

타이태늄 합금의 생체적합도에 관한 연구

한중현* · 허성주** · 구 영*** · 최용창**** · 정종평*** · 박중근*****

*연세대학교 치과대학 보철학교실(영동세브란스)

**서울대학교 치과대학 보철학교실 및 치학연구소

***서울대학교 치과대학 치주과학교실 및 치학연구소

****카톨릭대학교 의과대학 치과학교실(여의도 성모)

*****한국과학기술원 재료공학과

I. 서론

현재 여러 종류의 임플란트 시스템들이 상품화되어 치과와 정형외과 영역의 보철술식에 이용되고 있으며 여기에 사용되는 생체재료로는 순수 타이태늄 (commercially pure titanium)과 타이태늄 합금 (Titanium-6Aluminum-4Vanadium)등이 주로 사용되고 있으나 현재 상용 임플란트 시스템의 대부분은 상용 순수 타이태늄을 사용하고 있다. 치과 임플란트에서의 순수 타이태늄을 이용한 장기적인 임상연구 결과 높은 성공률과 생체적합도 면에서도 자연스러운 반응을 보이고 있는 등의 장점을 나타내지만 그 강도는 문제가 되고 있어 일부 제조회사에서는 Ti6Al4V의 타이태늄 합금을 사용하고 있다. Ti6Al4V를 사용한 임상적인 연구 결과 낮은 성공률이 보고되고 있어 알루미늄과 바나듐을 이용한 합금의 생체적합도에 관하여서는 아직 의문시되고 있다.^{1,2)}

순수 타이태늄의 단점인 강도문제와 시판되고 있는 Ti6Al4V의 불투명한 생체적합성을 해결하여 생체적합도가 우수하고 강도가 강한 새로운 타이태늄 합금 개발이 필요한 실정에 있다. 이에 본 연구진은 우선적으로 수종의 생체 금속에 관한 동물실험을 실

시하였으며 이를 근거로 순수 타이태늄에 zirconium, niobium, 주석 등을 혼합한 새로운 합금을 개발하였다²³⁾. 이 실험의 목적은 새로이 개발한 타이태늄 합금 2종류와 기존 사용되고 있는 합금 (Ti6Al4V)을 가토의 장골에 이식한 후 골조직과의 생체적합 정도를 비교 관찰하는데 있다.

II. 연구 재료 및 방법

주석이 포함된 타이태늄 합금(Ti-6Zr-6Sn-6Nb), 주석이 포함되지 않은 합금(Ti-13Zr-6Nb) 및 수입 시판 중인 Ti-6Al-4V의 3종의 합금을 나사형 인공치아로 정밀 제작한 후 가토의 장골에 이식한 후 3개월의 치유기간을 주었다. 조직형태학적인 분석과 역학적인 분석을 통하여 개발한 타이태늄 합금과 Ti-6Al-4V의 생체적합도를 비교 연구하였다.

1. 실험동물

체중 4-5kg 내외의 생후 5개월된 30마리의 가토를 실험동물로 하였으며 전신적으로 모두 건강한 상태였다. 실험 가토들은 실험기간동안 두 마리씩 각각 다른 우리에서 사육되었으며 변화된 환경에 대한 1

*본 연구는 보건복지부 선도기술개발사업 연구비 지원(HMP-96-G-2-28)에 의해 이루어졌음.

주간의 적응기간을 갖게 한 후 실험을 시작하였으며, 표준화된 실험사육용 사료를 먹게 하였고 물은 마음대로 마시게 하였다.

2. 실험재료

실험에 사용된 생체금속은 Titanium-6Aluminum-4Vanadium, Titanium-13Zirconium-6Niobium, Titanium-6Zirconium-6Sn-6Niobium이었다. 실험용으로 제작된 임플란트는 나사간의 거리가 0.5mm, 길이는 10mm이며 고정체의 머리부위는 뒤틀림력의 제거력 측정을 위해 직육면체 형태로 정밀 선반 가공하였다.

3. 실험방법

수술은 2% 염산자일라진액(Rompon, 한국바이엘, 서울 한국) 0.2ml/kg을 근육주사하여 전신마취를 유도한 후 시행하였으며, 수술부위에는 에피네프린(1:100,000)이 포함된 2%염산리도케인(유한양행, 서울, 한국)을 이용한 국소마취 하에서 무균적 조건에서 실시하였다.

