



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](#)

골격성 III급 부정교합 환자의
양악 수술 후 3차원적 이부 이동에 대한
하안면 연조직의 이동 비율 분석

연세대학교 대학원

치 의 학 과

김 대 엽

골격성 III급 부정교합 환자의
양악 수술 후 3차원적 이부 이동에 대한
하안면 연조직의 이동 비율 분석

지도교수 유 형 석

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2024년 6월 일

연세대학교 대학원

치 의 학 과

김 대 엽

김대엽의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 유형석 

심사위원 최성환 

심사위원 김정훈 

연세대학교 대학원

2024년 6월 일

감사의 글

논문 주제를 선정하고 완성하기까지 모든 과정에서 저에게 아낌없는 도움을 주시고, 항상 따뜻한 말씀으로 지도해주신 유형석 교수님께 진심으로 감사드립니다. 또한 세심한 지도와 조언을 통해 바른 길로 이끌어 주신 최성환 교수님과 김정훈 교수님께도 감사의 말씀을 드립니다.

제가 좋은 교정의사가 될 수 있도록 많은 지도와 인내, 관심으로 이끌어 주시는 이지연 교수님과 김정훈 교수님께 깊이 감사드립니다. 그리고 제게 교정학에 대한 많은 가르침을 베풀어 주신 김경호 교수님, 유형석 교수님, 이기준 교수님, 차정열 교수님, 정주령 교수님, 최윤정 교수님, 최성환 교수님, 박선형 교수님, 이지현 교수님, 최재훈 교수님, 김하림 교수님께 감사드립니다.

의국 생활을 같이 하며 부족한 후배를 잘 이끌어 주셨던 이범준, 양진섭, 김석영 선생님께 감사드리며, 진심으로 아끼는 김희현, 이상준 선생에게 고맙다는 말을 전합니다.

마지막으로 항상 응원해주시고, 무한한 사랑을 보내주시는 부모님과 귀여운 동생에게, 그리고 든든한 버팀목이 되어주는 고마운 김다은에게 많이 사랑하고 아낀다는 말을 전하고 싶습니다.

2024년 6월

저자 씀

차 례

그림차례	ii
표 차례	iii
국문 요약.....	iv
I. 서론	1
II. 연구 대상 및 방법	4
1. 연구 대상	4
2. 연구 방법	5
가. 3 차원 CT 영상 재구성	5
나. 기준점, 기준평면 설정	6
다. 계측점.....	7
라. 통계 분석	10
III. 연구 결과	11
1. 경조직과 연조직 계측점의 수술 전후 이동량.....	11
2. 연조직 계측점의 X 축 이동 비율	13
3. 연조직 계측점의 Y 축 이동 비율	15
4. 연조직 계측점의 Z 축 이동 비율	17
5. 수술 전후 linear measurement 의 변화.....	19
IV. 고찰	21
V. 결 론	27
참고 문헌.....	29
영문 요약.....	32

그림 차례

Figure 1. Superimposed 3D image of pre- and post-surgical CT image	5
Figure 2. Reference planes and hard tissue landmarks	7
Figure 3. Soft tissue landmarks	8
Figure 4. Movement ratio (Me) of soft tissue landmarks at X-axis.....	14
Figure 5. Movement ratio (Me) of soft tissue landmarks at Y-axis.....	16
Figure 6. Movement ratio (Me) of soft tissue landmarks at Z-axis.....	18

국문 요약

골격성 III급 부정교합 환자의 양악 수술 후 3차원적 이부 이동에 대한 하안면 연조직의 이동 비율 분석

연세대학교 대학원 치의학과

김 대 엽

(지도 교수 : 유 형 석)

비수술적인 교정치료의 영역이 확대되고 있음에도 불구하고 안면 비대칭과 하악골 전돌을 호소하는 환자의 골격적 부조화를 해소하기 위해서는 여전히 수술적 접근이 요구된다. 근래 들어 3차원 CT를 이용한 분석이 보편화되고, 수술 후 골격적 변화의 예측 정확도가 증가하였음에도 수술 후 비대칭의 잔존은 여전히 보고되고 있다. 본 연구에서는 수술 전후 CT 영상을 활용해 양악 수술 후 이부 경조직의 이동과 하안면 연조직 변화의 관련성을 파악하고자 하였다.

연구 대상은 국민건강보험 일산병원에서 골격성 III급 부정교합으로 진단받아 양악 수술을 시행한 만 19세 이상의 성인 18명(남성 8명, 여성 10명, 21.8 ± 3.63 세)으로, 이들은 정중 시상면에 대해 평균 5.18 ± 3.48 mm의 Menton 편위를

보였다. 3차원 CT영상에서 경조직과 연조직을 재구성하여 수술 전과 후 경조직 및 연조직 계측점의 이동량과 선형 계측 값, 경조직에 대한 연조직의 이동 비율을 측정하였다. 각 계측점들의 위치에 따른 이동 비율의 차이와 선형 계측 값의 변화를 분석한 결과는 다음과 같다.

1. Menton의 이동과 가장 유사한 점은 수평 및 전후 방향에서 Me'이었으며, 상하 방향에서는 B'이었다. 이부 하방 연조직은 Menton의 상방 이동을 잘 따라가지 못하였다.
2. 비대칭 비이환측 계측점의 X축 이동 비율은 Me'보다 유의미하게 작았다 ($p<0.01$). 비대칭 이환측 계측점의 X축 이동 비율은 Me'과 유의차 없었다 ($p>0.05$). 비대칭 비이환측보다 이환측 연조직의 수평 방향 이동이 Menton과 더 유사하였다.
3. 정중 부위에 위치한 B', Li의 Y축 이동 비율은 Me'과 유의차를 보이지 않았다 ($p>0.05$). 외측 연조직 계측점의 Y축 이동 비율은 Me'보다 유의미하게 작았다 ($p<0.05$). 외측 연조직보다 정중 부위 연조직의 전후방 이동이 Menton과 더 유사하였다.
4. Ch-D, Ch-ND의 Z축 이동 비율은 Me'보다 유의미하게 작았고 ($p<0.01$), Menton과 반대방향 움직임을 주로 보였다. 이부 이동에 따른 입술 비대칭의 해소는 한계가 있었다.
5. Y축의 이동 비율 중간값은 X, Z축과 달리 모든 계측점에서 양의 값을 보

였다. 하안면 연조직의 전후방 이동은 수평 및 상하 방향 이동보다 Menton의 움직임과 더 유사하였다.

6. 수술 후 lip width는 유의미하게 감소하였으며 chin soft tissue thickness는 유의미하게 증가하였다 ($p<0.05$).

안면 비대칭 환자의 수술 치료 시 연조직은 경조직의 움직임을 모두 따라가지 못해 정확한 안모 예측이 어려운 경우가 있다. 그럼에도 불구하고, 본 연구에서 하안면 연조직의 전후방 이동은 타 방향 보다 Menton과 유사하였으며, 이부 연조직은 하순 연조직보다 비교적 높은 이동 비율을 보였다. 술 후 연조직 변화의 유사성과 한계점을 이해하고 활용한다면 보다 양호한 수술 전 안모 예측 및 수술 후 예후 평가를 시행할 수 있을 것이다.

핵심 되는 말: 안면 비대칭, 양악 수술, 3 차원 CT 영상, 하안면 연조직 변화

골격성 III급 부정교합 환자의 양악 수술 후 3차원적 이부 이동에 대한 하안면 연조직의 이동 비율 분석

연세대학교 대학원 치의학과

김 대 엽

(지도 교수 : 유 형 석)

I. 서론

임시 고정원(Temporary anchorage device)을 이용한 교정치료가 보편화됨에 따라 비수술적인 교정치료의 영역이 확대되고 있다(Graber et al., 2012). 하지만 안면 비대칭과 하악골 전돌을 호소하는 환자의 골격적 부조화를 해소하기 위해서는 여전히 수술적 접근이 요구된다.

