

2009년

2009년 2월
석사학위논문

2월

석사학위논문

치과용 임플란트

고정체

표면의

형상이

부식특성에

미치는

영향

영향

치과용 임플란트 고정체 표면의 형상이 부식특성에 미치는 영향

조선대학교 대학원

치 의 학 과

박 진 태

박

진

태

치과용 임플란트 고정체 표면의 형상이 부식특성에 미치는 영향

Effect of Surface Morphology on the
Electrochemical Characteristics of Dental Implant
Fixture

2009년 2월 25일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

박 진 태

치과용 임플란트 고정체 표면의 형상이 부식특성에 미치는 영향

지도교수 고 영 무

이 논문을 치의학석사 학위 신청논문으로 제출함

2008년 10월 일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

박 진 태

박진태의 석사학위논문을 인준함

위원장 조선대학교 교 수 최 한 철 인

위 원 조선대학교 교 수 고 영 무 인

위 원 조선대학교 교 수 김 병 훈 인

2008년 11월 일

조선대학교 대학원

목 차

영문초록	v
1. 서 론	1
2. 실험재료 및 방법	3
2-1. 시편준비	3
2-2. 전기화학적 시험평가	3
2-2-1. 동전위 분극시험	4
2-2-2. 교류 임피던스 시험	5
3. 실험 결과 및 고찰	6
3-1. 주사전자현미경에 의한 임플란트 표면 관찰	6
3-2. 동전위 분극시험	14
3-3. 교류 임피던스 시험	16
4. 결 론	20
참고문헌	21
감사의 글	

표 목 차

Table 1. The condition of dental implant fixture samples	3
Table 2. The condition of electrochemical corrosion test	5
Table 3. Value of corrosion current density(I_{corr}), corrosion potential(E_{corr}) and corrosion current density at 300 mV(I_{300}) determined for various types of the implant fixture from the potentiodynamic polarization curves in 0.9% NaCl solution at $36.5 \pm 1^\circ\text{C}$	16
Table 4. Values of polarization resistance(R_p) determined for various types of the implant fixture from the bode plots in 0.9% NaCl solution at $36.5 \pm 1^\circ\text{C}$	18

도 목 차

Fig. 1. Schematic diagram of the electrochemical corrosion tester	4
Fig. 2. SEM micrographs from sample 1 of implant fixture	7
Fig. 3. SEM micrographs from sample 2 of implant fixture	8
Fig. 4. SEM micrographs from sample 3 of implant fixture	9
Fig. 5. SEM micrographs from sample 4 of implant fixture	10
Fig. 6. SEM micrographs from sample 5 of implant fixture	11
Fig. 7. EDX result from sample 1 of implant fixture	12
Fig. 8. EDX result from sample 2 of implant fixture	12
Fig. 9. EDX result from sample 3 of implant fixture	13
Fig. 10. EDX result from sample 4 of implant fixture	13
Fig. 11. EDX result from sample 5 of implant fixture	14
Fig. 12. Potentiodynamic polarization curves from various types of the implant fixture after corrosion test in 0.9% NaCl solution at 36.5±1°C	15
Fig. 13. Nyquist, bode phase and bode plot for various type of implant fixture after A. C. impedance test in 0.9% NaCl solution at 36.5± 1°C	17
Fig. 14. SEM micrographs from sample 1 of implant fixture after corrosion test	18
Fig. 15. SEM micrographs from sample 2 of implant fixture after corrosion test	18
Fig. 16. SEM micrographs from sample 3 of implant fixture after corrosion test	19

Fig. 17. SEM micrographs from sample 4 of implant fixture after corrosion
test
..... 19

Fig. 18. SEM micrographs from sample 5 of implant fixture after corrosion
test
..... 19

ABSTRACT

Effect of Surface Morphology on the Electrochemical Characteristics of Dental Implant Fixture

Park, Jin-Tae

Director : Prof. Ko, Yeong-Mu, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Dept. of Dentistry,

Graduate School of Chosun University

This study was performed to investigate the effect of surface morphology on the electrochemical characteristics of dental implant fixture. Titanium implant was selected with sort of 5 types made by domestic company. It has different surface treatment and structure of screw, respectively.

Estimation of electrochemical stability of dental implant with various types in 1M H_3PO_4 electrolytes have been researched by using electrochemical methods. Specimen was used for corrosion test in 0.9 % NaCl solution.

The surface morphology were observed using scanning electron microscopy (SEM) and energy dispersive x-ray spectroscopy(EDX). The electrochemical stability was investigated using potentiostat(EG&G Co, 263A). The corrosion surface were observed using scanning electron microscopy(SEM).

The results were as follows:

1. From the results of potentiodynamic test in 0.9% NaCl solution, the

current density from sample 1,2,3 and 5 of implant fixture with RBM treatment tested in 0.9% NaCl was lower than that from sample 4 of implant fixture tested in 0.9% NaCl solution. Especially, sample 4 of implant fixture with SLA treatment was presented the lowest value of corrosion resistance.

2. From the results of SEM micrographs, sample 1, 2, 3, 5 of RBM treatment were observed rough surface with sharp of low ridge and valley, sample 4 of SLA treatment was observed irregular rough surface with sharp as a needle.
3. From the A. C. impedance test results, polarization resistance(R_p) value of sample 4, were lower than those of sample 1, 2, 3, 5.
4. In case of SLA treated implant fixture, the pit and corrosion trace were observed in valley and crest of implant surface.

I. 서 론

치과용 임플란트는 주로 티타늄 또는 티타늄 합금으로 이루어져 있으며, 상실된 치아를 대체하기 위해 널리 쓰이고 있다.

일반적으로 티타늄 합금이 대기중에 노출되면 순간적으로 Ti 표면에서 산소와 결합하여 2~5 nm의 TiO_2 라는 자연적인 산화막을 형성하여 내식성을 향상시키며 생리용액의 구성 성분, 단백질, 경조직 및 연조직이 재료표면에 부착하는데 매우 중요한 역할을 할 뿐만 아니라 골 유착에도 중요한 역할을 하여 생체적합성에 많은 기여를 한다¹⁾. 상용되는 티타늄 임플란트의 경우 각 회사마다 각자의 나사 형태와 표면처리 방식을 택하고 있다. 가공면을 갖고 표면처리가 되지 않은 티타늄 임플란트의 경우, 자연적으로 생성된 티타늄 산화막은 두께가 얇고 경도와 내마모성이 낮으며 공식을 발생하기 쉬운 단점이 있고²⁾, 임플란트의 표면처리와 골결합에 관한 연구에서, 임플란트 표면 거칠기의 증가는 골유착의 증가를 이뤄낼 수 있다고 보고되면서 대다수의 제조사에서는 여러 가지 표면처리 방식을 취하고 있다³⁾. 일반적으로 현재 쓰이는 방법으로, 표면 거칠기를 증가하기 위한 수단으로서 sandblasting 방법이 이용되고, 임플란트와 같은 매질 원소인 이산화티타늄(TiO_2) 분말을 사용하여 blasting 하는 방법이 널리 쓰이고 있다. 하지만, blasting 방법만으로는 요구되는 거칠기를 충족하지 못하기 때문에 알루미나(Al_2O_3) 분말을 이용하는 방법도 많이 쓰이고 있다⁴⁾. 알루미나를 사용하는 방법은 표면 거칠기를 일정하게 증가시킬 수 있지만, 표면에 남아있는 알루미나의 생체에 대한 영향을 배제할 수가 없다⁵⁾. 최근에는 모재 금속인 티타늄 소재보다 2배 이상 경도가 높고 생체활성물질로 알려진 Ca-P 분말을 이용한 blasting 또한 널리 쓰이고 있다.

