



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](#)

선수술 접근법을 통한 악교정 수술환
자의 술 후 안정성에 영향을 미치는
요인

연세대학교 대학원

치 의 학 과

박 세 진

선수술 접근법을 통한 악교정 수술환
자의 술 후 안정성에 영향을 미치는
요인

지도 교수 정 영 수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2020년 6월 일


연세대학교 대학원


치 의 학 과

박 세 진

박세진의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 정영수 

심사위원 정희등 

심사위원 김재영 

연세대학교 대학원

2020년 6월 일

감사의 글

본 논문이 완성되기까지 바쁘신 가운데서도 세심한 지도를 해주시고 많은 관심을 가져 주신 정영수 교수님께 깊은 감사의 말씀을 드립니다. 논문을 검토해주시고 세심한 지도와 조언을 해 주신 정휘동 교수님과 김재영 교수님께 감사의 말씀을 전하고 싶습니다. 또한 많은 조언을 해주시고 부족한 논문을 완성시킬 수 있도록 도와주신 김준영 교수님께 감사의 말씀을 드립니다. 아울러 3년의 수련기간 동안 임상술식과 학문적 지식뿐만 아니라 구강악안면외과 의사로서의 자세와 마음가짐에 대해 가르침을 주신 김문기 교수님과 강상훈 교수님께 감사의 말씀을 드립니다. 수련기간 동안 서로 의지가 되었던 동기들, 의국 선배님과 후배님들 그리고 구강악안면외과 직원 분들에게도 고마운 마음을 전하고 싶습니다.

마지막으로 항상 저를 뒤에서 응원해주시고 사랑해주시는 부모님께 감사의 마음을 전하고 싶습니다.

2020 년 6 월

박 세 진

차 례

차례	i
그림 차례	iii
표 차례	iv
국문 요약	v
I. 서론	1
II. 연구대상 및 방법	5
1. 연구대상	5
2. 데이터 수집 방법	
(1) 피험자의 특성	8
(2) 수술 교합 셋업	8
3. 수술 방법	9
4. 3 차원 입체 영상의 중첩	10
5. 중첩 오차 평가	13
6. 통계적 분석 방법	14

III. 연구 결과	16
1. 골격적 특성과 수술 후 안정성	16
2. 치과적 특성과 수술 후 안정성	18
3. 수술 교합 셋업과 수술 후 안정성	22
IV. 고찰	28
V. 결론	36
참고문헌	38
영문요약	45

그림 차례

Fig. 1. The skull points with the reference points used to superimpose immediate and 1-year postoperative 3D CT model.....	11
Fig. 2. Superimposed immediate and 1-year postoperative 3D CT models.··	12
Fig. 3. The 3D coordinate system used in this study with the midsagittal, coronal, axial plane	13
Fig. 4. The Maxillary canting and variation of pogonion & menton on X-axis	18
Fig. 5. The maxillary arch length discrepancy and variation of pogonion on X-axis, mandibular arch length discrepancy and posterior nasal spine total vector.....	22
Fig. 6. The contact type and variation of A point on X-axis and posterior nasal spine on Z-axis, postoperative dental midline deviation and variation of A point on Z-axis	27

표 차 례

Table 1. Analyzing the effect of skeletal characteristics on postoperative stability.....	16
Table 2. Analyzing the effect of dental characteristics on postoperative stability.....	19
Table 3. Analyzing the effect of surgical occlusion set-up on postoperative stability.....	23

국문 요약

선수술 접근법을 통한 악교정 수술환자의 술 후 안정성에 영향을 미치는 요인

(지도교수 : 정 영 수)

연세대학교 대학원 치의학과

박 세 진

선수술 접근법을 통한 악교정 수술은 수술 전 교정 치료, 수술, 그리고 수술 후 교정치료의 3단계로 이루어진 표준적인 악교정수술 방식에 비해 짧은 치료기간과 빠른 안모의 회복 등의 장점들이 있다. 하지만 표준적인 악교정수술 방식에 비해 연구가 부족하며 특히 수술 후 안정성에 대한 기존의 연구들은 2차원적인 분석에 관해 주로 이루어졌다. 최근 들어 CBCT (cone beam computed tomography)의 등장과 함께 3차원 이미징 및 가상 수술 계획 (virtual surgical planning)은 악교정 수술의 치료계획 설정 및 예후 평가 시스템의 기반이 되면서 수술 후 안정성에 대한 3차원적 분석에 대한 관심은 높아졌으나 이에 관한 집중적인 연구는 부족한 실정이다.

특히 3차원적 술 후 안정성에 영향을 미치는 요인에 대해서는 연구가 거의 이루어지지 않고 있다.

이에 저자는 하악전돌증을 동반한 환자 중 동일한 술자에 의해 선수술 접근법의 악교정수술을 시행 받은 환자 30명 (남자 13명, 여자 17명)의 수술 1년후 안정성과 피험자의 특성 (demographic features), 수술 교합 셋업 (surgical occlusal setup)의 관계를 분석한 바 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 상악의 canting이 적은 그룹과 많은 그룹 간에 menton과 pogonion의 수평적 변화량(Δx)이 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. ($p < 0.05$)
2. 상악 치열궁의 총생이 없는 그룹과 경미한 총생이 있는 그룹 간에 pogonion의 수평적 변화량(Δx)이 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. ($p < 0.05$)
3. 하악 치열궁의 총생이 없는 그룹과 경미한 총생이 있는 그룹 간에 PNS의 total vector양이 통계적으로 유의미한 차이가 있었다. ($p < 0.01$)

4. Contact type이 bilateral anterior, premolar & posterior 그룹과 bilateral anterior & posterior 그룹 간에 A point의 수평적 변화량 (Δx)과 PNS의 수직적 변화량(Δz)이 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. ($p < 0.05$)

5. 수술 후 정중선이 편위된 그룹과 편위되지 않은 그룹 간에 A point의 수직적 변화량(Δz)이 통계적으로 유의한 차이가 있었다. ($p < 0.05$).

이상의 결과는 선수술 접근법의 악교정 수술환자의 진단 및 치료계획 수립 시 수술 후 3차원적 안정성과 예후를 보다 정확히 예측하는 데 도움이 될 수 있을 것으로 생각된다.

핵심 되는 말: 선수술 접근, 술 후 안정성, 피험자의 특성, 수술 교합 셋업

선수술 접근법을 통한 악교정 수술환자의 술 후 안정성에 영향을 미치는 요인

< 지도교수 정 영 수 >

연세대학교 대학원 치의학과

박세진

I. 서 론

악교정 수술을 이용한 악안면 기형 환자 치료의 전통적인 표준 순서는 수술 전 교정 치료, 수술, 그리고 수술 후 교정치료의 3단계로 이루어진다. 이 접근법은 악안면 기형증을 치료할 때 안정적이고 예지성 있는 결과를 얻기 위한 표준 방법이였다. (Jacobs & Sinclair, 1983) 수술 전 교정치료에 대하여 일부 의사들은 수술 전 석고 모델의 이상적인 교두감합을 선호하지만, 다른 의사들은 수술 후에 세부적인 마무리를 선호한다. 수술 전 교정치료에 대한 일반적인 원칙은 상악골과 하악골을 원하는 위치로 이동시킬 수 있도록 치아를 충분히 움직여야 한다는 점이다. (Sabri, 2006) 적절한 수술 전 교정치료가 이루어지지 않을 시에는, 수술을 통한 골격적 부조화 (skeletal discrepancy)를 완전히 해결하는데 제한이 생긴다. 표준 접

근법에는 많은 장점이 있지만, 장기간의 수술 전 후의 교정 치료 기간, 그로 인한 악교정 수술의 지연과 환자 불편감의 증대, 그리고 특히 제3급 치열안모 변형증 환자에서 수술 전 교정 기간 도중 안모의 심미성이 저하되는 단점이 있다.

Hullihen이 최초의 악교정 수술을 시행한 이후로 많은 새로운 기술과 방법이 도입되었다. (Aziz, 2004) Skaggs는 교정적 치료와 관련하여 외과적 술식의 타이밍 문제를 제기한 바 있으며 만약 외과적으로 만족스러운 악간 관계를 얻을 수 있다면 수술이 교정적 치료보다 우선되어야 한다고 주장하였다. (Peiro-Guijarro, Guijarro-Martinez, & Hernandez-Alfaro, 2016) Kondo와 Aoba 가 보여준 바와 같이, 심각한 부정교합에 대한 교정 치료의 한계는 넓어지고 있지만 수술을 하지 않을 경우 근본적인 골격 불균형은 남게 된다. (Kondo & Aoba, 2000) Brachvogel 은 수술 전 교정의 단점과 불편을 줄이겠다는 목표로 “선수술 그리고 후교정”이라는 개념을 제안했으며 수술 후 치아 악궁의 정렬은 제1급 부정교합의 증례에서의 교정 치료와 유사하며 수술 후 교정으로 쉽게 수술 후 재발을 해결할 수 있다고 하였다. (Brachvogel, Berten, & Hausamen, 1991) 그는 정상화된 주변 연조직이 수술 후 치아를 더 나은 위치에 고정 시켜서 치아의 남은 교정적 움직임을 촉진하고 전체 교정 치료기간을 단축한다고 주장했다. Kim 등은 선수술 접근법을 통한 악교정 수술환자에서 총 치료기간에 영향을 주는 요인에 관한 연구에서 대조군에 비해 통계적으로 유의미하게 총 치료기간이

감소하였다고 보고하였다. (J.-Y. Kim, Park, Jung, & Jung, 2020) 수술 전 교정 및 탈보상은 선수술 접근 방식에서 최소화되므로 수술 전 안모의 심미 및 치과적 기능의 악화는 보이지 않는다. (Liou et al., 2011) 그러나 불안정한 교합에 의해 치아의 움직임과 턱의 불안정성을 예측하는데 어려움이 있다. Nagasaka에 의한 증례보고가 선수술 접근의 첫 임상 적용으로 종종 인용된다. 선수술 접근 방식의 악교정 수술은 모든 환자 증례에서 사용될 수는 없으며, 너무 많은 수술 전 교정적 정렬과 탈보상이 필요하지 않은 경우의 증례들이 적응증이 된다. (Nagasaka, Sugawara, Kawamura, & Nanda, 2009) 잘 정렬되어 있거나 경미한 전치부의 총생, 편평하거나 경도의 스피 만곡 (curve of spee), 정상에서 경도의 전치부 전후방경사를 만족할 때 적응증이 될 수 있다. (Liou et al., 2011)

