



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](#)

교정용 미니스크류 제거 후  
치조골의 치유 양상



연세대학교 대학원

치 의 학 과

김 은 지

교정용 미니스크류 제거 후  
치조골의 치유 양상

지도교수 정 주 령

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2015년 6월 9일

연세대학교 대학원

치 의 학 과

김 은 지

# 김은지의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 정 주 령 인

심사위원 김 경 호 인

심사위원 최 윤 정 인



연세대학교 대학원

2015년 6월 9일

# 차 례

그림 차례	ii
국문요약	iii
I. 서론	1
II. 연구 방법	3
1. 미니스크류의 식립 위치 및 제거 일정	3
2. 마이크로 씨티의 분석	5
2.1 샘플의 준비	5
2.2 관심영역(ROI)과 대조군의 설정(시상면)	5
3. 비탈회 조직의 준비 및 관찰	7
4. 통계적 해석	7
III. 연구결과	8
1. 마이크로 씨티를 이용한 미니스크류 제거 후 골 치유 양상의 추적	8
2. 미니스크류 제거 부위의 bone volume/tissue volume(%)의 비교	10
3. 미니스크류 제거 후 7주간의 석회화 및 골형성 양상	11
3.1 상악골의 석회화 및 골형성 양상	11
3.2 하악골의 석회화 및 골형성 양상	13
IV. 고찰	15
V. 결론	17
참고문헌	18
Abstract	20

## 그림 차례

그림 1. 미니스크류 식립 위치 확인을 위한 실리콘 가이드(상)와 비글 상악 우측 구치부 미니스크류 식립직후(하) .....	4
그림 2. 미니스크류 식립, 제거 및 형광염색 일정 .....	4
그림 3. 골표지 조직의 예 .....	4
그림 4. 마이크로 씨티의 3차원 재구성과정의 예 .....	5
그림 5. 마이크로 씨티 재구성 후 관찰되는 미니스크류 식립 양상 .....	6
그림 6. 미니스크류의 규격과 관심영역(ROI, 원기둥)의 설정 .....	6
그림 7. 인접 치조골의 마이크로 씨티 단면 .....	8
그림 8. 상악의 미니스크류 제거 후 골조직의 변화 양상 .....	8
그림 9. 하악의 미니스크류 제거 후 골조직의 변화 양상 .....	9
그림 10. 미니스크류 제거 부위의 bone volume/tissue volume (%)의 변화 .....	10
그림 11. 미니스크류 제거 후 상악 골의 석회화 및 골형성 양상(광학현미경 관찰, →는 미니스크류 제거 부위) .....	11
그림 12. 골표지법을 이용한 미니스크류 제거 후 7주간의 석회화 및 골형성 양상(상악) .....	12
그림 13. 골표지법을 이용한 미니스크류 제거 후 7주간의 석회화 및 골형성 양상(하악) .....	13
그림 14. 미니스크류 제거 후 골표면의 불연속성(하악 10주) .....	16

## 교정용 미니스크류 제거 후 치조골의 치유 양상

최근 미니스크류는 교정치료를 위해 널리 사용되고 있으며 작은 직경과 비침습적인 시술 과정으로 인해 미니스크류의 식립 부위는 빠르게 치유된다고 알려져 있다. 하지만 미니스크류 제거 후 높은 빈도로 연조직 반흔이 잔존한다고 보고되고 있으며(Choi et al., 2015; Jung et al., 2015), 주변 경조직의 경우에도 미니스크류 제거 후 회복이 일어나는지 여부가 알려져 있지 않다. 따라서 본 연구의 목표는 미니스크류 제거 후 식립되었던 치조골의 치유 양상을 확인하는 것이다.

이를 위해 총 40개의 미니스크류가 2마리의 비글의 상하악에 식립되었으며, 순차적으로 제거하여 3, 5, 7, 10, 13주의 회복기간을 거친 조직들을 얻었다. 미니스크류 제거와 함께 calcein, xylenol orange, oxytetracycline, alizarin red를 순차적으로 주입하여 골표식을 진행하였다. 미니스크류 제거 후 각 조직의 마이크로 씨티를 촬영하였으며 각 회복 시기 및 주변 인접골과의 bone volume/ tissue volume (%)를 계측하여 골회복 정도를 비교하였다. 비탈회 조직 슬라이드를 제작하여 골표식을 확인하였으며 미니스크류 제거 후의 골형성 과정을 추적하였다. 이와 같은 관찰을 토대로 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 미니스크류 제거 부위는 인접피질골과의 연속성이 끊기고 미니스크류의 나사산 형태와 같은 방사선 투과상이 관찰되었다. 하지만 제거 후 시간이 경과함에 따라 골조직이 형성되어 약 7주 이후부터는 방사선상으로 피질골의 연속성이 회복되고 인접골과 유사한 양상이 관찰되었다.
2. 미니스크류 제거 부위의 bv/tv는 제거 직후, 제거 3주후, 제거 5주후에 걸쳐 인접골 보다 유의하게 낮았으나( $p < 0.05$ ), 제거 7주 이후로는 인접골과 유사한 수준으로 회복되었다. ( $p > 0.05$ ).

3. 미니스크류 제거 후 약 2주 경과시점에서부터 제거 부위에서의 왕성한 골형성이 관찰되었다. 하지만, 약 7주까지 형성된 골조직은 인접 정상골과는 구분되는 초기단계의 무층골이었다.

이상의 결과를 바탕으로 미니스크류 제거 부위의 골조직은 약 7주후 인접골과 유사한 수준의 골량의 회복이 일어나지만, 이 시기의 골조직은 인접골과 같은 성숙한 층상골이라기보다는 초기단계의 무층골임을 알 수 있었다.



---

핵심 되는 말 : 미니스크류, 창상, 경조직치유, 제거 후의 치유



# 교정용 미니스크류 제거 후 치조골의 치유 양상

<지도교수 : 정 주 령>

연세대학교 대학원 치의학과

김 은 지

## I. 서론

교정용 미니스크류는 치료의 효율성을 높이고 치아이동의 역학적 한계를 극복할 수 있다는 장점 때문에 최신교정치료에서 많이 적용되고 있다.(Jasoria et al., 2013; Kuroda et al., 2005; Park et al., 2004)

미니스크류의 성공률은 성인에 있어서 90%를 넘는다고 보고되며 (Cheng et al., 2004; Schatzle et al., 2009)안정성에 영향을 미치는 요인 및 효율적인 디자인 등이 고안되어 발표되고 있다.(Bhalla and Kalha, 2013; Gedrange et al., 2005; Giuliano Maino et al., 2012)

미니스크류는 수복용 임플란트와 유사하게 치은 조직과 치조골 일부를 관통하도록 식립하여 사용하지만, 반드시 osseointegration 을 요하지 않으며 (Deguchi et al., 2003) 해부학적인 식립 위치를 고려하여 임플란트 보다는 비교적 작은 직경과 길이로 제작되며 사용 후 제거되는 특징이 있다. 하지만 안정적인 식립 및 사용을 위해 다양한 유의 사항이 존재하는 것과는 달리(Lin et al., 2007)미니스크류 제거에 따른 특별한 임상적인 가이드 라인은 보고되지 않는다. 이는 미니스크류의 제거 과정이 비교적 비침습적이며 주된 식립 부위인 협측 또는 구개측 치조골의 작은 규모의 창상은 자발적인 치유가 진행되리라 예상하기 때문일 것이다.

