



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](#)

치의학석사 학위논문

생흡수성 F-u-HA/PLLA 고정체를
이용한 상하악 동시 악교정수술 후
상악골의 안정성에 관한 연구

Skeletal stability of the maxilla following
bimaxillary orthognathic surgery with
bioabsorbable F-u-HA/PLLA fixation system

2018년 8월

서울대학교 치과대학원

치의과학과 구강악안면외과학전공

우 재 만

생흡수성 F-u-HA/PLLA 고정체를
이용한 상하악 동시 악교정수술 후
상악골의 안정성에 관한 연구

지도 교수 최진영

이 논문을 치의과학석사 학위논문으로 제출함
2018년 6월

서울대학교 대학원
치의과학과 구강악안면외과학전공
우재만

우재만의 치의과학석사 학위논문을 인준함
2018년 8월

위원장 백승학 (인)

부위원장 최진영 (인)

위원 서병무 (인)

초 록

목적: 본 연구의 목적은 생흡수성 고정판과 미니스크류를 사용하여 상악의 르포씨 제1형 골절단술과 양측성 하악지 시상분할 골절단술을 동시에 시행한 환자군과 같은 술자에게 티타늄 고정판 및 미니스크류를 사용해 수술을 시행한 환자군에서의 술 후 상악골의 이동량을 분석하여 흡수성 고정체를 사용한 군의 술 후 골격 안정성을 티타늄 고정체 사용군에 비교 평가하는데 있다.

연구대상 및 연구방법: 2013년 1월부터 2014년 12월까지 서울대학교 치과병원에서 한 술자에게 티타늄 고정체를 이용한 상하악 악교정 수술을 받은 환자들 중 9개월~24개월 사이의 추적 방사선 기록이 있는 20명의 환자와 2014년 12월부터 2016년 1월까지 동일 술자에게 흡수성 고정체 (forged unsintered hydroxyapatite/poly L-lactide; F-u-HA/PLLA; Osteotrans MX®, Takiron, Osaka, Japan)를 이용한 상하악의 악교정 수술을 받고 9개월~18개월 사이의 추적 방사선 기록이 있는 20명의 환자들을 대상으로 술전(T0), 수술 직후(T1), 술 후 9~24개월(T2)의 측모 두부계측방사선사진 분석을 하고 그 결과를 양측 독립표본 t-검정을 통해 술 후 골격 안정성을 비교하였다.

결과: 티타늄군에서 평균 3.7mm의 전방이동 후 0.1mm의 추가 전방이동, 2.3mm의 상방이동 후 0.5mm의 추가 상방이동, 1.6mm의 하방이동 후 1.0mm의 상방이동 경향이 관찰되었고, 흡수성 군에서 평균 3.2mm의 상방이동 후 0.4mm의 후방이동, 1.8mm의 상방이동 후 0.8mm의 추가 상방이동, 1.6mm의 하방이동 후 1.3mm의 상방이동 경향이 관찰되었다. 티타늄군과 흡수성군의 술 후 평균 이동량 및 술 후 이동량 절댓값을 양측 독립표본 t-검정을 이용해 비교하였을 때 6개의 비교값 모두에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 구개평면은 티타늄군에서 평균 5.5° 시계방향 회전 후 1.3°의 회귀를 보였고 흡수성군에서 평균 4.8° 시계방향 회전 후 1.6°의 회귀를 보였다. 구개평면의 시계방향 회전 역시 두 군에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

결론: Poly L-lactide; F-u-HA/PLLA 흡수성 고정체를 이용한 상하악의 악교정수술은 골편의 술 후 변위에 있어 안정성을 보였고 기존 발표된 흡수성 및 티타늄 고정체를 이용한 연구들과도 견줄만 한 결과를 나타내었다. 골편의 이동 방향별 회귀량 분석 결과 상악의 상방 및

전방이동의 경우 회귀량이 1mm 이내로 매우 안정적이었고, 후방과 하방이동 역시 기존 연구들과 유사한 골격 안정성을 보였다. 하지만 상악 A-point 기준 상하이동의 경우 고정체의 재료나 골편의 수술적 이동 방향과 관계없이 술 후 상방 변위를 보이는 경향이 관찰되었다. 1mm 전후의 작은 변위지만 이러한 경향이 있음을 인지하고 수술 시 고정에 유의해야할 필요가 있을 것으로 사료된다.

주요어 : 악교정수술, 흡수성 플레이트, HA/PLLA, 골격 안정성

학 번 : 2015-22091

목 차

| | |
|---------------------------|----|
| 제 1 장 서 론 | 01 |
| 제 2 장 연구 대상 및 연구 방법 | 04 |
| 제 3 장 연구 결과..... | 09 |
| 제 4 장 고찰..... | 13 |
| 제 5 장 결론..... | 17 |
| 참고문헌..... | 18 |
| Abstract..... | 22 |

표 목차

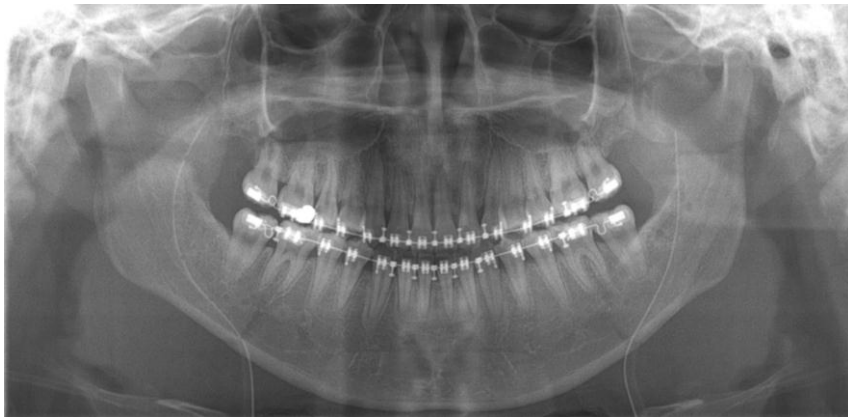
| | |
|------------|----|
| [표 1]..... | 08 |
| [표 2]..... | 11 |
| [표 3]..... | 11 |
| [표 4]..... | 12 |
| [표 5]..... | 14 |
| [표 6]..... | 15 |
| [표 7]..... | 16 |

그림 목차

| | |
|--------------|----|
| [그림 1] | 01 |
| [그림 2] | 03 |
| [그림 3] | 05 |
| [그림 4] | 06 |
| [그림 5] | 06 |
| [그림 6] | 07 |

제 1 장 서 론

상악의 르포씨 제1형 골절단술과 하악의 양측성 상행지 시상분할 골절단술의 고정 방식으로 티타늄 고정판과 스크류를 이용한 방법이 일반적으로 사용되고 있다. 하지만 티타늄 고정체 역시 단점이 없는 것은 아니다. 예컨대 스크류가 느슨해져 움직임이 생겼을 때 염증이 생기거나 고정체 위를 덮는 점막이나 피부가 얇은 경우 생기는 고정체 노출이나 온도변화에 대한 반응, 증상이 있거나 또는 환자의 요청이 있을 경우 이차 수술을 통해 제거가 필요한 점, 성장기 아동에서 정상적인 골격 성장에 대한 저해 가능성, 그리고 단층촬영이나 자기공명 영상 촬영 시 생기는 허상(artifact) 등이 대표적인 단점이다.^{1)~3)} 근래에는 이러한 점들을 보완할 수 있는 생흡수성(bioabsorbable) 고정체가 개발, 발전되면서 점차 보편화되고 있다.



