학을 반복하는 동안 스스로 일어설 수 있도록 훌륭한 가르침과 질책을 아끼지 않으신 그리고 큰 인내를 보여 주신 많은 분들께 머리 숙여 감사드립니다.

먼저 모자란 저를 위해 마무리까지 세심한 지도와 격려로 방향을 잡아 주신 한상선 과장님께 진심으로 감사의 인사를 드립니다. 지지부진하던 논문 작성의 과정에 힘을 실어주시고 결국 갈무리를 지을 수 있도록 독려해주셨기에 얼마 남지 않은 기한 내에 논문을 완성할 수 있었습니다. 그리고 저를 대학원 초기부터 지도해주셨지만 논문준비가 늦어진 관계로 퇴임 전에 마무리를 못하고 학교를 떠나신 박창서 전임 과장님께 죄송하고 감사한 마음 잊지 않겠습니다. 또한 심사과정에서 아낌없는 사랑으로 많은 가르침을 주신 최종훈 교수님께도 감사드립니다.

그리고 저의 대학원입학에 큰 도움을 주시고 처음부터 지금까지 항상 옆에서 응원해 주신 정호걸 교수님, 감사합니다. 논문의 완성에 가장 커다란 도움을 주시고 학교 생활에 대한 조언도 아낌없이 주셨던 은혜는 앞으로의 술자리에서 모두 갚아드리겠습니다. 또한 부족한 저의 뒷감당을 해주시고 언제나 저의 사수이자 형님이셨던 박혁 교수님께 진심으로 감사의 말씀을 전합니다. 자칫 형식적이고 사무적일 수도 있었던 학교생활에서 깊은 정을 느끼게 해주시며 인간적인 대학원 생활을 누릴 수 있게 해 주신 점 결코 잊지 않을 것입니다.

어려운 실험과정이나 논문 진행 과정 중에 막히는 부분에서 활로를 열어 주고 아이디어를 주었던 황재준 선생님께 고마운 마음을 전합니다. 그리고 몸이 열 개라도 부족하게 바쁜 상황에서도 세세하게 많은 일을 도와주고 보조해 준 이정희 선생님께도 깊은 감사드립니다.

마지막으로 사랑하는 가족에게 감사드리며 누구보다도 저를 아껴주고 지지해주는 저의 아내 이혜준에게 사랑한다고 말하고 싶습니다.

차 례

그림 차례	ii
표 차례	iii
국문요약	iv
I. 서론	1
II. 재료 및 방법	2
1. 재료	2
2. 방법	3
1) 건조두개골의 촬영위치	3
2) 콘빔전산화단층촬영	4
3) 계측점의 표지와 좌표값 산출	5
4) reorientation	7
5) 통계분석	7
III. 결과	8
1. 관찰자내 일치도	8
2. reorientation 전 계측점들의 좌표값 비교	8
3. reorientation 후 계측점들의 좌표값 비교	10
IV. 총괄	12
V. 결론	14
참고문헌	15
영문요약	18

그림 차례

Figure 1. A dry skull fixed to the tripod in the CBCT 2

Figure 2. Three-dimensional images from 5 head positions 3

A. Normal position(Horizontal plane) B. Normal position (Sagittal plane)

C. Stationary position (Axial plane) D. 5-degree left tilting

E. 5-degree extension F. 5-degree left rotation G. 5-degree flexion

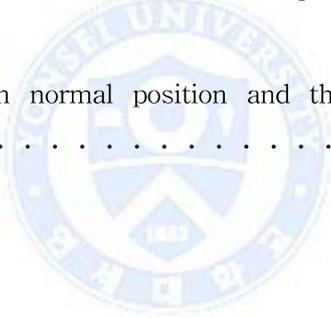
Figure 3. Reconstructed three-dimensional cone-beam computed tomographic image by OnDemand 3D™ 4

Figure 4. 20 landmarks indicated on reconstructed three-dimensional image . . 6



표 차례

Table 1. 20 orthodontic landmarks used in this study	5
Table 2. Cohen's kappa value of intraobserver	8
Table 3. Coordinates before reorientation in 5 head positions	8
Table 4. Distance between normal position and the others in 20 landmarks before reorientation	9
Table 5. Coordinates after reorientation in 5 head positions	10
Table 6. Distance between normal position and the others in 20 landmarks after reorientation	11



국문요약

변화된 두부위치의 콘빔전산화단층영상에서 reorientation이 교정적 계측점 좌표에 미치는 영향

본 연구의 목적은 두부위치의 변화가 교정적 진단을 위한 3차원 계측점의 좌표값에 영향을 미치는지 알아보고 삼차원 영상분석프로그램(OnDemand 3D™)을 이용하여 보정을 시행했을 때에 좌표값의 차이가 있는지 알아보고자 한다.

