

표면처리 시간에 따른 임플란트 미세구조의 변화 : SLA와 TB 표면 임플란트

우정아 · 허 익 · 권영혁 · 박준봉 · 정종혁

경희대학교 치과대학 치주과학교실

I. 서론

치과 임플란트 수복은 장기간의 연구를 통하여 부분 무치악환자나 완전 무치악 환자에서 예견성 높은 치료술식으로 자리매김을 해왔다¹⁾. 치과 임플란트는 타이타늄이 연조직의 개재없이 경조직인 골과 직접 접촉하여 치유된다는 골유착의 개념^{2,3)}하에 성공적으로 임상에 적용되었으며, 현재는 더 우수한 골유착을 유도하기 위하여 임플란트 표면처리에 대한 연구와 개발이 진행되고 있다⁴⁾. 임플란트 시술은 높은 예견성에도 불구하고 여러 증례들에서 문제점을 발견하였고⁵⁾, 문제점 중에서 특히 임플란트주위염 치료에 대한 관심이 증대되고 있다.

임플란트주위염은 과도한 교합력^{6,7)}, 세균에 의한 감염^{8,9)}으로 인하여 발생하며 증상으로는 연조직의 염증, 출혈, 화농 및 급성 골소실이 대표적이다. 임플란트 주위의 결합조직내 교원섬유의 주행방향은 치근면에서 외는 달리 임플란트 장축과 평행하게 주행하므로¹⁰⁾ 쉽게 임플란트 표면으로부터 이탈할 수 있어 염증이 빨리 치근단쪽으로 파급되어 자연 치아

에서 보다 주위조직의 파괴가 급속도로 일어날 수 있다¹¹⁾. 세균과 내독소에 의하여 임플란트 표면이 감염되면 인접 연조직의 염증으로부터 시작되어 임플란트 주위의 골조직으로 파급되고, 골파괴가 심한 경우 임플란트의 동요를 초래하게 된다. 임플란트 주위염이 발생한 부위에는 많은 수의 그람 음성 혐기성 간균, 방추균 과 운동성 간균 및 나선상 세균이 발견된다. 이 외에도 많은 수의 염증세포 침윤이 관찰되며 오염된 임플란트 주변에는 분화구 양상의 골 결손부가 관찰된다¹²⁾.

임플란트주위염과 관련하여 임플란트의 임상상태를 염증 비활성 임플란트(ailing implant), 염증 진행성 임플란트(failing implant), 비기능성 임플란트(failed implant)의 3가지로 구분할 수 있다¹³⁾. 염증 비활성 임플란트는 치주낭이 존재하고, 골 결손이 보이거나 치조백선이 관찰되어 진행성이 아닌 안정된 조직상태를 나타낸다¹⁴⁾. 염증 진행성 임플란트는 치주낭 형성, 탐침 시 출혈, 배농 등의 임상증상과 더불어 진행성 골 소실을 보인다¹⁴⁾. 비기능성 임플란트는 동요도를 보이고 타진시 둔한 소리를 나타내며

*교신저자 : 허익, 서울시 동대문구 회기동 1번지 경희대학교 치과대학 치주과학교실, 우편번호 : 130-702
E-mail : yherr@khu.ac.kr

방사선 소견상 임플란트 주위에 방사선투과상을 보인다. 이 3가지 상태 중 염증 비활성 임플란트 및 염증 진행성 임플란트는 치료가 가능하나 비기능성 임플란트는 기능이 불가능하고 계속적인 골소실을 야기하므로 제거하여야 한다¹⁴⁾.

임플란트가 실패 원인은 크게 두 가지로 분류할 수 있다¹⁶⁾. 즉 세균에 의한 감염성 실패와 외상성 실패이다. 그러므로 임플란트주위염 발생시 원인이 세균으로 인한 것인지 과도한 교합력에 의한 것인지를 정확히 진단하고 적절한 치료방법을 시행하는 것이 중요하다. 외상성 실패는 임플란트의 동요도, 파절, 임플란트에 가해지는 과도한 교합에 의한 것이므로 치은연하세균은 건강한 치주조직의 세균총과 유사하다. 과도한 교합력에 의한 임플란트주위염은 세균성 임플란트주위염과 비교 시 어떠한 염증의 증상없이 발생하며 초기 임플란트 주변골의 미세파절로 치주조직 파괴가 시작된다¹⁷⁾. 임플란트가 동요나 파절로 인하여 실패한다면 임플란트는 반드시 제거하여야 하나, 감염이나 과도한 교합력으로 인한 경우 적절한 치료로써 회복이 가능하다. 임플란트주위염의 치료 목적은 임상적으로 탐침깊이를 감소시키고 궁극적으로는 임플란트 표면에 골재생을 촉진시켜 재골유착을 유도하는 것이다. 임플란트주위염의 치료를 위하여 국소적, 전신적 항생제 사용과 더불어 병소에 노출된 임플란트 표면을 효과적으로 해독하여야 하고 파괴된 주변 골결손 부위에 골재생과 재골유착을 촉진하기 위하여 여러 가지 차폐막과 골이식재를 이용한 재생 술식을 임상에 응용하여 왔다¹⁸⁻²⁰⁾. Meffert 등(1992)¹⁴⁾과 Parham 등(1989)²¹⁾에 의하면 임플란트 주위염이 생기면 임플란트 표면은 점차 구강 내로 노출되고 세균 및 내독소로 피복된다고 하였다. 내독소가 잔존하는 한 생리적인 치유 및 재생을 도모하기 어렵기 때문에 최대의 골유착을 얻기 위해서는 골아세포의 부착을 방해하는 세균과 내독소를 제거하여 주위 연조직과 경조직이 생리적으로 적합할 수 있는 표면상태로 만들어 주어야 한다. 이때 표면처리가 가장 중요하다고 할 수 있다.

임플란트 표면처리는 크게 금속 큐렛, 타이타늄 큐렛, 플라스틱 큐렛, 초음파기구 및²²⁻²⁴⁾ 공기-분말 연마기^{13,21,25,26)}를 이용하는 기계적인 방법과 클로르헥시딘²⁷⁾, 불화주석²⁸⁾, 구연산^{29,30)}등의 약제 및 테트라사이클린^{16,30,31)}, 메트로니다졸²⁷⁾ 등의 항생제를 이용하는 화학적인 방법이 있다.