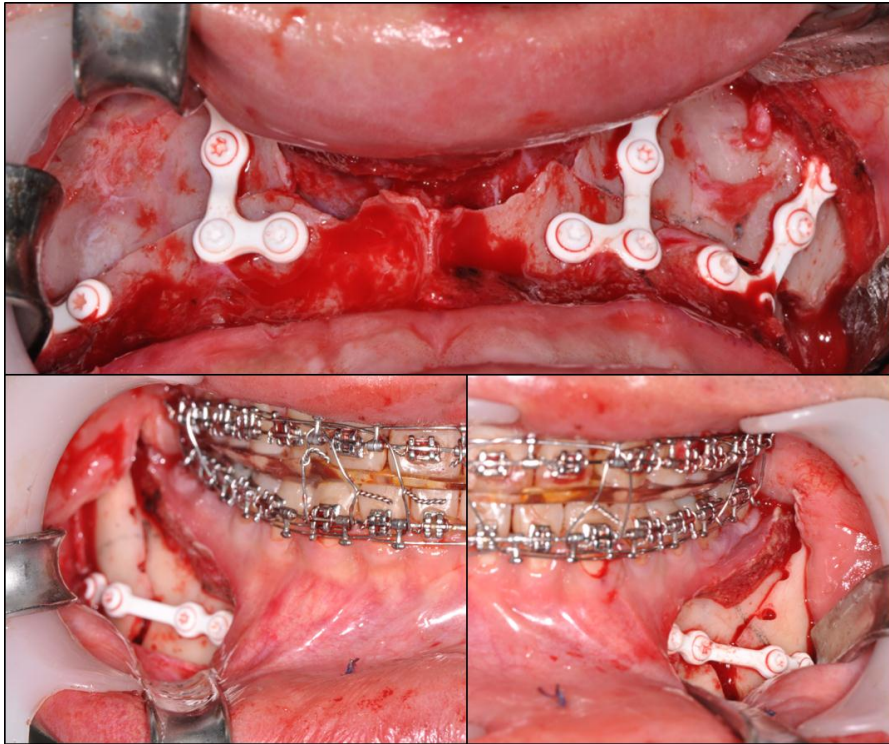
[그림 1] 흡수성 고정체를 이용한 상하악 악교정 수술을 받은 환자의 술 후 1일 파노라마 방사선 사진. 고정체가 방사선 영상에 나타나지 않는다.

Poly glycolic acid(PGA)와 같은 초창기 흡수성 고정체는 너무 이른 시기(4~6주)에 분해되어 골절부 치유가 완료되기 이전에 변형이 생기고 산 분해물질 발생으로 인한 부작용이 제기된 바 있다.⁴⁾ 1990년대 초반 두개안면부에 처음 사용되기 시작한 poly-L-lactide (PLLA)는 높은 결정도(crystallinity)와 소수성(hydrophobicity)으로 가수분해가 지연되어 임상적으로 분해가 확인되기까지 약 3.5년이 소요되어 골절부 치유기간 동안 안정성을 유지한다. 하지만 단점으로

약한 물성과 이물반응, 그리고 지연성 부산물 생성 등이 지적된 바 있다.⁵⁾ 대표적인 제품으로 Takiron사의 Fixsorb[®]가 있고, PLLA와 PGA의 혼합으로 조성된 Walter Lorenz사의 Lactosorb[®]도 있다. PLLA의 입체이성질체(stereoisomer)인 poly-d-lactide(PDLA)는 PLLA에 비해 낮은 결정도와 낮은 소수성을 지녀 흡수가 빨라 단독으로 사용되지 않고 주로 PLLA와의 혼합체(P-L/D-LA)로 제작된다. PLLA와 PDLA 혼합체의 대표적인 제품으로 Inion사의 Inion CPS[®]와 Bionix Implants사의 BiosorbFX[®]가 있고 PGA, PLLA, PDLA의 혼합체(P-L/D-LA/GA)인 Stryker사의 Delta System[®]도 상용화되어 사용되고 있다.

주로 소아환자의 두개안면 골절부 고정에 사용되었던 흡수성 고정체는 Suuronen의 1992년 동물 연구와 1994년 인체 적용 이래로 약교정수술에 사용되기 시작하고 다양한 재료를 이용한 연구들이 진행되었다. 이후 다수의 연구에서 티타늄에 견줄만한 골격 안정성과 회귀율을 나타내었다.^{6)~10)} 하지만 서양에서 개발된 대부분 흡수성 고정체들은 티타늄 고정체에 비해 넓고 두꺼워 동양인 환자에게 적합이 용이하지 않고 과도한 박리를 필요로 하는 경우가 생길 수 있다.

최근에는 티타늄 고정체와 비슷한 크기로 제작된 PLLA와 수산화인회석(hydroxyapatite; HA)을 혼합하여 골전도성을 부여한 forged unsintered hydroxyapatite/poly L-lactide(F-u-HA/PLLA; Osteotrans MX[®], Teijin, Osaka, Japan)가 개발되어 사용되고 있다. 이 재료는 일부 flat 타입의 흡수성 고정체들(e.g. Grand Fix[®], RapidSorb[®], Inion CPS[®], Lactosorb[®] 등)에 비해 크기가 작아 과박리를 피할 수 있고 약 25주간 인간의 피질골과 유사한 굽힘강도를 유지하며 5년여에 걸쳐 완전한 흡수를 보이는 것으로 나타났다.¹¹⁾ 특히 기존 흡수성 고정체들과 비교 시 우수한 강도와 탄성을 보였고 6개월간 골편간 고정력이 유지되는 것으로 나타났다. 상온에서도 일정량의 변형이 가능하여 형태 적합이 용이하다.¹²⁾



[그림 2] Osteotrans MX® 고정체를 사용한 증례의 임상사진. 티타늄 고정체와 비슷한 크기로 일정량의 상온 변형이 가능하다.

기존의 흡수성 고정체를 이용한 악교정 수술에 관한 연구의 대부분은 2급 부정교합 비율이 높은 서양인을 대상으로 한 연구들이고 3급 부정교합이 많은 동아시아인, 특히 한국인을 대상으로 한 흡수성 고정체를 이용한 악교정 수술의 골격안정성에 대한 연구는 매우 제한적이다. 대표적으로 2012년 팽의 연구가 있지만 하악의 고정은 흡수성 bicortical screw를 이용한 경우였다.¹³⁾ 본 연구에서는 상악과 하악 모두 생흡수성 F-u-HA/PLLA plate와 monocortical screw를 이용한 수술의 결과를 동일한 술자에 의한 티타늄 고정판과 스크류를 이용한 수술의 결과와 비교하여 술 후 상악골의 안정성에 대해 알아보려고 하였다.