건조 두개골을 이용하여 세 점에 gutta percha를 고정한 후 기준위치의 영상과 두부위치를 변화시킨 네 가지의 영상을 촬영하였다. 촬영된 다섯 개의 영상에서 기계적 원점이 자동적으로 설정된 후 20개의 교정적 계측점을 표지하고 각각의 좌표점을 계산했다. 기준위치와 변화된 두부위치 영상의 좌표점을 통계학적으로 비교하였고 영상분석프로그램(OnDemand 3D™)을 이용하여 reorientation을 시행한 후의 좌표점을 기준위치와 비교하였다. 결과는 다음과 같다.

1) reorientation 전: 기준 두부위치와 변화된 두부위치 영상의 좌표점 및 거리 사이에는 통계학적으로 유의성 있는 차이가 있었다.

2) reorientation 후: 기준 두부위치와 변화된 두부위치 영상의 reorientation 시행 후의 좌표점 및 거리 사이에는 통계학적으로 유의성 있는 차이는 없었다.

결론적으로 reorientation을 시행하기 전 두부위치의 변화는 삼차원 영상 좌표에 영향을 주었다. 그러나 3개의 gutta percha를 기준점으로 하여 영상분석 프로그램 상에서 reorientation을 시행함으로써 기준 두부위치로 정확한 정합(superimposition)이 가능하였다.

I. 서론

최근에 교정의 정확한 진단과 치료계획 수립을 위해 3차원 영상의 이용에 많은 관심을 가져왔다.^{1,2} 3차원 영상으로 먼저 소개된 단검출기나 다검출기의 전산화단층촬영술은 높은 방사선노출량으로 인해 교정환자에 적용하기에는 어려움이 있었다.³⁻⁸ 최근에는 치과 영역에서 적은 비용, 적은 노출량으로 높은 해상도를 보이는 콘빔전산화단층촬영술이 널리 보급되면서 이를 이용한 3차원적인 분석에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.^{1,9-13} 그런데 전산화단층촬영술과는 달리 콘빔전산화단층촬영은 일반적으로 얇은 상태에서 시행하며 두부고정장치가 잘 갖추어져 있지 않기 때문에 항상 환자의 두부가 동일한 위치에서 촬영하지 못할 수 있다. 이것은 교정적 치료나 수술에 의한 결과를 정확히 비교 평가하는 것을 어렵게 할 수 있다. 이러한 환자의 두부위치 변화가 영상 정보에 미치는 영향에 관한 연구는 많지 않다.^{14,15}

최근 콘빔전산화단층촬영의 사용이 증가함에 따라 콘빔전산화단층촬영 데이터를 이용하여 다양한 정보를 제공하는 영상분석프로그램도 널리 사용되고 있다. 이러한 프로그램 중에는 콘빔전산화단층영상에서 기준이 되는 축을 변화시키는 기능이 있는데 이 기능은 서로 다른 두부위치에서 촬영된 콘빔전산화단층촬영의 보정에 이용될 수 있다.¹⁶⁻¹⁸ 이 기능을 이용한 연구에서 다른 두부위치에서 촬영된 영상에서의 길이나 각도는 정상 위치에서의 것과 차이가 없다고 보고하였다.^{1,3,14,16,19,21} 그러나 두부위치가 변화된 영상과 기준이 되는 두부위치의 영상의 좌표값을 비교하고 영상분석프로그램의 보정 기능을 시행한 후의 좌표값의 정확성을 검증한 논문은 거의 없다. 본 연구는 두부위치의 변화가 교정적 진단을 위한 3차원 계측점의 좌표값에 영향을 미치는지 알아보고 삼차원 영상분석프로그램(OnDemand 3D™)을 이용하여 보정을 시행했을 때에 좌표값의 차이가 있는지 알아보고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

본 연구를 위해서 한 개의 건조 두개골을 이용하였다. 턱관절 부위를 재현하기 위해 1.0mm 두께의 베이스 플레이트 왁스를 이용하여 측두와(temporal fossa)와 하악과두(condylar process)를 연결하였고, 이 건조 두개골을 각도조절이 가능한 삼각대의 연결판에 고정하였다(Figure 1). 영상분석 프로그램에서 각 영상을 중첩시키기 위한 기준 좌표를 얻기 위해 건조 두개골의 세 점(안와하신경이 나오는 두 점 및 큰구멍의 최전방점)에 gutta percha로 표시하였다.



Figure 1. A dry skull fixed to the tripod in the CBCT

2. 방법

1) 건조두개골의 촬영위치

기준 위치에서 두부위치의 변화를 줄 수 있는 세 개의 기준면을 규정하였다. Kumiko Togashi 등의 연구¹⁵을 참조하여 수평면은 왼쪽 porion과 오른쪽 orbitale 까지, 시상면은 수평면과 nasion과 basion의 중간을 거치고, 종단면은 오른쪽과 왼쪽 porion을 포함하고 수평면을 수직으로 거치는 면으로 정의하였다. 건조두개골의 기준위치를 정한 후 좌측 5도 기울임(tilt), 좌측 5도 회전(rotation), 5도 젖힘(extension), 5도 숙임(flexion)으로 변화시켰다(Figure 2).