현재 골유착을 촉진시키기 위하여 여러가지 형태로 임플란트 표면미세구조를 변화시키고 있어서, 병소에 노출된 임플란트 표면에 재골유착을 유도하는 다양한 표면처리 방법이 고안되고 임상에서 시도되고 있다³²⁾. Parham 등(1989)²¹⁾과 Bowers 등(1992)²²⁾에 의하면 골유착을 증진시키기 위한 거친 표면의 임플란트는 병적인 골소실이 발생하여 임플란트가 구강내 세균에 노출된 경우 그 거친 표면으로 인하여 치태 침착이 가속화되며 결체조직에 의한 치유보다는 탐식세포를 유도해 염증을 유발한다고 하였다. 이처럼 표면이 거친 임플란트의 경우 기계적인 방법만으로는 미세 표면의 세균과 그 부산물을 완벽하게 제거하기 어렵고, 고유 표면 미세구조의 변화를 초래할 수 있다. 따라서 화학적인 방법을 병행하여 고유의 임플란트 표면구조를 최대한 보존하면서 효과적으로 해독하는 것이 중요하다고 할 수 있다. 화학적 방법에 이용되는 약제는 여러 가지가 있으나³⁰⁾ 임상에서 적용이 용이하며 쉽게 구할 수 있는 약제가 테트라사이클린이다. Wittrig 등(1992)³³⁾에 따르면 수산화인회석 임플란트를 대상으로 한 연구에서 염산테트라사이클린이 해독효과와 생물학적인 치유양상이 우수하다고 하였다. 그러나 Zablotzky 등(1992)⁵⁾에 따르면 염산테트라사이클린이 내독소제거효과는 뛰어나지만 표면변화를 일으킨다고 하였다.

이번 연구는 임플란트 표면에 염산테트라사이클린을 적용한 후 처리시간에 따른 표면의 미세구조 변화를 관찰하여 임플란트주위염치료시 표면의 미세구조를 변화시키지 않는 염산테트라사이클린의 효과적인 적용시간을 알아봄으로써 차후에 임상에서 적용하기 위하여 시행하였다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

이번 연구에 사용된 임플란트는 직경 4.0mm, 길이 11.5mm인 Pure titanium machined surface implant(Brånemark MKIII®, Nobel Biocare AB, Göteborg, Sweden), 직경 4.1mm, 길이 12mm인 SLA(sandblasted, large grit, acid-etched)surface implant(ITT®, Straumann AG, Waldenburg, Switzerland)와 직경 4.0mm, 길이 11mm인 TiO₂-blasted surface implant(Astra TiOblast®, ASTRA Tech AB, Mölndal, Sweden)이었으며, 임플란트 표면 처리를 위하여 염산테트라싸이클린을 멸균증류수에 녹여 50mg/ml의 농도로 만들어 사용하였다.

2. 연구방법

Pure titanium machined surface implant (MS), SLA surface implant(SLAS)와 TiO₂-blasted surface implant(TBS) 각각 한 개씩은 임플란트 표면처리를 시행하지 않은 대조군으로 하였다. 실험군으로 사용할 MS, SLAS와 TBS 5개씩을 각각 접착제로 시료대 위에 고정하고 50mg/ml 농도의 염산테트라싸이클린 용액에 적신 스폰지로 각각 ½분, 1분, 1½분, 2분, 2½분간 문질러 표면처리를 시행하였다. 이때 30초마다 새로운 스폰지로 교환하여 주었다. 임플란트의 표면처리가 끝나면 1분간 멸균 증류수로 세척한 후 건조시켰다. 준비된 시편을 ion sputting coater(Eiko, IB-3, Tokyo, Japan)를 이용하여 0.1 Torr 진공상태에서 4분간 금으로 피복시킨 후 주사전자현미경(Model S-2300, Hitachi Com., Tokyo, Japan)을 이용하여 20KV 상태에서 임플란트 표면을 관찰하고 polaroid film(Polaroid®, London, UK)으로 촬영한 후 미세표면 구조변화유무 및 표면구조가 변한 시점을 판정하였다. 판정은 이번 실험에 참여하지 않은 3명의 치과외사가 각각 사진을 관찰하고 분석하여, 임플란트의 표면구조의 변

화유무, 변화시기를 토의하고, 의견일치로써 결정하였다.

III. 연구성적

1. MS

1) 대조군

표면처리를 시행하지 않은 대조군에서는 일정한 방향으로 평행하게 주행하고 있는 얇은 골과 융선을 보였다. 이것은 임플란트 가공시 형성된 선이다(Figure 1).

2) 실험군

절삭된 표면의 골과 융선이 30초 이하의 적용시간에서는 유사하고 1분 이상의 적용시간에서 더 뚜렷해지는 양상을 보이나 전반적으로 대조군과 거의 비슷한 표면구조를 보였다(Figure 2~6).

2. SLAS

1) 대조군

거대거칠기(Macro roughness)와 미세거칠기(Micro roughness) 두가지의 복합된 표면구조가 보였다. 산부식으로 형성된 아주 작은 함몰들이 관찰되며 전반적인 벌집모양의 다공성 구조가 관찰되었다(Figure 7).

2) 실험군

실험군도 벌집모양의 다공성의 표면을 보이며 적용시간과는 관계없이 대조군과 전반적으로 비슷한 표면구조를 보였다(Figure 8~12).

3. TBS

1) 대조군

타이타늄옥사이드 입자로 분사하여 1-5µm 크기의 불규칙하고 거친 표면을 보였다(Figure 13).

2) 실험군

대조군에서 보였던 불규칙하고 거친 표면이 염산 테트라싸이클린을 30초 이하로 적용한 실험군에서는 큰 변화를 보이지 않았으나 1분 이상의 적용시간에서 불규칙하고 거친 표면이 점차 평탄해지고 거칠기가 감소되는 소견을 보였다(Figure 14~18).

