

# 염산 테트라사이클린이 이중 산부식 임플란트 표면 구조에 미치는 영향

정도민, 박준봉\*, 권영역, 허 익, 정종역

경희대학교 치의학전문대학원 치주과학교실, 구강생물학연구소

## I. 서론

부분 무치악이나 완전 무치악 수복에 있어서 최근 임플란트가 널리 사용되고 있다. 무치악 부위를 임플란트로 수복하는 경우, 저작능력과 심미성, 발음 회복 등에서 좋은 결과를 얻을 수 있다. 임플란트를 이용한 수복은 예견성도 높고 인접치를 삭제하는 않는 등의 장점으로 환자들의 만족도도 높다. 그러나, 임플란트의 시술이 증가하고 유지 기간도 길어짐에 따라 임플란트 주위염의 발생률 또한 증가하고 있다. 임플란트 주위염이란 기능 중인 골유착된 임플란트 주변 조직에 영향을 주어 지지골의 소실을 야기하는 염증성 과정이다<sup>1)</sup>.

임플란트 주위염의 원인은 크게 과도한 교합력과 염증을 들 수 있다<sup>2,3)</sup>. 다양한 크기의 교합력 등 임플란트가 받는 힘은 주위조직에 잘 전달이 되어야 하는데, 임플란트는 고유수용기가 없어서 과도한 교합력을 받을 수 있다<sup>2)</sup>. 이런 경우 임플란트 주위 골에 미세파절을 일으킬 수 있는데<sup>4)</sup>, 주로 힘은 임플란트의 돌출 구조에 집중하게 된다<sup>5)</sup>. 과도한 교합력에 의한 임플란트 주위염의 경우에는 세균총이 건강

한 치주조직의 그것과 유사하여 연쇄상구균이 주를 이룬다<sup>6)</sup>. 염증이 원인인 경우에는 만성치주염과 유사한 세균총이 형성되며<sup>7-9)</sup>, 주 원인균에는 방추균, 운동성 간균, 나선상 세균, 그리고 그람 음성 혐기성 간균 등이 있다<sup>2,8,10-13)</sup>. 그러나, 만성치주염보다 임플란트 주위염에서 조직파괴의 양상이 더 뚜렷이 나타나며 방사선 사진에서 관찰되는 분화구 양상의 골결손부가 골수까지 쉽게 진행된다<sup>10)</sup>. 이것은 치은으로 둘러싸이는 치아와 달리 임플란트는 점막으로 둘러싸이게 되는데, 점막의 상부는 섬유아세포가 거의 없고 교원섬유가 주를 이루며 혈액 공급이 부족하여 염증 시 진행이 빨라지기 때문이다<sup>14)</sup>. 또한 치아의 경우 섬유가 치아 장축에 수직으로 주행하는 반면, 임플란트 주위 점막 내에서는 섬유가 임플란트에 대해 수평으로 주행하여 염증이 하부로 확산되기 쉽기 때문이다<sup>2,15)</sup>.

임플란트 주위염 발생 시 원인을 정확히 판단하고 적절한 치료를 시행해야 한다. 치료는 임플란트 주위조직의 염증상태에 따라 다르다<sup>2)</sup>. 골소실 없이 염증이 점막에만 한정되어 있는 것은 임플란트 주위점막에 한정된 가역적인 점막염을 의미하고, 임플란트

\* 교신저자 : 박준봉, 서울시 강동구 상일동 149번지 경희대학교 동서신의학병원 치과병원, 134-837 (전자우편 : jbpark@khu.ac.kr)

주위염은 기능 중인 임플란트 주위 점막에 염증이 있으면서 임상적, 방사선학적으로 골소실이 명백한 것이다<sup>2,16)</sup>. 전자의 경우, 치태조절과 정기적 검진을 통해 개선될 수 있다<sup>2)</sup>. 후자의 임플란트 주위염은 골결손부의 크기와 형태에 따라 비외과적 술식이나 외과적 술식을 시행하며, 외과적 술식에는 절제술과 재생술이 있다. 이러한 치료는 치주낭 깊이를 감소시키고 더 나아가 임플란트 표면에 골재생을 촉진하여 재골유착을 유도하는 것이 목표가 된다<sup>17)</sup>. 임플란트 주위염 시 구강 내에 노출된 임플란트 표면은 타액과 인접 연조직에 접촉하여 세균과 내독소로 피복되는 것으로 알려져 있다<sup>17,18)</sup>. 오염된 임플란트 표면에는 섬유아세포의 부착, 성장이 일어날 수 없고<sup>8,19)</sup> 생리적인 치유 및 재골유착이 일어날 수 없으므로<sup>7,17,20,21)</sup> 골유착을 유도하기 위해서는 표면의 세척과 해독이 필요하다<sup>21)</sup>. 해독 방법에는 공기-분말 연마기, 금속 큐렛, 타이타늄 큐렛, 플라스틱 큐렛, 초음파 기구 등을 이용하는 기계적인 방법과 클로르헥시딘, 불화주석, 구연산 등의 약제나 염산 테트라사이클린, 메트로니다졸 등의 항생제를 이용하는 화학적 처리법이 있다<sup>22)</sup>. 또한 레이저를 이용하여 해독하는 방법도 사용된다<sup>7)</sup>.

거친 표면의 임플란트는 골세포와 골형성 과정에 관여하는 인자들을 촉진하여 골유착을 증대시키는 장점이 있다<sup>23-25)</sup>. 반면에 골유착을 위해 형성된 거친 표면이 구강환경에 노출되었을 때는 치태 침착, 세균 축적, 내독소 부착에 유리하게 작용하게 되며<sup>19,26)</sup>, 이들의 완전한 제거도 어렵게 된다<sup>7,8)</sup>. 이처럼 거친 표면의 임플란트는 기계적 방법만으로는 미세 표면으로부터 세균이 그 독소를 완전히 제거하기 어렵고, 오히려 고유 표면의 형태를 기계적으로 변화시키게 된다. 따라서 치주질환의 원인균을 제거하는 화학적 처리제가 임플란트 표면의 내독소도 효과적으로 제거할 수 있다는 보고<sup>17)</sup>가 있으며, 이 경우 임플란트 고유의 표면을 최대한 보존하는 것이 치유기전에 중요하다.

