

# 염산테트라사이클린이 임플란트 표면에 미치는 효과 - 주사전자현미경적 연구

홍정아 · 허익 · 이만섭 · 박준봉

경희대학교 치과대학 치주과학교실

## I. 서론

임플란트에 의한 수복은 지난 20여년간 재료의 생물학적 적합성과 교합력의 적정분산성에 대한 연구 및 임상적 연구를 바탕으로 현재 과학적으로 증명된 치과치료의 한부분이 되었다. 치과 임플란트 수복은 단일치아가 상실된 경우를 비롯하여 부분 및 완전 무치악의 경우까지 확대되었고, 외과적 수술과의 접목으로 거의 대부분의 증례를 고정성 보철물로 회복할 수 있게 되었다. 치과 임플란트는 타이타늄이 연조직의 개재없이 경조직인 골과 직접 접촉하여 치유된다는 골유착의 개념<sup>1,2)</sup>하에 성공적으로 임상에 적용되었으며 현재는 더욱 신속한 골과 임플란트간의 치유 및 골유착을 유도하기 위하여 임플란트 표면피복에 대한 연구와 개발이 진행되고 있다.

임플란트가 많은 임상외들에 의해 시술되고 일반적인 치료법으로 보편화됨에 따라 성공적인 임플란트 식립 및 기능여부와 함께 임플란트주위염 치료에 대한 문제가 대두되어 왔다. 이러한 임플란트주위염의 원인은 크게 세균에 의한 감염<sup>3,4)</sup>과 과도한 교합력의 적용<sup>5-8)</sup>으로 생각할 수 있다. 세균과 내독소에 의해 임플란트 표면이 오염되면 인접 연조직의 염증으로부터 시작되어 임플란트 주위의 골조직으로 파급되고, 골과괴가 심한 경우 임플란트의 동요를 초래

하게 된다. 또한 과도한 교합력이 가해질 경우 주변 골의 미세파절이 발생하게 되어 임플란트의 실패를 야기하게 된다.

임플란트주위염과 관련하여 임플란트의 임상상태를 3가지로 구분할 수 있다. 비활성염증 임플란트(ailing implant)는 치주낭이 형성되어 있고 골결손을 보이나, 치조백선이 관찰되어 진행성은 아니며 유지 치료 기간중 비교적 안정된 조직상태를 나타낸다<sup>9)</sup>. 이에 반해 진행성염증 임플란트(failing implant)는 치주낭형성, 탐침시 출혈, 배농 등의 증상과 함께 진행성 골소실을 보인다<sup>10)</sup>. 비기능성 임플란트(failed implant)는 동요도가 있고 타진시 둔한 소리를 나타내며 방사선 소견상 임플란트 주위에 방사선투과성을 보인다<sup>11)</sup>. 이 3가지 상태중 비활성염증 임플란트 및 진행성염증 임플란트는 치료될 수 있으나 비기능성 임플란트는 계속적인 골소실을 야기하므로 제거해야 하는 것으로 알려져 있다<sup>12)</sup>.

임플란트주위염을 진단하고 원인을 알아내고 적절한 치료방법을 숙지하여 임플란트를 안정된 상태로 회복시키는 것이 매우 중요하다. 여기에 비외과적 술식과 절제술식 및 재생술식을 적용할 수 있으며<sup>13)</sup>, 임상적으로 탐침깊이를 감소시키고 궁극적으로는 구강내 노출되어 세균으로 덮힌 임플란트 표면에 골재생을 촉진시켜 재골유착이 일어나는 것을 목