또 다른 표면처리 방법으로는 titanium plasma spray(TPS) 방법⁶⁾과 hydroxyapatite(HA) 코팅방법⁷⁾이 이용되고 있으나, 전자의 경우는 표면 거칠기가 너무 커서 오히려 골 유착에 좋지 않은 효과가 있으며, 후자의 경우는 우수한 표면특성을 가지나 시간이 지남에 따라 표면 코팅물질이 생체 내에 흡수되어 버리는 단점이 있다. 또한 산 처리 방법도 시행되고 있으나, 산 처

리만으로는 요구되는 표면 거칠기를 충족하지 못하기 때문에 blasting 처리 후 산 처리 하는 S.L.A(Sandblasted Large grit Acid etched) 방법이 이용되고 있다. 그러나 아직 여러 가지 형태와 표면처리에 관한 상세한 분석이 나와 있지 않은 실정이며, 정확한 실험 조건도 정립되어 있지 않다.

따라서 본 연구에서는 현재 널리 상용되는 5개 회사의 티타늄 임플란트 fixture를 전기화학적 분석을 통해 표면 이온용출 거동에 관하여 알아보았다.

2. 실험재료 및 방법

2-1. 시편 준비

본 연구에서 사용된 시편은 국내 5개 제조사에서 제조된 각각의 티타늄 임플란트 fixture를 10개씩 준비하였다. 각 제조사별 제품 조건은 표 1에 다음과 같이 나타내었다. 모든 시편은 순 티타늄으로 제조되었으며, 각 제조사별로 크기의 차이가 있으며, 시편 1, 2, 3 그리고 5의 경우는 RBM(Resorbable Blast Media) 방법으로 표면처리 하였으며, 시편 4의 경우는 SLA(Sandblasted Large grit Acid etched) 방법을 사용하였다. 준비된 시편은 전기 화학적 시험을 시행하기 전에 임플란트 표면을 FE-SEM과 EDX를 통해 표면특성을 알아보았다.

Table 1. The condition of dental implant fixture samples

Sample	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5
Material	Pure titanium	Pure titanium	Pure titanium	Pure titanium	Pure titanium
Size(ØxL)mm	4.0x13.0	4.0x10.0	4.0x10.0	3.8x10.0	5.0x10.0
Surface treatment	RBM	RBM	RBM	SLA	RBM

2-2. 전기화학적 시험평가

전해액에서 부식특성을 평가하기 위하여 부식 전해액으로써 생체유사 용액인 0.9% NaCl 용액을 사용하여 평가하였다. 전기화학장비는 Fig. 1과 같이 potentiostat 263A, EG&G, USA을 이용하였으며, 동전위 분극시험

(potentiodynamic test) 및 교류 임피던스 시험(A. C. impedance test)을 행하였다.

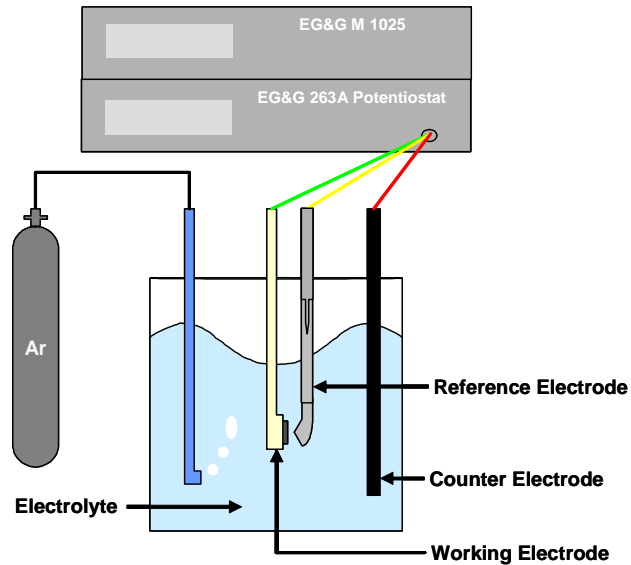


Fig. 1. Schematic diagram of the electrochemical corrosion tester.

2-2-1 동전위 분극시험(potentiodynamic test)

실험에 사용된 임플란트 fixture의 부식특성을 전기화학적인 방법을 통해 정량적으로 평가하기 위해 동 전위 분극시험을 행하였다. 샘플의 분극거동을 알아보기 위해 생체유사조건인 $36.5 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 0.9% NaCl 전해액에서 1.66 mV/sec의 속도로 시행하였으며 시험에 사용된 장비는 potentiostat 263A, EG&G, USA을 이용하였다. 작업전극은 시편을 보조전극은 고밀도 탄소전극을 사용하였고, 기준전극은 포화감홍전극(saturated calomel electrode)를 사용하였다. -1500 mV에서 2000 mV의 전위에서 시행하였고, 시험 전 cell의 용존산소를 제거하기 위하여 Ar 가스를 주입하였다(Table 2).

2-2-2 교류 임피던스 시험(*A. C. impedance test*)

교류 임피던스 시험은 동전위 분극시험과 같은 조건인 $36.5 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 0.9% NaCl 전해액에서 측정하였다. 임피던스 측정장치 또한 Potentiostat/Galvanostat(EG&G, 263A, USA)를 분석 장치인 frequency response detector(1025, EG&G, USA)와 연결하여 사용하였으며, 측정방식은 동전위 분극시험과 같았다. 측정에 사용한 주파수 영역은 100 kHz의 고주파에서 10 mHz의 저주파까지의 범위에서 조사하였다(Table 2).

Table 2. The condition of electrochemical corrosion test

	<i>Potentiodynamic test</i>	<i>A.C. impedance</i>
<i>Electrolyte</i>	0.9% NaCl	0.9% NaCl
<i>Working electrode</i>	Sample	Sample
<i>Counter electrode</i>	High dense carbon	High dense carbon
<i>Reference electrode</i>	SCE	SCE
<i>Scan rate</i>	1.66 mV/s	—
<i>Temperature</i>	$36.5 \pm 1^\circ\text{C}$	$36.5 \pm 1^\circ\text{C}$
<i>Frequency range</i>	—	100 kHz ~ 10 mHz
<i>A.C amplitude</i>	—	10 mV
<i>Point</i>	—	5 point/decade

3. 실험 결과 및 고찰

3-1. 주사전자현미경에 의한 임플란트 표면관찰

Fig. 2~Fig. 6 은 각각 5개 회사별 시편을 주사전자현미경을 이용하여 표면을 관찰한 사진이다.

Fig. 2, 3, 4, 6 의 경우 RBM 표면 처리된 시편으로서 SLA 처리한 Fig. 5 의 시편에 비해 비교적 완만한 능선과 골짜기 형태의 거친 표면을 나타내었다. Fig. 5 의 SLA 표면 처리된 샘플은 미세 홈을 지닌 불규칙하고 거친 표면을 나타내었다. 주사전자현미경을 통해 확인한 표면 거칠기는 시편 1, 3의 경우는 가장 큰 거칠기를 나타내었고, 시편 2, 5의 경우는 시편 1, 3에 비해 조금 더 작은 거칠기를 나타내었다. SLA 처리한 시편 4의 경우는 RBM 처리한 시편 1, 2, 3, 5와 비교 하였을 때 좀 더 미세하고 불규칙한 거칠기를 나타내었다.

임플란트 fixture의 나사산의 모양은 시편 1과 2는 비슷한 구조를 나타내었으나, 나사산의 개수는 시편 1이 더 많았으며, 시편 3은 시편 1과 2에 비해 좀더 뾰족한 형태의 구조를 나타내었으며, 나사산의 모양도 좀 더 날카로운 구조를 보였다. 시편 4는 다른 시편에 비해 나사산의 높이가 낮았으며, 시편 5는 다른 시편에 비해 지름이 넓은 형태의 구조를 나타내었다. 시편 1, 2, 3의 지름과 높이는 4.0x10.0으로 동일하였으며, 시편 4의 경우는 3.8x10.0으로 시편 1, 2, 3에 비해 지름이 작았다. 시편 5의 경우는 5.0x10.0으로 지름이 가장 넓었다.