기존의 2차원 영상 및 석고모형을 이용한 수술 진단 시 정밀한 비대칭의 개선에 한계가 있었으나 Computed tomography (CT)를 이용한 3차원(Three-Dimensional, 3D) 분석이 보편화 되며 술 후 골격적 변화의 예측 및 정확도가

증가하였다(Alkhayer et al., 2020). 그리고 연조직 평가를 중심으로 한 치료 패러다임의 변경에 따라 술 후 안모 변화를 예측하고 알맞은 치료계획을 세우는 것은 더욱 중요해 지고 있다(Ackerman et al., 1999).

하지만 술 후 연조직은 골격의 이동에 비례한 움직임을 보이지 않는 경우가 있으며, 상관관계의 한계를 언급한 연구들이 보고되었다. 입술의 기울어진 비대칭을 보이는 환자의 수술 후 CT 영상과 정모사진을 비교했을 때 연조직의 비대칭은 여전히 잔존하였다(Kang et al., 2016). 인중의 비대칭을 보이는 환자의 수술 전후 두부방사선계측사진을 비교하였을 때 하악골의 측방이동이 인중의 수평적인 변화에 영향을 주었음이 보고되었다(Joh et al., 2019).

최근에는 cone-beam CT (CBCT) 영상을 이용하여 연조직 이미지를 재구성하거나 안면스캐너를 이용한 영상을 중첩하여 술 후 연조직 변화를 예측하는 연구가 보고되고 있다. CBCT와 레이저 안면스캐너를 이용하여 경조직에 대한 연조직의 이동 비율을 알아보았을 때 턱끝에 가까울수록 이동 비율이 크다고 보고했다(Kim et al., 2019). 다만 4 mm 이하의 Menton 편위를 보이는 환자를 대상으로 진행되어 수술을 요하는 심한 안면비대칭 환자에 적용하기 힘들고, 안면스캐너와 CT의 중첩 시 두부 위치에 따라 오차가 발생할 수 있다는 한계가 있다.

안면 비대칭을 평가하는 데 가장 큰 영향을 주는 구조는 턱끝과 하악각

부위로 알려져 있다(Lee et al., 2010). 일반인과 치과의를 대상으로 한 비대칭 인식에 대한 연구에 따르면 턱끝이 4 mm 이상 편위 되어 있을 때 비대칭이 있다고 평가하였으며 약 8 mm 이상의 비대칭에서 치료가 필요하다고 평가하였다(Dong et al., 2020). 3차원 CT영상을 이용한 진단이 보편화 되었음에도 불구하고 턱끝 비대칭의 정량 평가에는 여전히 정중 시상 평면에 대한 Menton의 편위량이 사용된다. 일반적인 교정치료 시 재발에 따른 치아 이동을 감안하여 과교정 하는 경우가 있으나, 양악 수술 후 연조직 비대칭의 개선을 위해 경조직을 과교정 하는 것은 선호되지 않는다(Kwon et al., 2020).

본 연구에서는 턱끝 연조직 이동의 재현성이 높다는 여러 선행 연구 결과(Kim and Han, 2024; Lisboa et al., 2018; Rupperti et al., 2019)를 바탕으로 Menton에 대한 soft tissue Menton의 이동 비율을 대조군으로 삼아 하안면 연조직 이동 비율의 변화를 분석하였다. 그리고 Menton의 위치를 기준으로 한 수술 계획 수립의 한계를 고찰하였다.

가설은 다음과 같다. 1) Menton과 가장 유사한 이동을 보이는 연조직 계측점은 soft tissue Menton이다; 2) 외측 연조직보다 정중 부위 연조직의 이동이 Menton과 더 유사할 것이다; 3) 비대칭 비이환측 연조직보다 이환측 연조직의 이동이 Menton과 더 유사할 것이다.

II. 연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

본 연구는 후향적 연구로 연구대상자의 수집 및 자료 채득에 있어 국민건강보험 일산병원의 IRB 승인을 받았다(IRB No. : NHIMC 2023-10-010). 연구대상자는 2010년 1월부터 2019년 12월 사이에 국민건강보험 일산병원에서 골격성 III 급 부정교합으로 진단받아 two-jaw surgery를 시행한 만 19세 이상의 성인 환자 가운데 1) 수술 전, 수술 1년 후 CT 영상을 촬영한 환자; 2) 전신질환이 없는 환자; 3) 구순구개열을 포함한 두개악안면 영역의 선천성 기형이 없는 환자; 4) 측두하악관절 장애가 없는 환자; 5) 안면부 외상 및 골절 병력이 없는 환자; 6) 교정치료나 악교정수술 병력이 없는 환자; 7) 비성형술을 시행한 과거력이 없는 환자를 대상으로 하였다. 모든 환자들은 한 명의 구강악안면외과 의사에게 상악골의 Le Fort I osteotomy, 하악골의 bilateral - intraoral vertical ramus osteotomy (bilateral-IVRO)를 시행 받았고, 이부 성형술을 함께 시행한 경우도 연구대상자에 포함되었다.

총 18명의 환자(남성 8명, 여성 10명, 21.8 ± 3.63 세)를 대상으로 하였으며, 이들은 정중 시상 평면에 대해 평균 5.18 ± 3.48 mm의 Menton의 편위를 보였다.

2. 연구 방법

가. 3차원 CT 영상 재구성

모든 환자는 supine position으로 수술 전 1달 이내(T1), 수술 1년 이후(T2)에 CT (SOMATOM Sensation 64-slice, Siemens, Malvern, PA, USA) 영상을 촬영하였다. DICOM 형식으로 추출된 CT의 axial view는 Mimics 14.11 (Materialise Dental co., Leuven, Belgium)를 사용하여 3차원 영상으로 재구성하였다. Hard tissue와 Soft tissue는 소프트웨어의 bone threshold 와 soft tissue threshold 를 이용하여 분리하였다. 모든 환자들이 좌측으로 Menton 편위를 보이도록 기준을 삼았으며 우측으로 편위를 보이는 환자들은 좌우 반전된 영상을 활용하여 재구성 하였다. 수술 전후의 3차원 영상은 Geomagic Control X 2023.3 (Arctec Eruope co., Senningerberg, Luxemburg)를 이용하여 전두개저를 기준으로 중첩하였다(Figure 1).

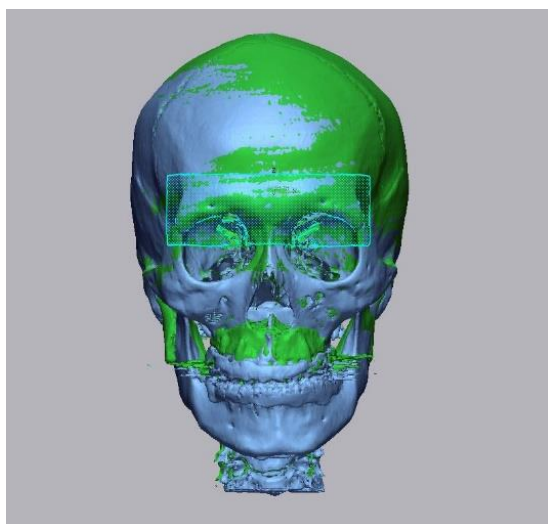


Figure 1. Superimposed 3D image of pre- and post-surgical CT image

나. 기준점, 기준평면 설정

(1) 기준점 설정

경조직 기준점의 표기 및 정의는 다음과 같다(Table I).