(1) 고정체이식수술

가토의 장골 좌우 측에 피부 절개 후 근막 및 골막의 판막을 형성하여 내측 기시부위를 노출시킨 후 Brånemark 임플란트 수술방법에 따라 고정체를 이식하였으며, 이 때 상부의 나사선 2-3개 정도가 노출되도록 하였다. 좌, 우측 장골에 각각 두 개씩의 고정체를 1cm간격을 두고 이식하였으며, 원심측 시편은 뒤틀림 측정에 사용하고 기부측은 조직형태학적인 분석에 이용하였다. 실험은 각군당 10마리씩 3군으로 나누었으며 한 마리당 4개의 임플란트 고정체를 이식하였다. 이식 후 골막과 근막은 흡수성 봉합사인 4-0 chromic cat-gut(Ethicon Ltd England)으로, 피부는 전사로 각각 봉합하였다.

(2) 뒤틀림 제거력 측정 및 조직 표본 제작

30마리로 실험을 시작하였으나 실험 기간 중 2마

리가 사망하여 즉시 추가 실험이 시행되었다. 고정체 이식수술 12주 경과 후, 가토의 귀 정맥에다 공기를 주입하여 희생시켰다. 피부절개 및 근막, 골막을 이용한 판막을 형성하여 이식된 고정체를 노출시키고 새로이 개발한 뒤틀림 제거력 측정기구에 원심측 고정체의 머리부분을 연결한 후 골에서 임플란트가 분리되는 힘을 측정하였다. 장골을 절단한 직후 10% 중성 포르말린액에 담구어 3주간 고정시키고 근심측 고정체를 시편제작에 편리하게 고정체의 근원심으로 3mm정도의 폭으로 고정체 장축과 평행하게 절단한 후 탈수 및 광중합 레진포매(Osteo-bed bone embedding solution, Polyscience, Inc. Warrington, PA, U.S.A.)를 하였다. 절단 및 연마장치(Exakt Apparatebau, Norderstedt, Germany)를 이용하여 최종적으로 두께 15 μ m의 얇은 표본을 만들고 toluidine blue 염색법으로 염색하고 광학 현미경(Olympus BH-2, Olympus Co. Tokyo, Japan)으로 조직 소견을 관찰하였다.

(3) 조직계측학적 분석

조직계측학적 분석은 Global Lab Image Analysis System(Data Translation Inc, Malboro, MA, U.S.A.)을 이용하였다. 광학현미경(Olympus BH-2, Olympus Co. Tokyo, Japan)에 CCD 카메라(ITC-47, Ikegami Tsushinki Co. Ltd, Tokyo, Japan)를 부착하여 영상저장장치(framegrabber)(1DT-55, Data translation Inc., U.S.A.)로 컴퓨터와 연결하여 조직의 현미경상이 256회화도값(gray level)을 가지는 640 \times 480화소(pixel)의 디지털영상으로 컴퓨터 화면상에 나타나도록 한 후, 영상분석소프트웨어(Global Lab Image Analysis System, Data Translation Inc, Malboro, MA., U.S.A.)를 사용하여 정량 계측하였다. 골 접촉이 가장 좋은 3개의 연속적인 나사산을 선택하여 먼저 나사산의 길이를 측정하고 나사와 접촉하는 골의 길이를 측정하여 백분율을 구하였다.

(4) 통계처리

Wilcoxon matched-pairs signed rank sum test를 이용하여 통계처리를 하였으며 뒤틀림 제거력 관찰

은 $P<0.05$, 골접촉률 관찰은 $P<0.01$ 수준에서 통계학적 유의정도를 비교하였다.

III. 연구 결과

1. 뒤틀림 제거력 측정 결과

임플란트 식립 후 12주째 실험 각 군의 뒤틀림 제거력 측정치는 다음과 같았다.

Titanium-6Aluminum-4Vanadium군은 $25.27\text{Ncm} \pm 13.14$ (range:22.5-50), Titanium-13Zirconium-6Niobium군은 $31.59\text{Ncm} \pm 15.66$ (range: 15-57.5), Titanium-6Zirconium-6Sn-6Niobium군은 $37.44\text{Ncm} \pm 11.67$ (range:22.5-57.5)으로 측정되었다(표 1). 상용 타이타늄 합금(Ti-6Al-4V)의 뒤틀림 제거력이 개발된 2종류의 타이타늄 합금보다 약한 것으로 관찰되었다($p<0.05$, Wilcoxon Signed Rank Test).

