

2011년 2월
석사학위논문

성건의 상악골에 식립한 다양하게
표면처리된 임플란트의
안정성에 대한 비교 평가

조선대학교 대학원

치 의 학 과

임 재 형

2011년

2월

석사학위논문

성건의 상악골에 식립한 다양하게 표면처리된 임플란트의 안정성에 대한 비교 평가

임재형

성견의 상악골에 식립한 다양하게
표면처리된 임플란트의
안정성에 대한 비교 평가

A comparative study of stability after
installation of 2 different surface types of
implants in maxilla of dogs

2011년 2월 25일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

임 재 형

성견의 상악골에 식립한 다양하게
표면처리된 임프란트의
안정성에 대한 비교 평가

지도교수 김 춘 성

이 논문을 치의학 석사학위신청 논문으로 제출함.

2010년 10월

조선대학교 대학원

치 의 학 과

임 재 형

임재형의 석사학위 논문을 인준함.

위원장 조선대학교 교수 임성철 인

위원 조선대학교 교수 김수관 인

위원 조선대학교 조교수 김춘성 인

2010년 11월 24일

조선대학교 대학원

목 차

I. 서 론	1
II. 재료 및 방법	4
III. 결 과	7
IV. 고 찰	9
V. 결 론	12
References	13

표 목 차

Table 1. Experimental design	4
Table 2. The assessment of stability at initial, 6 & 12 weeks(mean values)	7
Table 3. The histomorphometric evaluation of each groups	8

도 목 차

Figure 1. The light microscopic photographs of bone-implant contact (BIC) of RBM(upper) and SLA(lower) surface fixtures at 6 weeks. The BIC of SLA surface group was lower than RBM surface group(Lt: x12.5, Rt.: x40) 20

Figure 2. The light microscopic photographs of bone-implant contact (BIC) of RBM(upper) and SLA(lower) surface fixtures at 12 weeks. The BIC of SLA surface group was higher than RBM surface group(Lt: x12.5, Rt.: x40). 21

Abstract

A comparative study of stability after installation of 2 different surface types of implants in maxilla of dogs

Jae-Hyung Im

Advisor : Prof. Kim, Chun-Sung, Ph.D.

Department of Dentistry,

Graduate School of Chosun University

Purpose: This study was performed to investigate the histologic and histomorphometric findings of 2 different types of implant surface after installation in the posterior region of maxilla in dogs.

Materials and Methods: Before placing implants, all molar teeth of dogs were extracted under general anesthesia. After 1 month, RBM (resorbable blasting media) and SLA (sandblasted with larger grit and acid etched) surface implants (24 fixtures in each group) were installed under general anesthesia. The initial stability was measured using Periotest® (PTV; periotest value). After 6 or 12 weeks, PTV was measured again, and fixtures with surrounding bone tissue were harvested for histologic and histomorphometric analysis.

Results: The average initial stability of SLA surface group

(-1.71 ± 2.9) was higher than that of RBM surface group (-1.25 ± 3.21), but there was no significant difference between 2 groups. The PTV were much increased at 6 and 12 weeks compared to initial, and the mean PTV of RBM surface was higher than SLA surface at 12 weeks between 2 groups. In histomorphometric analysis, the average bone-implant contact of SLA and RBM surface group were $67.6\% \pm 16.0$ at 6 weeks, $82.7\% \pm 8.6$ at 12 week in SLA surface groups, and $69.9\% \pm 17.6$ at 6 weeks, $78.3\% \pm 9.2$ at 12 weeks in RBM surface group, respectively.

Conclusion: Taken together, SLA and RBM surface implants were demonstrated good stabilities and good healing processes of surrounding bone in the maxillary posterior region, therefore the 2 domestic implants could be seen predictable results clinically after installation.

I. 서 론

Branemark 등¹⁾에 의해서 소개된 골유착은 골조직과 임프란트 계면 사이에 연조직의 개입없이 성숙된 골조직에 의한 결합으로 정의되었으며, 최근에는 임상적으로 거부반응 없이 기능을 수행하는 생체적합적 개념으로도 정의되고 있다.²⁻⁶⁾ 그들은 성견의 악골에 실린더 형태의 나사모양 임프란트를 식립하여 골유착에 영향을 주는 요소를 연구하였는데, 기계적 혹은 화학적 불활성 여부, 청결성, 골내 매복 깊이, 비외상적인 시술, 술후 창상의 일차 유합 등이 골유착에 영향을 미친다고 하였다. 그리고 Albrektsson 등⁷⁾은 실린더 형태의 임프란트를 식립한 후 현미경 관찰을 통해 골유착 양상을 관찰한 결과, 골유착을 위해 적어도 3-4 개월의 치유기간이 필요하다고 하였다.

