

양극 산화 임플란트 표면 구조에 대한 염산 테트라싸이클린의 영향

임정택, 정종혁*, 권영혁, 박준봉, 허 익

경희대학교 치의학전문대학원 치주과학교실, 구강생물학연구소

I. 서론

일반적인 치과치료의 한 분야로 자리 잡은 치과 임플란트는 표면처리와 형태의 지속적인 개선으로 높은 성공률이 보고되고 있으며, 저작력의 회복과 같은 기능적인 면의 개선과 함께 심미적인 면의 개선에서도 큰 역할을 하고 있다¹⁻³⁾.

하지만 임플란트는 장기간의 높은 성공률에도 불구하고 생물학적, 생역학적, 심미적 합병증이 발생할 수 있다⁴⁾. 임플란트 주위염은 임플란트 주위에서 점진적으로 골소실이 일어나고 있는 상태로 과도한 교합력⁵⁾과 세균 감염^{6,7)}이 주요한 원인이다. 세균 감염에 의한 임플란트 주위염은 연조직의 염증으로 시작되어 골조직으로 이환되고 심한 경우 임플란트의 동요를 야기한다. 반면에 과도한 교합력은 임플란트 주위 골조직에 미세한 파절선을 만들고 계속 진행 시 염증 소견 없이 골유착의 파괴를 일으킨다.

임플란트 주위염의 치료방법으로는 비외과적 술식과 외과적 술식으로 구분해 볼 수 있으며 외과적 술식에는 절제 술식과 재생 술식이 있다⁸⁻¹⁰⁾. 재생 술식의 주목적은 소실된 골의 재생을 촉진하여 임플란

트 표면과 골간의 재골유착이 일어나게 하는 것이다¹¹⁾. 그러나 표면이 세균과 내독소에 의해 오염되어 있으면 재골유착을 기대하기 어려우므로 표면의 세척 및 해독이 필요하다^{3,9)}. 임플란트 주위염의 치료를 위한 표면처리 방법에는 구연산, 염산 테트라싸이클린, 클로르헥시딘, 클로라민 티 용액 등의 화학제를 표면에 적용하는 방법^{12,13)}과 공기-분말 연마기구, 금속 큐렛, 티타늄 큐렛, 플라스틱 큐렛, 초음파기구 등을 이용한 기계적 방법¹³⁻¹⁵⁾이 있으며 레이저의 사용도 보고되었다¹⁶⁾.

골유착을 증가시키기 위하여 다양한 표면 처리 방법을 하여 표면 조도를 증가시킨 임플란트가 현재 널리 사용되고 있다. 이러한 거친 임플란트의 표면 특성상 기계적인 기구조작으로는 세균과 내독소를 완전히 제거하기 어려울 뿐만 아니라 임플란트의 고유한 표면구조를 변화시킬 수 있다. 따라서 기존의 임플란트 표면 구조를 변화시키지 않으면서 효과적인 해독작용을 할 수 있는 화학제의 사용이 제안되었다.

임플란트 주위염은 만성 치주염과 임상적 및 미생물학적으로 유사한 감염양상을 보이는데^{7,18)} 염산 테

* 교신저자 : 정종혁, 서울시 동대문구 회기동 1번지 경희대학교 치과대학 치주과학교실, 130-702 (전자우편 : chungih@khu.ac.kr)

테트라사이클린은 치주 병원균의 제거에 효과적인 광범위 항생제이며 치면에 강하게 흡착되어 활성형으로 방출되고 교원질 분해효소 활성을 저해하며 상피세포의 부착과 하방증식을 방해하고 골이식술 시 치유를 증진시키는 효과가 있다¹⁹⁾. 임플란트 표면에 적용시 해독 효과에 대해서는 아직 미지수이지만 임상 적용의 편리성 등으로 인하여 임플란트 주위염 치료에 널리 사용되고 있다²⁰⁾.

그렇지만 치근면을 치료하는 경우의 일반적인 적용 시간으로 임플란트 표면처리를 시행하였을 경우 고유한 표면 미세 구조의 변화상에 대한 연구는 아직 부족하고 수많은 표면처리 방법의 개발에도 불구하고 각각의 표면에 따른 임플란트 주위염 치료에 관한 연구는 아직 미흡한 실정이다.

이번 연구의 목적은 생리식염수와 염산 테트라사이클린의 적용시간을 변화시켜 상용되고 있는 양극 산화 표면 임플란트에 적용한 후 광학간섭계를 이용하여 표면 거칠기를 측정하고 주사전자현미경을 이용하여 표면의 변화를 관찰하여 표면 안정성을 측정하는 것이다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

양극 산화 표면 임플란트(Branemark® mkIII TiUnite™, Nobel Biocare AB, Göteborg, Sweden), 직경 4.0mm 길이 15mm를 사용하였으며, 임플란트 표면처리를 위해 생리식염수와 염산 테트라사이클린을 멸균증류수에 녹여 50mg/ml의 농도로 만들어 사용하였다.