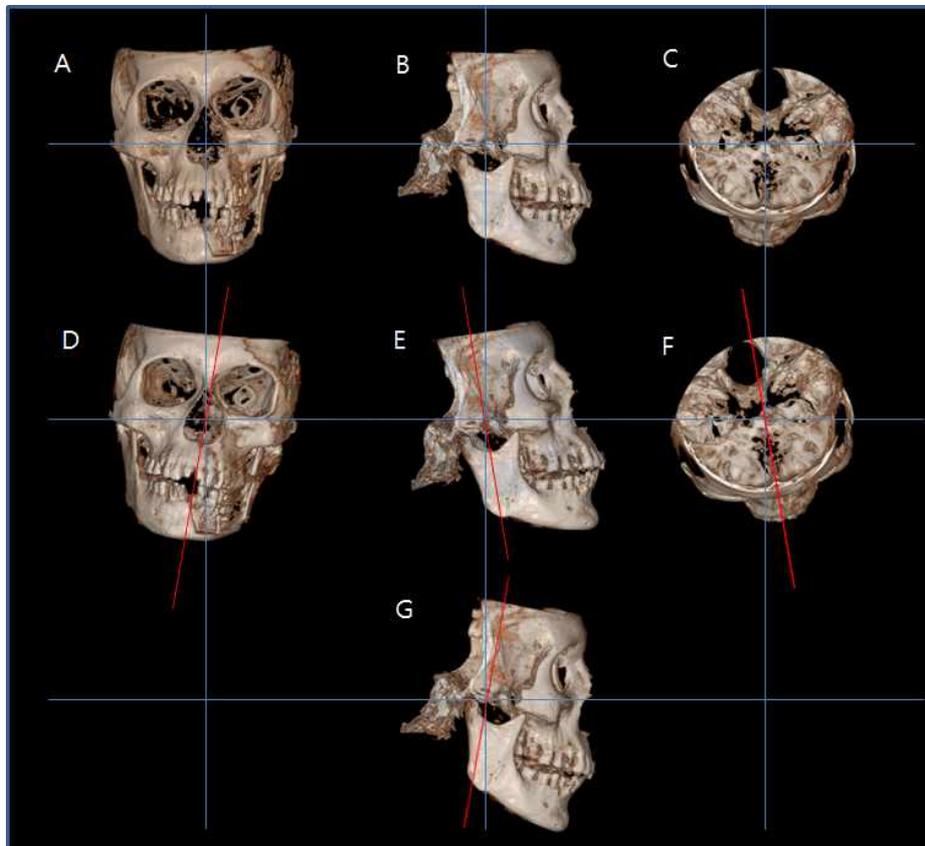


Figure 2. Three-dimensional images from 5 head positions

- A. Normal position(Horizontal plane) B. Normal position (Sagittal plane)
- C. Stationary position (Axial plane) D. 5-degree left tilting
- E. 5-degree extension F. 5-degree left rotation G. 5-degree flexion

2) 콘빔전산화단층촬영

콘빔전산화단층촬영은 연세대학교 치과대학병원 구강악안면방사선과에 보유중인 RayScan Symphony®(Ray Co., Gyeonggi-Do, Korea)를 이용하여 시행하였다. 촬영조건은 관전압 90 kVp, 관전류 10 mA, 노출시간 19.5초였고 조사야(Field of view, FOV)는 14 cm(폭) × 14 cm(높이)였다. 촬영을 통해 얻어진 0.38mm 두께의 축상 영상을 OnDemand 3D™(CyberMed Inc., Seoul, Korea) 프로그램을 이용하여 3차원 영상으로 재구성하였다(Figure 3).

