

골유착 이전에 악정형력이 임프란트 주위조직에 미치는 영향

김 영 호¹⁾ · 이 철 원²⁾

저자들은 임프란트 매식 후 골유착을 위한 초기 치유기간 이전에 악정형력이 임프란트 주위 조직에 미치는 영향을 관찰하기 위하여 가토 12마리의 양측 대퇴골에 임프란트를 식립하고 2주, 4주 그리고 6주후에 각각 300g의 악정형력을 Ni-Ti close coil spring을 이용하여 매식된 임프란트에 4주동안 가하고 관찰한 후 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 모든 실험군의 임프란트는 4주간의 악정형력 적용후에도 안정된 견고성을 유지하였다.
2. 2주 실험군에서 대조군에 비해 임프란트와 골조직 사이의 섬유조직 증식이 많이 관찰 되었으나 특이할만한 염증소견은 관찰되지 않았다.
3. 4주 실험군, 대조군에서는 2주 실험군, 대조군과 각각 비교하였을 때 보다 많은 양의 골재생이 관찰 되었으며 실험군과 대조군 모두에서 임프란트와 골조직 사이의 섬유조직은 관찰하기 힘들었다.
4. 6주에서는 실험군과 대조군 사이에 뚜렷한 차이가 발견되지 않았다.

이상의 결과로 보아 임프란트 주위의 골조직 재생이 충분하지 않아도 골의 양과 질이 우수해 임프란트 식립시 견고한 초기고정을 얻을 수 있다면 골유착이 완성되는 초기 치유기간 이전에도 치과교정적 고정원으로 사용가능할 것으로 사료된다.

(주요단어 : 고정원, 악정형력, 임프란트, 골유착)

I. 서 론

치과용 임프란트는 Brånemark에 의해 골유착 (osseointegration)의 개념이 처음 소개된 이후¹⁾ 골유착성 임프란트의 장기간에 걸친 그 임상적 효율성이 과학적, 임상적으로 입증되어²⁾ 치아 상실부와 악안면 손상의 수복에 광범위하게 사용되어 왔다. 그리고 최근에 이르러서는 치과 교정학 분야에서도 고정원으로 임프란트를 응용하려는 임상적 시도가 보고되고 있다^{3,4)}. 치과 교정시 교정력을 가할때에는 교정력에 저항하는 고정원이 반드시 필요하며 만일 고정원

이 불충분하면 불필요한 치아이동이 일어나거나 구외 고정원등의 차선택을 해야만 한다. 또한 악정형력은 골격성 부정교합을 교정하는데 사용되는데 그럴 경우 일반적으로 교정력보다 더 큰 힘을 적용해야만 한다. 그러나 악정형력을 가할 경우 일반적으로 구외 고정원을 사용하여야 하며 이는 심미적인 문제와 더불어 실시여부가 전적으로 환자의 협조도에 따른다는 단점이 있다. 치과교정 치료시 고정원으로서 처음 임프란트를 사용한 보고는 1945년 Gainsforth와 Higley가 성견에서 ramal screw를 이용한 보고가 있었다⁵⁾. 그후 1970년대 초 Linkow가 골내 임프란트를 교정치료에 사용한 이후⁶⁾ 많은 학자들이 임프란트를 이용한 고정원에 관심을 가지기 시작했다.

¹⁾ 가톨릭 의과대학 치과학 교실, 대학원생

²⁾ 가톨릭 의과대학 치과학 교실, 부교수

임프란트를 치과보철에서 지대치로 사용할 경우 임프란트 식립 후 약 4개월에서 6개월에 이르는 골유착을 위한 치유기간이 필요한 것으로 알려져 있으며^{7,8)}, 이 치유기간은 치과교정에서 임프란트를 고정원으로 사용하고자 할 때 수년이상 걸리는 치과교정치료를 더욱 연장시키는 단점이 될 수 있다. 지대치로 이용할 임프란트에 가해지는 저작력의 크기와 방향은 주로 수직적이며 수십 Kg에 이르지만, 고정원으로서의 임프란트에 가해지는 교정력은 수평적이지만 저작력에 비해 매우 작으므로 임프란트에 가해지는 스트레스도 적다고 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 임프란트 식립 후 충분한 골유착이 일어나는 기간 이전에 악정형력을 가하여 임상적 및 조직학적으로 관찰하고, 임프란트 매식 후 초기에 치과교정적 고정원으로서의 가능성을 알아보고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