하지만 최근 미니스크류 제거 후에 임상적으로도 연조직 반흔이 반영구적으로 잔존될 수 있는 가능성이 높고(Choi et al., 2015; Jung et al., 2015) 특히 실패한 미니스크류 주변으로는 미니스크류 제거 후에도 장기적으로 지속되는 골 내sinus tract과 만성적인 감염 양상이 조직학적으로 관찰된다는 보고가 있어 미니스크류 제거 후의 조직의 치유 과정에 관심을 가져야 할 필요성이 제기되고 있다(SSH et al.,2012).또한 임상적으로도 다양한 원인으로 실패하여 제거된 미니스크류의 경우 치료의 역학 또는 해부학적인 원인으로 동일한 부위로의 식립 과정을 거쳐야 하는 경우가 빈번하므로(Jong et al.,2010) 제거 후의 골조직의 치유 양상에 대한 이해가 필요한 시점이다.

따라서 본 실험은 미니스크류 제거 후 경조직의 치유여부를 확인하고 그 양상을 형태학적으로 추적하는 것에 있다.



## II. 연구방법

### 1. 미니스크류 식립 위치 및 제거 일정

약 11 kg의 1year 성견 비글 두마리의 상악과 하악 좌측과 우측구치부에 지름 1.4mm에 길이 6mm 미니스크류(ORLUS 1014106, Korea) 총 40개를 hand drilling으로 식립하였다. 식립 위치는 각각의 소구치 및 대구치의 최상방 교두 직하방이며, 미니스크류 제거 후에도 식립 위치를 확인할 수 있도록 실리콘과 와이어를 이용하여 식립 위치에 대한 가이드를 제작 하였다(그림1).

40의 미니스크류를 모두 식립 후 제3 소구치 부위를 당일 상악 각 4개씩 총 8개를 제거하고(1차제거) 3주후 제1 소구치 부위 8개(2차 제거), 6주후제 2소구치 부위에서 8개(3차제거), 8주후 제1대구치부위 4개(4차제거), 10주후 제1대구치부위 4개(5차제거)를 제거하여 동물 희생 시 각각 3주, 5주, 7주, 10주, 13주의 healing 기간을 거친 조직을 얻었다. 제거 직후 대조군으로는 희생당일 상악4개, 하악4개의 스크류를 전치부 치간에 식립했다가 곧바로 제거하였다.

또한 제거 후의 골조직의 침착을 확인하기 위해 미니스크류 제거와 함께 석회화 부위에 침착하는 다양한 형광 물질을 IV로 주입하였다. 1차제거 1주일 후에 calcein, 2주일 후에 xyleneol orange, 3차 제거 후에 calcein, 4차 제거 후에 xyleneol orange, 5차 제거 후 oxytetracycline, 5차 제거 후 희생 1주일 전에 alizarin red 를 IV로 주입하였다. (그림2, 그림3)

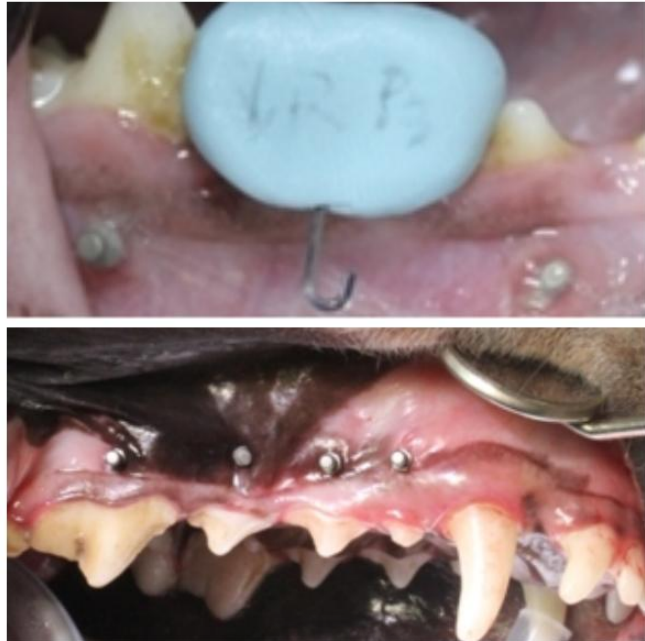


그림 1. 미니스크류 식립 위치 확인을 위한 실리콘 가이드(상)  
비글 상악 우측 구치부 미니스크류 식립직후(하)

총 40개	회복주수	형광 염색
1차8개제거	13 (12) (11)	Calcein(형광연두색) Xylenol orange(주황색)
2차8개제거	10	
3차8개제거	7	Calcein(형광연두색)
4차4개제거	5	Xylenol orange(주황색)
5차4개제거	3	Oxytetracycline(노란색)
6차8개제거	(1) 0	Alizarin red(붉은색)

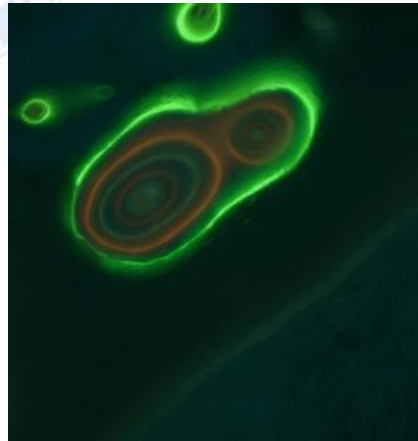


그림 3. 골표지 조직의 예

그림 2. 미니스크류 식립, 제거 및  
형광염색 일정

## 2. 마이크로 씨티의 분석

### 2.1 샘플의 준비

비글을 희생한 후 1/4 분악씩 분리해 10% 포르말린으로 조직을 고정하였다. 그 후 제거 부위의 치유양상을 확인하기 위해 micro CT(skyscan 1076, instrument SN=3551536)을 camera pixel size(um)=11.80 camera x/y ratio=0.9850 조건으로 촬영하였다. Skyscan CTAN \_ctvol,dataviewer 프로그램을 이용하여 3D 재구성을 시행 하였으며 미니스크류의 식립 축에 수직이 되도록 reconstruction 을 시행하였다.