2. 연구방법

양극 산화 표면 임플란트를 각각 13개 준비한 후 접착제를 이용하여 시료대 위에 고정하였다. 13개의 임플란트 중 하나를 무처리군으로 하여 아무런 표면 처리도 시행하지 않았다. 6개의 임플란트를 대조군

으로 정하여 생리식염수를 스펀지에 적셔 첫 번째, 네 번째, 일곱 번째 나사선에 각각 ½분, 1분, 1½분, 2분, 2½분, 3분간 문지르는 방법을 사용하였다. 이때 매 30초마다 새로운 스펀지로 교환해 주었다. 다른 6개의 임플란트를 실험군으로 정하여 염산 테트라사이클린을 스펀지에 적셔 각각 첫 번째, 네 번째, 일곱 번째 나사선에 ½분, 1분, 1½분, 2분, 2½분, 3분간 문지르는 방법을 사용하였다. 이때 매 30초마다 새로운 스펀지로 교환해 주었으며 임플란트의 표면처리가 끝나면 1분간 멸균 증류수로 세척한 후 건조시켰다.

준비된 시편은 광학 간섭계(Accura 2000, inter-plus co., Seoul, Korea)를 이용하여 표면 거칠기를 측정하였다.

표면 거칠기 측정은 세 곳에서 시편 가로 250μm, 세로 80μm에서 광학 간섭계를 통하여 평균치를 구하였다(Figure 1).

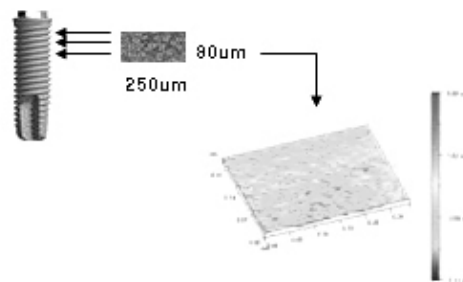


Figure 1. Ra test concept picture

이후 시편을 ion sputting coater(Eiko, IB-3, Tokyo, Japan)을 이용하여 0.1 Torr 진공상태에서 4분간 금으로 피복시킨 후 주사전자현미경(Model S-2300, Hitachi Com., Tokyo, Japan)을 이용하여 20kV 상태에서 임플란트 표면을 관찰하고 촬영하였다. 표면 처리 전 후의 표면 거칠기 차이에 대한 유의성 검정은 Wilcoxon's signed rank test를, 처리 방법(염산 테트라사이클린과 멸균된 생리식염수)에 따라 각 시간 별로 표면 거칠기의 차이가 있는지에 대한 유의성 검정은 Wilcoxon rank sum test를 이용하였다. 미세 구조 표면 변화측정은 이번 실험

에 참여하지 않은 3명의 치과 의사들이 각각의 사진을 관찰하고 분석하여 임플란트 미세표면 구조 변화 유무 및 표면구조가 변한 시점을 판정하였다.

III. 연구성적

1. 양극 산화 표면 임플란트 표면 거칠기 측정

1) 무처리군

모든 임플란트에서 무처리한 표면 거칠기 값 (Ra)은 $1.254 \pm 0.56 \mu\text{m}$ 의 측정치를 보였다. 하지만 단일 시편에서는 최소 $0.405 \mu\text{m}$ 에서 최대 $2.687 \mu\text{m}$ 의 Ra 값을 보여주고 있다(Graph 1).

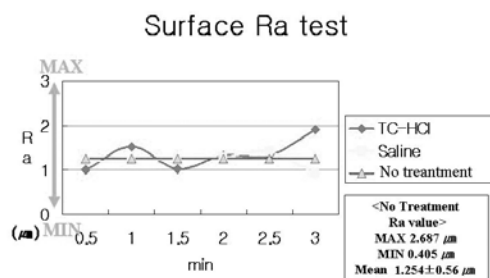
2) 대조군

생리 식염수의 적용시간이 증가하여도 평균적 거칠기에 비해 유의할 만한 변화 측정값이 없었다(Table 1, Graph 1). 단일 시편 비교에서도 생리식염수 적용

시 표면 거칠기에 있어서 유의성이 있는 변화는 보이지 않았다(Table 2).

3) 실험군

염산 테트라사이클린 적용시간이 증가하였을 경우 평균적 표면 거칠기에 있어 다소 변화량이 보이나 유의할 만한 거칠기 변화 측정값은 보이지 않았다(Table 1, Graph 1). 단일 시편 비교에서도 염산 테트라사이클린 적용 시 표면 거칠기에 있어서 유의성 있는 변화는 보이지 않았다(Table 2).