교신저자: 허익, 서울시 동대문구 회기동 1번지 경희대학교 치과대학 치주과학교실, 우편 번호 130-701

적으로 치료한다. 그러나, 표면이 세균 및 내독소로 오염되어 있으면 이러한 생리적인 치유 및 재생을 도모하기 어렵기 때문에 최대의 골유착을 얻기 위해서는 골아세포의 부착을 방해하는 세균의 내독소를 제거하여<sup>12)</sup> 주위 연조직과 경조직이 생리적으로 적합될 수 있는 표면상태로 만들어 주어야 한다. 특히 골유착을 높이기 위해서 고안된 타이타늄 분사피복 표면(titanium plasma-sprayed surface)과 수산화인회석 피복 표면(hydroxyapatite-coated surface)은 병적인 골소실이 발생하여 매식체가 구강내 세균에 노출된 경우에 그 거친 면으로 인하여 치태침착이 가속화되며<sup>14)</sup> 결체조직에 의한 치유보다는 탐식세포를 유도해 염증을 유발한다고 하였다<sup>15)</sup>.

임플란트 표면처리를 위해 여러가지 방법들이 사용되어 왔는데 크게 금속 큐렛, 타이타늄 큐렛, 플라스틱 큐렛 및 초음파기구<sup>16)</sup>를 이용하거나 공기-분말 연마기구(air-powder abrasive system)<sup>17)</sup>를 이용하여 기계적으로 해독하는 방법과 클로르헥시딘<sup>18)</sup>, 불화주석<sup>19)</sup>, 구연산<sup>9,20)</sup> 등의 화학약제 및 테트라사이클린<sup>12,21-25)</sup>, 메트로니다졸 등의 항생제를 이용하는 화학요법으로 분류할 수 있다.

앞서 제시된 방법중 기계적인 방법을 사용하였을 경우에는 임플란트 고유의 표면특성으로 인하여 표면의 세균과 그 부산물을 제거하기가 어려울뿐 아니라 골유착을 증진시키기 위하여 고안된 표면피복에

위해효과를 초래할 수 있다. 따라서 고유의 임플란트 표면구조를 최대한 보존하면서 효과적으로 해독하는 것이 표면처리의 관건이 될 것이다. 본 연구를 통해 임플란트 표면에 대하여 해독제로 사용되는 테트라사이클린의 처리시간에 따라 나타나는 표면 미세구조의 변화를 관찰하여 적절한 적용시간을 알아 보고자 한다.

## II. 연구재료 및 방법

### 1. 연구 재료

직경 3.75mm, 길이 10mm인 Pure titanium machined surface implant(Sterngold Implant®, Cooksan Co., USA)와 직경 3.8mm, 길이 10mm인 Titanium plasma-sprayed(TPS) surface implant(Steri-Oss®, Steri-Oss Inc., USA)를 사용하였으며, 임플란트 표면처리를 위해 염산테트라사이클린을 생리식염수에 녹여 50mg/ml의 농도로 만들어 사용하였다.

### 2. 연구 방법

Pure titanium machined surface implant와 TPS surface implant를 각각 접착제를 이용하여 시료대 위에 고정하고, 생리식염수에 적신 스폰지로 1분간

Table 1. Experimental design

Control 1	Pure titanium machined surface implant conditioning with saline for 1 min,
Test 1	Pure titanium machined surface implant conditioning with TC-HCl for 1 min,
Test 2	Pure titanium machined surface implant conditioning with TC-HCl for 1½ min,
Test 3	Pure titanium machined surface implant conditioning with TC-HCl for 2 min,
Test 4	Pure titanium machined surface implant conditioning with TC-HCl for 2½ min,
Test 5	Pure titanium machined surface implant conditioning with TC-HCl for 3 min,
Control 2	TPS surface implant conditioning with saline for 1 min,
Test 6	TPS surface implant conditioning with TC-HCl for 1 min,
Test 7	TPS surface implant conditioning with TC-HCl for 1½ min,
Test 8	TPS surface implant conditioning with TC-HCl for 2 min,
Test 9	TPS surface implant conditioning with TC-HCl for 2½ min,
Test 10	TPS surface implant conditioning with TC-HCl for 3 min,

문지른 것을 대조군으로 하였고, 실험군은 50mg/ml 농도의 염산테트라싸이클린 용액을 스폰지에 적셔 각각 1분, 1½분, 2분, 2½분, 3분간 문지르는 방법을 사용하였다(Table 1). 이때 매 30초마다 새로운 스폰지로 교환해 주었다. 임플란트의 표면처리가 끝나면 1분간 생리식염수로 세척한 후 건조시켰다. 준비된 시편을 ion sputting coater(Eiko, IB-3, 일본)를 이용하여 0.1 Torr 진공상태에서 4분간 금으로 피복시킨 후 주사전자현미경(Model S-2300, Hitachi Com., JAPAN)을 이용하여 20kV 상태에서 임플란트 표면을 관찰하고 polaroid film(Polaroid®, UK)으로 촬영하였다.