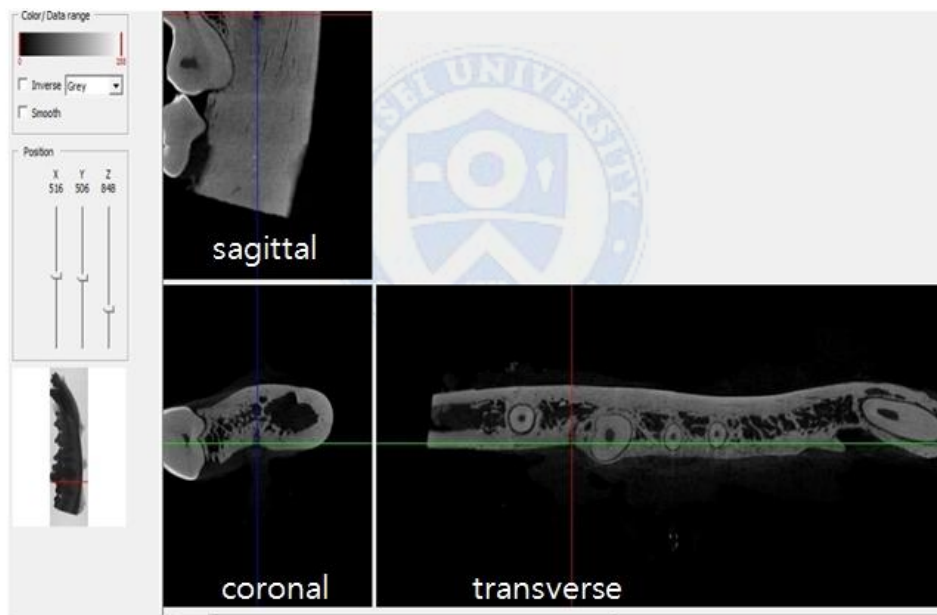


그림 4. 마이크로 씨티의 3차원 재구성과정의 예

### 2.2 관심영역 (ROI)과 대조군의 설정(시상면)

미니스크류를 길이가 긴 축의 길이를 따라 시상면(sagittal) 방향으로 자른 단면들을 비교해 시간에 따른 골생성 양상을 형태학적으로 관찰하였다.bone

volume per tissue volume(bv/tv,%)을 측정하기 위하여 Skyscan CTAN \_ctvol.dataviewer 프로그램을 활용하였다. 시상면상에서 미니스크류 제거 부위의 인접 협측피질골 직하방으로 지름 1.5mm, 높이 2.0mm 의 원형 기둥을 관심영역(ROI)으로 설정하여 관심영역(ROI)의 bone volume per tissue volume(bv/tv,%)을 측정하였다. 미니스크류는 원뿔형태로 이루어져 있으며 이에 따른 오차를 최소화 하기 위해 원기둥 형태의 높이 2.0mm 의 ROI 를 설정하였다. 대조군의 경우 제거 부위의 인접 치조골 에서 측정하였다.

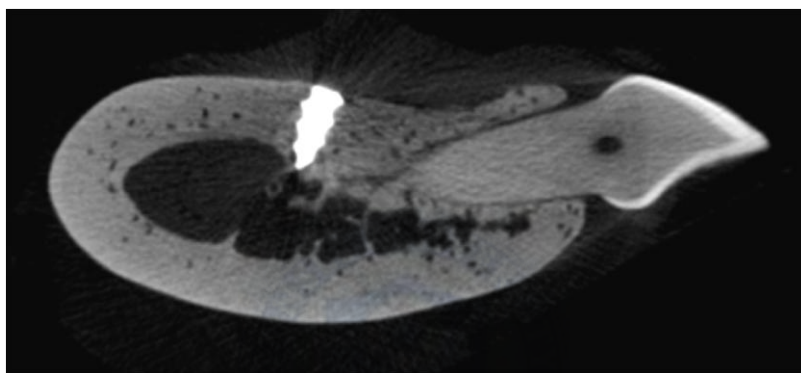


그림 5. 마이크로 씨티 재구성 후 관찰되는 미니스크류 식립 양상

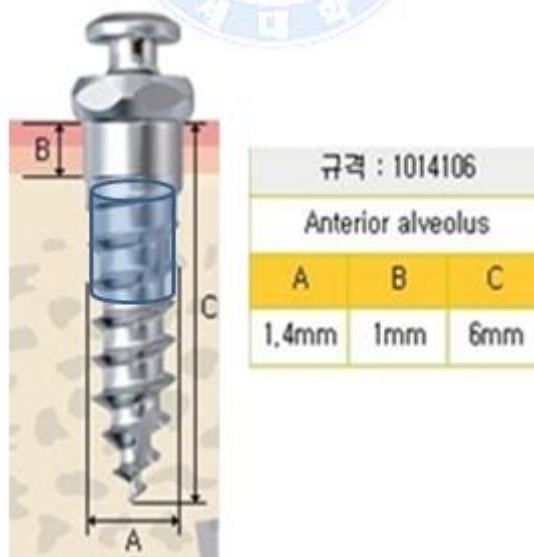


그림 6. 미니스크류의 규격과 관심영역(ROI, 원기둥)의 설정

### 3. 비탈회 조직의 준비 및 관찰

마이크로 씨티 촬영후 미니스크류 제거 부위의 비탈회 조직을 제작하였다. 80%, 90%, 95%, 100% 알콜로 탈수를 한 후 MAA 기반의 레진에 포매를 하여 조직 블럭을 만들었다. 블럭을 아크릴 슬라이드에 부착한 후 그라인딩하여 마운팅 후, 형광 현미경 (olympus BX51)을 이용하여 관찰하였다.

### 4. 통계적 해석

SAS (version 9.1.3 SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 유의수준 0.05에서 다음의 항목에 대하여 검정하였다. 시간 경과에 따른 골생성량 차이를 비교 하기위해 3주, 5주, 7주, 10주, 13주 군에서의 측정된 bone volume/tissue volume(%) 측정값을 일원분산분석 (one-way ANOVA)을 이용하여 비교하고, Bonferroni 방법을 이용하여 사후검정 하였다.