Graph 1. The changes of surface roughness values (Ra) according to surface conditioning of time

Table 1. Surface roughness values measured 3 valleys (1st, 4th, 7th valley) before & after surface detoxification in control & test groups

Implants	Application time (minute)	Ra value before detoxification (mean±SD, μm)	Ra value after detoxification (mean±SD, μm)	P value
No treatment	0	1.744 ± 1.191	1.598 ± 1.043	0.50
Control group	0.5	1.217 ± 0.685	1.208 ± 0.194	1.00
	1	1.272 ± 0.354	1.198 ± 0.624	1.00
	1.5	1.268 ± 0.244	1.241 ± 0.428	1.00
	2	1.023 ± 0.224	1.295 ± 0.377	0.25
	2.5	1.492 ± 0.714	1.401 ± 0.822	0.75
	3	0.811 ± 0.316	0.925 ± 0.499	0.75
Test group	0.5	1.071 ± 0.564	1.008 ± 0.308	1.00
	1	1.303 ± 0.285	1.520 ± 0.234	0.25
	1.5	0.811 ± 0.203	1.017 ± 0.334	0.50
	2	1.563 ± 0.871	1.323 ± 0.151	0.25
	2.5	0.832 ± 0.680	1.327 ± 1.020	0.25
	3	1.607 ± 0.144	1.902 ± 0.163	0.25

Table 2. The changes of surface roughness values (Ra) according to same surface detoxification

Application time(minute)	The changes of Ra(Rapost-Rapre, μm)		P value
	Control group	Test group	
0.5	-0.009	-0.063	1.000
1	-0.073	+0.217	0.247
1.5	-0.02	+0.205	0.681
2	+0.271	-0.240	0.141
2.5	-0.091	+0.495	0.247
3	+0.113	+0.295	0.681

2. 주사현미경을 이용한 양극 산화 미세표면 관찰

1) 무처치군

전형적인 분화구상 구조로 다공성의 불규칙한 표면을 보인다. 작은 분화구의 높이는 상부에서 $3.5 \pm 1 \mu\text{m}$ 하부에서 $5 \sim 6 \mu\text{m}$ 를 보인다. 외각의 직경은 $4 \mu\text{m}$ 에서 $8 \mu\text{m}$ 이며 이 분화구의 간격은 $2 \sim 21 \mu\text{m}$ 이며 평균거리는 $5 \pm 4 \mu\text{m}$ 이다. 내부의 직경은 $1 \sim 3 \mu\text{m}$ 을 보인다

(Figure 2).

2) 대조군

대조군인 생리식염수의 적용시간이 증가하여도 무처치군과 유사한 표면을 보인다(Figure 3~8). 이것은 양극 산화 처리된 표면이 생리식염수에 의한 표면 세척에 의한 표면 변화가 없음을 나타낸다. 시간에 따라 문지르는 정도에도 표면은 매우 안정된 상태를 보이고 있다.

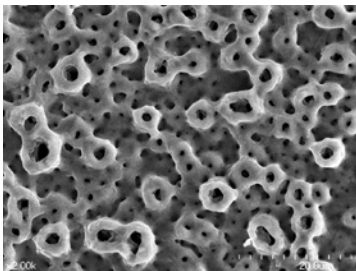


Figure 2. No treatment group. Anodic oxidation surface following no conditioning($\times 2,000$).

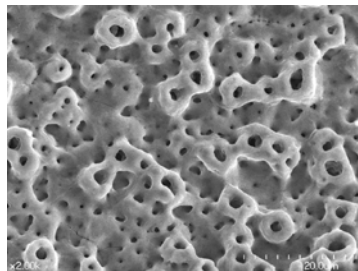


Figure 3. Control group. Saline for $\frac{1}{2}$ min exhibits no remarkable change($\times 2,000$).

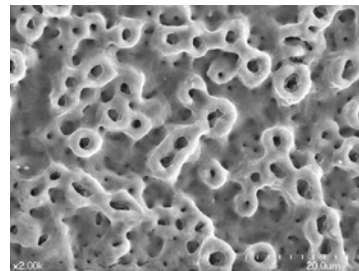


Figure 4. Control group. Saline for 1 min exhibits no remarkable change($\times 2,000$).

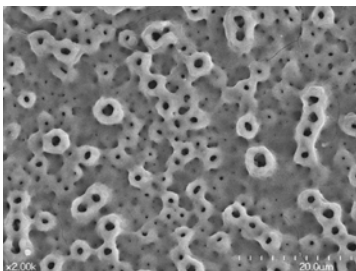


Figure 5. Control group. Saline for $1\frac{1}{2}$ min exhibits no remarkable change($\times 2,000$).

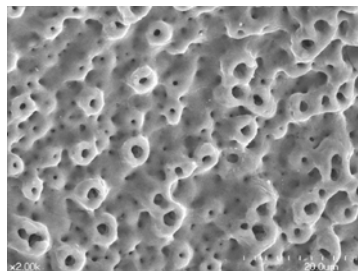


Figure 6. Control group. Saline for 2 min exhibits no remarkable change($\times 2,000$).

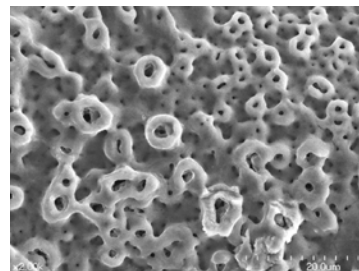


Figure 7. Control group. Saline for $2\frac{1}{2}$ min exhibits no remarkable change($\times 2,000$).