### III. 연구성적

#### 1. Pure titanium machined surface

##### 1) 대조군

생리식염수를 적신 스폰지로 1분간 문지른 대조군에서는 일정한 방향으로 평행하게 주행하고 있는 얇은 골과 융선을 보였다. 이것은 임플란트 가공시 형성된 선으로 이중 적은 수만 깊은 골로 인해 두드러지게 나타났으나 표면조도는 낮았다(Figure 1).

##### 2) 실험군

###### ① 염산테트라싸이클린 1분 적용

두드러지게 보이는 골과 융선의 수가 더욱 많아지고 융선상에는 부분적으로 불규칙한 경계를 보이는 부식된 양상이 관찰되었다. 대조군에 비해 표면조도가 증가하였다(Figure 2).

###### ② 염산테트라싸이클린 1½분 적용

골과 융선의 차이가 뚜렷하게 나타나서 다수의 층을 나타내었으며 부식된 양상이 전반적으로 확대되었다. 역시 대조군에 비해 표면조도는 증가하였다(Figure 3).

###### ③ 염산테트라싸이클린 2분 적용

융선이 부식되어 평평하게 된 부분이 전반적으로 관찰되었다. 이로 인해 융선과 골의 차이를 나타내는 양각이 염산테트라싸이클린을 1½분간 적용한 군

에 비해 오히려 덜 두드러지게 나타났다(Figure 4).

###### ④ 염산테트라싸이클린 2½분 적용

대조군에서 나타났던 방향과 다른 다수의 층이 관찰되었으며 부식되어 거칠어진 부분과 평평해진 부분이 불규칙하게 섞여 나타났다(Figure 5).

###### ⑤ 염산테트라싸이클린 3분 적용

표면에 전반적으로 부식된 양상이 심하게 나타나 마치 솜털이 일어나 있는 것처럼 관찰되었다. 실험군 모두 대조군에 비해 표면조도가 높았으나 그 정도는 염산테트라싸이클린을 적용하는 시간에 비례하지 않았다(Figure 6).

#### 2. Titanium Plasma-Sprayed surface

##### 1) 대조군

생리식염수에 적신 스폰지로 1분간 문지른 대조군에서는 5-20µm 범위의 다양한 크기를 가진 원형 및 부정형의 입자들이 임플란트 표면에 불규칙하게 침착되어 있었다. 이 입자들은 다수의 구멍을 이루며 서로 연결되어 있었다(Figure 7).

##### 2) 실험군

###### ① 염산테트라싸이클린 1분 적용

대조군에 비해 입자들의 불규칙성이나 다공성의 정도에 차이를 보이지 않았다(Figure 8).

###### ② 염산테트라싸이클린 1½분 적용

역시 대조군과 매우 유사한 표면을 나타냈다(Figure 9).

###### ③ 염산테트라싸이클린 2분 적용

표면에 불규칙하게 침착되어 있었던 작은 크기의 입자들이 마치 녹아 없어진 것처럼 부분적으로 평평해졌다. 아울러 촘촘하게 배열되어 있던 구멍들이 드물게 나타났다(Figure 10).

###### ④ 염산테트라싸이클린 2½분 적용

녹인 초코렛과 같이 흘러내린 듯한 양상을 보였으며 평평해진 면이 더욱 넓어졌고 다공성이 현저하게 감소되었다(Figure 11).