### III. 연구결과

#### 1. 마이크로 씨티를 이용한 미니스크류 제거 후 골 치유 양상의 추적

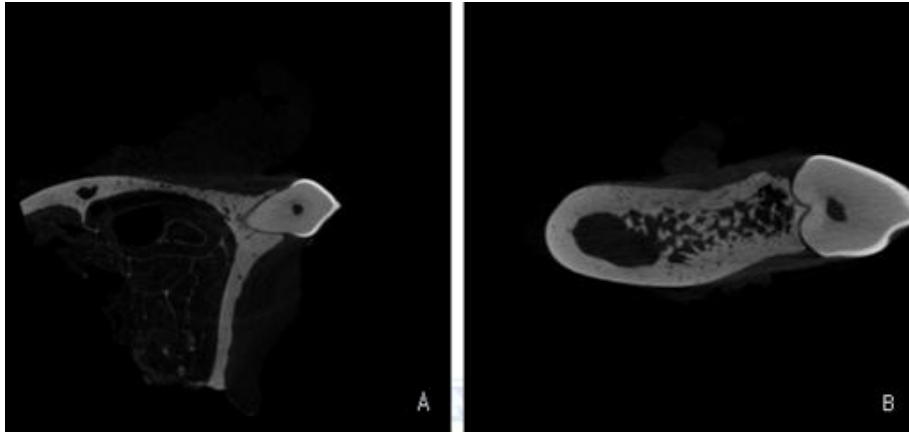


그림 7. 인접 치조골의 마이크로 씨티 단면

상하악 모두 치아 사이 인접골 표층에는 협측 피질골이 연속적인 굴곡을 이루고 하부에는 골수강과 골소주가 보이는 해면골이 관찰되었다(그림7).

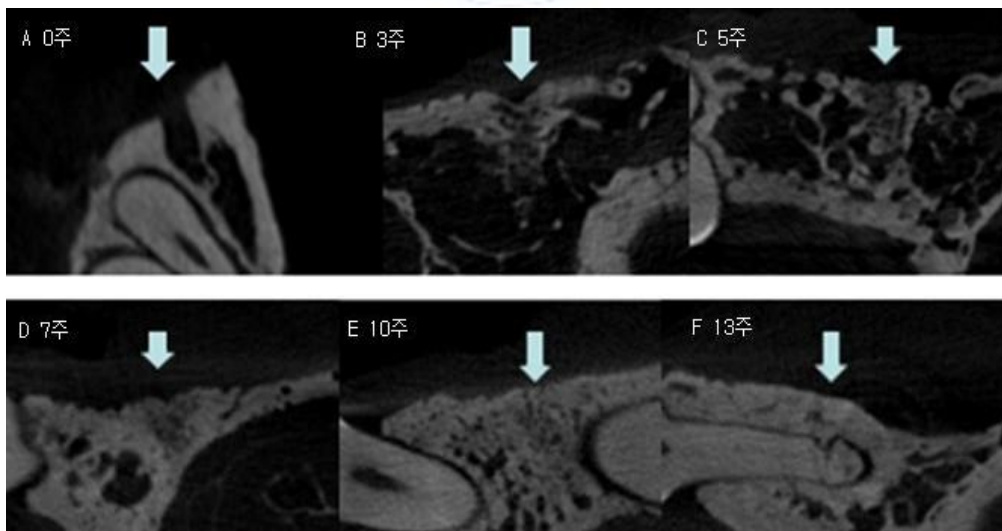


그림 8. 상악의 미니스크류 제거 후 골조직의 변화양상



미니스크류 제거 직후 제거부위에는 인접 피질골과의 연속성이 끊기고 그 하부로는 미니스크류의 나사산 형태와 같은 방사선 투과상이 관찰되었다. (그림 8,9 A) 제거 3주, 5주 후에는 미니스크류의 나사산의 형태가 기존의 골조직과 구분되어 관찰되었으나 내부에는 방사선 불투과성 영역이 증가하며 새로운 골조직이 형성되고 있음을 알 수 있었다. 제거 7주에는 가시적인 골 차이는 없었으나 마이크로 씨티 상 경미한 제거 흔적을 관찰할 수 있었다. 제거 10주 및 13주 후에는 제거 부위의 피질골 표층의 연속성이 회복되고 하부의 골조직이 침착 되어 주변 인접골과 구분이 되지 않았다. 상, 하악에서의 특이할 만한 치유 양상의 차이는 관찰되지 않았다.(그림 8,9)

