

교정력의 즉시 부하가 미니스크류의 제거 회전력에 미치는 영향의 평가

선승범^a · 강운구^b · 김성훈^c · 모성서^c · 국윤아^d

교정치료에서 고정원의 조절은 교정 장치의 선택과 적용에서 가장 중요한 요소 중 하나이다. 이 연구의 목적은 교정용 미니스크류의 식립 즉시 교정력을 적용한 군과 교정력을 적용하지 않은 군의 제거회전력 측정과 조직학적 분석을 통해 즉시 교정력을 가한 미니스크류의 고정원으로서의 안정성을 확인하여 식립 후 교정력을 적용 수 있는 시기의 선택에 도움을 주고자 하는 것이다. 외경 1.6 mm, 길이 8 mm인 총 40개의 타이타늄 미니스크류를 10마리 가토의 경골에 식립하였다. 20개의 미니스크류 실험군은 식립 직후부터 6주 동안 지속적인 200 g의 교정력을 적용하였고 나머지 20개의 미니스크류 대조군은 교정력을 적용하지 않았다. 제거 회전력은 디지털 토크 게이지를 이용하여 측정하였으며 *t*-test를 이용하여 통계처리 하였고, 조직표본은 미니스크류를 제거한 후 H-E 염색하여 조직 소견을 관찰하였다. 제거회전력은 실험군과 대조군에서 통계학적으로 유의성 있는 차이를 보이지 않았으며, 조직학적으로 두 군간의 차이는 없었다. 본 연구의 결과는 교정용 미니스크류에 즉시 교정력을 가하더라도 안정적인 고정원으로 활용 할 수 있다는 점을 제시한다. (대치교정지 2007;37(6):400-6)

주요 단어: 즉시 교정력, 교정용 미니스크류, 제거회전력

서론

교정치료에서 고정원의 조절은 교정 장치의 선택과 적용에서 가장 중요한 요소 중 하나이다. 치아 또는 구강외에서 고정원을 이용할 경우 부작용으로 나타날 수 있는 고정원의 소실, 교정력의 이동방향과 범위의 제한성, 비심미성 및 환자의 협조도 등의 문제점이 제기되어 왔다.

교정용 미니스크류의 활발한 연구와 임상적용을 통하여 여러 가지 고정원에 대해 제기 되어온 문제점을 전부 또는 일부 개선한 결과가 보고되어 왔다.¹⁻³ 교정용 미니스크류는 표면과 골의 기계적 결합이 유지력 향상에 중요한 요소이다. 현재 교정용 고정원으로 사용되는 대부분의 미니스크류는 교정치료의 특성상 식립과 제거의 용이성을 위하여 self

drilling과 self tapping이 가능하도록 날카로운 나사선을 가지고 표면처리 되지 않은 구조를 가지고 있다.^{4,6}

미니스크류의 안정성에 관한 다수의 연구에서 높은 성공률이 보고⁷⁻⁹ 되었으나, 10% 이상의 실패율을 보고한 논문도 다수이다.¹⁰⁻¹² 대부분의 연구들은 미니스크류를 식립하고 교정력을 적용하기 전까지 상당히 긴 치유기간을 부여하였다. 최근에는 미니스크류의 적용에 있어서 치유기간 초기에 교정력을 가했을 때도 미니스크류의 안정성을 확보하는 데에 문제가 없다는 실험연구들이 제시되고 있다.¹ Cho¹³는 성견을 이용한 연구에서 교정력의 즉시 적용군과 지연 적용군 간에 동요도와 골접촉률에서 차이가 없어서 식립 후 즉시 교정력의 적용이 가능하고, 표면처리 하지 않은 미니스크류에서도 골유착이 나타난다고 주장하였다.