염산 테트라사이클린은 치주질환 치료에 널리 사용되는 항생제로 정균작용 외에도 섬유아세포의 부

착과 성장 촉진, 골아세포의 교원질 형성 증가, 골흡수 억제, 소염 등의 작용을 한다. 전신 투여 시 치은 열구에 농축되며 치아와 임플란트 표면을 해독하는 기능을 한다<sup>6,8,27,28,29)</sup>. 몇몇 논문에 의하면 염산 테트라사이클린을 임플란트 표면에 적용해도 시간 증가에 따라 표면 구조의 변화는 나타나지 않는다고 하였다<sup>30,31)</sup>. 따라서 화학 처리 시 내독소 제거에 효율적이면서도 임플란트 고유의 표면 구조를 유지할 수 있는 해독 방법이 요구되며 이것은 임플란트 표면이나 제조회사에 따라 다를 수 있다.

이번 연구는 진료실에서 쉽게 효과적으로 사용하는 화학 처리법인 염산 테트라사이클린을 시판되고 있는 임플란트에 시간을 변화시켜 적용하고, 적용 전후의 표면 거칠기 변화를 비교하는 동시에 주사전 자현미경으로 관찰하여 염산 테트라사이클린의 적절한 적용시간을 알아보기 위해 시행되었다.

## II. 연구재료 및 방법

### 1. 연구재료

이번 연구에서는 직경 4.0mm, 길이 15mm인 이중 산부식처리 표면 임플란트(Osseotite®, Implant innovations inc, West Palm Beach, Florida, U.S.A)를 사용하였으며, 임플란트 표면 처리를 위해 염산 테트라사이클린을 멸균증류수에 녹여 50mg/ml의 농도로 만든 것과 멸균 생리 식염수를 이용하였다.

### 2. 연구방법

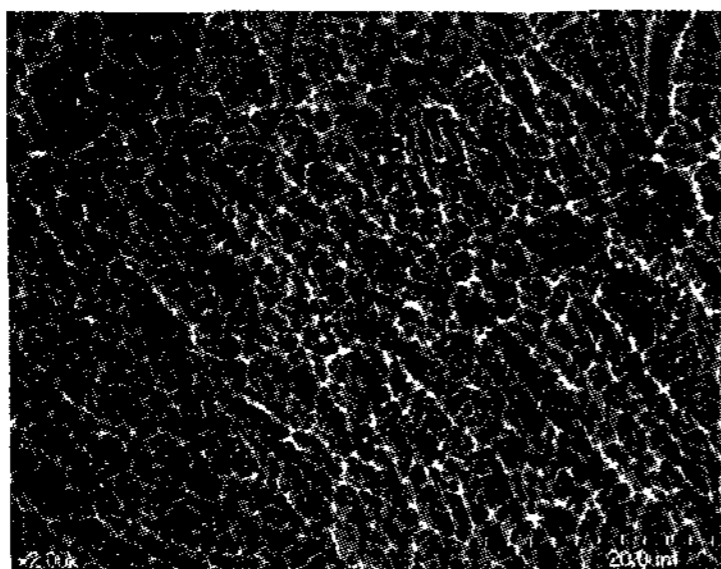
이중 산부식 처리 표면 임플란트 13개를 준비하여 평활면에 실험할 부위를 유성펜으로 표시한 후, Optical interferometer(Accura 2000, Interplus Co., Seoul, Korea)를 이용하여 표면 거칠기의 실험 전 값을 3 부위(1, 4, 7번째 valley)에서 측정하였다. 하나의 임플란트는 비처리군, 6개의 임플란트는 대조군으로, 나머지 6개는 실험군으로 하였다. 표면 처리를 시행한 대조군과 실험군은 각각 생리식염수

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

Implants	Application time (minute)	Ra value before detoxification (mean ±SD, μm)	Ra value after detoxification (mean ±SD, μm)	P value
No treatment	0	1.116 ± 0.295	0.981 ± 0.040	0.75
	0.5	1.763 ± 0.226	1.607 ± 0.282	0.75
	1	1.515 ± 0.720	1.431 ± 0.279	0.75
	1.5	1.57 ± 0.445	1.38 ± 0.706	0.50
	2	1.473 ± 0.956	1.393 ± 0.647	1.00
	2.5	1.474 ± 0.484	1.286 ± 0.178	0.50
	3	1.798 ± 1.016	1.675 ± 0.780	1.00
Control group	0.5	1.594 ± 0.419	1.784 ± 0.317	0.25
	1	0.887 ± 0.169	0.936 ± 0.486	1.00
	1.5	1.178 ± 0.475	1.738 ± 0.319	0.25
	2	1.674 ± 0.297	1.792 ± 0.322	0.75
	2.5	2.000 ± 0.356	1.644 ± 0.224	0.25
	3	2.296 ± 0.405	1.643 ± 0.457	0.25

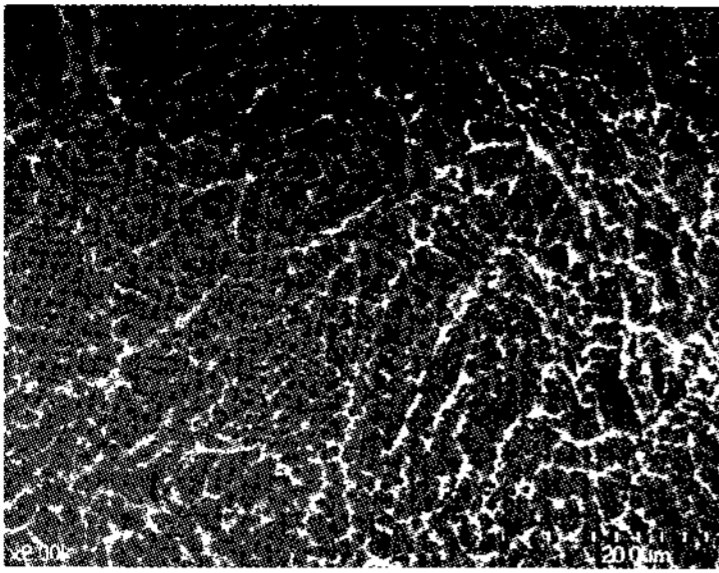
**Table 2.** The changes of surface roughness values(Ra) according to surface detoxification.