모든 시편은 RBM 및 SLA 표면처리를 함으로서 나사산의 예리함이 무뎠지고 완만하고 둥근 모양이 형성된 것으로 생각된다. RBM 처리한 실험군이 SLA 처리한 샘플에 비해 좀 더 일정한 거칠기를 나타내었으며, 또한 SLA 처리한 경우 표면에 잔류한 산화알루미늄이 골 유착에 해로운 영향을 끼칠 것으로 생각된다.

Fig. 7~11은 각 회사별 임플란트 fixture의 EDX 분석 결과이다. 실험에 사용된 모든 임플란트 fixture는 Cp-Ti로 이루어진 것을 확인하였으며, 다른 물질이 전혀 검출되지 않음으로 멸균상태의 샘플임을 확인할 수 있었다.

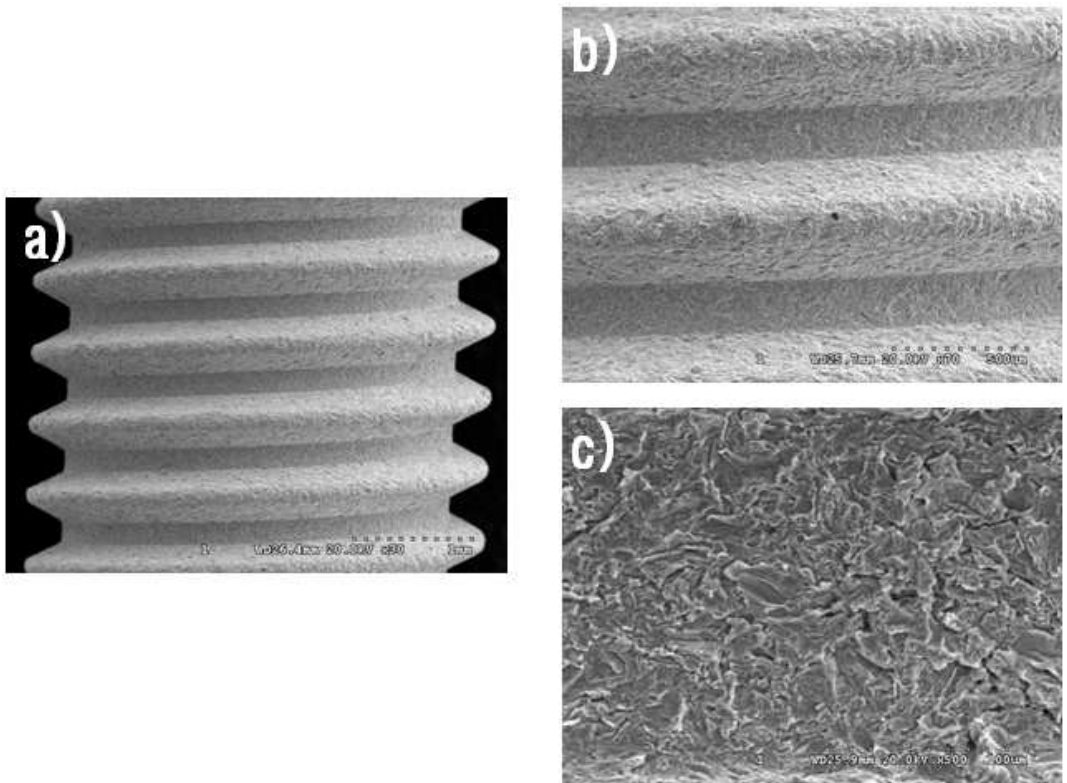


Fig. 2. SEM micrographs from sample 1 of implant fixture a) $\times 30$, b) $\times 70$, c) $\times 500$.

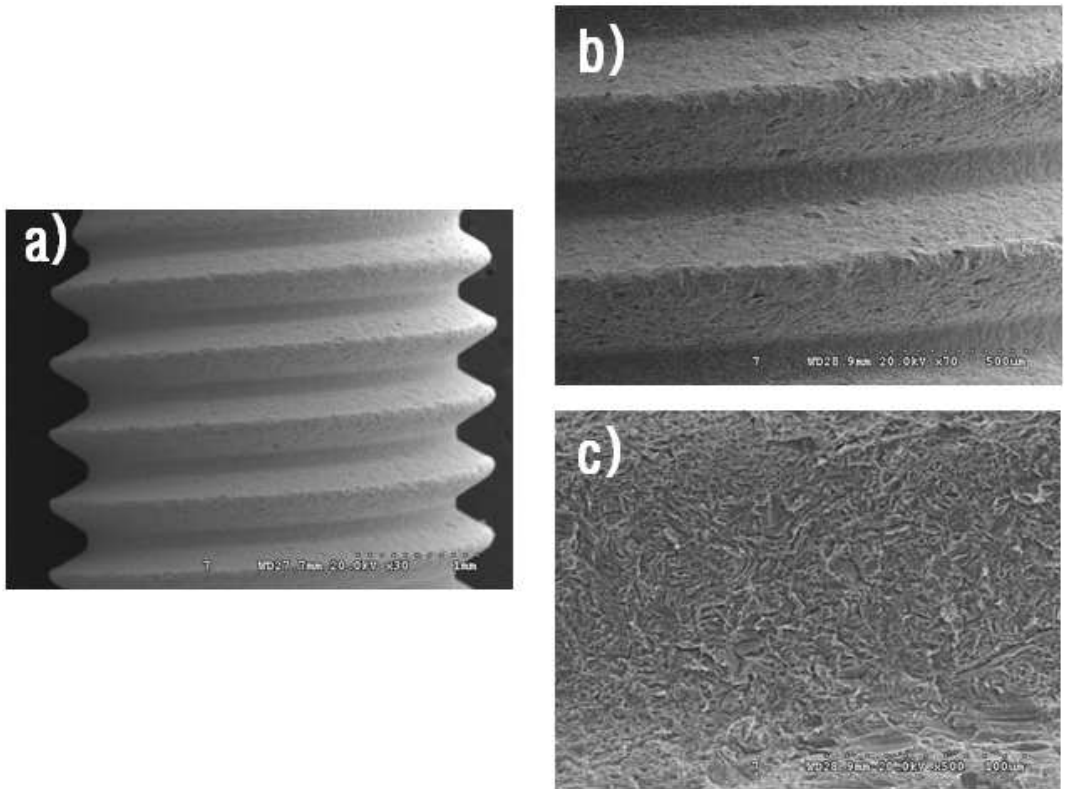


Fig. 3. SEM micrographs from sample 2 of implant fixture a) $\times 30$, b) $\times 70$, c) $\times 500$.