최근 골유착을 전자현미경적으로 연구하면서 광학현미경에서 골과 임프란트가 직접 접촉하는 것처럼 보여도 실제로는 그 사이에 무정형 구조물의 층이 관찰되었다고 하였다. 임프란트의 표면특성은 임프란트 식립 부위의 창상 치유에 영향을 미치고 결과적으로 골유착에 중요한 요소 중 하나로 작용을 하며 거친 표면의 임프란트에서 더 빠른 골 성장과 우수한 물리적 접착이 관찰되었다고 하였다.^{7,8)} 임프란트의 거친 표면이 주변 조직에 미치는 영향에 대한 많은 연구가 진행되어 왔는데, 골모 세포가 거친 표면의 임프란트에 더 잘 부착되고 부착된 세포의 성숙과 분화에도 영향을 주며, 골-임프란트 계면에서 골의 미성숙 세포의 기질에 영향을 미치는 대식세포도 거친 면에 친화성을 보이는 것으로 알려져 있다.^{9,10)} 더 나아가 골조직의 무기질 침착과 골세포 성숙의 지표인 염기성 인산분해효소(alkaline phosphatase; ALP)의 활성도 거친 면에서 활발하다고 하였고,¹¹⁻¹⁴⁾ 다른 연구에 의하면 임프란트 표면 거칠기는 흡윤성에 영향을 미쳐 표면에 침착하여 세포 부착에 중요한 역할을 하는 단백질의 형태와 구조에 영향을 준다고 하였다.¹⁵⁾ 이런 효과는 조직학적 및 생역학적 연구에서 거친 표면의 임프란트가 기계 연마면 임프란

트 보다 더 큰 골-임프란트 접촉율과 회전제거력을 보였다는 사실을 지지한다.¹⁶⁻¹⁸⁾

임프란트 표면을 거칠게 하여 골-임프란트의 접촉면적을 증가시키기 위한 표면 처리 방법으로는 수산화인회석 피복(hydroxyapatite coating)^{19,20)} 산부식(acid etching)²¹⁾, 입자분사(blasting)^{22,23)}, 입자분사 후 산부식(sandblasted with larger grit and acid etched; SLA)^{24,25)} 등이 있다. 이 중 입자 분사 방식은 입자 크기를 다르게 하여 표면 거칠기를 조절할 수 있지만 분사된 입자가 잔존하는 단점이 있기에 흡수되는 입자를 분사한 것이 RBM(resorbable blasting media)이다.²²⁾

SLA 표면처리방식은 산화알루미늄(Al_2O_3) 또는 산화티타늄(TiO_2)으로 일차 분사한 후 이차적으로 염산과 황산(HCl/ H_2SO_4) 등을 이용하여 표면을 거칠게 하는 방법이다.²⁵⁾ Buser 등²⁶⁾은 화학적 산처리만 시행한 것에 비하여 SLA 처리한 임프란트가 제거회전력(removal torque)이 유의하게 높았으며, 다른 형태에 비하여 더 빠른 골유착이 나타났다고 보고하였다.

임프란트의 안정성은 피질골과 치유과정 중 주변골의 재개조에 의해 얻어진다. 피질골에 의한 것은 초기 안정성을 나타내고 주변골의 재개조에 의한 이차적 안정성 골유착을 나타내는데 이 두 시기의 안정성은 보철 시기의 판단 기준이 될 수 있다.²⁷⁾ 임프란트 안정성은 측정 장비와 방사선학적 검사를 이용하여 평가할 수 있는데,²⁸⁾ 방사선학적인 평가는 해상도에 한계가 있고 골 탈회가 30% 이상 진행되지 않으면 병변을 판단하기 어려우며, BIC와 방사선학적 측정치의 상관관계가 낮다고 보고되기도 하여 안정성과 골유합을 평가하기에 한계가 있다.^{29,30)} 이런 한계를 극복하기 위해 Periotest® (Siemens AG, Bensheim, Germany)가 고안되어 사용되었는데, periotest value(PTV)는 측정 방향과 위치의 영향을 받는 것으로 나타났다.³⁰⁾ 또 다른 방법으로 임프란트에 변환기를 연결하고 공진주파수를 측정하여 안정성을 분석(resonance frequency analysis, RFA)하는 방법이 제시되었고 그를 이용한 것이 Osstell®(Osstell AB, Göteborg, Sweden)로 측정값은

1~100까지의 Implant Stability Quotient(ISQ) 값으로 표시되며, 골유착의 평가에 유용하다고 하였다.²⁸⁻³¹⁾

본 연구에서는 성견의 상악 구치부에 RBM과 SLA 방식으로 표면 처리한 임플란트를 식립하고, 식립 직후, 6주 및 12주 후 안정성을 Periotest®를 이용하여 측정하였다. 그리고, 조직형태계측학적 분석을 시행하여 SLA와 RBM 방식으로 표면 처리한 임플란트의 안정성과 골유착 정도를 비교 평가하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 동물 및 재료

생후 6개월이고 체중이 10kg 정도인 잡종 성견 6마리를 실험에 이용하였다. 구입한 동물은 모두 동일한 환경에서 사육되었다. 실험군은 SLA 표면처리(주) 덴티움, 서울, 한국, 규격: 3.4 x 8mm)와 RBM 표면 처리(주) 덴티스, 대구, 한국, 규격: 3.7 x 8mm)의 2군으로 나뉘어 시행하였고 성견 상악 구치부에 각 군당 24개의 임플란트를 식립하였다. 각 군은 6주, 12주의 치유 기간을 부여하였고 12주 후에 동물을 희생시켰다(Table 1).

