

# AVANA 임플란트의 표면 거칠기에 관한 분석

대진의료재단 분당제생병원 치과 보철과  
장경수, 김동수

## ABSTRACT

### Surface roughness analysis of the AVANA dental implant

Dept. of Prosthodontics, Zesaeng Dental Hospital, Daejin University  
Jang, Kyung-Soo, D.D.S., M.D.S., Ph.D, Kim, Dong-Soo, D.D.S.

In order to investigate topographical characteristics of AVANA dental implant, Top Scan 3D system(Heidelberg Instruments, Heidelberg, Germany) was used. Top Scan 3D system is an optical instrument which employs a scanning laser spot and has depth discrimination property of confocal scanning microscopy.

Two- and three-dimensional topographical findings were obtained and comparatively analyzed on the basis of NobelBiocare dental implants. Following values displayed the roughness of the AVANA dental implant(mean  $\pm$  s.d).

1. Top : Sa 0.64  $\pm$  0.28 m, Scx : 12.04  $\pm$  2.06 m, Sdr : 14.57  $\pm$  10.58 %
2. Valley : Sa 0.47  $\pm$  0.16 m, Scx : 8.13  $\pm$  0.59 m, Sdr : 13.60  $\pm$  9.29 %
3. Flank : Sa 0.58  $\pm$  0.16 m, Scx : 9.02  $\pm$  0.70 m, Sdr : 14.04  $\pm$  6.70 %

In general, the implant used in this study showed good surface quality, however, there were some kind of defects as well. To get full understanding of surface characteristics of dental implant, it is necessary to investigate chemical, physical, and mechanical properties as a whole. So, further profound studies are needed and must be followed.

Key Words : AVANA, Top Scan 3D, topography

## 1. 서 론

오늘날 치의학 분야에서 국내외적으로 임플란트의 사용은 나날이 증가하고 있으며 이에 따라 국내에서도 자체적으로 이를 개발하려는 노력이 지속되고 있

다. 현재 전세계에서 사용되고 있는 임플란트의 종류는 이미 그 수를 일일이 헤아리기 어려울 정도로 많으며, 그 디자인 또한 다양하다. 국내에서 개발되는 임플란트가 사람에게 충분히 사용할 수 있어야 함은 물론이거니와, 나아가 국제적으로도 경쟁력을 갖추기

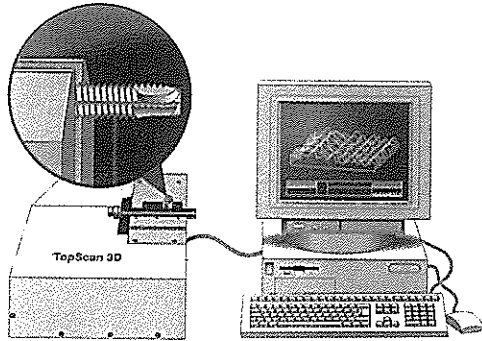


Fig. 1. Schematic drawing of Top Scan 3D system.

위해서는 여러 가지 요구조건<sup>1)</sup>을 충족시켜야 한다. 이를 위해서, 임플란트의 전체적 외형에 관한 설계, 재료의 개발 등과 아울러 임플란트의 미세 구조에 해당한다고 할 수 있는 표면 거칠기 및 그 정밀도에 관한 연구개발이 충분히 뒷받침되어야 한다고 본다.

임플란트 표면의 미세 거칠기는 식립된 골조직 내에서 각종 세포와 조직들의 부착에 결정적인 역할을 하며, 골유착을 위한 최적의 표면 거칠기는 1 $\mu$ m 내외의 수준인 것으로 알려져 있다.<sup>2)</sup>

현재 국산 임플란트로는 AVANA 임플란트가 비교적 많이 사용되고 있는 것으로 안다. 하지만, 아직까지 그 임상적 사용기간이 극히 짧고, 선진의 다른 임플란트에 비하여 충분한 기초적 연구가 미흡하다고 볼 수 있다. 임플란트를 치의학 분야에서 만병통치의 한 가지로 취급할 필요는 없으나, 비교적 그 오랜 수명을 하나의 특질로 삼고 있음을 간주할 때, 장기간의 사용이 성공의 한 기준임을 인식하는 것이 필요하다. 따라서, 모든 성공 관련 요소에 대한 철저한 분석이 필요하며, 본 연구는 이러한 차원에서 그 중 한 가지 요소인 임플란트 표면에 관한 분석을 시행한 것이다.