Table I. Description of standard landmarks in the study

Landmarks	Definition
Nasion (N)	the most anterior point of the frontonasal suture
Basion (Ba)	midpoint of the anterior margin of the foramen magnum
Orbitale Right (Or Rt)	the lowest point on the lower edge of the right cranial orbit
Orbitale Left (Or Lt)	the lowest point on the lower edge of the left cranial orbit
Porion Right (Po Rt)	the highest point on the upper margin of the right external auditory canal

(2) 수평 기준 평면의 설정

좌우측 Orbitale (Or Rt, Or Lt)과 Porion right (Po Rt)를 지나는 Modified Frankfort-horizontal plane (FHP)을 수평 기준평면으로 설정하였다(Kim et al., 2022b; Kwon et al., 2020).

(3) 정중 시상 평면의 설정

정중 시상 평면(Mid sagittal plane, MSP)은 FH plane에 수직이 되면서 전방부 중간 구조물인 Nasion (N), 후방부 중간 구조물인 Basion (Ba)를 지나는 평면으로 설정하였다(An et al., 2017).

(4) 관상 평면의 설정

관상 평면(Coronal plane)은 수평 기준 평면과 정중 시상 평면과 동시에 수직이 되면서 Porion right (Po Rt)를 지나는 평면으로 설정하였다.

다. 계측점

(1) 계측점 설정

계측점은 Simplant pro 2011 Service pack (Materialise Dental co., Leuven, Belgium, Version 14.0.1.2) 소프트웨어 상에서 공간좌표 (x, y, z)로 나타내었다(Figure 2,3). X축은 MSP의 법선 상에서 좌우방향의 움직임을, Y축은 Coronal plane의 법선 상에서 전후방 움직임을, Z축은 FHP의 법선 상에서 수직방향의 움직임을 나타내도록 설정하였다. 경조직 계측점은 이부 움직임을 대변하는 Menton과 연조직 두께의 측정을 위한 B point로 선정하였다. 연조직 계측점은 위치에 따른 이동량 비교를 위해 정중 부위(medial area)와, 외측 부위(lateral area)에서 각각 재현 가능한 점으로 선정하였다(Table II).

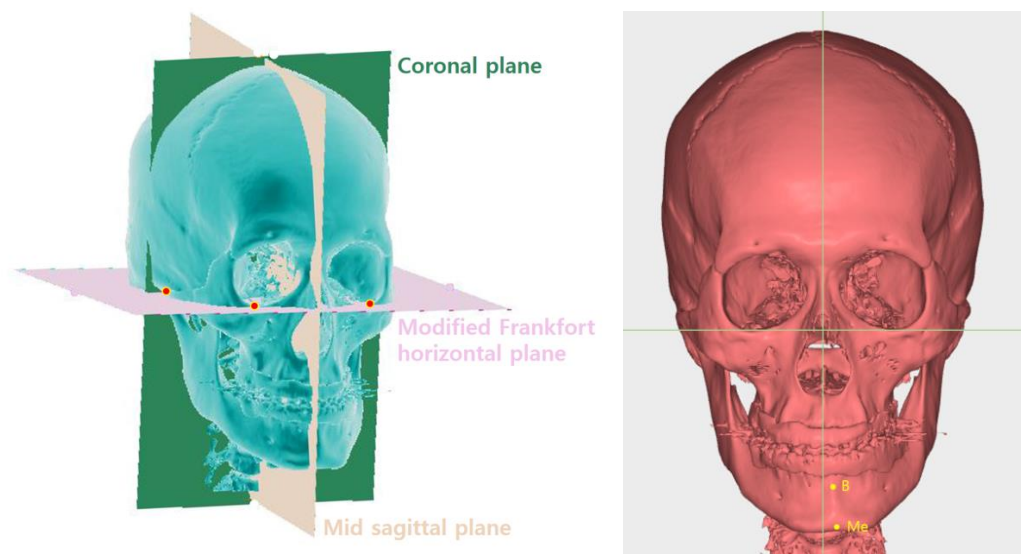


Figure 2. Reference planes and hard tissue landmarks

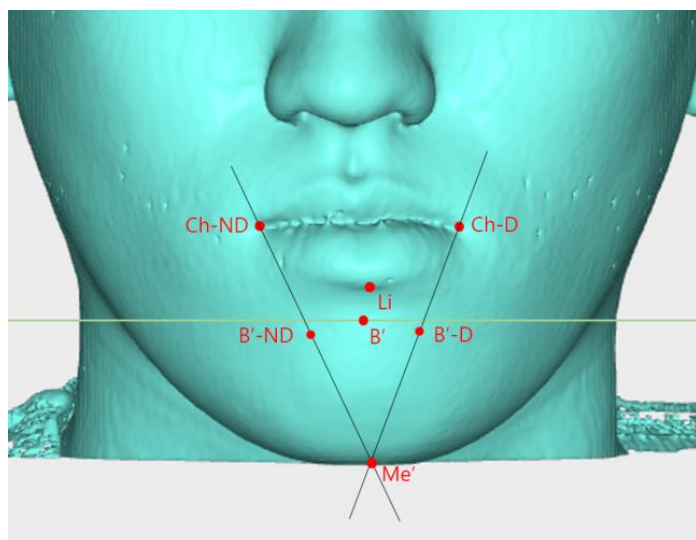


Figure 3. Soft tissue landmarks

* Horizontal plane: Parallel to the FHP passing through the B point

Table II. Description of hard and soft tissue landmarks in the study

Groups	Landmarks	Definition
Hard tissue	B point (B)	the deepest point in the anterior outline of the mandible
	Menton (Me)	the most inferior point in the middle of the mandibular chin
Soft tissue	Labrale inferius (Li)	the midpoint of lower vermillion border
	Cheilion deviated/non-deviated (Ch-D/ND)	the most lateral point of lip
	Soft tissue B (B')	the deepest point of the appearance of chin soft tissue on the parallel plane to the FHP passing through B point
	Soft tissue B deviated/non-deviated (B'-D/ND)	the midpoint of the Ch-D/ND and Me'
	Soft tissue Menton (Me')	the lowest point of the soft tissue appearance of chin

(2) 이동 비율 및 linear measurement 계측

3차원 공간좌표로 나타내어진 Menton과 연조직 계측점의 축 별 이동량은 [수술 후 좌표 값(x, y, z)] - [수술 전 좌표 값(x, y, z)]로 계산되었다.

Menton의 움직임에 따른 연조직 계측점의 이동 비율은 이동량의 비율

[Movement ratio (Me) = $\frac{\text{연조직 계측점의 수술 전후 이동량}}{\text{Me의 수술 전후 이동량}}$]로 계산되었다.

또한, 기준평면, 경조직, 연조직 계측점 사이의 거리를 통해 네 가지 linear measurement 를 측정하였다(Table III).

Table III. Description of linear measurement in the study

Landmarks	Definition
Me deviation	the shortest distance between Me and MSP
Me' deviation	the shortest distance between Me' and MSP
Lip width	distance between Ch-D and Ch-ND
Chin soft tissue thickness	distance between B and B'

라. 통계 분석

IBM SPSS statistics, version 23 (SPSS, Chicago, IL) 소프트웨어를 이용하여 통계 분석을 시행하였다. 정규성을 띄지 않아 모든 통계 처리는 비모수 통계 분석이 사용되었다.

1. Soft tissue Menton의 이동 비율에 대한 연조직 계측점의 이동 비율 비교를 위해 Mann-Whitney U test가 사용되었다.
2. Linear measurement의 수술 전후 변화를 비교하기 위해 Wilcoxon signed rank test가 사용되었다.
3. Menton 이동량 및 수술 전 chin soft tissue thickness에 대한 lip width 변화량의 상관관계를 확인하기 위해 Spearman's correlation analysis가 사용되었다.