IV. 총괄 및 고찰

이번 연구에서는 염산테트라싸이클린을 이용해서 임플란트 표면 처리를 시행한 후 처리 시간에 따른 표면구조의 변화를 관찰하고자 하였다. Pure titanium machined surface implant(MS), SLA surface implant(SLAS) 및 TiO_2 blasted surface implant(TBS)에 50mg/ml의 염산테트라싸이클린 용액을 각각 1/2분, 1분, 1 1/2분, 2분, 2 1/2분간 적용하여 표면처리를 시행한 후 적용시간에 따른 표면변화를 주사전자현미경을 이용하여 촬영한 후 실험결과의 객관화를 위하여 이번 실험과 무관한 3명의 치과의사에게 판독하도록 하였다. MS와 SLAS의 경우 염산테트라싸이클린의 적용시간이 증가하여도 표면미세구조의 변화가 거의 없었고, TBS의 경우 적용시간이 증가함에 따라 표면미세구조에 변화가 일어나므로 표면변화를 최소로 하는 적용시간은 30초 이하였다.

임플란트의 거친 표면은 표면적을 증가시켜 골-임플란트 접촉을 증가시키고, 임플란트 식립시 더욱 견고한 초기 고정을 부여하며, 골아세포의 표면부착에 유리하다고 밝혀져 임플란트 표면을 거칠게 만들려는 다양한 표면처리방법이 개발되어 왔다^{34,35)}. SLA 표면은 큰 입자의 모래로 분사하여 얻어진 거대거칠기와 산부식하여 얻어진 미세거칠기로 이루어져 있어³⁶⁾ 골과 임플란트간의 접촉을 촉진시켜 역회전 제거력(reverse torque stress)을 증가시킴으로써 기능적 부하를 빨리 가할 수 있게 한다. 이번 연구에서는 현재 임상적으로 널리 사용되어 장기간의 성공적인 임상결과를 보인 MS, SLAS, TBS를 대상으로 하였다. 또한 여러 가지 약제가 있으나 임상적으로 손쉽게 구할 수 있고 지금까지 치주치료에 많이

적용되어온 염산테트라싸이클린을 사용하였다.

임플란트주위염이 발생하여 골소실이 일어나면 임플란트 표면이나 나사선이 골외나 구강 내로 노출되고 치태침착이 발생하게 되어 염증이 더욱 심화된다고^{21,22)} 그러므로 임플란트주위염의 치료를 위해서는 치주낭과 염증조직을 제거한 후 임플란트 표면을 해독하는 것이 원칙이며, 적응증만 된다면 재생술식을 시행할 수도 있다. Brånemark 등(1977)²⁾과 Chai-ray 등(1997)¹³⁾에 따르면 임플란트주위염치료과정 중에 발생한 임플란트 표면의 변화는 골과 유착될 계면을 변형시켜 골유착에 영향을 줄 수 있다고 하였다. 그러므로 임플란트 주위조직의 재생을 위하여 임플란트 고유의 표면거칠기와 구조적 특징의 변화 없이 세균과 세균 부산물, 치석, 연조직 세포 등이 효과적으로 제거되어야 한다. 이번 연구결과에서처럼 특정시간 이상의 염산테트라싸이클린 적용으로 인하여 표면의 변화가 일어난 임플란트 표면은 주위조직 재생을 저하시킬 것으로 추정할 수 있다. 따라서 표면의 변화를 일으키지 않는 적용시간에 대한 연구는 매우 가치가 높다고 할 수 있다.

임상에서 임플란트주위염 치료시 임플란트의 나사 형태와 거친 표면으로 인해서 대부분의 스케일러 사용은 비효과적이다. 게다가 부드러운 스케일러는 타이타늄 표면에 잔여물을 남길 수 있다. 다양한 공구-분말 연마기구는 분말 입자가 표면에 잔류할 수 있고 공기색전증의 위험성이 있으며³⁷⁾, 임플란트 표면의 산화막을 제거할 수 있는 단점이 있다. 그리하여 임상에서 화학적 방법을 고려하게 되었다. 클로르헥시딘은 임플란트 표면에 막을 형성하여 임플란트와의 재유착을 방해하며³⁸⁾ 해독작용이 미약하다^{29,39,40)}고 보고되어 왔다. Meffert 등(1992)¹⁴⁾은 구연산이 수산화인회석 피복 타이타늄 표면에는 우수한 효과를 보이지만, 순수 타이타늄 표면에서는 해독작용과 더불어 광범위한 탈회기 일어나기 때문에 부적합하며 염산테트라싸이클린이 효과적이라고 하였다. MS, SLAS, TBS를 대상으로 염산테트라싸이클린을 적용한 이번 연구에서 MS, SLAS의 경우는 탈회가 일어나지 않음을 재확인할 수 있었다.

염산테트라사이클린은 임상에 적용 시에 많은 장점을 지닌다. 임플란트주위염은 성인형 치주염과 임상적 및 미생물학적으로 유사한 감염양상을 보인다⁴¹⁻⁴³). 염산테트라사이클린은 치주병원균의 제거에 효과적인 광범위 항생제이며 치면에 강하게 흡착되어 활성형으로 방출되고, 교원질 분해효소 활성을 저해하며, 상피세포의 부착과 하방증식을 방해하고, 골이식술시 치유를 증진시키는 효과가 있다^{44,45-48}). 또한 염산테트라사이클린은 오래전부터 치주질환 발생시 치근의 내독소를 제거하기 위하여 이용되어 왔다. 염산테트라사이클린은 고농도로 국소적 적용시에 *P. intermedia*와 *P. gingivalis*를 90%까지 억제할 수 있다¹). 이렇듯 염산테트라사이클린은 임플란트주위염의 원인세균에 효과적이며 기계적 방법과 달리 임플란트 표면에 대한 손상도 경미하다. 게다가 임상에서 쉽게 구할 수 있으므로 다른 어떠한 표면처리방법 보다 쉽게 이용할 수 있다.