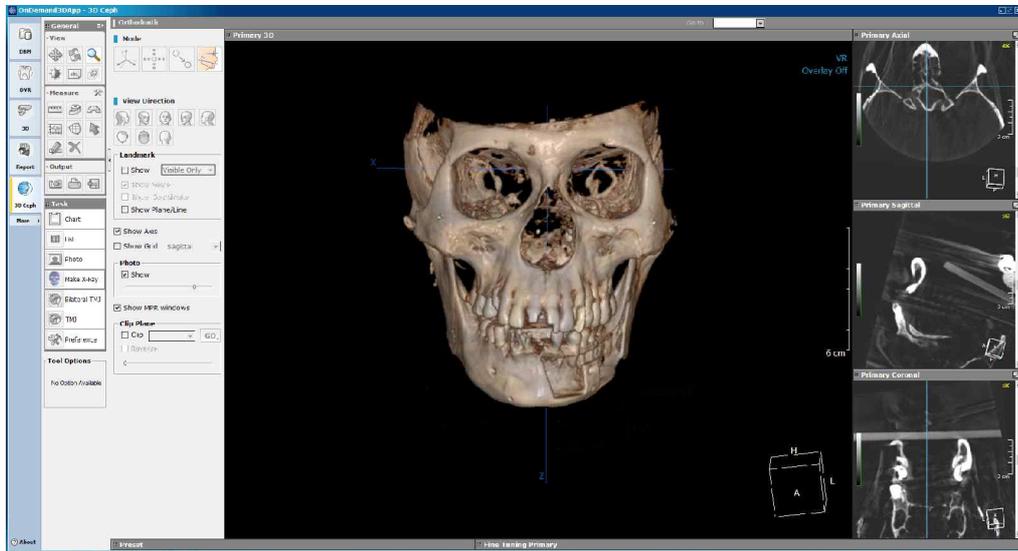


Figure 3. Reconstructed three-dimensional cone-beam computed tomographic image by OnDemand 3D™

3) 계측점의 표지와 좌표값의 산출

교정 진단과 구강외과 수술 시 자주 사용되는 계측점을 실험값으로 이용하였다

(Table 1).²⁰⁻²²

Table 1. 20 orthodontic landmarks used in this study

Symbols	Meanings	Anatomic region
N	Nasion	Frontonasal suture
A	A point	Premaxilla
B	B point	Anterior surface of the mandibular symphysis
Or-R	Orbitale right	Lateroinferior contour of the right orbit
Or-L	Orbitale left	Lateroinferior contour of the left orbit
Pg	Pogonion	Contour of the bony chin
Me	Menton	Lower border of the mandible
Po-R	Porion right	The most superior lateral point of the right external auditory meatus
Po-L	Porion left	The most superior lateral point of the left external auditory meatus
Co-R	Condyle right	Right condyle
Co-L	Condyle left	Left condyle
UIE-R	Upper incisal edge right	Incisal tip of right upper central incisor
UIE-L	Upper incisal edge left	Incisal tip of right lower central incisor
Go-R	Gonion right	Angle of the right mandibular body
Go-L	Gonion left	Angle of the left mandibular body
S	Sella	Pituitary fossa of the sphenoidal bone
ANS	Anterior nasal spine	Median, sharp bony process of the maxilla
PNS	Posterior nasal spine	Posterior sharp bony process of the maxilla
RP-R	Ramus point right	Posterior border of the right mandibular ramus
RP-L	Ramus point left	Posterior border of the left mandibular ramus

영상분석 프로그램인 OnDemand 3D™의 사용경험이 있는 치과의사가 일주일의 기간을 두고 2회에 걸쳐 기준 위치와 변화된 위치의 다면 재구성(Multiplanar reconstruction, MPR) 영상에서 20개 측정점을 표지하여 3차원 좌표값을 얻었다 (Figure 4).