III. 연구 결과

1. 경조직과 연조직 계측점의 수술 전후 이동량

모든 연구대상자의 경조직과 연조직 계측점의 수술 전후 위치 변화를 3차원 좌표계 상에서 측정하였다. Menton 이동량의 중간값은 X축에서 우측으로 3.77 mm, Y축에서 후방으로 7.80 mm, Z축에서 상방으로 3.03 mm였다. Soft tissue Menton (Me')의 이동량 중간값은 X축에서 우측으로 3.6 mm, Y축에서 후방으로 9.16 mm, Z축에서 상방으로 1.41 mm였다(Table IV).

X축에서 Me과 Me'의 이동은 유사한 양을 보였으나 Y축은 Me'이 더 컸으며, Z축에서는 Me이 더 컸다. B'의 Z축 이동량 중간값은 -2.88 mm로 연조직 계측점 가운데 가장 큰 상방 이동량을 보였다(Table IV).

Table IV. Movement of landmarks between pre- and post- surgical procedure

Landmarks	Axis	Movement (mm)		
		Median	Maximum	Minimum
Me	X	-3.77	-0.19	-10.62
	Y	-7.80	-0.20	-14.03
	Z	-3.03	1.45	-11.93
Li	X	-2.35	0.16	-5.26
	Y	-6.79	0.96	-12.62
	Z	2.14	6.05	-6.28
Ch-D	X	-2.13	-0.19	-6.84
	Y	-2.62	2.49	-7.4
	Z	2.15	4.51	-2.5
Ch-ND	X	0.34	4.38	-2.61
	Y	-3.32	2.05	-8.93
	Z	0.6	4.99	-1.76
B'	X	-3.1	0.53	-9.45
	Y	-6.74	0.87	-12.53
	Z	-2.88	2.22	-11.54
B'-D	X	-2.70	-0.49	-8.79
	Y	-6.37	0.91	-11.04
	Z	0.32	3.94	-7.58
B'-ND	X	-1.81	1.39	-4.96
	Y	-7.24	1.1	-10.99
	Z	-0.31	1.94	-6.85
Me'	X	-3.6	-0.24	-11.14
	Y	-9.16	5.77	-15.06
	Z	-1.41	4.03	-11.44

X: (+) left, (-) Right; Y: (+) Anterior, (-) Posterior; Z: (+) Inferior, (-) Superior.

2. 연조직 계측점의 X축 이동 비율

X축 상에서 1에 가장 가까운 이동 비율 중간값을 보인 점은 Me'로 1.02 였다. 정중 부위에 위치한 B'과 Li 가운데 Menton과의 거리가 더 먼 Li만 Me'과 유의차를 보였다($p<0.01$). Li의 이동 비율 중간값은 0.59였다. 비대칭 이환측에 위치한 B'-D와 Ch-D의 이동 비율 중간값은 Li보다 컸으며 Me'과 유의차를 보이지 않았다($p>0.05$). 비대칭 비이환측에 위치한 B'-ND, Ch-ND는 Me'보다 유의미하게 낮은 이동 비율을 보였다($p<0.01$). 그 중 Ch-ND는 모든 계측점 가운데 유일한 음의 이동 비율 중간값을 보였으며, 이는 Ch-ND가 Menton과 반대 방향의 움직임을 주로 보였음을 의미한다(Table V, Figure 4).

Menton에 가깝게 위치할 수록 연조직의 X축 이동 비율은 컸고, 비대칭 비이환측의 이동 비율은 Me'보다 유의미하게 작았다($p<0.01$).

Table V. Movement ratio (Me) of soft tissue landmarks at X-axis

Landmarks	Movement ratio (Me) X-axis			<i>p</i> value
	Median	Maximum	Minimum	
Li	0.59	1.65	-0.80	0.000**
Ch-D	0.67	6.33	0.13	0.091
Ch-ND	-0.13	0.30	-21.4	0.000**
B'	0.91	1.68	-1.96	0.051
B'-D	0.86	3.30	0.51	0.111
B'-ND	0.43	3.44	-6.95	0.000**
Me'	1.02	4.89	0.69	

(+): Same direction; (-): Opposite direction.

Mann-Whitney U test was performed; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$.

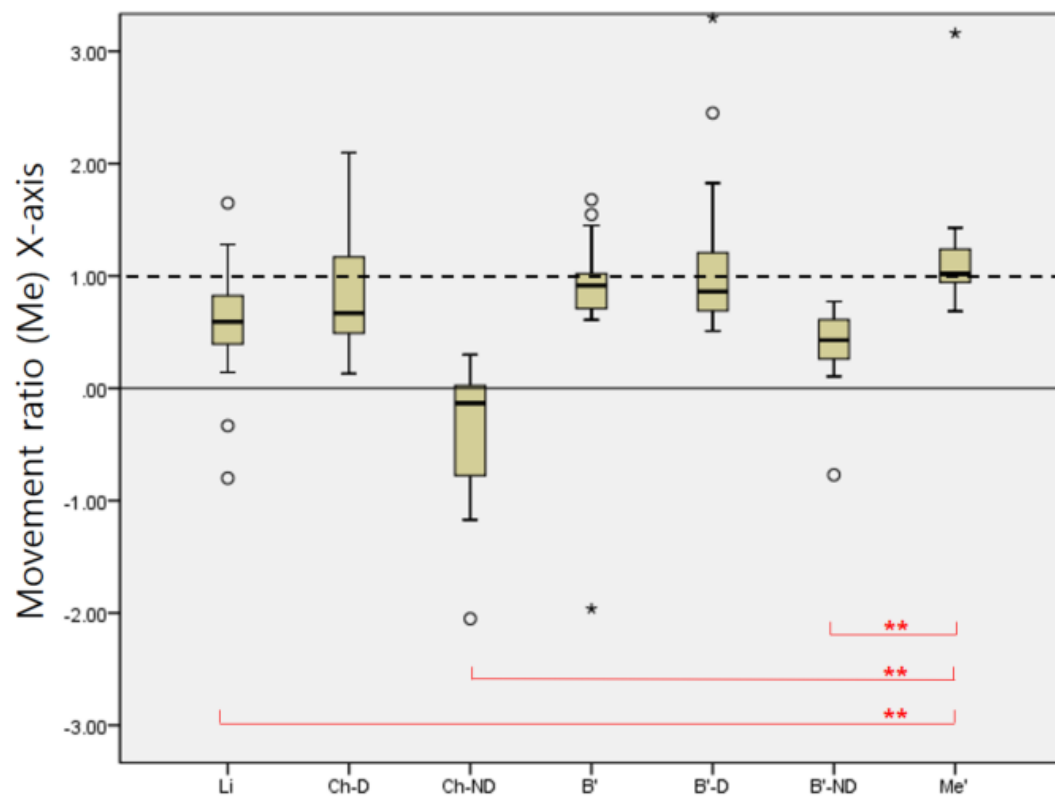


Figure 4. Movement ratio (Me) of soft tissue landmarks at X-axis

Mann-Whitney U test was performed; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$.

3. 연조직 계측점의 Y축 이동 비율

Y축 상에서 1에 가장 가까운 이동 비율 중간값을 보인 점은 Me'으로 0.99였다. 정중부위에 위치한 B'과 Li는 Me'과 유의차를 보이지 않았다($p>0.05$). Menton과의 거리가 B'과 비슷한 B'-D/ ND의 이동 비율 중간값은 0.79로 B'보다 0.06 낮았으며 Me'과 비교하여 유의미하게 작았다($p<0.05$). 양측 구각부를 이루는 Ch-D/ND의 이동 비율 중간값은 0.42, 0.43으로 Me'보다 유의미하게 작았다($p<0.01$) (Table VI, Figure 5).

