

골격성 Ⅲ급 부정교합자의 악교정 수술 시  
3차원 연조직 안모 예측을 위한  
경조직 계측점 평가

연세대학교 대학원

치 의 학 과

노 연 주

골격성 Ⅲ급 부정교합자의 악교정 수술 시  
3차원 연조직 안모 예측을 위한  
경조직 계측점 평가

지도 이 기준 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함


2014년 6월 일

연세대학교 대학원


치 의 학 과

노 연 주

# 노연주의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 이 기준 

심사위원 백 영철 

심사위원 유형석 

연세대학교 대학원

2014년 6월 일

## 감사의 글

논문이 완성되기까지 항상 아낌없는 지도와 격려로 이끌어주신 이기준 지도 교수님께 진심으로 감사 드리며, 많은 관심과 조언으로 부족한 논문을 세심하게 살펴주신 박영철 교수님과 유형석 교수님께 깊은 감사 드립니다.

교정을 공부 할 수 있게 해주신 여의도 성모병원 모성서 교수님과 따뜻한 가르침으로 보살펴주신 백형선 교수님, 황충주 교수님, 김경호 교수님, 차정열 교수님, 정주령 교수님, 김성진 교수님께 감사 드립니다.

논문을 쓰는 동안 많은 도움을 준 금병탁 선생님에게도 감사의 마음을 전합니다.

마지막으로 지금까지 항상 사랑과 믿음으로 지켜봐 주시고 저를 격려해 주신 가족들에게 고마움을 전하고 싶습니다.

2014년 6월 저자 씀

# 차 례

표 차례 .....	ii
그림 차례 .....	iii
국문 요약 .....	iv
1. 서론 .....	1
2. 연구 대상 및 방법 .....	4
2.1 연구 대상 .....	4
2.2 연구 방법 .....	5
2.2.1 CBCT 영상 .....	5
2.2.2 계측점 지정 및 측정 .....	7
2.2.3 계측치의 분석 및 통계처리 .....	11
3. 연구결과 .....	12
3.1 조사자 내 오차 검증 .....	12
3.2 수술 전후 경조직 계측점 변화 .....	12
3.3 수술 전후 연조직 계측점 변화 .....	12
3.4 경조직 이동과 연조직 이동의 연관성 .....	15
3.5 연조직 계측점과 연관성이 높은 경조직 계측점과 이동률 .....	18
4. 고찰 .....	20
5. 결론 .....	25
참고문헌 .....	27

## 표 차례

Table 1. Lateral cephalometric measurement of subject.....	4
Table 2. ICC (Intraclass correlation coefficient) 95% C.I .....	11
Table 3. Pre and post surgery hard tissue landmarks changes .....	13
Table 4. Pre and post surgery soft tissue landmarks changes .....	14
Table 5. Correlation between hard tissue and soft tissue changes on mid facial area.....	15
Table 6-1. Correlation between hard tissue and soft tissue changes associated with teeth and lip .....	16
Table 6-2. Correlation between hard tissue and soft tissue changes associated with teeth and lip .....	17
Table 7-1. Correlation between hard tissue and soft tissue changes on lower facial area .....	17
Table 7-2. Correlation between hard tissue and soft tissue changes on lower facial area .....	18
Table 8. Hard tissue landmarks have a high correlation with midsagittal soft tissue landmarks and proportions between soft tissue and hard tissue changes .....	19
Table 9. Hard tissue landmarks have a high correlation with parasagittal soft tissue landmarks and proportions between soft tissue and hard tissue changes .....	19

## 그림차례

Figure 1. Superimposition of pre and post surgery CBCT images using cranial base .....	5
Figure 2. Reference plane .....	7
Figure 3. Soft tissue landmarks, Hard tissue landmarks .....	8

# 골격성 III급 부정교합자의 악교정 수술 시 3차원 연조직 안모 예측을 위한 경조직 계측점 평가

악교정 수술 환자의 경우 수술은 경조직 상에서 행해지지만, 실제 변화는 연조직 상에서 나타나기 때문에 수술 전후 경조직 변화에 따른 연조직 변화량을 정확히 예측하여 수술계획을 세워야 한다. 이번 연구는 III급 부정교합자의 악교정 수술 후 3차원 연조직 형태 변화 예측을 위한 기준점을 제시하고자 하며, 이를 위해 CBCT를 이용하여 정중시상 영역(midsagittal area)뿐 아니라 방시상 영역(parasagittal area)도 포함하여 주요 연조직 계측점 이동을 결정짓는 경조직 계측점을 찾고, 그 경조직 계측점 이동에 대한 연조직 계측점의 삼차원적 이동률을 구하였다.

연구대상은 총 30명(남 18명, 여 12명)으로 평균나이는 21.4세(남 21.8세, 여 20.9세)이며 한 사람의 외과외사가 상악골은 LeFort I osteotomy, 하악골은 Bilateral intraoral vertical ramus osteotomy (B-IVRO)를 시행하였다. 수술 1주일 전(T1)과 수술 후 4주~8주(T2) 사이에 CBCT를 촬영하고 OnDemand software (CyberMed Inc., Seoul, Korea)를 이용하여 3D images로 재구성 한 뒤 수술 전후 영상을 중첩 하고 경조직 계측점과 연조직 계측점을 지정 및 측정, 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.



1. 상악의 경조직 계측점들은 상순 및 주위 연조직 계측점과 연관성이 낮았다.  
반면 하악의 경조직과 연조직 계측점들은 연관성이 높았다.
2. 입술관련 연조직 계측점인 Ls, Stms 는 M U1과 Z축( $P<0.05$ )으로 연관성이 있었고, Cheilion은 L3 (하악 견치)와 연관성( $P<0.01$ )을 보였으나, U3 (상악 견치)와는 연관성이 없었다.
3. 정중 시상 영역에서 Sn는 ANS, A'는 A, Ls와 Stms는 M U1, Li와 Stmi는 M L1, B'는 B, Pog'은 Pog과 연관성이 높았다.
4. 방시상 영역에서 Alar base는 U3-A, Ch은 L3, Ch-B는 L3-B, Ex-Ch은 L3와 연관성이 높았다.
5. 경조직 이동에 대한 연조직 이동률은 안면의 중앙부위에서 외측으로 갈수록 감소하였다.
6. 시상 및 방시상 영역의 연조직 이동률은 악교정 수술의 치료계획 수립 및 삼차원적인 결과 예측에 도움이 될 수 있을 것이다.

---

핵심이 되는 말 : 골격성 III급, CBCT, 악교정 수술, 방시상 영역, 연조직 안모 예측,  
연조직 이동률

골격성 Ⅲ급 부정교합자의  
악교정 수술 시 3차원 연조직 안모 예측을 위한  
경조직 계측점 평가

<지도교수 : 이 기 준>

연세대학교 대학원 치의학과

노 연 주

## 1. 서론

교정진단 및 치료계획은 일반적으로 경조직 상의 분석에 근거하여 진행되었다. 그러나 환자들의 심미에 대한 인지는 연조직 상에서 일어나기 때문에 진단 및 치료계획 수립 시 연조직이 고려되어야 한다. 환자들의 심미에 대한 요구가 점점 증가됨에 따라 교정치료에서 연조직 분석의 중요성이 강조되고 있다. 특히 악교정 수술 환자의 경우 수술은 경조직 상에서 행해지지만, 실제 변화는 연조직 상에서 나타나기 때문에 수술 전후 경조직 변화에 따른 연조직 변화량을 정확히 예측하여 수술계획을 세워야

만 한다. 경조직이 이동한 만큼 연조직이 같은 양 이동하지 않으며, 경조직 이동에 대한 연조직 이동 비율이 안면부의 모든 곳에서 동일하지 않기 때문에 안면 부위별 연조직 변화를 예측하기 위한 많은 연구가 있었다. 하지만 대부분의 연구가 측모 두부 방사선사진을 이용한 2차원평면상에서 이루어졌다.<sup>7, 22</sup> 연구에 사용된 측모 두부방사선사진은 3차원 입체 구조를 2차원 평면에 나타내므로 안면 정중구조물의 연조직만 관찰 가능하며, 형태나 길이, 각도의 왜곡이 존재한다.