Application time(minute)	The changes of Ra(Rapost - Rapre, μm)		P value
	Control group	est group	
0.5	-0.157	+0.190	0.423
1	-0.084	-0.049	1.000
1.5	-0.190	+0.560	0.141
2	-0.080	+0.118	0.681
2.5	-0.188	-0.356	1.000
3	-0.123	-0.653	0.423

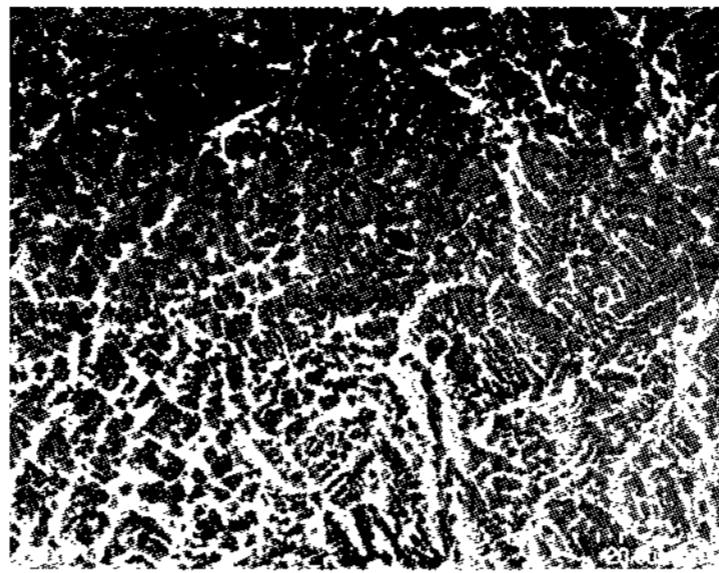


**Figure 1.** Implant without any treatment. It has many peaks and valleys. SEM ×2,000.

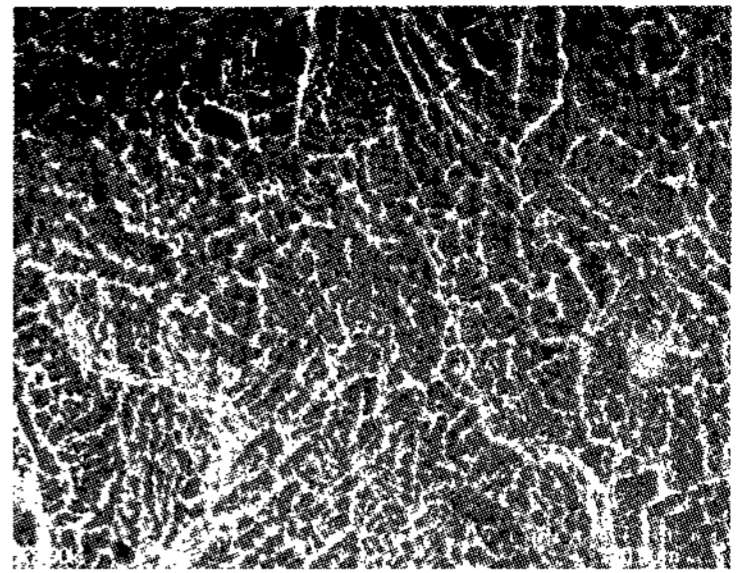
와 50mg/ml의 염산 테트라사이클린을 스폰지에 적셔 0.5분, 1분, 1.5분, 2분, 2.5분, 3분간 문질렀다. 이 때 매 0.5분마다 새로운 스폰지로 교환하고 표면 처리 후 흐르는 멸균증류수로 1분간 세척 후 건조하였다. 실험 전 측정 부위와 동일한 부위에서 표면 거칠기를 재측정 하였다. Ion sputting coater로 10~20 nm의 두께로 Gold palladium 피복하고, 주사전자현미경(S-800, Hitachi, Japan)으로 관찰 후 촬영하였다. 판정은 이번 실험에 참여하지 않은 3명의 치



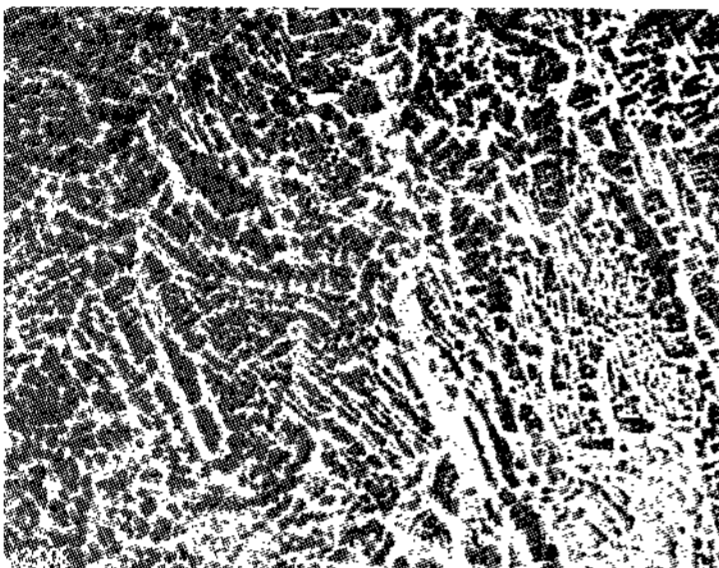
**Figure 2.** Control Group treated by saline for 0.5min, SEM  $\times 2,000$ .



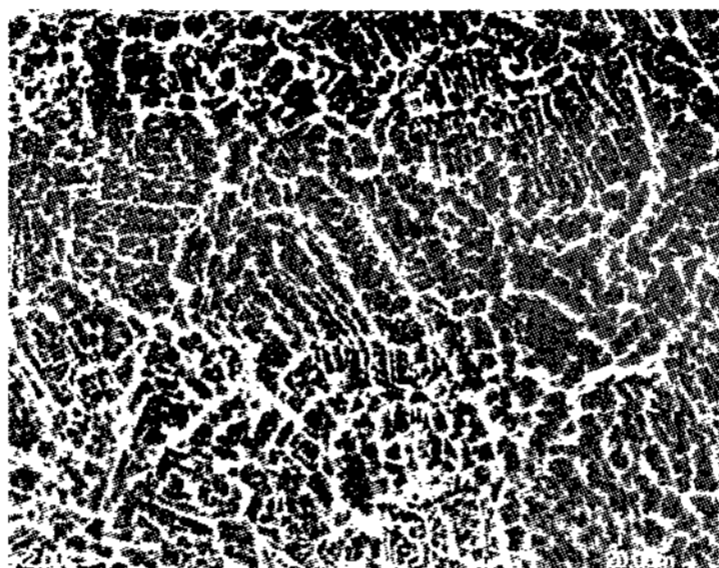
**Figure 3.** Control Group treated by saline for 1min, SEM  $\times 2,000$ .