악교정 수술을 위한 수술 전 준비 단계에서 모델 수술 (model surgery)은 치료 계획을 결정하고, 수술의 오류 가능성을 줄이고 수술 장치 (wafer)를 제작하는 가장 중요한 단계였다. 하지만 복잡한 악교정 수술의 경우 모델 수술은 많은 기공실 작업을 필요로 하고, 많은 시간이 소요되며, 기준선을 배치하거나 잘라진 모형을 원하는 위치로 재배치할 때 오류를 범할 수 있다.(Sharifi et al., 2008) 이러한 수동 모델 수술에 의한 오류를 줄이기 위해 3차원 가상 모델 수술이 도입되었다. 지난 10년 동안 CBCT (cone beam computed tomography)가 등장하면서 3차원 이미징 및 가상 수술 계획 (virtual surgical planning)은 악교정 수술의 치료계획 설정 및

예후 평가 시스템의 기반이 되었다. 최근에는, 3차원적 움직임과 관련하여 수술적 변화량을 평가하는 3차원 컴퓨터 시뮬레이션의 발전과 함께 수술적 변화량의 3차원 이미지 분석이 사용되기 시작했다. (Cevitanes et al., 2007) 두개골 기저 및 두개골과 같은 안정적인 구조에서의 전산화 단층 촬영 (computed tomography) 이미지의 중첩은 치열, 골격 및 연조직의 변화의 3차원적 평가를 가능하게 한다.

이에 본 연구에서는 하악전돌증을 동반한 골격성 3급 부정교합으로 진단된 환자 중 수술 전 교정치료를 진행하지 않고 선수술 접근법을 통한 양악수술을 시행한 환자 중에 교정치료가 완료된 환자를 대상으로 하였다. 수술 1달후 및 수술 1년후 촬영한 CBCT를 3차원 재구성하여 중첩하였다. 수술 후 안정성을 평가하여 피험자 특성 및 수술 교합 셋업 (surgical occlusion setup) 과의 연관성을 연구하여 향후 한국인의 선수술 악교정 수술의 수술 후 안정성에 도움이 되고자 하였다.

Ⅱ. 연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

이 후향적 연구는 2011년부터 2018년까지 연세대학교 치과대학병원 구강악안면외과에서 동일한 술자에 의해 악교정 수술을 시행 받은 환자로 하기의 기준에 부합하는 환자 30명을 대상으로 하였다.

- 1) 하악전돌증을 동반한 골격성 3급 부정교합으로 진단된 환자 중 수술 전 교정치료를 진행하지 않은 환자
- 2) 선수술 접근법을 통한 양악수술을 시행한 환자 중에 교정치료가 완료된 환자
- 3) 어린시절 교정치료 과거력이 없고 악안면부에 수술 경험이 없는 환자
- 4) 구개구순열 같은 유전성의 선천적 기형이 없는 환자
- 5) 외상 병력이 없는 환자

상하악의 분절골 절단술이 동반된 경우도 제외하였다. 수술용 아치 와이어 (surgical arch wire) 를 제외한 수술 전 교정치료는 시행되지 않은 환자만을 대상으로 하였으며 총 30명의 환자가 이 기준에 부합되어 연구에 포함되었다. 이들은 남자 13명 및 여자 17명이었다. 남자 연령분포는 18

세에서 34세까지 였으며, 평균 21.4세였다. 여자의 경우 18세에서 30세까지의 연령분포를 보였고, 평균 연령은 22.8세였다. 남녀 평균 연령은 22.2세 였다. 본 연구는 연세대학교 치과대학병원 연구윤리심의위원회 (IRB No. 2-2019-0033)의 승인후 시행하였다.

2. 데이터 수집 방법

수술 전 피험자들의 특성에 대해서는 치과 및 의과 (medical) 차트를 검토하였다. 수술 약 1달 전 CBCT (Alphard 3030, Asahi Roentgen Inc, Kyoto, Japan)를 촬영하였으며 모든 CBCT 데이터를 Digital Imaging Communication in Medicine(DICOM) format 으로 변환하였고 이를 3차원적으로 재구성하였다. 이때 Simplant Pro 14.0 software program (Materialise Dental n.v., Leuven, Belgium)을 이용하였고 3차원 분석 및 악교정수술을 위한 계획 및 외과적 시뮬레이션을 시행하였다. 수술 전에 상악 및 하악 인상을 채득하여 치과 석고모형을 제작하였으며 분석을 시행하였다. 상하악의 석고 모형을 교정과 의사와 상의하여 적절한 수술교합을 형성하였으며 이때의 분석을 다시 한번 측정하였다. 수술 전 교합의 석고모형과 수술 교합 셋업의 석고모형을 각각 Identica Blue scanner (Medit

Co. Ltd., Seoul, Korea) 를 이용하여 3차원 스캐닝하였고 이 STL (stereolithography) 파일들을 CBCT 기반의 3차원 물체에 Mimics 16.0 software program (Materialise Dental n.v., Leuven, Belgium) 를 이용하여 중첩하였다. 이 과정에서는 최소 3점 이상의 점 중첩 방식을 시행하였으며 컬러 코딩 (color coding) 하여 최소 오차로 중첩 되었는지를 확인하였다. 수술 교합 접촉 점의 수와 양상은 치과용 석고모델 및 3차원 스캐닝한 이미지에서 모두 확인하여 이중 확인하였다. 중첩 후 적절한 골격적 부조화가 해결되는 위치로 상하악을 재위치 시켰으며 외과적 시뮬레이션을 완성하였다. 최종적으로 시뮬레이션대로 수술하기 위하여 3차원 프린팅 & CAD/CAM (Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacturing system) 기법을 이용하여 수술 장치 (wafers) 를 제작하였다.

수술 후 1년뒤의 수술 안정성과 피험자 특성 및 수술 교합 셋업의 관계가 평가되었다. 상악의 캔팅 (canting) 은 양측 외이공 (porion, Po) 과 우측 또는 좌측의 안와점 (orbitale, Or)을 지나는 F-H 평면 (frankfort horizontal plane)으로부터의 양측 상악 제1대구치의 근심 협측 교두정점의 거리 차이를 측정하였다. 상악의 캔팅이 2mm 이상일 때, 심한 캔팅으로 분류하였다. 정중시상기준평면은 F-H평면에 수직이면서 비근점 (nasion, N), 후두점 (opishion)을 지나는 점으로 규정되었으며 이를 토대로 턱끝점 (menton, Me)의 편위 (deviation)가 측정되었고 4mm이상의 편

위가 있을 경우 안모 비대칭으로 진단하였다

(1) 피험자의 특성

가. 골격적 (skeletal) 특성

- 1) 안모 비대칭
- 2) 상악의 캔팅

나. 치과적 (dental) 특성

- 1) 수술 전 전방 개교 (anterior open bite)
- 2) 치열궁 공간 부족량 (arch length discrepancy)
- 3) 스피 만곡 (curve of spee)

(2) 수술 교합 셋업

가. 전후방 관계

- 1) 수술 후 수평 피개 (postoperative overjet)
- 2) 수술 후 구치부 관계 (molar key)

나. 수직 관계

- 1) 수술 후 전방 개교

2) 수술 교합 접촉 타입

다. 수평 관계

1) 수술 후 치아 정중선

3. 수술 방법

악교정 수술은 상악의 르포트씨 1급 골절단술 (lefort I osteotomy)을 동반하여 골격성 3급 부정교합을 해소하기 위해 후비극 (posterior nasal spine, PNS) 후방 들어올림 (posterior impaction)을 동반한 시계방향 회전을 시행하였고 하악의 경우 후방이동을 위한 구내 하악지 수직 골절단술 (intraoral vertical ramus osteotomy, IVRO)이 시행되었다. 턱 끝의 윤곽에 따라 이부성형술 (genioplasty)이 동반되거나 동반되지 않은 경우도 포함되었으며 이 모든 수술적 작업은 1명의 구강악안면외과의사 (YSJ)에 의해 시행되었다. 상악은 생흡수성 고정 판과 나사들 (OSTEOTRANS-MX®, Takiron, Osaka, Japan)로 고정하였으며 하악은 IVRO를 통해 고정하지 않았기 때문에 약 10-12일의 악간고정을 시행하였으며 수술 후 약 1달간 적극적인 물리치료를 시행하였다. 개구량이

40mm 이상이 되어 기능적으로 회복되고 교합의 안정화가 이루어졌을 때 수술 후 교정치료가 시작되었다. 교정적인 치료 완료의 조건은 상하악 치아의 교두감합이 적절하게 이루어지고, 치아 정중선이 일치하며 구치부의 적절한 수평피개를 얻었을 때를 기준으로 하였다.

4. 3차원 입체 영상의 중첩

수술 1달후 및 수술 1년후 3차원 두개 입체 영상을 Mimics 16.0 software program 프로그램에서 두개골 표면의 기준점을 이용해 중첩 하였다. 중첩에 사용된 기준점 (reference point)은 두개골의 전방 양측 상안와공(supraorbital foramen) 및 관골 전두 봉합(zygomatic-frontal suture) 과 후방의 후두점 중 선택하였다. (Fig 1.) 후두점은 대후두공 (foramen magnum)의 후연의 중앙점으로 정의하였다. 기준점은 술 후 및 후 삼차원 영상에서 위치가 명확히 확인되며 점 사이의 거리가 가장 먼 세 점을 선택 하였다. 중첩 과정을 통해서 수술후의 상악골 및 하악골의 이동 변화를 확인하였다. (Fig 2). 그리고 상하악골의 A 점 (A point, A), PNS, 아래턱 최전방점 (pogonion, Pog), Me의 수술 1달후 와 수술 1년후 위치 좌표를 기록하였다. A 점은 상악골의 전방부의 변화량, PNS는 상악골의 후방부의

변화량, Pog은 하악골의 전방부의 변화량, Me은 하악골의 하방부의 변화량을 관찰하기 위해 선택하였다.