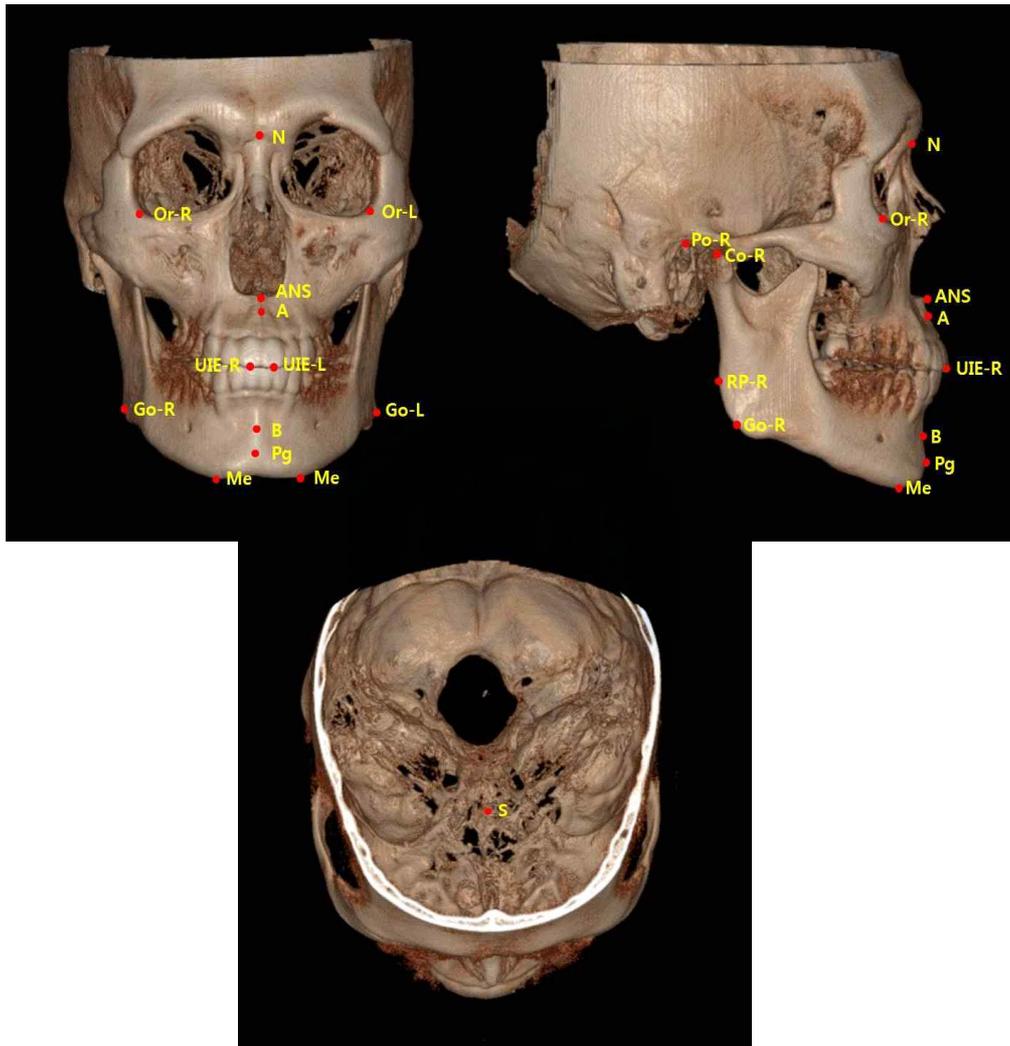


Figure 4. 20 landmarks indicated on reconstructed three-dimensional image

4) Reorientation

Ondemand 3D™의 3D Ceph 프로그램을 이용하여, gutta percha가 부착된 세 점을 표시하면, 두부 위치가 다른 두 영상이 자동으로 reorientation되어 이미 표시된 20개의 좌표점들이 자동으로 정합(superimposition)된다.¹³ 이 과정은 3개의 gutta percha가 이루는 한 평면이 축상 평면(axial plane)을 이루고, 이 면에 수직인 시상면과 관상면이 결정되는 원리다. 여기서 얻은 좌표값들을 이용하여 reorientation 후의 좌표값을 비교 평가하였다.

5) 통계분석

관찰자내의 일치도를 평가하기 위해 급내상관계수(Intraclass coefficient)을 이용하였다. 기준위치와 네 개의 위치변화 영상 간의 동일한 교정적 계측점의 좌표를 비교하기 위하여 paired t-test를 실시하였고, 유의수준은 $p < 0.05$ 에서 검증하였다. 기준위치와 네 개의 두부위치 변화에서 생긴 오차의 정도를 알아보기 위해 동일 계측점의 좌표간 거리를 구하였다. One-way ANOVA를 실시하여 거리차이를 분석하고 Tukey 사후검정을 실시하였다. 수집된 자료는 SPSS(Statistical Package for Social Science) Ver 19.0 통계패키지 프로그램을 사용하여 통계 처리하였다.

III. 결과

1. 관찰자내 일치도

각 측정점들의 두 번 측정된 좌표값에 대해 관찰자내의 일치도를 평가하기 위해 급내상관분석을 실시한 결과 0.8 이상으로 일치도가 높게 나타났다(Table 2). 따라서 본 연구의 연구 데이터로 첫 번째 좌표값을 이용하였다.

Table 2. Cohen's kappa value of intraobserver

Coordinate	Cohen's kappa value
X	0.999
Y	0.998
Z	0.997

2. Reorientation 전 측정점들의 좌표값 비교

기준위치의 영상과 두부위치를 변화시킨 4 개의 영상 사이의 X, Y, Z 좌표값은 Table 3과 같다. X 좌표값에서는 좌측 5도 기울임과 5도 숙임 영상, Y 좌표값에서는 좌측 5도 기울임, 5도 숙임, 5도 젖힘 영상, Z 좌표값에서는 모든 변화된 두부위치에서 통계학적으로 유의성 있는 차이를 보였다(Table 3).

Table 3. Coordinates before reorientation in 5 head positions

Position	X-coordinate	Y-coordinate	Z-coordinate
Normal	66.35±33.84	54.92±37.15	93.32±31.71
Tilt	74.53±33.22*	59.97±38.10*	100.18±31.69*
Rotation	70.12±33.82	58.40±37.07	87.10±31.62*
Flexion	68.31±33.62*	48.78±37.33*	90.77±31.63*
Extension	66.21±33.26	70.13±35.04*	105.23±30.53*

* : statistically significant difference at $p < 0.05$

기준위치 영상과 4 개의 다른 두부위치 영상에서 각 측정점들의 오차 정도를 알아보기 위해 각 측정점에서 기준위치의 측정점 간의 거리를 비교한 결과 통계학적으로 유의성 있는 차이를 보였다(Table 4). 5도 숙임영상에서 거리가 가장 짧은 것으로 나타났고, 5도 젖힘 영상에서 거리가 가장 긴 것으로 나타났다.