Menton에 가깝게 위치할수록 연조직의 Y축 이동 비율은 컸고, 정중 부위 계측점들의 Y축 이동 비율은 Me'과 유의차를 보이지 않았다($p>0.05$).

Table VI. Movement ratio (Me) of soft tissue landmarks at Y-axis

Landmarks	Movement ratio (Me) Y-axis			<i>p</i> value
	Median	Maximum	Minimum	
Li	0.80	11.15	-0.14	0.161
Ch-D	0.42	1.80	-0.70	0.002**
Ch-ND	0.43	2.66	-0.57	0.002**
B'	0.85	10.25	-0.76	0.079
B'-D	0.79	1.35	-4.25	0.044*
B'-ND	0.79	1.25	-5.50	0.020*
Me'	0.99	2.52	-28.85	

(+): Same direction; (-): Opposite direction.

Mann-Whitney U test was performed; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$.

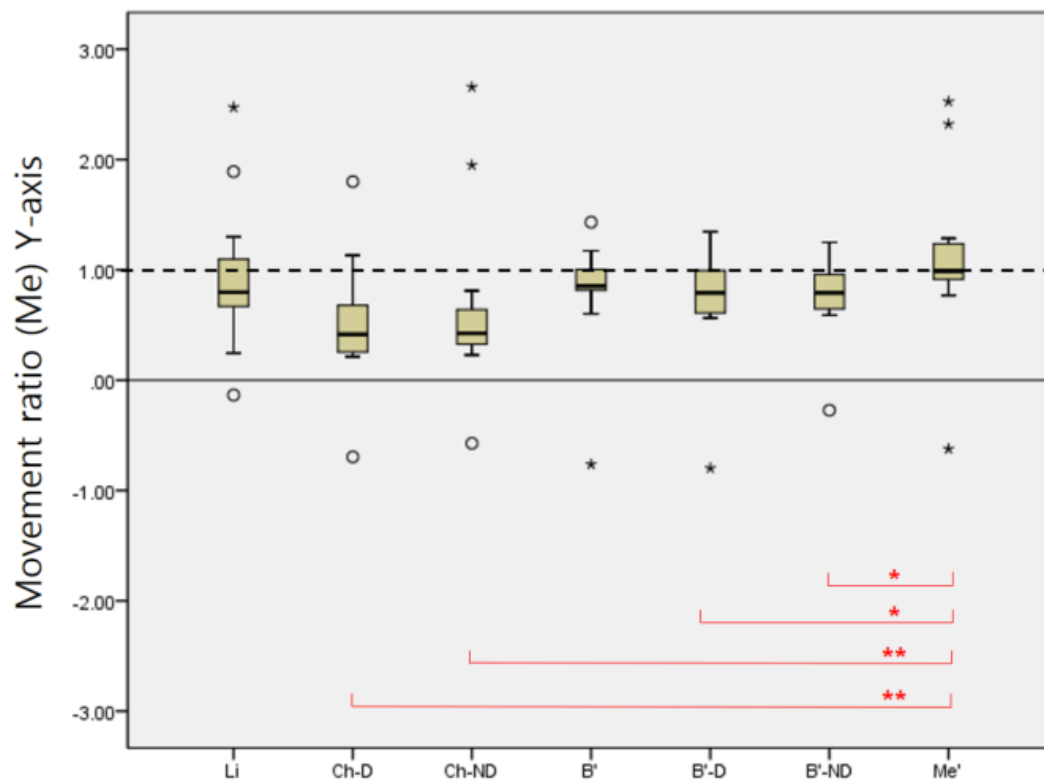


Figure 5. Movement ratio (Me) of soft tissue landmarks at Y-axis

Mann-Whitney U test was performed; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$.

4. 연조직 계측점의 Z축 이동 비율

Z축 상에서 1에 가장 가까운 이동 비율 중간값을 보인 점은 Me'이 아닌 B'으로 0.92였으며, 둘 사이의 유의차는 없었다($p>0.05$). 입술을 이루는 Li, Ch-D/ND는 모두 음의 이동 비율 중간값을 보였으며 Me'보다 유의미하게 작았다($p<0.05$). 이는 입술을 이루는 연조직들이 Menton의 이동과 반대방향으로 이동하였다는 것을 의미한다. B', B'-D는 Me'와 유의차를 보이지 않았으나, 비이환측에 위치한 B'-ND의 이동 비율은 Me'보다 유의미하게 작았다($p<0.05$) (Table VII, Figure 6).

Table VII. Movement ratio (Me) of soft tissue landmarks at Z-axis

Landmarks	Movement ratio (Me) Z-axis			<i>p</i> value
	Median	Maximum	Minimum	
Li	-0.14	159	-17.81	0.027*
Ch-D	-0.43	211.5	-10.63	0.008**
Ch-ND	-0.15	4.33	-42	0.001**
B'	0.92	3.41	-76.5	0.085
B'-D	0.053	197	-4.33	0.055
B'-ND	0.21	97	-1.93	0.037*
Me'	0.57	201.5	-3.76	

(+): Same direction; (-): Opposite direction.

Mann-Whitney U test was performed; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$.

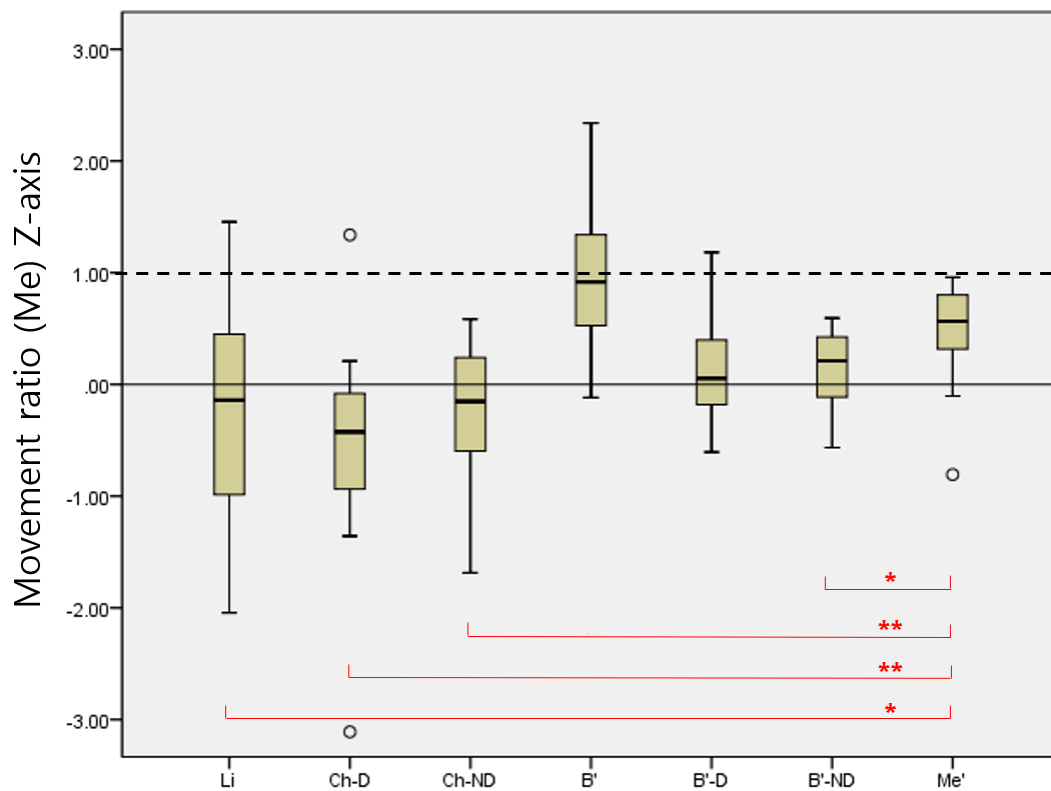


Figure 6. Movement ratio (Me) of soft tissue landmarks at Z-axis

Mann-Whitney U test was performed; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$.