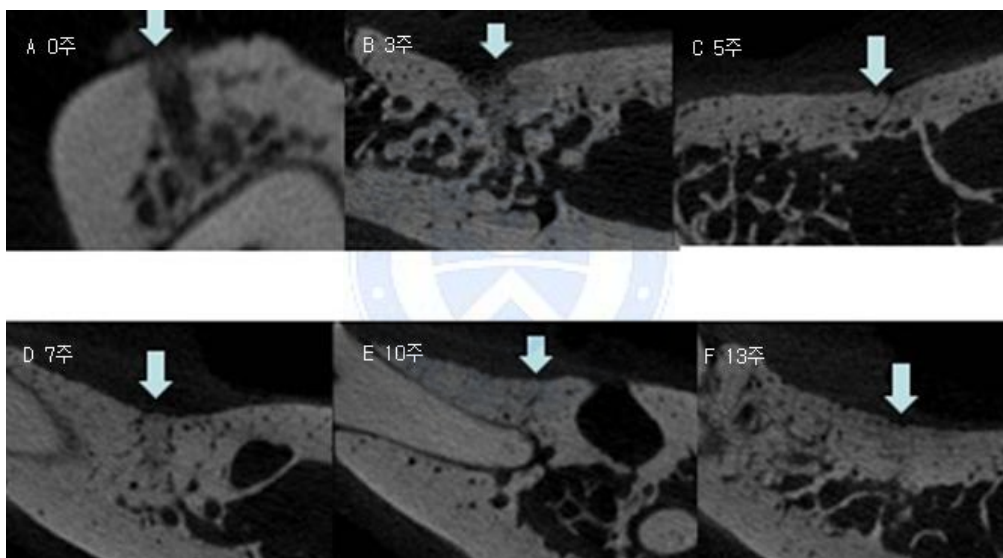


그림 9. 하악의미니스크류 제거 후 골조직의 변화 양상

## 2. 미니스크류 제거 부위의 bone volume/tissue volume (%)의 비교

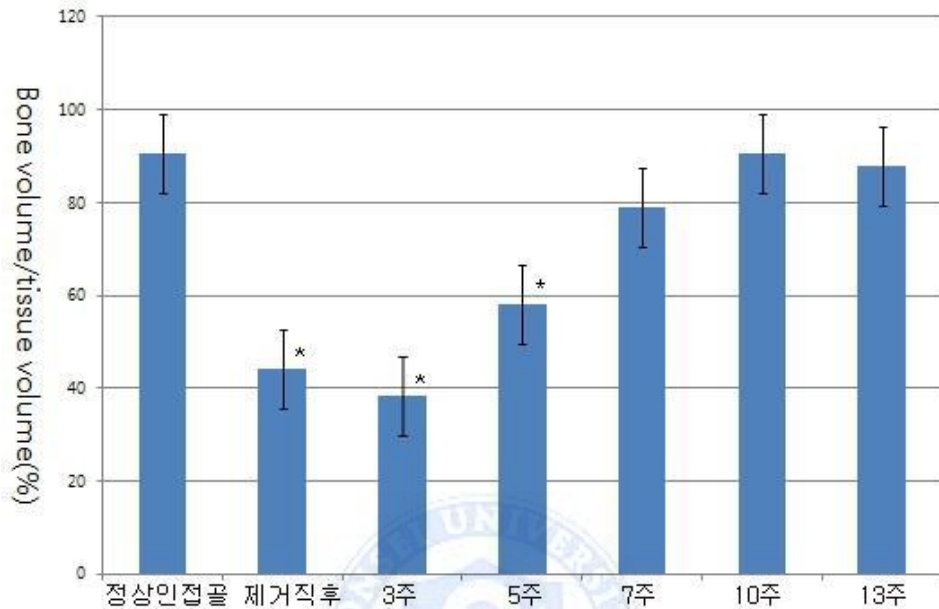


그림 10. 미니스크류 제거 부위의 bone volume/tissue volume (%)의 변화

정상 인접골의 bv/tv는 상악에서  $87.7 \pm 3.14\%$  하악에서는  $92.7 \pm 1.37\%$  였다. 상하악의 인접골의 bv/tv에서는 유의할만한 차이가 없고 미니스크류 제거 후 상, 하악의 골조직의 치유 양상이 큰 차이가 없는 점을 고려하여 bv/tv는 상하악의 결과를 합하여 계측하고 비교하였다. 제거 직후 bv/tv는 평균  $44.0 \pm 6.61$ 로 대조 인접골의  $90.6 \pm 7.23$ 에 비해 유의하게 낮았다. ( $p < 0.05$ )

제거 후 3,5주의 bv/tv는 각각  $38.3 \pm 11.43$ ,  $58.2 \pm 12.43$ 로 이 또한 정상 인접 골에 비해 유의하게 낮았다 ( $P < 0.05$ ). 하지만 7,10,13주 이후에는 각각  $78.8 \pm 5.01$ ,  $90.5 \pm 3.72$ ,  $87.7 \pm 3.42$ 로 제거 직후보다 점차 증가하여 7주 이후부터는 정상대조군과 유사한 수치를 나타내었다. ( $p > 0.05$ )

### 3. 미니스크류 제거 후 7주간의 석회화 및 골형성 양상

마이크로 씨티의 분석 결과 미니스크류 제거 후 약 7주를 기점으로 제거 부위의 골형성 및 bv/tv가 인접골과 유사한 정도로 회복되는 것을 알 수 있었다. 따라서 미니스크류 제거 후 7주간의 골형성 과정을 보다 정밀하게 분석하기 위하여 생체 내 석회화 진행 부위에 침착하는 형광물질을 주입한 생체 내 골표지법을 이용하여 조직의 분석을 시행하였다. 미니스크류 제거 직후 calcein(형광연두색), 제거 2주 후에는 xyleneol orange(주황색), 제거 4주후에는 oxytetracycline(노란색), 제거 6주 후에는 alizarin red(붉은색)이 주입되었고 제거 7주 후 희생되어 비탈회 조직을 제작하여 광학 및 형광 현미경을 통해 관찰하였다.

#### 3.1 상악골의 석회화 및 골형성 양상

미니스크류 제거 후 7주에는 마이크로 씨티를 통해 제거 부위의 골조직이 인접정상골과 구분되지 않을 정도로 골조직이 회복이 관찰되었던 것과는 달리, 7주 후의 비탈회 절편의 조직학적인 관찰을 통해 미니스크류 제거부위는 인접골과 나사산의 형태로 명확히 구분되는 것을 알 수 있었다.

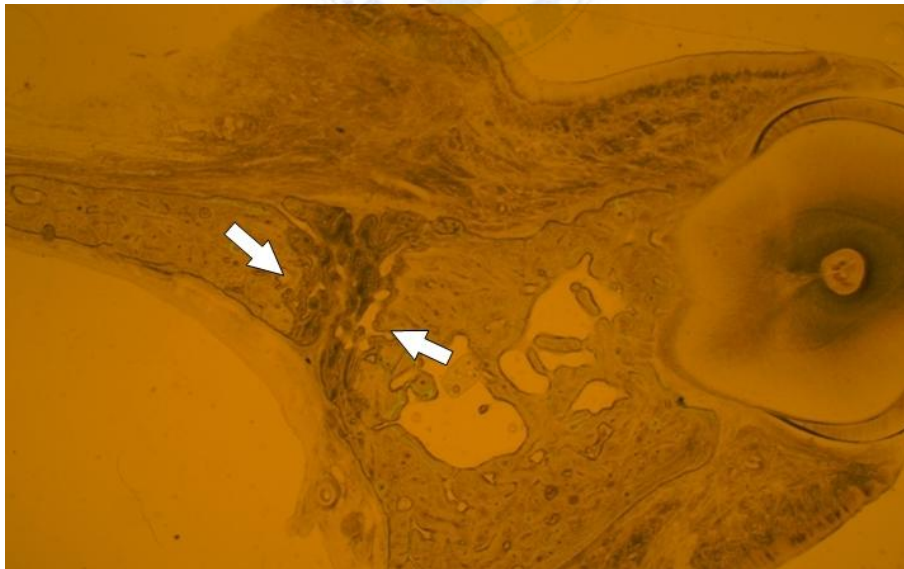


그림 11. 미니스크류 제거후 상악골의 석회화 및 골형성 양상  
(광학 현미경 관찰, →는미니스크류 제거 부위)