Table 4. Distance between normal position and the others in 20 landmarks before reorientation

Landmark	tilt	rotation	flexion	extension
N	18.84	7.61	9.1	31.06
A	14.8	8.85	9.39	24.09
B	7.27	16.99	8.17	21.66
Or-R	18.16	14.15	16.06	24.11
Or-L	14.44	11.69	10.33	32.73
Pg	9.17	11.4	5.79	19.48
Me	10.28	15.34	4.46	21.05
Po-R	10.48	25.26	6.33	19.68
Po-L	6.71	20.09	6.45	11.31
Co-R	15.37	26.02	7.16	20.74
Co-L	8.49	15.96	6.36	19.52
UIE-R	12.54	20.27	10.41	30.44
UIE-L	20.54	8.86	14.82	27.8
Go-R	12.49	21.42	5.57	13.24
Go-L	18.58	14.27	3.94	16.58
S	11.14	15.47	6.36	22.65
ANS	14.85	10.45	6.59	30.56
PNS	12.15	8.55	5.87	21.73
RP-R	15.97	17.87	7.3	22.9
RP-L	11.14	13.02	7.82	20.57
Mean±SD	13.17±3.98 ^b	15.18±5.41 ^b	7.91±3.11 ^a	22.59±5.72 ^c

Same character means a statistically same group(post hoc Tukey's HSD test, $p>0.05$)

3. Reorientation 후 측정점들의 좌표값 비교

기준위치의 영상과 4 개의 다른 두부위치 영상을 reorientation 한 후 측정점들의 좌표값은 Table 5와 같다. 정상위치의 영상과 4 개의 다른 두부위치 영상 사이의 좌표값에는 통계학적으로 유의성 있는 차이가 없었다.

Table 5. Coordinates after reorientation in 5 head positions

Position	X-coordinate	Y-coordinate	Z-coordinate
Normal	-3.66±33.45	-24.14±34.44	19.55±34.75
Tilt	-3.19±33.19	-24.34±35.49	19.40±34.62
Rotation	-3.15±33.62	-23.83±34.28	19.47±34.81
Flexion	-4.01±33.62	-24.41±34.04	19.60±35.14
Extension	-3.71±33.71	-24.08±34.39	19.68±34.50



기준위치와 4 개의 다른 두부위치 영상을 reorientation 한 후 각 측정점에서 기준위치의 측정점 간의 거리를 비교한 결과 모두 통계학적으로 유의성 있는 차이는 없었다(Table 6).

Table 6. Distance between normal position and the others in 20 landmarks after reorientation

Landmark	tilt	rotation	flexion	extension
N	0.85	0.8	0.17	0.64
A	0.55	1.47	0.73	1.42
B	10.69	4.08	4.48	5.15
Or-R	3.87	4.78	3.4	1.73
Or-L	5.72	1.43	6.24	4.78
Pg	2.04	1.49	1.38	2.23
Me	1.14	3.26	2.36	0.72
Po-R	0.58	1.79	1.29	1.78
Po-L	3.75	1.53	2.81	2.05
Co-R	1.16	1.08	1.92	0.59
Co-L	1.29	1.03	1.86	0.62
UIE-R	1.87	0.9	0.84	0.88
UIE-L	1.13	1.79	1.2	1.37
Go-R	1.58	0.74	1.7	1.9
Go-L	8.31	0.47	4.86	2.98
S	3.9	0.88	2.26	1.1
ANS	2.68	2.62	0.9	2.58
PNS	0.95	1.77	2.15	0.58
RP-R	0.25	0.95	0.26	0.49
RP-L	0.64	0.52	0.74	0.34
Mean±SD	2.65±2.77	1.67±1.17	2.08±1.60	1.70±1.35

IV. 총괄

이전 연구들에서 두부위치가 바뀌어도 선 및 각 계측에 영향이 없다는 결과를 보고하여 왔다.^{1,3,14,16,19,21} 이렇게 두부위치 변화에 따른 교정 진단을 위한 계측 오류에 초점이 맞추어져 있는 연구는 많았지만, 연속으로 촬영된 이미지들의 위치 오차를 줄이려는 시도는 드물다. 콘빔전산화단층촬영 시마다 두부의 위치 변화가 일어나게 마련이므로, 정확한 진단을 위하여 믿을만한 정합(superimposition) 방법을 개발하는 것 역시 중요하다.

본 연구에서는 기존 논문을 참고하여 회전(rotation), 기울임(tilt), 숙임(flexion), 젓힘(extension)의 4가지 변화된 두부위치를 설정하였다.^{1,3} 기준위치를 정하고 회전 좌측 5도, 기울임 좌측5도, 숙임 -5도, 젓힘 +5도로 두부위치를 변화시켜 촬영하였다. 임상에서 10도 이상의 두부위치 변화는 일어날 가능성이 적다고 생각되어 5도의 각도변화를 주었다. 이 연구에서는 먼저 이미 알려진 선 및 각 계측 대신, 우선 계측점들의 삼차원 좌표가 두부위치에 따라 달라지는지 알아보았다. 실제로 임상에서는 두부위치가 변화되어 촬영된 영상을 대부분 기계적 원점을 이용해서 분석하게 된다. 이와 동일한 상황을 재현하기 위해 reorientation 전 영상 간 비교 시에는 콘빔전산화단층촬영기 자체의 기계적 원점을 사용하였다. 기계적 원점은 조사야 최우측 전하방점이 자동으로 설정된다.