임프란트의 안정성과 골유착 정도를 평가하는 방법에는 동요도의 측정, 제거 회전력(Removal Torque Value; RTV)의 측정, dental fine tester와 resonance frequency analysis등이 소개되었다.¹⁴ 이 중에서 제거 회전력이 골유착 정도를 평가하는데 가장 널리 사용

^a대학원생, ^b임상강사, ^c조교수, ^d부교수, 가톨릭대학교 임상치과학과대학원.
교신저자: 국윤아.

서울시 서초구 반포동 505번지 가톨릭대학교 강남성모병원 치과교정과.
02-590-1754; e-mail, kook2002@catholic.ac.kr.

원고접수일: 2006년 4월 14일 / 원고최종수정일: 2007년 8월 1일 /
원고채택일: 2007년 8월 3일.

하는 방법이다.¹⁵⁻¹⁸ 제거 회전력은 골과 임플란트의 접촉 면적에 비례적인 관계를 가지는 것으로 알려져 있다.¹⁹ Yun²⁰은 가토에 교정용 미니스크류를 식립한 후 교정력 적용 없이 경과한 시간에 따른 제거 회전력의 차이를 보고하였으며, Buchter 등²¹은 minipig을 이용하여 교정력을 적용한 후 제거회전력을 측정 비교외에는 미니스크류가 교정치료의 안정적인 고정원으로 사용 가능한 지 알아보기 위한 연구는 이루어지지 않았다.

본 연구에서는 교정용 미니스크류에 식립 즉시 교정력을 적용한 군과 교정력을 적용하지 않은 군의 제거회전력을 비교하여 즉시 교정력을 적용한 미니스크류의 고정원으로서의 안정성을 평가하고 식립 후 교정력 적용 시기 선택에 대한 자료를 제시하고자 하였다.

연구방법

수술방법 및 식립

이 실험에는 체중 3 - 3.5 kg의 New Zealand white rabbit 10마리를 사용하였다. Ketamine (Ketalar, Yuhan, Seoul, Korea) 30 mg/kg과 Xylazine (Rompun, Bayer Korea, Seoul, Korea) 10 mg/kg을 혼합하여 근육주사하여 전신마취를 시행한 후에 실험부위를 소독하고 1:100000의 epinephrine을 함유한 2% 리도케인 HCL (lidocaine, Yuhan, Seoul, Korea)로 침윤마취를 하였다.

매식부 피부의 절개 후 충분한 시야를 확보하고 정확한 식립을 위하여 연조직을 최대한 박리하고 경골의 골간단(metaphysis) 노출을 시행하였으며 노출 후 경골의 전내측(anteromedial)의 평평한 면에 생리식염수 주수 하에 치과용 저속 회전 드릴을 사용하여 피질골에 구멍을 형성한 후에 드라이버를 사용하여 미니스크류를 매식하였다.

외경 1.6 mm, 길이 8 mm의 미니스크류 (DualTop Anchor, Jeil medical, Seoul, Korea, Fig 1)를 15 mm 간격으로 경골 하나에 2개씩 식립하여 가토 1마리당 4개의 총 40개의 미니스크류를 식립하였다. 매식 후 감염방지를 위하여 항생제(Bytril, Bayer Korea, Seoul, Korea) 0.3 ml와 진통제(Nobin, Bayer Korea, Seoul, Korea) 1 ml를 수술 후 3일 동안 투여하였다. 우측 경골에 식립된 미니스크류를 즉시 교정력을 가한 실험군으로 좌측 경골에 식립된 미니스크류는 교

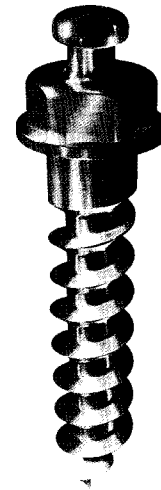


Fig 1. DualTop Anchor miniscrew used for this study: diameter 1.6 mm, length 8 mm.

