

표면처리 시간에 따른 임프란트 미세구조의 변화 : FBR®과 CellNest 표면 임프란트

장동욱, 박준봉*, 권영역, 어 익, 정종혁

경희대학교 치과대학 치주과학교실

I. 서론

결손치아를 대체하는 한 방법으로서 타이타늄이 연조직의 개재 없이 경조직인 골과 직접 결합하는 골유착의 개념하에 시작된 치과 임프란트는 지난 30여년 이상 그 이해와 적용에 많은 발전이 있었다¹⁻³⁾. 현재 치과치료의 보편적인 한분야로 자리잡은 치과 임프란트는 표면처리와 형태의 지속적인 개선으로 높은 성공률을 보이고 있으며, 단순히 저작력의 회복과 같은 기능적인 면의 개선뿐 아니라 심미적인 면의 개선에서도 큰 역할을 하고 있다. 이러한 치과 임프란트가 예전성있는 술식으로 널리 보편화된 반면 성공적인 골유착이 이루어진 후에도 임프란트 주위염이 발생하여 실패를 초래하기도 한다.

임프란트 주위염은 임프란트 주위에서 점진적으로 골소실이 일어나고 있는 상태로 과도한 교합력^{4,5)}과 세균의 감염^{6,7)}이 주요한 원인이다. 세균감염에 의한 임프란트 주위염은 연조직의 염증으로 시작되어 점차적으로 골조직까지 이환되며 심한 경우 임프란트의 동요 및 탈락을 야기한다. 반면에 과도한 교합력은 임프란트 주위 골조직에 미세한 파절선을 만들어 계

속 진행시 염증소견 없이 골유착의 파괴를 일으킨다. 임프란트 주위염 치료의 목적은 질환의 진행을 막고 건강한 상태로 회복시켜 임프란트가 정상적 기능을 할 수 있도록 하는 것이며 최종적으로 소실된 골의 재생을 유도하여 임프란트와 골간의 재골유착이 일어나게 하는 것이다⁸⁾. 임프란트 주위염의 치료방법으로는 골결손부의 크기 및 형태에 따라 비외과적 술식과 외과적 술식으로 구분하며 외과적 술식에는 절제술식과 재생술식이 있다⁹⁻¹¹⁾. 그러나 임프란트 주위염에 이환된 경우 표면이 세균과 내독소에 의해 오염되어 있으면 재골유착을 기대하기 어려우므로 표면의 세척 및 해독이 필요하다^{3,9)}. 임프란트 주위염의 처치를 위한 표면처리 방법에는 공기-분말 연마기구, 금속 큐렛, 타이타늄 큐렛, 플라스틱 큐렛, 초음파 기구 등을 이용한 기계적 방법¹²⁻¹⁴⁾과 구연산, 염산테트라사이클린, 클로르헥시딘, 클로라민 티 용액 등의 화학제를 표면에 적용하는 방법^{14,15)}이 있으며 최근 레이저를 이용한 방법도 보고되고 있다^{16,17)}.

골유착을 증가시키기 위하여 다양한 표면처리 방법을 통해 표면조도를 증가시킨 임프란트가 보편적으로 사용되고 있다. 이러한 표면조도가 증가된 임

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

프란트는 세균이나 내독소가 표면의 불규칙한 틈새에 위치함으로써 기계적인 방법으로는 완전히 제거하기 어려울 뿐만 아니라 임프란트의 고유한 표면구조를 변성시키게 되어 유해한 효과를 나타낼 수 있다^{15,18)}. 따라서 임프란트 고유의 표면구조를 변화시키지 않으면서 효과적인 해독작용이 가능한 화학제의 사용이 보다 더 적절하다.

가장 보편적으로 사용되고 있는 항생제인 염산테트라싸이클린은 치근면 처치에 사용시 내독소 및 도말충을 제거하고 세포부착 및 증식을 증진시킨다¹⁹⁾. 임프란트 주위염에 이환된 임프란트의 표면에 적용시 해독 효과에 대해서는 아직 논의중이지만 사용의 편리성 등으로 인하여 임프란트주위염 치료에 널리 사용되고 있다²⁰⁻²²⁾. 그러나 치근면 처치시와 동일한 적용시간으로 임프란트 표면처리를 시행시 발생하는 고유한 미세표면 구조의 변화상에 대한 연구는 아직 부족한 상태이다.

그리고 골유착을 증대시키기 위한 수많은 표면처리 방법의 개발에도 불구하고 임프란트 주위염 발생시 각각의 표면에 적절한 처치에 관한 연구또한 아직 부족한 실정이다. 이렇듯 각기 다른 임프란트 표면에 동일한 치료방법을 시행하는 것은 부적절하다고 생각되어 이번 연구를 계획하였다.

이번 연구의 목적은 치주치료시 보편적으로 적용하는 항생제인 염산테트라싸이클린의 적용시간을 변화시켜 상용되고 있는 각기 다른 임프란트 표면에 적용한 후 주사전자현미경을 이용하여 표면의 변화를 관찰하여 적절한 적용시간을 알아보는 것이다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

이번 연구에서는 직경 4.0mm, 길이 11.5mm인 가공처리된 타이타늄 표면 임프란트(Brānemark[®] machined, Nobel Biocare AB, Göthenburg, Sweden), 직경 4.0mm, 길이 12mm의 이중 피복(titanium plasma spray + brushite) FBR[®](Fast Bone

Regeneration) 표면 임프란트 (Pitt-Easy Bio-oss FBR[®], Oral Tronics[®], Germany)와 직경 4.0mm, 길이 13mm의 양극 산화 CellNest 표면 임프란트(GS II Osstem, Korea)를 사용하였으며, 임프란트 표면처리를 위해 염산테트라싸이클린을 멸균증류수에 녹여 50mg/ml의 농도로 만들어 사용하였다.

2. 연구 방법

가공처리된 타이타늄 표면 임프란트(MS), 이중 피복 FBR[®] 표면 임프란트(FBR[®]S), 양극 산화 CellNest 표면 임프란트(CellNestS)를 각각 6개씩 준비하여 접착제를 이용하여 시료대 위에 고정하였다. 6개의 임프란트 중 하나를 대조군으로 하여 아무런 표면처리도 시행하지 않았다. 나머지 5개의 임프란트를 실험군으로 정하여 염산테트라싸이클린을 스폰지에 적셔 각각 $\frac{1}{2}$, 1, $1\frac{1}{2}$, 2, $2\frac{1}{2}$ 분간 문지르는 방법을 사용하였다. 이때 매 30초마다 새로운 스폰지로 교환해 주었으며 임프란트의 표면처리가 끝나면 1분간 멸균 증류수로 세척한 후 건조시켰다. 준비된 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 20kV상태에서 임프란트 표면을 관찰하고 Polaloid film(Polaloid[®], Waltham, USA)으로 촬영하였다. 이때 임프란트 주위염이 시작되는 임프란트 상부를 관찰하여 촬영하였다. 그리고 실험에 참여하지 않은 3명의 치과의사가 각각의 사진을 관찰하고 분석하여 임프란트 미세표면 구조변화유무 및 표면구조가 변한 시점을 판정하였다.