reorientation 전 기준 위치와 변화된 네 가지 두부위치의 계측점 좌표값 사이에 통계학적으로 유의성 있는 차이를 보였다. 통계학적 차이가 네 가지 두부 위치의 X, Y, Z 좌표 모두에서 일정하게 나타나지는 않은 이유는 일부 계측점이 3차원적으로 정확히 표시하기 어려워 계측점을 찍는 행위 자체의 오차가 있었기 때문에 두부위치의 변화를 일부 상쇄시켰기 때문인 것으로 보인다. 또, 계측점에 따라 3차원적 위치 변화가 특정 축 방향에서는 크지 않을 수 있기 때문에 통계적인 차이가 나타나지 않을 수 있다. 회전이나 기울임은 좌측으로 이동시켰기 때문에 전반적으로 좌측 계측점보다는 우측 계측점에서 정상 위치의 거리 차이가 크게 나타났다.

또한, 이 연구에서는 달라진 두부위치를 인위적으로 일치시키는 보정 과정을 거친 후 기준 두부위치의 좌표들과 통계학적인 차이가 있는지 평가하였다. 보정작업은 3 개의 gutta percha를 축재설정의 기준점으로 이용하는 방법으로 이루어졌고 이를 통해 두부위치 변화로 인한 오차를 줄여줄 수 있는지 알아보았다.

reorientation이 시행된 후에는 기준 두부위치와 변화된 두부위치의 모든 좌표값들에서 통계적으로 유의성 있는 차이가 없었고, 양자간 계측점들 사이의 거리도 통계학적으로 유의성 있는 차이가 없어졌다. 이것은 두부위치가 변화된 채 촬영된 영상도 재현성이 좋은 기준점을 이용하여 reorientation을 시행할 경우 비교적 정확한 중첩(superimposition)이 가능하다는 것을 보여준다. Lagravere 등은 기준점을 표지할 때의 작은 오차가 중첩과정에서 커다란 오류를 야기할 수 있다고 하였다.¹⁴ Jeong 등은 이런 기준점 표지의 오차가 오히려 계측점들 사이의 거리를 중첩 이전보다 증가시킬 수 있다고 하였다.¹⁸ 이 논문에서는 해부학적인 계측점이 아닌 정확하게 표지할 수 있는 gutta percha를 사용함으로써 기준점에 의한 reorientation 오차를 최소화할 수 있었다. 이런 reorientation 과정은 교정 치료 및 수술 전·후의 삼차원적인 비교평가에 유용하게 사용할 수 있는 진단 방법으로서, 이렇게 세 개의 기준점을 이용한 간단한 reorientation 방법은 임상에서 쉽고 빠르게 적용 가능할 것으로 생각된다.

임상에서 교정 및 수술 치료의 효과를 평가하기 위해 변화된 두부위치에서 추가적으로 콘빔전산화단층촬영을 할 경우 reorientation 과정을 통해 동일한 단면을 비교하게 되면 진단을 쉽고 정확하게 할 수 있다. 또한 두부위치가 크게 변화된 경우라 하더라도 정상 두부위치와 정확한 중첩을 시행하는 보정 과정을 통해 불필요한 재촬영의 가능성도 줄일 수 있다. 향후 악골 외부에 gutta percha처럼 정확하게 표지할 수 있는 기준점을 설정하여 보다 정확한 reorientation을 통한 중첩을 할 수 있는 방법에 대한 연구가 필요하다고 생각된다.

V. 결 론

결론적으로 reorientation을 시행하기 전 두부위치의 변화는 삼차원 영상 좌표에 영향을 주었다. 그러나 3 개의 gutta percha를 기준점으로 reorientation을 시행함으로써 거의 동일한 위치로 정합이 가능하였다.



참고문헌

1. El-Beialy AR, Fayed MS, El-Bialy AM, Mostafa YA. Accuracy and reliability of cone-beam computed tomography measurements: Influence of head orientation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140:157-65.
2. Kau C, Richmond S, Palomo J, Hans M. Current products and practice. Three dimensional cone beam computerized tomography in orthodontics. *J Orthod* 2005;32:282-93.
3. Sheikhi M, Ghorbanizadeh S, Abdinian M, Goroohi H, Badrian H. Accuracy of linear measurements of Galileos cone beam computed tomography in normal and different head positions. *Int J Dent* 2012;2:214954,6pages.
4. van Steenberghe D, Naert I, Andersson M, Brajnovic I, Van Cleynenbreugel J, Suetens P. A custom template and definitive prosthesis allowing immediate implant loading in the maxilla: a clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17:663-70.
5. Gahleitner A, Watzek G, Imhof H. Dental CT: imaging technique, anatomy, and pathologic conditions of the jaws. *Eur Radiol* 2003;13:366-76.
6. Cohnen M, Kemper J, Möbes O, Pawelzik J, Mödder U. Radiation dose in dental radiology. *Eur Radiol* 2002;12:634-7.
7. Hein E, Rogalla P, Klingebiel R, Hamm B. Low-dose CT of the paranasal sinuses with eye lens protection: effect on image quality and radiation dose. *Eur Radiol* 2002;12:1693-6.