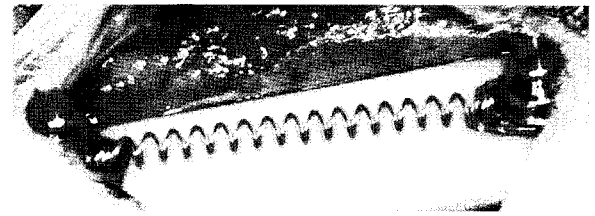


Fig 2. Miniscrews implanted on rabbit tibia. Immediate orthodontic force was applied with Ni-Ti coil spring.

정력을 가하지 않는 대조군으로 설정하였다. 실험군에는 교정용 Ni-Ti 코일스프링(Jeil medical, Seoul, Korea)을 이용하여 200 g의 교정력을 식립 후 즉시 적용하였다 (Fig 2). 봉합은 4 - 0 Vicryl (Ethicon, Cornelia, GA, USA)으로 근막과 경피막 봉합을 시행하였다.

제거 회전력(removal torque)측정

매식실험 6주 후 실험동물의 희생은 과용량 이산화탄소의 정맥주사로 시행하였다. 이 시기(6주)는 골절 시 골치유가 1차적으로 이루어지는 시기로 특별한 자극원이나 감염이 없을 시 미니스크류와 골의 결합이 이루어질 것으로 예상되는 기간이다.²²

희생 후 수술부위의 노출을 다시 시행하였고 미니스크류가 식립되어 있는 다리를 고정하였다. 미니스크류의 노출 후 교정용 미니스크류의 머리부의 홈

Table 1. Comparison of the removal torque measurements

	N	Mean	SD	p value
Unloaded group	20	3.43	1.32	0.79
Loaded group	20	3.58	2.19	

SD, standard deviation.

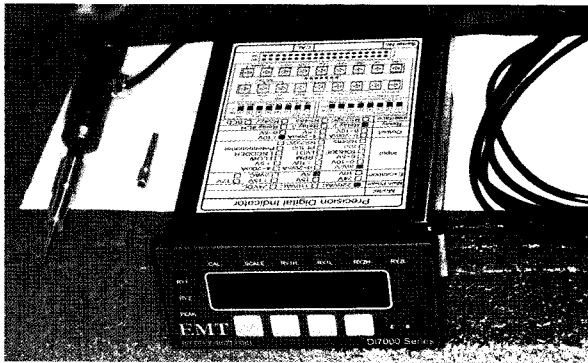


Fig 3. Digital removal torque gauge.

에 맞게 제작된 드라이버가 연결된 removal torque gauge (DI7000, Emobile Tech, Seoul, Korea, Fig 3)를 이용하여 반시계 방향으로 돌려 골과 임플란트의 분리가 느껴질 때까지 천천히 토크량을 증가시켰으며 임플란트와 골사이의 분리가 일어나 회전시키는 데 필요한 최대 제거 회전력을 측정하면서 미니스크류를 제거하였다. 제거 회전력의 측정은 도끼를 희생시킨 시점에서 3 - 5분 이내에 완료하였다.

표본제작

실험동물의 희생 후 미니스크류 주변 골 조직을 채취하여 10% 중성 포르말린으로 고정하고, 질산 용액에서 1주간 탈회한 후 왁스 포매하여 4 - 6 μm의 두께로 조직표본을 제작한 후 H-E 염색하고 광학현미경으로 관찰하였다. 미니스크류를 제거하면서 골과 미니스크류 사이의 조직 계면이 손상되므로 조직 소견은 표본 중에서 손상이 가장 적은 표본으로 제시하였다.