생후 6개월 이하의 몸무게 2Kg - 2.5Kg의 수컷 가토 (New Zealand White Rabbit) 12 마리를 대상으로 하였으며 폭경 3.25mm, 길이 7mm 크기의 나선형의 순수 티타늄 임프란트 (제일기획, Seoul, Korea)를 식립하였다. 지대치 포스트가 위치하는 곳의 형태는 악정형력을 용이하게 가하기 위하여 Steri-Oss[®] 임프란트의 carrier mount screw를 고정할 수 있도록 제작하였다. 식립된 임프란트 포스트 사이에 악정형력을 가하기 위해 sentalloy close coil spring heavy type (Tomy, Tokyo, Japan)을 사용하였다.

2. 실험 방법

1) 수술방법

2주군, 4주군 그리고 6주군 각각 4마리의 가토에 ketamine (1.0ml/Kg)을 근주하고 thiopental sodium (15-25mg/Kg)을 이개정맥에 정주하여 전신마취하였다. 임프란트를 식립할 양측 대퇴골 부위의 털을 제거하고 povidone iodine으로 소독하였다. 술중 출혈과 동통을 조절하기 위하여 2% Lidocaine HCl 1:80,000 epinephrine 2ml를 수술 부위에 근주하였다. 가토를 수술대에 잘 고정된 후 양측 대퇴골 위치에 대퇴골 장축에 따라 5cm 정도 절개하고 근육과 골막을 박리

하여 대퇴골을 노출시켰다. 골조직의 천공을 위하여 Steri-Oss[®] implant engine (Denar, Anaheim, USA) 과 Steri-Oss[®] surgical kit (Steri-Oss Int, Yorba Linda, USA)을 사용하였다. 2.0mm, 2.7mm depth drill을 순서대로 사용하여 골조직을 천공시킨 후 폭경 3.25mm, 길이 7mm의 임프란트를 조심스럽게 self tapping의 방법으로 양측 대퇴골에 식립하였다. 임프란트의 식립은 견고한 초기고정 (initial stability)을 얻을 수 있도록 시행하였다. 식립된 임프란트 위에 close coil spring으로 악정형력을 가하기 위한 포스트를 연결한 후 충봉합을 시행하였다.

수술후 2주군은 2주후에, 4주군은 4주후에 그리고 6주군은 6주후에 각각 왼쪽 대퇴골에 식립된 임프란트 위 포스트에 close coil spring을 연결하여 300g의 악정형력을 가하여 실험군으로 하였으며 (그림 1, 2) 오른쪽 대퇴골의 임프란트는 대조군으로 하였다. 4주 동안 악정형력을 가한 후 가토들을 희생시켜 조직표본을 만들었다. 모든 토끼는 수술후 7일간 gentamycin 80mg을 근주하였으며 가톨릭 중앙의료원 의학과 연구원 성모부 동물실험실에서 온도 22 - 25°C, 습도 45 - 55%의 환경에서 사육하였다.

2) 육안 및 광학 현미경 관찰

가토를 희생시킨 후 임프란트 주위의 육아조직의 유무, 감염의 여부, 대퇴골 골절의 여부 그리고 임프란트의 동요도 등을 육안으로 관찰한 후 임프란트가 매식되어 있는 상태로 대퇴골을 적출하여 10% 중성 포르말린으로 고정하고 10% 질산용액에서 탈회한 후 조심스럽게 임프란트를 제거하였다. 가토의 대퇴골 장축에 따라 조직을 절단한 후 hematoxylin - eosin 중염색과 Masson trichrome 염색으로 임프란트 주위의 골성장과 조직반응을 위주로 조직소견을 관찰하였다.

III. 결 과

1. 육안적 관찰 결과

임프란트 매식 2주후 모든 가토는 연조직의 치유상태는 양호하였으며 임프란트 주위의 염증이나 육아조직등은 관찰되지 않았다. 악정형력을 가하기 전 모든 임프란트와 포스트는 식립당시의 견고성을 가지고 있었으며 악정형력을 가한 4주 후 가토를 희생시키기 직전에도 포스트간의 거리를 측정해본 결과 동요 없이 실험군과 대조군 모두 견고성을 유지하고 있었다.



Fig. 1. Photograph after close-coil spring application to the implants.