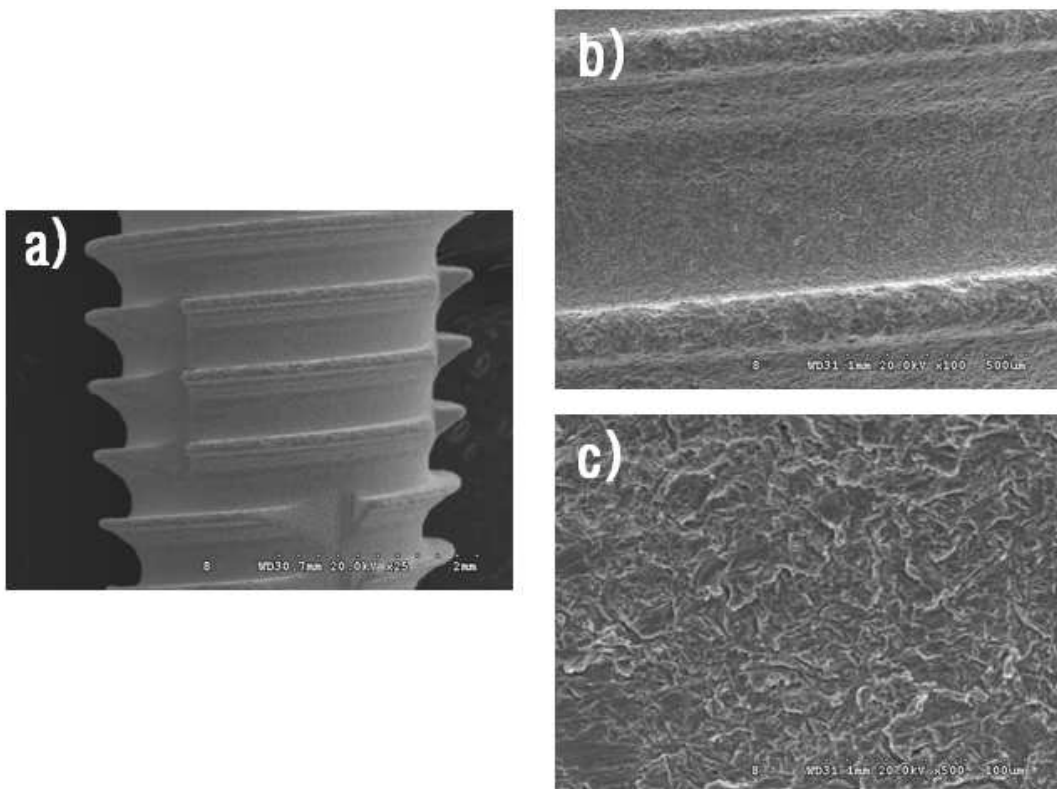


Fig. 4. SEM micrographs from sample 3 of implant fixture a) $\times 25$, b) $\times 200$, c) $\times 500$.

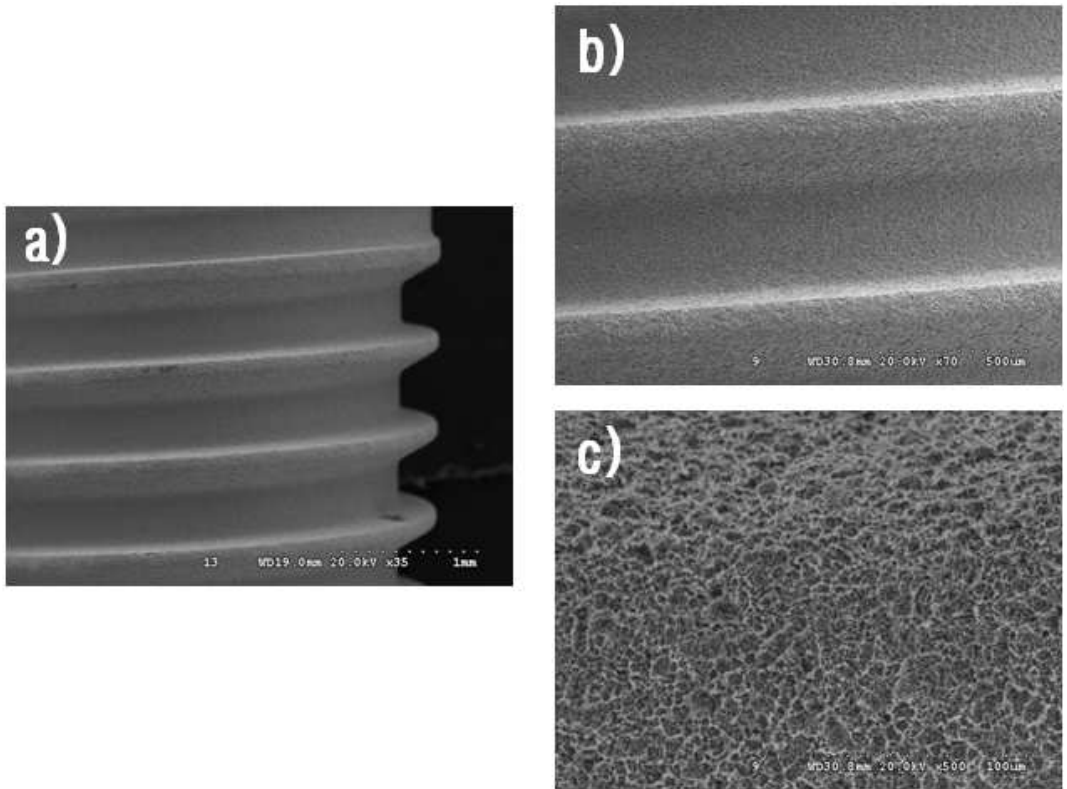


Fig. 5. SEM micrographs from sample 4 of implant fixture a) $\times 35$, b) $\times 70$, c) $\times 500$.

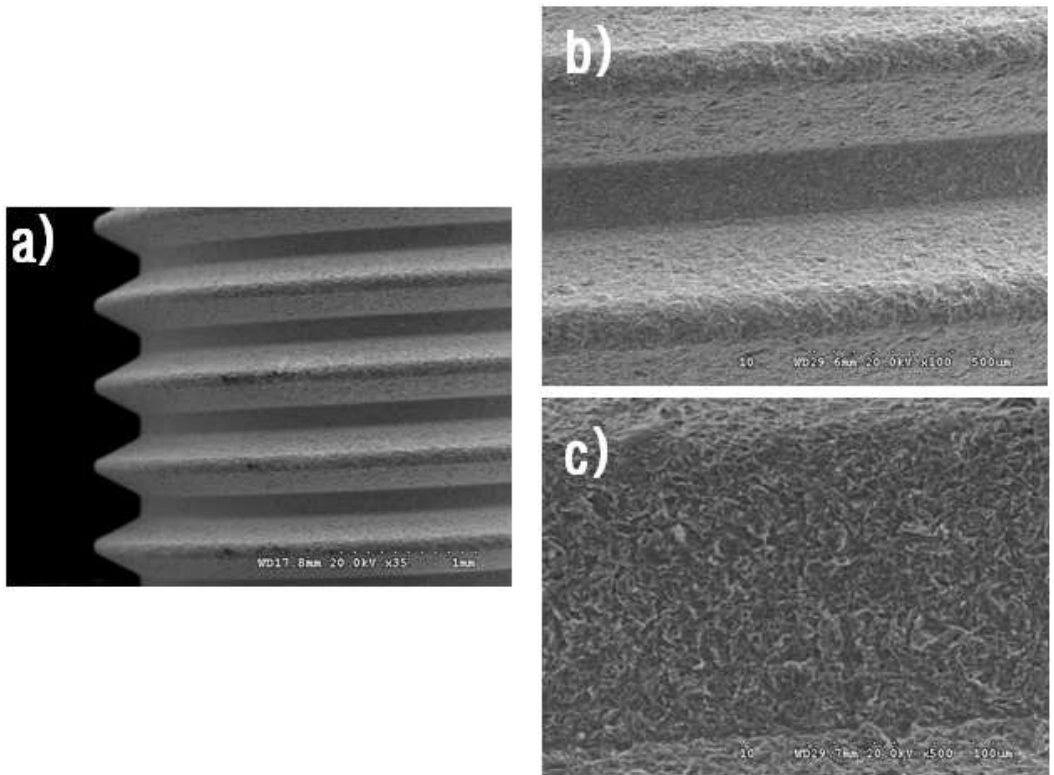


Fig. 6. SEM micrographs from sample 5 of implant fixture a) $\times 35$, b) $\times 200$, c) $\times 500$.