제 2 장 연구 대상 및 연구 방법

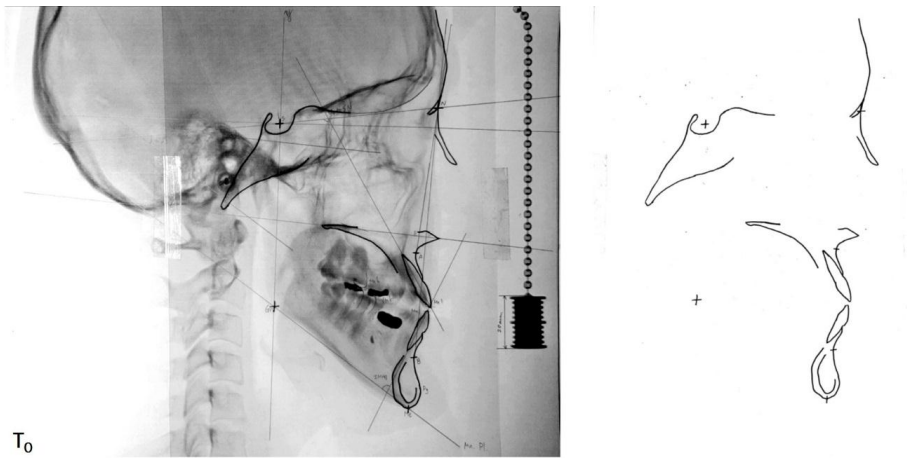
본 연구는 2013년 1월부터 2014년 12월까지 서울대학교 치과병원 구강악안면외과에서 한 술자에게 티타늄 고정체를 이용한 상, 하악 동시 악교정수술을 받은 환자들 중 9개월에서 24개월 사이의 추적 방사선 기록이 있는 20명의 환자와 2014년 12월부터 2016년 1월까지 동일 기관에서 동일 술자에게 흡수성 고정체 (forged unsintered hydroxyapatite/poly L-lactide; F-u-HA/PLLA; Osteotrans MX®, Takiron, Osaka, Japan)를 이용한 상, 하악 동시 악교정수술을 받고 9개월에서 18개월 사이의 추적 방사선 기록이 있는 20명의 환자들을 대상으로 측모 두부측측방사선사진 (lateral cephalogram) 분석을 통한 골격 안정성 비교를 진행하였다. 단 구순구개열 등의 선천기형이나 심한 비대칭이 있었던 환자는 술 후 안정성에 비일률적인 영향을 줄 것으로 판단하여 제외하였다.

상악의 르포씨 제1형 골절단술(Le Fort I osteotomy) 시행 후 양측 pyriforme base와 zygomatico-maxillary buttress 부위에 4-hole L-shaped plate를 적용하고 (총 4개) 같은 재질의 4mm screw를 이용해 고정하였다. 하악의 양측성 시상분할상행지골절단술 (bilateral sagittal split ramus osteotomy; BSSRO)을 시행한 후 양쪽에 한 개씩의 4-hole plate와 6mm screw를 이용하여 고정하였다. F-u-HA/PLLA 플레이트와 스크류의 사용법은 티타늄 고정체와 유사하나 파절 강도가 티타늄에는 미치지 못하므로 몇 가지 주의해야 할 사항이 있다. 제조사에서 제공하는 사용법 상에는 실온에서 전용 기구를 이용해 천천히 힘을 주어 구부릴 경우 40도까지 변형이 가능하다고 되어있다. 하지만 그 이상의 변형이 필요하거나 복잡한 형태로의 변형이 필요한 경우 파절 위험성이 있고 상온에서 변형 후에 형태의 회귀 가능성이 있어 온수조에서 가열한 뒤 형태를 변형할 것을 추천한다. 본 연구에서는 볼 버니셔 형태의 기구를 온수조에서 함께 가열하여 골 표면에 적합한 뒤에도 형태를 유지시킨 뒤 스크류 고정하였다. 스크류는 삽입 전 나사선 형성(tapping)이 필요하다. 따라서 드릴링 후 반드시 나사선 형성을 하고 이후 스크류홀 내부를 깨끗이 세척한 뒤에 스크류를 삽입할 것을 권장한다.

골격 안정성 평가는 각 환자의 술 전(T0), 수술 직후(T1), 그리고

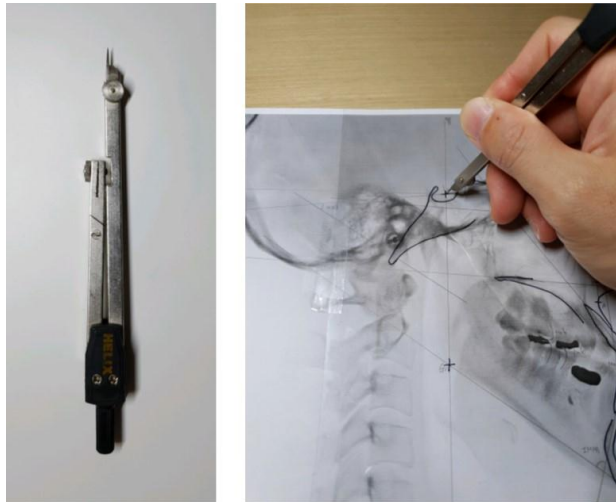
티타늄 사용군은 술 후 9~24개월, 흡수성 고정체 사용군은 수술 후 9~18개월(T2)의 측모 두부계측방사선사진을 분석하였고, 계측 및 분석 방법은 다음과 같다:

1. 각 환자의 T0, T1, T2 측모 두부계측방사선사진을 색을 반전시켜 출력한다. (추의 길이가 20mm인 것을 감안하여 인쇄 배율 조정을 통해 인쇄물이 실제와 동일한 크기가 되도록 한다.) 인쇄된 T0 측모 두부계측방사선 사진에 OHP용지를 덧대고 계측점과 중첩이 용이한 경조직(nasal bone, frontal bone, sella, basion, palatal cortex, 상하악 전치 등)을 표시한다. (그림 3)



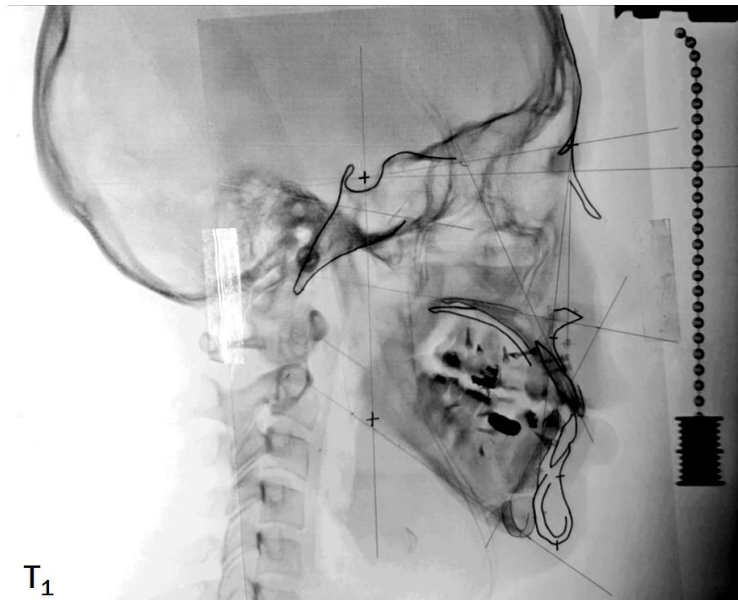
[그림 3] T0 방사선 인쇄물과 OHP 용지를 이용한 구조물 및 기준점 표시

2. 주요 계측점(S, N, A-point, ANS, PNS)에 바늘을 이용해 구멍을 낸다. (그림 4)