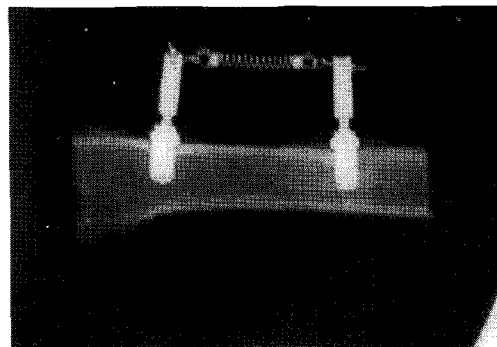


Fig. 2. Roentgenographic view.



Fig. 3. 2주 experimental group
Most threaded area is covered by fibrous tissue
New bone formation is minimal.
(H-E stain)



Fig. 4. 2주 experimental group
Most threaded area is covered by fibrous tissue
New boneformation is minimal.
(Masson trichrome stain)



Fig. 5. 2주 control group
Immature bone formation in the threaded area is noted.
(H-E stain)



Fig. 6. 2주 control group
Immature bone formation in the threaded area is noted.
(Masson trichrome stain)

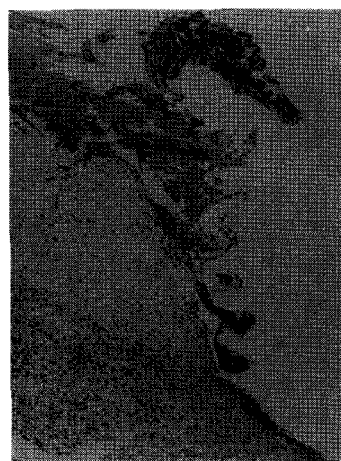


Fig. 7. 4주 experimental group
New bone has emerged around threaded area with fragile appearance.
(H-E stain)



Fig.8. 4주 control group
Compact bone is formed
in the threaded area
(H-E stain)



Fig.9. 6주 experimental group
New bone is formed in threaded
area and shows normal feature
(H-E stain)

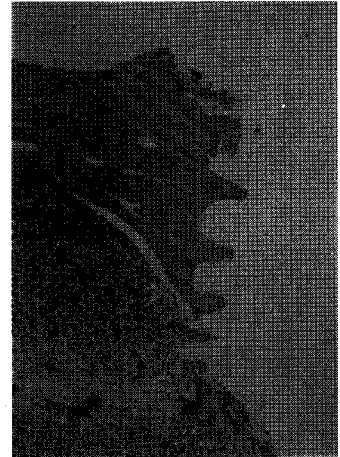


Fig.10. 6주 control group
Compact bone in threaded
area is thickened.
(H-E stain)

2. 광학현미경 관찰 결과

2주 실험군은 임플란트 thread의 대부분이 섬유조직으로 둘러싸여 있었으며 일부의 과사조직이 남아 있었다(그림 3, 4). 2주 대조군은 실험군에 비해 임플란트 주위를 따라 섬유조직의 성장이 적게 관찰되었으며 미성숙골 형성이 임플란트 thread를 따라 관찰되었다(그림 5, 6).

4주 실험군은 신생골이 임플란트의 thread를 따라 하방성장해 들어가는 양상이 뚜렷하였고(그림 7) 4주 대조군은 임플란트 thread를 따라 치밀골의 형성이 두드러졌으며 실험군과 대조군에서 모두 섬유조직의 개재도 현격히 줄어들었다(그림 8).

6주 실험군은 성숙골이 임플란트 thread를 따라 둘러싸고 있었으며 정상 골조직 형태를 보였고(그림 9) 6주 대조군에서는 임플란트 thread를 둘러싸는 두터운 치밀골을 관찰할 수 있었다(그림 10).

2주에서는 실험군이 대조군에 비해 임플란트와 골조직 사이에 더 많은 양의 섬유조직이 관찰되었으며 6주에서는 실험군과 대조군 사이의 뚜렷한 차이를 관찰하기 어려웠다. 그리고 전반적으로 2주에서 6주로 갈수록 양호한 골재생을 관찰할 수 있었다.

IV. 고 찰

치과교정 치료에 있어서 적절한 고정원의 확보는

치료계획중 가장 중요한 부분의 하나이다. 치과용 임플란트가 치과 교정분야의 고정원으로서 소개되면서 치과교정치료에 있어서 고정원으로서 새로운 가능성을 제시하고 있다.