이번 연구는 임플란트 표면구조에 대한 염산테트라사이클린의 영향을 살펴보는 것으로, 실제 임상에서도 이 화학제의 적용이 우수한 결과를 보였다는 여러 보고가 있었다^{16,30,31}). Meffert 등(1992)³⁰은 임플란트주위염치료 시 염산테트라사이클린을 국소적으로 사용하여 화농성 병원균을 효과적으로 억제하였음을 보고하였다. 수산화인회석피복 임플란트에서 표면피복을 모두 제거하고 염산테트라사이클린을 약 2-3분간 표면에 도포하여 탈독소화한 후 비흡수성 수산화인회석이나 탈화동결건조골을 이식하여 좋은 임상적 결과를 얻었다. Muller 등(1999)³¹은 염산테트라사이클린을 3분간 사용하여 임플란트 표면을 해독한 후 골이식제 및 차폐막을 사용한 3가지 임상증례에서 임플란트 주위의 골결손이 소실되었고 탐침깊이가 감소되었다고 하였다. Mellonig 등(1995)¹⁶은 세균과 교합외상 등의 가역적인 원인으로 인하여 임플란트 주위염이 발생한 경우 결손부의 염증조직을 제거하고 50mg/ml의 농도의 염산테트라사이클린으로 3분간 해독한 후 탈화동결건조골과 차폐막을 이용하여 재생술식을 시행한 결과 치주낭의 깊이가 감소하였으며 임상적 부착수준의 증가 및 골

결손이 치유되는 결과를 얻었다.

염산테트라사이클린 50mg/ml 농도에서 섬유아세포의 화학주성 및 증식이 활발하게 일어나 이보다 높은 농도에서는 오히려 정상세포기능에 해로울 수 있다는 보고⁴⁹)가 있어 이번 실험에서는 이 농도로 사용하였다. Bouchard 등(1997)⁴⁰에 의하면 치근에 염산테트라사이클린을 사용 시 주요 고려사항은 용액의 농도, 시간, 적용방법 등이며 표면변화는 농도보다는 적용시간에 직접적으로 관련이 있다고 하였다.

염산테트라사이클린을 치주질환에 이환된 치근면에 적용시 세척이나 문지르는 방법을 이용하여 왔다⁴⁰). 이번 연구에서는 약제의 항균효과를 얻기 위하여 약간의 힘을 가지고 문지르는 방법을 이용하였다. Schou 등(2003)³⁸도 임상적으로 여러가지 표면처리 방법에 따른 임상적 결과의 차이가 없으므로 가장 간단한 문지르는 방법을 추천하였다.

지금까지 염산테트라사이클린의 적용 시간에 따라 각기 다른 임플란트 표면변화에 대한 연구는 드물었다. 김 등(2002)⁵⁰의 연구에 따르면 염산테트라사이클린을 3분 이내로 적용 시 MS와 SLAS는 적용시간의 증감에 따른 표면변화를 보이지 않았고, TBS는 1분 이내 적용 시에는 표면변화를 보이지 않았다. 염산테트라사이클린을 2분 이내로 적용한 이번 연구에서 MS와 SLAS는 표면변화를 보이지 않았고, TBS는 30초 이내 적용시에만 표면변화를 보이지 않아 김 등(2002)⁵⁰의 연구결과와 유사하였다.

염산테트라사이클린의 임상적 효과에 부정적인 연구도 있었다. Zablotsky³⁷) 등에 의하면 염산테트라사이클린은 pH2-3, 50mg/ml의 농도에서 내독소(LPS)를 제거하는 데는 효과가 떨어진다고 하였다. 염산테트라사이클린은 수산화인회석의 두께나 결정에는 영향을 미치지 않으나 피복표면의 Ca/P 비율에 변화를 초래한다고 하였다. 결론적으로 염산테트라사이클린이 수산화인회석피복 임플란트의 탈독소화 약제로는 적당치 않다고 하였다. 그러므로 수산화인회석피복이 오염되어 있는 경우에는 표면피복을 모두 제거한 후에 염산테트라사이클린을 적용하는 것이 효과적일 수도 있다.

이번 연구와 김 등(2002)⁵⁰⁾의 연구의 공통된 결과를 살펴보면 임플란트가 어떠한 표면을 가지고 있는가에 따라 같은 화학제에 반응하는 표면변화 양상이 달라진다는 것이다. 이러한 이유로 임플란트주위염 치료시 임플란트 고유의 표면피복이 임상적인 치유 양상에 영향을 줄 수 있으리라 추정할 수 있다. 실제로 Persson 등(2001)³²⁾에 따르면 타이타늄 임플란트 표면이 골유착과 재골유착의 정도를 결정짓는 중요한 요소이며 SLAS에서 재골유착이 높게 일어난다고 하였다. 이것은 이번 연구의 결과에서 SLAS는 표면처리 시간에 따라 변화가 일어나지 않고 고유피복을 유지하여 임플란트 주위염의 이상적인 치유양상인 재골유착을 일으킬 가능성이 높음을 추측할 수 있다. 반면에 표면변화가 일어난 TBS의 경우 임상에서 임플란트주위염이 발생 시 재골유착의 정도가 감소할 것으로 생각된다. 그러므로 TBS에 변화를 적게 할 다른 표면처리 방법에 대한 연구가 진행되어야 할 것 같다.

지금 임상에서 사용되는 많은 종류의 임플란트 표면에 대하여 이번 연구와 같은 방법으로, 화학제에 의한 임플란트 표면변화에 대한 연구가 꾸준히 이어져야 하며, 차후에는 임플란트 시편에 화학제를 이용한 표면처리 후 표면거칠기가 어느 정도 변화하는지 수적으로 객관화하는 연구가 이루어져야 하며, 화학제 처리 후 세포가 표면에 다시 부착될 수 있는지 여부를 확인하는 세포실험이 이어져야 할 것으로 사료된다.