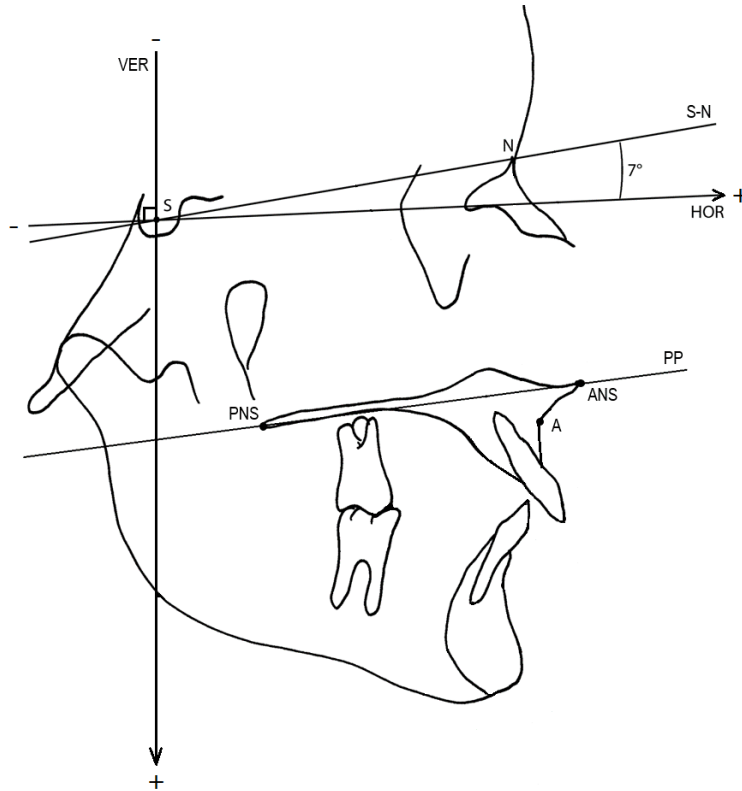
[그림 4] 바늘을 이용한 OHP 용지 상의 기준점 타공

3. 이와 같이 구조물 형태와 계측점이 구멍으로 표시된 OHP 용지를 인쇄된 T1 방사선사진에 중첩하여 S와 N 계측점을 재현한 뒤 OHP 용지 상의 상악을 각각 인쇄된 방사선 사진의 상악 중절치 및 상악골과 중첩하여 ANS, PNS, A-point를 재현한다. (그림 5) T2 방사선 사진 역시 유사한 방식을 이용하여 표시한다.



[그림 5] 구조물 기록 및 기준점 타공된 OHP용지를 이용한 T1 인쇄물 중첩

4. 수평 기준선(HOR)은 S-N 평면에서 7도 시계방향으로 S를 지나는 SN7 평면을, 그리고 SN7 평면과 수직으로 만나며 S를 지나는 SN7-perp선을 수직 기준선(VER)으로 삼았다. (그림 6)



[그림 6] 기준평면 및 기준점

5. 기준 평면으로부터 A-point까지의 수평 및 수직 거리를 이용하여 상악골의 위치 및 이동을 측정하였고 palatal plane angle (ANS-PNS를 이은 선과 S-N 평면이 만나는 각)을 이용하여 상악골의 회전을 계측하였다. (표 1) 수평이동량 계산 시 양(+)의 값은 전방 이동, 음(-)의 값은 후방 이동을 나타내고, 수직이동량의 경우 양(+)의 값은 하방 이동, 음(-)의 값은 상방 이동을 나타내도록 표기하였다.

| 계측점/계측각 | 표기 | 정의 |
|-----------------------|---------|------------------------------|
| Sella | S | 터키안장(sella turcica)의 중심점 |
| Nasion | N | 정중 시상면에서 전두비골봉합의 최전방점 |
| S-N plane | S-N | S와 N을 잇는 평면, S-N 평면 |
| Anterior nasal spine | ANS | 상악골의 최전방점, 전비극 |
| Posterior nasal spine | PNS | 구개골의 최후방점, 후비극 |
| Palatal plane | PP | ANS와 PNS를 잇는 평면, 구개평면 |
| Palatal plane angle | PPA | 구개평면과 S-N 평면 사이의 각도 |
| A-point | A-point | 전비극과 상악 치조점 사이에 있는 곡선상의 최후방점 |

[표 1] 계측점과 계측각의 정의 및 표기

이와 같이 계측한 기준점의 이동량과 회귀량, 각도의 변화값 등을 티타늄 군과 흡수성 고정체 군으로 나누어 통계적 유의성을 평가하였다. 통계분석은 SPSS (Statistical Package Social Science® 20.0, IBM, New York, NY, USA)를 이용한 양측 독립표본 t-검정(two-tailed independent t-test)을 시행하였다. 먼저 같은 방향으로의 수술적 이동이 있었던 군 간의 평균 술 후 변위량과 이동경향, 변위량의 절댓값 평균을 비교하였고, 수술적 이동의 방향에 관계없이 술 후에 관찰된 수평이동의 절댓값, 수직이동의 절댓값, 구개평면 회전량의 절댓값을 비교하여 수술적 이동방향이냐 술 후 이동방향에 관계없이 술 후 관찰된 이동의 절댓값을 비교하여 안정성을 평가하였다. 두 그룹 모두에서 최소 5개의 샘플이 있는 경우(상악의 전방이동, 상방이동, 하방이동, 구개평면의 시계방향 회전, 상악의 수평적 이동 절댓값, 모든 수직적 이동 및 구개평면의 회전 절댓값)에 통계분석을 시행하였다.

제 3 장 연구 결과

제 1 절 티타늄 고정체군의 수술적 이동(T_1-T_0) 및 술 후 변화(T_2-T_1)

A-point 기준 전방이동(advancement) 17명($3.7 \pm 2.3\text{mm}$)과 후방이동(setback) 3명($-3.0 \pm 0.8\text{mm}$)이 있었다. 전방이동과 후방이동의 술 후 평균 이동량은 각각 $0.1 \pm 1.2\text{mm}$ 와 $0.8 \pm 2.4\text{mm}$ 였고 전방이동 후 이동량의 절댓값 평균은 $0.7 \pm 1.0\text{mm}$ 였다. 상하적 이동으로는 상방이동(impaction) 6명($-2.3 \pm 1.2\text{mm}$), 하방이동(elongation) 8명($1.6 \pm 0.8\text{mm}$), 이동 없음 6명이 있었다. 상방이동 후 평균 $0.5 \pm 1.1\text{mm}$ 의 추가 상방이동을 보였고, 하방이동 및 이동이 없었던 경우에도 술 후 각각 평균 $1.0 \pm 0.9\text{mm}$ 와 $1.0 \pm 2.0\text{mm}$ 의 상방이동을 보였다. 술 후 수직적 변화량의 절댓값 평균을 계산해본 결과 상방이동 후에 $0.8 \pm 0.7\text{mm}$, 하방이동 후에 $1.0 \pm 0.9\text{mm}$, 이동이 없었던 경우에 $1.6 \pm 1.3\text{mm}$ 로 나타났다.

구개평면(palatal plane)의 회전의 경우 19명의 시계방향(clockwise; CW) 회전(평균 $5.5 \pm 2.7^\circ$)과 한 명의 반시계방향(counter-clockwise; CCW) 회전(-2.0°)이 있었다. 구개평면의 시계방향 회전 후에는 평균 $1.3 \pm 2.1^\circ$ 의 반시계방향 회귀가 관찰되었고 반시계방향 회전이 있었던 한 명의 환자에서도 1.0° 의 추가적인 반시계방향 회전이 있었다. 구개평면의 시계방향의 수술적 회전 후에 관찰된 술 후 변화량의 절댓값 평균은 $1.8 \pm 1.6^\circ$ 로 나타났다. (표 2, 표 3)

제 2 절 흡수성 고정체군의 수술적 이동(T_1-T_0) 및 술 후 변화(T_2-T_1)

A-point 기준 전방이동 19명과 전후방 이동이 없었던 환자 한 명이 있었다. A-point 기준 전방이동이 있었던 19명에서 평균 $3.2 \pm 1.3\text{mm}$ 의 전방이동 후 $0.4 \pm 1.1\text{mm}$ 의 회귀가 관찰되었고 술 후 변화량의 절댓값 평균은 $1.0 \pm 0.8\text{mm}$ 였다. 전후방적 이동이 없었던 한 명에서는 술 후 전후방 이동이 관찰되지 않았다. A-point 기준 상방이동의 경우($n=9$) 평균 $1.8 \pm 0.9\text{mm}$ 의 수술적 이동 후에 $0.8 \pm 1.5\text{mm}$ 의 추가 상방이동(절댓값 평균 $1.1 \pm 1.3\text{mm}$)이 관찰되었고, 상악의 이동 방향 중 안정성이 가장 낮은 것으로 보고되는 하방이동의

경우(n=7) $1.6 \pm 0.8\text{mm}$ 의 평균 이동과 $1.3 \pm 1.0\text{mm}$ 의 상방 회귀를 보였다. (절댓값 평균 $1.3 \pm 1.0\text{mm}$) 상하이동이 없었던 환자군(n=4)에서도 술 후 평균 $1.0 \pm 1.2\text{mm}$ 의 상방이동이 관찰되었고 하방으로의 수술적 이동 후 수직적 변화량의 절댓값 평균은 $1.3 \pm 0.9\text{mm}$ 로 나타났다.