## II. 연구 재료 및 방법

국산 임플란트의 하나인 AVANA 타이타늄 임플

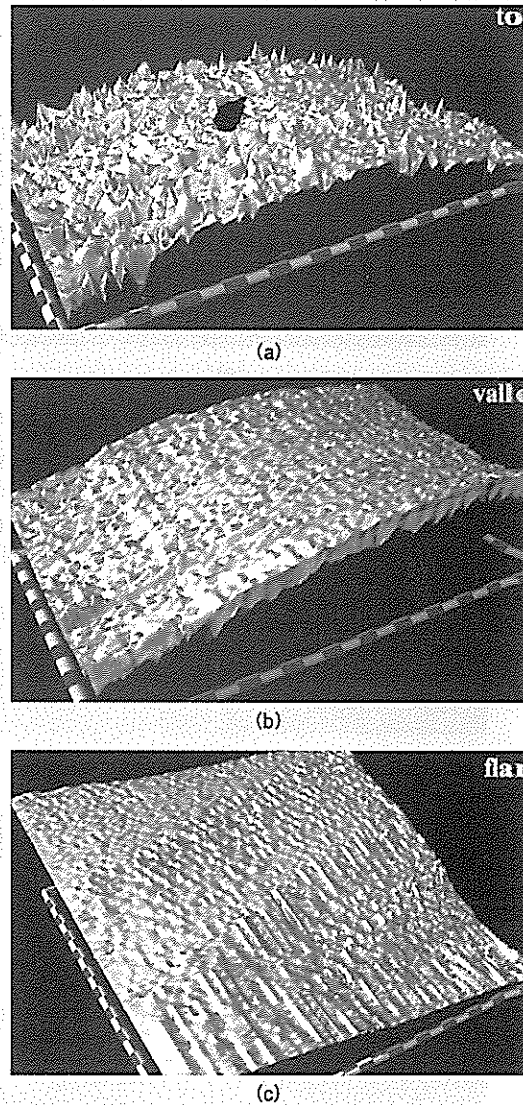


Fig. 2. Three dimensional surface topography of AVANA implant. (a) top, (b) valley, (c) flank.

란트(길이 : 10 mm, 직경 3.75 mm)에 관한 분석을 시행하였다. Top Scan 3D(Heidelberg Instruments, Heidelberg, Germany, Fig. 1.)를 사용하여 10개의 AVANA 임플란트 표면에 관한 분석을 시행하고, Brånemark 임플란트와도 비교하였다. 모든 임플란트는 멸균된 상태로 보관되어 있는 것을 표면이 오염되지 않도록 주의하면서 분석용 mount에 개봉 즉시 부착하였다.