통계분석

실험에서 얻어진 측정값들의 평균값과 표준편차

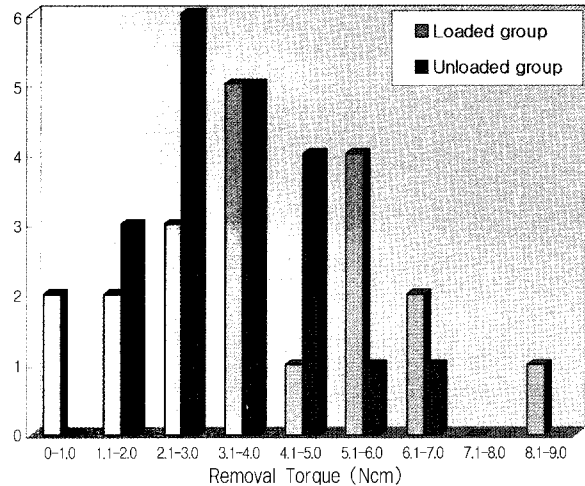


Fig 4. Distribution of removal torque value of the immediately loaded group and the unloaded group.

를 구하였다. 통계 프로그램(SAS ver. 8.2)을 이용하여 즉시 교정력을 적용한 실험군과 적용하지 않은 대조군의 제거회전력 차이에 대하여 t-test를 시행하였다.

연구성적

제거 회전력(removal torque) 측정

대조군의 제거 회전력의 평균값은 3.43 Ncm을 보였고, 실험군의 제거회전력의 평균값은 3.58 Ncm을 나타냈다 (Table 1). t-test 결과는 대조군과 실험군에서 유의한 차이가 없었다. Fig 4에 실험군과 대조군의 제거 회전력의 분포를 제시하였다. 대조군의 제거회전력은 최대치가 6.1 Ncm, 그리고 2.1 - 3.0 Ncm 사이에 가장 분포가 많았으며 실험군은 최대치가 8.9 Ncm, 그리고 3.1 - 4.0 Ncm 및 5.1 - 6.0 Ncm 사이에서 가장 높은 빈도를 보였다.

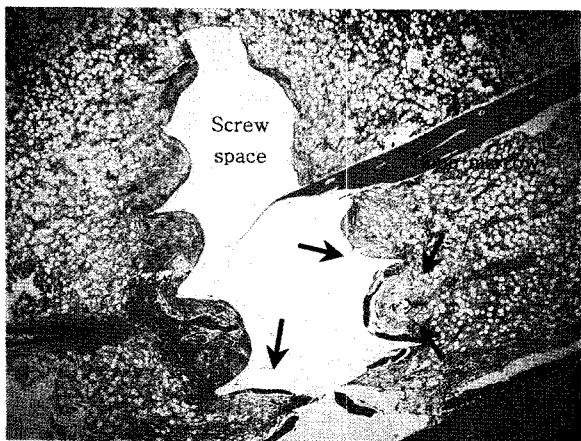


Fig 5. Light micrograph of an unloaded sample. Note the newly formed bone contacting the miniscrew surface (arrow). (H-E staining $\times 40$)

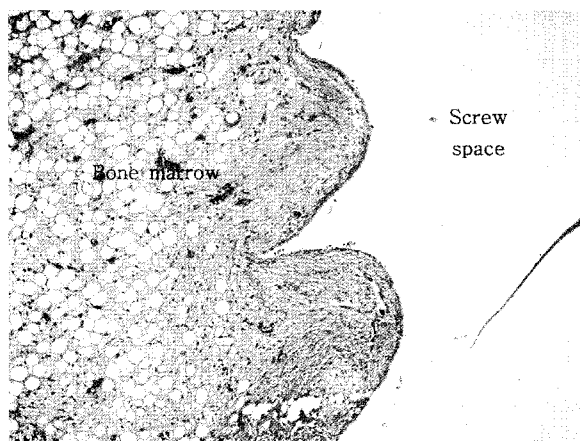


Fig 6. Light micrograph of an unloaded sample. Most of the miniscrew surface is covered by dense fibrous tissue. (H-E staining $\times 100$)