흡수성 고정체를 사용한 20명의 환자 모두에서 구개평면의 시계방향 회전이 관찰되었다. S-N 평면을 기준으로 평균 $4.8 \pm 2.8^\circ$ 의 회전 후에 $1.6 \pm 1.6^\circ$ 의 회귀가 있었던 것으로 나타났고 술 후 변화량의 절댓값 평균은 $1.8 \pm 1.4^\circ$ 로 나타났다. (표 2, 표 3)

제 3 절 통계 분석

상악의 수술적 이동 방향에 따른 술 후 평균 이동량을 비교한 결과 상악의 전방이동($p=0.23$), 상방이동($p=0.64$), 하방이동($p=0.57$)에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. ($p < 0.05$) 상악의 후방이동, 전후방 이동 없음, 상하방 이동없음 그룹의 경우 최소 샘플 크기에 미치지 못해 통계분석을 시행하지 않았으나 수직적 이동이 없었던 티타늄 사용군 6명과 흡수성 사용군 4명의 술 후 이동 평균은 매우 유사하게 나타났다. 구개평면의 시계방향 회전의 경우에도 두 그룹 간의 유의한 차이는 관찰되지 않았다. ($p=0.60$) (표 2) 수술적 이동 방향에 따른 술 후 이동량의 절댓값을 비교한 결과 상악의 전방이동($p=0.41$), 상방이동($p=0.71$) 및 하방이동($p=0.57$)에서 두 그룹 간의 통계적으로 유의한 차이는 관찰되지 않았다. 또한 구개평면의 시계방향 회전($p=0.97$) 역시 술 후 변위량의 절댓값에서 두 그룹간의 통계적으로 유의한 차이가 관찰되지 않았다. ($p < 0.05$) 마지막으로 수술적 이동의 방향에 관계없이 상악의 수평적 이동($p=0.85$), 수직적 이동($p=0.83$), 구개평면의 회전($p=0.96$)의 술 후 변위량 절댓값을 통계적으로 비교한 결과, 티타늄 사용군과 흡수성 사용군이 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. (표 4)

티타늄 고정체 사용군

| 기준점/기준각 | 수술적 이동방향 | 티타늄 고정체 사용군 | | | 흡수성 고정체 사용군 | | | 유의확률 (양측) |
|----------------|-------------|-------------|--------------------------|---------------------------|-------------|--------------------------|----------------------------|--------------|
| | | n | 수술적 이동량* (범위) | 술 후 이동량** (범위) | n | 수술적 이동량* (범위) | 술 후 이동량** (범위) | |
| A-point (수평이동) | Advancement | 17 | 3.7±2.3mm (1.0~8.5mm) | 0.1±1.2mm (-2.0mm~3.8mm) | 19 | 3.2±1.3mm (1.0~6.5mm) | -0.4±1.1mm (-2.5mm~1.5mm) | 0.233 |
| | Setback | 3 | -3.0±0.8mm (-2.0~-4.0mm) | 0.8±2.4mm (-1.0mm~3.8mm) | 0 | n/a | n/a | - |
| | No movement | 0 | n/a | n/a | 1 | 0mm | 0.0mm | - |
| A-point (수직이동) | Impaction | 6 | -2.3±1.2mm (-4.0~-1.0mm) | -0.5±1.1mm (-2.0mm~1.0mm) | 9 | -1.8±0.9mm (-0.5~-3.5mm) | -0.8±1.5mm (-3.0mm~1.0mm) | 0.639 |
| | Elongation | 8 | 1.6±0.8mm (1.0~3.0mm) | -1.0±0.9mm (-2.9mm~0.0mm) | 7 | 1.6±0.8mm (0.5~2.5mm) | -1.3±1.0mm (-3.5mm~-0.5mm) | 0.574 |
| | No movement | 6 | 0mm | -1.0±2.0mm (-2.0~1.0mm) | 4 | 0mm | -1.0±1.2mm (-2.0mm~0.5mm) | - |
| PPA | CW | 19 | 5.5±2.7° (1.0°~10.0°) | -1.3±2.1° (-5.0°~5.0°) | 20 | 4.8±2.8° (1.0°~11.0°) | -1.6±1.6° (-6.0°~1.0°) | 0.604 |
| | CCW | 1 | -2.0° | -1.0° | 0 | n/a | n/a | - |

* 수술적 이동: T1-T0

**술 후 이동: T2-T1

[표 2] 수술적 이동 방향에 따른 술 후 이동 경향 및 평균 이동량 비교

티타늄 고정체 사용군

| 기준점/기준각 | 수술적 이동방향 | 티타늄 고정체 사용군 | | | 흡수성 고정체 사용군 | | | 유의확률 (양측) |
|----------------|-------------|-------------|--------------------------|-----------------------|-------------|--------------------------|-------------------------|--------------|
| | | n | 수술적 이동량* (범위) | 술 후 이동량 절대값 평균** (범위) | n | 수술적 이동량* (범위) | 술 후 이동량 절대값 평균** (범위) | |
| A-point (수평이동) | Advancement | 17 | 3.7±2.3mm (1.0~8.5mm) | 0.7±1.0mm (0mm~3.8mm) | 19 | 3.2±1.3mm (1.0~6.5mm) | 1.0±0.8mm (0mm~2.5mm) | 0.409 |
| | Setback | 3 | -3.0±0.8mm (-2.0~-4.0mm) | 1.6±2.0mm (0mm~3.8mm) | 0 | n/a | n/a | - |
| | No movement | 0 | n/a | n/a | 1 | 0mm | 0.0mm | - |
| A-point (수직이동) | Impaction | 6 | -2.3±1.2mm (-4.0~-1.0mm) | 0.8±0.7mm (0mm~1.9mm) | 9 | -1.8±0.9mm (-0.5~-3.5mm) | 1.1±1.3mm (0mm~3.0mm) | 0.711 |
| | Elongation | 8 | 1.6±0.8mm (1.0~3.0mm) | 1.0±0.9mm (0mm~2.9mm) | 7 | 1.6±0.8mm (0.5~2.5mm) | 1.3±1.0mm (0.5mm~3.5mm) | 0.574 |
| | No movement | 6 | 0mm | 1.6±1.3mm (0mm~3.8mm) | 4 | 0mm | 1.3±0.9mm (0.5mm~2.0mm) | - |
| PPA | CW | 19 | 5.5±2.7° (1.0°~10.0°) | 1.8±1.6° (0°~5.0°) | 20 | 4.8±2.8° (1.0°~11.0°) | 1.8±1.4° (0°~6.0°) | 0.971 |
| | CCW | 1 | -2.0° | 1.0° | 0 | n/a | n/a | - |