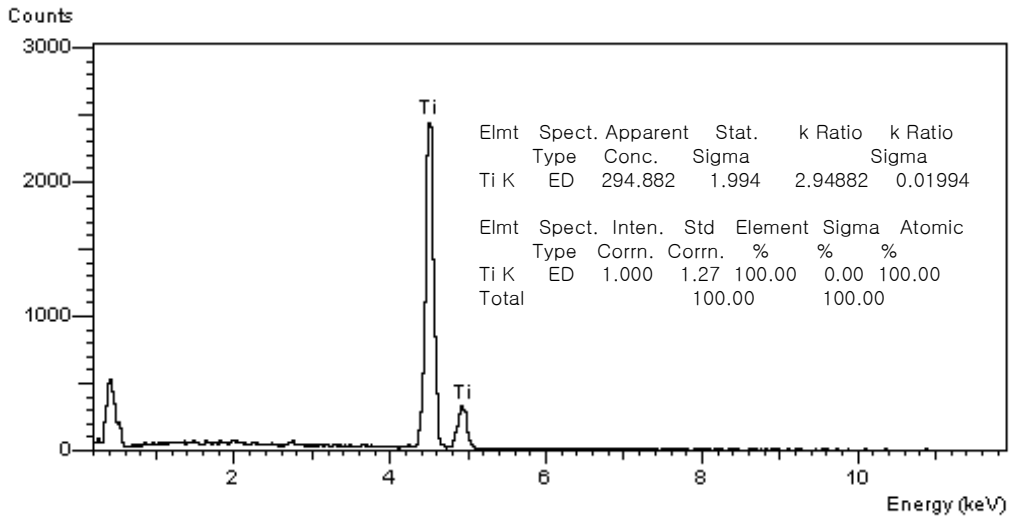


Fig. 7. EDX result from sample 1 of implant fixture.

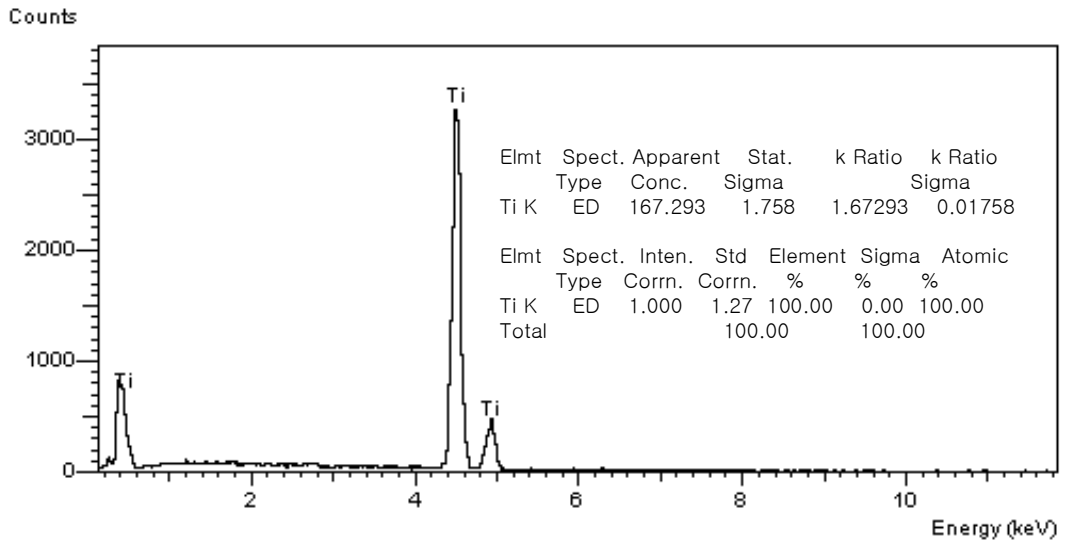


Fig. 8. EDX result from sample 2 of implant fixture.

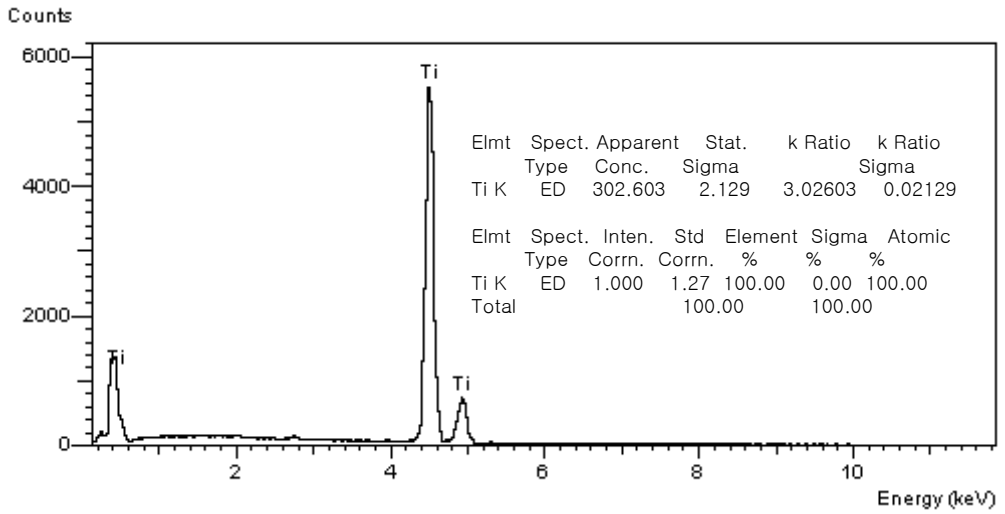


Fig. 9. EDX result from sample 3 of implant fixture.

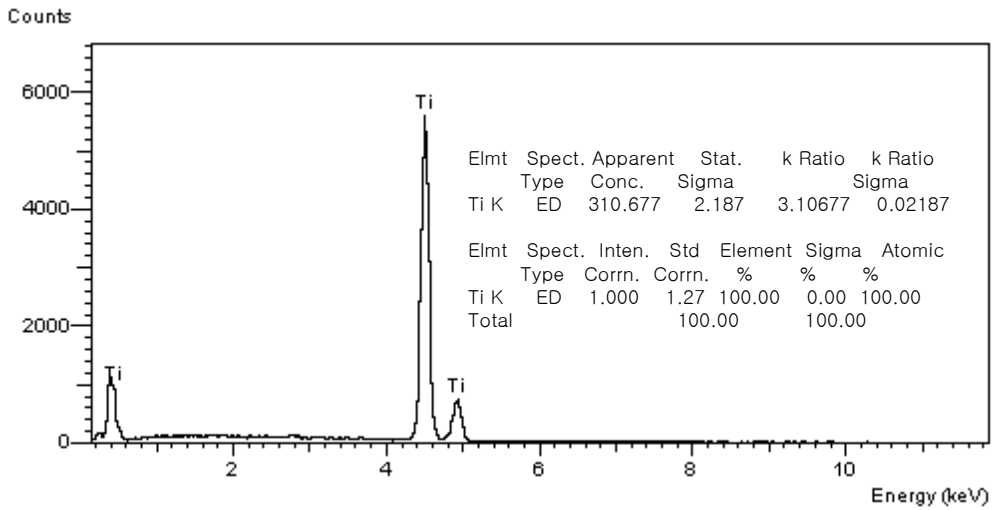


Fig. 10. EDX result from sample 4 of implant fixture.