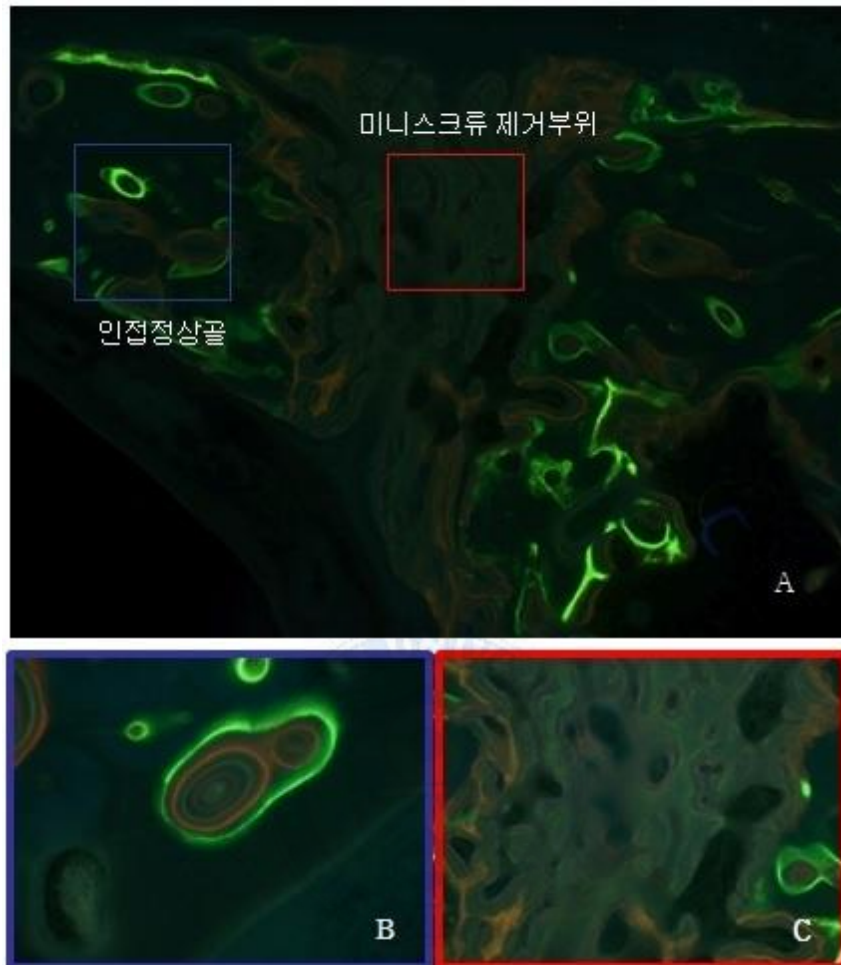


그림 12. 골표지법을 이용한 미니스크류 제거 후 7주간의 석회화 및 골형성 양상(상악)

제거 7주간의 석회화 부위에 형광 라벨의 침착 양상 또한 인접정상골과 미니스크류 제거 부위는 확연히 구분되었다.(그림 12A)인접 정상골의 경우 뚜렷한 4개의 라벨이 골수강 또는 피질골의 경계를 따라 주입 순서 별로 calcein, xylenol orange, oxytetracycline, alizarin red 의 라벨이 순차적으로 명확한 선 형태로 관찰되어 주기적인 리모델링이 일어나는 관상골의 특징을 나타내었다.(그림 12B) 이와는 달리, 미니스크류 제거 부위의 경우, 대부분의 제거 부위에서 매우 diffuse 하게 퍼져있는 형광 침착되었으나 명확한 선의 형태를 갖추고 있지 않았다. 또한 골수강이나 피질골이 불명확하여 매우 왕성한 골형성이 일어나고 있는 woven

bone 의 특징을 보였다. 제거부위와 인접골의 경계 부위에서는 제거 2주 후 주입한 xylenol orange가 중심부쪽에서 제거 4주후에 주입한 oxytetracycline이 가장 광범위 하게 관찰되었으며 일부 골수강의 경계 부위에서는 제거 6주 후에 주입한 alizarin red가 관찰되었다(그림 12C). 이를 토대로 상악의 경우, 미니스크류 제거 부위의 석회화 침착 및 신생골형성이 인접 골에 비해 매우 왕성하게 일어나며 주기적인 리모델링이 일어나는 인접골과는 달리 제거 4주경에 가장 많은 석회화 침착 및 신생골 형성이 일어남을 알 수 있었다.

### 3.2 하악골의 석회화 및 골형성 양상

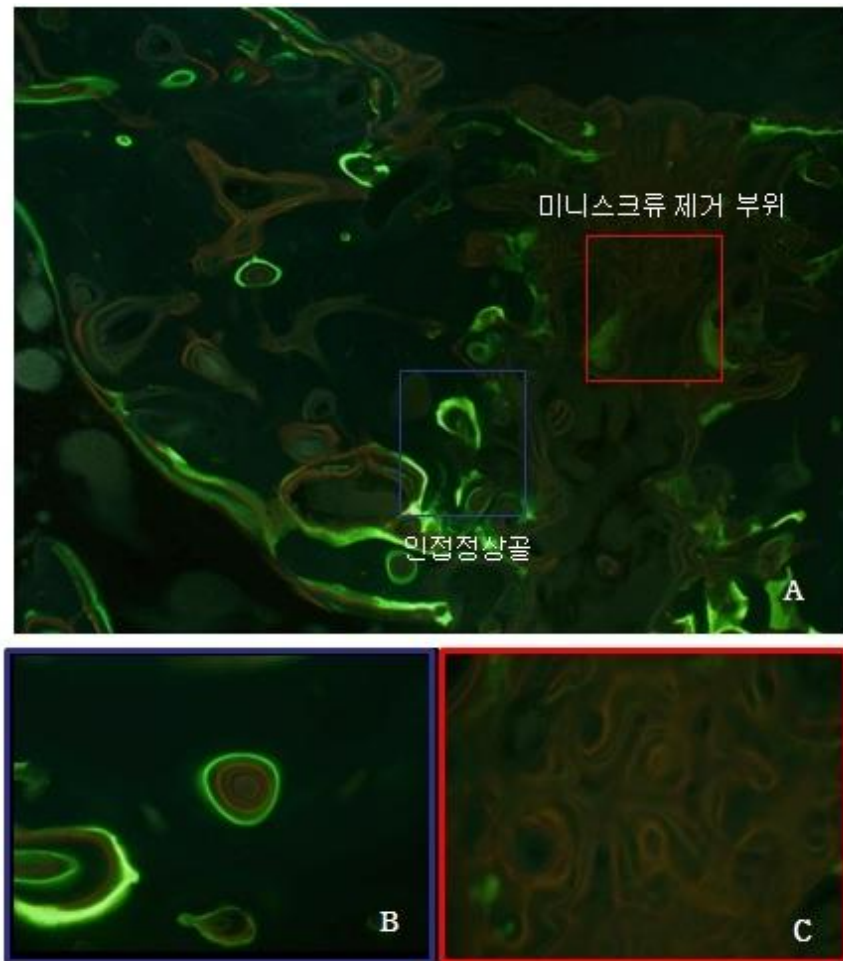


그림 13. 골표지법을 이용한 미니스크류 제거 후 7주간의 석회화 및 골형성 양상(하악)