2. 임플란트 고정체와 골접촉률 측정 결과

임플란트 식립 후 12주째 각 군의 임플란트 고정체와 골접촉률의 조직계측학적 측정 결과는 다음과 같다. Titanium-6Aluminum-4Vanadium은 $46.47\% \pm$

8.90 (range: 29.42-64.73), Titanium-13Zirconium-6Niobium은 $53.09\% \pm 13.56$ (range: 37.99-79.31), Titanium-6Zirconium-6Sn-6Niobium은 $47.21\% \pm 12.97$ (range: 31.02-73.72)으로 측정되었다(표 2). 개발된 Ti-13Zr-6Nb의 골접촉률이 상용 타이타늄 합금(Ti-6Al-4V)과 개발된 Ti-6Zr-6Sn-6Nb보다 높게 측정되었다($p>0.01$, Wilcoxon Signed Rank Test).

IV. 총괄 및 고안

순수 타이타늄을 이용한 Brånemark의 실험⁴⁾ 이후 개발된 상용 치과용 임플란트는 대부분 순수 타이타늄이며 그밖에 aluminum과 vanadium이 첨가된 Titanium-6Aluminum-4Vanadium(Ti-6Al-4V)사용되고 있다⁶⁾. 순수 타이타늄은 이미 여러 문헌에서 보고된 바와 같이 생체적합도가 우수하지만^{6, 7, 8)} 강도가 다소 약하여 고정체의 파절, 지대치의 scratch, hextop 구조변형의 문제점등이 있다. 이러한 단점을 해결하기 위하여 Ti-6Al-4V합금이 개발되어 기계적인 강도의 향상을 얻을 수 있지만 생체적합도 측면에서는 안정성을 인정받지 못하고 있다^{9, 10)}. 특히 Ti-6Al-4V에 함유된 vanadium과 aluminum의 독성작용에 대한 보고가 있는 후에는 생체금속으로서의 부적

표 1. Comparison of removable torque force of titanium alloys

Titanium alloys	Mean \pm S.D(Ncm)
Titanium-6Aluminum-4Vanadium	25.27 \pm 13.14*
Titanium-13Zirconium-6Niobium	31.59 \pm 15.66
Titanium-6Zirconium-6Sn-6Niobium	37.44 \pm 11.67

* $P<0.05$

표 2. Comparison of bone contact ratio

Titanium alloys	Mean \pm S.D, %
Titanium-6Aluminum-4Vanadium	46.47 \pm 8.90
Titanium-13Zirconium-6Niobium	53.09 \pm 13.56
Titanium-6Zirconium-6Sn-6Niobium	47.21 \pm 12.97

No statistical difference was found between any two groups.

합성에 대한 논의가 대두되고 있다^{11, 12)}.

Woodman 등¹³⁾은 비비 원숭이에 타이타늄이 함유된 합성물로 골대체 실험을 한 결과 대조군에 비해 폐 조직 및 인접근육등에서 타이타늄과 aluminum의 검출 수치가 높았으며, 특히 vanadium이 폐 조직에서 높게 나왔음을 보고하였다. Maurer 등¹⁴⁾이 연구한 바에 의하면 타이타늄은 세포에 독성 작용을 일으키지 않았으나 vanadium은 10 μ g/ml 이상인 경우 독성 작용을 나타내었음을 관찰, 보고한 바 있다.

임플란트 표면에서 유리되는 금속 이온들에 의한 임플란트의 실패 가능성에 대해 많은 논란이 있어왔다. Thompson 등¹¹⁾의 실험에 따르면 Ti-6Al-4V 용액에 노출된 bone marrow stem cells 들을 juvenile rats 에 이식한 경우 osteocalcin 합성이 억제되었으며 이온의 양이 증가함에 따라 칼슘 수치가 낮아졌다고 하였다. 이 결과에 따르면 Ti-6Al-4V 합금과 관련된 이온들은 bone marrow stem cells 들이 성숙한 조골세포로 분화하는데 방해해 하여 이로 인한 골조직 침착의 불균형으로 결국 임플란트의 실패에 영향을 미친다고 설명하고 있다.