Table 1. Experimental design

	SLA surface		RBM surface	
Healing periods	6 week	12 week	6 week	12 week
Number of fixtures	12	12	12	12

2. 실험 방법

1) 수술 방법

식립 공간을 준비하기 위한 발치 전 Zoletil® 50(Virbac S.A., Carros, France)과 2% 럼폰 주사액(바이엘코리아주, 한국)을 1:1로 섞은 용액을 0.2mL/kg의 용량으로 근주하여 전신 마취를 유도한 후 1:100,000 에피네프린을 함유한 2% 염산리도카인(유한양행, 한국)으로 시술부위의 국소 마취 하에 상악 구치부의 발거를 시행하고 건전한 식립 조건을 위해 1개월의 치유 기간을 부여하였다. 임플란트 식립 전 상기와 동일한 방법으로 마취 유도제

를 근주하여 전신마취 후 포타딘액으로 구강내 소독을 시행하고 피관을 거상하여 상악 구치부에 임프란트를 식립하였다. 식립 후 덮개 나사를 잠그고 4-0 견사를 이용하여 일차 봉합을 시행하였다. 술후 창상의 감염 방지를 위해 겐타마이신(대성 미생물 연구소, 한국)을 0.1mg/Kg의 용량으로 5일간 근주하였다.

2) 임프란트의 평가 항목

임프란트 식립 직후 및 6주와 12주의 치유기간을 부여한 후 Periotest®를 이용하여 안정성을 평가하였다.

3) 조직학적 및 조직형태계측학적 분석을 위한 표본 제작

임프란트 식립 후 6주와 12주의 치유 기간을 부여한 후 임프란트 주변 골치유를 평가하기 위해 조직학적 및 조직형태 계측학적 분석을 시행하였다. 임프란트 표본을 주변골과 함께 채득하여 즉시 10% 포르말린 용액에 넣어 고정하였다. 이후 70%의 알코올에 6일간 담궈 다시 고정한 후 24시간 동안 상온의 흐르는 물에서 세정하였다. 탈수를 위해 알코올로 세척한 다음 glycomethacrylate 레진(spur low-viscosity embedding media, Polyscience, PPA, USA)에 포매하여 시편을 제작하였다. 이 시편은 임프란트 장축 방향으로 약 200 μ m 두께로 박절한 후 30 μ m 두께로 연마하여 표본을 제작하여 조직형태계측학적 분석을 위해 Villanueva osteochrome 골염색(San Clemente, CA, USA)을 시행한 후 광학현미경(Olympus BX51, Tokyo, Japan)을 이용하여 골-임프란트 접촉율(BIC; bone-implant contact)을 분석하였다. 골-임프란트 접촉율은 Sennerby 등³²⁾이 사용한 방법을 따라 골이 접촉되어 있는 길이/전체 길이 x 100 (%)을 이용하여 구하였다.

4) 통계학적 분석

본 연구에서 측정된 RBM과 SLA 표면 처리한 임프란트의 PTV와 콜-임프란트 접착율의 통계적 분석을 위하여 SPSS v.16(SPSS, Chicago, IL, USA)을 이용하였다. 유의성 분석을 위하여는 t-test($p < 0.05$)를 시행하였고, 상관 관계 분석을 위하여 Pearson 상관계수를 구하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 안정성 평가(Table 2)

1) 식립 시 Periotest value

SLA 표면처리 군의 PTV는 -1.71 ± 2.91 로 나타났고, RBM 표면처리 군의 PTV는 -1.25 ± 3.21 로 나타났다. 초기 안정성은 SLA 표면처리 군이 더 높았지만 유의한 차이는 보이지 않았다($p > 0.05$).

2) 6주 경과 시 Periotest value

SLA 표면처리 군의 PTV는 -3.83 ± 2.55 였고, RBM 표면처리 군의 PTV는 -4.52 ± 1.41 로 나타났다. RBM 표면처리 군이 SLA 표면처리 군보다 더 높은 안정성을 보여주었지만 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$).

3) 12주 경과 시 Periotest value

SLA 표면처리 군의 PTV는 -3.73 ± 1.01 , RBM 표면처리 군의 PTV는 -4.50 ± 0.71 로 나타났다. RBM 표면처리 군이 SLA 표면처리 군보다 더 높은 안정성을 보여주었으며, 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$).