III. 결과

1. MS (가공처리된 타이타늄 표면 임프란트)

1) 대조군

표면처리를 시행하지 않은 대조군에서는 임프란트

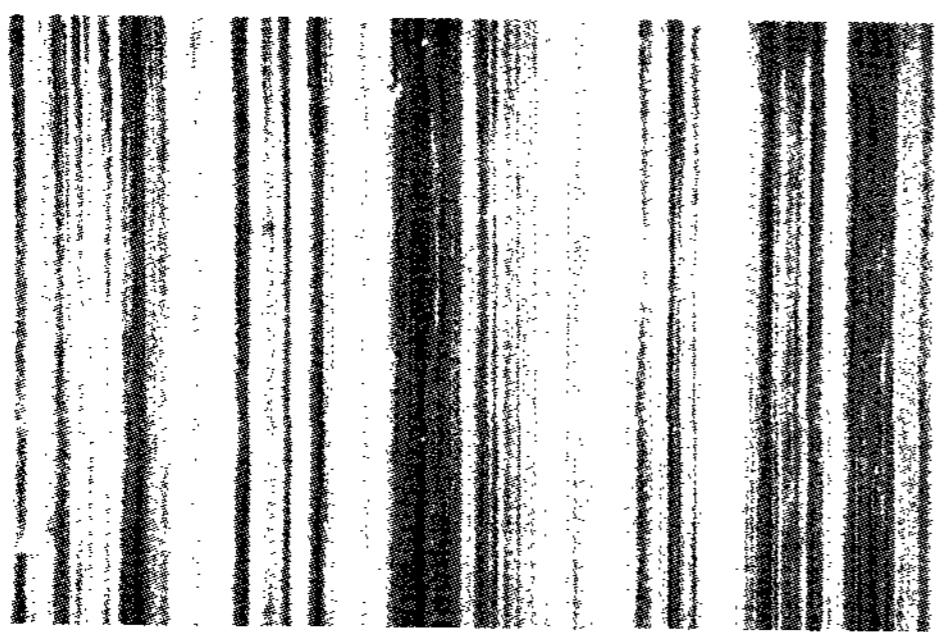


Figure 1. Control specimen. Pure titanium machined surface following no conditioning exhibits a more or less rough machined surface composed of alternating positive and negative lines corresponding to grooves and ridges ($\times 2,000$).

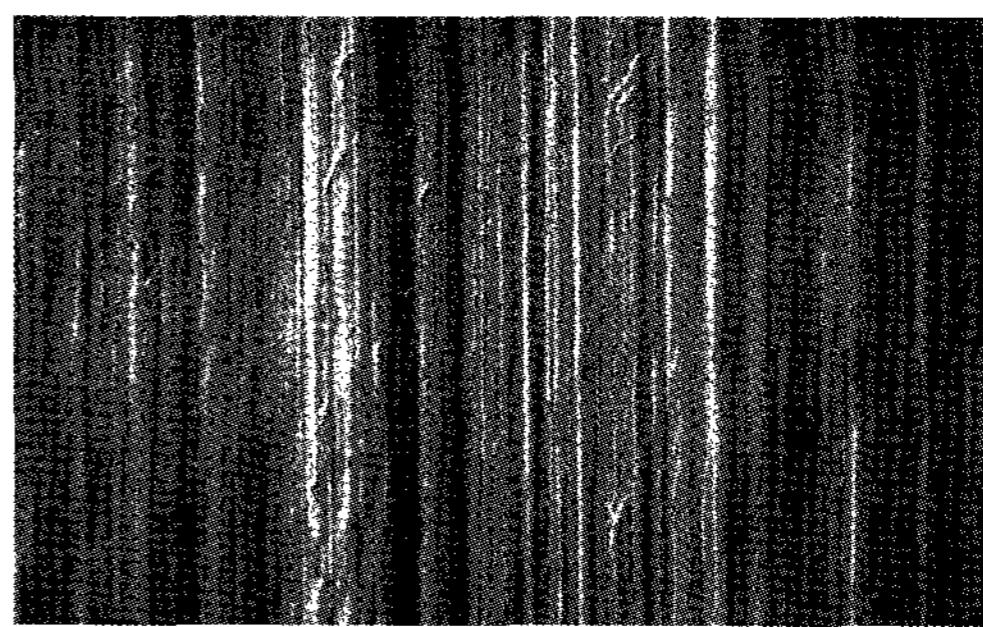


Figure 2. Test specimen. Pure titanium machined surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline-HCl for $\frac{1}{2}$ min exhibits no remarkable change($\times 2,000$).

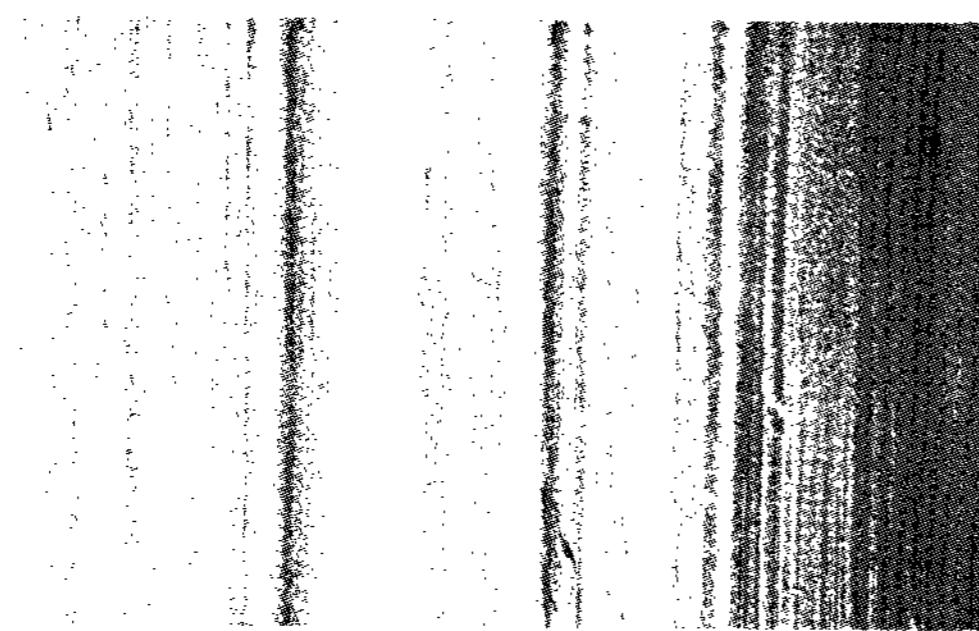


Figure 3. Test specimen. Pure titanium machined surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline-HCl for 1min exhibits no remarkable change($\times 2,000$).

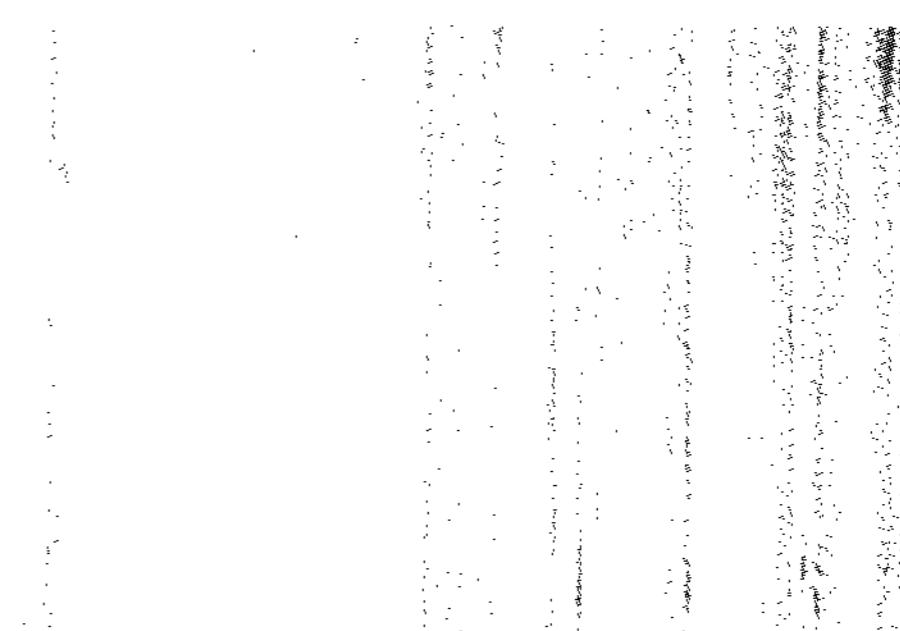


Figure 4. Test specimen. Pure titanium machined surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline-HCl for $1\frac{1}{2}$ min exhibits no remarkable change($\times 2,000$).