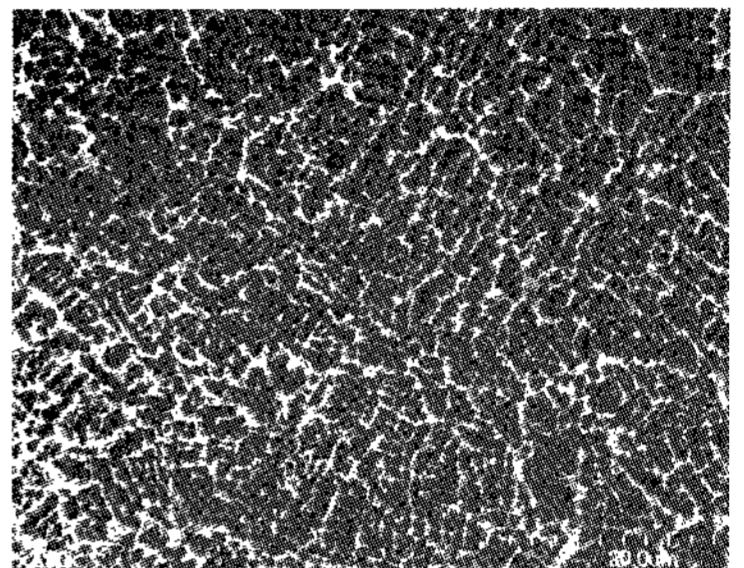
**Figure 4.** Control Group treated by saline for 1.5min, SEM  $\times 2,000$ .



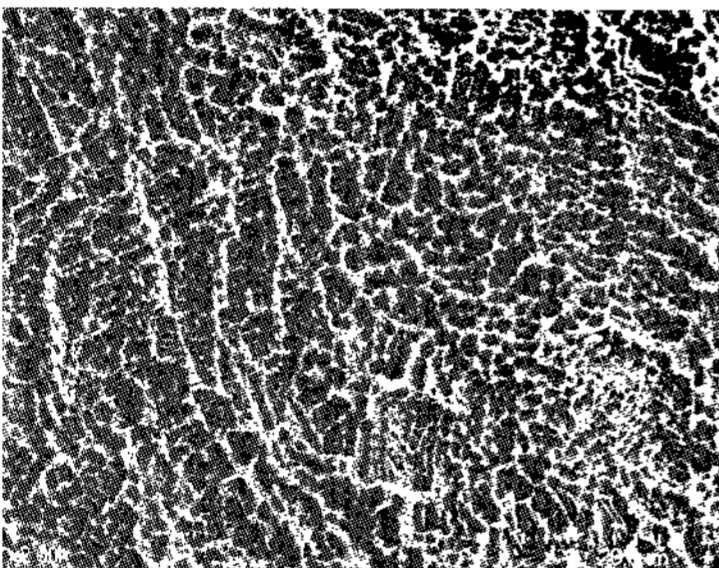
**Figure 5.** Control Group treated by saline for 2min, SEM  $\times 2,000$ .



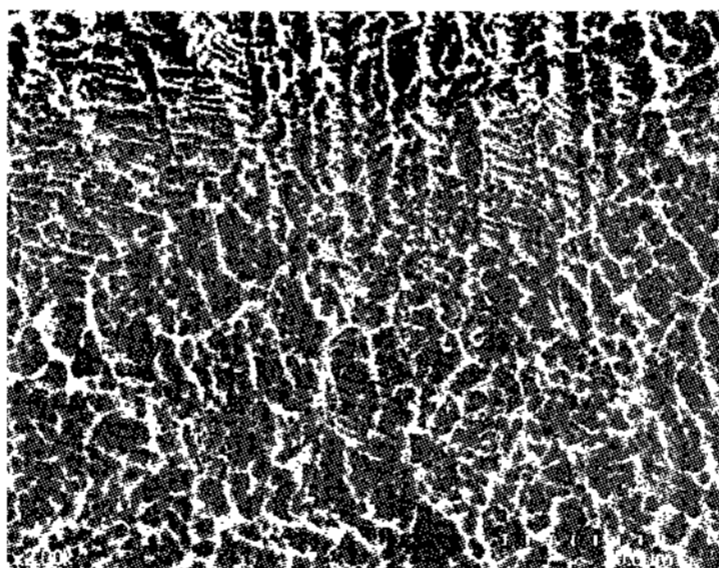
**Figure 6.** Control Group treated by saline for 2.5min, SEM  $\times 2,000$ .



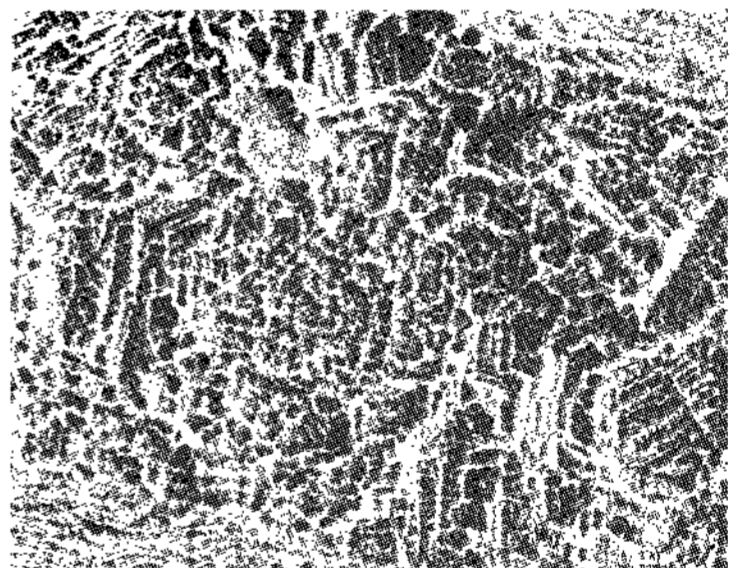
**Figure 7.** Control Group treated by saline for 3min, SEM  $\times 2,000$ .



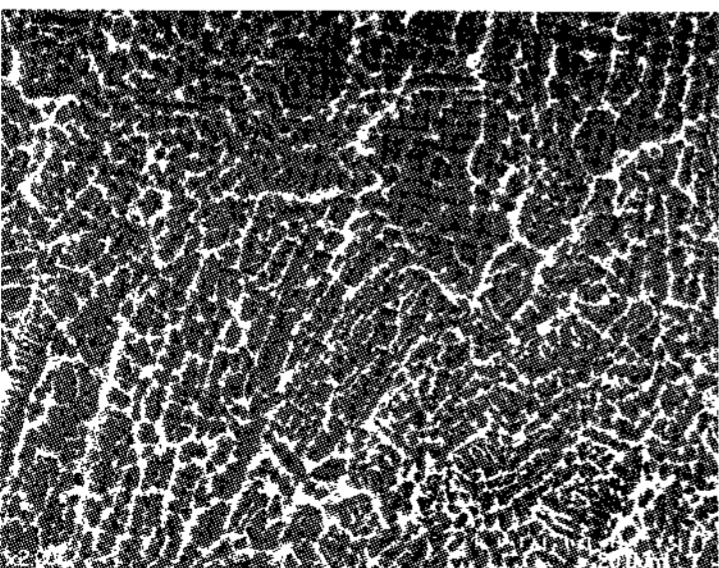
**Figure 8.** Test Group treated by Tetracycline-HCl for 0.5min, SEM  $\times 2,000$ .