Table 2. The assessment of stability at initial, 6 & 12 weeks(mean values)

	SLA surface			RBM surface		
	Initial	6 weeks	12 weeks	Initial	6 weeks	12 weeks
PTV	-1.71 (± 2.91)	-3.83 (± 2.55)	-3.73 (± 1.01)	-1.25 (± 3.21)	-4.52 (± 1.41)	-4.50 [†] (± 0.71)

[†] At 12 weeks, RBM surface group $>$ SLA surface ($p < 0.05$).

2. 조직학적, 조직형태측학적 평가

골-임프란트 접촉율(BIC)은 SLA 표면처리 군의 평균 BIC는 6주에서는 67.6%, 12주에서는 82.7%로 나타났으며, 12주에서 통계학적으로 유의한 증가를 보였다. 그리고, RBM 표면처리 군의 평균 BIC는 6주와 12주에 각각 69.9%와 78.3%를 보여 12주에 더 증가하였으나 유의한 차이는 없었다 (Figure 1, 2). 6주의 표본에서 관찰한 결과 RBM 표면처리 군이 SLA 표면처리 군보다 더 높은 BIC가 보였고, 12주의 표본에서는 SLA 표면처리 군이 RBM 표면처리 군보다 더 높은 BIC를 보여주고 있었으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다 (Table 3).

Table 3. The histomorphometric evaluation of each groups

	SLA surface		RBM surface	
	6 week	12 week	6 week	12 week
BIC	67.6 ± 16.0	82.7 ± 8.6 [†]	69.9 ± 17.6	78.3 ± 9.2

[†] BIC of SLA surface, 12 weeks > 6 weeks ($p < 0.05$).

IV. 고 찰

임프란트가 임상에 널리 이용되면서 성공율과 생존율을 높이고 치유 기간을 단축시키기 위하여 수술 방법의 개선, 더 좋은 골이식재의 개발, 임프란트 디자인의 개선 및 표면처리 기술 개발을 위해 지속적인 노력이 진행 중이다. 그리고 기계 연마면에 비해 거친 표면에서 골 치유가 더 유리하다는 것은 여러 연구에서 입증되었다.^{3,19-24)} 임프란트의 표면을 거칠게 하면 증가된 표면적으로 인해 골접촉 면적을 높일 수 있고³⁾, 거친 표면이 조골세포의 부착, 증식 및 분화에 미치는 긍정적 영향으로 BIC가 향상된다고 하였다.^{9,16-18)} 이 주장은 Mustafa 등³³⁾이 시행한 연구에서 입증되었는데, 기계 연마면과 산화티타늄을 분사 처리한 거친 면의 티타늄 디스크를 비교한 결과 거친 면에서 오스테오칼신의 양이 증가하여 골유착을 빠르게 유도하는 것을 보고하였다. 본 연구에서는 SLA 표면처리 임프란트는 Implantium[®](주)덴티움, 서울, 한국)를, RBM 표면처리 임프란트는 s-Clean tapered((주) 덴티스, 대구, 한국)를 식립하였다. Implantium[®]은 순수 티타늄으로 만들어진 것으로 2002년에 출시되었고, s-Clean tapered는 2009년에 출시된 제품으로 순수 티타늄 표면에 인산칼슘입자를 분사하여 표면 거칠기가 1.5~1.8 μm 인 것이 특징이다.

임프란트의 초기 안정성은 골유착을 이루기 위한 필수 조건이며, 술자의 기술, 골질, 임프란트의 형태 및 표면 처리방법 등의 영향을 받는다.⁴⁾ 그리고 식립된 임프란트는 주변 골의 치유 과정을 거치면서 골유착을 이루게 되는데, 이의 평가를 통하여 보철 치료 시기를 예측할 수 있으며, 이러한 골유착은 점진적인 무기물 침착이 임프란트 표면에서 시작되는 것이 아니라 기존 골조직에서 임프란트 면을 향하여 일어나며 골형성도 기존 골조직에서 임프란트 면으로 활발하게 일어나는 것으로 나타났다.³⁴⁾ 또한, 악골내 위치에 따른 골질 분포에 대한 연구를 보면, 상악에는 D1골이 거의 없고 상악 구치부

의 약 40% 이상이 D4인 것으로 나타났으므로, 이 부위에 임프란트를 식립할 때는 골유착을 위해 더 오랜 기간을 부여해야 하다고 하였다.^{35,36)}

본 연구의 초기 안정성은 Periotest[®] 측정시 오류를 줄이기 위하여 여러 번 측정하였는데, SLA와 RBM 표면처리 군 모두 양호한 초기 안정성을 보여주고 있었고, 식립 후 6주와 12주에 평가한 안정성은 초기 안정성에 비해 뚜렷하게 증가한 것을 볼 수 있었으나 6주와 12주의 두 기간 사이에는 증가하지는 않았다. 그리고 SLA 표면처리 군보다 RBM 표면처리 군이 더 높은 안정성을 보이는 것으로 나타났는데 12주의 PTV에서만 유의한 차이를 나타냈다(Table 2). 또한, 조직형태계측학적 평가에서는 두 군 모두 6주보다 12주에서 더 증가한 골-임프란트 접촉율을 보여주었다(Table 3).