V. 결론

임플란트 표면 처리의 방법은 크게 기계적인 방법과 화학적인 방법이 있다. 표면피복이 되어있는 임플란트는 기계적인 방법만으로는 완벽하게 표면의 세균과 부산물을 제거하기가 어렵고 표면구조의 변화를 초래할 수 있다. 그러므로 임플란트 표면을 보존하면서 효과적인 해독을 위하여 화학적인 방법이 널리 사용되고 있다. 이번 연구에서는 염산테트라싸이클린을 사용하여 임플란트 표면처리를 시행한 후

처리 시간에 따른 표면구조의 변화를 관찰하고자 하였다. Pure titanium machined surface implant(MS), SLA surface implant(SLAS) 및 TiO₂ blasted surface implant(TBS)를 연구재료로 하였으며, 표면처리를 하지 않은 대조군과 50mg/ml의 염산테트라싸이클린 용액을 각각 ½분, 1분, 1½분, 2분, 2½분간 적용하여 표면처리를 시행한 실험군으로 나누어, 적용시간에 따른 표면변화를 주사전자현미경을 이용하여 촬영하였고 이번 연구와 무관한 3명의 치과의사가 사진을 분석하고 판단한 것을 토대로 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. MS의 경우 실험군은 표면의 골과 융선이 적용 시간 증가에 따라 더욱 뚜렷해지는 양상을 보이거나 전반적으로 대조군과 거의 유사한 표면구조를 보였다.
2. SLAS의 경우 실험군은 별집모양의 다공성 표면을 보이며 적용시간과는 관계없이 대조군과 비슷한 표면구조를 유지하였다.
3. TBS의 경우 30초 이하로 적용한 실험군에서는 큰 변화를 보이지 않았으나 1분 이상의 적용시간에서부터 불규칙하고 거친 표면이 점차 평탄해지고 거칠기가 감소되는 양상을 보였다.

이상과 같은 결과를 토대로 MS와 SLAS의 경우 염산테트라싸이클린의 적용시간에 따른 표면미세구조변화가 거의 없었고, TBS의 경우 적용시간이 증가함에 따라 표면미세구조에 변화가 일어나므로 표면변화를 최소로 하는 염산테트라싸이클린의 적용시간은 30초 이하였다. 이를 임상에 적용하면 임플란트주위염 치료 시 고유의 임플란트 표면미세구조를 보존하면서 효과적인 해독에 응용할 수 있으리라 사료된다.

VI. 참고문헌

1. Sbordone L, Barone A, Ramaglia L, Ciaglia RN, Iacono V. Antimicrobial susceptibility of periodontopathic bacteria

- associated with failing implants. *J Periodontol* 1995;66:69-74.
2. Brånemark 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-years period. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1977;11 (suppl. 16):1-132.
 3. Schroeder A, van der Zypen E, Stich H, Sutter F. The reaction of bone, connective tissue and epithelium to endosteal implants with sprayed titanium surfaces. *J Maxillofac Surg* 1981;9: 15-25.
 4. Cochran DL. The scientific basis for and clinical experiences with Straumann implants including the ITI Dental Implant System: a consensus report. *Clin Oral Impl Res* 2000;11(Suppl.1): 33-58.
 5. Zablotsky M, Diedrich D, Meffert R. Detoxification of the endotoxin-contaminated titanium and hydroxyapatite-coated surfaces utilizing various chemotherapeutic and mechanical modalities. *Implant Dent* 1992;1:154-158.
 6. 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.
 7. Isidor F. Loss of osseointegration caused by occlusal load of oral implants. *Clin. Oral Implants Res* 1996;7:143-152.
 8. 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.
 9. 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.
 10. 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.
 11. Ericsson I, Berglundh T, Marinello C, Liljenberg B, Lindhe J. Long-standing plaque and gingivitis at implants and teeth in the dog. *Clin Oral Implants Res* 1992;3:99-103.
 12. Lindhe J, Berglundh T, Ericsson L, Liljenberg B, Marinello CP. Experimental breakdown of periimplant and periodontal tissues. A study in the beagle dog. *Clin Oral Implants Res* 1992;3:9-16.
 13. 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.
 14. Meffert RM. How to treat ailing and failing implants. *Implant Dent* 1992;1: 25-33.
 15. Rapley JW, Swan RH, Hallmon WW, Mills MP. The surface characteristics produced by various oral hygiene instruments and materials on titanium im-

- plant abutments. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1990;5:47-52.
16. Mellonig JT, Griffiths G, Mathys E, Spitznagel J. Treatment of the failing implant : A case reports. *Int J Periodont Rest Dent* 1995;15:385-395.
 17. Baron M, Haas R, Dörtbudak O, Watzek G. Experimental induced peri-implantitis: a review of different treatment methods described in the literature. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;15:533-544.
 18. 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.
 19. Persson LG, Ericsson I, Berglundh T, Lindhe J. Guided bone regeneration in the treatment of periimplantitis. *Clin Oral Implants Res* 1996;7:366-372.
 20. Singh CO, O'Neal RB, Brennan WA, Strong SL, Horner JA, van Dyke TE. Surgical treatment of induced peri-implantitis in the micro pig: Clinical and histological analysis. *J Periodontol* 1993;64:984-989.
 21. Parham PL, Cobb CM, French AA, Love JW, Drisko CL, Killoy 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.
 22. Bowers KT, Keller JC. Optimization of surface micromorphology for enhanced osteoblast in vitro. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7:302-310.
 23. Meffert RM. Periodontitis vs. peri-implantitis: The same disease? The same treatment? *Crit Rev Oral Biol Med* 1996;7:278-291.
 24. Thomson-Neal D, Evans G, Meffert R. Effect of various prophylactic treatments on titanium, sapphire, and hydroxyapatite-coated implants : an SEM study. *Int J Periodont Rest Dent* 1989;9: 301-311.
 25. 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 I : clinical findings and histologic observations. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995;10: 474-484.
 26. 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.
 27. Wetzel AC, Vlassis J, Caffesse RG, Hammerle CH, Lang NP. Attempts to obtain reosseointegration following experimental peri-implantitis in dogs. *Clin Oral Implants Res* 1999;10:111-119.
 28. Wielder R, Newman H, Strahan J. Stannous fluoride and subgingival chlorhexidine irrigation in the control of plaque and chronic periodontitis. *J Clin Periodontol* 1983;10:172-181.
 29. 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;65:942-948.
30. Meffert RM, Langer B, Fritz ME. Dental implants: a review. *J Periodontol* 1992; 63:859-870.
 31. Muller E, Gonzaliz YM, Andreana S. Treatment of peri-implantitis: longitudinal clinical and microbiological findings- a case report. *Implant Dent* 1999 ;8:247-254.
 32. 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.
 33. Wittrig EE, Zablotsky MH, Layman RM. Fibroblastic growth and attachment on hydroxyapatite-coated titanium surfaces following the use of various detoxification modalities: Part I. Non-contaminated hydroxyapatite. *Implant Dent* 1992;1:189-194.
 34. Ivanoff CJ, Hallgren C, Widmark G, Sennerby L, Wennerberg A. Histological evaluation of the bone intergration of TiO₂ blasted and turned titanium microimplants in humans. *Clin Oral Implants Res* 2001;12:128-134.
 35. Carranza FA, Takei HH, Newman MG. *Clin. periodontology*. Saunders com. 2002 ;9th ed.:882-904.
 36. Scacchi M, Merz BR, Schar AR. The development of the ITI dental implant system. *Clin Oral Impl Res* 2000;11 (suppl. 1):22-32.
 37. Zablotsky M, Diedrich D, Meffert R, Wittrig E. Detoxification of the endotoxin infected hydroxyapatite coated implant surface. *Int J Oral Impl* 1991;8 (2):45-50.
 38. Schou S, Holmstrup P, Jorgensen T, Skovgaard LT, Stoltze K, Hansens EH, Wenzel A. Implant surface preparation in the surgical treatment of experimental peri-implantitis with autogenous bone graft and e-PTFE membrane in cynomolgus minkeys. *Clin Oral Impl Res* 2003;14:412-422.
 39. 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.
 40. 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.
 41. Slots J, Lissgarten A. Bacteriodes gingivalis, Bacteriodes intermedius, and Actinobacillus actinomycetemcomitance in human periodontal disease. *J Clin Periodontol* 1988;15:85-93.
 42. 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.
 43. Dzink JL, Socransky SS, Haffajee AD. The predominant cultivable microbiota of active and inactive lesions of destructive periodontal disease. *J Clin Periodontol* 1988;15:316-323.
 44. Haas R, Dörtbudak O, Mensdorff-