중첩된 3차원 두개 입체 모델을 수평적으로 F-H 평면에 평행하고 수직적으로 정중시상평면에 평행하도록 3차원 좌표축 (axis of coordinates)을 재조정 (reorientation)하였다. 이 때 F-H평면에 평행하고 양측 Po에 평행한 선을 X축, 정중시상평면에 평행하고 X선에 수직인 선을 Y축 그리고 X, Y축에 수직인 선을 Z축으로 설정하였다. 이때 X, Y, Z 축은 각각 좌우, 전후, 상하 방향을 의미하도록 하였다. (Fig 3).

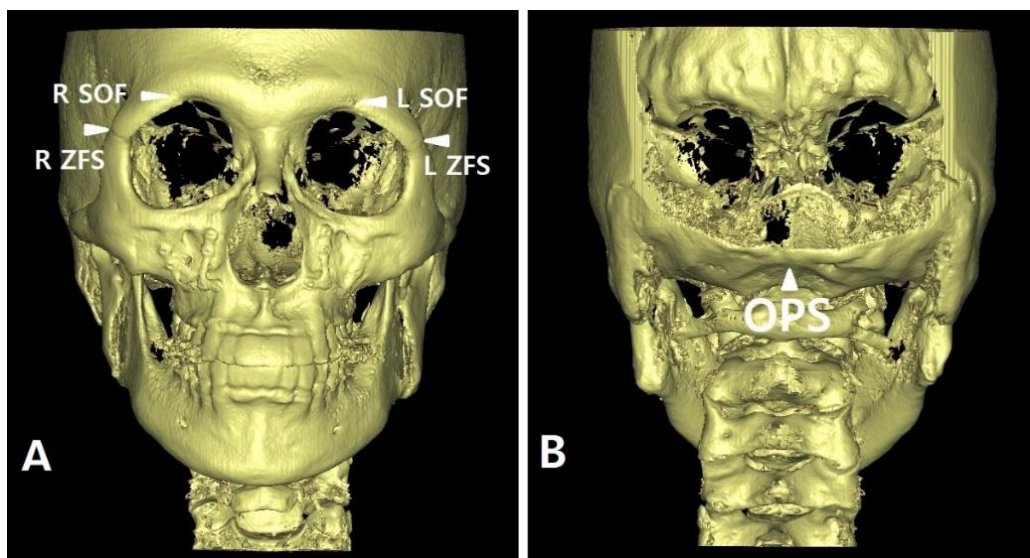


Fig 1. The skull points with the reference points used to superimpose 1-month and 1-year postoperative 3D CT model.

A: 3D skull model 의 Frontal view. **B:** 3D skull model 의 Rear view. SOF (supraorbital foramen), ZFS (zygomatic frontal suture), OPS (opisthion)

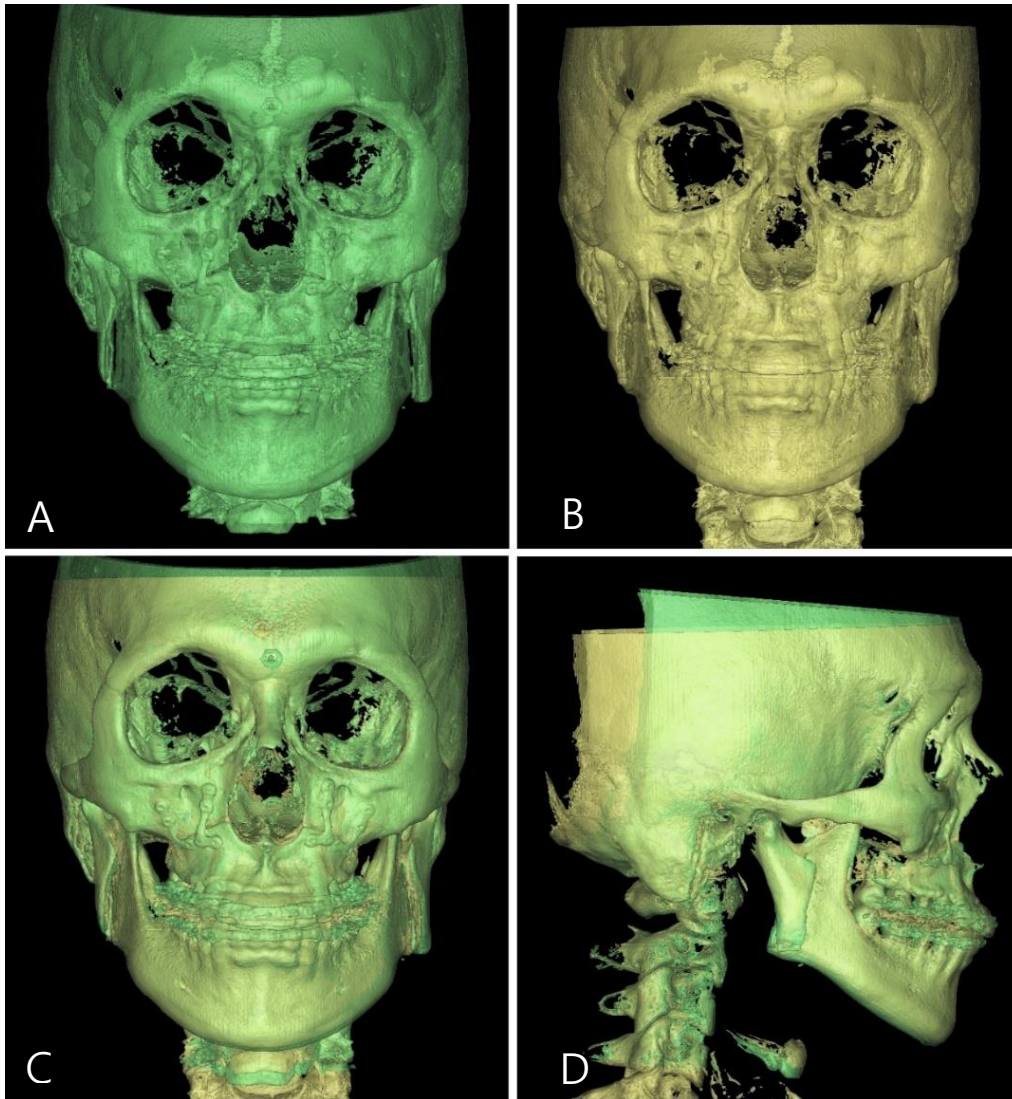


Fig 2. Superimposed immediate and 1-year postoperative 3D CT models

A: 수술 1달 후 3D CT 모델 B: 수술 1년 후 3D CT 모델 C: 3-point registration 방법으로 중첩한 3D CT model의 frontal view D: 3-point registration 방법으로 중첩한 3D CT model의 lateral view

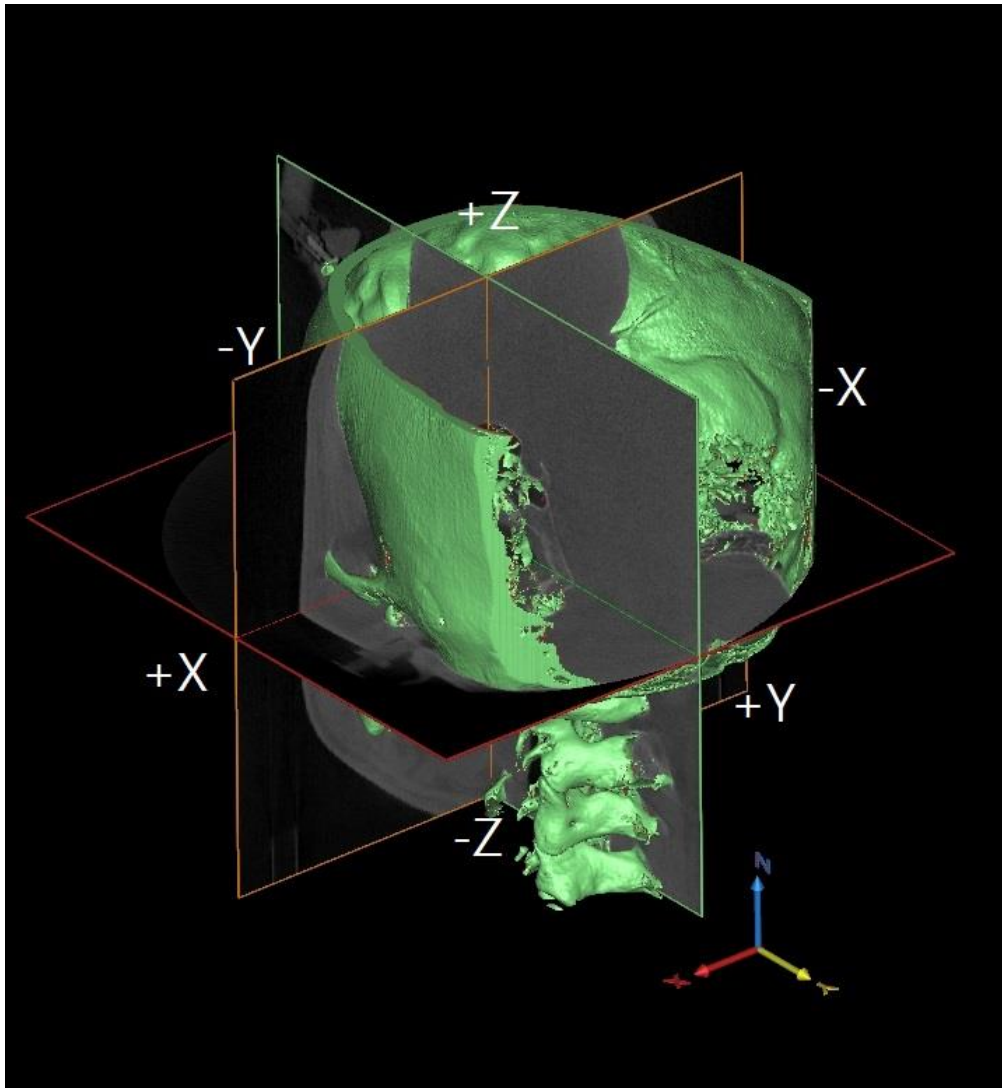


Fig 3. The 3D coordinate system used in this study with the midsagittal, coronal , axial plane

5. 중첩 오차 평가

Mimics 16.0 software program을 이용한 두개골 중첩의 정확성을 평가

하였다. 이를 위해서 Rapidform XOV2 program (INUS technology, seoul, south korea) 을 Mimics 프로그램과 함께 사용하였다. 피험자 30명중 임의로 선택한 10명에서 두 개의 동일한 3차원 입체 영상을 항목 4에서 제시한 방법으로 3 점 중첩하였다. 중첩된 영상을 STL파일로 변환시킨 후 Rapidform 프로그램을 통하여 3차원 입체 영상 표면 간의 평균 거리를 계산하였다.