5. 수술 전후 linear measurement의 변화

Menton과 soft tissue Menton의 편위량은 수술 후 감소하여 1 mm 내외의 수술 후 중간값을 보였다. 또한 수술 전후 비교 시 유의미한 차이를 보였다($p<0.01$) (Table VIII).

Lip width는 수술 후 3.33 mm 감소하였고 chin soft tissue thickness는 0.66 mm 증가하였으며 이는 통계적으로 유의하였다($p<0.01$) (Table VIII).

Table VIII. Changes of linear measurements between pre- and post-surgical procedure

Linear measurements	Time	Length (mm)			<i>p</i> value
		Median	Maximum	Minimum	
Me deviation	T1	4.81	12.16	0.18	0.00**
	T2	0.80	3.76	0.09	
	T2-T1	-3.50	-0.09	-10.62	
Me' deviation	T1	5.52	12.89	0.78	0.00**
	T2	1.27	4.18	0.03	
	T2-T1	-3.61	-0.24	-11.13	
Lip width	T1	51.64	67.73	43.59	0.00**
	T2	48.62	57.76	40.23	
	T2-T1	-3.33	-0.6	-9.97	
Chin soft tissue thickness	T1	12.79	16.86	11.41	0.005**
	T2	13.38	19.96	11.36	
	T2-T1	0.66	3.1	-1.04	

Wilcoxon signed rank test was performed; * $p<0.05$; ** $p<0.01$.

수술 후 lip width의 감소에 영향을 미치는 요인을 알아보기 위해 수술 전 chin soft tissue thickness, Me의 X, Y, Z축 이동량에 대한 lip width 변화량 간의 상관분석을 시행하였다. Spearman's correlation analysis를 시행하였으며 통계적으로 유의미한 관계를 보이지 않았다($p>0.05$) (Table IX).

Table IX. Correlation coefficient of lip width change -to- Menton movement and chin soft tissue thickness

	Me X-axis		Me Y-axis		Me Z-axis		Chin thickness	
	C	<i>p</i> value	C	<i>p</i> value	C	<i>p</i> value	C	<i>p</i> value
Lip width change	0.16	NS	-0.21	NS	0.67	NS	-0.29	NS

Spearman's correlation analysis was performed; Me X, Y, Z-axis: movement of Menton at each axis;
Chin thickness: chin soft tissue thickness; C: Correlation coefficient; NS: Non-significant.

IV. 고찰

전통적인 악교정 수술은 경조직의 변화를 통해 골격적인 부조화를 해결하는 것에 초점을 맞추었으나, 환자의 심미에 대한 요구가 점점 커져가며 연조직 위주로 교정치료의 패러다임이 변화하였다(Ackerman et al., 1999). 3차원 영상 진단 장비의 사용이 보편화 되며 컴퓨터 소프트웨어를 활용한 3차원 영상 분석이 환자의 진단 및 치료에 널리 사용되고 있다. 그럼에도 불구하고 비대칭의 정량 평가에는 2차원 분석에 사용되는 계측점과 수치들이 여전히 활용되고 있으며, 하악골의 경우 Menton 편위를 최소화하는 방향으로 수술 계획이 수립된다. 본 연구의 목적은 양악 수술을 시행한 환자에서 수술 후 하안면 연조직의 변화와 이부 경조직의 이동 간의 유사성과 한계를 분석하는 것이다. 구체적인 목표는 1) Menton과 가장 유사한 이동을 보이는 연조직 부위를 확인하며; 2) 연조직의 위치에 따른 이동 비율의 유의차를 분석하고; 3) 수술 후 입의 크기와 턱끝 연조직의 두께 변화를 알아보는 것이다.

본 연구의 연구대상자들은 모두 골격성 III급 부정교합으로 진단되어 양악 수술을 받았다. Menton은 우측으로 3.77 mm, 후방으로 7.80 mm, 상방으로 3.03 mm의 이동량 중간값을 보였다. Soft tissue Menton(Me')은 우측으로 3.6 mm, 후방

으로 9.16 mm, 상방으로 1.41mm의 이동량 중간 값을 보였다. 양악 수술을 받은 환자의 특성상 연구대상자별 술 후 이동량은 매우 다양하다. 술 후 이동량을 직접 비교하는 것은 오류가 있을 수 있기 때문에 본 연구에서는 앞서 제시한 이동 비율, Movement ratio (Me)를 이용하였다.

X축 상의 이동 비율을 비교했을 때 구각부의 비대칭 비이환측에 위치한 Ch-ND는 -0.13의 가장 낮은 이동 비율 중간값을 보였다. 이는 Me'의 이동 비율보다 유의미하게 작았다($p<0.01$). 이부의 비대칭 비이환측에 위치한 B'-ND의 이동 비율은 0.43으로 Menton과의 거리가 비슷한 B'-D (0.86), B' (0.91)과 큰 차이가 있으며, Me'보다 유의미하게 작았다($p<0.01$). 선행 연구에서 보고한 바와 같이 비이환측에 위치한 계측점은 타 계측점보다 X축 이동 비율이 작았다. 이러한 연조직의 위치에 따른 이동 비율의 차이는 수술 후 경조직의 이동이 이환측 연조직의 tension 증가와 비이환측 연조직의 tension 감소를 야기했기 때문으로 사료된다(Kim et al., 2019; Kwon et al., 2020; Lisboa et al., 2018).

X축 상에서 Me'의 이동 비율 중간값은 1.02로 모든 연조직 계측점 중 Menton의 이동과 가장 유사하였다. 또한, Me'은 정중 부위 계측점 가운데 Menton으로부터 가장 멀리 위치한 Li 및 비이환측에 위치한 B'-ND, Ch-ND와 유의차를 보였다($p<0.05$). 이는 술 후 chin의 예측성이 높다는 선행 연구를 지지하는 결과이며, 연조직이 Menton과 가까울수록 Menton의 수평방향 움직임과 유사하다고 사료된다(Kim and Han, 2024; Lisboa et al., 2018; Rupperti et al., 2019).

Y축 상에서 가장 큰 이동 비율 중간값을 보인 점은 Me'로 0.99 였으며 정중 부위에 위치한 B' (0.85), Li (0.80)와 유의차를 보이지 않았다($p>0.05$). 반면에 외측 부위에 위치한 B'-D/ND와 Ch-D/ND의 이동 비율 중간값은 Me'보다 유의미하게 작았다($p<0.05$). 선행 연구에서 보고한 것처럼, 연조직의 위치가 Menton과 가깝고 정중 부위에 위치할수록 Menton의 전후방 움직임과 유사하다고 사료된다(Kwon et al., 2020; Rupperti et al., 2019).

Z축 상에서 상하 움직임의 이동 비율을 비교했을 때 Me'이 아닌 B'이 0.92로 가장 큰 값을 보였다. Me'는 이부 최하방점으로 정의되는데, 턱 하방 연조직은 X, Y축의 수평, 전후방 이동과 달리 Menton의 상방 이동을 잘 따라가지 못하였다. 입술을 이루는 Ch-ND, Ch-D, Li는 Me'과 유의차를 보였고($p<0.05$), 세 점 모두 이동 비율 중간값이 음수로 Menton과 반대인 하방 움직임을 주로 보였다. 수술 후 mento-labial angle의 변화를 보고한 선행 연구처럼, 하순을 구성하는 연조직은 술 후 하방으로 이완된다고 사료된다(Tiwari et al., 2018).