Zirconium과 niobium은 순수 타이타늄과 유사한 생체적합 반응을 보임이 여러 문헌에서 보고된 바 있다^{3, 15, 16)}. Zirconium은 타이타늄에 비해 생체적합도가 떨어지지만^{3, 17)} plastic plug에 얇게 피막하여 가토의 장골에 식립 6개월 후 계면을 전자 현미경으로 관찰한 결과에 따르면 연조직의 개입이 없는 골유착을 확인할 수 있어 생체 금속으로 적절하다고 알려져 있다^{16, 18)}. 또한 Kobayashi 등¹⁹⁾에 의하면 zirconium을 50% 함유한 합금은 순수 타이타늄이나 zirconium 금속에 비해 경도가 약 2.5배 증가하였다고 보고하였다. Niobium은 Johansson 등^{15, 20)}의 실험에서 보고된 바와 같이 순수 타이타늄과 거의 차이가 없는 골 반응 및 골점축률을 보이며 뒤틀림 제거력은 타이타늄보다 오히려 우수한 결과를 나타내었다. 하지만 강도면에서 약하기 때문에 순수 Niobium 상태로는 임상적용이 어려운 단점이 있다. Seligson 등²¹⁾은 성숙한 양에 스테인레스강과 diffusion hardened Ti-13Nb-13Zr을 이식한 결과 후자에서 더 높은 고정력과 뒤틀림 강도를 관찰하였다. Ito 등²²⁾은

I929와 MC 3T3-E1 표준세포주를 Ti-6Al-4V ELI 합금과 Ti-10Zr-8Nb-2Ta-0.2Pd(또는 Ti-15Zr-4Nb-2Ta-0.2Pd) 합금의 추출물에서 배양한 실험에서 후자의 경우가 Ti-6Al-4V ELI 합금보다 세포의 성장률이 훨씬 높음을 보고하였다. 그리고 후자가 합금의 인장력, 신장율등도 Ti-6Al-4V ELI 합금보다 높았으며 5% hydrochloric acid로 처리했을 때의 타이타늄 이온 방출이 새로운 타이타늄 합금인 경우 20-50 μ g/cm²/day인 반면 Ti-6Al-4V ELI 합금은 1300 μ g/cm²/day이었다고 하였다. 따라서 Zirconium과 Niobium이 함유된 새로운 타이타늄 합금이 세포적 합성과 부식저항성이 더 우수하다고 생각할 수 있다.

본 실험에 앞서 새로운 합금 개발 과정에서 Niobium 함량의 변화는 강도 증가 효과에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났으며 연성은 첨가에 따라 감소하는 경향을 보였으며 swaging 공정에서 단조 공정으로의 가공방법의 변화는 합금의 강도를 증가시키는 것으로 관찰되었는데, 이는 단조공정이 변형을 속도가 높기 때문이라고 판단된다. Zirconium과 주석은 타이타늄계 합금에서 고용강화를 유발하는 합금원소이므로 Ti-Zr-Nb 3원계합금에 주석이 첨가된 Ti-Zr-Sn-Nb 4원계합금을 가공한 결과 강도는 향상되나 연성의 감소를 보였다. 이와 같은 강도와 연성의 변화는 주석의 첨가에 의해 Ti 합금에서의 β - α 의 변태기구가 변화하기 때문으로 추정된다. 이들 개발된 합금들은 Ti-6Al-4V 합금의 기계적 성질과 유사한 결과를 나타냈다²³⁾.

본 연구에서는 새로 개발된 주석이 포함되지 않은 타이타늄 합금(Ti-13Zr-6Nb)과 주석이 포함된 타이타늄 합금(Ti-6Zr-6Sn-Nb) 및 수입 시판 중인 Ti-6Al-4V 합금 3종을 비교하였다. 비틀림 제거력 실험에서는 주석이 포함된 타이타늄 합금(Ti-6Zr-6Sn-Nb)이 수치가 가장 높았으며 상용 Ti-6Al-4V 합금이 상대적으로 낮은 비틀림 제거력을 보였다(표 1). 골점축률은 주석이 포함되지 않은 타이타늄 합금(Ti-13Zr-6Nb)이 가장 우수하였고 나머지 실험재료들은 유사한 수치를 나타냈다(표 2). 주석이 첨가된 합금이 기계적인 성질이 약간 우수한 것으로 나타났으나 생체

적합도 면에서는 Ti-13Zr-6Nb보다 불안정한 것으로 보인다. 뒤틀림 제거력 실험에서 높은 수치를 보인 것은 두 마리의 가토에서 동일 개체상에 동일 Ti-13Zr-6Nb 실험시편을 이식한 결과 두 마리 모두에서 높은 결과치를 나타내었기 때문이다. 전체적인 생체 적합적인 면에서 평가할 때 개발된 타이태늄 합금(Ti-13Zr-6Nb)이 기존 Ti-6Al-4V합금보다 우수한 생체 적합도를 보였으며 이러한 결과는 앞에서 언급한 여러 문헌들의 결과와 유사하였다. 이와 연관된 장기적인 기초 실험과 임상실험이 필요하며 이를 토대로 현재 보다 생체 적합도가 더 우수하고 안전한 임플란트 시스템 개발이 가능하리라 생각된다.