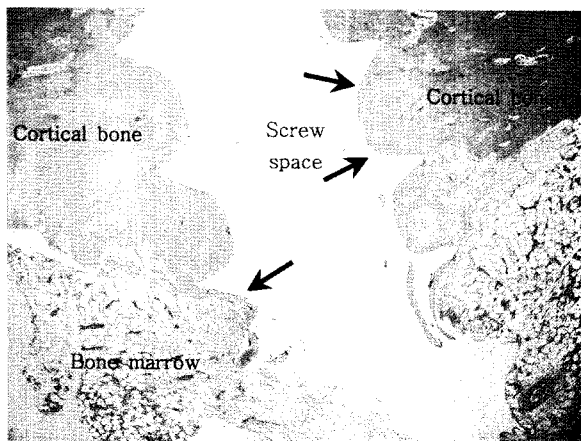


Fig 7. Light micrograph of a loaded sample. New bone formation (arrow) is more obvious than in the unloaded group. (H-E staining $\times 40$)

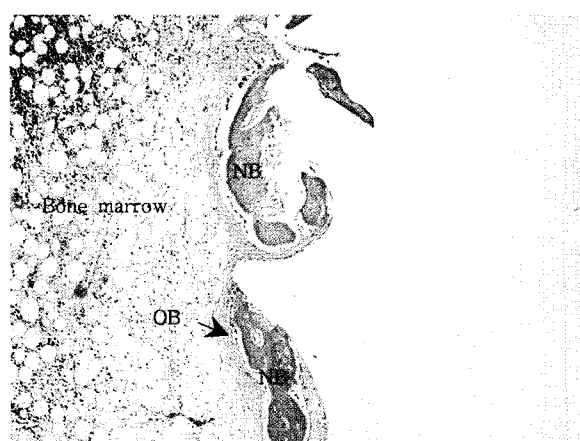


Fig 8. Light micrograph of a loaded sample. New bone (NB) contains many osteocytes and are lined by cytoplasm-rich osteoblasts (OB). (H-E staining $\times 100$)

조직학적 소견

교정력을 적용하지 않은 군

스크류에 의한 관통 부위는 피질골을 통해 골수 부분까지 연장되어 있었다 (Fig 5). 스크류가 관통한 피질골 및 골수 부위의 조직은 염증 세포의 침윤이나 기타 특이 소견이 관찰되지 (Figs 5 and 6) 않고 정상조직과 유사하였다. 골수 부위에서 일부 신생골의 형성이 관찰되었으나 골수를 관통한 스크류 위의 대부분은 치밀한 섬유성 조직에 의해 대체되어 있었다 (Figs 5 and 6).

즉시 교정력을 적용한 군

교정력을 적용한 실험군의 소견은 적용하지 않은 군과 전체적인 소견은 동일하였다. 골수 부위에서 스크류에 인접하여 신생골의 형성이 교정력을 적용하지 않은 군에 비해 다소 많이 관찰되었다 (Fig 7). 골수 부위의 신생골은 다수의 골모세포에 의해 둘러싸여 있으며 (Fig 8), 이러한 신생골은 스크류에 대부분 직접적으로 접촉하여 형성되어 있었던 것으로 보이나 일부에서는 스크류 표면과 신생골 사이에 연조직이 게재되어 있었다.

고찰

보철용 임플란트의 안정성에 중요한 골유착을 위해서 일반적으로 조기 하중을 부여하는 것은 좋지 않은 요소로 생각되고 있으며 초기 안정성이 골유착에 중요한 역할을 한다고 보고되고 있다.²³ 조기 하중에 대하여 Roberts 등²⁴은 임플란트 주변에서 하중이 가해지는 동안에도 골 개조는 지속적으로 일어나기 때문에 매식된 임플란트 주변의 구조적으로 약한 골들이 성숙된 것처럼 보일 수 있다고 하였다. 또한 Roberts 등²²은 가토의 대퇴골에 3 mm 직경의 미니스크류를 식립하고 6주부터 12주까지 치유기간을 부여한 후에 4주 동안 100 g의 힘을 가한 실험을 통해 woven bone이 성숙한 lamella bone으로 대체되는 골 개조 주기(bone remodeling cycle)가 6주임을 조직학적으로 확인하였다. 이러한 이유로 본 연구에서도 식립 6주 후의 실험군과 대조군간의 제거 회전력과 조직소견을 비교하였다.