6. 수술 안정성 평가 및 통계적 분석 방법

악교정수술의 3차원적 안정성을 평가하기 위해 중첩된 수술 1달후 및 수술 1년후의 3차원 두개 입체 영상에서의 계측점들의 위치변화를 계산하였다. 각각의 계측점들의 재조정된 3차원 좌표축의 x축 변화량, y축 변화량, z축 변화량 및 total vector양을 계산하였다. 이렇게 얻어진 결과를 피험자의 특성과 수술 교합 셋업 요인들의 그룹에 따라서 x, y, z 좌표축 및 total vector를 각각 분석하였다.

피험자의 특성과 수술 교합 셋업 요인들의 그룹간의 차이가 유의한 의미가 있는지 검정하였다. 검정하려는 그룹의 갯수가 2개의 경우에는 Mann-whitney 검사를 사용하였으며 3개의 경우에는 Kruskal-wallis 검사가 시행되었다. 데이터 전 처리는 Excel 2016 (Microsoft, Redmond, WA, USA)

를 통해 이루어졌고, 통계 처리에는 statistical package for the social sciences (SPSS) (version 12.0, Chicago, USA)을 이용하여 분석, 통계 처리하였다. p value가 0.05 이하일 경우에 통계적으로 유의하다고 판정하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 골격적 특성과 수술 후 안정성

상악 canting에 관해서 menton의 X축 변화량에서 각각 0.9 ± 1.7 mm (severe group), -0.8 ± 1.4 mm (mild group) 수치를 나타냈고 pogonion의 X축 변화량에서 각각 1.1 ± 1.8 mm (severe 그룹), -0.6 ± 1.5 (mild 그룹) 수치를 나타냈으며 그룹 간에 menton과 pogonion의 X축 변화량에 유의한 차이가 있었다. ($p < 0.05$). (Table 1.)

Table 1. Analyzing the effect of skeletal characteristics on postoperative stability

Variables	Mean \pm SD	Mean \pm SD	P value
Facial asymmetry	Symmetry	Asymmetry	
Total Vector (A point)	1.6 ± 0.7	2.2 ± 1.6	0.837
Total Vector (Me)	2.8 ± 1.4	4.6 ± 2.7	0.742
Total Vector (PNS)	2.1 ± 2.3	3.3 ± 2.4	0.052

Total Vector (Pog)	3.3 ± 1.5	4.9 ± 2.7	0.101
Maxillary canting			
	Severe (≥2mm)	mild (<2mm)	
Total Vector (A point)	1.9 ± 1.3	2.0 ± 1.3	0.625
Total Vector (Me)	3.2 ± 1.8	4.0 ± 2.6	0.372
▲ X	0.9 ± 1.7	-0.8 ± 1.4	0.019*
▲ Y	0.3 ± 2.5	0.3 ± 3.8	1.000
▲ Z	-0.4 ± 1.7	0.0 ± 4.7	0.422
Total Vector (PNS)	1.7 ± 0.7	3.0 ± 2.4	0.349
Total Vector (Pog)	3.2 ± 1.9	4.5 ± 2.3	0.150
▲X	1.1 ± 1.8	-0.6 ± 1.5	0.028*
▲Y	0.8 ± 2.4	0.7 ± 3.9	0.756
▲Z	-0.1 ± 1.9	-0.7 ± 2.6	0.349

*p < 0.05; ** p < 0.01. Mann-Whitney test was performed to analyze differences between two groups, Kruskal-Wallis test was performed to analyze differences between three groups

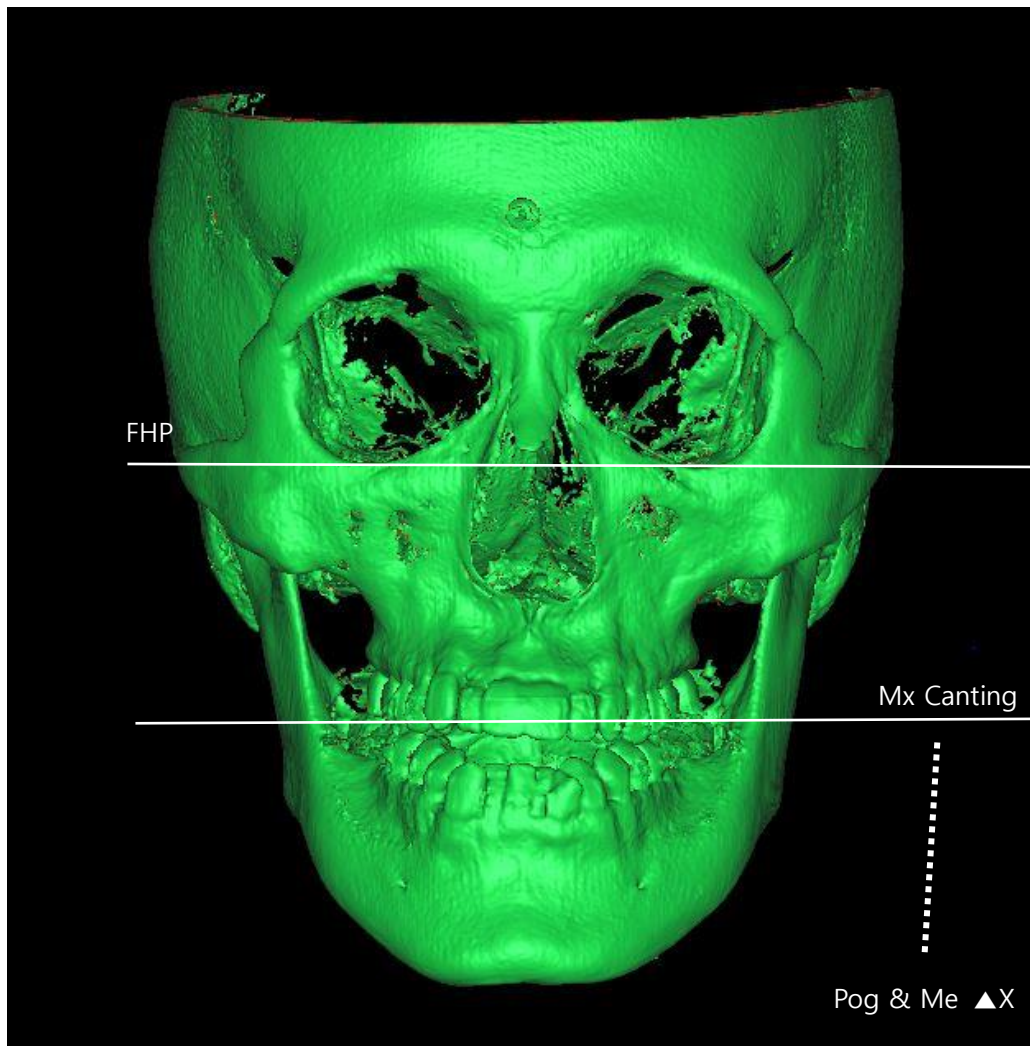


Fig 4. The Maxillary canting and variation of pogonion & menton on X-axis

FHP: Frankfort-horizonal plane, Mx canting: Maxillary canting, Pog: pogonion, Me: Menton

2. 치과적 특성과 수술 후 안정성

상악 ALD에 관해서 pogonion의 X축 변화량에서 각각 $-0.4 \pm 1.4\text{mm}$ (총생이 없는 그룹), -0.4 ± 2.0 (경미한 총생이 있는 그룹) 수치를 나타냈으며 그룹 간에 Pogonion의 X축 변화량에 유의한 차이가 있었다. ($p < 0.05$).

하악 ALD에 관해서 PNS의 total vector 양에서 $1.1 \pm 0.4\text{mm}$ (총생이 없는 그룹), 3.5 ± 2.4 (경미한 총생이 있는 그룹) 수치를 나타냈으며 그룹 간에 PNS의 total vector양의 유의한 차이가 있었다. ($p < 0.01$) (Table 2)

Table 2. Analyzing the effect of dental characteristics on postoperative stability

Variables	Mean \pm SD	Mean \pm SD	P value
Pre-op AOB	Yes	No	
Total Vector (A point)	2.0 ± 1.5	1.9 ± 1.3	0.746
Total Vector (Me)	4.5 ± 1.3	3.6 ± 2.5	0.188
Total Vector (PNS)	2.9 ± 3.3	2.8 ± 2.3	0.914
Total Vector (Pog)	3.7 ± 2.0	4.2 ± 2.4	0.666
Maxilla ALD	Spacing	Mild spacing	Severe crowded

	(<0mm)	(<3, ≥0mm)	(≥3mm)	
Total Vector (A point)	2.5 ± 2.0	2.0 ± 1.1	1.4 ± 0.4	0.568
Total Vector (Me)	3.7 ± 1.9	3.9 ± 2.5	3.4 ± 2.5	0.823
Total Vector (PNS)	1.9 ± 1.6	3.0 ± 2.4	2.2 ± 1.6	0.369
Total Vector (Pog)	4.3 ± 2.2	4.2 ± 2.5	3.8 ± 1.5	0.823
▲X	-0.4 ± 1.4	-0.4 ± 2.0	1.1 ± 0.8	0.013*
▲Y	1.8 ± 3.1	0.2 ± 3.7	1.3 ± 2.8	0.600
▲Z	-0.8 ± 2.8	-0.7 ± 2.3	0.3 ± 2.3	0.520