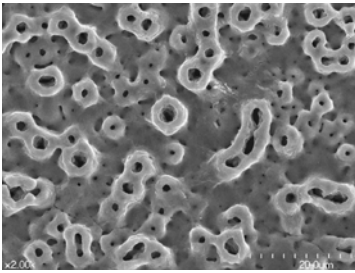


Figure 8. Control group. Saline for 3 min exhibits no remarkable change ($\times 2,000$).

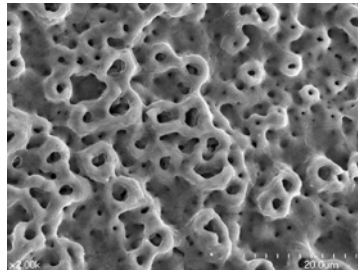


Figure 9. Test group. 50mg/ml Tetracycline-HCl for $\frac{1}{2}$ min exhibits no remarkable change ($\times 2,000$).

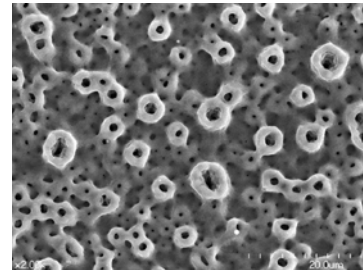


Figure 10. Test group. 50mg/ml Tetracycline-HCl for 1 min exhibits no remarkable change ($\times 2,000$).

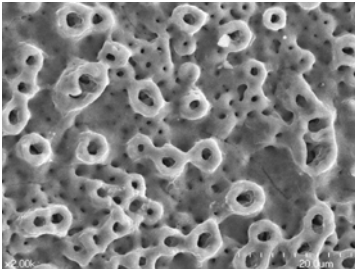


Figure 11. Test group. 50mg/ml Tetracycline-HCl for $1\frac{1}{2}$ min exhibits no remarkable change ($\times 2,000$).

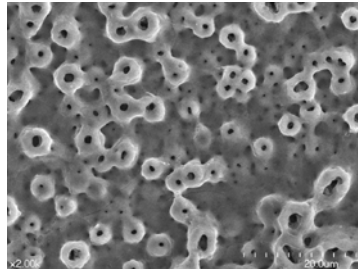


Figure 12. Test group. 50mg/ml Tetracycline-HCl for 2 min exhibits no remarkable change ($\times 2,000$).

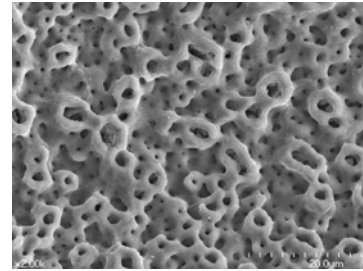


Figure 13. Test group. 50mg/ml Tetracycline-HCl for $2\frac{1}{2}$ min exhibits no remarkable change ($\times 2,000$).

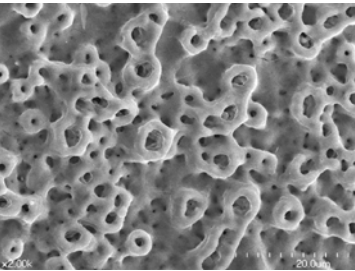


Figure 14. Test group. 50mg/ml Tetracycline-HCl for 3 min exhibits no remarkable change ($\times 2,000$).

3) 실험군

실험군인 염산 테트라사이클린의 적용시간이 증가하여도 무처치군, 대조군과 유사한 표면을 보인다 (Figure 9~14). 이것은 양극 산화 표면이 산과 물리적인 문지름에 있어서 변화 없는 안정성을 보여 주고 있다.

IV. 고안

이번 연구에서는 양극 산화 표면 임플란트의 표면

을 대상으로 하여 생리식염수와 염산 테트라사이클린으로 표면처리를 한 후 표면 거칠기 측정과 주사 전자현미경으로 표면의 변화를 관찰하였다. 양극 산화 표면 임플란트의 경우 생리식염수와 염산 테트라사이클린의 적용시간이 증가하여도 표면 거칠기 변화에 있어 오차 안에서의 변화를 보였다. 이는 이전 논문에서의 양극 산화 표면 거칠기 값과 매우 유사하였다. 전자현미경적 관찰에서도 표면구조의 변화가 없었다.

임플란트 주위염 치료의 최종목표는 골소실로 노출된 오염된 임플란트의 표면에 재골유착을 형성하는 것이다. 이전 연구결과 재골유착이 형성되었다는 보고들이 있다²¹⁻²³⁾. 그리고 Persson 등^{24,25)}은 재골유착 형성 여부는 임플란트 표면 해독뿐만 아니라 초기 치유 과정 동안 혈병의 부착 및 유지에 필요한 능력을 임플란트 표면이 가지고 있는지에 달려 있다고 하였다. 즉 임플란트의 고유한 표면구조의 변화가 없이 유지되는 것이 재골유착에 주요함을 알 수 있다.