* 수술적 이동: T1-T0

**술 후 이동량: T2-T1

[표 3] 수술적 이동 방향에 따른 술 후 이동량 절대값 비교

| 기준점/기준각 | 티타늄 고정체 사용군 (n=20) | 흡수성 고정체 사용군 (n=20) | 유의확률 (양측) |
|---------------------|-------------------------|-------------------------|--------------|
| A-point (수평이동) | 0.84±1.18mm (0mm~3.8mm) | 0.90±0.77mm (0mm~2.5mm) | 0.85 |
| A-point (수직이동) | 1.10±1.00mm (0mm~1.9mm) | 1.18±1.07mm (0mm~3.0mm) | 0.83 |
| Palatal plane angle | 1.80±1.54° (0°~5.0°) | 1.83±1.38° (0°~6.0°) | 0.96 |

[표 4] 수술적 이동 및 회전 방향에 관계 없는 절대적 술 후 변위량의 비교

제 4 장 고찰

현재 악교정 수술의 고정 방식으로 널리 쓰이는 방법은 티타늄 고정판과 티타늄 스크류를 이용하는 방법이다. 오랜 임상 경험과 연구를 통해 생체친화성과 물성이 입증되었지만 티타늄을 이용해 고정한 경우 다양한 원인으로 고정체를 제거해야 하는 경우가 생길 수 있고, 이 때 국소마취 또는 전신마취 하의 이차 수술이 필요하다. 또한 성장기 아동에서 골격 성장의 저해 가능성, 영상검사시 생길 수 있는 허상(artifact)의 문제, 그리고 최근에는 티타늄 매식체가 Medication-related osteonecrosis of the jaws (MRONJ)의 위험요소로도 고려되고 있어¹⁴⁾ 골절부위 치유의 목적을 달성한 이후에 생흡수되어 사라지는 재료의 연구가 지속되어 왔다. 하지만 지금까지 상용화된 대부분의 흡수성 재료들은 서양에서 개발되고 발전되어서인지 티타늄 플레이트에 비해 크기가 커서 전반적으로 악골의 크기가 작은 동양인 환자에게 사용시 적합이 어렵고 고정시 과도한 박리가 필요할 수 있다. 또한 많은 흡수성 고정체를 이용한 악교정 수술에 관한 연구가 있었지만 동양인 환자의 악교정수술에서 상악 모두 흡수성 플레이트와 monocortical 스크류를 이용한 연구는 매우 드물다. 본 연구는 상악과 하악 모두에서 F-u-HA/PLLA 흡수성 플레이트와 스크류를 이용한 한국인 악교정수술 환자 20명과, 같은 술자에게 티타늄 고정체를 이용해 수술받은 20명의 환자의 술 후 상악골의 이동 경향과 회귀량, 그리고 술 후 변화량의 절댓값 평균을 비교하여 상악 모두 흡수성 고정체를 이용한 수술에서 상악골의 안정성을 평가해 보고자 하였다.

상악의 전방이동: 흡수성 플레이트 그룹의 A-point 기준 전방이동(n=19)은 평균 $3.2 \pm 1.3\text{mm}$ 의 이동 후 $0.4 \pm 1.2\text{mm}$ 의 후방 회귀를 보였다. 티타늄 그룹에서는 $3.7 \pm 2.3\text{mm}$ 의 전방이동 후 $0.1 \pm 1.2\text{mm}$ 의 추가 전방이동이 관찰되었다. 두 그룹 모두 술 후 이동량은 1mm 이내로 매우 안정적인 것으로 나타났다. 술 후 이동의 방향에 관계 없이 변위량의 절댓값을 보았을 때 티타늄 고정체 사용군은 상악의 전방이동 후 $0.1 \pm 1.2\text{mm}$ 의 전후방적 변위를 보였고 흡수성 고정체 사용군은 $1.0 \pm 0.8\text{mm}$ 의 변위량을 보여 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다 ($p=0.409$). 흡수성 그룹에서 전후방 이동이 없었던 한 명의 환자에서는 술 후 전후방적 이동이 관찰되지 않았다.

Landes의 2007년 연구에 의하면 티타늄 고정체 사용군에서 평균 3.54mm의 전방이동 후에 약 0.16mm의 회귀를 보였고, PLLA/PGA 흡수성 고정체 사용군에서는 약 3.5mm의 전방이동 후에 0.9mm 정도의 회귀를 보였다.¹⁵⁾ Landes는 다시 2014년 논문에서 F-u-HA/PLLA 흡수성 고정체를 이용한 연구를 발표했는데, 이 때에는 평균 4.56mm의 전방이동 후에 약 3.82mm의 회귀를 보고하였다.¹⁰⁾ 본 연구의 결과에 나타난 상악 전방이동 후의 변위량은 고정체의 종류에 관계없이 1mm 내외로 다수의 기존 연구들과 유사하거나 더 높은 안정성을 보였다. (표 5)

| 연구 | 티타늄 고정체 사용군 | | 흡수성 고정체 사용군 | | 고정체 종류 | 고정체 조성 |
|-------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------|-------------------------|
| | 수술적 이동량 | 술 후 이동량 | 수술적 이동량 | 술 후 이동량 | | |
| Landes 2006 | +6.3mm | -1.9±1.83mm | +2.5mm | -2.1±1.35mm | Macrosorb®, PolyMax® | PLLA/PDLA (7:3) |
| Costa 2006 | +3.54±1.54mm | -0.16±0.72mm | +3.5±1.65mm | -0.9±1.37mm | Lactosorb® | PLLA/PGA (82:18) |
| Landes 2007 | +5.4±3.4mm | -2.4±2.0mm | +2.5±1.0mm | -1.2±0.8mm | Lactosorb®, RapidSorb® | PLLA/PGA (82:18, 85:15) |
| Dhol 2008 | +2.45±0.57mm | -0.8±2.15mm | +2.02±0.39mm | -0.2±2.15mm | Lactosorb® | PLLA/PGA (82:18) |
| Ballon 2012 | +4.28±2.37mm | -1.59±1.48mm | +2.70±1.94mm | -1.84±1.69mm | Inion CPS® | PLLDL |
| Blakey 2014 | +7.07±2.30mm | -1.34±1.34mm | +5.61±1.30mm | -2.06±1.91mm | Inion CPS®, BIONX® | PLLDL |
| Landes 2014 | +6.04±6.66mm | -3.84±3.06mm | +4.56±2.71mm | -3.82±3.47mm | Osteotrans MX® | F-u-HA/PLLA |
| 본 연구 | +3.2±1.3mm | -0.4±1.2mm | +3.2±1.3mm | -0.4±1.2mm | Osteotrans MX® | F-u-HA/PLLA |

[표 5] 타 연구와 비교- 상악 전방이동

상악의 상방이동: 흡수성 고정체 사용군의 A-point 기준 상방이동(n=9)의 경우 평균 1.8±0.9mm의 수술적 이동 후 0.8±1.5mm의 추가 상방이동을 보였고, 티타늄 그룹에서는 상악의 상방이동이 있었던 환자(n=6)에서 평균 2.3±1.2mm의 이동 후에 0.5±1.1mm 추가 상방이동이 관찰되었다. 이와 같이 두 그룹에서 모두 상악의 상방이동 후에 작은 양이지만 추가적인 상방이동 경향이 관찰되었다. 이는 기존 연구들과는 상이한 결과로 가장 비슷한 양의 평균 수술적 이동량을 보였던 Dhol의 2008년 연구에서는 티타늄 고정체 사용군에서 평균 2.14mm의 상방이동 후에 평균 0.64mm의 하방이동을 보였고, PLLA/PGA 흡수성 고정체 사용군에서 평균 2.46mm의 상방이동 후에 평균 0.12mm의 매우 적은 양의 술 후 이동을 보고한 바 있다.¹⁶⁾ 이에 반해 Ballon의 2012년 연구에 의하면 PLLDL 고정체를 이용해 상악을 평균 3.13mm 상방이동 시켰을 때 약