8. Hagtvedt T, Aaløkken TM, Nøtthellen J, Kolbenstvedt A. A new low-dose CT examination compared with standard-dose CT in the diagnosis of acute sinusitis. *Eur Radiol* 2003;13:976-80.
9. 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;96:508-13.
10. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL. Dosimetry of two extraoral direct digital imaging devices: NewTom cone beam CT and Orthophos Plus DS panoramic unit. *Dentomaxillofac Radiol* 2003;32:229-43.
11. Sukovic P. Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. *Orthod Craniofac Res* 2003;6:31-6.
12. Hashimoto K, Arai Y, Iwai K, Araki M, Kawashima S, Terakado M. A comparison of a new limited cone beam computed tomography machine for dental use with a multidetector row helical CT machine. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;95:371-7.
13. Ziegler CM, Woertcher R, Brief J, Hassfeld S. Clinical indications for digital volume tomography in oral and maxillofacial surgery. *Dentomaxillofac Radiol* 2002;31:126-30.
14. Hassan B, Van Der Stelt P, Sanderink G. Accuracy of three-dimensional measurements obtained from cone beam computed tomography surface-rendered images for cephalometric analysis: influence of patient scanning position. *Eur J Orthod* 2009;31:129-34.
15. Togashi K, Kitaura H, Yonetsu K, Yoshida N, Nakamura T. Three-dimensional cephalometry using helical computer tomography: measurement error caused by head inclination. *Angle Orthod*. 2002;72:513-20.

16. Lagravere MO, Major PW, Carey J. Sensitivity analysis for plane orientation in three-dimensional cephalometric analysis based on superimposition of serial cone beam computed tomography images. *Dentomaxillofac Radiol* 2010;39:400-8.
17. Kitaura H, Yonetsu K, Kitamori H, Kobayashi K, Nakamura T. Standardization of 3-D CT measurements for length and angles by matrix transformation in the 3-D coordinate system. *Cleft Palate Craniofac J* 2000;37:349-356.
18. Hwang JJ, Kim KD, Park H, Park CS, Jeong HG. Factors influencing superimposition error of 3D cephalometric landmarks by plane orientation method using 4 reference points: 4 point superimposition error regression model. *PLoS One*. 2014;9:e110665.
19. Sabban H, Mahdian M, Dhingra A, Lurie AG, Tadinada A. Evaluation of linear measurements of implant sites based on head orientation during acquisition: An ex vivo study using cone-beam computed tomography. *Imaging Sci Dent* 2015;45:73-80.
20. de Oliveira AE, Cevidanes LH, Phillips C, Motta A, Burke B, Tyndall D. Observer reliability of three-dimensional cephalometric landmark identification on cone-beam computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107:256-265.
21. Berco M, Rigali PH Jr, Miner RM, DeLuca S, Anderson NK, Will LA. Accuracy and reliability of linear cephalometric measurements from cone-beam computed tomography scans of a dry human skull. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:17.e1-9.
22. Ludlow JB, Gubler M, Cevidanes L, Mol A. Precision of cephalometric landmark identification: Cone-beam computed tomography vs conventional cephalometric views. *Am J Orthod entofacial Orthop* 2009;136:312.e1-10.

Abstract

The influence on the coordinates of orthodontic landmarks by the reorientation through cone-beam computed tomographic images of varied head position

Jae Hun Kim

Department of Oral & Maxillofacial Radiology, Graduate School,
Yonsei University

(Directed by Professor Sang-Sun Han)

Purpose of this study is to take CBCT images from varied head positions and compare differences before and after reorientation using the image analysis program (OnDemand 3D™).

Images were taken at referenced and four varied head positions using a dry skull marked with three points at which gutta perchas were fixed. In five radiographic images, mechanical origin was set; 20 orthodontic landmarks were indicated and each coordinates were calculated. Coordinates on the images of the referenced and varied head positions were compared by statistical method. Coordinates post-reorientation via image analysis program (OnDemand 3D™) were compared with the referenced coordinates.

1) Pre-reorientation : There was statistically significant differences between coordinates and distances on images of referenced and varied head positions

2) Post-reorientation : There was no statistically significant statistical difference between coordinates and distances on images of referenced and varied head positions

In conclusion, the changes of head position influenced coordinates of three dimensional images before reorientation. However, reorientation using image analysis program with three marked reference points at which gutta perchas were fixed, made accurate superimposition to referenced head position possible.