하악의 경우도 상악과 유사하게, 미니스크류 제거부위는 7주가 지난 후에도 조직학적으로 명확하게 인접정상골과 리모델링 양상이 다르게 구분되었다.(그림 13A) 인접정상골에서는 골수강 및 피질골 표면으로 명확한 선상의 리모델링을 관찰할 수 있는 반면, 미니스크류 제거 부위에서는 이보다 더 경계가 불명확하고 diffuse 한 형태의 형광라벨이 광범위하게 관찰되었다. 하지만 상악보다는 라벨의 선상 형태가 조금 더 명확하였으며 제거 2주 후에 주입한 xylenol orange의 리모델링 윤곽을 따라 부분부분 관찰되었다.(그림 13C) 따라서 하악의 경우 상악과 비교하여 조금 더 조기에 미니스크류 제거후 약 2주 경에 가장 왕성한 골형성이 일어나고 있음을 유추할 수 있었다.



## IV. 고찰

일반적으로 미니스크류 제거와 함께 구강내에는 치은조직과 하부 치조골을 관통하는 through and through defect가 일시적으로 형성되며 이는 발치 후의 상태와 유사하기 때문에 미니스크류 제거 후의 경조직과 연조직의 치유과정은 일반적인 발치와의 창상 치유 과정과 유사할 것으로 여겨진다.

발치와의 치유양상을 조직학적으로 추적한 연구에서는 발치 후 1주에는 bundle bone의 흡수 및 provisional matrix의 형성이 일어나며 2~4주에는 발치와에 woven bone이 형성 및 흡수되며, 8주에서 6개월에 걸쳐 장기간 동안 골수강 및 lamella bone이 형성되어 인접골과 유사한 형태로 리모델링 된다고 하였다.(Cardaropoli et al., 2003) 본 연구 결과 또한 이전의 발치와의 치유양상과 유사하게 미니스크류 제거 직후부터 3주,5주까지는 인접골에 비해 감소된 골양을 보였으며, 미니스크류 제거 부위의 골조직은 약 7주후 인접골과 유사한 수준의 골량의 회복이 일어난 것을 확인할 수 있었다. 따라서 미니스크류 제거 후에는 자발적인 골조직의 치유가 진행됨을 확인할 수 있었다. 하지만 제거 7주 경의 골조직은 조직학적으로 인접골과 같은 성숙한 층상골이라기보다는 초기 단계의 무층골이었으므로 향후 보다 장기간의 관찰을 통해 인접골과 유사한 층상골로의 회복되는 시기를 파악하는 것은 임상적으로 중요하다고 평가된다,

다만 발치 후 치조골의 치유 과정에는 치조골의 형태 변화가 동반된다는 것이 잘 알려져 있으며 최종적으로는 수직, 수평면에서의 골 감소, 특히 협측 골 소실이 보고되고 있다.(Schropp et al., 2003)또한 임상적으로 발치 전후 치조골의 소실을 예방하고 치유를 안정적으로 하기 위해 지켜야 하는 술전, 술후 관리의 엄격한 가이드라인을 모두 지킨 경우라 할지라도 예측할 수 없는 치조골의 불규칙한 치유가 5% 정도 발생할 수 있다고 보고되고 있다. (Kim et al., 2014)따라서 특히 협측 골에 식립되는미니스크류의 경우 제거 후 자발적인 창상 치유가 진행된다 하더라도 하부 골조직의 비가역적인 변화의 가능성을 배제할 수는 없을 것이다. 본 연구에서도 통계학적으로 협측 골 표면부터 일정 범위내에서의bv/tv가 회복되었음에도 일부에서는 제거 부위의 피질골의 표면이 함몰된 양상이 잔존함을 확인할 수 있었다.(그림14)

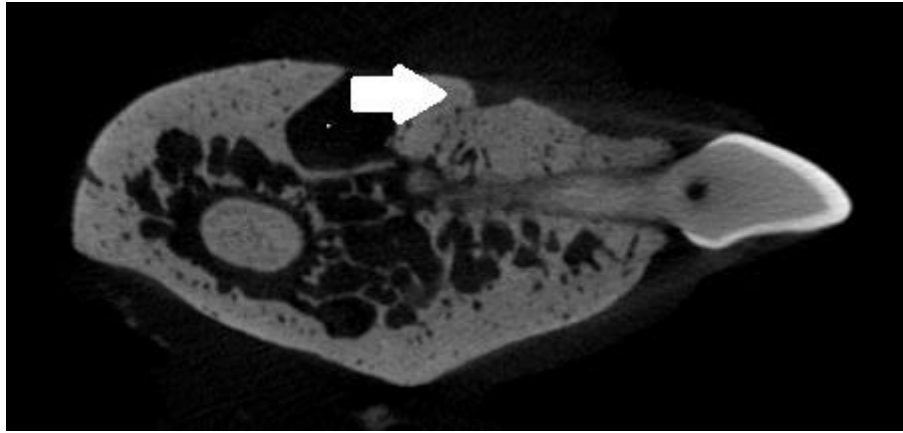


그림 14. 미니스크류 제거 후 골표면의 불연속성(하악 10주)

이와 더불어 치근에 근접한 미니스크류가 동요되고 탈락한 경우장기간에 걸친 sinus tract 이 생성되어 이를 통해 구내 세균 감염의 통로가 될 수 있음이 보고되었다.(SSH et al.,2012) 본 연구의 경우 식립 된 미니스크류의동요없이 임상적으로는 성공적으로 식립된 상태에서 제거 후 하부 골조직을 관찰하였으나, 미니스크류의 동요 또는 염증 등에 의해 미니스크류를 제거 한 경우라면 치유 양상에 있어 차이가 있을 수 있음을 간과해서는 안될 것이다.

이번 실험결과에서 비글의 상악 하악에 미니스크류를 심었다가 제거한 후 골의 치유양상을 확인 했을 때, 제거 후 7주에는 골의 양은 인접골과 유사한 양을 보였으나 양상이 층판골(lamellar bone)이 아닌 무층골(woven bone) 양상으로 나타났다. 따라서 7주는 미니스크류를 동일부위에 재식립 하기에 부족한 시간으로 볼 수 있으며, 동일부위에 재식립을 위해서는 더 긴 시간이 필요할 것으로 판단할 수 있다.