선행 연구에 따르면 입술의 기울어진 비대칭 해소에는 이환측 구각부의 이동이 중요하나 악교정수술만으로 해결되기는 힘들다고 보고되었다(Kang et al., 2016; Kim et al., 2022b). 본 연구에서 Ch-D와 Ch-ND의 Z축 이동 비율은 Me'보다 유의미하게 작았으며($p<0.05$), Ch-D는 -0.43의 가장 낮은 이동 비율을 보였다. 또한 비대칭 비이환측에 위치한 B'-ND의 이동 비율은 Me'보다 유의미하게 작았다($p<0.05$). 알려진 바와 같이 안면 근육의 긴장도와 길이 차이 등에 의해 발생한 입꼬리의 수직적인 비대칭은 수술로 해소되기 힘들기 때문에, 임상의

들은 술 후 안모 예측을 보수적으로 하여야 한다(Jakobsone et al., 2013; Kang et al., 2016; Mehta et al., 2022).

앞서 각 축 내에서 연조직의 이동 비율을 비교했을 때, 하안면 연조직의 술 후 변화는 Menton의 이동을 완벽히 따라가지 못하였다. 또한, 술 후 변화의 예측도가 높아 Menton에 대한 이동 비율이 1에 가까운 계측점은 한정적이었으며, 하순을 이루는 계측점들은 음의 이동 비율을 보이기도 하였다. 그런데 Y축의 이동 비율 중간값은 X, Z축과 달리 모든 계측점이 양의 이동 비율을 보였다.

이는 전후 방향에서 모든 하안면 연조직이 Menton과 유사한 이동 양상을 보였음을 의미한다. 따라서 상하, 좌우 방향의 연조직 이동보다 전후 방향의 연조직 이동의 예지성이 더 높다고 사료된다. 구륵근의 수축이 하안면 연조직의 전후방 이동에 영향을 미친다고 보고된 바 있으며, 본 연구 또한 이를 지지하는 결과로 생각된다(Kim et al., 2019).

본 연구에서 수술 후 lip width는 유의하게 감소하였고, chin soft tissue thickness는 유의미하게 증가하였다. 또한 lip width는 수술 전 chin soft tissue thickness 또는 Menton의 이동량에 유의미한 상관관계를 보이지 않았다. 악교정 수술 후 입술의 변화를 보고한 선행 연구에서 lip width의 변화는 연구마다 상이한 결과를 보였다. 경조직의 이동을 연조직이 따라오지 못해 술 후 lip width의 감소를 보고하기도 하였으나(Kim et al., 2019; Tseng et al., 2019), lip width의 변화 없이

mento-labial sulcus의 각도 변화만을 보고하기도 하였다(Tiwari et al., 2018).

안면근육은 신체 다른 부위의 근육과 달리 근육끼리 이어지곤 하며, 이들은 얼굴 표정 및 비대칭에 영향을 미치고 구륵근과 협근은 연하 작용에 영향을 줄 수 있다(de Sanctis Pecora and Shitara, 2021; Kim et al., 2015; Park et al., 2022). 앞서 X축 상에서 이동 비율을 비교했을 때 비이환측 구각부의 계측점인 Ch-ND는 유일하게 음의 값을 보였다. 이러한 Menton과 반대방향 움직임이 술 후 lip width의 유의미한 감소($p < 0.01$)를 야기하였다고 추측된다. 술 후 lip width를 감소시키는 원인은 구륵근의 수축과 더불어 경조직 이동에 연조직이 따라오지 못하기 때문으로 사료된다.

본 연구의 결과로 Le fort I osteotomy와 bilateral - IVRO를 시행 받은 골격성 III급 부정교합 환자에서 연조직의 이완에 따른 tension 변화가 술 후 안모 변화에 영향을 미치며, 연조직 위치에 따라 술 후 이동의 차이가 있음을 추론할 수 있다. 따라서 Menton의 편위를 최소화하는 통상적인 계획으로 양악 수술을 시행할 때 연조직의 비대칭은 잔존할 가능성이 있다.

대부분의 환자에서 연조직의 비대칭을 개선하기 위한 경조직의 수술적인 과교정은 선호되지 않는다(Kwon et al., 2020). 그러므로 수술 후 잔존한 연조직 비대칭의 해소를 위해 근활성도의 개선 등을 추가적으로 고려할 수 있으며 이때 botulinum toxin 주사가 대안이 될 수 있다(de Sanctis Pecora and Shitara, 2021; Yi et al., 2023).

본 연구는 단일기관에서 시행되어 대상자 수가 부족하다는 한계를 가진다. 사용된 3차원 CT영상은 supine position에서 촬영되어 중력에 의한 연조직의 변화가 있을 수 있고, 굽어진 면 위에 연조직 계측점이 위치하여 tracing의 오차가 있을 수 있다(Kim et al., 2022a). 그리고 본 연구의 연구대상자에는 이부 성형술을 시행한 환자가 포함되어 있으며, 수술 시 연조직과 경조직의 연결이 느슨해질 가능성이 있기 때문에 이부 성형술 여부에 따른 추가 연구가 필요하다.

V. 결론

본 연구는 양악 수술 후 이부 경조직의 이동과 하안면 연조직 변화의 관련성을 파악하고자 3차원 CT영상에서 경조직과 연조직을 재구성하여 계측점의 이동량과 선형 계측 값을 측정하였다. 각 계측점의 위치에 따른 이동 비율의 차이와 선형 계측 값의 변화량을 분석한 결과는 다음과 같다.

1. Menton의 이동과 가장 유사한 점은 수평 및 전후 방향에서 Me'이었으며, 상하 방향에서는 B'이었다. 이부 하방 연조직은 Menton의 상방 이동을 잘 따라가지 못하였다.
2. 비대칭 비이환측 계측점의 X축 이동 비율은 Me'보다 유의미하게 작았다 ($p<0.01$). 비대칭 이환측 계측점의 X축 이동 비율은 Me'과 유의차 없었다 ($p>0.05$). 비대칭 비이환측보다 이환측 연조직의 수평 방향 이동이 Menton과 더 유사하였다.
3. 정중 부위에 위치한 B', Li의 Y축 이동 비율은 Me'과 유의차를 보이지 않았다 ($p>0.05$). 외측 연조직 계측점의 Y축 이동 비율은 Me'보다 유의미하게 작았다 ($p<0.05$). 외측 연조직보다 정중 부위 연조직의 전후방 이동이 Menton과 더 유사하였다.

4. Ch-D, Ch-ND의 Z축 이동 비율은 Me'보다 유의미하게 작았고 ($p<0.01$), Menton과 반대방향 움직임을 주로 보였다. 이부 이동에 따른 입술 비대칭의 해소는 한계가 있었다.
5. Y축의 이동 비율 중간값은 X, Z축과 달리 모든 계측점에서 양의 값을 보였다. 하안면 연조직의 전후방 이동은 수평 및 상하 방향 이동보다 Menton의 움직임과 더 유사하였다.
6. 수술 후 lip width는 유의미하게 감소하였으며 chin soft tissue thickness는 유의미하게 증가하였다 ($p<0.05$).