임프란트의 안정성 값과 조직형태계측학적 분석값 사이에서는 상관관계를 찾을 수 없었다. 이는 Rasmusson 등이 시행한 연구 결과와 유사한데, 이들은 임프란트 식립시 나사산 4-5개 정도가 노출되도록 하고 유도골재생술식을 한 군과 시행하지 않은 군의 안정성을 비교한 결과 차이가 없었으며, 그 원인으로는 피질골에 의한 충분한 안정성과 재생된 골의 불충분한 성숙도를 생각할 수 있다고 하였다.³⁷⁾ 이 사실에 근거하였을 때, 본 연구에서도 피질골에 의해 임프란트가 충분히 유지되었고, 임프란트 주변 해면골에서는 임프란트 표면을 향하여 골이 자라들어와 접촉이 되었지만 신생골이 덜 성숙된 상태여서 나타난 현상으로 생각할 수 있다. 하지만 본 실험의 표본에서는 조직형태계측학적 분석시 피질골 부위와 해면골 부위를 구분하지 않았고, 조직학적 소견에서 교직골과 층판골을 구분하여 분석하지 않았으므로 이를 확인할 수는 없었다. 또 다른 원인으로는 골과 임프란트 사이의 실제로 접촉이 일어나지 않은 경우인데, 이 역시 표본 제작시 발생한 오류가 있었고 광학현미경에서 관찰한 소견이기 때문에 명확히 확인할 수 없었다. 따라서 임프란트 식립 후 안정성과 조직형태계측학적 소견 사이의 상관성을 분석하기 위하여는 추가 연구가 필요하리라고 사료된다.

예전부터 보고된 여러 연구에 의하면,^{3,38-41)} 동일한 조건에서 기계연마면

임프란트에 비해 SLA나 RBM 표면처리한 임프란트에서 더 많은 골모세포와 더 우수한 골-임프란트 접촉을 보여주었다는 것을 알 수 있었고 그 이유는 앞에서 이미 언급하였다. 이런 사실에 근거하였을 때 본 실험 조건하에서도 동일한 경향이 나타날 것으로 예측되어 대조군으로써 기계연마면 임프란트를 식립하지 않았다.

본 연구에서 사용한 제품은 모두 순수 티타늄(grade 4)으로 제조되었는데, 임프란트 식립 후 주변 골 치유 과정에서 티타늄 금속의 성분이 미치는 영향에 대하여 조사한 결과, 순수 티타늄 임프란트가 합금 임프란트보다 더 큰 골-임프란트 접촉율과 회전 제거력을 보여 더 강하게 골과 결합한다고 하였다.^{42,43)} 이와 관련한 금속 이온의 유리에 관한 연구 결과, 합금에서 유리된 금속이온은 세포를 손상시키고, 성숙한 조골세포로의 분화와 임프란트면에 골침착을 방해하기 때문에 순수 티타늄 임프란트가 티타늄 합금 임프란트보다 더 좋은 골유착을 나타낸다고 하였다.⁴⁴⁻⁴⁸⁾

V. 결 론

본 연구에서 성견 상악 구치부에 RBM과 SLA 표면 처리한 국산 임프란트를 식립하여 얻은 결과는 다음과 같다.

1. 안정성 평가 결과, 초기안정성에 비해 6주와 12주에 측정된 안정성이 뚜렷하게 증가하였고, 12주에서 RBM 표면처리군이 SLA 표면처리군에 비해 유의하게 높게 나타났다.
2. SLA 표면처리군의 골-임프란트 접촉률은 6주에 비해 12주에서 유의하게 증가하였다.

상기 결과로 미루어 볼 때, 국산 SLA 표면처리와 RBM 표면처리는 초기 안정성 및 치유과정 중 주변 골조직 치유 과정에서 모두 양호한 결과를 나타냈고, 이들간 차이는 없는 것으로 나타났다. 그리고 임프란트 안정성과 조직형태계측학적 소견 사이에는 상관관계가 나타나지 않아 이를 확인하기 위하여는 추가 연구가 필요하리라고 사료된다.