임플란트의 표면은 골유착에 영향을 미치는 중요한 요소이다²⁶⁾. 다양한 표면구조의 임플란트가 소개되었는데, 표면처리된 임플란트는 식립 시 골과 더 많은 접촉면을 이룸으로써 초기 안정성을 제고하고 혈병을 유지하기 위한 표면형태를 가지고 있어서 골치유과정을 촉진시킨다²⁷⁾. 그러나 거친 표면의 임플란트는 여러 장점들을 가지고 있음에도 불구하고 임플란트 주위염이 발생하여 표면이 노출되면 치태침착이 더 용이하다고 하였다²⁸⁾. 그리고 세균과 내독소 제거 시 표면 변성의 가능성도 높다²⁹⁾.

최근에 개발된 양극 산화 표면은 산화층의 두께를 증가시킨 것으로 평균 거칠기는 $1.08\mu\text{m}$ 이다³⁰⁻³³⁾. 양극 산화 표면은 최근에 개발된 임플란트로서 이번 실험을 통해 표면의 안정성을 확인해 보고자 하였다.

Shou 등³⁴⁾은 재생형 술식으로 임플란트 주위염을 치료할 경우 재골유착 정도가 미미한 것은 임플란트 표면의 해독이 불완전하거나 표면이 변성되었기 때문이라 하였다. 임플란트 주위염 치료과정 중에 발생한 임플란트 표면의 변화는 골과 유착될 계면을 변형시켜 골유착에 영향을 줄 수 있다고 하였다. 그러므로 임플란트 주위조직의 재생을 위하여 임플란트 고유의 표면 거칠기와 구조적 특징의 변화 없이 세균과 세균부산물, 치석, 연조직 세포 등을 효과적으로 제거하여야 한다. 따라서 다양한 방법의 표면처리를 시행하였다. 임플란트 표면 변화를 야기하지 않는 기계적 방법으로 플라스틱 큐렛과 러버컵을 이용한 방법, 공기분말 연마기구를 이용하는 방법 등이 있으나 플라스틱 큐렛과 러버컵을 이용한 방법으로는 골결손부 내부의 임플란트 표면에 기구조작을 한다는 것이 거의 불가능하다. 공기분말 연마기구 사용시에도 공기전색증 또는 기종을 유발할 수 있고 임플란트 표면의 변화를 증가시킬 수 있다. 그 결과 금속기구나 초음파기구를 이용한 경우 표면이 불규칙하게 변화한 반면 클로르헥시딘을 사용한 경우와 러버컵을 사용한 경우에는 임플란트의 고유한 표면구조가 거의 변화하지 않았다. Dennison 등¹⁵⁾은 가공 처리된 티타늄 표면, 티타늄 분사피복 표면, 수산화인회석 피복 표면에 대해서 공기-분말 연마기구의

내독소 제거 효과가 우수하다고 하였으며 특히 가공 처리된 티타늄 표면에서 그 효과가 탁월하다고 하였다. Chairay 등³⁵⁾은 가공 처리된 티타늄 표면과 티타늄 분사피복 표면에 공기 분말 연마기구를 5초와 15초간 사용하고 주사전자현미경을 통하여 표면의 변화를 관찰하였는데 5초 후에는 표면변화가 거의 일어나지 않는 반면 15초 후에는 모든 표면이 변형된다고 보고하였다. 한편 Augthun 등³⁶⁾은 티타늄 분사피복 표면, 수산화인회석 피복 표면과 평활한 순수 티타늄 표면에 대하여 플라스틱 큐렛, 금속 큐렛, 다이아몬드 기구, 초음파 기구, 공기분말 연마기구, 0.1% 클로르헥시딘 용액을 적용했는데, 공기분말 연마기구, 클로르헥시딘 및 플라스틱 큐렛을 사용한 경우에 표면의 변화가 없었다.

일반적으로 사용되는 화학적 약제에는 구연산, 염산, 테트라싸이클린, 클로르헥시딘, 불화주석 등이 있다. 구연산은 여러 연구에서 우수한 내독소 제거 효과가 입증되었으나^{4,15)} 임상적 사용이 매우 제한적이라 하겠다. 클로르헥시딘은 내독소와 결합하려는 성질을 가지고 있고 임플란트 표면에 적용 시 막을 형성하여 재골유착을 방해한다고 하였다¹²⁾. 아직까지 오염된 임플란트 표면처리에 가장 적절한 방법은 규명되지 않았다. 그리고 Rimondini 등³⁷⁾은 어떠한 방법으로도 임플란트 표면을 완전히 해독할 수는 없다고 하였다. 또 생리식염수만으로 오염된 임플란트 표면을 문질러 좋은 결과를 얻은 연구도 있다²⁵⁾. 그래서 이번 연구에서는 임플란트 표면의 완전한 해독보다는 고유한 표면구조의 유지에 초점을 맞추어 연구를 설정하였고 기계적 방법에 비해 표면의 변화가 적은 화학적 방법을 선택하였다. 또 여러 화학적 약제 중 치근면 처치에 널리 사용되고 있고 임플란트 주위염 치료 시 사용되어 좋은 결과를 얻었으며 임상적으로 사용이 편리한 염산 테트라싸이클린을 사용하여 임플란트 표면 처리를 시행하였다.