참고문헌

- Ackerman JL, Proffit WR, Sarver DM (1999). The emerging soft tissue paradigm in orthodontic diagnosis and treatment planning. *Clinical orthodontics and research* 2(2): 49–52.
- Alkhayer A, Piffko J, Lippold C, Segatto E (2020). Accuracy of virtual planning in orthognathic surgery: a systematic review. *Head Face Med* 16(1): 34.
- An S, Lee JY, Chung CJ, Kim KH (2017). Comparison of different midsagittal plane configurations for evaluating craniofacial asymmetry by expert preference. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 152(6): 788–797.
- de Sanctis Pecora C, Shitara D (2021). Botulinum Toxin Type A to Improve Facial Symmetry in Facial Palsy: A Practical Guideline and Clinical Experience. *Toxins (Basel)* 13(2).
- Dong T, Ye N, Yuan L, Wu S, Xia L, Fang B (2020). Assessing the Influence of Chin Asymmetry on Perceived Facial Esthetics With 3-Dimensional Images. *J Oral Maxillofac Surg* 78(8): 1389–1396.
- Graber LW, Vanarsdall RL, Vig KWL (2012). Orthodontics: Current Principles and Techniques. 5th ed, Elsevier Inc., p. 15–16.
- Jakobsone G, Stenvik A, Espeland L (2013). Soft tissue response after Class III bimaxillary surgery. *Angle Orthod* 83(3): 533–539.
- Joh Y, Park HS, Yang HJ, Hwang SJ (2019). Horizontal change of philtrum after orthognathic surgery in patients with facial asymmetry. *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery* 41(1): 48.
- Kang SH, Kim MK, An SI, Lee JY (2016). The effect of orthognathic surgery on the lip lines while smiling in skeletal class III patients with facial asymmetry. *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery* 38(1): 18.

- Kim HS, Pae C, Bae JH, Hu KS, Chang BM, Tansatit T, Kim HJ (2015). An anatomical study of the risorius in Asians and its insertion at the modiolus. *Surg Radiol Anat* 37(2): 147–151.
- Kim HY, Han SB (2024). Soft–Tissue Response following Genioplasty Combined with Anterior Segmental Osteotomy. *Plast Reconstr Surg* 153(1): 54e–63e.
- Kim JH, An S, Hwang DM (2022a). Reliability of cephalometric landmark identification on three–dimensional computed tomographic images. *Br J Oral Maxillofac Surg* 60(3): 320–325.
- Kim KA, Chang YJ, Lee SH, An HJ, Park KH (2019). Three–dimensional soft tissue changes according to skeletal changes after mandibular setback surgery by using cone–beam computed tomography and a structured light scanner. *Prog Orthod* 20(1): 25.
- Kim YJ, Choi SH, Choi YJ, Lee KJ, Lee SH, Yu HS (2022b). Three–Dimensional Change of Lip after Two–Jaw Surgery in Facial Asymmetry Using Facial Scanner. *Applied Sciences* 12(18): 9385.
- Kwon TG, Miloro M, Xi T, Han MD (2020). Three–Dimensional Analysis of Lip Asymmetry and Occlusal Cant Change After Two–Jaw Surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 78(8): 1356–1365.
- Lee MS, Chung DH, Lee JW, Cha KS (2010). Assessing soft–tissue characteristics of facial asymmetry with photographs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 138(1): 23–31.
- Lisboa CO, Martins MM, Ruellas ACO, Ferreira D, Maia LC, Mattos CT (2018). Soft tissue assessment before and after mandibular advancement or setback surgery using three–dimensional images: systematic review and meta–analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg* 47(11): 1389–1397.
- Mehta SY, Han MD, Tsay TP, Kusnoto B (2022). Accuracy of Patient–specific Soft–tissue Prediction Algorithms for Maxillomandibular Surgery in Class III Patients. *Contemp Clin Dent* 13(3): 242–248.

- Park JA, Rho NK, Lee HI, Yeo IS, Koh KS, Song WC (2022). Are There Other Muscle Fibers on the Orbicularis Oris Muscle in the Upper Lip? *Plast Reconstr Surg* 150(6): 1314e–1321e.
- Rupperti S, Winterhalder P, Rudzki I, Mast G, Holberg C (2019). Changes in the facial soft–tissue profile after mandibular orthognathic surgery. *Clin Oral Investig* 23(4): 1771–1776.
- Tiwari R, Chakravarthi PS, Kattimani VS, Lingamaneni KP (2018). A Perioral Soft Tissue evaluation after Orthognathic Surgery Using Three–Dimensional Computed Tomography Scan. *Open Dent J* 12: 366–376.
- Tseng YC, Yang C, Cheng JH, Pan CY, Chou ST, Chen CM (2019). Improvement in lip appearance (lateral and frontal aspects) following mandibular setback surgery. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg* 120(4): 317–321.
- Yi KH, Lee JH, Hu HW, Choi YJ, Lee K, Lee HJ, Kim HJ (2023). Novel anatomical proposal for botulinum neurotoxin injection targeting depressor anguli oris for treating drooping mouth corner. *Anat Cell Biol* 56(2): 161–165.

ABSTRACT

Analysis of lower facial soft tissue movement ratio according to three-dimensional chin movement after two-jaw surgery in patients with skeletal Class III malocclusion

Daeyeob KIM, D. D. S.

Department of Dentistry

Graduate School of Yonsei University

(Directed by Prof. Hyung Seog Yu, D. D. S., M. S. D., Ph. D.)

Despite the expanding field of nonsurgical orthodontic treatments, a surgical approach is still required to resolve skeletal discrepancies as facial asymmetry and mandibular prognathism. Recently, the accuracy of prediction of post-operative skeletal changes has increased with the widespread use of three-dimensional CT analysis, but residual soft tissue asymmetry has been reported after surgery. In this study, we aimed to determine the correlation between chin hard tissue movement and lower facial soft tissue changes after two-jaw surgery using pre- and post-operative CT images.

The study subjects were 18 adults (8 males, 10 females, 21.8 ± 3.63 years old) who were diagnosed with skeletal Class III malocclusion and underwent orthognathic surgery at

National Health Insurance Service Ilsan Hospital, Korea, and had a mean Menton deviation of 5.18 ± 3.48 mm in the mid-sagittal plane. Hard and soft tissues were reconstructed from three-dimensional CT images to measure the amount of movement, linear measurements, and the ratio of soft tissue to hard tissue movement before and after surgery. The following results were analyzed for differences in movement ratio according to the location of soft tissue and the changes of the linear measurements after surgery.

1. The most similar point to the movement of Menton was Me' in the horizontal and anteroposterior direction and B' in the superoinferior direction. The inferior soft tissue of the chin was hard to follow the upward movement of Menton.
2. The ratio of X-axis movement of the asymmetric non-deviated side was significantly smaller than Me' ($p < 0.01$). The ratio of X-axis movement of the asymmetric deviated side was not significantly different from Me' ($p > 0.05$). Soft tissue movement on the asymmetric deviated side was more similar to Menton's horizontal movement than the non-deviated side.
3. The Y-axis movement ratio of B', Li which is located in the medial area was not significantly different from Me' ($p > 0.05$). The Y-axis movement ratio of the lateral soft tissue was significantly smaller than Me' ($p < 0.05$). The movement of medial soft tissue was more similar to Menton's anteroposterior movement than the movement of lateral soft tissue.
4. The Z-axis movement ratio of Ch-D and Ch-ND was significantly smaller than Me' ($p < 0.01$), and the movement was mainly in the opposite direction of Menton. The

correction of lip asymmetry by chin movement was limited.

5. The median movement ratio in the Y-axis was positive at all measurement points, unlike the X and Z-axes. The anteroposterior movement of the lower facial soft tissue was more similar to Menton's movement than the horizontal and superiorinferior movement.
6. Lip width was significantly decreased and chin soft tissue thickness was significantly increased ($p < 0.05$).

In the surgical treatment of patients with facial asymmetry, the soft tissues do not follow all the movements of the hard tissues, making it difficult to accurately predict the facial appearance. In this study, the anteroposterior movement of soft tissue was more similar to Menton than other directions, and the chin soft tissue had a relatively higher movement ratio than the lower lip soft tissue, which was favorable for predicting post-operative changes. Therefore, understanding and utilizing the similarities and limitations of post-operative soft tissue changes may lead to better pre-operative prediction and post-operative prognosis.

Key words: Facial asymmetry, Two-jaw surgery, 3D CT images, Lower facial soft tissue change