Spacing (<0mm) group and mild spacing (<3, ≥0mm) group showed significant difference in X-axis variation of pogonion. (p<0.05)

Mandible ALD	Spacing (<0mm)	Mild spacing (<3, ≥0mm)	Severe crowded (≥3mm)	
Total Vector (A point)	1.8 ± 0.7	1.9 ± 1.6	2.1 ± 1.1	0.567
Total Vector (Me)	3.3 ± 2.0	4.4 ± 2.6	3.0 ± 1.8	0.445
Total Vector (PNS)	1.1 ± 0.4	3.5 ± 2.4	2.0 ± 1.5	0.009**
▲X	0.3 ± 0.4	-0.2 ± 0.9	-0.1 ± 0.6	0.281

▲Y	-0.4 ± 0.8	0.4 ± 3.5	-0.7 ± 1.6	0.596
▲Z	0.3 ± 0.5	0.3 ± 2.1	-0.9 ± 1.4	0.282
Total Vector (Pog)	4.0 ± 2.0	4.6 ± 2.9	3.5 ± 1.0	0.628

*spacing (<0mm) group and mild spacing (<3, ≥0mm) group showed significant difference in Total vector of PNS. (p<0.01)

Curve of spee	Mild (<2mm)	Severe (≥2mm)	
Total Vector (A point)	1.6 ± 0.4	2.1 ± 1.5	0.880
Total Vector (Me)	4.3 ± 1.1	3.5 ± 2.8	0.155
Total Vector (PNS)	2.8 ± 2.8	2.4 ± 1.7	0.948
Total Vector (Pog)	4.7 ± 1.4	3.8 ± 2.6	0.143

*p < 0.05; ** p < 0.01. ALD: arch length discrepancy, AOB: anterior open bite. Mann-Whitney test was performed to analyze differences between two groups, Kruskal-Wallis test was performed to analyze differences between three groups

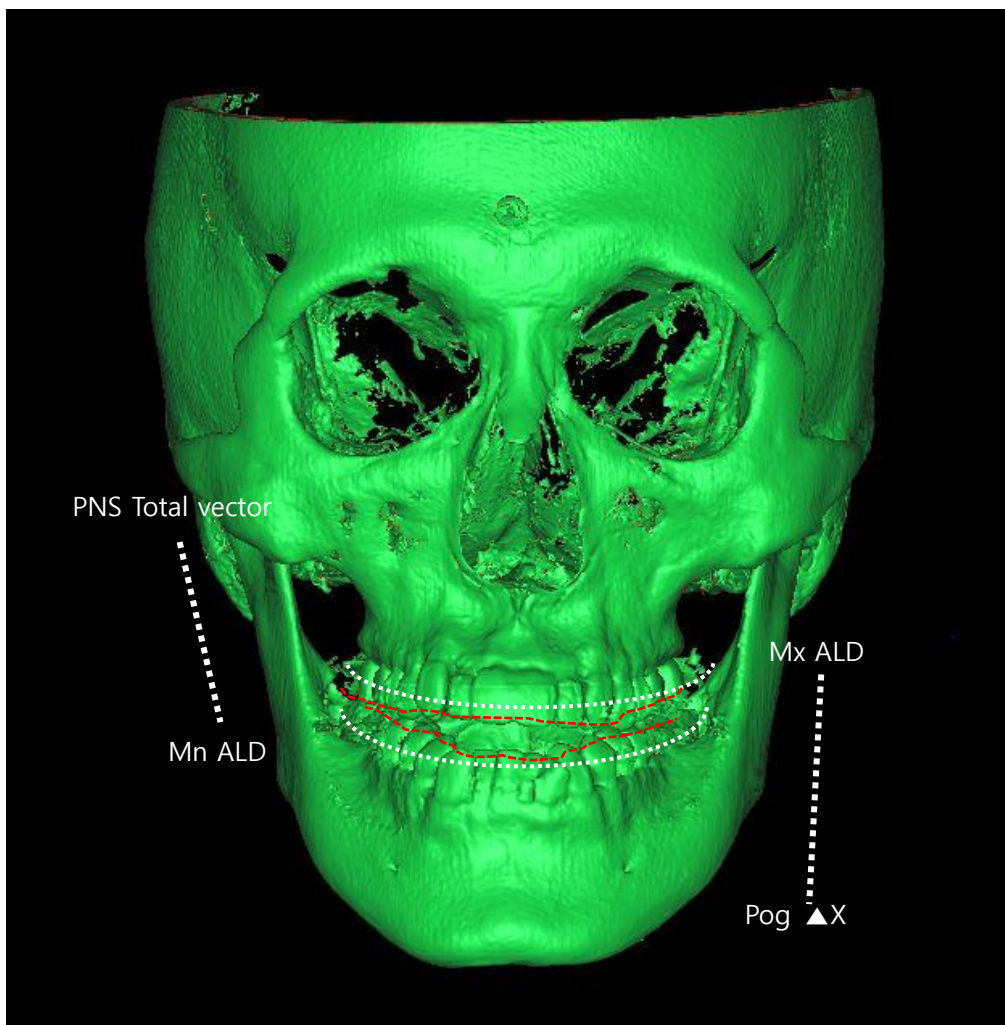


Fig 5. The maxillary arch length discrepancy and variation of pogonion on X-axis, mandibular arch length discrepancy and posterior nasal spine total vector

Mx ALD: maxillary arch length discrepancy, Mn ALD: mandibular arch length discrepancy, PNS: posterior nasal spine, Pog: pogonion

3. 수술 교합 셋업과 수술 후 안정성

Contact type에 관해서 A point의 X축 변화량에서 각각 0.5 ± 0.6 mm (bilateral anterior, premolar & posterior group), -0.4 ± 0.8 mm (bilateral anterior & posterior group) 수치를 나타냈고, PNS의 Z축 변화량에서 각각 0.7 ± 1.3 mm (bilateral anterior, premolar & posterior group), -1.0 ± 1.4 mm (bilateral ant & post group) 수치를 나타냈으며 그룹 간에 A point의 X축 변화량과 PNS의 Z축 변화량의 유의한 차이가 있었다. ($p < 0.05$). (Table 3)

수술 후 치아 정중선에 관해서 A point의 Z축 변화량에서 각각 -1.3 ± 1.0 mm (Non-deviated group), -0.2 ± 2.0 (Deviated group) 수치를 나타냈으며 그룹 간에 A point의 Z축 변화량에 유의한 차이가 있었다. ($p < 0.05$).

Table 3. Analyzing the effect of surgical occlusion set-up on postoperative stability

Variables	Mean \pm SD	Mean \pm SD	P value
Post-op overjet	Mild (≤ 4 mm)	severe (> 4 mm)	
Total Vector (A point)	1.8 ± 0.7	2.2 ± 1.8	0.934
Total Vector (Me)	3.4 ± 1.8	4.3 ± 2.9	0.483

Total Vector (PNS)	2.2 ± 2.0	3.1 ± 2.2		0.363
Total Vector (Pog)	4.0 ± 1.5	4.2 ± 3.0		0.773
Post-op molar key	Class I	Class II	Class III	
Total Vector (A point)	1.8 ± 0.9	2.2 ± 1.7	2.0 ± 1.4	0.798
Total Vector (Me)	4.0 ± 2.5	4.4 ± 2.3	2.6 ± 1.7	0.177
Total Vector (PNS)	2.2 ± 1.9	2.9 ± 1.8	2.9 ± 2.8	0.663
Total Vector (Pog)	4.2 ± 2.7	4.6 ± 1.8	3.4 ± 1.5	0.428
Contact type	Bilateral ant & pre & post (>4 points)	Bilateral ant & post (>4 points)	Bilateral post	
Total Vector (A point)	1.8 ± 1.0	1.6 ± 0.8	2.7 ± 2.0	0.578
▲ X	0.5 ± 0.6	-0.4 ± 0.8	-0.2 ± 0.7	0.012*
▲ Y	-0.4 ± 1.0	-0.4 ± 0.8	-1.3 ± 1.3	0.298
▲ Z	-1.2 ± 1.0	-0.4 ± 1.2	-0.6 ± 2.7	0.118
Total Vector (Me)	4.4 ± 2.5	3.3 ± 2.3	3.6 ± 2.0	0.588
Total Vector (PNS)	2.5 ± 1.9	2.7 ± 2.5	2.5 ± 1.7	0.825

▲ X	-0.1 ± 0.9	-0.1 ± 0.6	-0.2 ± 0.7	0.505
▲ Y	0.5 ± 2.6	-0.2 ± 3.2	-1.1 ± 1.5	0.351
▲ Z	0.7 ± 1.3	-1.0 ± 1.4	-0.1 ± 2.2	0.037*
Total Vector (Pog)	4.8 ± 3.0	3.7 ± 1.5	3.6 ± 1.7	0.713

* Bilateral ant & pre & post (>4 points) group and Bilateral ant & post (>4 points) group showed significant difference in X-axis variation of A point. (p<0.05)

* Bilateral ant & pre & post (>4 points) group and Bilateral ant & post (>4 points) group showed significant difference in Z-axis variation of PNS. (p<0.05)

Post-op AOB	Yes	No	
Total Vector (A point)	2.4 ± 1.7	1.6 ± 0.8	0.145
Total Vector (Me)	4.2 ± 3.0	3.4 ± 1.6	0.650
Total Vector (PNS)	2.4 ± 1.8	2.7 ± 2.4	0.742
Total Vector (Pog)	4.5 ± 2.9	3.8 ± 1.7	0.680
Post-op Dental Midline	Non-deviated	Deviated	
Total Vector (A point)	2.0 ± 0.8	1.9 ± 1.7	0.116
▲ X	0.2 ± 0.8	-0.2 ± 0.8	0.137
▲ Y	-0.7 ± 0.9	-0.5 ± 1.2	0.250
▲ Z	-1.3 ± 1.0	-0.2 ± 2.0	0.026*

Total Vector (Me)	4.0 ± 2.6	3.5 ± 2.2	0.838
Total Vector (PNS)	2.1 ± 1.9	3.0 ± 2.3	0.345
Total Vector (Pog)	4.5 ± 2.7	3.8 ± 1.8	0.744

*p < 0.05; ** p < 0.01. AP: anterior-posterior, AOB: Anterior open bite. Mann-Whitney test was performed to analyze differences between two groups, Kruskal-Wallis test was performed to analyze differences between three groups.