염산 테트라싸이클린은 치주병원균의 제거에 효과적인 광범위 항생제이며 치면에 강하게 흡착되어 활성형으로 방출되고³⁸⁾ 교원질 분해효소 활성을 저해하며 상피세포의 부착과 하방증식을 방해하며³⁹⁾, 골

이식 시 치유를 증진시키는 효과가 있다고 보고되어 왔다⁴⁰⁾. 염산 테트라싸이클린이 임플란트 표면에 적용된 예를 보면 Wittrig 등은 수산화인회석이 피복된 티타늄 표면에 염산 테트라싸이클린을 적용 시 세포성장 및 부착이 증가한다고 하였다. Meffert 등¹⁸⁾은 임플란트 주위염 치료 시 염산 테트라싸이클린을 국소적으로 화농성 병원균을 효과적으로 억제하였음을 보고하였다. 이러한 해독작용 후 부가적으로 조직유도재생술을 사용하여 좋은 임상적 결과를 얻었고, Muller 등은 염산 테트라싸이클린을 3분간 사용하여 임플란트 표면을 해독한 후 골이식재 및 차폐막을 사용한 3가지 임상증례에서 임플란트 주위의 골결손이 소실되었고 탐침깊이가 감소되었다고 하였다. Mellonig 등은 임플란트 주위 골결손부의 염증조직을 제거하고 염산 테트라싸이클린으로 해독한 후 탈회동결건조골과 차폐막을 이용하여 재생술식을 시행한 결과 치주낭의 깊이가 감소하였으며 임상적 부착수준의 증가 및 골결손이 치유되는 결과를 얻었다.

이번 연구에서는 염산 테트라싸이클린의 농도를 50mg/ml로 설정하였는데 이 농도에서 섬유모세포의 화학주성 및 증식이 활발하게 일어난다고 보고된 바 있다¹⁷⁾. 50mg/ml보다 높은 농도는 오히려 정상세포 기능에 해로울 수 있고 세포 이주를 방해한다고 하였다. 치근면 처치에서도 이 같은 농도를 적용하는데 치근면 처치의 목적은 해독보다는 탈회이기 때문에 임플란트 표면에도 같은 농도의 염산 테트라싸이클린을 적용하는 것은 논란의 여지가 있을 수 있다. 게다가 Zablotzky 등¹⁴⁾에 의하면 염산 테트라싸이클린은 50mg/ml의 농도에서 pH 2~3의 약산으로 내독소를 제거하는 데는 효과가 떨어진다고 하였다. 그러나 이번 연구에서는 해독 효과에 중점을 두지 않았기 때문에 세포 부착 및 이주에 적절한 농도인 50 mg/ml의 염산 테트라싸이클린으로 임플란트 표면 처리를 시행하였다. 그리고 적용시간은 3분까지로 하였는데 여러 임상 증례에서 3분 이내로 처치하였기 때문에 임상적 적용 시간을 고려하여 이와 같이 설정하였다. 또 Mouhy 등은 화학적 약제를 적용 시 내독소와 부착하여 남는 경우 치유과정 중 역효과를 일

으킬 수 있다고 하였다. 그래서 이번 연구에서는 표면처리 후 1분간 멸균 증류수로 철저히 수세하였다.

이번 연구에서는 양극 산화 표면에 생리식염수와 염산 테트라싸이클린을 적용하였다. 안 등은 역시 양극 산화 표면과 수산화 인회석 피복 표면 임플란트에 염산 테트라싸이클린으로 표면처리를 시행하였다. 상기 연구와 이번 연구를 종합하면 일반적으로 임상에서 많이 사용되고 있는 양극 산화 임플란트 표면을 대상으로 한 것으로 이들 결과는 임상적 적용에 큰 도움이 될 것이라 생각된다.

또한 앞으로 탈독소화 방법에 따른 임플란트 표면 무기질 조성 변화에 대한 측정변화를 고안해 보는 것도 필요하리라 생각된다.

V. 결론

임플란트 표면처리 시 기계적인 방법만으로는 완벽하게 표면에 부착된 세균과 부산물을 제거하기 어렵고, 표면 미세구조에 변화를 초래할 수 있다. 그래서 임플란트 표면 구조를 보존하면서 효과적인 해독을 위하여 화학제가 널리 시도되고 있다. 이번 연구에서는 염산 테트라싸이클린을 이용해서 임플란트 표면 처리를 시행한 후 처리 시간에 따른 표면구조의 변화를 관찰하고자 하였다. 양극 산화 임플란트 표면에 50mg/ml 농도의 염산 테트라싸이클린 용액을 적신 스폰지로 각각 1/2분, 1분, 1 1/2분, 2분, 2 1/2분, 3분간 문질러 표면 처리를 시행한 군을 실험군으로 하였고, 대조군으로는 생리적 식염수를 같은 방법으로 사용하여 적용 시간에 따른 각각의 표면변화를 광학 간섭계를 이용한 표면 거칠기 측정과 주사전자현미경을 이용한 표면구조의 검사를 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 양극 산화 임플란트 표면에 염산 테트라싸이클린의 적용시간에 따른 표면 거칠기 측정값이 무처리군과 대조군에 비교하여 유의한 변화가 보이지 않았다.
2. 염산 테트라싸이클린의 적용 시간과는 관계없

이 양극 산화 임플란트 표면은 무처치군과 대조군과 비교하여 주사전자 현미경적 표면 구조의 변화를 보이지 않았다.