References

1. Branemark PI, Breine U, Adell R, Hansson BO, Lindstrom J, Ohlsson A : Intraosseous anchorage of dental protheses. I. Experimental studies. *Scan J Plast Reconstr Surg* 1969;3(2):81-100.
2. Albrektsson T, Branemark PI, Hasson HA, Kasemo B, Larsson K, Ljunstrom I, Mcqueen DH, Skalak R : The interface zone of inorganic implants in vivo: Titanium implants in bone. *Ann Biomed Eng* 1983;11:1-27
3. Buser D, Schenk RK, Steinemann S, Fiorellini JP, Fox CH, Stich H : Influence of surface characteristics on bone integration of titanium implants. A histomorphometric study in miniature pigs. *J Biomed Mater Res* 1991;25(7):889-902
4. Carlson L, Rostlund T, Albrektsson B, Albrektsson T : Implant fixation improved by close fit. *Acta Orthop Scand* 1988;59:272-275
5. 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
6. Ericsson I, Johansson CB, Bystedt H, Norton MR : A histomorphometric evaluation of bone-to-implant contact on machine-prepared and roughened titanium dental implants. *Clin Oral Implants Res* 1994;55:202-220
7. Albrektsson T, Branemark PI, Hansson HA, Lindstrom J. : Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man. *Acta*

Ortho Scand 1981;52:155-170

8. Predecki P, Auslaender BA, Stephan JE, Mooney VL, Stanitske C : Attachment of bone to threaded implants by ingrowth and mechanical interlocking. J Biomed Mater Res 1972;6:401-412.
9. Bowers KT, Keller JC, Randolph BA, Wick DG, Michaels CM: Optimization of surface micromorphology for enhanced osteoblast responses in vitro. Int J Oral Maxillofac Implants 1992;7:302-310
10. Rich A, Harris AK : Anomalous preferences of cultured macrophages for hydrophobic and roughened substrata. J Cell Sci 1981;50:1-7
11. Martin JY, Schwartz Z, Hummert TW, Schraub DM, Simpson J, Lankford J, Deam DD, Cochran DL, Boyan BD: Effect of titanium surface roughness on proliferation, differentiation, and protein synthesis of human osteoblast-like cells(MG63). J Biomed Mater Res 1995;29:389-401
12. Dean Braber ET, De Ruijter Je, Smits HTJ, Ginesed LA, Von Recum AF, Jansen FA : Effect of parallel surface microgrooves and surface energy on cell growth. J Biomed Mater Res 1995;29:511-518
13. Thomas KA, Cook SD : An evaluation of variables influencing implant fixation by direct bone apposition. J Biomed Mater Res 1985;19:875-901
14. Schwartz Z, Martin JY, Dean DD, Simpson J, Cochran DL, Boyan BD : Effect of titanium surface roughness on chondrocyte proliferation, matrix production and

- differentiation depends on the state of cell maturation. *J Biomed Mater Res* 1996;30:145-155
15. Trisi P, Rao W, Rebaudi A : A histometric comparison of smooth and rough titanium implants in human low-density jawbone. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14:689-698
 16. Wennerberg A, Albrektsson T, Lausmaa J : Torque and histomorphometric evaluation of c.p. titanium screws blasted with 25 and 75 μ m-sized particles of Al₂O₃. *J Biomed Mater Res* 1996;30:251-260
 17. Wennerberg A, Albrektsson T, Andersson B, Krol JJ : A histomorphometric and removal torque study of screw-shaped titanium implants with three different surface topographies. *Clin Oral Impl Res* 1995;6:24-30
 18. Wennerberg A, Ektessabi A, Albrektsson T, Johansson C, Andersson B : A 1-year follow-up of implants of differing surface roughness placed in rabbit bone. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:486-494
 19. Cook SD, Kay JF, Thomas KA, Jarcho M : Interface mechanics and histology of titanium and hydroxyapatite-coated titanium for dental implant applications. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1987;2:15-22.
 20. Block MS, Kent JN, Kay JF : Evaluation of hydroxyapatite-coated titanium dental implants in dogs. *J Oral Maxillofac Surg* 1987;45:601-607.
 21. Trisi P, Lazzara R, Rao W, Rebaudi A : Bone-implant contact and bone quality: Evaluation of expected and actual bone contact on machined and osseointegrated implant surfaces. *Int*

- J Periodontics Restorative Dent 2002;22:535-545.
22. Piattelli M, Scarano A, Paolantonio M, Iezzi G, Petrone G, Piattelli A : Bone response to machined and resorbable blast material titanium implants: An experimental study in rabbits. J Oral Implantol 2002;28:2-8.
 23. Sanz A, Oyarzun A, Farias D, Diaz I : Experimental study of bone response to a new surface treatment of endosseous titanium implants. Implant Dent 2001;10:126-131.
 24. Cochran DL, Buser D, Bruggenkate CM, Weingart D, Taylor TM, Bernard JP, Peters F, Simpson JP : The use of reduced healing times on ITI implants with a sandblasted and acid-etched (SLA) surface: early results from clinical trials on ITI SLA implants. Clin Oral Implants Res 2002;13(2):144-153.
 25. Branemark PI: Osseointegration and its experimental background. J Prosthet Dent 1983;50:399-410.
 26. Buser D, Nydegger T, Hirt HP, Cochran DL, Nolte LP : Removal torque values of titanium implants in the maxilla of miniature pigs. Int J Oral Maxillofac Implants 1998;12:611-619.
 27. Atsumi M, Park SH, Wang HL : Methods used to assess implant stability: current status. Int J Oral Maxillofac Implants 2007;22:743-754.
 28. Meredith N : Assessment of implant stability as a prognostic determinant. Int J Prosthodont 1998;11(5):491-501.
 29. Sykaras N, Triplett RG, Nunn ME, Iacopino AM, Opperman LA : Effect of recombinant human bone morphogenetic protein-2 on bone regeneration and osseointegration of dental implants. Clin Oral Implants Res 2001;12:339-349.