Moss 등<sup>21</sup>은 교정치료 후 연조직 변화를 3차원적으로 평가하는데 laser scanner 사용을 제시 했고, McCance 등<sup>20</sup>과 Baik과 Kim<sup>3</sup>, Verze 등<sup>27</sup>이 laser scanner를 사용하여 수술 전후 연조직의 3차원 분석을 시행했다. 하지만 laser scanner는 연조직 평가를 위해 추가적으로 자료를 채득해야만 하는 단점이 존재 할 뿐만 아니라 경조직과 연조직을 동시에 관찰 할 수 없으므로 경조직과 연조직 중첩 시 오류가 발생할 수 있다.<sup>4</sup> 특히 수술 전후 비교는 정확한 중첩이 필요하므로 안정성이 있는 경조직을 이용하여 중첩을 할 수 있으면서 동시에 연조직도 함께 관찰 할 수 있는 CBCT를 사용하는 것이 적합하다.

삼차원적으로 안면 연조직을 분석한 연구들은 대부분 연조직의 변화를 길이나 각도가 술 후 어떻게 변화하였는지에 초점을 맞추어 평가하였다.<sup>3, 8, 16, 23, 28</sup> 술 후 변화된 결과를 평가하는 것도 중요하지만 실제로 수술은 경조직 상에서 행해지므로 그러한 연조직의 변화를 야기한 경조직의 변화가 어떠한 것이었는지를 평가하고 변화를 양적화하는 것이 필요하다. 그래서 CBCT를 이용하여 경조직과 연조직 변화를 양적화하는 연구가 있었지만 2차원 평면상의 연구에서와 마찬가지로 여전히 정중시상면 상에서의 경조직 이동에 대한 연조직 변화율에 관해서만 예견하고 있는 실정이다.<sup>9</sup>

안면은 입체적이기 때문에 기존에 연구되었던 정중구조물 이외의 안면 부위 외형(contour)에 대한 평가도 시행되어야 한다. 하지만 방사상 영역(Parasagittal area)의 계측점들의 낮은 재현성 때문에 평가가 용이하지 않다. 방사상 영역(Parasagittal area)의 계측점 재현성의 문제점을 극복하고자 Kim 등<sup>26</sup>은 격자(grid)를 이용하여 방사상 영역(Parasagittal area)의 수술 전후 변화를 평가하였고 Lee 등<sup>17</sup>은 중심축을 정하고 방사상의 선을 그어 가장 근접한 경조직과 연조직 변화를 분석하였다. 그러나 이러한 방법들은 술 후 변화를 평가하는 데는 유용하지만 실제로 진단에 활용하여 수술결과를 예측하기엔 복잡하여 사용하기에 어려움이 있다. 2차원상의 술 후 연조직 형태 변화 예측 모의 영상에서처럼 3차원상에서도 연조직 형태 변화 예측을 기준점을 활용하여 할 수 있다면 치료계획 수립에 도움이 될 것으로 생각된다.

따라서 이번 연구는 III급 부정교합자의 악교정 수술 후 3차원 연조직 형태 변화 예측을 위한 기준점을 제시하고자 하며, 이를 위해 CBCT를 이용하여 정중시상 영역(midsagittal area)뿐 아니라 방사상 영역(parasagittal area)도 포함하여 주요 연조직 계측점 이동을 결정짓는 경조직 계측점을 찾고, 그 경조직 계측점 이동에 대한 연조직 계측점의 삼차원적 이동률에 대해 알아 보고자 하였다.

## 2. 연구대상 및 방법

### 2.1 연구대상

연세대학교 치과대학병원 교정과에 내원한 환자 중 골격성 Ⅲ급 부정교합으로 진단 받고 악교정 수술로 치료한 환자를 대상으로 하였다. 조절되지 않은 전신질환이 있거나 안면부 기형이 있는 경우, 양악 수술 이외에 연조직 외형에 영향을 줄 수 있는 부가적인 수술을 시행한 경우, 심한 비대칭이 있는 경우(5mm 이상의 Menton 변위를 가지는 경우)는 연구대상에서 제외하였다.

연구대상은 총 30명(남 18명, 여 12명)으로 평균나이는 21.4세(남 21.8세, 여 20.9세)이며 한 사람의 외과의사가 상악골은 LeFort I osteotomy, 하악골은 Bilateral intraoral vertical ramus osteotomy (B-IVRO)를 시행하였다

연구대상 선정을 위해 사용된 촬영한 측모 두부방사선 사진은 초진시 촬영한 것으로 V - Ceph Program(Osstem, Seoul, Korea)을 사용하여 한 사람에 의해 계측되었다. 주요 측모 두부방사선 사진 계측치는 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Lateral cephalometric measurement of subject.

Lateral ceph measurement	Mean	S.D.
SNA (°)	81.65	3.8
SNB (°)	83.56	4.85
ANB (°)	-1.91	2.29
Wits (mm)	-9.68	4.86
SN-GoMe (°)	35.24	6.86
U1 to SN (°)	111.34	8.1
IMPA (°)	83.82	6.69

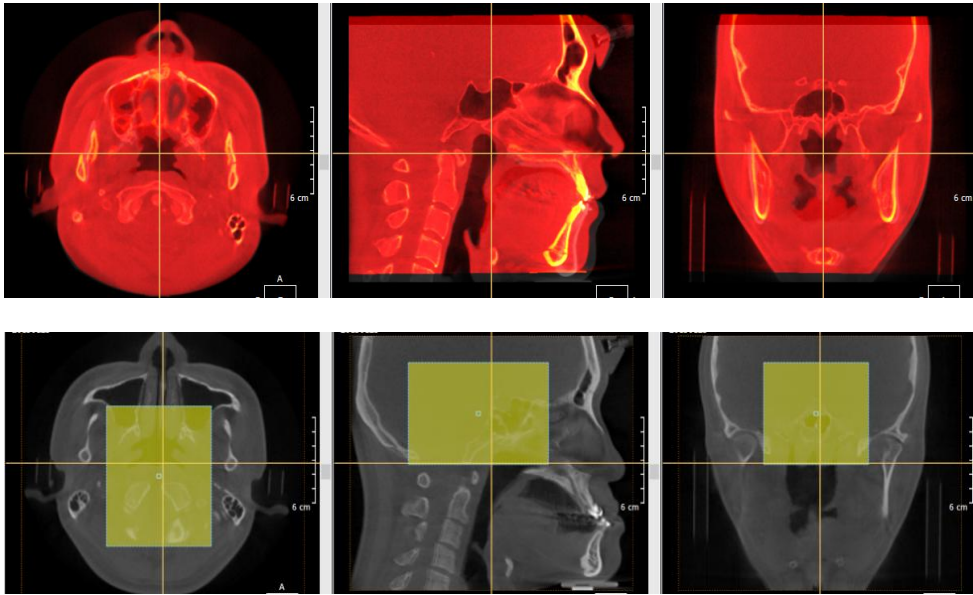


Figure 1. Superimposition of pre and post surgery CBCT images using cranial base.

## 2.2 연구 방법

### 2.2.1 CBCT 영상

골격성 III급 부정교합을 가진 30명의 환자는 수술 1 주일 전(T1)과 수술 후(T2)에 CBCT(Alphard3030, Asahi Roentgen Inc., Kyoto, Japan: field of view of 20×17.9 cm, 80 kVp and 5 mA)를 촬영하였다. 이번 연구에서는 수술 전후 치아 위치 변화에 의한 입술의 변화에 관해서도 연관성을 알아보려고 하였으므로 수술의 결과가 아닌 술 후 교정력에 의한 치아이동에 의해 입술의 외형이 영향을 받지 않으면서도 술 후 부종이 사라져 연조직을 평가할 수 있는 시기인 수술 4주 ~ 8주 후(T2)에 CBCT를 촬영하였다. Kau등의 악교정 수술 후 1일 ~ 6개월간의 연조직 부종 평가에 대한 연구<sup>10, 11</sup>에 의하면 수술 한달 이내에 술 후 부종은 급격하게 많은 감소를 보인

다고 하였으며, Ryckman<sup>24</sup>등의 수술 후 연조직 변화에 대한 기존의 연구도 술 후 1개월~2개월의 자료들을 이용하여 연조직을 평가하였다.

촬영된 CBCT raw data는 DICOM(digital imaging and communication in medicine) image로 전환 후 0.39 cm slice thicknesses로 OnDemand software (CyberMed Inc., Seoul, Korea)를 이용하여 3D images로 재구성되었다.

OnDemand software (CyberMed Inc., Seoul, Korea)의 superimposition기능을 이용하여 술 전 3D영상과 술 후 3D 영상을 중첩하였다. 안정적이며 악교정 수술에 의해 변화하지 않는 두개저 부위의 구조물을 사용하여 중첩을 시행하였다. (Fig 1)<sup>1,5</sup>

좌우 Orbitale points와 우측 Porion으로 FH plane을 형성하고, FH plane과 평행하면서 Nasion을 지나는 평면을 수평면(Horizontal plane)으로, FH plane에 수직이면서 Nasion을 지나는 평면을 정중시상면(Midsagittal plane)으로, 수평면(Horizontal plane) 과 정중시상면(Midsagittal plane)에 수직이면서 Nasion을 지나는 평면을 관상면(Coronal plane)으로 지정하였다.