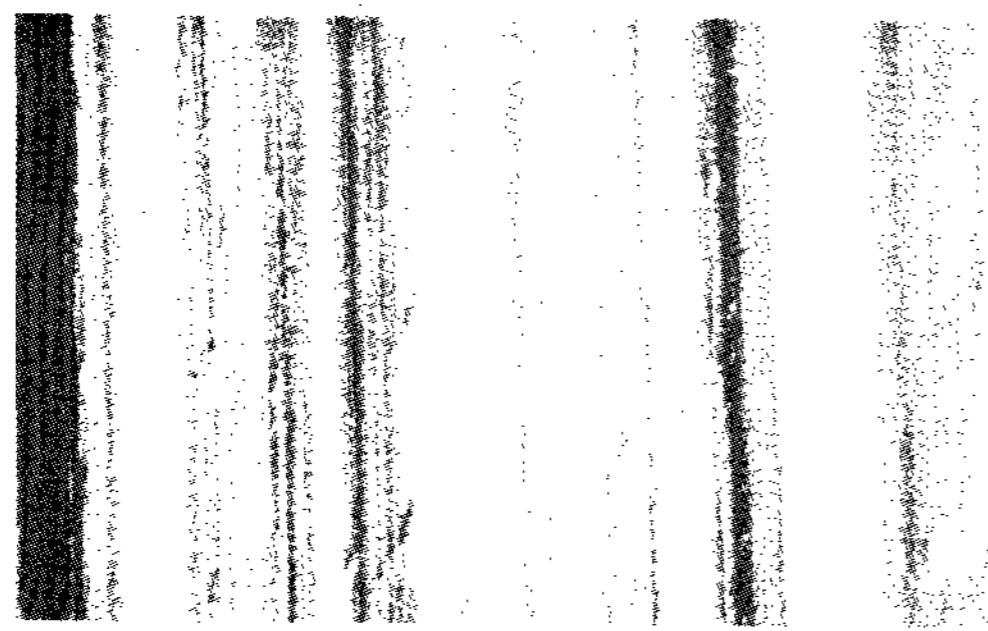


Figure 5. Test specimen. Pure titanium machined surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline-HCl for 2min exhibits no remarkable change($\times 2,000$).

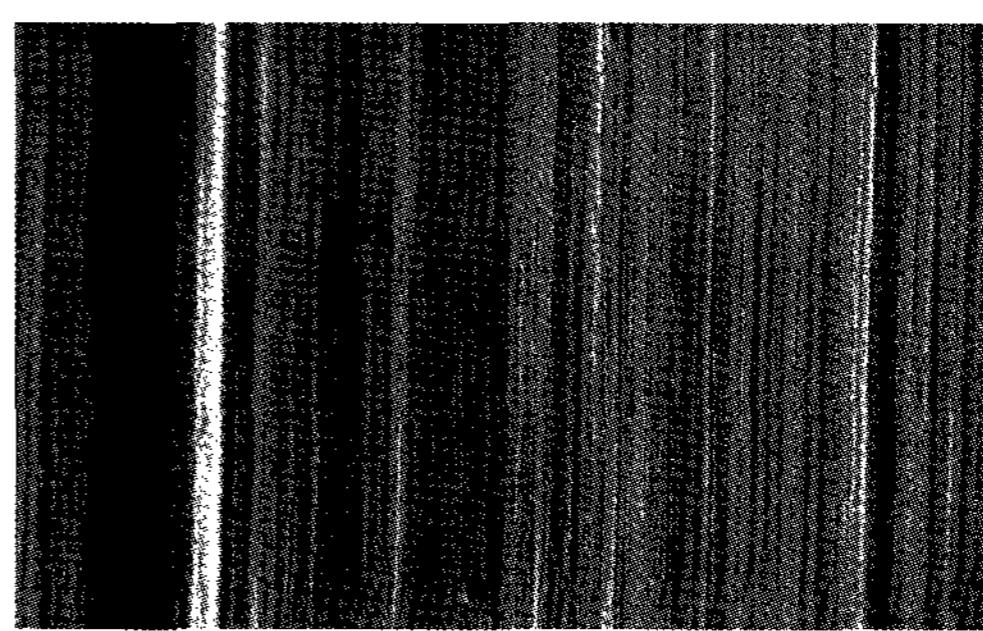


Figure 6. Test specimen. Pure titanium machined surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline-HCl for $2\frac{1}{2}$ min exhibits no remarkable change($\times 2,000$).

가공시 형성된, 일정한 방향으로 평행하게 주행하고 있는 얇은 골과 융선을 보였다.

2) 실험군

염산테트라싸이클린으로 표면을 처리한 실험군에서 염산테트라싸이클린에 의해 표면이 부식되거나

변화된 양상을 관찰할 수 없었다. 가끔 결손부나 거친 부위를 볼 수 있었으나 대조군의 미세 표면구조들과 크게 다르지 않았다.



Figure 7. Control specimen. FBR® surface following no conditioning shows rough surface with spinous particles($\times 2,000$).

2. FBR®S (이중 피복 FBR® 표면 임프란트)

1) 대조군

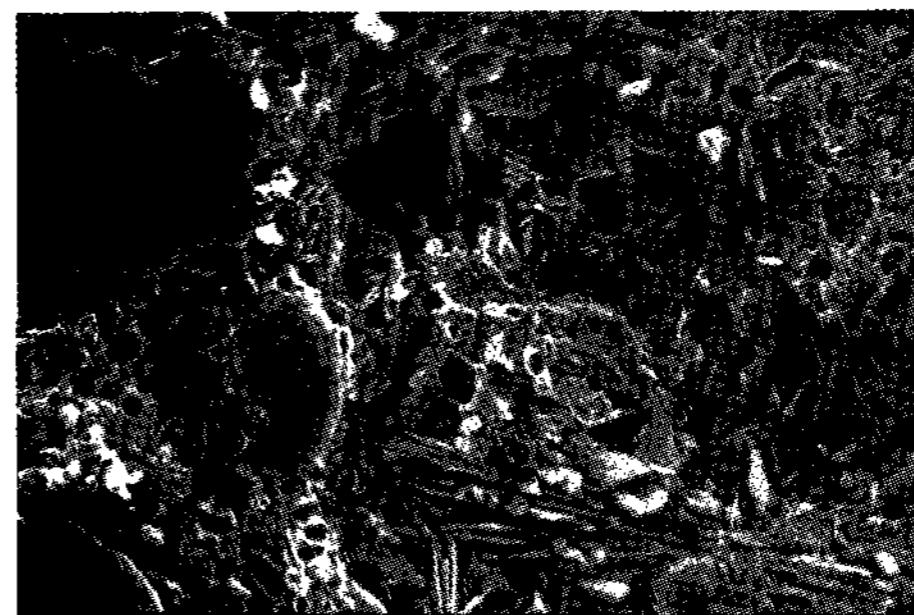


Figure 8. Test specimen. FBR® surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline-HCl for $\frac{1}{2}$ min exhibits slightly change. Spinous particles are partially crushed($\times 2,000$).

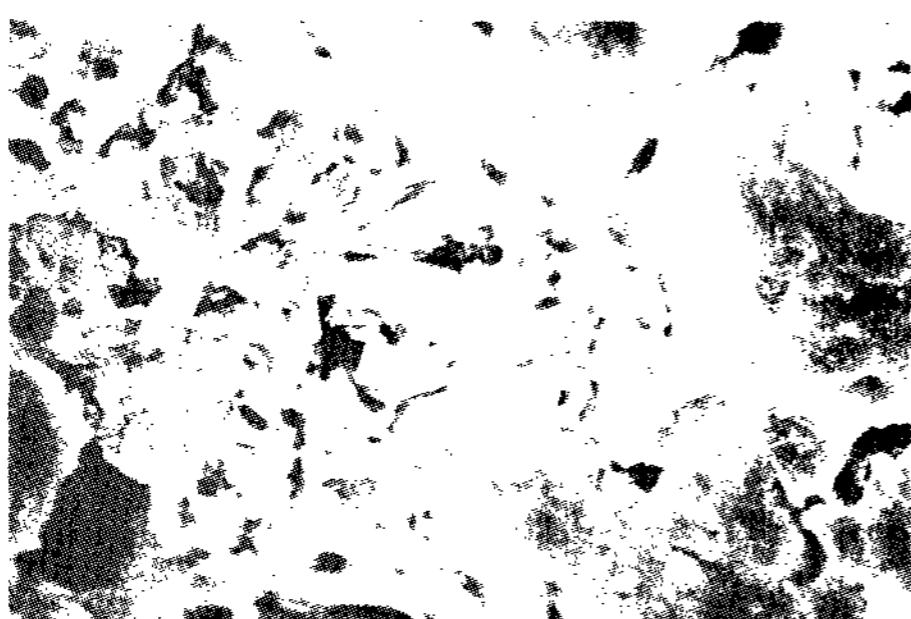


Figure 9. Test specimen. FBR® surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline-HCl for 1min exhibits remarkable change. Spinous particles become pointless and roundish shape($\times 2,000$).