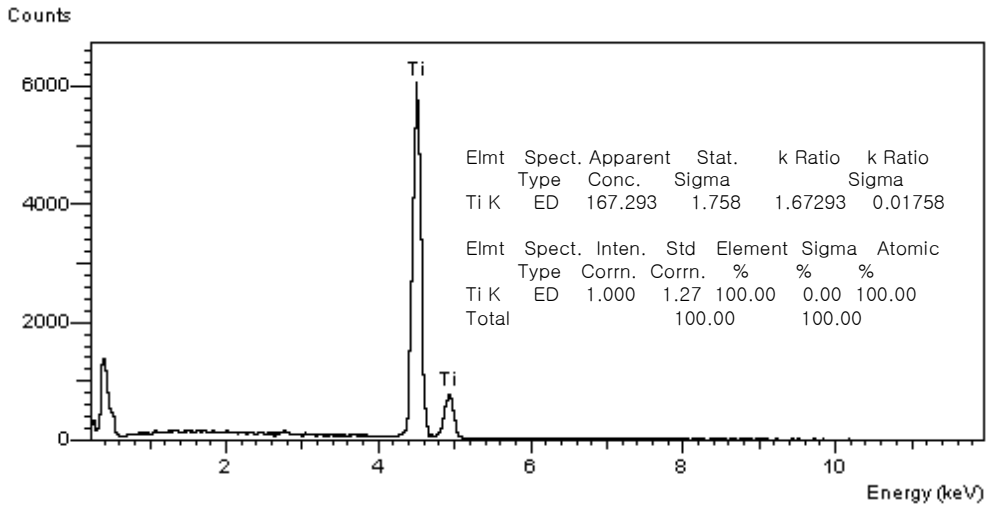


Fig. 11. EDX result from sample 5 of implant fixture.

3-2. 동전위분극시험

Fig. 12는 5개 제조사별 임플란트 fixture를 생체유사조건인 $36.5 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 0.9% NaCl 용액에서 동전위 분극특성을 조사한 곡선이다. 시편 1, 2, 3의 경우는 대체적으로 비슷한 분극 곡선을 나타내었는데, 시편 2의 경우 부식전위 (E_{corr})값은 -350 mV 를 보여 가장 높은 수치를 나타내었으며, 시편 3의 경우 $8.24 \times 10^{-7}\ \mu\text{A}/\text{cm}^2$ 의 수치를 보여 가장 낮은 부식전류밀도 (I_{corr}) 값을 나타냄으로서 RBM 처리한 sample 2, 3의 경우가 0.9% NaCl 용액에서 내식성이 가장 우수한 것으로 판단되었다. 하지만, 시편 4, 5의 경우는 부식전위나 부식 전류밀도 값은 다른 실험군과 비슷한 양상을 보였지만, 1000mV 이상의 전위에서 급격한 산화반응을 보임으로서 시편 1, 2, 3에 비해 내식성이 낮은 것을 알 수 있었다. 이는 주사전자현미경을 통해 알아본 표면 거칠기에서 알 수 있듯이 상대적인 표면적이 넓음에 기인한다고 생각된다. 또한, 시편 4의 경우 SLA 표면 처리한 샘플로서 표면 거칠기가 일정하지 않음으로 표면 공식에 의한 급격한 산화반응으로 생각되고, 시편 5의 경우는 wide type의 fixture로서, 다른 샘플에 비해 더 넓은 표면적을 가짐으로서 1000 mV의 높은 전위

에서 산화되는 경향이 관찰되었다. 이는 불규칙한 표면의 공식발생으로 인하여, 용액속의 Cl^- 이온의 성분에 의해 내식성에 크게 영향을 미쳤을 것으로 생각된다⁸⁾. 구강 내 부식전위인 300 mV 영역에서의 부식전류밀도는 모든 시편이 $10^{-6} \mu\text{A}/\text{cm}^2$ 영역으로 비슷한 수치를 나타내었으며, 시편 1의 경우 $6.45 \times 10^{-6} \mu\text{A}/\text{cm}^2$ 가장 낮은 부식전류밀도를 나타내었다. 동 전위 분극시험을 통해 알아본 부식전위(E_{corr}), 부식전류밀도(I_{corr}) 및 구강 내 전위 300mV의 부식전류밀도(I_{300}) 값은 Table 2와 같다.

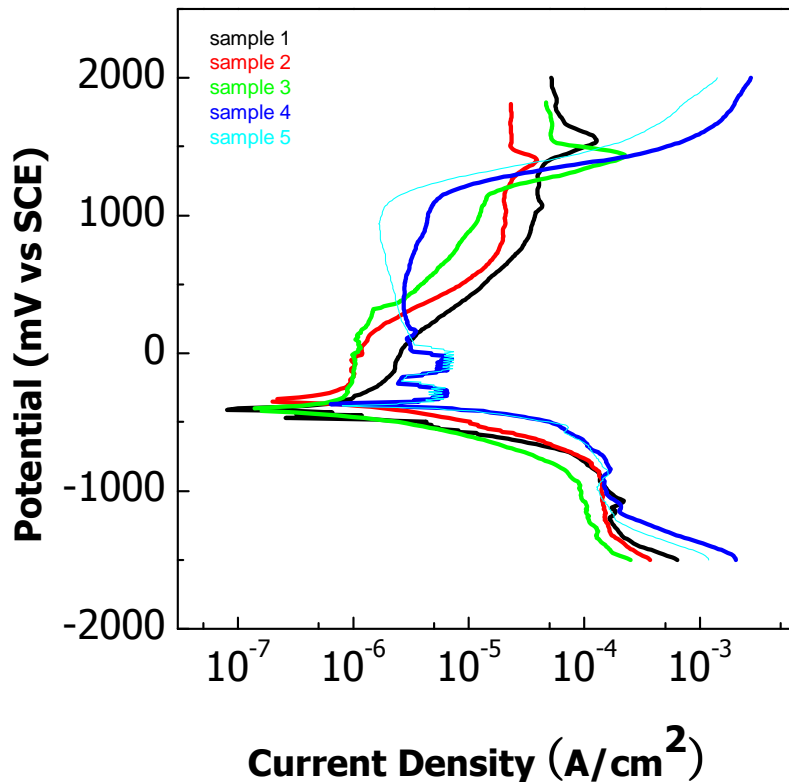


Fig. 12. Potentiodynamic polarization curves from various types of the implant fixture after corrosion test in 0.9% NaCl solution at $36.5 \pm 1^\circ\text{C}$.

Table 3. Value of corrosion current density(I_{corr}), corrosion potential(E_{corr}) and corrosion current density at 300 mV(I_{300}) determined for various types of the implant fixture from the potentiodynamic polarization curves in 0.9% NaCl solution at $36.5\pm 1^\circ\text{C}$

sample	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5
Data					
I_{corr} (A/Cm ²)	2.94×10^{-6}	1.94×10^{-6}	8.24×10^{-7}	7.07×10^{-6}	3.96×10^{-6}
E_{corr} (mV)	-410	-350	-400	-370	-380
I_{300} (A/Cm ²)	6.45×10^{-6}	2.90×10^{-6}	1.46×10^{-6}	2.76×10^{-6}	2.48×10^{-6}

3-3. 교류 임피던스 시험

Fig. 13은 생체유사조건인 $36.5\pm 1^\circ\text{C}$ 의 0.9% NaCl 용액에서 각 제조사별 5종의 임플란트 fixture의 교류 임피던스 측정 결과를 나타낸 그래프이다.

Nyquist plot에서 보면 시편 1, 2, 3, 5의 경우가 시편 4의 경우보다 반원의 궤적이 더 큰 것을 관찰할 수 있다. 이는 RBM 처리한 시편이 SLA 처리한 시편보다 내식성이 더 우수함을 의미한다. 각 시편에 따른 정확한 내식성을 평가하기 위해 분극저항(R_p) 값의 변화를 Bode plot을 통해 알아보았다. Nyquist 상에서 R_p 값을 측정할 수 있으나 저주파 영역에서 산란 등을 고려하면 bode plot 상에서 저주파 영역과 고주파 영역의 차를 구하는 것이 더 일반적인 방법이다⁹⁾.