###### ⑤ 염산테트라싸이클린 3분 적용

표면에 불규칙하게 침착되어 있었던 작은 입자들

은 보이지 않았고 전체적으로 입자들이 평평해져 넓게 분포하고 있었으며 다공성은 거의 나타나지 않았다(Figure 12). 1½분간 적용한 실험군부터는 염산테트라싸이클린을 적용한 시간에 비례하여 표면구조의 변화가 심해졌음을 관찰할 수 있었다.

#### IV. 총괄 및 고찰

이번 연구에서는 가공처리된 타이타늄 표면(titanium machined surface)과 임플란트 기본외형에 조직과의 반응 면적을 넓히고 기계적 유지를 증진시키고자 고안된 타이타늄 분사피복 표면(titanium plasma-sprayed surface)을 대상으로 하여 화학약제 처리후 표면의 변화를 관찰하였다.

상용화되고 있는 임플란트는 평활한 표면(smooth surface)을 비롯하여 가공처리 되었거나(machined), 결이 나타나 있거나(textured), 다공성(porous surface)을 보이는 등의 다양한 형태와 미세구조를 갖는데<sup>26)</sup>, 이러한 여러 임플란트는 그 표면특성 및 표면피복의 차이와 무관하게 골유착을 이룰 수 있는 능력을 가지고 있지만<sup>27)</sup>, 이러한 표면구조의 차이가 세포의 부착과<sup>26)</sup> 골과 임플란트의 접촉량에 영향을 미칠 수 있다고 알려져 왔다<sup>27)</sup>. Brånemark 등(1977)<sup>1)</sup>은 임플란트주위염을 치료하기 위한 수술과정 중 발생한 표면변화는 골유착에 영향을 줄 수 있다고 하였는데, 임플란트의 고유한 표면특성은 광화된 조직 내에서 유지력을 증진시키므로 수술과정 중에 발생한 조직간사가 표면에 잔존해 있거나 표면이 평평해지면 골과 유착될 계면이 변형되어 골유착에 방해가 되는 결과를 얻는다고 하였다. Cooper 등(1999)<sup>28)</sup>은 가공처리된 타이타늄 표면, 산화타이타늄 분사처리 표면(titanium oxide grit-blasted surface), 타이타늄 분사피복 표면의 3가지 형태의 임플란트를 가지고 골아세포 배양실험을 시행하여 임플란트의 표면구조에 의해 골아세포의 세포간질내 단백질의 표현되는 양과 광화되는 양이 달라진다는 것을 보고하였다.

이번 연구에서 관찰된 주사전자현미경 소견에서 순수 타이타늄 표면의 경우에는 화학약제의 적용전

에도 가공처리된 표면 고유의 줄무늬가 나타나 있었기 때문에 처리후에 표면의 변화가 크게 두드러지지 않았다. 반면, 타이타늄 분사피복 표면의 경우에는 화학약제의 적용시간이 증가함에 따라 불규칙성이 감소하고 평평해지는 표면의 변화가 명확하게 나타났다으며, 이러한 표면 변화가 골유착 정도에 영향을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

임플란트주위염으로 인해 병적인 골소실이 발생하면 임플란트 매식체는 구강내 노출되는데 이 경우 노출된 타이타늄 분사피복 표면과 수산화인회석 피복 표면 등은 순수 타이타늄 매식체보다 높은 표면조도를 보이므로 치태와 세균의 침착이 가속화되고 결과적으로 염증의 유발이 가속화 된다<sup>4,15)</sup>. 그러므로 구강내 노출된 임플란트를 건강한 상태로 유지하기 위해서는 주위 연조직, 경조직에 생리적으로 적합한 표면상태를 만들어 주어야 하는데, 이를 위해 노출된 임플란트 표면의 피복층을 제거하여 평활하게 하고 주변의 치주낭 및 염증조직을 제거하여 유지하거나 결손부의 임플란트 표면을 해독시킨 후 골이식을 시행함으로 재생을 도모하는 방법을 고려할 수 있다. 이번 연구에서 시행한 테트라싸이클린을 이용한 표면처리는 재생술식을 통해 임플란트주위염을 치료할 때 포함되는 일련의 과정이며 궁극적으로 주변조직을 재생시키는 것을 목적으로 하기 때문에 실제 임상에 적용할 때 임플란트의 표면피복과 구조적 특성이 변화되지 않으면서 표면의 세균과 독소가 제거되도록 시행하는 것이 관건이라고 할 수 있다.