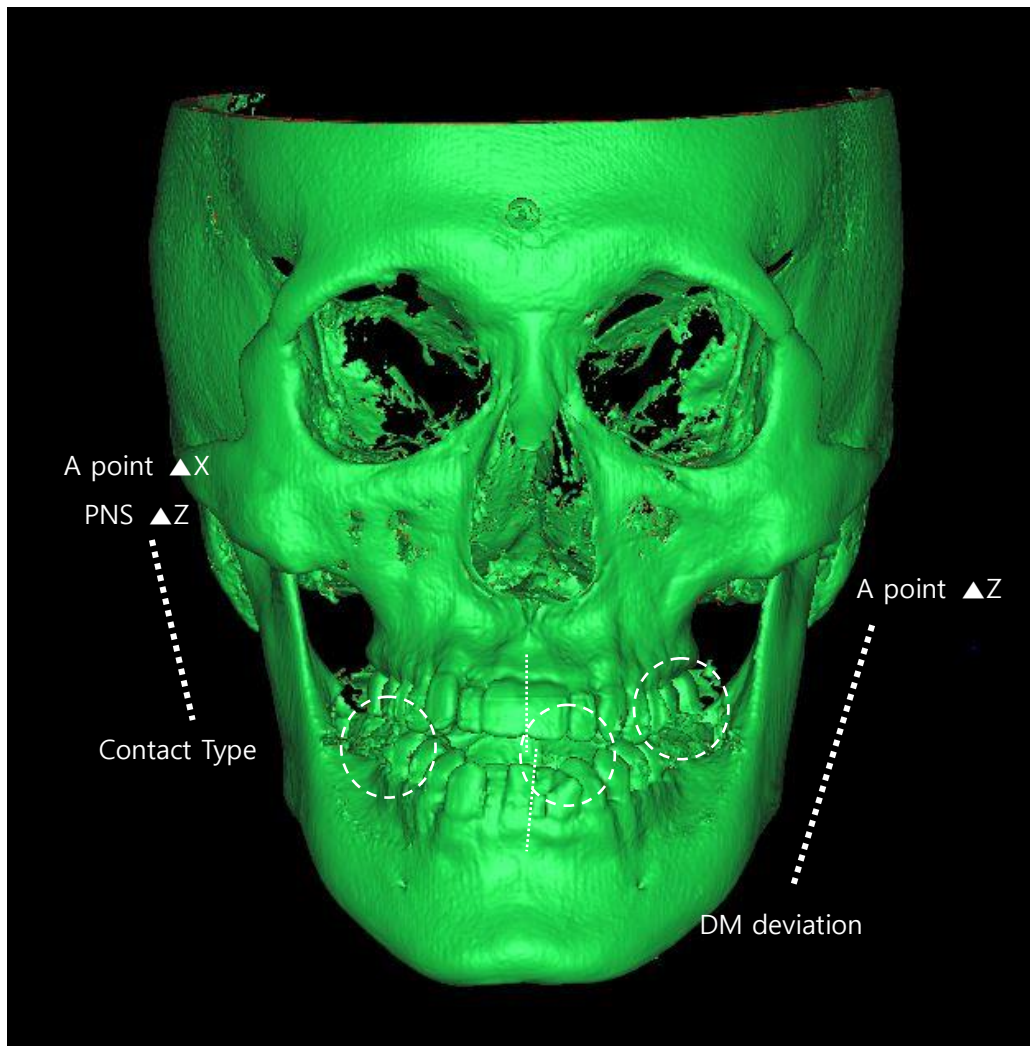


Fig 6. The contact type and variation of A point on X-axis and posterior nasal spine on Z-axis, postoperative dental midline deviation and variation of A point on Z-axis

DM deviation: dental midline deviation

IV. 고찰

그 동안 골격성 3급 부정교합 환자의 악교정 수술 후 경조직의 위치변화 및 수술 후 안정성에 대해서 많은 연구가 행해져 왔다.(Romero et al., 2020) 선수술 접근법의 악교정 수술을 받은 골격성 3급 부정교합 환자의 수술 후 안정성에 영향을 주는 골격성 및 치과적 요인에 대한 분석이 이루어지기도 하였다. (Ko, Lin, Chen, & Huang, 2013) 또한 Sharma 등의 연구에서는 선수술 접근법의 악교정수술을 받은 환자의 수술 후 불안정성의 요인이 큰 수평피개, 깊은 스피만곡, 더 큰 음의 수평피개 및 하악의 후방이동량이라고 하였다. (Sharma, Yadav, & Tandon, 2015) 한편, Lo등은 수술 수평피개, 스피만곡 등의 외과적 교합 관계와는 연관되지 않고 상하악골의 외과적 이동량과 연관되었다고 하였다. (Lo, Chen, Yao, Liao, & Chen, 2019) 하지만 기존의 연구들은 주로 2차원적인 측방 두부방사선계측사진 (Lateral cephalogram radiograph) 분석으로 이루어졌다. 골격성 3급 부정교합 환자에 대한 선수술 접근법 악교정 수술 후 경조직의 위치변화 및 수술 후 안정성에 대한 3차원적 연구는 거의 없었다. 선수술 접근법의 악교정 수술은 기존의 선교정 접근법 (orthodontics-first approach)과 술전교정 및 탈보상에 있어서 차이가 있으며, 수술 교합 셋업 방식의 차이가 있다.(Liou et al., 2011) 기존의 연구들은 악교정 수술 후 경조직 계측점의 위치 변화를 알아 보는 과정에서 측방 두부방사선계측사진에서의 수직적

및 수평적이동만을 알아보았기 때문에 3차원적으로 이동이 이루어지는 상, 하악골의 움직임을 평가하는데 한계가 있었다. 특히 본 연구의 삼차원적인 평가를 통해 기존의 측모두부방사선 사진 계측방법을 통해 알 수 없었던 악교정 수술 후 경조직 계측점의 위치변화와 total vector의 양도 평가하고자 하였다.

기존의 방사선 사진은 복잡한 3차원의 구조물들이 2차원의 편평한 표면으로 투영되기 때문에 방사선학적 이미지가 왜곡될 수 있고, 배율의 오류가 생길 수 있다. 측방 두부방사선계측사진은 적은 비용과 적은 방사선 피폭량으로 부작용 없이 쉽게 분석할 수 있는 장점이 있으나, 안면의 측면을 나타내는 데에 한계점이 있고, 약 110%의 확대율을 나타내는 단점이 있다. (문제상, 2003) 하지만 컴퓨터 단층 촬영술 (computed tomography)의 발달은 이러한 오류의 가능성을 크게 줄여주었고 얼굴 구조의 삼차원적인 특성을 이해하는데 큰 도움을 주었다. 또한 최신의 삼차원적 재구성 소프트웨어의 도입으로 정확한 악안면 복합체의 재구성 및 적량적 측정이 가능해졌다. 전통적인 수술 계획 (conventional surgical planning, CSP)은 2차원의 두부방사선계측사진 분석법, 임상사진, 치과 석고 모델, 안궁이전과 모델 수술 (model surgery) 등을 통해 이루어지며 반면에 가상 수술 계획 (virtual surgical planning, VSP)은 CBCT 촬영, 안면 스캐닝, 디지털 치과 모델 및 CAD/CAM 기술을 통해 이루어진다. 최근의 연구들에 따르면 VSP는 CSP 방식에 비해 경제적이고 계획하는데 더 짧은 시간이 걸린다.

(Resnick et al., 2016; Steinhuber et al., 2018) 따라서 본 연구에서는 VSP방법을 사용하였다.

최근 측방 두부방사선계측사진 분석과 model surgery 를 통한 전통적인 방식의 악교정수술 계획방식에서 3D CT 분석 및 VSP (virtual surgical planning) 을 통한 분석방법으로 변화되고 있다.(Swennen, Mollemans, & Schutyser, 2009) Paula등은 두개의 다른 수술 프로토콜로 악교정 수술을 받은 골격성 3급 부정교합 환자의 수술 후 1년뒤 결과를 비교하기 위해 수술 장치 제거 후 CBCT와 수술 1년후의 CBCT의 두개저를 복셀 기반 등록(voxel based registration)하여 중첩하였다.(De Paula et al., 2013) 복셀 기반 등록과 표면 기반 등록(surface based registration)을 비교한 연구에서는 방법에 따른 유의한 통계적인 차이는 없었다고 보고하였으나 voxel based registration이 좀 더 안정적이라고 보고하였다. (Almukhtar, Ju, Khambay, McDonald, & Ayoub, 2014) 본 연구에서는 환자군의 CBCT 이미지의 노이즈(noise), 아티팩트(artifact), 낮은 대조 해상도(contrast solution)의 이유로 Surface Based Registration 방식인 3-point 방법으로 중첩하였으며 CBCT의 후두부 이미지가 일정하지 않아 중첩시의 후방 기준점(reference point)이 불안정하였다는 한계점이 있다. CBCT 이미지의 상태가 좋지 않아 중첩시에 오차가 발생할 수 있으며 계측점의 위치 설정 시에도 오차가 발생할 수 있다. 하지만 Rapidform 프로그램을 통해 두개골 중첩의 정확성을 평가함으로써 비교적 오차를 줄일 수 있었다.

기존의 연구들은 상하악골의 악교정 수술 후 장기간의 악골의 리모델링 후 계측점의 위치변화만을 평가했지만 (Eggensperger, Smolka, & Iizuka, 2005; Joss & Thüer, 2008; L'Tanya, Phillips, & Proffit, 2008) 본 연구에서는 선수술을 통한 악교정수술 환자의 3차원적 계측점의 위치변화 분석 및 피험자의 특성, 수술 교합 셋업의 관계를 알고자 하였다.