Figure 10. Test specimen. FBR® surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline-HCl for $1\frac{1}{2}$ min exhibits change. Spinous particles are more crushed($\times 2,000$).

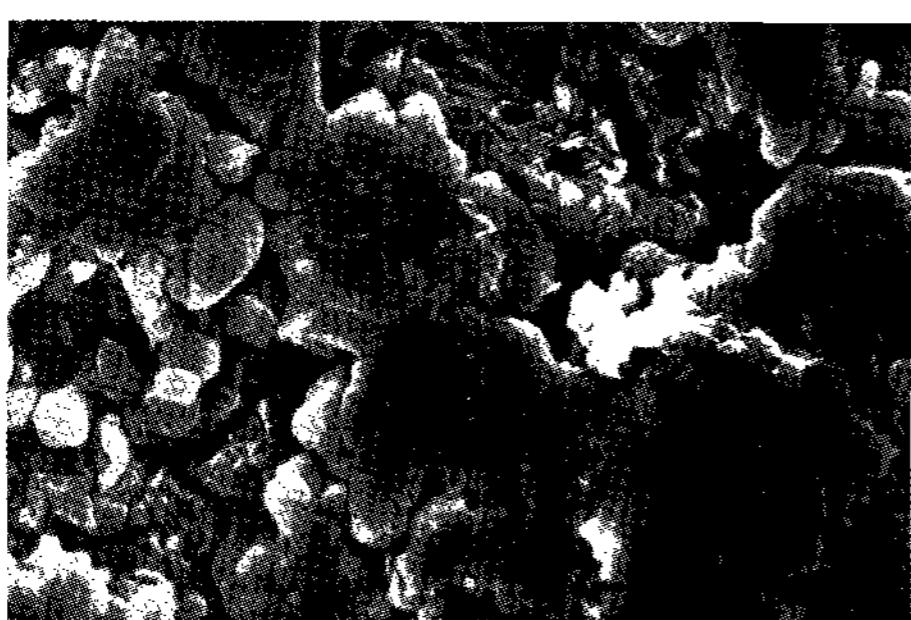


Figure 11. Test specimen. FBR® surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline-HCl for 2min exhibits change. Most particles lose its spinous shape($\times 2,000$).

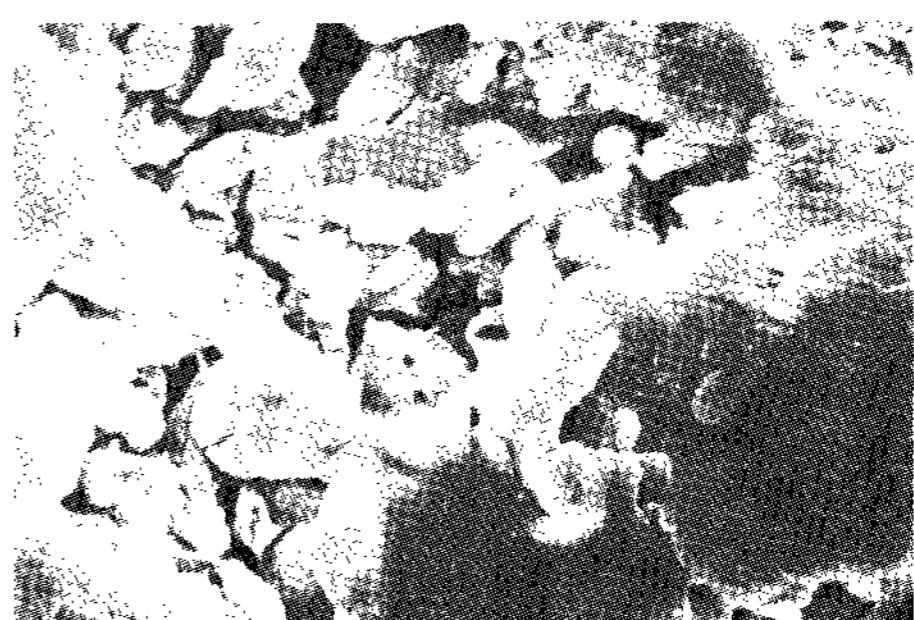


Figure 12. Test specimen. FBR® surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline-HCl for $2\frac{1}{2}$ min exhibits change. Spinous particles become completely cloud-like shape ($\times 2,000$).

침상형 구조의 결정이 불규칙하게 부착되어 있는 거친 표면을 볼 수 있었다.

2) 실험군

염산테트라싸이클린 적용 30초 정도부터 표면구조의 변화를 보였으며 적용시간이 증가할수록 표면 결정의 침상 구조가 구상 구조로 변화되는 것을 볼 수 있었다.

3. CellNestS (양극 산화 CellNest 표면 임프란트)

1) 대조군

전형적인 분화구상 구조로 된 표면 산화층을 보였다.

2) 실험군

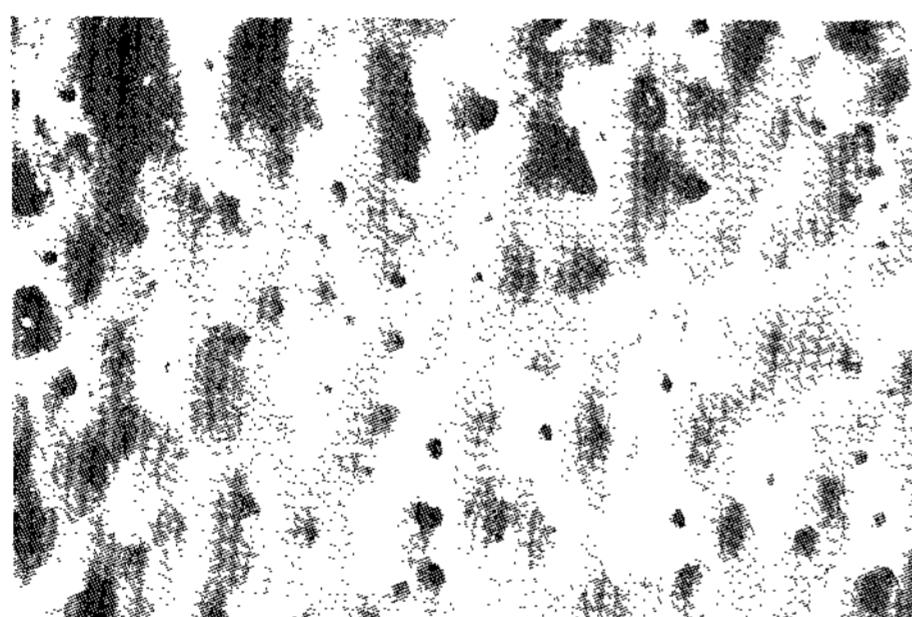


Figure 13. Control specimen. CellNest surface following no conditioning shows the rough surface with small pores($\times 2,000$).

염산테트라싸이클린의 적용 1분 정도부터 표면구조의 변성이 나타났으며 적용시간 증가에 따라 표면 산화층의 변화가 더 심화됨을 확인할 수 있었다.

IV. 고안

이번 연구에서는 각기 다른 임프란트의 표면을 대상으로 하여 염산테트라싸이클린으로 표면처리를 한 후 주사전자현미경으로 표면의 변화를 촬영한 후 실험결과의 객관화를 위하여 실험과 무관한 3명의 치과의사에게 판독하도록 하였다. MS의 경우 염산테트라싸이클린의 적용시간이 증가하여도 표면구조의 변화가 없었지만, FBR[®]S의 경우 30초, CellNestS는 1분 이상 적용시 표면구조의 변화가 나타났다.