임플란트의 나사선이 이루는 부위에 따라, 임플랜

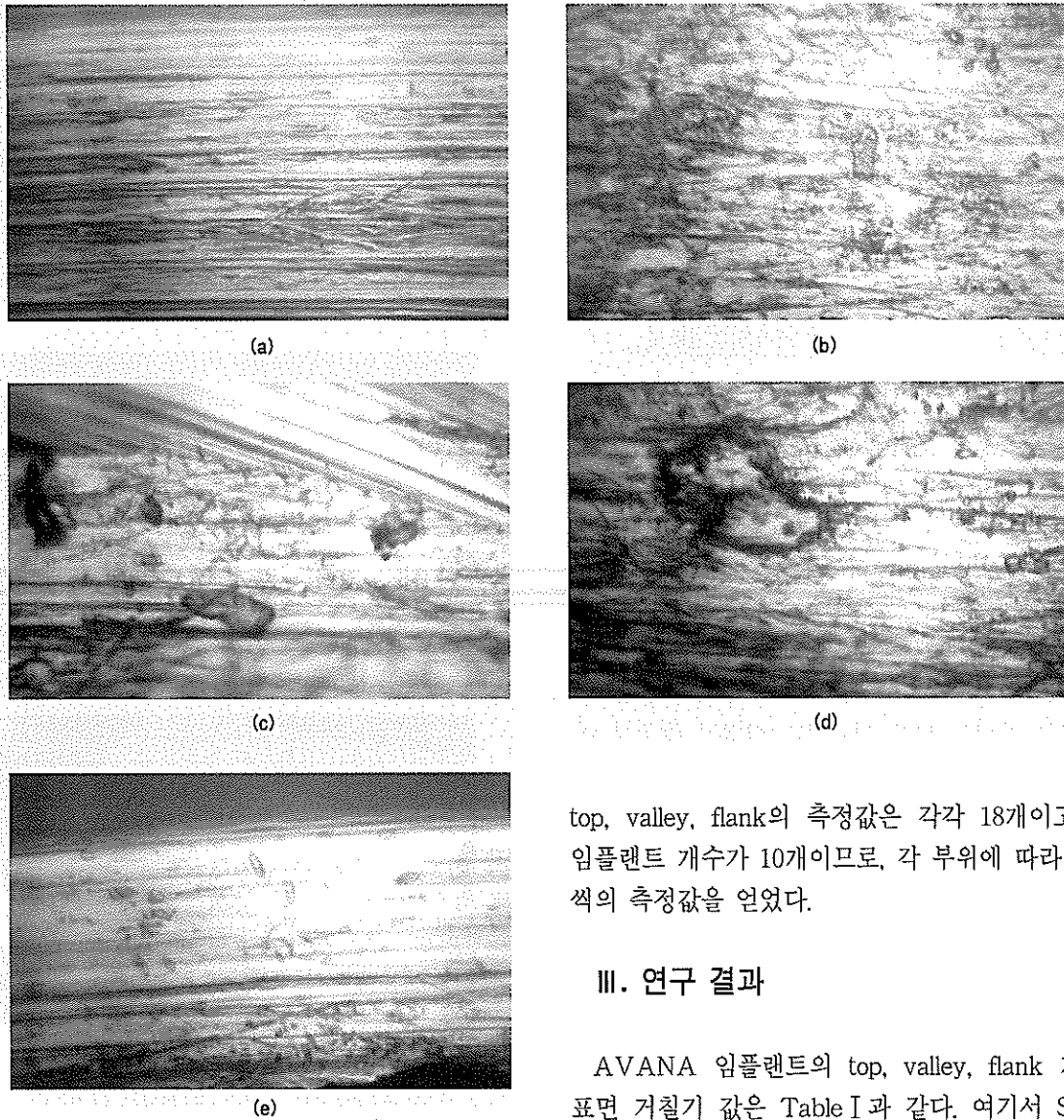


Fig. 3. Some examples of turned surface of AVANA implant. (a) typical top with good machining, (b) typical valley with good machining, (c) top having too rough, irregular surface, (d) valley showing irregularly machined surface, (e) top having too narrow width.

트의 중심으로부터 가장 먼 부분을 산(top)이라 하고, 가장 낮은 부분을 골(valley), 그리고 그 중간 부분을 flank라 한다. 하나의 임플란트에서 120° 씩, 세 방향을 따라 6개의 top, valley, flank를 측정할 수 있었으며, 따라서, 한 개의 임플란트에서 얻을 수 있는

top, valley, flank의 측정값은 각각 18개이고, 전체 임플란트 개수가 10개이므로, 각 부위에 따라 180 개 씩의 측정값을 얻었다.

### III. 연구 결과

AVANA 임플란트의 top, valley, flank 가 갖는 표면 거칠기 값은 Table I과 같다. 여기서 Sa는 일정 표본영역내의 평균평면으로부터 발생된 표면이탈 절대값의 산술평균, Scx는 평균 평면의 x축 방향에서 나타나는 측면 피크의 평균치, 그리고 Sdr은 전개된 표면적 대 표본영역의 비율을 나타내는 것으로서 물체의 표면 거칠기를 표시하는 몇 가지 방식 중의 하나이다. Fig. 2 는 AVANA 임플란트에서 측정된 top(a), valley(b), flank(c) 부분을 3차원으로 재형상화한 것이다.