Kanomi²는 교정용 미니스크류를 식립하여 수개월 동안 골 유착기간을 거친 후 교정력을 가한 반면 Costa 등³은 골 유착 기간을 두지 않고 식립 직후 즉시 교정력을 가하였으나 두 경우 모두에서 고정원으로써의 안정성이 있음을 확인한 바 있다. 이 연구 결과에서도 즉시 교정력을 가한 군과 가하지 않은 군 사이에 제거 회전력에서 차이를 보이지 않아 이들의 결과와 일치한다고 볼 수 있다. 이러한 결과는 Meredith²⁵가 언급한 골과 임플란트 재질과의 접촉량과 더불어 골과 임플란트 사이에 발생하는 압축력이 초기 고정력에 중요한 요소라고 관련이 있는 것으로 생각된다.

제거 회전력은 임플란트의 안정성을 평가하기 위해 가장 널리 이용되는 물리적인 측정법의 하나로, Johansson과 Albrektsson²⁶은 시간 경과에 따라 골과 임플란트의 접촉면적과 제거 회전력이 증가하고 이들 사이에 매우 높은 상관관계가 있음을 보고하였다. 본 실험에서는 실험군에서 평균 3.58 Ncm의 제거회전력 값을 보였으며 대조군에서는 평균 3.43 Ncm의 값을 보였다. 실험군과 대조군의 제거회전력은 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 이러한 결과는 매식 후 미니스크류에 즉시 교정력을 적용하더라도 미니스크류의 주변 골 사이의 골 접촉에 큰 영향을 주지 않는다는 사실을 의미한다. 다만 두 군 사이에서 제거 회전력의 분포도의 차이를 보이고 특히 실험군에서 1 Ncm 이하의 작은 수치를 나타낸 표본

도 있었지만 통계적으로는 두 군 사이에 차이가 없어서 본질적으로는 같은 것으로 생각된다.

본 연구에서는 교정용 미니스크류에 조기 하중을 가하더라도 일정기간의 연조직 치유기간을 부여한 대부분의 이전 연구와는 달리 교정용 미니스크류에 즉시 교정력을 적용하여 제거 회전력을 평가하였다는 점에 의의가 있는데, 그러나 골-임플란트 접촉비율이나 동요도 측정 등의 다른 계측 방법 등을 병행하지 못하였다.

제거 회전력 측정값과 마찬가지로 조직학적 소견에서도 즉시 교정력을 적용한 군에서 교정력을 적용하지 않은 군과 차이를 보이지 않았으며 이러한 결과는 조기에 하중을 적용하여도 골유착에는 문제가 없다는 Majzoub 등²⁷, Romanos 등²⁸의 결과를 지지한다. 비록 통계적으로는 실험군과 대조군이 제거회전력에서 차이를 보이지는 않았지만 평균치는 약간 실험군이 높게 나왔으며 최대 수치 또한 실험군이 높게 나왔다. 만약에 실험 기간이 더 길었다면 실험군에서 더 높은 제거 회전력이 측정되었을 가능성도 고려해 볼 수 있다. 이런 가정은 새로운 골의 형성과 골 개조에는 적절한 기계적 자극이 필요하다는 Rubin과 Lanyon^{29,30}의 의견에 의해 뒷받침된다. Yun²⁰은 식립 후 시간경과에 따라 제거 회전력이 감소하다가 증가한다고 보고하였지만 이 연구는 교정력을 가하지 않은 실험 결과를 제시하였다.

본 연구 결과에서 일반적으로 교정력에 사용하는 힘이 대부분 250 g의 범위 이내임을 고려할 때 미니스크류는 식립 직후 즉시 교정력을 가하여도 고정치료의 안정적인 고정원으로 사용 가능하리라고 사료된다. 그러나 앞으로 인체에 적용 후 장기간의 관찰과 연구를 통하여 이러한 결과를 뒷받침할 필요가 있을 것이다.