임프란트의 표면구조는 성공적인 골유착에 영향을 미치는 중요한 요인이다²³⁾. 초기 가공처리된 제 1세

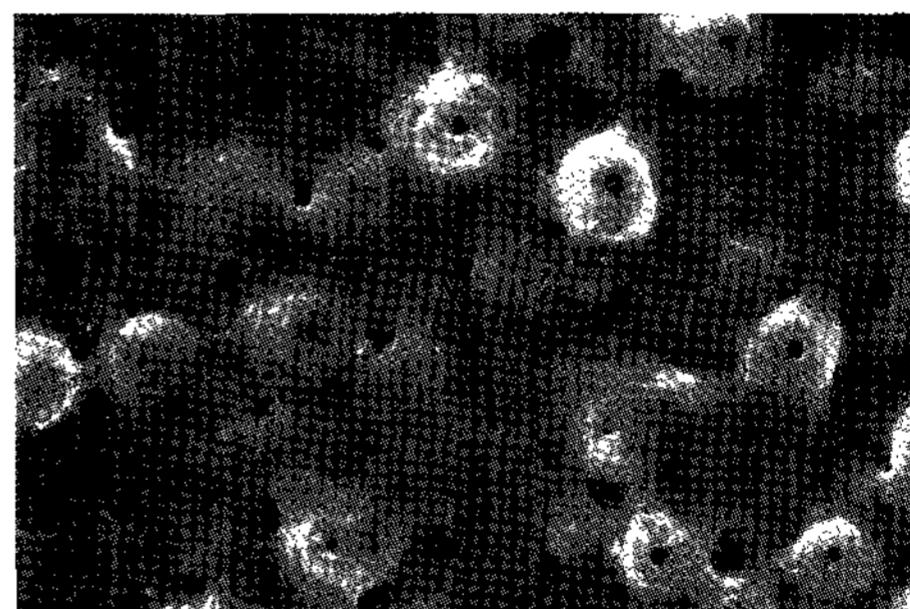


Figure 14. Test specimen. CellNest surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline-HCl for $\frac{1}{2}$ min exhibits slightly change($\times 2,000$).

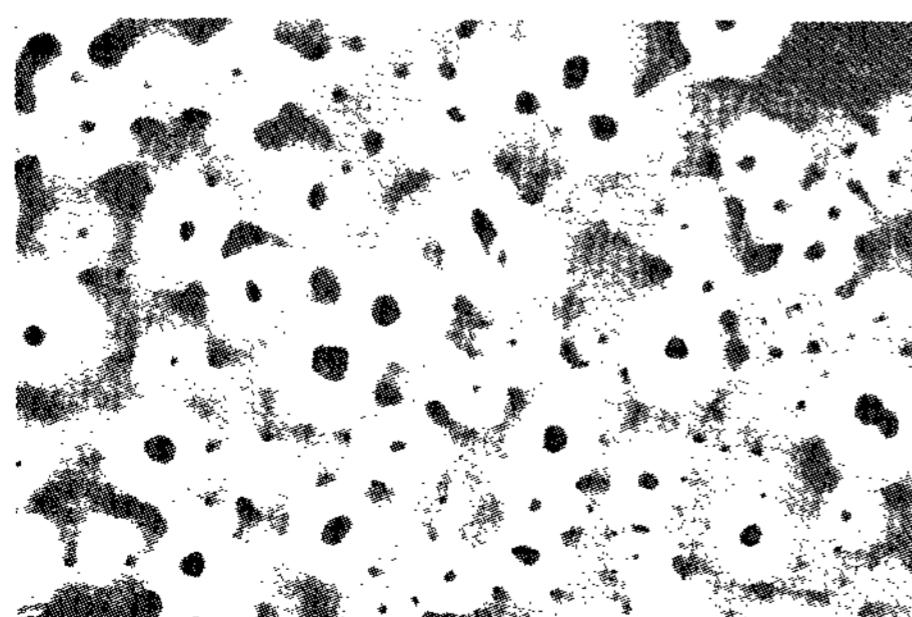


Figure 15. Test specimen. CellNest surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline-HCl for 1min exhibits remarkable change. Small pores become ring-like shapes($\times 2,000$).

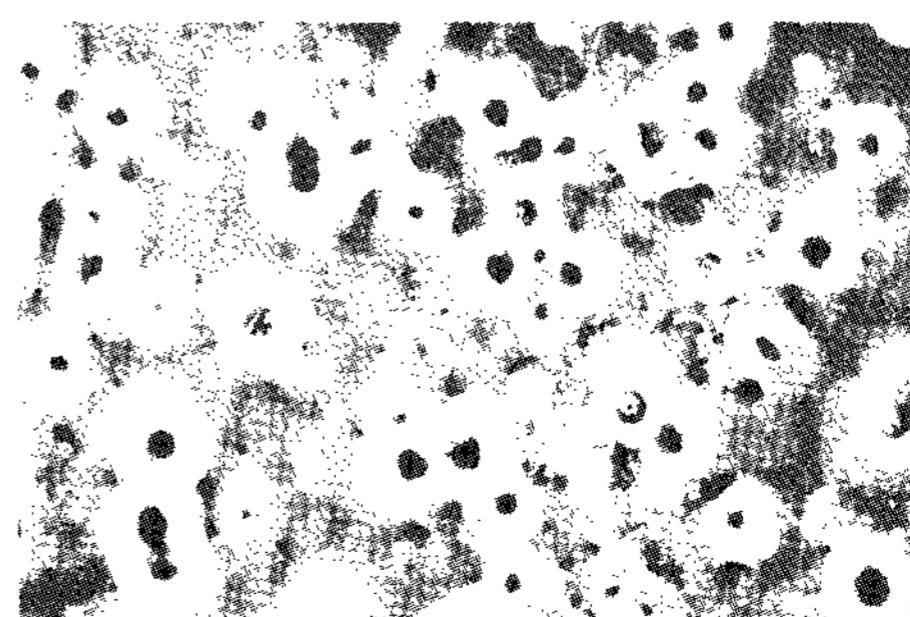


Figure 16. Test specimens. CellNest surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline-HCl for $1\frac{1}{2}$ min exhibits change. Ring-like shapes become clear($\times 2,000$).

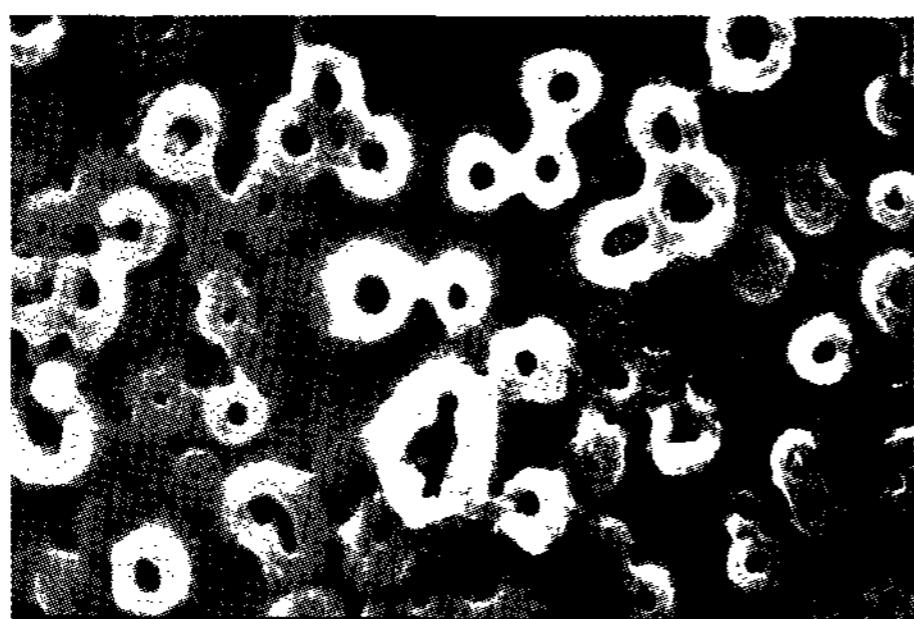


Figure 17. Test specimens. CellNest surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline-HCl for 2min exhibits change. Ring-like and eight Figureure shapes are more vivid($\times 2,000$).