Table II에는 측정한 Brånemark 임플란트의 표면 거칠기값을 비교하여 나타내었다. 각각의 경우에서

Table I. Roughness of AVANA implant surface(mean±standard deviation)

	Sa( $\mu\text{m}$ )	Scx( $\mu\text{m}$ )	Sdr(%)
top	0.64 ± 0.28	12.04 ± 2.06	14.57 ± 10.58
valley	0.47 ± 0.16	8.13 ± 0.59	13.60 ± 9.29
flank	0.58 ± 0.16	9.02 ± 0.70	14.04 ± 6.70

Sa : arithmetic mean deviation of the profile and the surface  
 Scx : average mean spacing of profile peaks at the mean plane  
 Sdr : ratio of the developed surface area

Table II. Roughness of Brånemark implant surface(mean±standard deviation)

	Sa( $\mu\text{m}$ )	Scx( $\mu\text{m}$ )	Sdr(%)
top	0.56 ± 0.24	10.82 ± 1.21	19.07 ± 10.08
valley	0.52 ± 0.16	8.02 ± 0.23	15.60 ± 7.20
flank	0.55 ± 0.04	8.09 ± 0.36	16.41 ± 4.67

t-test를 이용한 통계분석결과, 유의한 차이는 발견되지 않았다( $p < .01$ ). Fig. 3 에서는 AVANA 임플란트의 절삭면을 현미경으로 확대하여 본 것인 바, 대체로 양호한 절삭면을 보였다. 그러나, 그 중에서는 부분적으로 불량한 소견도 나타나는 것을 확인하였다. Fig. 3 의 (a), (b)는 비교적 잘 절삭된 예이고, (c), (d), (e)는 그렇지 않은 예로서, 지나치게 거칠게 절삭되어 생긴 홈(c), 또는 균데균데 불규칙적인 면(d)이 나타나는 것을 발견할 수 있었다. 또한, 근침부로 이행되는 부위에서는 절삭의 마무리가 그다지 매끄럽지 않은 소견(e)도 보였다.

#### IV. 총괄 및 고안

임플란트의 표면이 갖는 특성이 이른바 골유착에 중요한 영향을 미칠 수 있다는 사실에 관하여는 이미 다수의 연구 보고가 이루어진 주지의 사실이다.<sup>3-5)</sup> 현재 임상에서 사용되어 오고 있는 임플란트마다 그 표면 거칠기는 제각기 상당한 차이를 보이고 있으며<sup>6)</sup> 본 연구 결과 나타난 AVANA 임플란트의 표면 거칠기는 그 중, NobelBiocare, 3i, Impla-Med, Screw-vent 임플란트와 필적할만한 값을 보이고 있다.

표면 거칠기의 측정에는 다양한 방법이 제시되어 있다. 그 중에서, 본 연구에 사용된 Top Scan 3D는 나선과 같은 구조체의 표면 거칠기를 쉽게 측정할 수

있는 장치이다. Top Scan 3D에서는 1 $\mu\text{m}$  의 laser spot이 광학적 탐침의 기능을 하는 것으로서 화상의 변위에 의한 오차의 범위가 극히 적은 장점을 갖는다.<sup>7)</sup> 이 장치의 근간은 confocal laser scanning microscopy의 깊이구배 구별특성이라고 할 수 있으며 최대 분석 범위는 수평으로 2000 $\mu\text{m}$ , 수직깊이로는 100 $\mu\text{m}$  이고, 해상도는 수평 0.80 $\mu\text{m}$ , 수직 6nm 수준에 이르는 정밀한 장치이다.

본 연구에서 대상으로 한, 국산 AVANA 임플란트는 표면 거칠기에 관련된 모든 측정치에 있어서 비교적 우수한 결과를 나타내었다고 볼 수 있다. 전체적인 평균 거칠기가 골유착에 필요 적정한 수준으로 처리되어 있고, 미세 구조상의 특별한 결함이 발견되지 않았으며 외관상 NobelBiocare 임플란트와 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나, 그 전체적 외형 설계에 있어서 두드러진 독창성을 발견하기 힘들며, 부분적으로 다소 정밀성이 떨어지는 소견도 관찰되었다. 타이타늄 임플란트의 표면 거칠기는 절삭하는 방식에 따라 크게 달라질 수 있다고 한다.<sup>8)</sup> 따라서, 보다 세심하고 정밀한 설계와 기술 개발로 더욱 우수한 국산 임플란트의 개발이 가능하며 또한 이루어지기를 기대할 수 있을 것으로 본다.