- Pouilly N, Mailath G. Elimination of bacteria on different implant surfaces through photosensitization and soft laser. An in vitro study. *J Clin Periodontol* 1997;8:249-254.
45. 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.
46. 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.
47. 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.
48. 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.
49. Somerman MJ, Foster RA, Vorsteg G, Progebin K, Wynn RL. Effects of minocycline on fibroblast attachment and spreading. *J Periodontol* 1988;23:154-159.
50. 김우영, 이만섭, 권영혁, 박준봉, 허익, 염산테
트라싸이클린의 적용시간에 따른 임플란트 표면
변화에 관한 주사전자현미경적 연구. 대한치주
과학회지 2002;32:523-538.

사진 부도 설명(I)

- 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.(×2,000)
- Figure 2. Test specimen. Pure titanium machined surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline - HCl for ½min exhibits no remarkable change.(×2,000)
- Figure 3. Test specimen. Pure titanium machined surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline - HCl for 1min exhibits no remarkable change.(×2,000)
- Figure 4. Test specimen. Pure titanium machined surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline - HCl for 1½min exhibits no remarkable change.(×2,000)
- Figure 5. Test specimen. Pure titanium machined surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline - HCl for 2min exhibits no remarkable change.(×2,000)
- Figure 6. Test specimen. Pure titanium machined surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline - HCl for 2½min.(×2,000) After treatment, machining line is more pronounced for the control specimen. but in general, test specimens are similar to control.
- Figure 7. Control specimen. SLA surface following no conditioning shows that the macro-roughness is achieved by large-grit sandblasting. subsequently, the acid-etching process creates the micro roughness, which thus is superimposed on the macro roughness.(×2,000)
- Figure 8. Test specimen. SLA surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline - HCl for ½min exhibits no remarkable change.(×2,000)
- Figure 9. Test specimen. SLA surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline - HCl for 1min exhibits no remarkable change.(×2,000)
- Figure 10. Test specimen. SLA surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline - HCl for 1½min exhibits no remarkable change.(×2,000)
- Figure 11. Test specimen. SLA surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline - HCl for 2min exhibits no remarkable change.(×2,000)
- Figure 12. Test specimen. SLA surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline - HCl for 2½min irrespective of the application time of tetracycline-HCl solution, in general, test specimens are similar to control.(×2,000)

사진 부도 설명(Ⅱ)

- Figure 13. Control specimen. TiO₂blasted surface following no conditioning shows the rough surface with small pits.(×2,000)
- Figure 14. Test specimen. TiO₂blasted surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline - HCl for ½min exhibits no remarkable change.(×2,000)
- Figure 15. Test specimen. TiO₂blasted surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline - HCl for 1min exhibits no remarkable change.(×2,000)
- Figure 16. Test specimens. TiO₂blasted surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline - HCl for 1½min exhibits no remarkable change.(×2,000)
- Figure 17. Test specimens. TiO₂blasted surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline - HCl for 2min exhibits no remarkable change.(×2,000)
- Figure 18. Test specimens. TiO₂blasted surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline - HCl for 2½min.(×2,000) The irregularity of TiO₂blasted surfaces conditioned with 50mg/ml tetracycline - HCl solution is lessened and the flattened areas are wider relative to the application time of tetracycline-HCl solution.

사진부도(I)

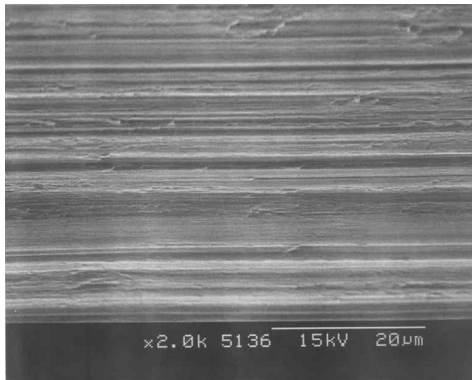


Figure 1.