1983년 James등은 bioglass coated 임플란트와 vitallium 임플란트를 교정에서의 고정원으로 사용하여 28일간 60gm, 120gm, 180gm의 힘을 가하여 두 임플란트의 고정원으로서의 유효성을 보고하였다⁹⁾. 1984년 Roberts는 토끼의 대퇴골에 임플란트를 식립한 후 6주에서 12주후에 코일 스프링을 이용하여 100gm의 힘을 4주동안 가하여 식립된 임플란트가 고정원으로서 안정성이 있음을 보고하였고, 또 토끼에서 골유착을 위한 골의 remodeling cycle이 6주임을 조직학적으로 확인하였다¹⁰⁾. 1988년 Turley등은 개에서 9주에서 12주동안 임플란트를 고정원으로 사용하여 임플란트 위치의 변함없이 치아의 이동을 보고하였으며¹¹⁾, Smalley등도 성장중인 원숭이의 안면골 융합부위의 분리를 위하여 임플란트를 이용하여 12주에서 18주동안 600gm의 힘을 가하여 고정원으로 사용하였음을 보고하였다¹²⁾. 또 1989년 Roberts등은 개의 하악골에 임플란트를 식립하고 300gm의 힘을 약 13주동안 가한 후에도 임플란트의 임상적 안정성과 견고성을 발견하였다¹³⁾. 이후 1990년대에 이르러 임플란트를 치아의 근심이동 또는 압하를 위한 고정원으로 사용한 임상보고가 있었고^{3,4,14,15)}, 1995년 Block등은 고정원 목적으로 구개골에 식립하는 onplant를

개발하여 고정원으로 사용하였음을 동물실험과 함께 보고한 바 있다¹⁶⁾.

임프란트를 치과보철에서 지대치로 사용하고자 할 때는 일반적으로 골의 질과 양에 따라 약 4개월에서 6개월의 골유착을 위한 치유기간이 필요하다^{7,8)}, 이 치유기간은 임프란트를 교정에서 고정원으로 사용하고 자 할 때에는 수년이상 걸리는 교정치료기간을 더욱 연장시키는 단점으로 작용한다. 수십Kg 이상의 힘을 견디어야 하는 지대치로서의 임프란트에 비하여 치과 임상교정에서의 고정원으로 사용되는 임프란트에 가해지는 힘의 크기는 교정력의 경우 20 - 150gm 정도 이고 악정형력의 경우 300gm 정도이며, 또 가해지는 힘의 빈도나 방향이 서로 상이하다고 할 수 있다^{17,18)}. 그러나 치과교정에서 고정원으로서 임프란트를 사용하기 위해서는 어느 정도의 골유착이 필요한가에 대한 연구는 매우 부족한 실정이다. 1983년 James 등에 의하면 bioglass coated 임프란트와 vitallium 임프란트를 교정에서의 고정원으로 사용하여 두 임프란트의 고정원으로서의 유효성을 보인 실험에서 vitallium 임프란트는 결체조직으로 임프란트가 둘러싸여 골유착이 거의 없었음을 조직학적으로 발견, 골유착이 없이도 임프란트가 치과교정에서 고정원으로 사용될 수 있음을 시사하였다⁹⁾. 또 1989년 Roberts 등은 개의 하악골에 임프란트를 매식하여 치과교정에서 고정원으로 사용한 보고에서 10% 미만의 골유착만으로도 치과교정에서 견고한 고정원으로 사용될 수 있음을 보고하였다¹³⁾.

그러나 이전의 연구들은 임프란트를 식립하고 임프란트 주위의 골조직이 remodeling 되어 임프란트와 골조직 사이에 골유착 (osseointegration)이 일어나기 위한 초기 치유기간이 지난 후 교정력 또는 악정형력을 가한 실험들이었다. James와 Roberts에 의하면 상대적으로 적은양의 골유착만으로도 고정원으로 사용될 수 있었으므로 이에 저자들은 가토에서 임프란트 식립후 골유착이 일어나는 초기 치유기간인 6주 이전에 고정원으로서의 가능성을 알아보기 위해 악정형력을 가하였다. 본연구에서는 초기고정 (initial stability)를 견고하게 얻기 위해 임프란트를 self-tapping의 방법으로 식립하였다. 통상의 임프란트 매식방법에 따라 tapping 후 임프란트를 식립하면 가토의 대퇴골의 치밀골층이 얇아서 견고한 초기고정을 얻기 힘들 것으로 보였기 때문이다. 광학 현미경 관찰에서 6주에서 2주로 갈수록 골조직 재생이 저조하였고 2주에서는 대조군에 비해 실험군에서 임프란트와 골조직 사이