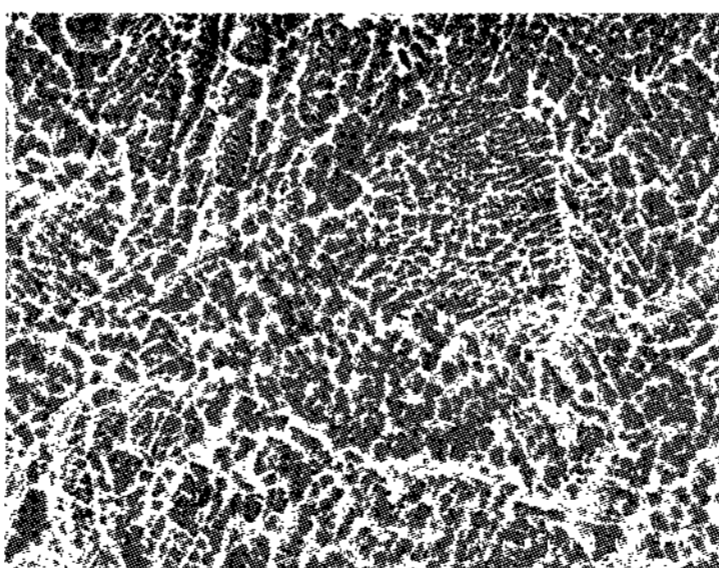
**Figure 9.** Test Group treated by Tetracycline-HCl for 1min, SEM  $\times 2,000$ .



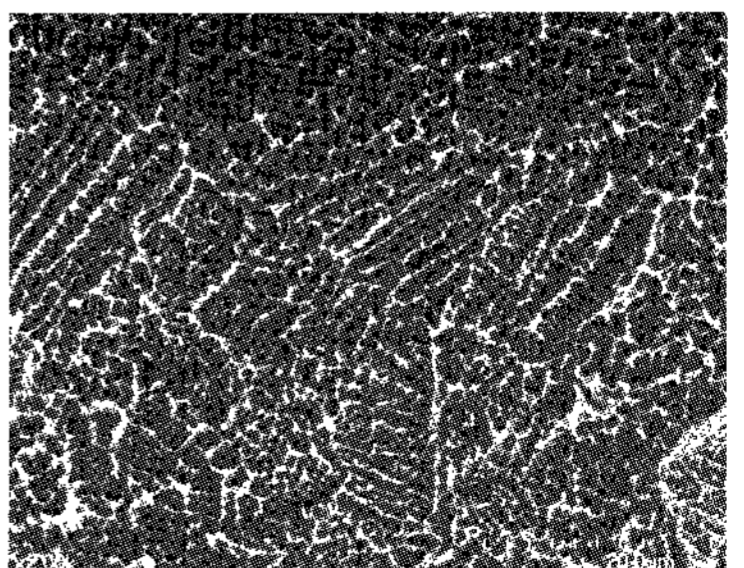
**Figure 10.** Test Group treated by Tetracycline-HCl for 1.5min, SEM  $\times 2,000$ .



**Figure 11.** Test Group treated by Tetracycline-HCl for 2min, SEM  $\times 2,000$ .



**Figure 12.** Test Group treated by Tetracycline-HCl for 2.5min, SEM  $\times 2,000$ .



**Figure 13.** Test Group treated by Tetracycline-HCl for 3min, SEM  $\times 2,000$ .

과목사가 각각 사진을 관찰하고 분석하여, 임플란트의 표면 구조의 변화유무를 토의하여 결정하였다. 통계는 Wilcoxon's signed rank test를 이용하여 처리 전, 후의 값을 비교하였고, Wilcoxon's rank sum test로 염산 테트라사이클린과 생리식염수를 비교하였다.

### III. 연구성적

#### 1. 비처리군

표면 처리를 시행하지 않은 시편은 임플란트 가공시 형성된 작은 용선들이 전체적으로 고르게 분포된 양상을 보인다(Figure 1). 표면 거칠기 값은 세 부위의 평균값이 1차  $1.116 \pm 0.295 \mu\text{m}$ , 2차  $0.981 \pm 0.040 \mu\text{m}$ 로 측정되어 동일 부위라도 측정 오차가 있음을 알 수 있다. 전체 13개 임플란트의 표면 처리 전 거칠기 값은 평균  $1.564 \pm 0.580 \mu\text{m}$ 였다. 임플란트 고유의 거칠기 값이  $0.660 \mu\text{m}$ 에서  $2.729 \mu\text{m}$ 의 범위로 나타나 일정하지 않았다(Table 1).

#### 2. 대조군

생리식염수로 처리한 경우 주사전자현미경으로 관찰한 결과 비처리군과 비교하여 차이가 없어 표면 형태가 잘 유지되고 있음을 알 수 있었다(Figure 2-7). 표면 처리 전후의 표면 거칠기 값은 소량 감소하는 변화를 보였으나, 시간과의 연관성은 보이지 않았다(Table 1, 2).

#### 3. 실험군

염산 테트라사이클린으로 표면 처리한 표면은 주사전자현미경으로 관찰한 결과 실험초기부터 적용시간이 증가와 상관 없이 처리 전 고르게 분포되어 있는 용선 등의 거친 구조가 처리 후에도 그대로 유지되고 있음을 알 수 있었다(Figure 8-13). 처리 전과 표면 거칠기 값의 변화는 증가 혹은 감소하며 다양

하게 나타났다. 시간경과에 따라 일정한 양상을 보이지 않았고, 그 차이값도 유의성 있는 수준은 아니었다(Table 1, 2). 대조군에 비해 다소 큰 변화를 보였으나 두 군의 비교에 있어서도 유의성은 없었다(Table 2).

### IV. 고안

이번 연구에서는 이중 산부식 처리 표면 임플란트를 대상으로 염산 테트라사이클린과 생리식염수로 표면 처리한 후 표면 거칠기의 변화를 측정하고, 주사전자현미경으로 표면의 변화를 관찰하였다. 염산 테트라사이클린과 생리식염수 모두에 대해 표면 거칠기나 모양이 변화하지 않았다.

임플란트 주위염을 치료하는 최종의 목표는 재골유착이다. Persson 등<sup>28,29)</sup>은 임플란트의 표면 상태에 따라 재골유착 여부가 달라지는데, 임플란트의 표면이 세균과 내독소로 오염되면 재골유착이 일어나지 않는다고 했다. Shou 등<sup>32)</sup>은 임플란트 주위염 시 재생술식을 시행하는 경우 임플란트 표면의 해독이 불완전하거나 표면이 변성되면 재골유착이 미미하게 일어난다고 했다. Brånemark 등<sup>33)</sup>과 Chairay 등<sup>34)</sup>은 임플란트 주위염 치료 중 임플란트의 표면이 변화하면 골유착에 영향을 줄 수 있다고 했다. 그러므로 임플란트 주위 조직이 재생되려면 임플란트 고유의 거칠기와 구조적 변화없이 세균과 내독소, 치석 등이 제거되어야 한다.