2.67mm의 회귀를 보였다고 발표한 바 있다.⁹⁾ (표 6) 상악 상방이동 후 변위량의 절댓값을 보았을 때 티타늄 군은 $0.8 \pm 0.7\text{mm}$, 흡수성 군은 $1.1 \pm 1.3\text{mm}$ 로 두 군 모두 1mm 내외의 술 후 변위량을 보였다. 상악의 상방이동은 악교정 수술 중에서 매우 안정적인 이동으로 평가된다.¹⁷⁾ 본 연구 결과에서도 상악 상방이동의 술 후 이동량은 평균 1mm 이내로 비교적 안정적인 것으로 나타났다. 하지만 상방이동 후 하방 회귀가 아닌 추가적인 상방이동이 생기는 경향이 관찰되어 수술계획 시와 수술 시에 주의를 요할 것으로 사료된다.

| 연구 | 티타늄 고정체 사용군 | | 흡수성 고정체 사용군 | | | |
|-------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------|-------------------------|
| | 수술적 이동량 | 술 후 이동량 | 수술적 이동량 | 술 후 이동량 | 고정체 종류 | 고정체 조성 |
| Landes 2007 | -3.3±2.7mm | +2.2±1.5mm | -1.0±0.7mm | +1.1±1.1mm | Lactosorb®, RapidSorb® | PLLA/PGA (82:18, 85:15) |
| Dhol 2008 | -2.14±0.65mm | +0.64±2.85mm | -2.46±0.71mm | +0.12±2.85mm | Lactosorb® | PLLA/PGA (82:18) |
| Ballon 2012 | -3.25±1.55mm | +1.40±1.42mm | -3.13±2.25mm | +2.67±2.08mm | Inion CPS® | PLLDL |
| Landes 2014 | -7.93±12.52mm | +4.63±3.11mm | -5.08±4.04mm | +1.72±1.01mm | Osteotrans MX® | F-u-HA/PLLA |
| 본 연구 | -2.3±1.2mm | -0.5±1.1mm | -1.8±0.9mm | -0.8±1.5mm | Osteotrans MX® | F-u-HA/PLLA |

표 6] 타 연구와 비교- 상악 상방이동

상악의 하방이동: A-point 기준 하방이동(n=7)의 경우 흡수성 그룹에서 평균 $1.6 \pm 0.8\text{mm}$ 이 이동 후에 $1.3 \pm 1.0\text{mm}$ 의 상방 회귀를 보였고 티타늄 그룹(n=8)에서 평균 $1.6 \pm 0.8\text{mm}$ 하방이동 후에 $1.0 \pm 1.0\text{mm}$ 의 회귀가 관찰되었다. 상악의 하방이동이 있었던 모든 환자에서 술 후 상방회귀가 관찰되어 술 후 변위량 절댓값 평균은 술 후 회귀량 평균과 같았다. 상악의 하방이동은 고정 방법과 관계없이 많은 회귀를 보이는 것으로 보고되고 있고, 회귀량은 이동량에 비례하여 커지는 것으로 알려진 바 있다.¹⁷⁾ Landes의 2007년 연구에 의하면 티타늄 고정체 사용군에서 상악골의 평균 3.7mm의 하방 이동 후에 3.1mm의 회귀를 보였고 PLLA/PGA 흡수성 고정체 사용군에서 평균 6.5mm의 하방이동 후에 약 2.0mm의 회귀가 있었다.¹⁵⁾ PLLDL 흡수성 고정체를 사용한 Ballon의 2012년 연구 결과 티타늄 군에서 평균 2.92mm의 이동 후에 1.39mm의 회귀가, 그리고 흡수성 군에서 평균 5.22mm의 하방 이동 후에 2.68mm의 회귀가 보고되었다.⁹⁾ 본 연구와 같은 재료를 사용한 Landes의 2014년 연구에서도 회귀량은 티타늄 군에서 2.88mm, 흡수성 군에서 1.98mm로 유사하게 보고되었다.¹⁰⁾ 본 연구 결과에 보여진 티타늄 군의 1.0mm 회귀와 흡수성 군의 1.3mm

평균 회귀는 기존 연구들에 비해 유사하거나 나은 안정성을 보인다. (표 7) 하지만 본 연구의 평균 수술적 하방이동량은 두 그룹 모두 평균 1.6mm로 타 연구들에 비해 작은 이동량을 보여 그로 인해 회귀량이 적었을 가능성도 배제할 수 없다. 또한 수술적 상하이동이 없었던 환자군(n=4)에서도 평균적으로 1.0mm 가량의 상방이동을 보였고, 위에서 논한 바와 같이 상악의 상방이동 후에도 약간의 추가 상방이동이 그룹에 관계없이 관찰되어 이동 방향에 관계없이 전반적인 술 후 상방이동 경향이 있음을 알 수 있다. 이러한 경향은 본 연구에 포함된 환자들의 많은 수가 선수술 (Surgery-first orthognathic approach; SFOA) 또는 최소 술전교정 후 수술을 시행하였기 때문에 술 후 교합간섭이 영향을 미쳤을 것이라고도 생각해 볼 수 있다.

| 연구 | 티타늄 고정체 사용군 | | 흡수성 고정체 사용군 | | | |
|-------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------|-------------------------|
| | 수술적 이동량 | 술 후 이동량 | 수술적 이동량 | 술 후 이동량 | 고정체 종류 | 고정체 조성 |
| Landes 2007 | +3.7±5.2mm | -3.1±3.6mm | +6.5±3.4mm | -2.0±1.4mm | Lactosorb®, RapidSorb® | PLLA/PGA (82:18, 85:15) |
| Ballon 2012 | +2.92±2.64mm | -1.39±1.55mm | +5.22±4.05mm | -2.68±2.65mm | Inion CPS® | PLLDL |
| Landes 2014 | +3.25±1.95mm | -2.88±4.19mm | +2.32±1.12mm | -1.98±0.86mm | Osteotrans MX® | F-u-HA/PLLA |
| 본 연구 | +1.6±0.8mm | -1.0±1.0mm | +1.6±0.8mm | -1.3±1.0mm | Osteotrans MX® | F-u-HA/PLLA |

[표 7] 타 연구와 비교- 상악 하방이동

구개평면의 회전: 상악의 회귀 경향은 구개평면 각도의 변화에서도 관찰되는데 흡수성 고정체를 이용했던 환자 20명 모두에서 수술적으로 구개평면의 시계방향 회전(평균 4.8±2.8°)이 있었고 평균 1.6±1.6°의 반시계방향 회귀를 보였다. 티타늄 사용군의 경우 구개평면의 시계방향 회전이 있었던 19명의 환자에서 평균 5.5±2.7°의 수술적 회전 후에 1.3±2.1°의 회귀가 관찰되었다. 절댓값을 비교해 보았을 때 두 그룹에서 모두 평균 1.8° 가량의 술 후 변위가 관찰되었다.

제 5 장 결론

Poly L-lactide; F-u-HA/PLLA 흡수성 고정체를 이용한 상하악의 악교정수술은 술 후 골격 안정성에 있어 같은 술자에 의해 티타늄을 이용해 수술한 환자군과 유사한 결과를 보였고 기존 발표된 흡수성 및 티타늄 고정체를 이용한 연구들과도 견줄만 한 결과를 보였다. 골편의 이동 방향별 회귀량 분석 결과 상악의 상방 및 전방이동의 경우 회귀량이 1mm 이내로 매우 안정적인 결과를 나타내었고, 후방과 하방이동 역시 기존 연구들과 유사한 골격 안정성을 보였다. 하지만 상악 A-point 기준 상하이동의 경우 고정체의 재료나 골편의 수술적 이동 방향과 관계없이 술 후 상방 변위를 보이는 경향이 관찰되었다. 1mm 전후의 작은 변위지만 이러한 경향이 있음을 인지하고 수술 시 고정체에 유의해야할 필요가 있을 것으로 사료된다.