세포의 성장은 편평한 곳에서 일어나는지 아니면, 불규칙한 곳에서 일어나는지에 따라 그 형태가 현저하게 달라질 수 있으며, 세포의 형태는 다시 세포의 성장, 세포내 각종 효소의 분비, 유전자 형질의 발현 등에 영향을 미친다.<sup>9-13)</sup> 또한, 임플란트 표면의 최외곽층이 주변 조직과의 상호관계에 있어 결정적인 역할을 하고 있음은 주지의 사실이다. 따라서, 임플란트 표면의 청결도 유지, 오염의 방지와 함께, 제작과정에 있어서의 세심한 배려는 매우 중요하다.<sup>14, 15)</sup> 조골세포와 타이타늄 표면간의 부착능력에 관한 연구에서 Bowers 등<sup>16)</sup>은 불규칙하게 거친 타이타늄 표면이 연마된 표면보다 우수한 부착능을 나타내었다고 하였다. 또한 Keller 등<sup>17)</sup>도 이와 유사한 결과를 얻었으며, Martin 등<sup>18)</sup>도 타이타늄 표면에서의 조골세포 분화와 증식에 관한 연구를 통해 동일한 결과를 얻었다고 보고한 바 있다.

조직학적 분석도 이와 유사한 연구 결과를 보여주고 있다. Thomas와 Cook,<sup>19)</sup> Carlsson 등<sup>20)</sup>은 적당히 거친 표면의 임플란트에서는 골유착이 성공적으로 이루어 졌지만, 매끈한 표면을 갖는 임플란트에서는 연조직이 중간에 개재되었다는 보고를 하였고, Gotfredsen 등<sup>21)</sup>도 매끈한 표면보다 거친 표면에서 훨씬 더 높은 골조직-임플란트 계면 접촉도를 관찰하였다. 한편, Wilke 등<sup>22)</sup>은 임플란트의 표면 거칠기와 골유착간에 항상 일정한 규칙적인 관계만이 성립되는 것은 아니라는 주장을 편 바 있다. 더구나, 아직까지는 골유착 현상을 보장하고 나아가 장기적인 임플란트의 성공을 가져다 줄 수 있는 가장 이상적인 표면 거칠기값에 대해서는 확실한 결론을 내기 이른 감이 있으며, 임플란트의 성공이 표면 거칠기라는 하나의 변수에 의해서만 좌우되는 것이 아님을 알고 있다.

본 연구에서는 임플란트의 표면 특성 중, 미세형태학적인 측면만 다루었다. 그러나, 임플란트의 표면 특성을 충분히 이해하고 이를 최적화하기 위해서는 이 외에도 불순물과 산소층의 두께, 이온의 성분과 누출에 관한 화학적 특성, 표면 에너지와 전하, 극성에 관한 물리적 특성 및 응력과 탄성변형, 마모에 관련된 마찰력, 경도 등의 기계적 특성도 포함된다. 따라서, 본 연구의 결과에만 의존하여 판단하기에는 다소의 무리가 없지 않다 할 수 있다. 또한, 본 연구에서 다른 임플란트는 순수 타이타늄 질삭면을 갖는 것이다. 오늘날, 타이타늄 표면에 산화법, 스프레이법, 불소처리법, 전기연마법, glow discharge 법과 같은 추가적인 처리를 하여 표면을 다양화시키려는 시도

가 이루어지고 있는 추세이다. 또한, 아직까지는 장기간의 추적조사 자료가 미흡하며 기타 임플란트의 성공에 관여되는 모든 제반 요소들에 관한 연구도 충분하지는 않다. 그런 의미에서, 향후, 더 많은 연구가 필요로 하는 분야라고 생각한다.

## V. 결 론

국산 임플란트의 질적 평가의 일환으로서, 현재 시판 중인 AVANA 임플란트의 2차원 및 3차원적 표면 거칠기를 Top Scan 3D 시스템을 사용하여 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. Top : Sa 0.64 ± 0.28 m, Scx : 12.04 ± 2.06 m, Sdr : 14.57 ± 10.58 %
2. Valley : Sa 0.47 ± 0.16 m, Scx : 8.13 ± 0.59 m, Sdr : 13.60 ± 9.29 %
3. Flank : Sa 0.58 ± 0.16 m, Scx : 9.02 ± 0.70 m, Sdr : 14.04 ± 6.70 %

본 연구에서 조사된 국산 임플란트의 표면은 전반적으로 균일하게 연마된 소견을 보였으며, Nobel Biocare 임플란트와 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $p < .01$ ). 하지만, 부분적으로 거칠고 불규칙한 부분을 소량 포함하기도 하였다. 임플란트의 표면 거칠기는 골유착의 성패를 가름할 수 있는 중요한 한 가지 요소로서, 추후, 표면의 물리적, 화학적, 기계적 고찰이 요망되는 바이다.