에 섬유조직이 많이 관찰되었으나 특이할만한 염증소견은 관찰되지 않았고 2주 실험군도 악정형력을 가한 4주후까지도 고정원으로서 견고하게 남아있었다. 이는 임프란트 전체가 결체조직으로 둘러싸여도 치과교정에서 고정원으로 안정성을 보인 James 등의 연구와⁹⁾, 10% 미만의 골유착으로도 고정원으로서의 가능성을 제시한 Roberts 등의 연구와¹³⁾ 비슷한 결과이다. 6주에서는 실험군과 대조군의 차이가 뚜렷하지 않았는데 이는 가토에서 골재생에 의한 골유착이 완성되는 6주 이후에 교정력을 가하였으므로 초기 치유기간 이후에 교정력을 가하여 고정원으로 안정성을 보인 이전의 연구들과 일치하는 결과이다^{10,11,13,14,15)}. 이에 임프란트를 식립할 부위에 골의 양과 질이 우수하여 임프란트 식립 후 초기 고정을 견고히 얻을 수 있다면 골유착을 위한 초기치유과정을 거치지 않고도 치과교정에서 고정원으로서 사용될 수 있으리라 본다. 그리고 사람의 상하악골에 치과교정에서 고정원으로 임프란트를 식립할 경우 폭경과 길이가 더 큰 임프란트를 식립 할 수 있고 또한 더욱 두터운 치밀골층에 임프란트 식립이 가능하기 때문에 더욱 견고한 초기고정을 얻을 수 있어서 임프란트의 초기 고정원으로서의 가능성을 높여준다고 할 수 있겠다.

본 연구에서는 조직을 탈회를 하여 광학현미경하에서 관찰하였기 때문에 실제 임프란트와 골조직간의 골유착이 어느정도 일어났다는 언급하기 힘든 상황이므로 추후 비탈회 표본을 이용한 임프란트 주위의 골조직 관찰도 연구가치가 있을것으로 사료되며 임프란트의 초기 골유착에 영향을 주는 hydroxylapatite 피복 임프란트와의 비교 연구도 충분한 가치가 있을것으로 판단된다.

V. 맺음말

저자들은 임프란트 매식 후 골유착을 위한 초기 치유기간 이전에 악정형력이 임프란트 주위 조직에 미치는 영향을 관찰하기 위하여 가토 12마리의 양측 대퇴골에 임프란트를 식립하고 2주, 4주 그리고 6주후에 각각 300g의 악정형력을 Ni-Ti close coil spring을 이용하여 매식된 임프란트에 4주동안 가하고 관찰한 후 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 모든 실험군의 임프란트는 4주간의 악정형력 적용 후에도 안정된 견고성을 유지하였다.
2. 2주 실험군에서 대조군에 비해 임프란트와 골조직

- 사이의 섬유조직 증식이 많이 관찰 되었으나 특이 할만한 염증소견은 관찰되지 않았다.
3. 4주 실험군, 대조군에서는 2주 실험군, 대조군과 각각 비교하였을 때 보다 많은 양의 골재생이 관찰 되었으며 실험군과 대조군 모두에서 임플란트와 골조직 사이의 섬유조직은 관찰하기 힘들었다.
 4. 6주에서는 실험군과 대조군 사이에 뚜렷한 차이가 발견되지 않았다.