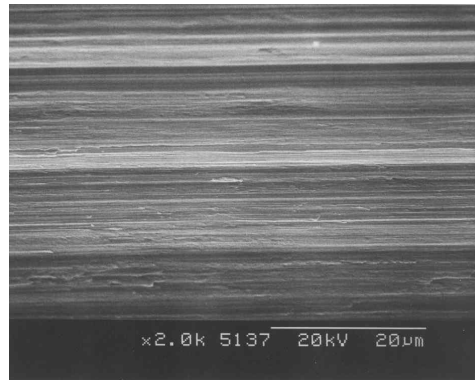


Figure 2.

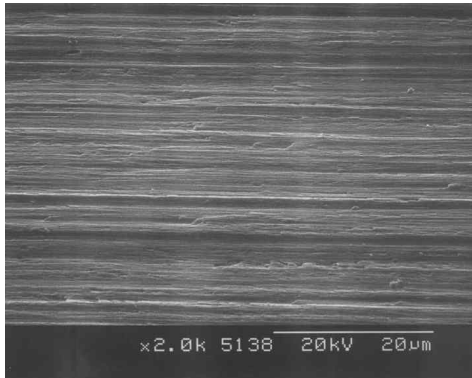


Figure 3.

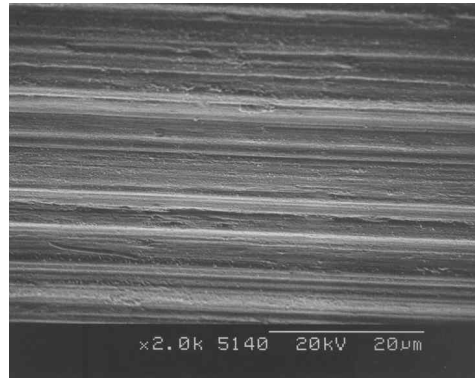


Figure 4.

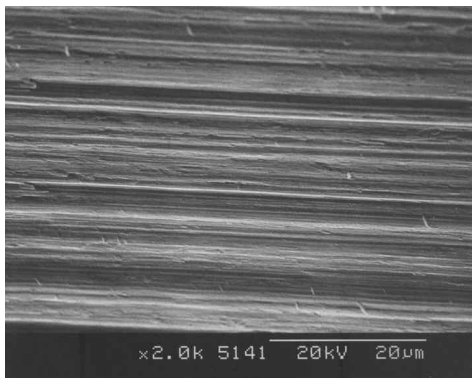


Figure 5.

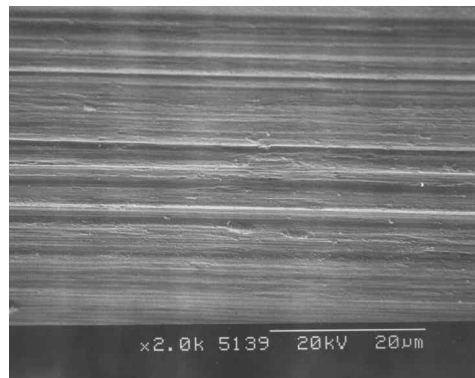


Figure 6.

사진부도(Ⅱ)

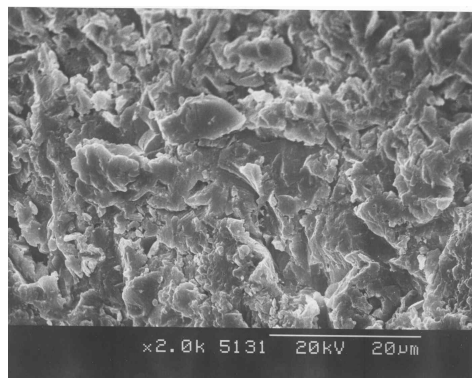


Figure 7.

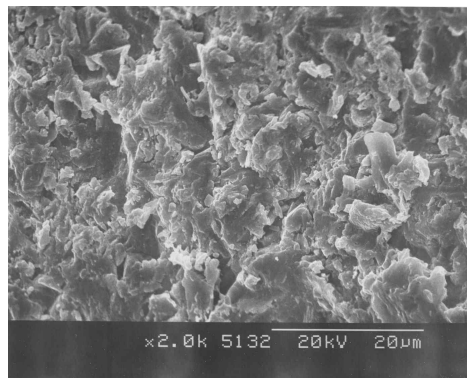


Figure 8.

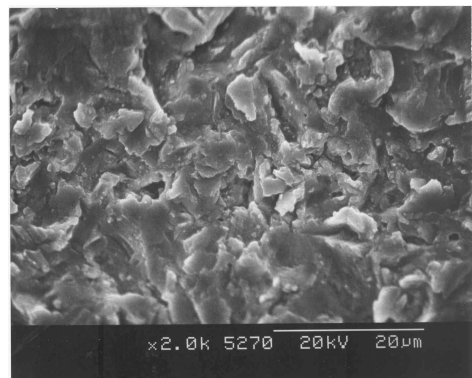


Figure 9.

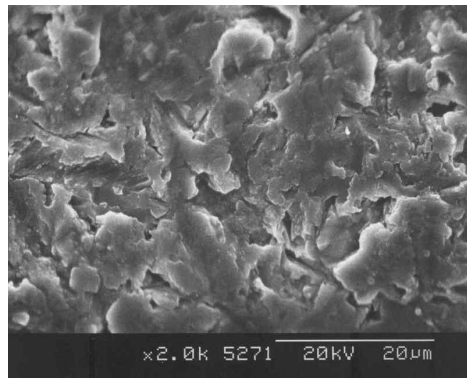


Figure 10.

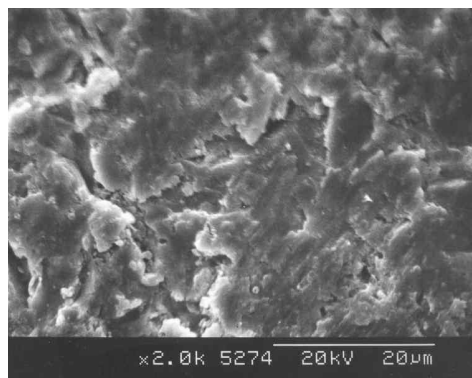


Figure 11.