이상을 요약하면 양극 산화 임플란트 표면의 경우 염산 테트라사이클린을 3분 이내로 적용 시 표면의 변화 양상을 발견할 수 없었다. 양극 산화 임플란트 표면은 해독을 위하여 사용되는 염산 테트라사이클린에 안정성이 있다고 할 수 있다.

VI. 참고문헌

1. Meffert RM, Langer B, Fritz ME. Dental implants: A review. *J Periodontol* 1992;63: 859-870.
2. Adell R, Eriksson B, Lekholm U et al. Long-term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1990;5:347-359.
3. Buser D, Mericske SR, Bernard JP et al. Long-term evaluation of non-submerged ITI implants. Part 1: 8-year life table analysis of a prospective multi-center study with 2359 implants. *Clin Oral Implants Res* 1997;8:161-172.
4. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: A review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1986;1:11-25.
5. Isidor F. Loss of osseointegration caused by occlusal load of oral implants. *Clin Oral Implants Res* 1996;7:143-152.
6. Mombelli A, Van Oosten MAC, Schürch EJ, Lang NP. The microbiota associated with successful or failing osseointegrated titanium implants. *Oral Microbiol Immunol* 1987;2:145-151.
7. Hickey JS, O'Neal RB, Scheidt MJ et al. Microbiologic characterization of ligature induced peri-implantitis in the microswine model. *J Periodontol* 1991;62:548-553.
8. Mombelli A, Lang NP. The diagnosis and treatment of peri-implantitis. *Periodontol* 2000 1998;17:63-76.
9. Roos-Jansaker AM, Renvert S, Egelberg J. Treatment of peri-implant infections: A literature review. *J Clin Periodontol* 2003;467-485.
10. Esposito M, Hirsch J, Lekholm U, Thomsen P. Differential diagnosis and treatment strategies for biologic complications and failing oral implants: A review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;4:473-490.
11. Baron M, Haas R, Dortbudak O, Watzek G. Experimentally induced peri-implantitis: A review of different treatment methods described in the literature. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;4:533-544.
12. Krozer A, Hall J, Ericsson I. Chemical treatment of machined titanium surfaces. An in vitro study. *Clin Oral Implants Res* 1999;3:204-211.
13. Zablotsky MH, Diedrich DL, Meffert RM. Detoxification of endotoxin contaminated titanium and hydroxyapatite-coated surfaces utilizing various chemotherapeutic and mechanical modalities. *Implant Dent* 1992; 2:154-158.
14. Thomson-Neal D, Evans GH, Meffert RM. Effects of various prophylactic treatments on titanium, sapphire, and hydroxyapatite-coated implants: An SEM study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1989;4: 300-311.
15. Dennison DK, Huerzeler MB, Quinones C,

- Caffesse RG. Contaminated implant surfaces: An in vitro comparison of implant surface coating and treatment modalities for decontamination. *J Periodontol* 1994;10: 942–948.
16. Dörtbudak O, Haas R, Bernhart T, Mailath-Pokorny G. Lethal photo-sensitization for decontamination of implant surfaces in the treatment of peri-implantitis. *Clin Oral Implants Res* 2001;2:104–108.
 17. Slots J, Lisgarten A. *Bacteriodes gingivalis*, *Bacteriodes intermedius*, and *Actinobacillus actinomycetemcomitans* in human periodontal disease. *J Clin Periodontol* 1988;15: 85–93.
 18. van Winkelhoff AJ, van Steenberghe TMJ, de Graaf J. The role of black-pigmented bacteroides in human oral infection. *J Clin Periodontol* 1988;15:145–155.
 19. Bell FA, Cavazos EJ, Jones AA, Stewart KL. Four-year experience with the placement, restoration, and maintenance of dental implants by dental students. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994;9:725–731.
 20. Artzi Z, Tal H, Chweidan H. Bone regeneration for reintegration in peri-implant destruction. *Compend Contin Educ Dent* 1998;1:17–28.
 21. Jovanovic SA, Kenney EB, Carranza EA, Donath K. The regenerative potential of plaque induced peri-implant bone defects treated by a submerged membrane technique: An experimental study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8:13–18.
 22. Hürzeler MB, Quinones CR, Morrison EC, Caffesse RG. Treatment of peri-implantitis using guided bone regeneration and bone grafts, alone or in combination, in beagle dogs. Part 1: Clinical findings and histologic observations. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995;4:474–484.
 23. Hürzeler MB, Quinones CR, Schüpbach P, Morrison EC, Caffesse RG. Treatment of peri-implantitis using guided bone regeneration and bone grafts, alone or in combination, in beagle dogs. part II: Histologic finding. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:168–175.
 24. Persson LG, Ericsson I, Berglundh T, Lindhe J. Guided bone regeneration in the treatment of peri-implantitis and replacement of implant components. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 2001;28:258–263.
 25. Persson LG, Berglundh T, Lindhe J, Sennerby L. Re-osseointegration after treatment of peri-implantitis at different implant surfaces. An experimental study in the dog. *Clin Oral Implants Res* 2001;6:595–603.
 26. Albrektsson TO, Johansson CB, Sennerby L. Biological aspects of implant dentistry: Osseointegration. *Periodontol* 2000 1994;4: 58–73.
 27. Quirynen M, Marechal M, Busscher HJ et al. The influence of surface free energy and surface roughness on early plaque formation. An in vivo study in man. *J Clin Periodontol* 1990;17:138–144.
 28. Rimondini L, Fare S, Brambilla E et al. The effect of surface roughness on early in vivo plaque colonization on titanium. *J Periodontol* 1997;6:556–562.
 29. Brånemark PI, Hansson BO, Adell R et al. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-years period. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1977;16:1–132.