먼저 Bode phase plot에서 phase angle이 고주파 영역에서 0° 쪽으로 떨어지다가 증가하는 것을 관찰할 수 있었다. 이러한 고주파 영역에서의 임피던스는 용액의 저항(R_s)을 나타낸다⁹⁾. 또한, 넓은 영역에 걸쳐 90° 에 가깝게 일정한 phase를 유지하는 것은 캐패시티(capacity) 반응을 나타내고, 이는 안정

된 부동태 피막이 형성됨을 의미한다.

시편 1, 2, 3, 5의 경우 넓은 영역에 걸쳐 90° 에 가까운 phase를 형성함으로써 시편 4의 경우에 비해 더 높은 내식성을 나타내었으며, 시편 4의 경우 저주파 영역으로 갈수록 phase가 낮아짐을 관찰할 수 있었다.

bode plot에서 구한 분극저항값(R_p)의 경우 시편 3의 경우 가장 높은 값을 나타내었으며, 시편 4의 경우 낮은 값을 나타내었다. 이러한 값들은 분극곡선 상에서 나타내어지는 결과와 일치함으로써 RBM 처리한 시편의 경우 SLA 처리한 샘플에 비해 더 우수한 내식성을 나타냄을 알 수 있었다.

Fig. 14 ~ 18은 각 제조사별 5종의 임플란트 fixture를 전기화학적 시험한 후 표면을 주사전자현미경으로 관찰한 모습이다. 표면 사진에서 알 수 있듯이 Fig. 15, 16의 시편의 경우 전기화학적 시험 후에도 공식이나 부식의 흔적이 없이 깨끗한 표면을 나타내었으며, Fig. 14의 경우 표면에 TiO_2 와 NaCl에 의한 약간의 부식 생성물이 형성되어 있음으로 보인다. 특히, Fig. 17의 SLA 처리한 샘플의 경우 표면에 무수히 많은 부식 생성물의 흔적과 공식 및 부식의 양상을 보임으로써 내식성이 가장 낮음을 알 수 있었다.

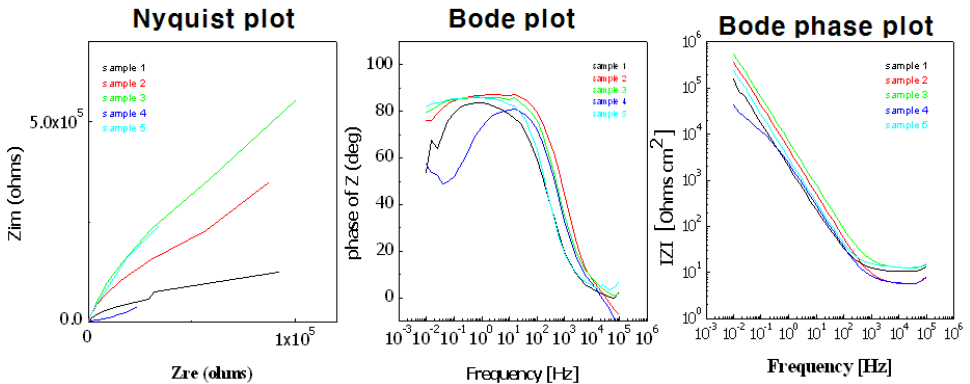


Fig. 13. Nyquist, bode phase and bode plot for various types of the implant fixture after A. C. impedance test in 0.9% NaCl solution at $36.5 \pm 1^\circ\text{C}$.

Table 4. Values of polarization resistance(R_p) determined for various types of the implant fixture from the bode plots in 0.9% NaCl solution at $36.5 \pm 1^\circ\text{C}$.

Sample Data	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5
R_p (Ωcm^2)	1.56×10^5	3.60×10^5	5.62×10^5	4.30×10^4	2.43×10^5

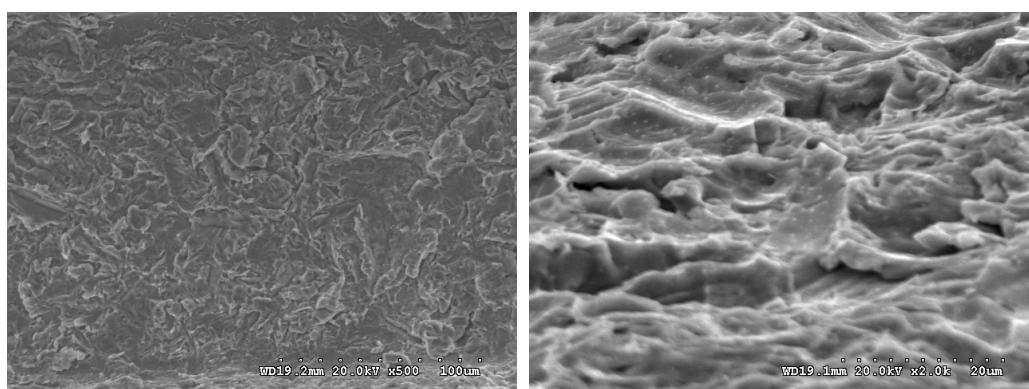


Fig. 14. SEM micrographs from sample 1 of implant fixture after corrosion test.

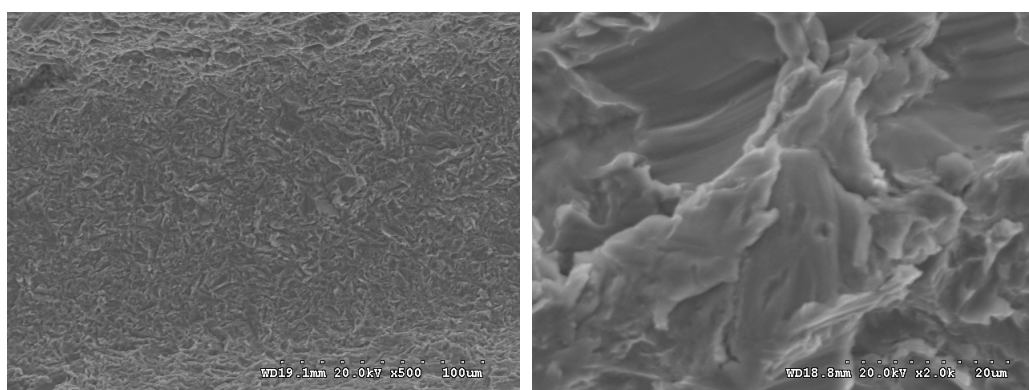


Fig. 15. SEM micrographs from sample 2 of implant fixture after corrosion test.

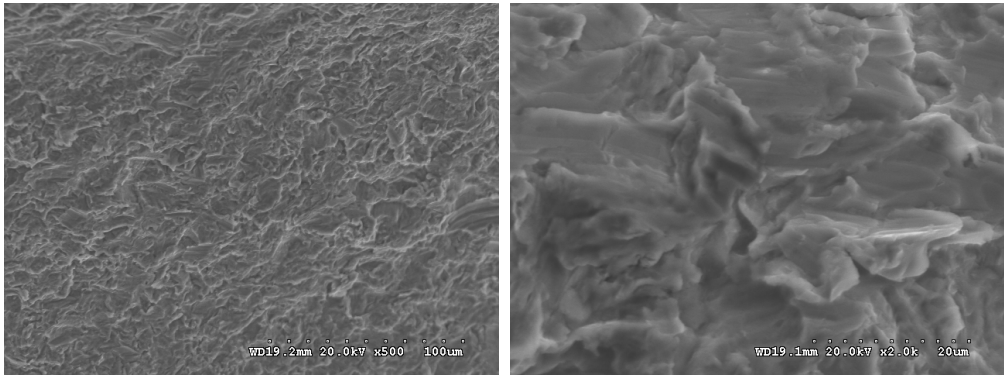


Fig. 16. SEM micrographs from sample 3 of implant fixture after corrosion test.