수평면을 X축, 관상면을 Y축, 정중시상면을 Z축, Nasion을 원점(0.0.0)으로 하는 기준 좌표축을 형성하였다. 각 landmark의 삼차원적 위치는 좌표(X, Y, Z)로 나타낸다. 원점으로부터 상방, 후방, 좌측은 +값을, 원점으로부터 하방, 전방, 우측은 -값을 가진다.(Fig 2)

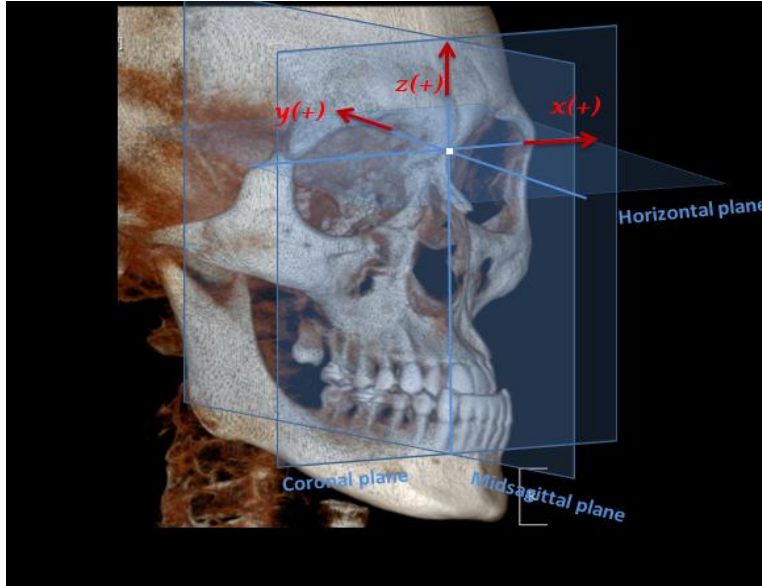


Figure 2. Reference plane; Horizontal plane = X axis, Coronal plane = Y axis, Midsagittal plane=Z axis ; Nasion = Zero point (0.0.0)

; superior,posterior,left : +, inferior,anterior,right : -.

### 2.2.2 계측점 지정 및 측정

계측점의 위치는 좌표계 ( X, Y, Z)로 표현했다. (Fig 3)

연조직 계측점은 기존의 연조직 분석에서 주로 사용되는 재현성이 인정된 계측점들을 사용하였으며 <sup>2, 6, 25</sup> 재현성이 증명되지 않은 방사상 영역은 재현성이 인정된 계측점들의 교차점에 해당하는 연조직 표면의 point를 계측점으로 지정하였다. (예 : Ch-A' Rt & Lt, Ch-B' Rt & Lt, Ex-Sn Rt & Lt, Ex- Ch Rt & Lt)



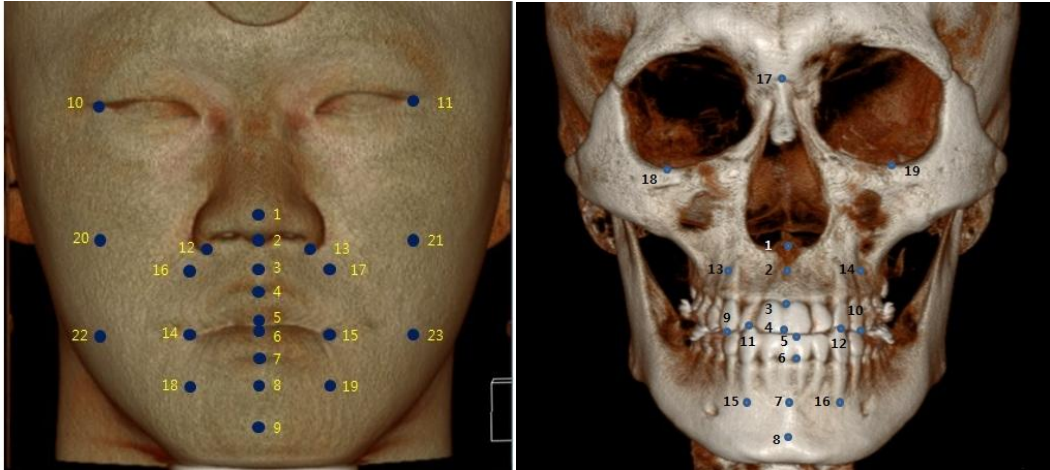


Figure 3. Soft tissue landmark 1~15 : digitized points, 16~23 : constructed points

Hard tissue landmark 1~12 : digitized points, 13~16 : constructed points

경조직 계측점은 경조직 분석시 통상적으로 사용되는 계측점 중 연조직 계측점과 가장 근접한 계측점을 사용하였으며, 경조직에서 수술 시 절단선에 위치 할 가능성이 있는 부분들은 배제하였다.

연조직 계측점인 Ch-A' Rt & Lt, Ch-B' Rt & Lt에 근접한 경조직 점들은 연조직 계측점을 지정할 때와 같은 방식으로 다른 경조직 계측점들의 교차점에 해당하는 경조직 표면상의 point를 사용하였다. (A - U3 tip Rt & Lt, B - L3 tip Rt & Lt )

### 연조직 계측점

1. Pn (pronasale): 코의 최전방점
2. Sn (subnasale): 코와 상순이 연결되는 중간점으로 인중의 상부 꼭지점
3. A' : (soft tissue A point): 인중의 최심점

4. Ls (labrale superius): 상순의 최전방점
5. Stms (stomion superius): 상순의 최하방점
6. Stmi (stomion infrerus): 하순의 최상방점
7. Li (labrale inferius): 하순의 최전방점
8. B'(soft tissue B point): 이순구의 최심점
9. Pog' (soft tissue pogonion): 가장 전방으로 돌출된 턱끝점
10. 11. Ex (exocanthion) Rt & Lt: 정면에서 보이는 외측 안각(양측성)
12. 13. Ala base Rt & Lt: 비익의 최하방점(양측성)
14. 15. Ch (cheilion) Rt & Lt: 입꼬리의 끝점(양측성)
16. 17. Ch-A' Rt & Lt: midsagittal plane에 평행이면서 Ch point를 지나는 직선과 midsgittal plane에 수직이면서 A' point를 지나는 직선의 교차점의 연조직 표면상의 point(양측성)
18. 19. Ch-B' Rt & Lt: midsagittal plane에 평행이면서 Ch point를 지나는 직선과 midsgittal plane에 수직이면서 B' point를 지나는 직선의 교차점의 연조직 표면상의 point (양측성)
20. 21. Ex-Sn Rt & Lt: midsagittal plane에 평행이면서 Ex point를 지나는 직선과 midsgittal plane에 수직이면서 Sn point를 지나는 직선의 교차점의 연조직 표면상의 point(양측성)
22. 23. Ex- Ch Rt & Lt: midsagittal plane에 평행이면서 Ex point를 지나는 직선과 midsgittal plane에 수직이면서 Ch point를 지나는 직선의 교차점의 연조직 표면상의 point(양측성)

## 경조직 계측점

1. ANS(Anterior nasal spine) : 전상악골의 최전방점
2. A (subspinale) : 전비극과 치조돌기 사이 골의 곡선의 최심점
3. Pr(Prosthion) : 상악 중절치 백악-법랑 경계부위의 상악 치조돌기의 최전방점
4. M U1 : 상악 중절치 incisal edge들의 중앙점.
5. M L1 : 하악 중절치 incisal edge들의 중앙점
6. Id(Infradentale) : 하악 중절치 백악-법랑 경계부위의 하악 치조돌기의 최전방점
7. B(Supramentale) : infradentale와 pogonion사이 하악골의 최심점
8. Pog (Pogonion) : 이부 외형의 최전방점
9. 10. U3 Rt & Lt: 상악 canine의 치관 tip (양측성)
11. 12. L3 Rt & Lt: 하악 canine의 치관 tip (양측성)
13. 14. U3- A Rt & Lt: midsagittal plane에 평행하면서 U3 tip point를 지나는 직선과 midsagittal plane에 수직이면서 A point를 지나는 직선의 교차점의 경조직 표면의 point(양측성)
15. 16. L3- B Rt & Lt: midsagittal plane에 평행하면서 L3 tip point를 지나는 직선과 midsagittal plane에 수직이면서 B point를 지나는 직선의 교차점의 경조직 표면의 point(양측성)
17. N(nasion) : 전두비골융합의 정중시상면에서의 최후방점
18. 19. Or(Orbitale) Rt & Lt : 안와하연의 최하방점 (양측성)

Table 2. ICC (Intraclass correlation coefficient) 95% C.I.