실험 결과를 사람에게 적용시켜서 분석하기 위해서는 개의 수명과 사람의 수명 차이를 고려해야 한다. 개나이 환산표(한국수의공중보건학회에서 펴낸 수의 공중보건학 교과서는 1953년 레보 (Leabeau)가 고안한 공식을 제안한다)를 참고해 보면 중형견 1세의 1년은 사람의 4년에 해당하고 개의 7주에 해당하는 기간은 사람의 28주이므로 환산하면 7개월에 해당한다. 또는 사람의 수명은 개의 수명보다 긴기 때문에 적어도 최소한 7주 이상은 지나야 인접골 수준의 골양을 회복함을 알 수 있다.



## V. 결론

미니스크류 제거 직후부터 3,5주까지는 인접 골에 비해 감소된 미니스크류 제거 부위의 골조직은 약 7주후 인접골과 유사한 수준의 골량의 회복이 일어난 것을 확인 할 수 있었다. 하지만 7주경의 회복된 골조직을 조직학적으로 분석한 결과, 인접골과 같은 성숙한 층상골이라기보다는 초기단계의 무층골임을 알 수 있었다.



## 참고문헌

- Bhalla K, Kalha AS: Miniscrew design and bone response: defining a correlation. *Orthodontics (Chic.)* 14(1): e10-21, 2013.
- Cardaropoli G, Araujo M, Lindhe J: Dynamics of bone tissue formation in tooth extraction sites. An experimental study in dogs. *J Clin Periodontol* 30(9): 809-818, 2003.
- Cheng SJ, Tseng IY, Lee JJ, Kok SH: A prospective study of the risk factors associated with failure of mini-implants used for orthodontic anchorage. *Int J Oral Maxillofac Implants* 19(1): 100-106, 2004.
- Choi YJ, Lee DW, Kim KH, Chung CJ: Scar formation and revision after the removal of orthodontic miniscrews. *Korean J Orthod* 45(3): 146-150, 2015.
- Deguchi T, Takano-Yamamoto T, Kanomi R, Hartsfield JK, Jr., Roberts WE, Garetto LP: The use of small titanium screws for orthodontic anchorage. *J Dent Res* 82(5): 377-381, 2003.
- Gedrange T, Hietschold V, Mai R, Wolf P, Nicklisch M, Harzer W: An evaluation of resonance frequency analysis for the determination of the primary stability of orthodontic palatal implants. A study in human cadavers. *Clin Oral Implants Res* 16(4): 425-431, 2005.
- Giuliano Maino B, Pagin P, Di Blasio A: Success of miniscrews used as anchorage for orthodontic treatment: analysis of different factors. *Prog Orthod* 13(3): 202-209, 2012.
- Jasoria G, Shamim W, Rathore S, Kalra A, Manchanda M, Jaggi N: Miniscrew implants as temporary anchorage devices in orthodontics: a comprehensive review. *J Contemp Dent Pract* 14(5): 993-999, 2013.
- Jung SA, Choi YJ, Lee DW, Kim KH, Chung CJ: Cross-sectional evaluation of the prevalence and factors associated with soft tissue scarring after the removal of miniscrews. *Angle Orthod* 85(3): 420-426, 2015.
- Kim JH, Susin C, Min JH, Suh HY, Sang EJ, Ku Y, et al.: Extraction sockets: erratic healing impeding factors. *J Clin Periodontol* 41(1): 80-85, 2014.
- Kuroda S, Sugawara Y, Yamashita K, Mano T, Takano-Yamamoto T: Skeletal Class III oligodontia patient treated with titanium screw anchorage and

orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 127(6): 730-738, 2005.

Lin JC, Liou EJ, Yeh CL, Evans CA: A comparative evaluation of current orthodontic miniscrew systems. *World J Orthod* 8(2): 136-144, 2007.

Park HS, Kwon TG, Kwon OW: Treatment of open bite with microscrew implant anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 126(5): 627-636, 2004.

Schatzle M, Mannchen R, Zwahlen M, Lang NP: Survival and failure rates of orthodontic temporary anchorage devices: a systematic review. *Clin Oral Implants Res* 20(12): 1351-1359, 2009.

Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, Karring T: Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 23(4): 313-323, 2003.



Abstract

## **Alveolar bone healing after the removal of temporary anchorage devices**

Eun ji KIM, D.D.S

Dentistry

Graduate School of Yonsei University

(Directed by Prof Chooryung J. Chung, D.D.S., Ph. D.)

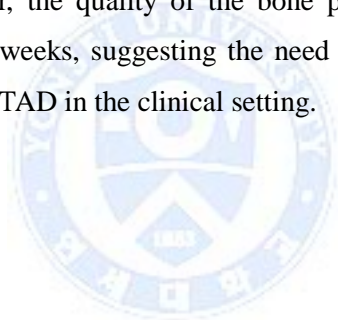
Temporary anchorage devices (TADs) such as miniscrews are frequently used for contemporary orthodontic treatment. However, visible scarring is noted at the removal sites and the bone healing process after the removal of TADs is still unknown. Therefore, the purpose of the study is to evaluate the course of alveolar bone healing after the removal of orthodontic miniscrews.

Total of 40 orthodontic miniscrews (1.4mm in diameter) were inserted in the interdental bone of both maxilla and the mandible in two beagle dogs. The miniscrews were serially removed with the systemic injection of calcein, tetracycline, xylonol orange, arlizarin red to evaluate the removal site after the healing period of 3,5,7,10 and 13 weeks. Micro CTs were taken and bone volume (BV)/tissue volume (TV) of the miniscrew removal sites were measured and compared to the neighboring interdental bone (control) followed by histologic evaluation using undecalcified histological sections.

The removal of the miniscrew resulted in a distinct radiolucent region in the shape of the removed miniscrew in the alveolar bone with a discontinuous cortical coverage.

However, the removal site morphologically became similar to the adjacent alveolar bone after 7 weeks. BV/TV of the removal sites was significantly reduced compared to the control interdental bone up to 5 weeks ( $p < 0.05$ ). However, BV/TV increased and reached similar levels with the adjacent bone after 7 weeks. Histologically, active mineral apposition was noted at the removal site from 2 weeks after removal. However, the removal site was filled with woven bone, which was distinguished from the adjacent lamellar bone even after 7 weeks of healing.

Many clinicians expect complete healing after the removal of TADs. However, the removal of TADs leaves a transit full thickness defect penetrating the oral cavity, soft tissue and the underlying alveolar bone. Fortunately, BV/TV reached similar levels to the adjacent bone after the period of 7 weeks indicating natural healing of the alveolar bone. However, the quality of the bone per se was distinct from the adjacent bone even after 7 weeks, suggesting the need for long term monitoring of healing after the removal of TAD in the clinical setting.



---

key words : miniscrew, healing after removal, scar, bone