30. Oh JH, Chang MT : Comparison of initial implant stability measured by resonance frequency analysis between different implant systems. *J Kor Acad Periodontol* 2008;38(3):529-534.
31. Meredith N, Alleyne D, Cawley P : Quantitative determination of the stability of the implant-tissue interface using resonance frequency analysis. *Clin Oral Implants Res* 1996;7:261-267.
32. Sennerby L, Thomsen P, Eriksson L : A morphometric and biomechanical comparison of titanium implants inserted in rabbit cortical and cancellous bone. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7:62-71
33. Mustafa K, Wennerberg A, Wroblewski J, Hultenby K, Lopez BS, Arvidson K : Determining optimal surface roughness of TiO₂ blasted titanium implant material for attachment, proliferation and differentiation of cells derived from human mandibular alveolar bone. *Clin Oral Impl Res* 2001;12: 515-525.
34. Linder L, Obrant K, Bovin G : Osseointegration of metallic implants II. Transmission electron microscopy in the rabbit. *Acta Orthop Scand* 1989;60:135-139
35. Truhlar RS, Orenstein M, Morris HF, Ochi S : Distribution of bone quality in patients receiving endosseous dental implants. *J Oral Maxillofac Surg.* 55(suppl 5):38-45 1997
36. Lekholm U, Zarb GA : Patient selection and preparation. In: Branemark PI, Zarb GA, Albreksson T. eds. *Tissue-integrated prostheses: osseointegration in clinical dentistry.* Chicago: Quintessence publishing. 1985

37. Rasmusson L, Kahnberg KE, Tan A : Effects of implant design and surface on bone regeneration and implant stability: an experimental study in the dog mandible. Clin Implant Dent Relat Res 2001;3(1):2-8
38. Hayakawa T, Yoshinari M, Nemoto K, Wolke JG, Jansen JA : Effect of surface roughness and calcium phosphate coating on the implant/bone response. Clin Oral Impl Res 2000;11:296-304.
39. Abrahamsson I, Berglundh T, Linder E, Lang NP, Lindhe J : Early bone formation adjacent to rough and turned endosseous implant surfaces. An experimental study in dog. Clin Oral Impl Res 2004;15:381-392
40. Song KH, Kim IK, Jang KS, Kim KN, Choi JU : Histomorphometric study of dental implants with RBM and SLA surface in the rabbit tibia. J Kor Oral Maxillofac Surg 2006;32:514-523
41. Hong WS, Kim TH, Ryu SH, Kook MS, Park HJ, Oh HK : Comparative study of osseointegration of 4 different surfaced implants in the tibia of dogs. J Kor Oral Maxillofac Surg 2005;31:46-54
42. Han CH, Johansson CB, Wennerberg A, Albrektsson T : Quantitative and qualitative investigations of surface enlarged titanium alloy implants. Clin Oral Implants Res 1998;9:1-10
43. Johansson C, Han C H, Wennerberg A, Albrektsson T : A quantitative comparison of machined commercially pure titanium and titanium-aluminum-vanadium implants in rabbit

- bone. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13(3):315-321.
44. Johansson CB, Albrektsson T, Thomsen P, Sennerby L, Lodding A, Odellius H : Tissue reactions to titanium-6aluminum-4vanadium alloy : *Eur J Exp Musculoskel Res* 1992;1:161-169
45. Ektessabi AM, Otsuka T, Tsuboi Y, Yokoyama K, Albrektsson T, Sennerby L, Johansson C : Application of micro beam pxe to detection of titanium ion release from dental and orthopaedic implants. *Int J PIXE* 1994;4:81-91.
46. Evans EJ : Cell damage in vitro following direct contact with fine particles of titanium, titanium alloy and cobalt-chrome-molybdenum alloy. *Biomaterials* 1994;15:713-717
47. Puleo DA, Huh WW : Acute toxicity of metal ions in cultures of osteogenic cells derived from bone marrow stromal cells. *J Applied Biomaterials* 1995;6:109-116
48. Thompson GJ, Puleo DA : Ti-6Al-4V ion solution inhibition of osteogenic cell phenotype as a function of differentiation time course in vitro. *Biomaterials* 1996;17:1949-1954