전체		0.9997
좌표별	X	0.9993
	Y	0.9963
	Z	0.9993

### 2.2.3 계측치의 분석 및 통계 처리

조사자내 오차 검증은 ICC (intraclass correlation coefficient) 로 시행하였고, 술 전, 술후 계측점의 X,Y,Z 좌표의 비교는 wilcoxon signed rank test, 경조직 계측점 과 연조직 계측점의 이동의 상관성은 spearman correlation coefficient을 통해 분석 하였다.

### 3. 연구 결과

#### 3.1 조사자 내 오차 검증 (Table 2)

무작위로 10개의 Sample을 선택하여 2주 간격으로 동일한 조사자에 의해 측정점을 측정하여 비교하였다. 첫번째 측정값과 두번째 측정값을 ICC로 비교했을 때 두 측정값간의 통계적인 차이점이 없었다. 연구에는 첫 번째 측정한 값을 사용하였다.

#### 3.2 수술 전후 경조직 측정점 변화 (Table 3)

M U1, M L1, Pr, Id, L3-B Rt, L3-B Lt, B, Pog은 후방으로 이동하였으며, M U1은 하방으로 이동하였다. 통계적인 유의성은 없었지만 상악의 측정점인 ANS, A, U3-A Rt, U3-A Lt는 하방으로 하악의 측정점인 M L1, Id, L3- B Rt, L3- B Lt, B, Pog은 상방으로 이동하였다.

#### 3.3 수술 전후 연조직 측정점 변화 (Table 4)

상악의 측정점 중 Ls와 stms를 제외한 나머지 측정점들(Pn, Sn, Alar Rt, Alar Lt, Ch-A' Rt, Ch-A' Lt, Ex-Sn Rt, Ex-Sn Lt)은 전방으로, 하악의 측정점인 stmi, Li, B', Pog' Ch Rt, Ch Lt, Ch-B' Rt, Ch-B' Lt는 후방으로 이동하였다. ( $P < 0.01$ )

X축으로의 변화는 유의성이 없었으며, Z축으로의 변화도 대부분 유의성이 없었으나 Ls와 Stms가 하방으로 이동한 것은 유의성이 있었다

Table3. Pre and post surgery hard tissue landmarks changes (wilcoxon signed rank test)

landmark	$\Delta X$				$\Delta Y$				$\Delta Z$			
	median	min	max	p value	median	min	max	p value	median	min	max	p value
ANS	0	-1.94	2.09	0.391	0.17	-4.1	1.66	0.62	-0.26	-3.9	3.84	0.79
A	0	-0.69	4.44	0.1	-0.08	-3.77	1.65	0.243	-0.86	-3.87	6.75	0.248
U3-A Rt	-0.16	-2.37	3.92	0.113	-1.38	-5.41	2.32	0.001	-0.67	-4.2	7.22	0.058
U3-A Lt	0.42	-5	4.26	0.082	-0.11	-6.38	8.63	0.048	-0.89	-4.4	6.23	0.078
Pr	0.2	-1.55	5.23	0.091	1.14	-2.07	5.1	0.002	-0.39	-3.98	3.58	0.131
M U1	0.14	-2.07	4.58	0.228	2.10	-2.09	6.24	0.001*	-1.35	-4.8	3.54	0.004
M L1	-0.21	-4.21	3.00	0.174	8.01	3.54	16.24	0.001*	0.87	-4.42	8.57	0.107
Id	-0.31	-4.78	2.98	0.073	8.82	4.15	18.97	0.001*	0.37	-3.9	9.23	0.269
L3-B Rt	-1.16	-7.07	4.29	0.008	11.65	5.82	22.09	0.001*	0.80	-4.28	15.13	0.121
L3-B Lt	0.38	-3.47	3.1	0.016	11.41	5.56	22.48	0.001*	0.87	-4.76	14.47	0.137
B	-0.27	-7.55	3.86	0.055	10.94	5.98	20.1	0.001*	0.91	-4.57	14.69	0.074
Pog	-0.28	-7.26	5.03	0.011	11.82	1.33	24.27	0.001*	1.48	-6.61	12.51	0.007
U3 Rt	-0.15	-1.83	3.24	0.094	1.54	-6.53	5.25	0.001*	0.45	-1.39	4.73	0.043
U3 Lt	0.56	-5.21	4.68	0.025	2.62	-1.97	12.54	0.001*	0.04	-3.01	3.65	0.062
L3 Rt	-1.33	-5.8	2.14	0.008	8.27	2.57	17.45	0.001*	1.27	-3.29	10.02	0.043
L3 Lt	0.17	-3.81	3.61	0.069	7.66	3.33	16.03	0.001*	0.68	-3.03	7.54	0.043

\*, P< 0.001

Table4. Pre and post surgery soft tissue landmarks changes (wilcoxon signed rank test)

landmark	$\Delta X$				$\Delta Y$				$\Delta Z$			
	median	min	max	p value	median	min	max	p value	median	min	max	p value
Pn	-0.08	-1.49	1.26	0.829	-0.74	-2.07	0.14	0.001*	0.81	-2.71	2.26	0.011
Sn	-0.03	-2.27	0.92	0.869	-2.29	-5.97	0.61	0.001*	0.43	-2.09	2.06	0.292
Alar Rt	-0.60	-2.93	2.98	0.341	-2.46	-3.92	1.00	0.001*	0.02	-2.47	1.97	0.78
Alar Lt	0.00	-2.84	3.27	0.79	-2.17	-4.31	1.83	0.001*	0.17	-2.02	1.95	0.501
Ls	0.02	-2.56	3.78	0.316	0.31	-1.39	7.48	0.028	-2.33	-6.93	1.66	0.001*
stms	0.28	-2.18	5.66	0.28	1.51	-2.23	11.73	0.005	-1.87	-6.29	2.72	0.001*
stmi	0.03	-4.88	5.52	0.949	7.25	0.61	14.5	0.001*	-2.00	-9.31	9.35	0.028
Li	0.47	-5.35	4.96	0.909	7.77	3.65	17.25	0.001*	-3.7	-12.7	12.11	0.006
B'	-0.71	-7.88	4.58	0.264	9.45	4.01	20.28	0.001*	-1.64	-7.67	6.97	0.159
Pog'	-0.63	-6.94	4.07	0.101	9.17	-0.92	22.59	0.001*	1.1	-6.92	8.62	0.107
Ch Rt	0.22	-4.38	7.34	0.648	3.8	-5.63	14.25	0.001*	-0.2	-3.16	2.78	0.509
Ch Lt	-0.81	-5.43	3.99	0.269	3.66	-2.12	13.47	0.001*	-0.67	-5.42	4.89	0.182
Ch-A' Rt	-0.27	-4.04	7.01	0.732	-1.55	-4.01	6.06	0.001*	-1.03	-5.58	7.02	0.009
Ch-A' Lt	0.17	-5.43	3.99	0.354	-1.86	-4.07	6.45	0.001*	-1.27	-5.91	6.37	0.014
Ch-B' Rt	-0.2	-3.72	7.01	0.666	7.63	-1.34	20.14	0.001*	-0.84	-7.74	6.41	0.424
Ch-B' Lt	0.51	-5.11	4.32	0.439	7.86	-0.29	19.71	0.001*	-0.98	-7.74	7.07	0.424
Ex-Sn Rt	0.00	-3.97	1.47	0.269	-1.67	-5.17	6.06	0.001*	0.18	-1.82	2.45	0.395
Ex-Sn Lt	0.23	-3.8	2.94	0.638	-1.63	-4.78	3.33	0.003	0.32	-1.49	3.11	0.118
Ex-Ch Rt	-0.26	-3.64	2.13	0.248	1.55	-4.24	15.81	0.005	-0.12	-3.38	3.75	0.534
Ex-Ch Lt	0.17	-4.78	2.19	0.97	2.75	-5.56	13.47	0.008	-0.48	-6.41	4.52	0.238

\*, P< 0.001

### 3.4 경조직 이동과 연조직 이동의 연관성

중안면부의 계측점 중예선 ANS와 Sn(P<0.05), A와 A' (P<0.05), U3-A Rt와 Alar Rt(P<0.01), U3-A Lt와 Alar Lt (P<0.01)가 상관관계가 있었다. (Table 5) Ch Rt, Ch Lt, Ch-A' Rt, Ch- A' Lt는 ANS, A, U3-A Rt, U3-A Lt와 연관성이 없었다.