골격적 특성 중 수술 전 상악 canting에 관해서 severe canting group ($\geq 2\text{mm}$) 과 mild canting group ($< 2\text{mm}$) 간에 menton과 pogonion의 X축 변화량에 유의한 차이가 있었다. ($p < 0.05$). 선수술 접근법 악교정 수술을 시행 받는 환자들이 최소한의 수술 전 교정치료를 받으므로 상악의 canting을 주로 수술적으로 해소하기 때문에 좌우측의 원심분절 (distal segment) 과 근심분절 (proximal segment)의 간섭의 비대칭성은 불가피하다. (Yang, Lee, Yi, & Hwang, 2010) 이러한 간섭은 근심 분절의 변위로 이어지고 이는 악교정 수술후의 회귀현상 (relapse) 의 원인 중 하나로 알려져 있다.(Y.-K. Kim, 2017) 간섭의 양 및 근심 분절의 변위량은 원심 분절의 길이에 따라 증가하며 구내 수직 하악지 골절단술 (intraoral vertical ramus osteotomy , IVRO) 가 전통적인 시상 분할 하악지 골절단술 (sagittal split ramus osteotomy , SSRO)에 비해 짧은 원심 분절의 길이를 보인다. Yang 등은 악교정 수술 환자에서 하악골 골절단술 수술방법에 따른 하악골 근심 과 원심 분절의 간섭에 대한 연구에서 conventional SSRO , SSRO with SLO technique (short lingual osteotomy) , IVRO 방법

중 SSRO with SLO technique 방법이 가장 적은 간섭을 보였다고 보고하였다.(Yang et al., 2010) 따라서 본 연구에서는 IVRO 방식으로 수술하였지만 상악 Canting이 심할 시에는 하악골 수술방법으로 SSRO with SLO technique을 고려해 볼 수 있다. 또한 수술 전 상악 canting이 심한 환자는 비대칭이 심하며 이는 수술 전 비대칭이 심할수록 수술 후 안정성이 떨어진다고 볼 수 있다. 하지만 Guo등은 선수술 접근법의 악교정수술을 시행 받은 환자 중 술 전 안면 비대칭의 유무에 따른 수술 후 안정성을 분석하였으며 두 군 모두 양호한 술 후 안정성을 보였다고 보고하였다. (Guo et al., 2018) 하지만 안면 비대칭과 수술 후 안정성의 연관성에 관한 대부분의 연구들은 정중시상평면에 대한 menton의 편위 정도에 따라 안면 비대칭을 정의하였다. 따라서 상악 canting과 관련된 안모비대칭과 악교정수술 후의 안정성에 대한 후속적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

치과적 특성 중 상악의 ALD에 관해서 총생이 없는 그룹(<0mm) 과 경미한 총생이 있는 그룹(<3, ≥0mm) 간에 pogonion의 x축 변화량에 유의한 차이가 있었다. (p<0.05). 이번 연구의 경우 선수술 접근법에 따른 최소한의 수술 전 교정치료가 이루어졌으며 피험자 중 소수만이 (n=5) 발치가 시행되었으며, 소수만 (n=5) 수술 전 상악 확장술이 이루어져 상악 치열의 총생은 대부분 술 후 교정으로 해소되었다고 볼 수 있다. 총생이 있는 치열궁에서 수술 후 전치부의 수평 및 수직피개를 유지하면서 상악 구치부의 원심이동 (distalization)이 이루어질 시에 상악 구치부 치관의 경사 및 정

출을 유발하며 근심-협측 회전이 발생한다.(Kinzinger, Fritz, Sander, & Diedrich, 2004; Melsen & Dalstra, 2003) 결과적으로 변화된 구치부 교합 접촉에 따라 pogonion의 x축 위치 변화가 일어날 수 있다. 따라서 상악 ALD 정도에 따라 pogonion의 x축 변화량이 달라질 수 있을 것으로 보인다.

하악의 ALD에 관해서 총생이 없는 그룹(<0mm) 과 경미한 총생이 있는 그룹(<3, ≥0mm)간에 PNS의 total vector양의 유의한 차이가 있었다. (p<0.01). 하악의 총생이 없는 그룹에서는 평균적으로 1.1 ± 0.4mm의 하방으로의 1년후 술 후 이동을 보이고, 경미한 총생이 있는 그룹에서는 평균적으로 3.5 ± 2.4mm의 하방으로의 1년후 술 후 이동을 보였다 PNS의 total vector는 상악 후방부의 술 후 이동량과 관련이 있다. 악교정 수술 시 상하악 절치의 위치에 따라서 악골의 위치가 정해지고 특히 상하악 절치의 위치에 따라서 전안면 고경이 결정되며 수평적 위치 및 경사에 의해 수술량이 결정된다. (Kobayashi, Watanabe, Ueda, & Nakajima, 1986) Lee등은 수술 전 상악의 ALD가 수술 후 상악 전치의 수평, 수직 위치 예측에 유의한 상관성이 있고 수술 전 하악의 ALD가 하악 전치의 수평위치 예측에 유의한 상관성을 가진다고 보고하였다. (이은주, 손우성, 박수병, & 김성식, 2008) 또한 Park 등은 르포트씨 골절단술 (le-fort 1 osteotomy) 를 시행받은 53명의 피험자들군에서 상악골 후방부의 상방이동 (posterior impaction)량과 상악골 후방부의 relapse가 유의한 상관성을 가진다고 하

였다. 외과적 상방 이동량이 3~3.5mm 이상일 시에는 술 후 1년뒤 상악골 후방부의 0~2.98mm 하방으로 재발이 관찰되었고, 외과적 상방 이동량이 3~3.5mm 이하일 시에는 상방으로의 재발이 관찰되었다. (Park, Kim, Kim, Jung, & Jung, 2016) 상악골의 posterior impaction 양과 회전 중심은 상악 전치의 노출도 및 각도에 따라 결정된다. 또한 수술 후 상악 전치와 하악 전치 사이에 적절한 수평 및 수직 피개가 이루어져야 하므로 하악 ALD가 상악 전치위치에 영향을 줄 수 있고 간접적으로 posterior impaction양과 수술 후 이동에 영향을 줄 수 있다고 생각된다.

Contact type에 관해서 A point의 x축 변화량에서 각각 0.5 ± 0.6 mm (bilateral anterior, premolar & posterior group), -0.4 ± 0.8 mm (bilateral anterior & posterior group) 수치를 나타냈고, PNS의 z축 변화량에서 각각 0.7 ± 1.3 mm (bilateral anterior, premolar & posterior 그룹), -1.0 ± 1.4 mm (bilateral ant & post 그룹) 수치를 나타냈으며 그룹 간에 A point의 수평적 위치의 변화량과 PNS의 수직적 위치 변화량에 유의한 차이가 있었다. ($p < 0.05$) Park 등은 르포트씨 골절단술을 시행 받은 피험자들 군에서 술 후 상악골 전방부의 수평적 위치에 대해서는 안정적이었다고 보고하였다.(Park et al., 2016) 본 연구에서도 contact type 그룹간의 상악 전방부 계측점 (A point)의 수평적 위치 변화량의 방향을 차이를 보였으나 절대량은 차이를 보이지 않았다. Bilateral anterior, premolar & posterior group은 전치부, 소구치부 및 대구치부에서 교합 접촉을 얻어

bilateral anterior & posterior group 보다 더 안정적인 수술 후 교합을 가져 나타난 결과로 생각된다. 하지만 Lo 등의 상하악의 악교정수술후 골격의 안정성과 외과적 교합 접촉의 상관성 연구에서는 수술 후 안정성이 외과적 교합 관계와는 연관되지 않으며 상하악골의 외과적 이동량과 연관되었다고 하였다.(Lo et al., 2019) 본 연구와 하악골 수술방법과 상악골의 교정 방법의 차이가 있어 본 연구와는 비교하기는 어려울 것으로 생각된다.

Post-op Dental Midline에 관해서 A point의 z축 변화량에서 각각 $-1.3 \pm 1.0\text{mm}$ (non-deviated 그룹), -0.2 ± 2.0 (deviated 그룹) 수치를 나타냈으며 그룹 간에 A point의 z축 변화량의 유의한 차이가 있었다. ($p < 0.05$). Liou 등이 제시한 선수술 접근법의 악교정 수술환자에서의 교정적 가이드라인과 설정에 따르면 수술적 교합의 중심선은 상하악이 일치하거나 최대한 근접해야 하고 적절한 구치부의 협측 수평피개가 얻어져야 한다고 제시하였다. (Liou et al., 2011) 이에 따라, 수술적 교합 중심선의 일치 여부에 따라서 상악 전방부의 술 후 안정성의 차이가 생길 수 있다.

환자들의 안모의 심미성 및 짧은 치료기간에 대한 요구가 증가되면서 전보다 선수술 접근법이 인기를 얻고 있다. 하지만 선수술 접근법의 술 후 안정성 및 영향 요인들에 대한 연구는 부족한 실정이다. 이 연구를 통하여 선수술 환자의 3차원적 술 후 안정성에 영향을 미치는 피험자의 특성과 수술 교합 set up을 파악하여 악교정 수술 계획의 설정에 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

V. 결 론

하악 전돌증을 동반한 환자 중 동일한 술자에 의해 선수술 접근법의 악교정수술을 시행받은 환자 30명 (남자 13명, 여자 17명) 의 수술 1년후 안정성과 피험자의 특성 (demographic features), 수술 교합 셋업 (surgical occlusal setup)의 관계를 분석한 바 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 상악의 canting이 적은 그룹과 많은 그룹간에 menton과 pogonion의 수평적 변화량(Δx)이 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. ($p < 0.05$)
2. 상악 치열궁의 총생이 없는 그룹과 경미한 총생이 있는 그룹간에 pogonion의 수평적 변화량(Δx)이 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. ($p < 0.05$)
3. 하악 치열궁의 총생이 없는 그룹과 경미한 총생이 있는 그룹간에 PNS의 total vector양이 통계적으로 유의미한 차이가 있었다. ($p < 0.01$)

4. Contact type이 bilateral anterior, premolar & posterior 그룹과 bilateral anterior & posterior 그룹간에 A point의 수평적 변화량 (Δx)과 PNS의 수직적 변화량(Δz)이 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. ($p < 0.05$)

5. 수술 후 정중선이 편위된 그룹과 편위되지 않은 그룹 간에 A point의 수직적 변화량(Δz)이 통계적으로 유의한 차이가 있었다. ($p < 0.05$).