결론

이 연구의 목적은 교정용 미니스크류의 식립 즉시 교정력을 적용한 군과 교정력을 적용하지 않은 군의 제거 회전력 측정을 통해 즉시 교정력을 가한 미니스크류의 고정원으로서의 안정성을 확인하여 식립 후 교정력을 적용 수 있는 시기의 선택에 도움을 주고자 하였다. 연구결과 즉시 교정력을 가한 미니스크류와 교정력을 가하지 않은 미니스크류 사이에 제거회전력에서 통계적으로 유의할 만한 차이가 없었으며 조직학적인 소견상에서도 큰 차이는 관찰되지

않았다. 따라서 교정적인 목적으로 식립된 미니스크류에 즉시 교정력을 가하는 것이 안정성에 영향을 미치지 않는다고 사료된다.

참고문헌

- Wehrbein H, Glatzmaier J, Yildirim M. Orthodontic anchorage capacity of short titanium screw implants in the maxilla. An experimental study in the dog. *Clin Oral Implants Res* 1997;8:131-41.
- Kanomi R. Mini-implant for orthodontic anchorage. *J Clin Orthod* 1997;31:763-7.
- Costa A, Raffaini M, Melsen B. Miniscrews as orthodontic anchorage: a preliminary report. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 1998;13:201-9.
- Park HS. Orthodontic treatment using micro-implant. Seoul:Narae publishing; 2001.
- Chung KR, Kim SH, Kook YA. The C-orthodontic micro-implant. *J Clin Orthod* 2004;38:478-86.
- Chung K, Kim SH, Kook Y. C-orthodontic micro-implant for distalization of mandibular dentition in class III correction. *Angle Orthod* 2005;75:119-28.
- Miyawaki S, Koyama I, Inoue M, Mishima K, Sugahara T, Takano-Yamamoto T. Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;124:373-8.
- 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* 2004;19:100-6.
- Liou EJ, Pai BC, Lin JC. Do miniscrews remain stationary under orthodontic forces? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126:42-7.
- Chen CH, Chang CS, Hsieh CH, Tseng YC, Shen YS, Huang IY, Yang CF, Chen CM. The use of microimplants in orthodontic anchorage. *J Oral Maxillofac Surg* 2006;64:1209-13.
- Motoyoshi M, Hirabayashi M, Uemura M, Shimizu N. Recommended placement torque when tightening an orthodontic mini-implant. *Clin Oral Implants Res* 2006;17:109-14.
- Fritz U, Ehmer A, Diedrich P. Clinical suitability of titanium micro-screws for orthodontic anchorage-preliminary experiences. *J Orofac Orthop* 2004;65:410-8.
- Cho JH. The effects on orthodontic miniscrew implants according to the timing of force application. PhD thesis. Yonsei University, 2003.
- Meredith N. Assessment of implant stability as a prognostic determinant. *Int J Prosthodont* 1998;11:491-501.
- Johansson CB, Albrektsson T. Integration of screw implants in the rabbit: a 1-year follow-up of removal torque test. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1987;2:69-75.
- Carlsson L, Rostlund T, Albrektsson B, Albrektsson T. Removal torques for polished and rough titanium implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1988;3:21-4.
- Sullivan DY, Sherwood RL, Collins TA, Krogh PH. The reverse-torque test: A clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11:179-85.
- Kim JW, Ahn SJ, Chang YI. Histomorphometric and mechanical analyses of the drill-free screw as orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128:190-4.
- Johansson C, Albrektsson T. Integration of screw Implants in the rabbit: A 1-year follow-up of removal torque of titanium implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1987;2:69-75.
- Yun YK. Removal torque and bone formation of orthodontic miniscrew implant. PhD thesis. Korea University, 2004.
- Buchter A, Wiechmann D, Koerdt S, Wiesmann HP, Piffko J, Meyer U. Load-related implant reaction of mini-implants used for orthodontic anchorage. *Clin Oral Implants Res* 2005;16:473-9.
- Roberts WE, Smith RK, Zilberman Y, Mozsary PG, Smith RS. Osseous adaption to continuous loading of rigid endosseous implants. *Am J Orthod* 1984;86:95-111.
- Pilliar RM, Cameron HU, Welsh RP, Binnington AG. Radiographic and morphologic studies of load-bearing porous-surfaced structured implants. *Clin Orthop Relat Res* 1981;156:249-57.
- Roberts WE, Arbuckle GR, Analoui M. Rate of mesial translation of mandibular molars using implant-anchored mechanics. *Angle Orthod* 1996;66:331-8.
- Meredith N. Assessment of implant stability as a prognostic determinant. *Int J Prosthodont* 1998;11:491-501.
- Johansson CB, Albrektsson T. A removal torque and histomorphometric study of commercially pure niobium and titanium implants in rabbit bone. *Clin Oral Implants Res* 1991;2:24-9.
- Majzoub Z, Finotti M, Mioti F, Giardino R, Aldini NN, Cordioli G. Bone response to orthodontic loading of endosseous implants in the rabbit calvaria: early continuous distalizing forces. *Eur J Orthod* 1999;21:223-30.
- Romanos GE, Toh CG, Siar CH, Swaminathan D. Histologic and histomorphometric evaluation of peri-implant bone subjected to immediate loading: an experimental study with Macaca fascicularis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17:44-51.
- Rubin CT, Lanyon LE. Regulation of bone formation by applied dynamic loads. *J Bone Joint Surg Am* 1984;66:397-402.
- Rubin CT, Lanyon LE. Osteoregulatory nature of mechanical stimuli: function as a determinant for adaptive remodeling in bone. *J Orthop Res* 1987;5:300-10.