치아 및 입술 관련 계측점 중예선 M U1은 Ls와 Stms 이외의 연조직 계측점과는 연관성이 없는 것으로 나타났으며, Ls와 Stms에서도 Z축에서만 연관성이 있었다 (P<0.05). U3 Rt와 U3 Lt는 모든 연조직 계측점과 연관성이 없었다.

Table 5. Correlation between hard tissue and soft tissue changes on mid facial area (spearman correlation coefficient)

		△Pn	△Sn	△A'	△Alar Rt	△Alar Lt
△ANS	X	NS	0.395*	0.464*	NS	NS
	Y	NS	0.422*	NS	NS	NS
	Z	NS	NS	NS	0.547**	0.495*
	D	NS	NS	NS	NS	NS
△A	X	NS	NS	0.451*	NS	NS
	Y	NS	NS	0.444*	NS	NS
	Z	NS	NS	NS	NS	NS
	D	NS	NS	NS	NS	NS
△U3-A Rt	X	NS	NS	NS	NS	NS
	Y	NS	NS	NS	0.515**	NS
	Z	NS	NS	NS	0.474*	NS
	D	NS	NS	NS	NS	NS
△U3-A Lt	X	NS	NS	NS	NS	NS
	Y	NS	NS	NS	NS	0.564**
	Z	NS	NS	NS	NS	0.46*
	D	NS	NS	NS	NS	NS

NS, not significant ; \*, P<0.05; \*\*, P<0.01 ; D, 3D distance



M L1과 Id는 Stmi, Li, Ch Rt, Ch Lt, Ch-B' Rt, Ch-B' Lt 및 Ex-Ch Rt, Ex-Ch Lt와 연관성을 보였으며, 특히 Y축에서 높은 연관성이 있었다. L3 Rt와 L3 Lt도 L1, Id와 같이 Stmi, Li, Ch Rt, Ch Lt, Ch-B' Rt, Ch-B' Lt, Ex-Ch Rt, Ex-Ch Lt와 연관성을 보였고, Ch Rt, Ch Lt에선 M L1, Id보다 더 높은 연관성(P<0.01)을 나타냈다. (Table 6-1, 6-2)

Table 6-1) Correlation between hard tissue and soft tissue changes associated with teeth and lip (spearman correlation coefficient)

		△Ls	△stms	△stmi	△Li	△Ch Rt	△Ch Lt
△Pr	X	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Y	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Z	0.405*	NS	NS	NS	NS	NS
	D	NS	0.462	NS	NS	NS	NS
△M U1	X	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Y	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Z	0.521*	0.486*	NS	NS	NS	NS
	D	NS	0.586*	NS	NS	NS	NS
△M L1	X	NS	0.462*	0.475*	0.677**	NS	0.585**
	Y	NS	NS	0.675**	0.791**	0.573**	0.468*
	Z	NS	NS	0.458*	0.442*	0.462*	NS
	D	NS	NS	0.731**	0.832**	0.618**	0.581**
△Id	X	NS	0.437*	0.456*	0.635**	NS	0.604**
	Y	NS	NS	0.636**	0.796**	0.651**	0.476*
	Z	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	D	NS	NS	0.694**	0.81**	0.592**	0.484*
△U3 Rt	X	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Y	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Z	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	D	NS	NS	NS	NS	NS	NS
△U3 Lt	X	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Y	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Z	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	D	NS	NS	NS	NS	NS	NS
△L3 Rt	X	NS	NS	NS	0.581**	NS	NS
	Y	NS	NS	0.613**	0.704**	0.832**	0.577**
	Z	NS	NS	0.475*	0.453*	0.672**	0.532**
	D	NS	NS	0.741**	0.716**	0.831**	0.57**
△L3 Lt	X	NS	NS	0.549**	0.572**	NS	NS
	Y	NS	NS	0.646**	0.724**	0.618**	0.809**
	Z	NS	NS	0.427*	0.421*	NS	0.623**
	D	NS	NS	0.725**	0.762**	0.614**	0.803**

NS, not significant ; \*, P<0.05; \*\*, P<0.01 ; D, 3D distance

Table 6-2. Correlation between hard tissue and soft tissue changes associated with teeth and lip (spearman correlation coefficient)

		$\Delta\text{Ch-A}$ Rt	$\Delta\text{Ch-A}$ Lt	$\Delta\text{Ch-B'}$ Rt	$\Delta\text{Ch-B'}$ Lt	$\Delta\text{Ex-Ch}$ Rt	$\Delta\text{Ex-Ch}$ Lt
$\Delta\text{Pr}$	X	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Y	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Z	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	D	NS	NS	NS	NS	NS	NS
$\Delta\text{M U1}$	X	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Y	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Z	NS	NS	NS	NS	NS	NS
$\Delta\text{M L1}$	D	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	X	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Y	NS	NS	0.744**	0.779**	0.516**	0.635**
	Z	NS	NS	0.396*	0.434*	0.401*	0.27*
$\Delta\text{Id}$	D	NS	NS	0.718**	0.75**	NS	0.514**
	X	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Y	NS	NS	0.794**	0.756**	0.54**	0.593**
	Z	NS	NS	NS	NS	NS	NS
$\Delta\text{U3}$ Rt	D	NS	NS	0.725**	0.744**	NS	0.476*
	X	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Y	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Z	NS	NS	NS	NS	NS	NS
$\Delta\text{U3}$ Lt	D	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	X	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Y	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Z	NS	NS	NS	NS	NS	NS
$\Delta\text{L3}$ Rt	D	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	X	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Y	NS	NS	0.748**	0.626**	0.688**	0.651**
	Z	NS	NS	0.427*	0.506**	NS	NS
$\Delta\text{L3}$ Lt	D	NS	NS	0.664**	0.77**	NS	0.435*
	X	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Y	NS	NS	0.691**	0.783**	0.522**	0.773**
	Z	NS	NS	0.415*	0.442*	NS	0.503**
	D	NS	NS	0.674**	0.754**	NS	0.462*

NS, not significant ; \*, P<0.05; \*\*, P<0.01 ; D, 3D distance

Table 7-1. Correlation between hard tissue and soft tissue changes on lower facial area (spearman correlation coefficient)

		$\Delta\text{B'}$	$\Delta\text{Pog'}$
$\Delta\text{B}$	X	0.933**	$\Delta\text{Pog}$ X 0.801**
	Y	0.899**	Y 0.947**
	Z	0.611**	Z 0.682**
	D	0.813**	D 0.832**

NS, not significant ; \*, P<0.05; \*\*, P<0.01 ; D, 3D distance

Table 7-2. Correlation between hard tissue and soft tissue changes on lower facial area (spearman correlation coefficient)

		$\Delta$ Ch Rt	$\Delta$ Ch Lt	$\Delta$ Ch-B' Rt	$\Delta$ Ch-B' Lt	$\Delta$ Ex-Ch Rt	$\Delta$ Ex-Ch Lt
$\Delta$ L3-B Rt	X	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Y	0.674**	0.472*	0.8**	0.751**	0.531**	0.594**
	Z	NS	0.482*	0.457*	0.451*	NS	0.442*
	D	0.659**	0.438*	0.814**	0.616**	NS	0.505**
$\Delta$ L3-B Lt	X	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Y	0.658**	0.495*	0.802**	0.82**	0.591**	0.611**
	Z	NS	0.457*	0.446*	0.464*	NS	0.412*
	D	0.655**	0.52**	0.71**	0.821**	NS	0.519**

NS, not significant ; \*, P<0.05; \*\*, P<0.01 ; D, 3D distance

하안면부의 경조직 계측점들과 연조직 계측점들은 서로 높은 상관관계를 보였다. (P<0.01) 특히 B와 B', Pog과 Pog'는 연관성이 매우 높게 나타났다. (Table 7-1)

Ch-B' Rt, Ch-B' Lt는 B, Pog과도 연관성이 있었지만 L3-B Rt, L3-B Lt에서 더 높은 연관성을 보였다(P<0.01). (Table 7-2)

### 3.5 연조직 계측점과 연관성이 높은 경조직 계측점과 이동률

B에 대한 B'의 전후방 이동률은 0.894, Pog에 대한 Pog'의 전후방 이동률은 0.974이었고, 수직이동률은 각각 0.96, 0.859였다. 서로 연관성이 높은 연조직 계측점과 경조직 계측점을 정중시상 영역(midsagittal area)과 방시상 영역(parasagittal area)으로 나누어 table 8과 9에 나타내었고 경조직 이동에 대한 연조직 이동률도 함께 제시하였다.