30. Sammons RL, Lumbikanonda N, Gross M, Cantzler P. Comparison of osteoblast spreading on microstructured dental implant surfaces and cell behaviour in an ex-plant model of osseointegration: A scanning electron microscopic study. *Clin Oral Implants Res* 2005;10:1111–1120.
31. Massaro C, Rotolo P, De Riccardis F et al. Comparative investigation of the surface properties of commercial titanium dental implants. Part I: chemical composition. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine* 2002;13:535–548.
32. Ivanoff CJ, Widmark G, Johansson C, Wennerberg A. Histologic evaluation of bone response to oxidized and turned titanium micro implants in human jaw bone. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;3:341–348.
33. Nikitas S, Anthony M, Victoria AM, Gilbert T, Ronald D. Implant Materials, Designs and Surface Topographies: Their Effect on Osseointegration. A Literature Reviews. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;15:675–690.
34. Schou S, Holmstrup P, Jorgensen T et al. Anorganic porous bovine-derived bone mineral(Bio-Oss) & e-PTFE membrane in the treatment of peri-implantitis in cynomolgus monkeys. *Clin Oral Implants Res* 2003;5:535–547.
35. Chairay JP, Boulekbache H, Jean A, Soyer A, Bouchard P. Scanning electron microscopic evaluation of the effects of an air-abrasive system on dental implants: A comparative in vitro study between machined and plasma-sprayed titanium surfaces. *J Periodontol* 1997;68:1215–1222.
36. Augthun M, Tinschert J, Huber A. In vitro studies on the effect of cleaning methods on different implant surfaces. *J Periodontol* 1998;69:857–864.
37. Rimondini L, Cicognani Simoncini F, Carrassi A. Micro-morphometric assessment of titanium plasma-sprayed coating removal using burs for the treatment of peri-implant disease. *Clin Oral Implants Res* 2000;2:129–138.
38. Baker P, Evans R, Coburn R, Genco R. Tetracycline and its derivatives strongly bind to and are released from tooth surface in active form. *J Periodontol* 1983;54:580–585.
39. Glaub LM, Lee HM, Lehrer G et al. Minocycline reduces gingival collagenolytic activity during diabetes. *J Periodontal Res* 1983;18:516–526.
40. Al-Ali W, Bissada NF, Greenwell H. The effect of local doxycycline with and without tricalcium phosphate on the regenerative healing potential of periodontal osseous defects in dogs. *J Periodontol* 1989;60:582–590.

Micromorphometric Influence of Anodic oxidation surface implant conditioned with tetracycline-HCl

Jeong-Taek Lim, Jong-Hyuk Chung*, Young-Hyuk Kwon,
Joon-Bong Park, Yeek Herr

Department of Periodontology and Institute of Oral Biology, School of Dentistry,
Kyung Hee University

The present study was performed to evaluate the effect of Tetracycline-HCl on the change of implant surface microstructure according to application time. Anodic oxidation surface were utilized. Implant surface was rubbed with 50mg/ml Tetracycline-HCl solution for $\frac{1}{2}$ min., 1min., $1\frac{1}{2}$ min., 2min., $2\frac{1}{2}$ min. and 3min. respectively in the test group. Then, specimens were processed for Ra Value test and scanning electron microscopic observation.

The results of this study were as follows.

1. The anodic oxidation surface roughness tests don't show significant difference on conditioning with saline and Tetracycline-HCl.
2. The anodic oxidized surfaces showed the craterous structures. The surface conditioning with Tetracycline-HCl didn't influence on its micro-morphology.

In conclusion, Anodic oxidation implant surface is stable to detoxificate with 50mg/ml Tetracycline-HCl of implant surface.