Influence of immediate loading on the removal torque value of mini-screws

Seung-Bum Sun, DDS,^a Yoon-Goo Kang, DDS, MSD,^b Seung-Hun Kim, DDS, MSD,^c
Sung-Seo Mo, DDS, MSD,^c Yoon-Ah Kook, DDS, MSD, PhD^d

Objective: The purpose of this experimental study was to evaluate the effect of immediate orthodontic loading on the stability at the bone-implant interface of titanium miniscrews in a rabbit model. **Methods:** Forty titanium miniscrews (1.6 mm diameter, 8 mm length) were inserted in the tibiae of 10 rabbits. Twenty test group miniscrews were subjected to continuous orthodontic forces of 200 g immediately after implantation for a period of 6 weeks. The remaining 20 control group miniscrews were left unloaded for the same follow-up interval. Removal torque values were recorded using a digital torque gauge. An independent *t*-test was performed. **Results:** All the miniscrews were stable, and exhibited no mobility or displacement throughout the experimental period. Histologically, miniscrews were well-integrated into bone. No statistically significant differences in removal torque data were found between the loaded test and the unloaded control groups. **Conclusions:** These findings suggest that titanium miniscrews can be used as anchoring units for orthodontic tooth movement immediately after insertion. (Korean J Orthod 2007;37(6):400-6)

Key words: Immediate orthodontic loading, Orthodontic miniscrews, Removal torque

^aGraduate Student, ^bFormer Clinical Fellow, ^cAssistant Professor, ^dAssociate Professor, Department of Orthodontics, Graduate School of Clinical Dental Science, The Catholic University of Korea.

Corresponding Author: Yoon-Ah Kook.

Department of Orthodontics, Graduate School of Clinical Dental Science, The Catholic University of Korea, 505 Banpo-Dong, Seocho-Gu, Seoul, Korea.

+82 2 590 1754; e-mail, kook190036@yahoo.com.

Received April 14, 2006; Last Revision August 1, 2007; Accepted August 3, 2007.