V. 결론

1. 실험에 사용된 타이태늄 합금의 뒤틀림 제거력 측정 결과는 다음과 같았다.
Titanium-13Zirconium-6Niobium은 $31.59\text{Ncm} \pm 15.66$, Titanium-6Aluminum-4Vanadium은 $25.27\text{Ncm} \pm 13.14$, Titanium-6Zirconium-6Sn-6Niobium은 $37.44\text{Ncm} \pm 11.67$ 으로 측정되었다.
2. 상용 타이태늄 합금(Ti-6Al-4V)의 뒤틀림 제거력이 개발된 2종류의 타이태늄 합금보다 통계학적으로 유의하게 낮은 것으로 관찰되었다 ($p < 0.05$, Wilcoxon Signed Rank Test).
3. 실험에 사용된 타이태늄 합금의 골접촉률 측정 결과는 다음과 같았다.
Titanium-13Zirconium-6Niobium은 $53.09\% \pm 13.56$, Titanium-6Aluminum-4Vanadium은 $46.47\% \pm 8.90$, Titanium-6Zirconium-6Sn-6Niobium은 $47.21\% \pm 12.97$ 으로 측정되었다.
4. 개발된 Ti-13Zr-6Nb의 골접촉률이 상용 타이태늄 합금(Ti-6Al-4V)과 개발된 주석이 포함된 Ti-13Zr-6Sn-6Nb 보다 높게 측정되었으나 통계적 유의성은 없었다. ($p > 0.01$, Wilcoxon Signed Rank Test).

이상의 결과를 통하여 개발된 Ti-13Zr-6Nb이 기존

의 Ti-6Al-4V이나 주석이 포함된 타이태늄 합금(Ti-13Zr-6Sn-6Nb)보다 우수한 생체 적합도를 보임을 알 수 있었다.

VI. 참고문헌

1. Malmqvist JP, Sennerby L : Clinical report on the success of 47 consecutive placed Core-Vent implants followed from 3 months to 4 years. *Int J Oral Maxillofac Implants* 5:53-60, 1990
2. De Bruyn H, Collaert B, Linden U, Flygare LA : A comparative study of the clinical efficacy of Screw Vent implants Brånemark fixtures, installed in a periodontal clinic. *Clin Oral Implants Res* 3:32-versus 41, 1992.
3. 한종현, 허성주, 정종평, 구 영, 류인철, 최용창 : 임플란트 생체금속들과 골조직간의 생체적합도에 관한 연구. 대한치과보철학회지: Vol. 35, No.3 557-564, 1997.
4. Brånemark P-I, Breine U, Lindstrom J, Adell R, Hansson B-O and Ohlsson P : Intraosseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies, *Scand J Plast Reconstr Surg* 3, 81, 1969
5. William DF : Titanium and Titanium alloys. In : William D.F., ed. *Biocompatibility*. Boca Raton : CRC Press. 1 : 161-169, 1992.
6. 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* 2(2) : 69-75, 1987.
7. Albrektsson T, Jansson T, and Lekholm U : Osseointegrated implants. *Dent Clin North Am* 30 : 151-177, 1986.
8. Takeshita F, Ayukawa Y, Iyama S, et al. : Long-term evaluation of bone-titanium interface in rat tibiae using light microscopy, transmission electron microscopy, and image