Table 8. Hard tissue landmarks have a high correlation with midsagittal soft tissue landmarks and proportions between soft tissue and hard tissue changes.

Soft tissue	Hard tissue	X(좌우)	Y(전후)	Z(상하)
Sn	ANS	0.15	0.297	NS
A'	A	0.433	0.154	NS
Ls	M U1	NS	NS	1.49
Stms	M U1	NS	NS	1.47
Stmi	M L1	0.765	0.862	0.597
Li	M L1	0.692	0.969	1.124
B'	B	0.938	0.894	0.96
Pog'	Pog	0.964	0.974	0.859

NS, not significant

Table 9 Hard tissue landmarks have a high correlation with parasagittal soft tissue landmarks and proportions between soft tissue and hard tissue changes.

Soft tissue	Hard tissue	X(좌우)	Y(전후)	Z(상하)
Alar base Rt	U3 A Rt	NS	0.758	0.248
Alar base Lt	U3 A Lt	NS	0.823	0.298
Ch Rt	L3 tip Rt	NS	0.442	0.485
Ch Lt	L3 tip Lt	NS	0.496	0.508
Ch- B Rt	L3 B Rt	NS	0.673	0.317
Ch- B Lt	L3 B Lt	NS	0.699	0.378
Ex - Ch Rt	L3 tip Rt	NS	0.158	0.491
Ex - Ch Lt	L3 tip Lt	NS	0.174	0.502

NS, not significant

## 4. 고찰

안면 연조직을 연구하기 위해 쓰이는 Laser scanner 및 3D photograph가 표면질감 및 색상은 CBCT보다 좀 더 부가적인 정보를 줄 수 있다. 하지만 Maal<sup>19</sup> 등에 의하면 registration과정에서 여전히 error가 존재하며, 연조직 구조물들은 술 전 술 후 중첩을 할 수 있을 만큼 안정적이지 않다. Cervidanis 등은 3D photography, laser scanning를 이용한 치료 전후의 연조직을 비교하는 방법은 안정적인 기준이 없기 때문에 연조직 변화를 정확하게 양적화 할 수 없다고 하였다.<sup>5</sup> 이번 연구는 수술 전후의 연조직 변화를 비교하고자 했으므로 정확한 중첩이 필수적이었고 그래서 CBCT를 이용하여 연조직을 관찰하고, 수술결과로 변하지 않는 안정적인 두개저 구조물을 이용하여 중첩을 시행하였다.

CBCT를 이용하여 삼차원적으로 악교정 수술 후 연조직과 경조직의 변화를 예측하려는 연구들이 있었지만<sup>9, 12, 13, 15, 17, 18, 28</sup> <sup>14, 16</sup> 안면부 연조직 계측점의 한계성 때문에 눈, 코, 입 등의 주요 구조물 위주의 연조직 분석이 대부분이었다. 그러나 주요 구조물 이외의 안면부위도 수술에 의해 외형이 변화하고 그 변화에 대한 평가가 필요하므로 안면의 삼차원적 외형을 분석하려는 연구들이 있었다. Kim 등은 grid를 이용하였고<sup>28</sup> Lee<sup>17</sup> 등은 중심축에서부터 거리를 측정하여 경조직과 연조직 변화를 분석하였다. Kim 등<sup>12</sup>과 Lee 등<sup>16</sup>은 재현성이 인정된 눈, 코, 입의 연조직 계측점과 그 계측점끼리 교차되는 지점을 또 다른 연조직 계측점으로 지정하여 사용하였다. Laser scanner를 사용한 Kim<sup>14</sup> 등의 연구에서도 교차점을 이용한 연조직 계측점을 사용하여 중안면부 방사상 영역의 수술 후 변화를 평가하였다. 이번 연구에서도 Kim 등,

Lee 등, Kim 등<sup>12, 14, 16</sup>의 연구 와 같은 방법을 사용하여 계측점을 사용하여 수술 결과를 삼차원적으로 예측할 수 있는 토대를 만들려고 시도하였으며, 치아와 관련된 연조직 이동을 알아보기 위해 경조직 계측에 치아를 포함하였다.

Kim 등<sup>12</sup>은 편악 수술과 양악 수술을 시행한 환자의 연조직 변화를 관찰한 연구에서 양악 수술을 시행한 경우 상순과 Sn이 전방이동 하지만 편악 수술만 시행한 경우 상순과 Sn이 후방이동 한다고 하였다. 이번 연구에서도 중안면부 연조직 계측점들이 변화량은 많진 않지만 유의성 있게( $P<0.01$ ) 전방 이동하였다.

상악의 경조직 계측점들은 상순 및 주변 연조직 계측점과 연관성이 낮았다. 이는 이번 연구가 골격성 III급 부정교합 환자들을 대상으로 시행하였고, 양악 수술을 하긴 했지만, 상악골 전진술을 시행하지 않았기 때문에 상악 구조물에 대한 변화가 작았기 때문인 것으로 판단된다. 게다가 Kim 등<sup>12</sup>의 연구에서처럼 편악 수술만으로도 중안면부 연조직이 후방 이동하는 변화와 상악골의 수술로 전방 이동하는 연조직 변화가 상쇄되어 연관성이 없는 결과가 나온 것으로 보인다. 악교정 수술 후 연조직을 평가한 Wermker 등<sup>28</sup>은 하안면부의 계측점들은 연관성이 높은 반면 중안면부의 연조직은 경조직의 이동과 일부분만 연관성을 보인다고 했다. Oh 등<sup>23</sup>도 하안면부에 비해 중안면부위의 연조직은 경조직의 이동과 연관성이 낮다고 하였다. 상악의 변화가 작았음에도 불구하고 상순 관련 연조직 중 Ls와 Stms가 M U1에 대해 하방으로 유의성 있게 이동하였다( $P<0.05$ ). 이는 골격성 III급 부정교합 환자 중 인종의 길이가 긴 사람은 악교정 수술 후 상순의 방향이 하방으로 이동하기 때문에 인종의 길이가 더 길어 보여 비심미적인 수술 결과를 초래 할 수 있고, 상악 중절치 노출도 에도 영향을 미칠 수 있기 때문에 수술계획 수립 시 M U1의 하방 이동에 대한 상순의 이동에 관한 신중한 고려가 필요할 것으로 생각된다.

입술의 돌출도 뿐 아니라 입꼬리의 위치는 외모 평가에 큰 영향을 주기 때문에 입꼬리 위치를 결정하는 주요한 경조직 계측점을 찾을 필요가 있다. Cheilion은 위치상으로 가까운 상악 canine과는 연관성이 없고 하악 canine과 연관성이 높게 나타났다. 이것도 상악의 이동양이 작았기 때문인 것으로 생각된다. 편악 수술을 시행한 골격성 III급 부정교합자를 대상으로 연조직 변화를 연구한 Jung 등<sup>29</sup>의 연구에서 상악 canine 브라켓 slot을 계측점으로 사용하여 cheilion과 상악 canine과의 관계를 조사하였는데 상악 canine의 움직임이 거의 없었음에도 Cheilion이 후방으로 이동한다고 하였으며 이번 연구와 동일하게 상악 canine과 Cheilion은 연관성이 없다고 하였다. Cheilion과 상악 canine과의 연관성은 골격성 III급 부정교합을 상악골 전진술을 이용한 악교정 수술로 치료한 환자를 대상으로 한 추가적인 연구가 더 필요할 것으로 보인다.

Baik과 Kim<sup>3</sup>은 수술 전후 입술관련 계측점들 간의 각도와 길이를 비교하였는데, 좌우 Ch의 폭경과 좌우 입술 최상방점(ULP)의 폭경이 수술 전후 변화가 없음에도 입술 최상방점(ULP)과 Ch사이의 길이가 증가하며, 수술 후 좌우 Ch과 ULP사이 각도가 감소하여 술 후 더 돌출감 있는(prominent) 입술 외형을 가지게 된다고 했다. 이러한 결과는 Ch의 후하방 이동에 의한 것이라고 했다. 이번 연구에서도 Ch의 하후방 이동이 있었다. 이러한 입술 외형에 영향을 미치는 Ch의 이동을 연관성이 높았던 하악 canine의 이동과 연관 지어 양적화 하였다.(Table 9)

B point에 대한 B', Pog에 대한 Pog'의 연관성은 하안면부 계측점들이 연관성을 조사한 Kim 등<sup>14</sup>의 연구와 마찬가지로 전후방적으로 가장 연관성이 높게 나타났으며, 전후방 이동율은 B'/B 0.894, Pog'/Pog 0.974로, B'/B에서는 Kim의 연구(0.887)와

비슷한 결과가 나타났지만 Pog'/Pog에서는 Kim의 연구(0.884)보다 더 이동률이 높게 나타났다. 하지만 Soncul과 Bamber 등<sup>26</sup>의 연구결과 (B'/B : 0.90, Pog'/Pog : 0.97)와는 비슷한 결과를 보여주었다. B point와 pog 은 하안면부의 거의 모든 연조직 계측점들과 높은 연관성을 보였지만 다른 계측점들에 비해 Ch과 관련된 연조직 계측점(Ch Rt, Ch Lt, Ex-Ch Rt, Ex-Ch Lt)과는 상대적으로 낮은 연관성을 보였다.