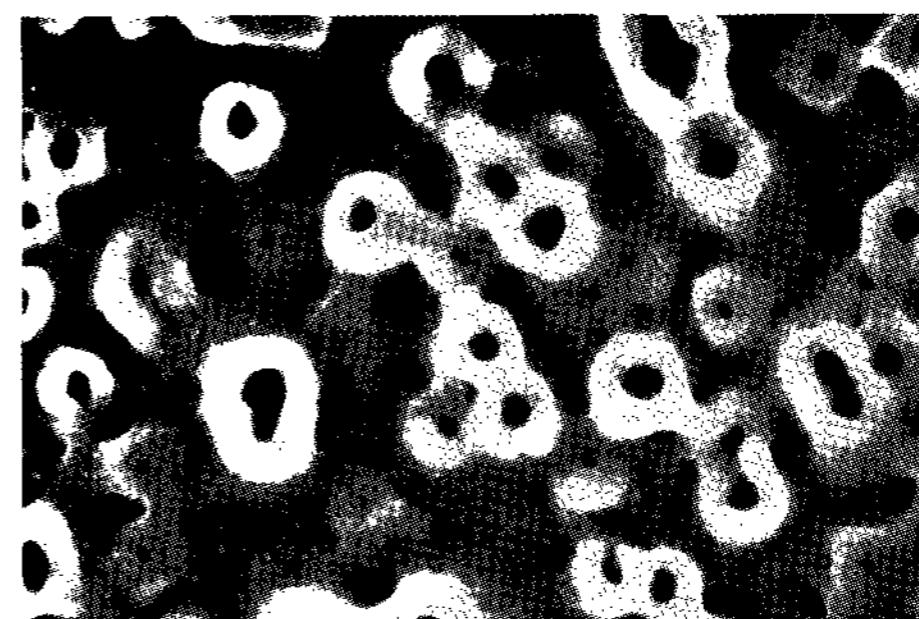


Figure 18. Test specimens. CellNest surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline-HCl for 2½min exhibits change. Ring-like and eight Figureure shapes become blunt ($\times 2,000$).

대 표면이 소개된 이래 표면을 피복처리한 2세대, 표면에 흠집을 낸 3세대 그리고 표면에 미세한 구멍을 형성한 4세대 표면에 이르기까지 다양한 구조의 임프란트가 소개되었는데 임프란트의 표면조도를 증가시키면 골-임프란트간 접촉 면적이 증가되어 골유착에 효과적이기 때문에 최근에 사용되는 대부분의 임프란트는 거친 표면을 만들려는 다양한 시도를 하고 있다. 거친 표면의 임프란트는 초기 고정력이 우수하고 골유착에 소요되는 시간이 빠르며 치유 후 골유착 정도가 크다^{24,25)}. 그러나 거친 표면의 임프란트는 이러한 장점들을 가지고 있음에도 불구하고 임프란트 주위염이 발생할 경우 골소실로 인한 표면 노출시 치태침착이 더 용이하다고 하였다²⁶⁾. 또한 임프란트 주위염 치료시 세균과 내독소 제거의 결과로 표면 변성이 발생될 가능성도 높다¹³⁾.

임프란트 주위염 치료의 최종목표는 치주낭과 염증조직의 제거후 임프란트 주위염으로 인한 골소실로 노출된 임프란트의 오염된 표면에 재골유착을 형성하는 것이다. 이에 관해 Harnisch 등²⁷⁾은 임프란트 주위염 치료시 표면 해독과 해독으로 인한 표면 구조변화가 재골유착에 영향을 미친다고 하였고 Persson 등^{28,29)}은 재골유착 형성 여부는 오염된 임프란트의 표면 해독뿐만 아니라 초기 치유 과정동안 혈병의 부착 및 유지에 필요한 능력을 임프란트 표면이 가지고 있는지에 달려 있다고 하여 임프란트

의 고유한 표면구조가 재골유착에 가장 중요한 요인임을 확인하였다. 이러한 사실들은 동물실험을 통한 재골유착 형성을 확인함으로써 입증되었다³⁰⁻³²⁾.

이번 연구에서는 각기 다른 표면 구조를 보이는 세 종류의 임프란트를 사용하였다. 가공처리된 타이타늄 표면은 절삭날과 타이타늄의 강도에 따라 표면의 거칠기가 결정되는데 평균 거칠기는 0.53–0.96 μm 을 보인다³³⁾. 이중 피복 FBR[®] 표면은 표면조도가 크고 삼투효과에 의한 골유착 형성이 빠르고 그 정도가 매우 크다고 알려져 있다³⁴⁾. 최근에 개발된 양극 산화 CellNest 표면은 산화층의 두께를 증가시킨 것이다^{35,36)}. 가공처리된 타이타늄 표면은 가장 먼저 고안된 1세대 임프란트로서 이후에 개발된 거친 표면의 임프란트와의 비교를 위하여 선택하였다. 그리고 이중 피복 FBR[®] 표면은 2세대의 거친 표면을 가진 임프란트로서 비교적 사용이 많아 임프란트 주위 염에 이환된 경우가 다른 임프란트 표면보다 많을 것이라 생각하여 실험대상으로 하였다. 양극 산화 CellNest 표면은 가장 최근에 개발된 4세대 임프란트로서 이번 실험을 통해 표면의 안정성을 확인해 보고자 하였다.

임프란트 주위염의 외과적 치료는 재생형 술식과 삭제형 술식으로 크게 구분된다⁸⁻¹⁰⁾. 재생형 술식의 성공적인 결과가 보고되었는데 이 경우 가장 중요한 것은 임프란트 주위염에 이환되어 오염된 표면의 해

독이다. Shou 등³⁷⁾은 재생형 술식을 적용할 경우 재골유착 정도가 크지 않은 것은 임프란트 표면의 해독이 불완전하거나 표면이 변성되었기 때문이라 하였다. 임프란트 표면의 처리 방법을 찾기 위해 많은 연구가 시행되었는데 Thomson-Neal 등¹²⁾은 순수 타이타늄 임프란트, 수산화인회석 피복 임프란트와 크리스탈 사파이어 임프란트에 다양한 방법으로 표면처리를 시행한 결과 금속기구나 초음파기구를 이용한 경우 표면이 불규칙하게 변화하였으나 클로르헥시딘, 러버컵을 이용한 경우에는 임프란트의 고유한 표면구조가 거의 변화하지 않았다. 한편 Augthun 등³⁸⁾은 타이타늄 분사피복 표면, 수산화인회석 피복 표면과 순수 타이타늄 표면에 플라스틱 큐렛, 금속 큐렛, 다이아몬드 기구, 초음파 기구, 공기-분말 연마기구, 0.1% 클로르헥시딘 용액을 적용한 결과 공기 분말 연마기구, 클로르헥시딘 및 플라스틱 큐렛 적용 시 표면의 변화를 거의 보이지 않았다.

이상의 연구를 통해 임프란트 표면변화를 야기하지 않는 기계적 방법으로 플라스틱 큐렛과 러버컵을 이용한 방법, 공기-분말 연마기구를 이용하는 방법 등을 들 수 있는데 플라스틱 큐렛과 러버컵을 이용한 방법으로는 골결손부 내부의 임프란트 표면에 기구조작을 하는 것이 용이하지 않고 공기-분말 연마기구의 적용은 공기전색증 또는 기종을 발생시킬 수 있으며 분말 잔사가 임프란트의 표면에 잔류되어 치유에 영향을 미칠 수 있다. 이렇듯 기계적인 방법으로 표면처리를 하는 것은 적절한 방법이라 생각할 수 없다.

Meffert 등¹⁸⁾은 임프란트 주위염에 이환되면 표면이 세균 및 내독소에 의해 오염되어 있으므로 화학제로 표면 처리를 해야만 제거될 수 있다고 하였다. 일반적으로 임프란트 주위염의 치료에 사용되는 화학제로는 구연산, 염산테트라싸이클린, 클로르헥시딘, 불화주석 등이 있다. 구연산은 여러 연구에서 우수한 내독소 제거 효과가 입증되었으나^{13,14)} 쉽게 구할 수 없어 임상적 적용이 용이하지 않은 단점을 가지고 있다. 그리고 클로르헥시딘은 내독소와 결합하여 성질을 가지고 있고 임프란트 표면에 적용시

막을 형성하여 재골유착을 방해한다고 하였다¹⁵⁾.