그동안 많은 연구와 보고를 통해 임플란트 표면처리에 대한 여러가지 방법들이 제시되어 왔다. Thomson-Neal 등(1989)<sup>16)</sup>은 상용화되고 있는 순수 타이타늄(pure titanium), 타이타늄 합금(titanium alloy), 수산화인회석 피복 타이타늄(hydroxyapatite-coated titanium) 임플란트에 여러가지 유지치료 방법을 시도해 보았다. 결과적으로 금속이나 초음파기구 사용하였을 때 표면이 불규칙하게 패인 반면, 항균제를 사용한 경우 및 러버컵과 미세한 연마제를 사용하여 표면활택을 시행한 경우에는 임플란트의 고유한 표면구조에서 거의 변화가 없었음을 보고하였다. Augthun 등(1998)<sup>29)</sup>은 타이타늄 분사피복 표

면, 수산화인회석 피복표면, 평활한 타이타늄 표면 (smooth titanium surface)의 3가지 표면구조의 임플란트에 대하여 기계적 기구 및 화학제 사용에 대한 효용성을 평가하였다. 플라스틱 큐렛, 금속 큐렛, 초음파 기구, 공기-분말 연마기구(air-powder abrasive system), 0.1% 클로르헥시딘 용액을 각각의 임플란트에 적용시킨 결과 공기-분말 연마기구, 클로르헥시딘 및 플라스틱 큐렛을 사용한 경우에 순수 타이타늄 표면과 타이타늄 분사피복 표면에 대하여 표면에 변화를 거의 보이지 않았다. 아울러 해독효과 및 섬유아세포의 부착정도를 평가하였는데 이중 공기-분말 연마기구를 사용한 경우에 표면에 대한 위해정도가 낮으면서 가장 효과적인 방법인 것으로 나타났다. 한편, Chairay 등(1997)<sup>17)</sup>은 가공처리된 타이타늄 표면과 타이타늄 분사피복 표면에 공기-분말 연마기구를 5초와 15간 사용한 후 표면변화의 차이를 주사전자현미경을 통하여 관찰하였다. 그결과 5초 후에는 거의 변화가 나타나지 않았으나 15초후에는 모든 표면이 변형되었다고 보고하였다. Dennison 등(1994)<sup>30)</sup>은 가공처리된 타이타늄 표면에 대해서 공기-분말 연마기구, 물, 클로르헥시딘이 동일한 효과를 나타내었으며, 또한 타이타늄 분사피복 표면에는 다른 치료방법에 비하여 공기-분말 연마기구를 사용한 경우에 내독소 제거효과가 우수했음을 보고하였다. 결과적으로 제시되어 온 여러 방법 중 어떤 한가지가 효과적이라고 결정된 것은 없으며, 분명한 것은 초음파 기구나 금속기구를 사용하여 물리적인 힘을 가하여 표면처리를 하였을 경우 임플란트의 표면피복을 변화시킨다는 문제점이 있다는 것이다. 따라서, 이번 연구에서는 기계적인 기구조작에 비하여 표면변화가 적은 화학약제를 이용한 표면처리 방법을 선택하였다. 일반적으로 클로르헥시딘, 불화주석, 구연산, 테트라사이클린 등의 화학약제가 많이 사용되어 왔는데 그중 테트라사이클린은 치주병원균의 제거에 효과적인 광범위 항생제이며<sup>31)</sup> 치면에 강하게 흡착되어 활성형으로 방출되고<sup>32)</sup> 교원질 분해효소 활성을 저해하며<sup>33)</sup> 골조직 이식시 치유를 증진시키는 효과가 있다고 보고되어 왔다<sup>24,25)</sup>. 임플란트 표면처리에 테트라사이클린과 함께 널리 사용되어 온