수술 후 방시상 영역 연조직 변화에 관한 다른 연구<sup>3, 26</sup>들은 laser scanner를 사용하여 수술 전 연조직 표면과 수술 후 연조직 표면의 수직거리를 측정하여 방시상 영역의 연조직 이동량을 구하고 정중 시상면 경조직 이동에 대한 연조직 이동율을 구하였다. 두 연구에서 다른 영역의 연조직 이동율은 비슷했던 반면 구각 하방 영역(subcommissural region)의 전후방 연조직 이동율이 다르게 나왔다. Baik and Kim<sup>3</sup>의 연구에선 이부성형술을 시행한 군에서 0.70, 이부성형술을 시행하지 않은 군에서 0.66이었으며 Soncul 과 Bamber 등<sup>26</sup>의 연구에선 0.46으로 차이가 컸다. 이번 연구에서 구각 하방 영역에 있는 계측점은 Ch B Rt & Lt이며 연관성이 높은 경조직 계측점인 L3 B Rt & Lt에 대한 전후방 연조직 이동률은 우측 0.67, 좌측 0.69였다. 같은 인종, 같은 수술 방법을 사용했기 때문에 Soncul 과 Bamber 등<sup>26</sup>의 연구결과보다 Baik and Kim<sup>3</sup>의 연구 결과와 비슷한 결과가 나온 것으로 생각된다.

이번 연구에서 방시상 영역의 계측점 중 Ex-Sn Rt & Lt의 이동과 연관성있는 경조직 계측점은 찾지 못하였다. 이는 연조직 변화의 양이 미미했기 때문으로 여겨진다. Ex-Ch Rt & Lt 는 Ch Rt & Lt 마찬가지로 하악 canine과 연관성이 있었으며, Ex-Ch Rt & Lt이 Ch위치와 관련된 계측점이기 때문인 것으로 판단된다. Ex-Ch Rt & Lt의 전후방 연조직 이동율은 우측 0.158 좌측 0.174로 Ch Rt & Lt에서의 연조직 이



동을 보다 작았다. Ex-Ch Rt & Lt 와 Ch Rt & Lt 처럼 수평면을 기준으로, 비슷한 위치에 있는 B'와 Ch B' Rt & Lt도 Ch B' Rt & Lt/ L3 B Rt & Lt 의 이동률이 B'/B의 이동률보다 작았다. 안면에서 더 외측에 존재할수록 경조직 이동에 대한 연조직 이동량이 더 작음을 알 수 있었다.

McCance 등<sup>20</sup>의 연구에서 언급했듯이, 상악골과 하악골의 형태가 반원구조이기 때문에 후방 이동 했을 때 정중부보다 외측으로 갈수록 경조직 이동량이 작아진다. 같은 원리로 연조직도 외측으로 갈수록 이동량이 작아진다. 그래서 방시상 영역에서 연관성이 높은 경조직 계측점을 찾아 그에 대한 연조직 이동률을 구하면 같은 수평면에 있는 정중부 계측점의 경조직 이동에 대한 연조직 이동률과 유사한 이동률이 나올 것으로 예상했었다. 그러나 이번 연구결과를 보면 안면에서 더 외측에 존재할수록 이동률이 더 작았다. 이는 경조직은 원래의 구조를 유지하면서 후방으로 이동하지만 연조직은 그렇지 않기 때문에 외측으로 갈수록 감소하는 이동량이 경조직보다 연조직에서 더 크게 되므로 이러한 결과가 나온 것으로 생각된다.

이번 연구에서의 방시상 영역(parasagittal area)의 연조직 계측점 이동율은 수술 후 삼차원적인 연조직 변화 예측을 할 수 있게 하며 이는 치료계획 수립에 도움이 될 수 있을 것이다.

## 5. 결론

골격성 III급 부정교합 환자 중 악교정 수술을 시행한 30명(남 18명, 여 12명, 평균연령 21.4세)을 대상으로 수술 전후 CBCT를 촬영하고 정중시상 영역과 방시상 영역의 연조직 계측점들과 경조직 계측점들의 연관성 및 이동률을 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

7. 상악의 경조직 계측점들은 상순 및 주위 연조직 계측점과 연관성이 낮았다. 반면 하악의 경조직과 연조직 계측점들은 연관성이 높았다.
8. 입술관련 연조직 계측점인 Ls, Stms 는 M U1과 Z축( $P<0.05$ )으로 연관성이 있었고, Cheilion은 L3 (하악 견치)와 연관성( $P<0.01$ )을 보였으나, U3 (상악 견치)와는 연관성이 없었다.
9. 정중 시상 영역에서 Sn는 ANS, A'는 A, Ls와 Stms는 M U1, Li와 Stmi는 M L1, B'는 B, Pog'은 Pog과 연관성이 높았다.
10. 방시상 영역에서 Alar base는 U3-A, Ch은 L3, Ch-B는 L3-B, Ex-Ch은 L3와 연관성이 높았다.

11. 경조직 이동에 대한 연조직 이동률은 안면의 중앙부위에서 외측으로 갈수록 감소하였다.

12. 시상 및 방시상 영역의 연조직 이동률은 악교정 수술의 치료계획 수립 및 삼차원적인 결과 예측에 도움이 될 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- 1 R. C. Almeida, L. H. Cevidanes, F. A. Carvalho, A. T. Motta, M. A. Almeida, M. Styner, T. Turvey, W. R. Proffit, and C. Phillips, 'Soft Tissue Response to Mandibular Advancement Using 3d Cbct Scanning', *Int J Oral Maxillofac Surg*, 40 (2011), 353–9.
- 2 H. S. Baik, J. M. Jeon, and H. J. Lee, 'Facial Soft–Tissue Analysis of Korean Adults with Normal Occlusion Using a 3–Dimensional Laser Scanner', *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 131 (2007), 759–66.
- 3 H. S. Baik, and S. Y. Kim, 'Facial Soft–Tissue Changes in Skeletal Class Iii Orthognathic Surgery Patients Analyzed with 3–Dimensional Laser Scanning', *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 138 (2010), 167–78.
- 4 A. Bianchi, L. Muylldermans, M. Di Martino, L. Lancellotti, S. Amadori, A. Sarti, and C. Marchetti, 'Facial Soft Tissue Esthetic Predictions: Validation in Craniomaxillofacial Surgery with Cone Beam Computed Tomography Data', *J Oral Maxillofac Surg*, 68 (2010), 1471–9.
- 5 lucia H.C. Cevidanes, 'Cranial Base Superimposition for 3d Evaluation of Soft Tissue Changes', *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 137 (2010), 120–29.
- 6 K. S. Cha, 'Soft–Tissue Thickness of South Korean Adults with Normal Facial Profiles', *Korean J Orthod*, 43 (2013), 178–85.
- 7 C. M. Chen, S. Lai, H. E. Lee, K. K. Chen, and K. J. Hsu, 'Soft–Tissue Profile Changes after Orthognathic Surgery of Mandibular Prognathism', *Kaohsiung J Med Sci*, 28 (2012), 216–9.
- 8 J. W. Choi, J. Y. Lee, T. S. Oh, S. M. Kwon, S. J. Yang, and K. S. Koh, 'Frontal Soft Tissue Analysis Using a 3 Dimensional Camera Following Two–Jaw Rotational Orthognathic Surgery in Skeletal Class Iii Patients', *J Craniomaxillofac Surg*, 42 (2014), 220–6.
- 9 Yu–Jin Jung, 'Hard and Soft Tissue Changes after Correction of