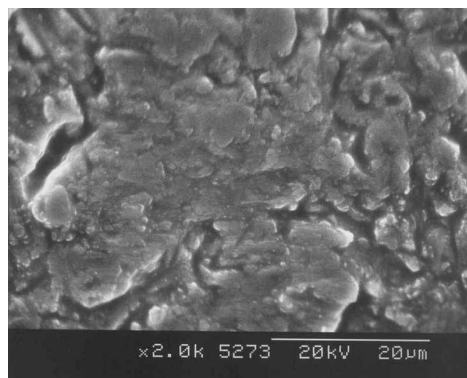


Figure 12.

사진부도(Ⅲ)

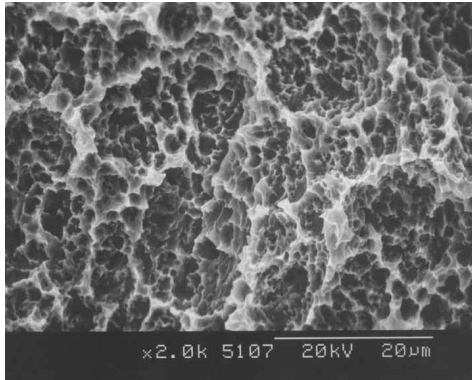


Figure 13.

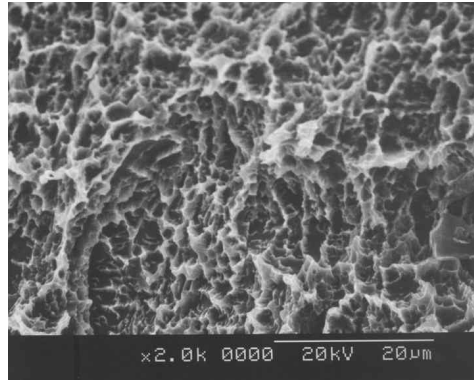


Figure 14.

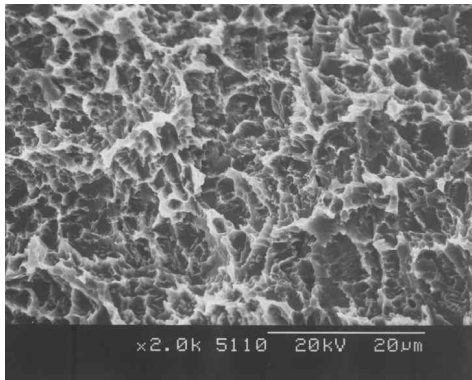


Figure 15.

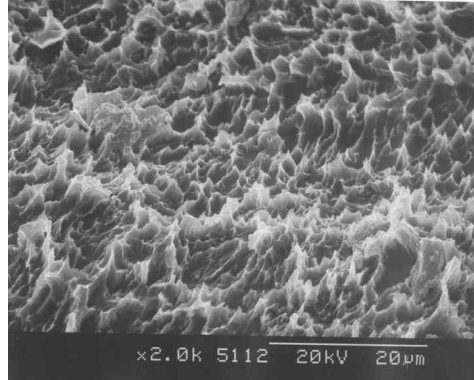


Figure 16.

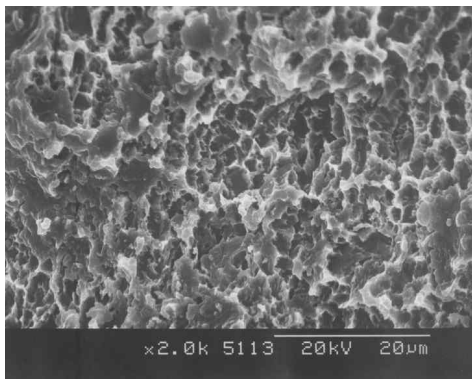


Figure 17.

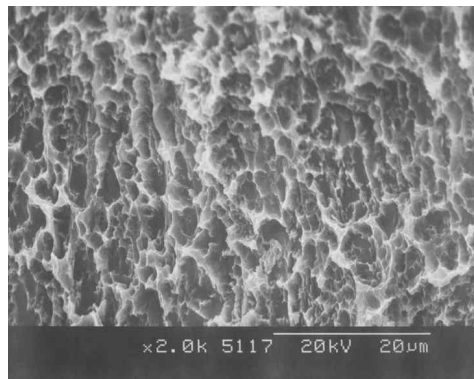


Figure 18.

Microstructural Change of Implant Surface conditioned with Tetracycline-HCl : SLA and TB surface implant

Jung-a Woo · Yeek Herr · Young-Hyuk Kwon
Joon-Bong Park · Jong-Hyuk Chung

Department of Periodontology, Kyung Hee University, Seoul, Korea

Mechanical and chemical methods are the two ways to treat the implant surfaces. By using mechanical method, it is difficult to eliminate bacteria and by-products from the rough implant surface and it can also cause the structural change to the implant surface. Therefore, chemical method is widely used in order to preserve and detoxicate the implant surface more effectively.

The purpose of this study is to evaluate the effect of tetracycline-HCl on the change of implant surface microstructure according to application time. Implants with pure titanium machined surface, SLA surface and TiO₂blasted surface were used in this study. Implant surface was rubbed with sponge soaked in 50mg/ml tetracycline - HCl solution for ½ min., 1 min., 1½ min., 2 min., and 2½min. respectively in the test group and with no treatment in the control group. The sponge was soaked in every 30 seconds. Then, the specimens were processed for scanning electron microscopic observation.

Based upon the analysis of photographs by three dentists who are not related with this study, the results were obtained as follows:

1. In the pure titanium machined surfaces, the control specimen showed a more or less rough machined surface composed of alternating positive and negative lines corresponding to grooves and ridges. After treatment, machining line was more pronounced for the control specimens. but in general, test specimens were similar to control.
2. In the SLA surfaces, the control specimen showed that the macro roughness was achieved by large-grit sandblasting. Subsequently, the acid-etching process created the micro roughness, which thus was superimposed on the macro roughness. Irrespective of the application time of 50mg/ml tetracycline - HCl solution, in general, test specimens were similar to control.

3. In the TiO₂blasted surfaces, the control specimen showed the rough surface with small pits. The irregularity of the TiO₂blasted surfaces with 50mg/ml tetracycline - HCl solution was lessened and the flattened areas got wider after 1 minute.