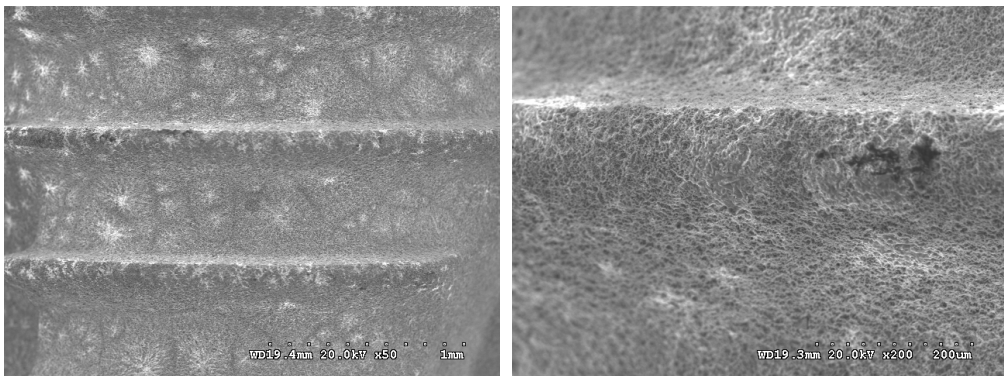


Fig. 17. SEM micrographs from sample 4 of implant fixture after corrosion test.

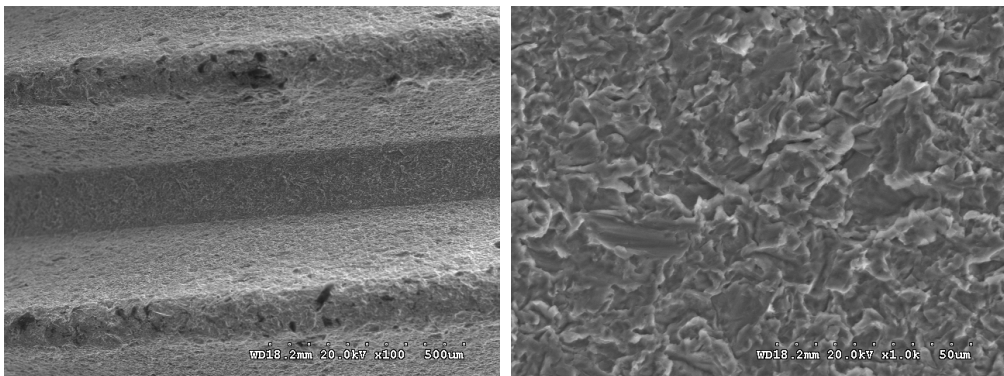


Fig. 18. SEM micrographs from sample 5 of implant fixture after corrosion test.

4. 결 론

본 연구에서는 각 제조사별 5 종의 임플란트 fixture의 표면특성과 전기화학적 특성을 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 주사전자현미경 관찰 결과, 임플란트 표면에 RBM 처리한 시편 1, 2, 3, 5의 경우 비교적 완만한 능선과 골짜기 형태의 거친 표면을 나타내었고, SLA 표면처리한 시편 4의 경우 날카로운 돌출된 부분과 깊은 미세 홈을 지닌 불규칙하고 거친 표면 구조가 관찰되었다.
2. 동전위분극시험 결과, 시편 2, 3의 경우 높은 부식 전위 값(E_{corr})과 낮은 부식 전류밀도 값(I_{corr})을 나타내어 내식성이 우수함을 알 수 있었고, 시편 4의 경우 가장 낮은 부식 전위 값 (E_{corr}) 과 높은 부식전류 밀도 값 (I_{corr})을 나타내어 SLA 표면처리에서는 표면 안정성이 떨어지는 것을 알 수 있었다.
3. 부식실험 후 시험편의 표면을 주사전자현미경을 이용해 관찰한 결과, RBM 처리한 시편 1, 2, 3, 5의 경우가 SLA처리한 시편 4의 경우에 비해 부식된 양상이 더 적게 관찰되었다.
4. 교류 임피던스 시험결과, RBM 처리한 시편에서 가장 높은 분극저항 값 (R_p)을 나타내었다.

참고문헌

1. Krupa D, Baszkiewicz J, Kozubowski JA, Barcz A, Sobzak JW, Bilinski A, Lewandowska-Szumiel MD, Rajchel B(2001). Effect of calcium-ion implantation on the corrosion resistance and biocompatibility of titanium. *Biomaterials* 22:2139-2151.
2. Brauner H (1993). Corrosion resistance and biocompatibility of physical vapour deposition coatings for dental applications. *Surf Coat Technol* 62:618-625.
3. Wennerberg A, Albrektsson T, and Andersson B (1995). An animal study of c.p. titanium screws with different surface topographies. *Jour. of Mater. Sci.* 6:302-309.
4. Wennerberg A, Albrektsson T, Andersson B and Korl J(1995). A histomorphometric and removal torque study of screw-sharped titanium implants with three different surface topographies. *Clinic. Oral Implant Res.* 6:24-30.
5. Wennerberg A, Albrektsson T, and Lausmaa J(1996). and Lausmaa. J. Torque and histomorphometric evaluation of c.p. titanium screws blasted with 25- and 75 μ m-sized particles of Al₂O₃. *J. of Biomed. Mater. Reser.* 30:251-260.
6. Lumbikanonda N, and Sammons R(2001).. Bone cell attachment to dental implants of different surface characteristics. *The Inter. J. of Oral and Maxillofacial Implants.* 16:627-636.
7. Wennerberg A, Albrektsson T, and Andersson B(1993). Design and surface characteristics of 13 commercially available oral implant system. *J. of Biomed. Mater. Reser* 8:622-633.

8. Son MK, Choe HC, Chung CH(2004). Corrosion behavior between dental implant abutment and cast gold alloy. *Metals and Materials International* 10:153-159.
9. Ibris N, Rosca JCM(2002). EIS study of Ti and its alloys in biological media. *J Electro Chem* 526:53-62.

감사의 글

먼저 석사 과정 동안 연구에 매진할 수 있도록 아낌없는 격려와 지도를 해주신 고영무 교수님께 진심으로 감사 드립니다. 그리고 소중한 충고와 조언을 해 주셨던 최한철 교수님, 김병훈 교수님 그리고 정용훈 조교님 에게 깊은 감사를 드립니다.

치과 재료학 교실의 선배님들과 후배님들 그리고 실험조교 선생님들께 깊은 감사 드립니다. 그리고 재료학 교실에 잘 적응하도록 도와주신 이창호 선배님과 정신적 후원자인 동료 권순성, 고장혁 선생님 에게 감사하다는 말 전합니다.

힘들고 괴로울때 마다 나를 격려해주고 사랑해준 아내 박경선 에게 감사합니다. 또한 내 아이들 고은, 세홍에게도 고맙다는 말을 전하고 싶습니다. 늘 저를 믿어주시고 응원해주신 부모님과 장인, 장모님 그리고 모든 가족들에게 이 논문을 바칩니다.

마지막으로 저를 아끼고 사랑해주신 모든 분들께 다시 한번 진심으로 감사드립니다.

2008. 12. .

저자 박진태

저작물 이용 허락서

학 과	치의학과	학 번	20077178	과 정	석사
성 명	한글: 박 진 태 한문: 朴 鎭 泰 영문 : Park Jin Tae				
주 소	경남 김해시 삼계동 1490-2 파크프라자 203호				
연락처	E-mail: hellll@lycos.co.kr, 055-334-1880				
논문제목	한글 : 치과용 임플란트 고정체 표면의 형상이 부식특성에 미치는 영향 영문 : Effect of Surface Morphology on the Electrochemical Characteristics of Dental Implant Fixture				

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 의사표시가 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() 조건부 동의() 반대()

2009 년 2 월 일

저작자: 박 진 태 (서명 또는 인)

조선대학교 총장 귀하