임플란트의 고유 표면을 변화시키지 않는 치료 방법에 대한 연구가 많이 행해졌다. Thomson-Neal 등<sup>35)</sup>은 순수 티타늄 임플란트, 수산화인회석 피복 티타늄 임플란트와 크리스탈 사파이어 임플란트를 가지고 연구하였다. 금속 기구나 초음파 기구는 표면을 불규칙하게 변화시켰으나, 클로르헥시딘과 러버컵은 임플란트의 고유 표면을 거의 변화시키지 않았다고 했다. 플라스틱 기구는 표면 구조의 변화 없이 섬유아세포의 성장과 부착을 증식시키는 효과가 있었지만, 염산 테트라사이클린이나 구연산을 이용한 화학 처리만큼 내독소를 제거하지는 못하였다<sup>8)</sup>.

하지만, 플라스틱 기구나 러버컵은 형태적인 한계성을 가진다. Dennison 등<sup>36)</sup>은 가공 처리된 티타늄 임플란트, 티타늄 분사피복 임플란트, 수산화인회석 피복 임플란트에서 공기-분말 연마기구가 탁월한 내독소 효과를 보인다고 했다. Persson 등<sup>37)</sup>은 공기-분말 연마기구로 임플란트 표면의 내독소를 제거하는 것은 한계가 있다고 했다. Mouhyi 등<sup>38)</sup>은 공기-분말 연마기구 사용 후 임플란트 표면에 상당수의 작은 함몰과 잔존된 가루를 볼 수 있다고 했다. laser를 이용하는 방법도 있는데, laser에 의한 온도 상승으로 조직이 손상될 수 있음을 지적했다. 또한 CO<sub>2</sub> laser는 내독소 제거도 어렵고 임플란트 표면에 화상을 입힌다고 하였다.

이와 같이 기계적 방법으로는 세균과 내독소 제거에 한계가 있다. Jovanovic 등<sup>31)</sup>은 임플란트 주위염 치료에 화학 처리법을 이용하여 재생 술식을 시행하면 재골유착이 가능하다고 하였다. Persson 등<sup>28)</sup>은 임플란트 주위염 치료 후 골은 임플란트에서 4mm 떨어진 부위에 형성되지만 임플란트와 골의 계면에는 결합조직이 개재되어 재골유착이 일어나지 않고 화학 처리한 경우에 한하여 제한적인 골형성이 일어난다고 하였다.

일반적으로 사용되는 화학 약제에는 구연산, 염산 테트라사이클린, 클로르헥시딘, 불화주석 등이 있다. 이번 연구에서는 이중 염산 테트라사이클린을 사용하였다. 우수한 내독소 제거 효과가 입증된 구연산<sup>17,19,20,39)</sup>은 임상적으로 사용 시 쉽게 구하기 어렵다. 클로르헥시딘은 실험실 연구에서 내독소와 결합하려는 성질이 있어 임플란트 표면에 막을 형성하여 섬유아세포의 성장을 억제하고 임플란트 표면의 조성 변화를 야기하는 단점이 있다<sup>8,36)</sup>. Wittrig 등<sup>8)</sup>에 의하면 불화주석은 치아에 대해 항우식 작용과 운동성 세균을 감소시키는 효과가 있다. 하지만, 수산화인회석 피복 임플란트에 대해서는 표면 조성 변화를 일으키는 반면 내독소 제거 효과는 확실하지 않다. 또한 염산 테트라사이클린, 구연산, 플라스틱 초음파 기구가 과산화수소, 불화주석, polymyxin B, 클로르헥시딘에 비해 섬유아세포의 성장과 부착을 많

이 야기한다고 하였다. 그 중에서도 염산 테트라사이클린에서 68%로 가장 많이 일어났으며, 그 다음으로 구연산에서 55% 일어났다.

아직까지 여러 처리 방법 중 오염된 임플란트 표면 처리에 가장 적절한 방법이 구명되지 않았다. 그리고 Rimondini 등<sup>40)</sup>은 어떠한 방법으로도 임플란트 표면을 완전히 해독할 수는 없다고 하였다. 또 Persson 등<sup>37)</sup>은 생리식염수만으로 오염된 임플란트 표면을 문질러 좋은 결과를 얻을 수 있다고 했다. 그래서 이번 연구에서는 임플란트 표면의 완전한 해독보다는 고유한 표면 구조의 유지에 초점을 맞추어 연구를 설정하였고 따라서 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 테트라사이클린을 사용하여 임플란트 표면 처리를 시행하였다. 염산 테트라사이클린은 치주병원균 제거에 효과적인 광범위 항생제로 치면에 강하게 흡착되어 활성형으로 유리된다. 교원질 분해효소의 활성을 억제하고 상피세포의 부착과 하방증식을 막아 골이식 시 치유를 증진시키는 효과가 있다. Mombelli 등<sup>27)</sup>은 임플란트 주위염에 염산 테트라사이클린을 국소적으로 적용하면 치주낭 감소, 치주질환 원인균 감소 등의 효과를 얻을 수 있다고 했다. Meffert 등<sup>21)</sup>은 염산 테트라사이클린의 국소적 적용이 화농성 병원균 억제에 효과적이라고 하였다. Dennison 등<sup>36)</sup>은 염산 테트라사이클린이 선택적 항생제이며 이것으로 섬유아세포의 성장을 촉진할 수 있다고 했다. Muller 등은 염산 테트라사이클린을 3분간 사용하여 임플란트 표면을 해독하고 골이식재 및 차폐막을 사용한 3가지 임상 증례에서 임플란트 주위 골소실과 탐침깊이가 감소되었다고 했다. 그러나 장점이 있는 반면에 Kasemo 등<sup>29)</sup>은 티타늄의 강한 반응성으로 인해 표면과 화학적 반응이 일어나 표면이 변화될 수 있다고 하였다. 이런 표면 변화는 재골유착을 저해하게 된다<sup>28)</sup>.