구연산은 수산화인회석 피복 타이타늄 표면에는 우수한 효과를 나타내지만, Meffert 등(1992)<sup>9)</sup>은 타이타늄 표면을 해독하는데 테트라사이클린이 효과적인 반면 구연산의 사용은 해독작용과 더불어 탈광화가 일어나기 때문에 부적합하다고 하였고, Dennison 등(1994)<sup>26)</sup>은 가공처리된 타이타늄 표면에 대하여 구연산은 내독소 제거효과가 떨어지는 결과를 보였다고 하였다. 따라서 이번 연구에서는 타이타늄 표면에 적합한 것으로 알려진 테트라사이클린을 적용하여 표면처리를 시행하였다.

순수 타이타늄 표면이나 타이타늄 분사피복 표면으로 구성된 임플란트에 주위염이 발생하였을 때 염산테트라사이클린을 사용하여 오염된 표면을 해독한 후 재생술식을 시행하여 임상적으로 좋은 결과를 얻은 보고들<sup>12,21,22,34)</sup>이 있는데 이것이 테트라사이클린을 이용한 임플란트 표면처리의 근거가 될 수 있다. Meffert 등(1992)<sup>12)</sup>은 임플란트주위염 치료시 테트라사이클린을 국소적으로 사용하여 화농성 병원균을 효과적으로 억제하였음을 보고하였다. 이러한 해독작용 후 부가적으로 조직유도재생술을 사용하여 좋은 임상적 결과를 얻었고, O'Neal 등(1992)<sup>34)</sup>은 육아조직과 임플란트 표면의 세균독소를 제거한 후 골조직유도재생술 시행을 제안하였다. Meffert 등(1992)<sup>12)</sup>은 수산화인회석으로 피복되어 있는 임플란트를 타이타늄이 노출될 때까지 표면피복을 제거하고 염산테트라사이클린을 약 2-3분간 표면에 도포하여 오염된 표면을 해독한 후 비흡수성 수산화인회석이나 탈회동결건조골을 이식하는 방법을 제시하였다. 이때 이식재는 결손부를 물리적으로 채우는 역할을 하며 이로인해 치주낭 깊이가 감소될 수 있다고 하였다. Muller 등(1999)<sup>21)</sup>은 염산테트라사이클린을 3분간 사용하여 임플란트 표면을 해독한 후 골이식재 및 차폐막을 사용한 3가지 임상증례에서 임플란트 주위의 골결손이 소실되었고 탐침깊이가 감소되었다고 하였다. Mellonig 등(1995)<sup>22)</sup>은 세균과 교합외상등의 가역적인 원인으로 인하여 임플란트 주위염이 발생한 경우 재생술식을 통하여 치료한 임상증례를 보고하였다. 여기에서 결손부의 염증조직을 제거하고 염산테트라사이클린으로 해독한 후 탈회

동결건조골과 차폐막을 이용하여 재생술식을 시행한 결과 치주낭의 깊이가 감소하였으며 임상적 부착 수준의 증가 및 골결손이 치유되는 결과를 얻었다. 이때 오염된 임플란트 표면을 해독하기 위해 염산테트라사이클린을 50mg/ml의 농도로 3분간 적용하였는데 이 농도에서 세포의 화학주성 및 증식이 활발하게 일어난다고 보고된 바 있다<sup>23)</sup>. 이번 연구에서 염산테트라사이클린의 농도를 50mg/ml로 설정한 것은 여기에 근거를 두고 있다. 반면 대부분의 경우 2-3분의 적용시간을 나타내고 있는데 이번 연구결과에 따르면 이러한 적용시간에서는 표면피복의 변화가 있었을 것으로 추측할 수 있다.