이상의 결과로 보아 임플란트 주위의 골조직 재생이 충분하지 않아도 골의 양과 질이 우수해 임플란트 식립시 견고한 초기고정을 얻을 수 있다면 골유착이 완성되는 초기 치유기간 이전에도 치과교정적 고정 원으로 사용가능할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Brånemark PI. Osseointegration and its experimental background. *J Prosthe Dent* 1983 ; 50 : 399-410.
2. Albrektsson T, Leckholm U, Roker B, Brånemark PI. A 15 year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 1981 ; 10 : 387-416.
3. Frederic B, Philippe B, Georges M, Pierre P . *J Clin Orthod* 1996 ; 5 ; 261-265.
4. Roberts WE, Keith JM, Peter GM. Rigid endosseous implant utilized as anchorage to protract molars and close an atrophic extraction site. *Angle Orthod* 1990 ; 60 : 135-152.
5. Gainsforth BL, Higley LB. A study of orthodontic anchorage possibilities in basal bone. *Am J Orthod Oral Surg* 1945 ; 31 : 406-416. Comment in *Journal Kor Dent Ass* 1996 ; 34 : 594-600.
6. Linkow LI. *Implanto-Orthodontics*. *J Clin Orthod* 1970 ; 70 : 685-705.
7. Misch CE. *Contemporary implant dentistry*. Mosby. 1993 : 469-485.
8. Hobo S. Osseointegration and occlusal rehabilitation. *Quintessence* 1989 : 11-13.
9. James G, Steen ME, Gregory JK, Clark AE. Studies on the efficacy of implants as orthodontic anchorage. *Am J Orthod* 1983 ; Apr : 311-317.
10. Roberts WE, Ricky KS, Yerucham Z, Peter GM, Rovers SS. Osseous adaptation to continuous loading of rigid endosseous implants. *Am J Orthod* 1984 ; 86 95-111.
11. Turkey PK, Kean C, Schur J, Stefanac J, Gray J, Hennes J, Loon PC. Orthodontic force application to titanium endosseous implant. *Angle Orthod* 1988 ; 58 ; 151-162.
12. Smalley W, shapiro P, Hohl T, Kokich V, Branemark PI. Osseointegrated titanium implants for Maxillofacial protraction in monkeys. *Am J Orthod Dentofacial Orthod* 1988 ; 94 : 288-295.
13. Roberts WE, Frank RH, Keith JM, Richard KG. Rigid endosseous implants for orthodontic and orthopedic anchorage. *Angle Orthod* 1989 ; 59 : 247-255.
14. Higuchi KW, Slack JM. The use of titanium fixtures for intraoral anchorage to facilitate orthodontic tooth movement. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991 ; 6 : 338-344.
15. Tomas ES, Michael JB, James DS, Kenneth EK, John SC. Intrusion Anchorage potential of teeth versus rigid endosseous implants. *Am J Orthod* 1995 ; 107 : 115-120.
16. Block MS, Hoffman DR. A new device for absolute anchorage for orthodontics. *Am J Dentofacial Orthod* 1995 ; 107 : 251-259.
17. Ricketts RM. *Bioprogressive Therapy*. Rocky Mountain 1979 : 93-96.
18. Proffit WR. *Contemporary Orthodontics*. Mosby 1986 : 270-277.

- ABSTRACT -

THE EFFECT OF DENTAL ORTHOPEDIC FORCE TO IMPLANTS ON BONE TISSUE BEFORE COMPLETE OSSEOINTEGRATION

Young-Ho Kim, Cheol Won Lee

Department of dentistry, Catholic University Medical college, Seoul, Korea

The dental implants for edentulous patients have been used for more than 20 years. After the introduction of osseointegration by Brånemark, the commercially pure titanium implants were accepted by most practitioners. Recently dental implants are used for orthodontic anchorages as well as prosthetic abutment. Many researchers have reported implants as a good orthodontic anchorage through basic research and clinical evaluation. But previous researches were done after the healing time for osseointegration of inserted implants. If dental implants are to be used for prosthetic abutment the healing time for osseointegration is necessary, but orthodontic forces to implants are different from bite force regarding its amount of force, duration and direction.

The authors evaluated the effect of orthopedic force to implants on bone tissue before osseointegration. 48 implants were placed at 12 rabbits. 2 implants into left side and 2 implants into right side were inserted along the long axis of femur respectively. 2 weeks (2 weeks group), 4 weeks (4 weeks group) and 6 weeks (6 weeks group) after implants placement, 300g force had been applied to the implants at left side femur by Ni-Ti close coil spring for 4 weeks (experimental group) and no force applied to implants at right side femur (control group). After the force application for 4 weeks, rabbits were sacrificed and microscopic evaluation was done by hematoxylin-eosin stain and Masson trichrome stain.

The results were followed.

1. All implants in experimental group remained rigid after the force application for 4 weeks.
2. More fibrous tissue between bone and implants were noticed at 2 weeks experimental group than 2 weeks control group.
3. More bone remodeling was noticed at 4 weeks group than 2 weeks group and it was difficult to find out fibrous tissue between bone and implants at both experimental and control group of 4 weeks group.
4. It was hard to distinguish experimental group from control group at 6 weeks group. Therefore if initial stability can be obtained on implant insertion, it can be possible to use implants as a orthodontic anchorage before the healing time for osseointegration.

KOREA. J. ORTHOD. 1998 ; 28 : 453-459

※ **Key words** : orthodontic anchorage, orthopedic force, implant, osseointegration