이번 연구에서 염산 테트라사이클린의 농도는 50 mg/ml로 하였다. 이는 Somerman 등의 연구에 근거

한 것으로 섬유아세포의 화학주성과 증식이 가장 활발하게 일어나는 농도이다. 적용시간은 3분까지 하였는데, 여러 임상 증례에서 주로 적용되는 시간과 같게 설정한 것이다. 또한, 염산 테트라사이클린을 적용하는 방법은 스폰지에 적셔 문지르는 방법을 채택했는데, Zablotsky 등<sup>19)</sup>은 식염수를 적신 솜을 임플란트의 표면에 1분간 문지른 후 내독소가 많이 감소되었고, 여러 화학제의 적용과 유사한 결과를 보인다고 했다. 이번 실험에서도 생리식염수를 적신 스폰지를 이용하여 문지르는 동작에 의한 임플란트의 표면 구조 변화 여부도 알아보려고 했다. 화학제 적용 후 1분간 흐르는 멸균 증류수로 수세하였다. Mouhyi 등<sup>38)</sup>은 임플란트 표면을 구연산으로 처리하고 30초 수세하였는데 주사전자현미경상에서 검은 점이 관찰된다고 했다. 반면, 2~5분 수세한 경우에는 검은 점이 현저히 감소되었으므로 화학 처리 후 수세를 철저히 할 것을 강조하였다.

임플란트의 표면 구조는 골유착 정도에 큰 영향을 미치는 주요 인자이다. Schwarts 등<sup>23-25)</sup>이 시행한 일련의 연구에 의하면 거친 표면의 임플란트는  $1\alpha, 25-(OH)_2D_3$ 를 자극하여 Prostaglandin E2의 골형성세포에 대한 반응을 증가시킨다고 했다. 또한 임플란트 식립 직후 임플란트 표면에서의 혈병 유착을 증가시켜 골형성을 촉진한다고 했다.

이중 산부식 처리 임플란트는 고온 하에서 염산과 황산을 이용한 부식 처리과정을 통해 거친 표면을 형성한다. 이때 시간과 온도를 일정하게 조절하여 정교하고 고른 임플란트 표면이 형성되게 한다. Klokkevold 등은 이런 과정을 통해 1~2 $\mu$ m의 매우 작은 봉우리와 계곡이 고르게 분포되며, 기존의 임플란트에 비해서 식립 2개월 후 removal torque가 4배 증가되었다고 했다. Cordioli 등의 연구에 의하면 이중 산부식 처리 후 임플란트의 골-임플란트 접촉이 33% 증가되었다고 했다. Park와 Davies는 임플란트 식립 직후 혈액과 10분간의 임플란트 접촉 초기에 이중 산부식 처리 임플란트의 표면에 적혈구와 혈소판의 응집이 상당히 증가하였다고 했다. London 등은 이중 산부식 처리 임플란트에서 형성

된 홈 안으로 골이 내성장하는 동시에 임플란트 표면이 골성장 인자를 자극하여 골형성을 촉진하여 골-임플란트 접촉이 증가한다고 하였다.

이번 연구에서는 표면 구조의 변화를 객관적으로 관찰하기 위해 주사전자현미경으로 관찰하고 광학 간섭계를 이용하여 표면 거칠기를 측정하였다. 표면 거칠기를 측정하는데 사용한 장비는 광학 측면 측정 기계이다. 비접촉식 방식이기 때문에 기계적인 접촉 방식에 발생하는 막대침단이 표본과 직접적으로 접촉하는 데서 오는 마모나 오염의 가능성이 없으며, 막대침단보다 작은 거칠기를 측정할 수 없는 단점도 없다. 광학간섭계는 두 개로 갈라지는 광선을 이용한다. 하나는 기준 평면에서 반사되고, 다른 하나는 표본의 표면에서 반사된다. 이 두 개의 빛이 서로 상쇄, 상쇄 등의 간섭 작용을 일으키는데 이 두 빛의 간섭 정도로 표면 거칠기를 평가하는 것이다. 이런 원리의 기계는 경사에 대해 적당한 평가를 하지 못하는 단점이 있으나 나사형태의 구내용 임플란트 표면 거칠기 측정에 적당한 것으로 받아들여지고 있다. 표면 거칠기를 표현하는 여러 매개 변수 중 무엇이 가장 적합한지는 규명되지 않았다. 여러 매개 변수 중 Ra 값이 가장 적당하고 갑작스러운 높은 봉우리나 깊은 계곡 등의 변수에 대해 덜 민감한 것으로 받아들여지고 있다. 이번 연구에서도 Ra 값을 이용하여 표면 거칠기를 평가하였다.

이번 연구에서는 염산 테트라사이클린과 생리식염수를 이용하여 표면 처리를 시행하였다. 표면 처리에 앞서 임플란트 고유의 표면 거칠기를 측정하였는데 그 값 자체 사이에 많은 차이가 있었다. 화학 처리와 문지르는 물리적인 힘에 대한 반응을 보는 실험이었기에 표면 거칠기 값이 비슷한 지점을 찾아 실험하는 것도 일리가 있을 것이다.

## V. 결론

이번 연구는 염산 테트라사이클린과 생리식염수를 적신 스폰지를 임플란트 표면에 문지른 후 처리 시간에 따른 임플란트 고유 표면의 변화 여부를 알아

보고자 했다. 이중 산부식 처리 표면 임플란트에 염산 테트라싸이클린과 생리식염수를 0.5분, 1분, 1.5분, 2분, 2.5분, 3분간 적용한 후 표면 처리 전후의 표면 거칠기 값의 변화를 분석하였고, 처리하지 않은 임플란트와 처리 후의 임플란트의 표면 구조를 주사전자현미경을 이용하여 비교하였다. 주사전자현미경 사진은 이 실험에 참가하지 않은 3명의 치과 의사가 사진을 분석하고 판단하여 다음의 결론을 얻었다.

1. 이중 산부식 처리 임플란트는 전체적인 표면에 걸쳐 작은 융선들이 고르게 분포되어 있는 미세구조를 가진다.
2. 이중 산부식 처리 임플란트는 염산 테트라싸이클린의 화학제나 문지르는 물리적인 힘에도 표면 미세구조가 변하지 않는 안정적인 구조를 가지고 있다.
3. 유의성은 없었지만 염산 테트라싸이클린을 적용한 경우 표면 거칠기 값의 변화가 생리식염수를 적용한 경우보다 크게 나타났다.

이상의 결과를 종합하면 임플란트 주위염 발생 시 염산 테트라싸이클린을 문질러서 해독시키는 것은 이중 산부식 처리로 제작된 임플란트의 표면 구조를 변화시키지 않으므로 임상에서 효과적으로 사용될 수 있다고 판단된다.