Rimondini 등³⁹⁾은 어떤 방법을 적용하여도 임프란트 표면의 완전한 해독은 불가능하다고 하였다. 아직까지 오염된 임프란트 표면의 해독에 있어 만족스러운 방법은 규명되지 않았다. 그래서 이번 연구에서는 임프란트 표면의 완전한 해독보다는 표면구조의 온전한 보존에 초점을 맞추어 연구를 설정하였고 표면 해독시 기계적 방법에 비해 표면의 변화가 적다고 보고된 화학적 방법을 선택하였다. 또 여러 화학제 중 치근면 처치와 임프란트 주위염 치료시 임상적으로 사용되어 좋은 결과를 보인 염산테트라싸이클린을 사용하여 임프란트 표면처리를 시행하였다.

염산테트라싸이클린은 치주병원균의 제거에 효과적인 광범위 항생제로 치면에 강하게 흡착되어 활성형으로 방출되고⁴⁰⁾ 교원질 분해효소 활성을 저해하며 상피세포의 부착과 하방증식을 방해한다고 하였다⁴¹⁾. 또한 골이식시 치유를 증대시키는 효과가 있다고 보고되었다^{42,43)}. Wittrig 등⁴⁴⁾은 수산화인회석 피복 표면에 염산테트라싸이클린을 적용 시 세포성장 및 부착이 증가한다고 하였고 이러한 해독작용 후 조직유도재생술을 사용하여 좋은 임상적 결과를 얻었으며, Mellonig 등⁴⁵⁾과 Muller 등⁴⁶⁾ 또한 임프란트 주위염의 치료에 염산테트라싸이클린을 이용하여 해독 후 골이식재와 차폐막을 적용하여 재생술식을 시행한 결과 치주낭의 깊이가 감소하였으며 임상적 부착수준의 증가 및 골결손이 치유되는 결과를 얻었다.

이번 연구에서 염산테트라싸이클린의 농도는 50 mg/ml로 설정하였는데 이 농도에서 섬유모세포의 화학주성 및 증식이 활발하게 일어난다고 보고되었다¹⁷⁾. 반면 50mg/ml 이상의 농도에서는 오히려 정상세포의 기능에 해로울 수 있고 세포 이주를 방해한다고 하였다. 이와는 달리 Zablotsky 등¹⁴⁾은 50mg/ml 농도의 염산테트라싸이클린은 pH 2-3의 약산으로 내독소 제거 효과가 약하다고 하였다. 치근면 처치 시에도 통상적으로 같은 농도를 적용하는데 치근면 치치의 목적은 해독보다는 탈회이기 때문에 임프란트 표면에 염산테트라싸이클린을 같은 농도로 적용하는 것은 논란의 여지가 될 수 있다. 그러나 이번

연구에서는 해독 효과보다는 세포 부착 및 이주에 적절한 농도인 50mg/ml의 염산테트라사이클린으로 임프란트 표면처리를 시행하였다. Bouchard 등⁴⁷⁾에 의하면 치근면 처치시 고려사항은 염산테트라사이클린의 농도, 시간, 적용방법이며 표면변화는 농도보다는 적용시간과 직접적 관련이 있다고 하였다. 이번 연구에서 염산테트라사이클린의 적용시간은 2분 30초까지로 하였는데 여러 임상 증례에서 흔히 3분 이내의 처치를 보고하였기 때문에 이를 고려하여 설정하였다. Baker 등⁴⁰⁾은 문지르는 압력에 의해 약제의 항균효과가 증가된다고 하였고 생리식염수만으로 오염된 임프란트 표면을 문질러 좋은 결과를 보고한 연구도 있다²⁷⁾. 이런 사실을 바탕으로 염산테트라사이클린 용액에 적신 스펀지를 이용하여 각각의 적용 시간에 맞춰 임프란트 표면에 문질러서 표면처리를 시행하였다. 한편 Krozer 등¹⁵⁾은 화학제 적용시 임프란트 표면과 결합하여 미세한 막을 형성하므로 충분한 수세로 이를 제거해야 한다고 하였다. 그래서 표면처리 후 1분간 멸균 증류수로 철저히 수세하였다.

치과 임프란트가 결손치아 수복을 위해 광범위하게 적용됨에 따라 성공적 골유착을 획득하기 위한 다양한 형태와 표면의 임프란트가 개발되고 있다. 반면 치과 임프란트의 적용이 보편화됨에 따라 임프란트 주위염의 발생 빈도 또한 증가되고 있는 실정이다. 따라서 임프란트 주위염 치료시 각각의 임프란트 표면에 따른 표면처리 방법을 연구하는 것은 중요한 일이라 생각된다. 이번 연구에서는 가공처리된 타이타늄 표면, 이중 피복 FBR® 표면, 양극 산화 CellNest 표면 임프란트에 염산테트라사이클린을 적용하였다. 김 등⁴⁸⁾은 SLA(Sandblasted large grit acid-etched) 표면과 TiO₂ blast 표면에 염산테트라사이클린으로 표면처리를 시행하였다. 상기 연구와 이번 연구를 결합해보면 임상에서 보편적으로 사용되고 있는 임프란트 표면의 대부분을 적용 대상으로 한 것이라 할 수 있다. 그러므로 이들 결과를 토대로 임상에 적용시 큰 도움이 될 것이라 생각된다.

이번 연구에서는 염산테트라사이클린의 적용에 따른 임프란트 표면구조의 형태변화 여부를 확인하였

다. 다음 연구에서는 좀 더 객관적인 측정법을 통해 임프란트 표면변화, 표면조도를 확인해 보고 임프란트의 표면 변화를 적게 할 다른 방법을 고안해 보는 것도 필요하리라 생각된다.

V. 결론

식립후 성공적인 골유착이 형성된 임프란트에 불량한 구강위생으로 인한 치태축적이나 부적절한 상부 보철물이나 구강악습관으로 인해 야기된 외상성 교합으로 임프란트 주위염이 발생할 수 있다. 임프란트 주위염이 발생했을 때 임프란트의 고유의 미세 표면 구조 및 표면피복으로 인하여 치주염에 이환된 치아의 처치에서와 동일하게 치근면 활택술을 시행하는 것은 적절하지 않다. 따라서 임프란트 표면을 온전하게 보존하며 세균 및 내독소를 제거하기 위해 다양한 화학제가 적용되고 있다. 이번 연구에서는 화학제 중 임상적으로 적용이 비교적 용이한 염산테트라사이클린을 이용하여 각기 다른 종류의 임프란트 표면에 처리를 시행한 후 시간 증가에 따른 표면 구조의 변화를 관찰하고자 하였다. 가공처리된 타이타늄 표면 임프란트(MS)와 이중 피복(titanium plasma spray + brushite) FBR®(Fast Bone Regeneration) 표면 임프란트(FBR®S), 그리고 양극 산화 CellNest 표면 임프란트(CellNestS)에 50mg/ml의 염산테트라사이클린 용액을 각각 $\frac{1}{2}$, 1, $1\frac{1}{2}$, 2, $2\frac{1}{2}$ 분간 적용하여 표면처리를 시행한 후 적용 시간에 따른 표면 변화를 주사전자현미경을 이용하여 관찰하였고 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. MS의 경우 대조군에서 보이는 절삭선이 염산테트라사이클린을 2분이상 적용한 실험군에서 깊어진 양상을 보이나 전반적으로 실험군은 대조군과 비슷한 표면구조를 보였다.
2. FBR®S의 경우 실험군은 염산테트라사이클린을 30초 적용시부터 표면구조의 변화를 보였으며 적용시간이 증가할수록 표면 결정의 침상구조가 점차로 구상 구조를 보였다.

3. CellNestS의 경우 대조군에서 보였던 불규칙한 표면이 염산테트라싸이클린을 30초 적용한 실험군에서는 큰 변화를 보이지 않았으나 1분 이상의 실험군에서는 적용시간에 비례하여 점차 표면 산화층의 변화가 더 뚜렷해졌다.
이상을 요약하면 MS의 경우 염산테트라싸이클린을 2½분 이내로 적용시 시간의 증감에 따른 표면의 변화가 없었으며, 염산테트라싸이클린으로 처리시 표면변화를 최소로 하는 적용시간은 FBR[®]S는 ½분 이하, CellNestS는 1분이하였다. 결론적으로 임프란트의 표면해독을 위해 사용되는 염산테트라싸이클린의 적용시간은 제작된 표면형태에 따라 다양하게 적용되어야 한다.