참고 문헌

1. Katou F, Andoh N, Motegi K, Nagura H. Immuno-inflammatory responses in the tissue adjacent to titanium miniplates used in the treatment of mandibular fractures. *J Craniomaxillofac Surg.* 1996;24(3):155-62.
2. Rubin JP, Yaremchuk JM. Complications and Toxicities of Implantable Biomaterials Used in Facial Reconstructive and Aesthetic Surgery: A Comprehensive Review of the Literature. *Plast Reconstr Surg.* 1997;100(5):1336-53.
3. Manor Y, Chaushu G, Taicher S. Risk factors contributing to symptomatic plate removal in orthognathic surgery patients. *J Oral Maxillofac Surg.* 1999;57(6):679-82.
4. Schumann P, Lindhorst D, Wagner MEH, Schramm A, Gellrich N-C, x00Fc, et al. Perspectives on Resorbable Osteosynthesis Materials in Craniomaxillofacial Surgery. *Pathobiology.* 2013;80(4):211-7.
5. Bergsma JE, Bruijn W, Rozema F, Bos R, Boering G. Late degradation tissue response to poly(L- lactide) bone plates and screws. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995;16(1):25-31.
6. Suuronen R, Laine P, Pohjonen T, Lindqvist C. Sagittal ramus osteotomies fixed with biodegradable screws: A preliminary report. *J Oral Maxillofac Surg.* 1994;52(7):715-20.
7. Suuronen R, Laine P, Sarkiala E, Pohjonen T, Lindqvist C. Sagittal split osteotomy fixed with biodegradable, self-reinforced poly- l- lactide screws: A pilot study in sheep. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1992;21(5):303-8.

8. Haers PE, Sailer HF. Biodegradable self-reinforced poly-L/DL-lactide plates and screws in bimaxillary orthognathic surgery: short term skeletal stability and material related failures. *J Craniomaxillofac Surg.* 1998;26(6):363-72.
9. Ballon A, Laudemann K, Sader R, Landes CA. Segmental stability of resorbable P(L/DL)LA-TMC osteosynthesis versus titanium miniplates in orthognathic surgery. *J Craniomaxillofac Surg.* 2012;40(8):e408-e14.
10. Landes CA, Ballon A, Tran A, Ghanaati S, Sader R. Segmental stability in orthognathic surgery: Hydroxyapatite/Poly-l-lactide osteoconductive composite versus titanium miniplate osteosyntheses. *J Craniomaxillofac Surg.* 2014;42(6):930-42.
11. Shikinami Y, Matsusue Y, Nakamura T. The complete process of bioresorption and bone replacement using devices made of forged composites of raw hydroxyapatite particles/poly l-lactide (F-u-HA/PLLA). *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005;26(27):5542-51.
12. Sukegawa S, Kanno T, Nagano D, Shibata A, Sukegawa-Takahashi Y, Furuki Y. The Clinical Feasibility of Newly Developed Thin Flat-Type Bioresorbable Osteosynthesis Devices for the Internal Fixation of Zygomatic Fractures: Is There a Difference in Healing Between Bioresorbable Materials and Titanium Osteosynthesis? *J Craniofac Surg.* 2016;27(8):2124-9.
13. Paeng J-Y, Hong J, Kim C-S, Kim M-J. Comparative study of skeletal stability between bicortical resorbable and titanium screw fixation after sagittal split ramus osteotomy for mandibular prognathism. *J Craniomaxillofac Surg.* 2012;40(8):660-4.

14. Siniscalchi NE, Catalfamo SL, Allegra SA, Musolino SC, De Ponte SF. Titanium Miniplates: A New Risk Factor for the Development of the Bisphosphonate– Related Osteonecrosis of the Jaw. *J Craniofac Surg.* 2013;24(1):e1–e2.
15. Landes AC, Ballon AA, Sader AR. Segment Stability in Bimaxillary Orthognathic Surgery After Resorbable Poly (L– lactide– co– glycolide) versus Titanium Osteosyntheses. *J Craniofac Surg.* 2007;18(5):1216–29.
16. Dhol WS, Reyneke JP, Tompson B, Sandor GK. Comparison of titanium and resorbable copolymer fixation after Le Fort I maxillary impaction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;134(1):67–73.
17. Bailey L, Amp, Apos, Tanya J, Cevitanes LHS, Proffit WR. Stability and predictability of orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;126(3):273–7.
18. Kanno T, Sukegawa S, Furuki Y, Nariai Y, Sekine J. Overview of innovative advances in bioresorbable plate systems for oral and maxillofacial surgery. *Jpn Dent Sci Rev.* 2018.
19. Moure C, Qassemyar Q, Dunaud O, Neiva C, Testelin S, Devauchelle B. Skeletal stability and morbidity with self– reinforced P (l/ dL) LA resorbable osteosynthesis in bimaxillary orthognathic surgery. *J Craniomaxillofac Surg.* 2011;40(1).
20. Proffit WR, Phillips C, Turvey TA. Stability After Mandibular Setback: Mandible– Only Versus 2– Jaw Surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2012;70(7):e408–e14.
21. van Bakelen NB, Buijs GJ, Jansma J, de Visscher JGAM,

Hoppenreijns TJM, Bergsma JE, et al. Decision- making considerations in application of biodegradable fixation systems in maxillofacial surgery – A retrospective cohort study. *J Maxillofac Surg.* 2014;42(5):417–22.

Abstract

Skeletal stability of the maxilla following bimaxillary orthognathic surgery with bioabsorbable F-u-HA/PLLA fixation system

Jae Man Woo, D.D.S., FIBCSOMS

Department of Oral and Maxillofacial Surgery

The Graduate School

Seoul National University

Purpose: The purpose of this study was to evaluate the postoperative stability of maxilla following bimaxillary orthognathic surgery using F-u-HA/PLLA fixation system by comparing results to that of titanium fixation cases. **Patients and method:** 20 patients who underwent bimaxillary orthognathic surgery using titanium fixation system and 20 patients using resorbable fixation system (forged unsintered hydroxyapatite/poly L-lactide; F-u-HA/PLLA; Ostetrans MX[®], Takiron, Osaka, Japan) were included in the study. Cephalographic analysis data were collected and statistical analyses were done to compare postoperative movement of maxilla. **Results:** With maxillary advancement, titanium group on average showed 0.1mm further advancement postoperatively while resorbable group showed 0.4mm relapse. With maxillary impaction, titanium group showed 0.5mm further impaction postoperatively while resorbable group showed 0.8mm further impaction. With maxillary elongation, titanium group showed 1.0mm relapse while resorbable group

showed relapse of 1.3mm on average. With clockwise rotation of palatal plane, titanium group showed 1.3° of postoperative counter-clockwise rotation while resorbable group showed 1.6° postoperative counter-clockwise rotation. No statistically significant difference was noted between groups in all movements both linear and rotational. ($p < 0.05$) **Conclusion:** Bimaxillary orthognathic surgery using F-u-HA/PLLA plates and screws showed stability comparable to similar previous studies and also to titanium-fixation cases operated by the same surgeon. Superior and anterior movements of the maxilla showed less than 1mm of postoperative movement, and posterior and inferior movements showed stability similar to that shown in multiple previous studies. However, regardless of type of material, supero-inferior movement of maxilla showed consistent postoperative superior movement. Though the magnitude of superior movement may be negligible (about 1mm on average), special attention should be paid during planning and fixation to be more prudential.

Keywords : orthognathic surgery, resorbable fixation, HA/PLLA, skeletal stability

Student Number : 2015-22091