이상의 결과를 통해서 선수술을 통한 악교정수술 환자의 3차원적 술 후 안정성에 영향을 미치는 요인으로는 수술 전 상악의 canting, 상하악 치열궁의 길이 부조화, 수술 후 contact type 그리고 수술 후 정중선의 편위가 있다는 것을 알 수 있었다.

참고문헌

- Almukhtar, A., Ju, X., Khambay, B., McDonald, J., & Ayoub, A. (2014). Comparison of the accuracy of voxel based registration and surface based registration for 3D assessment of surgical change following orthognathic surgery. *PloS one*, 9(4).
- Aziz, S. R. (2004). Simon P. Hullihen and the origin of orthognathic surgery. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 62(10), 1303-1307.
- Brachvogel, P., Berten, J., & Hausamen, J. (1991). Surgery before orthodontic treatment: a concept for timing the combined therapy of skeletal dysgnathias. *Deutsche Zahn-, Mund-, und Kieferheilkunde mit Zentralblatt*, 79(7), 557-563.
- Cevidanes, L. H., L'Tanya, J. B., Tucker, S. F., Styner, M. A., Mol, A., Phillips, C. L., . . . Turvey, T. (2007). Three-dimensional cone-beam computed tomography for assessment of mandibular changes after orthognathic surgery. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 131(1), 44-50.
- De Paula, L., Ruellas, A., Paniagua, B., Styner, M., Turvey, T., Zhu, H., . . . Cevidanes, L. (2013). One-year assessment of surgical

outcomes in Class III patients using cone beam computed tomography. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 42(6), 780-789.

Eggensperger, N., Smolka, W., & Iizuka, T. (2005). Long-term changes of hyoid bone position and pharyngeal airway size following mandibular setback by sagittal split ramus osteotomy. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 33(2), 111-117.

Guo, J., Wang, T., Han, J. J., Jung, S., Kook, M.-S., Park, H.-J., & Oh, H.-K. (2018). Corrective outcome and transverse stability after orthognathic surgery using a surgery-first approach in mandibular prognathism with and without facial asymmetry. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology*, 126(1), 22-30.

Jacobs, J. D., & Sinclair, P. M. (1983). Principles of orthodontic mechanics in orthognathic surgery cases. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 84(5), 399-407.

Joss, C. U., & Thüer, U. W. (2008). Stability of the hard and soft tissue profile after mandibular advancement in sagittal split osteotomies: a longitudinal and long-term follow-up study. *The European Journal of Orthodontics*, 30(1), 16-23.

Kim, J.-Y., Park, J. H., Jung, H.-D., & Jung, Y.-S. (2020). Factors

Affecting Total Treatment Time in Patients Treated with Orthognathic Surgery Using the Surgery-First Approach: Multivariable Analysis Using 3D CT and Scanned Dental Casts. *Journal of Clinical Medicine*, 9(3), 641.

Kim, Y.-K. (2017). Complications associated with orthognathic surgery. *Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 43(1), 3-15.

Kinzinger, G. S., Fritz, U. B., Sander, F.-G., & Diedrich, P. R. (2004). Efficiency of a pendulum appliance for molar distalization related to second and third molar eruption stage. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 125(1), 8-23.

Ko, E. W.-C., Lin, S. C., Chen, Y. R., & Huang, C. S. (2013). Skeletal and dental variables related to the stability of orthognathic surgery in skeletal Class III malocclusion with a surgery-first approach. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 71(5), e215-e223.

Kobayashi, T., Watanabe, I., Ueda, K., & Nakajima, T. (1986). Stability of the mandible after sagittal ramus osteotomy for correction of prognathism. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 44(9), 698-702.

Kondo, E., & Aoba, T. (2000). Nonsurgical and nonextraction treatment

- of skeletal Class III open bite: its long-term stability. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 117(3), 267-287.
- L'Tanya, J. B., Phillips, C., & Proffit, W. R. (2008). Long-term outcome of surgical Class III correction as a function of age at surgery. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 133(3), 365-370.
- Liou, E. J., Chen, P.-H., Wang, Y.-C., Yu, C.-C., Huang, C., & Chen, Y.-R. (2011). Surgery-first accelerated orthognathic surgery: orthodontic guidelines and setup for model surgery. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 69(3), 771-780.
- Lo, S.-H., Chen, Y.-A., Yao, C.-F., Liao, Y.-F., & Chen, Y.-R. (2019). Is skeletal stability after bimaxillary surgery for skeletal class III deformity related to surgical occlusal contact? *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 48(10), 1329-1336.
- Melsen, B., & Dalstra, M. (2003). Distal molar movement with KloeHN headgear: is it stable? *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 123(4), 374-378.
- Nagasaka, H., Sugawara, J., Kawamura, H., & Nanda, R. (2009). "Surgery first" skeletal Class III correction using the Skeletal Anchorage System. *Journal of clinical orthodontics: JCO*, 43(2),

97.

Park, J.-H., Kim, M., Kim, S. Y., Jung, H.-D., & Jung, Y.-S. (2016).

Three-dimensional analysis of maxillary stability after Le Fort I osteotomy using hydroxyapatite/poly-l-lactide plate. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 44(4), 421-426.

Peiro-Guijarro, M. A., Guijarro-Martinez, R., & Hernandez-Alfaro, F.

(2016). Surgery first in orthognathic surgery: a systematic review of the literature. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 149(4), 448-462.

Resnick, C. M., Inverso, G., Wrzosek, M., Padwa, B. L., Kaban, L. B., &

Peacock, Z. S. (2016). Is there a difference in cost between standard and virtual surgical planning for orthognathic surgery? *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 74(9), 1827-1833.

Romero, L. G., Mulier, D., Orhan, K., Shujaat, S., Shaheen, E., Willems,

G., . . . Jacobs, R. (2020). Evaluation of long-term hard tissue remodelling after skeletal class III orthognathic surgery: a systematic review. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 49(1), 51-61.

Sabri, R. (2006). Orthodontic objectives in orthognathic surgery: state

of the art today. *World journal of orthodontics*, 7(2).

Sharifi, A., Jones, R., Ayoub, A., Moos, K., Walker, F., Khambay, B., &

- McHugh, S. (2008). How accurate is model planning for orthognathic surgery? *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 37(12), 1089-1093.
- Sharma, V. K., Yadav, K., & Tandon, P. (2015). An overview of surgery-first approach: recent advances in orthognathic surgery. *Journal of orthodontic science*, 4(1), 9.
- Steinhuber, T., Brunold, S., Gärtner, C., Offermanns, V., Ulmer, H., & Ploder, O. (2018). Is virtual surgical planning in orthognathic surgery faster than conventional planning? A time and workflow analysis of an office-based workflow for single-and double-jaw surgery. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 76(2), 397-407.
- Swennen, G. R., Mollemans, W., & Schutyser, F. (2009). Three-dimensional treatment planning of orthognathic surgery in the era of virtual imaging. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 67(10), 2080-2092.
- Yang, H. J., Lee, W. J., Yi, W. J., & Hwang, S. J. (2010). Interferences between mandibular proximal and distal segments in orthognathic surgery for patients with asymmetric mandibular prognathism depending on different osteotomy techniques. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and*

Endodontology, 110(1), 18-24.

문제상. (2003). 3 차원 CT 영상을 이용한 정상교합자의 두개악안면 분석.

연세대학교 대학원,

이은주, 손우성, 박수병, & 김성식. (2008). 골격성 III 급 부정교합자에서

술 전 교정치료 전과 후의 수술계획의 차이. *Korean Journal of*

Orthodontics, 38(3), 175-186.

Abstract

Factors affecting postoperative stability in patients treated with orthognathic surgery using surgery-first approach

Se-Jin Park

Department of Dentistry

The Graduate School, Yonsei University

(Directed by Professor Young-Soo Jung, D.D.S, Ph.D.)

Orthognathic surgery via surgery-first approach has advantages such as short treatment time and rapid recovery of the facial esthetics compared to the standard orthognathic surgery , which consists of three stages of preoperative orthodontic treatment, surgery, and postoperative orthodontic treatment. However, there is insufficient research compared to the standard orthognathic surgery method, and in particular, studies on postoperative stability were mainly performed on two-dimensional analysis. Recently, with the advent of CBCT, 3D imaging and virtual surgical planning have become the basis of

treatment planning and prognosis evaluation system for orthognathic surgery and the interest in them has increased, but intensive research is insufficient. In particular, few studies have been conducted on factors affecting 3D postoperative stability.

Therefore, the author evaluated the impact of demographic feature and surgical occlusion setup on 3D postoperative stability of 30 patients (13 males, 17 females) who underwent surgery-first approach orthognathic surgery by the same operator among patients with mandibular prognathism. And the following results were obtained.

1. There was a statistically significant difference in the horizontal variation(Δx) of Menton and Pogonion between the group with less and more canting of the maxilla. ($p < 0.05$)
2. There was a statistically significant difference in the horizontal variation(Δx) of Pogonion between the spacing group and mild crowding group of the maxillary dental arch. ($p < 0.05$)
3. There was a statistically significant difference in the total vector amount of PNS between the spacing group and mild crowding group of the mandibular dental arch. ($p < 0.01$)

4. The contact type showed a statistically significant difference between the horizontal variation(Δx) of A point and the vertical variation(Δz) of PNS between the Bilateral anterior, premolar & posterior and Bilateral anterior & posterior groups. ($p < 0.05$)
5. There was a statistically significant difference in vertical variation(Δz) of A point between the group with and without midline deviation postoperatively ($p < 0.05$)

The above results are thought to be helpful in predicting three-dimensional stability and prognosis more accurately after surgery in the diagnosis and treatment planning of surgery-first approach orthognathic surgery patients.

Key words: surgery-first approach, postoperative stability, demographic feature, surgical occlusion setup