사 진 부 도

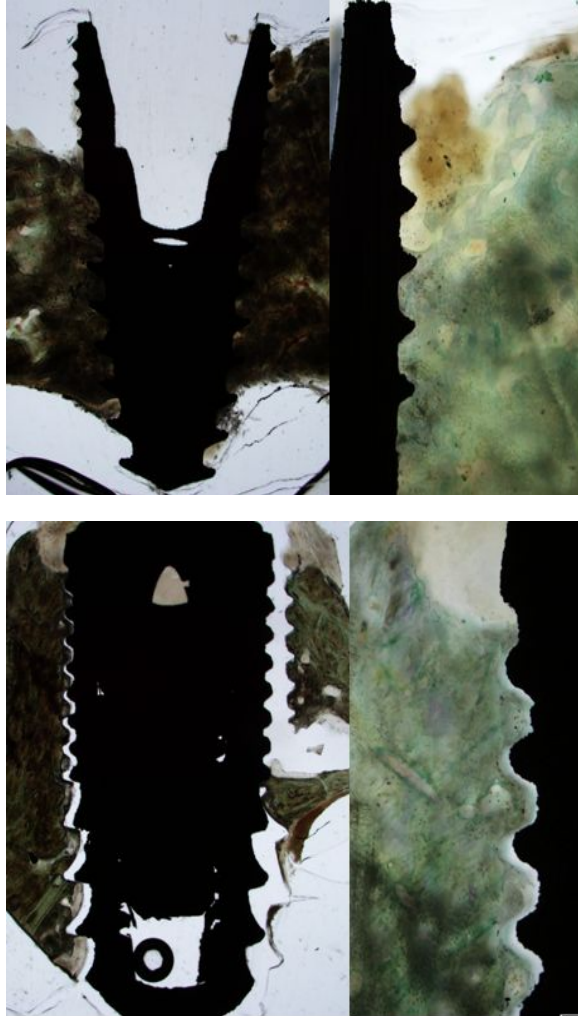


Figure 1. The light microscopic photographs of bone-implant contact (BIC) of RBM(upper) and SLA(lower) surface fixtures at 6 weeks. The BIC of SLA surface group was lower than RBM surface group(Lt: x12.5, Rt.: x40).

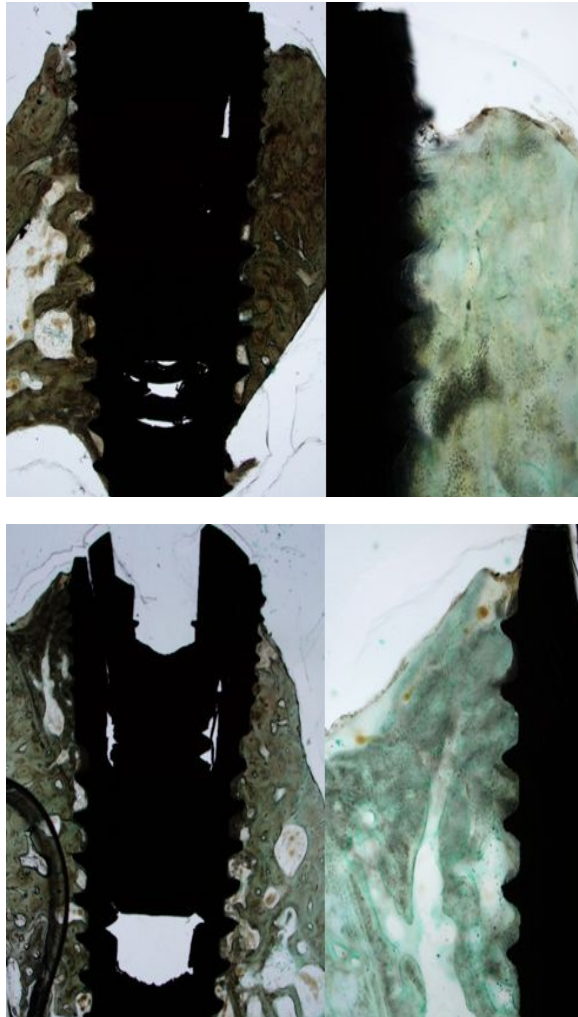


Figure 2. The light microscopic photographs of bone-implant contact (BIC) of RBM(upper) and SLA(lower) surface fixtures at 12 weeks. The BIC of SLA surface group was higher than RBM surface group(Lt: x12.5, Rt.: x40).

저작물 이용 허락서

학 과	치의학과	학 번	20087266	과 정	석사
성 명	한글: 임 재 형 한문: 任 裁 亨 영문: Im Jae-Hyung				
주 소	서울 강동구 성내 1동 518-11성지 빌라 202호				
연락처	011-9802-9353 , wideriver@naver.com				
논문제목	한글 : 성견의 상악골에 식립한 다양하게 표면처리된 임프란트의 안정성에 대한 비교 평가				
	영어 : A Comparative study of Stability after Installation of 2 different surface types of Implants in Maxilla of dogS				

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집·형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
3. 배포·전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사 표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 또는 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물의 이용허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음
7. 소속대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송·출력을 허락함.

동의여부 : 동의(○) 반대()

2011 년 2 월 일

저작자: 임 재 형 (서명 또는 인)

조선대학교 총장 귀하