VI. 참고문헌

1. Bränemark PI, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindstrom J, Hallen O, Ohman A. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1977;16(Suppl. 1):1–132.
2. 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.
3. Meffert RM, Langer B, Fritz ME. Dental implants: A review. *J Periodontol* 1992;63: 859–870.
4. Quirynen M, Naert I, Van Steenberghe D. Fixture design and overload influence marginal bone loss and fixture success in the Bränemark system. *Clin Oral Implants Res* 1992;3:104–111.
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, Sch rch 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, Strong SL, Yurgeon D, Van Dyke TE. Microbiologic characterization of ligature induced peri-implantitis in the microswine model. *J Periodontol* 1991;62:548–553.
8. 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.
9. Mombelli A, Lang NP. The diagnosis and treatment of peri-implantitis. *Periodontol 2000* 1998;17:63–76.
10. Roos-Jansaker AM, Renvert S, Egelberg J. Treatment of peri-implant infections: A literature review. *J Clin Periodontol* 2003;6: 467–485.
11. 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.
12. Thomson-Neal D, Evans GH, Meffert RM. Effects of various prophylactic treatments on titanium, sapphire, and hydroxyapatite-coated implants: an SEM study. *Int J Periodont Rest Dent* 1989; 4:300–311.
13. 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.
14. 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.
15. Krozer A, Hall J, Ericsson I. Chemical treatment of machined titanium surfaces. An in vitro study. *Clin Oral Implants Res* 1999;3:204–211.
 16. Dörtnedal 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. Kreisler M, Kohnen W, Christoffers AB, Gotz H, Jansen B, Duschner H, d'Hoedt B. In vitro evaluation of the biocompatibility of contaminated implant surfaces treated with an Er: YAG laser and air powder system. *Clin Oral Implants Res* 2005;16:36–43.
 18. Parham PLJ, Cobb CM, French AA, Love JW, Drisko CL, Kilroy WJ. Effects of an air-powder abrasive system on plasma-sprayed titanium implant surfaces: An in vitro evaluation. *J Oral Implantol* 1989; 15:78–86.
 19. Somerman MJ, Foster RA, Vorsteg GM, Progebin K, Wynn RL. Effects of minocycline on fibroblast attachment and spreading. *J Periodontal Res* 1988;2:154–159.
 20. Meffert RM. How to treat ailing and failing implants. *Implant Dent* 1992;1:25–33.
 21. 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.
 22. Artzi Z, Tal H, Chweidan H. Bone regeneration for reintegration in peri-implant destruction. *Compend Contin Educ Dent* 1998;1:17–28.
 23. Albrektsson T, Johansson CB, Sennerby L. Biological aspects of implant dentistry: Osseointegration. *Periodontol 2000* 1994;4:58–73.
 24. 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;7:889–902.
 25. Cochran DL, Schenk RK, Lussi A, Higginbottom FL, Buser D. Bone response to unloaded and loaded titanium implants with a sandblasted and acid-etched surface: A histometric study in the canine mandible. *J Biomed Mater Res* 1998;1:1–11.
 26. Rimondini L, Fare S, Brambilla E, Felloni A, Consonni C, Brossa F, Carrassi A. The effect of surface roughness on early in vivo plaque colonization on titanium. *J Periodontol* 1997;6:556–562.
 27. Harnish O, Tatakis DN, Boskovic MM, Roher MD, Wikesj Ulf ME. Bone formation and reosseointegration in peri-implantitis defects following surgical implantation of rhBMP-2. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:604–610.
 28. Persson LG, Ericsson I, Berglundh T, Lindhe J. Guided bone regeneration in the treatment of periimplantitis and replacement of implant components. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* 2001; 28:258–263.
 29. 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.

30. 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.
31. 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.
32. Hürzeler MB, Quinones CR, Schpbach 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.
33. Lindhe J, Karring T, Lang NP. Surface topography of titanium implants. *Clinical periodontology and implant dentistry* 2003; 4th edition:821–828.
34. Semmler R. Double coating Accelerated Bone Regeneration. Clinical aspects of FBR® (Fast bone regeneration) double-coated Pitt-Easy® Bio-Oss implants (Oraltronics®). *Implantologie* 2001;5:22–30.
35. Ivanoff CJ, Widmark G, Johansson C, Wennerberg A. Histologic evaluation of bone response to oxidized and turned titanium micro implants in human jawbone. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;3:341–348.
36. Larsson C, Thomsen P, Aronsson O, Rodahl M, Lausmaa J, Kasemo B, Erisson LE. Bone response to surface-modified titanium implants: studies on the early tissue response to machined and electropolished implants with different oxide thicknesses. *Biomaterials* 1996;17:605–616.
37. Schou S, Holmstrup P, Jorgensen T, Skovgaard LT, Stoltze K, Hjorting-Hansen E, Wenzel A. Anorganic porous bovine-derived bone mineral(Bio-Oss®) & ePTFE membrane in the treatment of periimplantitis in cynomolgus monkeys. *Clin Oral Implants Res* 2003;5:535–547.
38. 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.
39. 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.
40. 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.
41. Glaub LM, Lee HM, Lehrer G, Nemiroff A, McNamara TF, Kaplan R, Ramamurthy NS. Minocycline reduces gingival collagenolytic activity during diabetes. *J Periodontal Res* 1983;18:516–526.
42. 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.
43. Pepelassi EM, Bissada NF, Greenwell H, Farah CF. Doxycycline-tricalcium phosphate composite graft facilitates osseous healing in advanced periodontal furcation

- defects. *J Periodontol* 1991;62:106–115.
44. Wittrig EE, Zablotsky MH, Layman R.M., Fibroblastic growth and attachment on hydroxyapatite-coated titanium surfaces following the use of various detoxification modalities. *Implant Dent* 1992;1:189–194.
45. Mellonig JT, Griffiths G, Mathys E, Spitznagel J Jr. Treatment of the failing implant: case reports. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1995;4:384–395.
46. Muller E, Gonz lez YM, Andreana S. Treatment of peri-implantitis: Longitudinal clinical and microbiological findings – A case report. *Implant Dent* 1999;3:247–254.
47. Bouchard P, Nilveus R, Etienne D. Clinical evaluation of tetracycline HCL conditioning in the treatment of gingival recessions. A comparative study. *J Periodontol* 1997;68: 262–269.
48. 김우영, 박준봉, 이만섭, 혀익. 염산테트라사이클린의 적용시간에 따른 임프란트 표면변화에 관한 주사전자현미경적 연구. *대한치주과학회지* 2002;32:523–532.

- ABSTRACT -

Micromorphometric change of implant surface conditioned with tetracycline-HCl : FBR® and CellNest surface

Dong-Wook Chang, Joon-Bong Park, Young-Hyuk Kwon, Yeek Herr,
Jong-Hyuk Chung

Department of Periodontology, School of Dentistry, Kyung Hee University, Seoul, Korea

The present study was performed to evaluate the effect of tetracycline-HCL on the change of implant surface microstructure according to application time. Implant with pure titanium machined surface, double coated FBR® surface and oxidized CellNest surface were utilized. Implant surface was rubbed with 50mg/ml tetracycline-HCL solution for $\frac{1}{2}$, 1, $1\frac{1}{2}$, 2 and $2\frac{1}{2}$ min. respectively in the test group. Then, specimens were processed for scanning electron microscopic observation.

The results of this study were as follows.

1. Both test and control group showed a few shallow grooves and ridges in pure titanium machined surface implants. There were not significant differences between two groups.
2. The double coated FBR® surfaces showed fine crystalline structures. The roughness of surfaces conditioned with tetracycline-HCL was lessened relative to the application time.
3. The oxidized CellNest surfaces showed the porous structures. The surface conditioning with tetracycline-HCl influenced on its micro-morphology.

In conclusion, the detoxification of the affected implant surface with 50mg/ml tetracycline-HCL should be applied respectively with different time according to various implant surfaces.

Key words : micromorphometric change, tetracycline-HCI, FBR® surface, CellNest surface