- Mandibular Prognathism and Facial Asymmetry by Mandibular Setback Surgery: Three-Dimensional Analysis Using Computerized Tomography', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 107 (2009), 736-71.
- 10 C. H. Kau, 'A New Method for the 3d Measurement of Postoperative Swelling Following Orthognathic Surgery.', *Orthod Craniofacial Res*, 9 (2006), 31-37.
- 11 C. H. Kau, A. J. Cronin, and S. Richmond, 'A Three-Dimensional Evaluation of Postoperative Swelling Following Orthognathic Surgery at 6 Months', *Plast Reconstr Surg*, 119 (2007), 2192-9.
- 12 B. R. Kim, K. M. Oh, L. H. Cevidanes, J. E. Park, H. S. Sim, S. K. Seo, M. Reyes, Y. J. Kim, and Y. H. Park, 'Analysis of 3d Soft Tissue Changes after 1- and 2-Jaw Orthognathic Surgery in Mandibular Prognathism Patients', *J Oral Maxillofac Surg*, 71 (2013), 151-61.
- 13 D. S. Kim, K. H. Huh, S. S. Lee, M. S. Heo, S. C. Choi, S. J. Hwang, and W. J. Yi, 'The Relationship between the Changes in Three-Dimensional Facial Morphology and Mandibular Movement after Orthognathic Surgery', *J Craniomaxillofac Surg*, 41 (2013), 686-93.
- 14 Minji Kim, Dong-Yul Lee, Yong-Kyu Lim, and Seung-Hak Baek, 'Three-Dimensional Evaluation of Soft Tissue Changes after Mandibular Setback Surgery in Class Iii Malocclusion Patients According to Extent of Mandibular Setback, Vertical Skeletal Pattern, and Genioplasty', *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 109 (2010), e20-e32.
- 15 N. K. Kim, C. Lee, S. H. Kang, J. W. Park, M. J. Kim, and Y. I. Chang, 'A Three-Dimensional Analysis of Soft and Hard Tissue Changes after a Mandibular Setback Surgery', *Comput Methods Programs Biomed*, 83 (2006), 178-87.
- 16 J.-Y. Lee, D.-S. Hwang, and S.-B. Park, 'Effect of Setback Le Fort I Osteotomy on Midfacial Softtissue Changes as Evaluated by Cone-Beam

- Computed Tomography Superimposition for Cases of Skeletal Class Iii Malocclusion', *Int. J. Oral Maxillofac.*, 42 (2013), 790–95.
- 17 S. T. Lee, Y. Mori, K. Minami, C. H. An, J. W. Park, and T. G. Kwon, 'Does Skeletal Surgery for Asymmetric Mandibular Prognathism Influence the Soft Tissue Contour and Thickness?', *J Oral Maxillofac Surg*, 71 (2013), 1577–87.
- 18 Y. K. Lim, E. H. Chu, D. Y. Lee, I. H. Yang, and S. H. Baek, 'Three-Dimensional Evaluation of Soft Tissue Change Gradients after Mandibular Setback Surgery in Skeletal Class Iii Malocclusion', *Angle Orthod*, 80 (2010), 896–903.
- 19 T. J. Maal, J. M. Plooij, F. A. Rangel, W. Mollemans, F. A. Schutyser, and S. J. Berge, 'The Accuracy of Matching Three-Dimensional Photographs with Skin Surfaces Derived from Cone-Beam Computed Tomography', *Int J Oral Maxillofac Surg*, 37 (2008), 641–6.
- 20 A. M. McCance, and JP Moss, 'A Tree -Dimensional Soft Tissue Analysis of Soft and Hard Tissue Changes Following Bimaxillary Surgery in Skeletal Class III Patients ', *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 30 (1992), 305–12.
- 21 JP Moss, 'Tree-Dimensional Assessment of Treatment Outcomes on the Face', *Orthod Craniofacial Res*, 6 (2003), 126–31.
- 22 J. Naoumova, B. Soderfeldt, and R. Lindman, 'Soft Tissue Profile Changes after Vertical Ramus Osteotomy', *Eur J Orthod*, 30 (2008), 359–65.
- 23 K. M. Oh, S. K. Seo, J. E. Park, H. S. Sim, L. H. Cevidanes, Y. J. Kim, and Y. H. Park, 'Post-Operative Soft Tissue Changes in Patients with Mandibular Prognathism after Bimaxillary Surgery', *J Craniomaxillofac Surg*, 41 (2013), 204–11.
- 24 M. S. Ryckman, S. Harrison, D. Oliver, C. Sander, A. A. Boryor, A. A. Hohmann, F. Kilic, and K. B. Kim, 'Soft-Tissue Changes after Maxillomandibular Advancement Surgery Assessed with Cone-Beam

- Computed Tomography', *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 137 (2010), S86–93.
- 25 C. Sforza, R. Peretta, G. Grandi, G. Ferronato, and V. F. Ferrario, 'Three–Dimensional Facial Morphometry in Skeletal Class Iii Patients. A Non–Invasive Study of Soft–Tissue Changes before and after Orthognathic Surgery', *Br J Oral Maxillofac Surg*, 45 (2007), 138–44.
- 26 Murat Soncul, and Mohammad Anwar Bamber, 'Evaluation of Facial Soft Tissue Changes with Optical Surface Scan after Surgical Correction of Class Iii Deformities', *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 62 (2004), 1331–40.
- 27 L. Verze, F. A. Bianchi, E. Schellino, and G. Ramieri, 'Soft Tissue Changes after Orthodontic Surgical Correction of Jaws Asymmetry Evaluated by Three–Dimensional Surface Laser Scanner', *J Craniofac Surg*, 23 (2012), 1448–52.
- 28 K. Wermker, J. Kleinheinz, S. Jung, and D. Dirksen, 'Soft Tissue Response and Facial Symmetry after Orthognathic Surgery', *J Craniomaxillofac Surg* (2014).
- 29 Nam– kug Kim et al, A three– dimensional analysis of soft tissue and hard tissue changes *After a mandibualr setback surgery* computer *methods and programs in biomedicine*, 83 (2006), 178–187.
- 30 Yu–Jin Jung, et al., Hard and soft tissue changes after correction of mandibular prognathism and facial asymmetry by mandibular setback surgery: Three–dimensional analysis using computerized tomography *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 107(2009), 763–771.

## Abstract

### Evaluation of hard tissue landmarks for three-dimensional prediction of soft tissue profile following Class III orthognathic surgery

Yeon-Joo Noh

Department of Dentistry  
The Graduate School, Yonsei University  
(Directed by Professor **kee-Joon Lee**, D.D.S., M.S.D., Ph.D.)

In the case of orthognathic surgery, the plan for surgery should be made with accurate prediction of soft tissue changes because surgery is performed in the hard tissue but real changes appear in soft tissue images. This study is to propose reference points for 3 dimensional facial soft tissue morphology simulation in skeletal Class III patients following orthognathic surgery, finds hard tissue landmarks which determine the movement of soft tissue landmarks not only in midsagittal area but also in parasagittal area by using CBCT and gets the proportion of 3 dimensional movement of soft tissue landmarks in respect of hard tissue landmarks movement.

30 patients (Male 18, Female 12) are included in this study. Average age is 21.4 (Male 21.8, Female 20.9). LeFort I osteotomy in maxilla, Bilateral intraoral vertical ramus osteotomy (B-IVRO) in mandible were done by one surgeon. CBCT was taken 1 week (T1) before surgery and 4 week ~ 8 week (T2) after surgery. After reconstructing CBCT images as 3D images by using OnDemand software (CyberMed Inc., Seoul, Korea), pre and after surgery image were superimposed, soft and hard tissue landmarks were measured and analyzed. The results were as follows.



1. Soft tissue and hard tissue landmarks in maxilla have a low correlation. On the other hand, soft tissue and hard tissue landmarks in mandible have a high correlation.
2. Ls, Stms which Soft tissue landmark with associated with lip, have a correlation with M U1 on Z axis ( $P < 0.05$ ), Cheilion has a correlation with L3 (lower canine) ( $P < 0.01$ ) but there are no correlation with Cheilion and U3 (upper canine).
3. There are correlation between Sn and ANS, A' and A, Ls and M U1, Stms and M U1, Li and M L1, Stmi and M L1, B' and B, Pog' and Pog in midsagittal area.
4. There are correlation between Alar base and U3-A, Ch and L3, Ch-B and L3-B, Ex-Ch and L3 in parasagittal area.
5. Proportion of soft and hard tissue movement is less on the outside compare to the center of the face
6. Proportion of soft and hard tissue movement on midsagittal and parasagittal area is can helpful treatment planning and predicting the three-dimensional outcome of orthognathic surgery

---

Key word: skeletal III, CBCT, orthognathic surgery, parasagittal, soft tissue profile