## 참 고 문 헌

1. Albrektsson T, Brånemark P-I, Hansson HA, et al. : Osseointegrated titanium implants. *Acta Orthop Scand* 1981;52:155-170.
2. Wennerberg A, Albrektsson T, Andersson B, et al. : A histomorphometric and removal torque study of screw-shaped titanium implants with three different surface topographies. *Clin Oral Impl Res* 1995;6:24-30.
3. Kasemo B, Lausmaa J : Biomaterial and implant surface: On the role of cleanliness, contamination, and preparation procedures. *J Biomed Mater Res* 1988;22:145-158.
4. Smith DC, Pilliar RM, Chernenky R : Dental implant materials. I. Some effects of preparative procedures on surface topography. *J Biomed Mater Res* 1991;25:1045-1068.
5. Smith DC : Dental implants: Materials and design considerations. *Int J Prosthodont* 1993 ;6:106-117.
6. Wennerberg A, Albrektsson T, Andersson B : Design and surface characteristics of 13 commercially available oral implant systems. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8:622-633.
7. Wennerberg A, Albrektsson T, Ulrich H, et al. : An optical three-dimensional technique for topographical descriptions of surgical implants. *J Biomed Eng* 1992;14:412-418.
8. Smith DC, Pilliar RM, Chernenky R : Dental implant materials. I. Some effects of preparative procedures on surface topography. *J Biomed Mater Res* 1991;25:1045-1068.
9. Ben-Ze'ev A : Cell shape, the complex cellular networks, and gene expression. Cytoskeletal protein genes as a model system. In: Strohman RC, Wolf S, eds. *Gene expression in muscle*. New York: Plenum Publ Co., 1985;23-53.
10. Folkman J, Moscona A : Role of cell shape in growth control. *Nature* 1978;273:345-349.
11. Hong HL, Brunette DM : Effect of cell shape on proteinase secretion by epithelial cells. *Journal of Cell Science* 1987;87:259-267.
12. Hormia M, Könönen M : Immunolocalization of fibronectin and vitronectin receptors in human gingival fibroblasts spreading on titanium surfaces. *Journal of Periodontal Research* 1994;29:146-152.
13. Rovinsky YA, Slavnaia IL, Vasiliev JM : Behavior of fibroblast-like cells on grooved surfaces. *Experimental Cell Research* 1971;65:193-201.
14. Kasemo B, Lausmaa : Metal selection and surface characteristics. In: Brånemark P-I, Zarb GA, Albrektsson T, eds. *Tissue-Integrated Prosthesis*. Chicago, Quintessence Publ. Co., 1985;99-116.
15. Kasemo B, Lausmaa : Biomaterial and implant surfaces: A surface science approach. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1988;3:247-259.
16. Bowers KT, Keller JC, Randolph BA, et al. : Optimization of surface micromorphology for enhanced osteoblast responses in vitro. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7:302-310.
17. Keller JC, Stanford CM, Wightman JP, et al. : Characterization of titanium implant surfaces III. *J Biomed Mater Res* 1994;28:939-946.
18. Martin JY, Schwartz Z, Hummert TW, et al. : Effect of titanium surface roughness on proliferation, differentiation, and protein synthesis of human osteoblast-like cells. *J Biomed Mater Res* 1995;29:389-401.
19. Thomas KA, Cook SD : An evaluation of variables influencing implant fixation by direct bone apposition. *J Biomed Mater Res* 1985;19:875-901.
20. Carlsson L, Regnér L, Johansson C, et al. : Bone response to hydroxyapatite-coated and commercially pure titanium implants in the human arthritic knee. *J Orthop Res* 1994;12:274-285.
21. Gotfredsen K, Wennerberg A, Johansson C, et al. : Anchorage of TiO<sub>2</sub>-blasted, HA-coated, and machined implants: An experimental study with rabbits. *J Biomed Mater Res* 1995 ;29:1223-1231.
22. Wilke HJ, Claes L, Steinemann S : The influence of various titanium surfaces on the interface shear strength between implants and bone. *Clinical Implant Materials*. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam 1986;391-395.