- processing. J Biomed Mater Res 1997 Nov; 37(2) :235-242.
9. Johansson CB, Albrektsson T, Thomson P, Sennerby L, Lodding A, Odelius H : Tissue reaction Ti-6Al-4V alloy. Eur J Exp Musculoskel Pes 1:161-169, 1992
10. Han C-H, Johansson CB, Albrektsson T, Wennerberg A : Quantitative and qualitative investigation of surface enlarged titanium and titanium alloy implants, Clin Oral Impl Res 9:1-10, 1998
11. Thompson GJ, Puleo DA : Ti-6Al-4V ion solution inhibition of osteogenic cell phenotype as a function of differentiation timecourse in vitro. Biomaterials Oct;17(20):1949-1954, 1996.
12. Bianco PD, Ducheyne P, Cuckler JM : Titanium serum and urine levels in rabbits with a titanium implant in the absence of wear. Oct;17(20):1937-1942, 1996.
13. Woodman JL, Jacobs JJ, Galante JO, Urban RM : Metal ion release from titanium-based prosthetic segmental replacements of long bones in baboons: a longterm study. J Orthop Res 1(4):421-430, 1984.
14. Maurer AM, Merritt K, Brown SA : Cellular uptake of titanium and vanadium from addition of salts or fretting corrosion in vitro. J Biomed Mater Res Feb;28(2):241-246, 1994
15. Johansson CB, Albrektsson T, Hansson H-A : Qualitative interfacial study between bone and tantalum, niobium or commercially pure titanium. Biomaterials Vol 11, 277-280, 1985.
16. Albrektsson T, Hansson H-A and Ivarsson B : Interface analysis of titanium and zirconium bone implants. Biomaterials Vol 6, 97-101, 1985
17. Ito G, Niki M, Matsuda T, and Ogino M : Comparative push-out data of bioactive materials of similar porosity. The Bone Biomaterials Interface Workshop. Toronto, Canada 199-0.
18. Fujita M : In vitro study on biocompatibility of zirconium and titanium. Kokubyo Gakkai Zasshi Mar; 60(1):54-65, 1993
19. Kobayashi E, Matsumoto S, Doi H, Yoneyama T, Hamanaka H : Mechanical properties of the binary titanium-zirconium alloys and their potential for biomedical materials. J Biomed Master Res Aug; 29(8):943-950, 1995
20. Johansson CB, Albrektsson T: A removal torque and histomorphometric study of commercially pure niobium and titanium implants in rabbit bone. Clin Oral Impl Res Jan;2(1):24-29, 1991
21. Seligson D, Mehta S, Mishra AK, et al: In vivo study of stainless steel and Ti-13Nb-13Zr bone plates in a sheep model. Clin Orthop Oct;343:213-223, 1997.
22. Ito A, Okazaki Y, Tateishi T, et al.: In vitro biocompatibility, mechanical properties, and corrosion resistance of Ti-Zr-Nb-Pd and Ti-Sn-Nb-Ta-Pd alloys. J Biomed Mater Res Jul;29(7):893-899, 1995
23. 오민석, 박중근, 정종평: Ti-Zr-Nb 합금계의 미세조직과 기계적 성질에 미치는 Sn 첨가 효과, 국민대학교, 대한금속학회, 추계학술발표대회, 1997.

Quantitative investigations of titanium alloy implants

Chong Hyun Han*, Seong Joo Heo**, Young Ku***, Young Chang Choi****,
Chong Pyong Chung***, Chung Keun Park*****

*Dept of Prosthodontics, College of Dentistry, Yonsei University

**Dept of Prosthodontics and Dental Research Institute, College of Dentistry, SNU

***Dept of Periodontics, and Dental Research Institute, College of Dentistry, SNU

****Dept of Dentistry, Medical School(St. Mary Hospital), Catholic University

*****Dept of Materials Science and Engineering, KAIST

Screw shaped implants of Titanium-13Zirconium-6Niobium(newly developed), Titanium-6Zirconium-6Sn-6Niobium(newly developed) and Titanium-6Aluminum-4Vanadium were machined with square top and inserted in rabbit bone for 3 months. Biomechanical tests(removal torque) showed Titanium-13Zirconium-6Niobium and Titanium-6Zirconium-6Sn-6Niobium to be more stable in the bone bed than those of Titanium-6Aluminum-4Vanadium. Titanium-13Zirconium-6Niobium implants demonstrated a mean removal torque of 31.59Ncm while Titanium-6Aluminum-4Vanadium demonstrated a mean removal torque of 25.27Ncm and Titanium-6Zirconium-6Sn-6Niobium revealed a mean removal torque of 37.44Ncm and were statistically significance in Wilcoxon Signed Rank test($P < 0.05$). Histomorphometrical comparisons were performed on 10 μ m thick undecalcified ground sections in the light microscope and Titanium-13Zirconium-6Niobium showed more mean bone-to-metal contact ratio than to other two titanium alloys but had no statistically significant differences were found among the three materials($P > 0.01$).