## VI. 참고문헌

1. Mombelli A. Microbiology & antimicrobial therapy of peri-implantitis. *Periodontol* 2000 2002;28:177-189.
2. Sanchez-Garces MaA, Gay-Escoda C. Peri-implantitis. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2004;9:63-74.
3. Quirynen M, Naert I, Van Steenberghe D. Fixture design and overload influence marginal bone loss and fixture success in the Brånemark system. *Clin Oral Implants Res* 1992;3:104-111.
4. 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.
5. Steigenga J, Al-Shammari K, Nociti F, Misch C, and Wang H. Dental implant design and its relationship to long-term implant success. *Implant Dent* 2003;12:306-317.
6. Mellonig JT, Griffiths G, Mathys E, Spitznagel J Jr. Treatment of the failing implant: Case reports. *Int J Periodont Rest Dent* 1995;4:384-395.
7. 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.
8. Wittrig EE, Zablotsky MH, Layman RM. Fibroblastic growth and attachment on hydroxyapatite-coated titanium surfaces following the use of various detoxification modalities. *Implant Dent* 1992;1:189-194.
9. Sbordone L, Bardone A, Ramaglia L, Ciaglia RN, Iacono V. Antimicrobial susceptibility of periodontopathic bacteria associated with failing implants. *J Periodontol* 1995;66:69-74.
10. Lindhe J, Berglundh T, Ericsson I, Liljenberg B, Marinello C. Experimental breakdown of peri-implant and periodontal tissues. A study in the beagle dog. *Clin Oral Implants Res* 1992;3:9-16.
11. 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.
12. Van Winkelhoff AJ, Wolf JW. *Actinobacillus*



- actinomycetemcomitans-associated peri-implantitis in an edentulous patient. A case report. *J Clin Periodontol* 2000;27:531-535.
13. Dzink JL, Socransky SS, Hafajee AD. The predominant cultivable microbiota of active and inactive lesions of destructive periodontal disease. *J Clin Periodontol* 1988;15:316-323.
  14. Berglundh T, Lindhe J, Jonsson K, Ericsson I. The topography of the vascular systems in the periodontal and peri-implant tissues in the dog. *J Clin Periodontol* 1994;21:189-193.
  15. Berglundh T, Lindhe J, Ericsson I, et al. The soft tissue barrier at implants and teeth. *Clin Oral Implants Res* 1991;2:81-90.
  16. Roos-Jansaker AM, Renvert S, Egelberg J. Treatment of peri-implant infections: A literature review. *J Clin Periodontol* 2003;6:467-485.
  17. Meffert RM, Langer B, Fritz ME. Dental implants: A review. *J Periodontol* 1992;63:859-870.
  18. Ong ES, Newman HN, Wilson M, Bulman JS. The occurrence of periodontitis related microorganisms in relation to titanium implants. *J Periodontol* 1992;63:200-205.
  19. 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.
  20. Tinti C, Parma-Benfenati S. Treatment of peri-implant defects with the vertical ridge augmentation procedure: A patient report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001;16:572-577.
  21. Meffert RM. How to treat ailing and failing implants. *Implant Dent* 1992;1:25-33.
  22. Ayanbco L, Sheridan PJ. Development and treatment of retrograde peri-implantitis involving site with a history of failed endodontic and apicoectomy procedures: A series of reports. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001;16:412-417.
  23. Martin J, Schwarts Z, Hummert T, et al. 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.
  24. Kieswetter K, Schwartz Z, Hummert T, et al. Surface roughness modulates the local production of growth factors and cytokines by osteoblast-like MG-63 cells. *J Biomed Mater Res* 1996;32:55-63.
  25. Boyan B, Batzer R, Kieswetter K, et al. Titanium surface roughness alters responsiveness of MG63 osteoblast-like cells to  $1\alpha, 25-(OH)_2D_3$ . *J Biomed Mater Res* 1998;39:77-85.
  26. Callan DP, O'Mahony A, Cobb CM. Loss of crestal bone around dental implants: A retrospective study. *Implant Dent* 1998;7:258-266.
  27. Mombelli A, Feloutzis A, Bragger U, Lang NP. Treatment of peri-implantitis by local delivery of tetracycline: Clinical, microbiological and radiological results. *Clin Oral Implants Res* 2001;12:287-294.
  28. 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.
  29. Kasemo B, Lausmaa J. Biomaterial and implant surfaces: On the role of cleanliness,

- contamination, and preparation procedures. *J Biomed Mater Res* 1988;22:145-158.
30. 홍정아, 허익, 이만섭, 박준봉. 염산테트라사이클린이 임플란트 표면에 미치는 효과-주사전자현미경적 연구. *대한치주과학회지* 2001;31:333-344.
  31. 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.
  32. 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.
  33. Brånemark PI, Hansson BO, Adell R, et al. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1977;16:1-132.
  34. 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.
  35. Thomson-Neal D, Evans GH, Meffert RM. Effects of various prophylactic treatments on titanium, sapphire, and hydrox-yapatite-coated implants: An SEM study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1989;4:300-311.
  36. 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.
  37. Persson LG, Berglundh T, Lindhe J, Sennerby L. Reosseointegration after treatment of peri-implantitis at different implant surfaces. An experimental study in the dog. *Clin Oral Implants Res* 2001;6:595-603.
  38. Mouhyi J, Sennerby L, Pireaux JJ, et al. An XPS and SEM evaluation of six chemical and physical techniques for cleaning of contaminated titanium implants. *Clin Oral Implants Res* 1998;3:185-194.
  39. Zablotsky MH. Chemotherapeutics in Implant dentistry. *Implant Dent* 1993;2:19-25.
  40. Rimondini L, Cicognani Simoncini F, Carrassi A. Micromorphometric assessment of titanium plasma-sprayed coating removal using burs for the treatment of peri-implant disease. *Clin Oral Implants Res* 2000;2:129-138.

## The influence of tetracycline-HCl for micromorphology of Thermal dual acid etched surface implants

Do-Min Jeong, Joon-Bong Park\*, Young-Hyuk Kwon, Yeek Herr, Jong-Hyuk Chung

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. Implants with thermal dual acid etched surface were utilized. Implant surface was rubbed with 50mg/ml Tetracycline-HCl solution and sterilized saline for 0.5min, 1min, 1.5min, 2min, 2.5min and 3min, respectively in the test group. Then, specimens were processed for scanning electron microscopic observation and measured surface roughness by optical interferometer.

The results of this study were as follows.

1. The thermal dual acid etched surfaces showed many small peaks and valleys distributed overall surface.
2. The surface conditioning with Tetracycline-HCl and saline didn't influence on its micromorphology.

In conclusion, the implant with thermal dual acid etched surface has a protective micromorphology from the detoxification with 50mg/ml Tetracycline-HCl and a scrubbing with cotton pellet. Therefore, the detoxification with 50mg/ml Tetracycline-HCl is an effective method for peri-implantitis in case implants with thermal dual acid etched surface.