이번 연구에서 가공처리된 타이타늄 표면은 염산테트라사이클린을 적용한 후 단시간내에 표면의 변화를 보였으며 이것이 적용시간이 증가함에 따라 심해지는 양상은 보이지 않았고, 타이타늄 분사피복 표면의 경우에는 1분 30초 이후부터 표면변화가 시작되어 점차적으로 심해지는 것을 관찰할 수 있었다. 가공처리된 타이타늄 표면은 염산테트라사이클린의 적용시간을 좀더 짧게 하거나 표면처리 방법을 다르게 하였을 때 나타나는 표면변화를 비교하는 것이 필요하겠고, 또한 앞으로 두 종류의 임플란트 표면 모두에 대하여 이번 연구에서 관찰된 표면에 대한 생물학적인 조직반응을 연구하는 것이 임상적으로 더욱 의미가 있을 것이라고 생각된다. 특히, 타이타늄 분사피복 표면의 경우에는 적용시간 1분 30초에서 해독효과에 대한 평가가 이루어져야 할 것이다.

## V. 결론

임플란트주위염이 발생했을 때 임플란트의 구조적 형태 및 표면피복 때문에 치주염이 이환된 치아처럼 치근면 활택술을 시행하기 어렵다. 따라서 임플란트 표면을 해독하기 위해 화학제가 널리 사용되고 있다. 이번 연구에서는 염산테트라사이클린을 이용해서 임플란트 표면 처리를 시행한 후 표면처리 시간에 따른 표면의 구조변화를 관찰하고자 하였다. Pure titanium machined surface implant와 TPS surface implant에 50mg/ml의 염산테트라사이클린 용액

을 각각 1분, 1½분, 2분, 2½분, 3분간 적용하여 표면 처리한 후 적용 시간에 따른 표면변화를 주사현미경을 이용하여 관찰해서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Pure titanium machined surface를 표면처리한 대조군은 적은수의 얇은 골과 융선을 보였으나 표면조도는 낮았다.
2. Pure titanium machined surface를 표면처리한 실험군은 대조군에 비해 골과 융선이 뚜렷하였으며 부식된 양상 및 거친표면을 나타내었으나 이것은 염산테트라사이클린의 적용시간과는 관계가 없었다.
3. TPS surface를 표면처리한 대조군은 5-20µm의 다양한 크기를 보이는 둥근 입자들이 침착되어 있었으며 다공성을 보였는데 이런 불규칙한 구멍들은 서로 연결되어 있었다.
4. TPS surface를 표면처리한 실험군에서 대조군에 비해 불규칙한 입자들의 배열이 평탄해지고 다공성이 감소하였으며 이것은 염산테트라사이클린의 적용시간과 비례하는 양상을 보였다.
5. TPS surface를 표면처리한 실험군에서 적용시간 1분 30초 이하에서는 대조군과 같은 표면 구조를 보였으며 그 이상에서 표면변화를 나타내었다.

결론적으로 Pure titanium surface의 표면변화는 염산테트라사이클린의 적용시간과는 관계가 없었고, TPS surface의 표면변화를 최소로 하는 염산테트라사이클린의 적용시간은 1분 30초 이하였으며 이를 임플란트주위염 치료시 재생술식에 응용할 수 있을 것으로 사료된다.

## VI. 참고 문헌

1. Bråemark, P.I., Hansson, B.O., Adell, R., Breine, U., Lindstrom, J., Hallen, O. and Ohman, A. : Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10- years period, Scand. J. Plast. Reconstr. Surg., 11(suppl.

- 16):1-132, 1977.
2. Schroeder, A., Van der Zypen, E., Stich, H. and Sutter, F. : The reaction of bone, connective tissue and epithelium to endosteal implants with sprayed titanium surfaces. *J. Maxillofac. Surg.*, 9:15-25, 1981.
  3. Mombelli, A., Van Oosten, M.A.C., Schürch, E.J. and Lang, N.P. : The microbiota associated with successful or failing osseointegrated titanium implants. *Oral Microbiol. Immunol.*, 2:145-151, 1987.
  4. Hickey, J.S., O'Neal, R.B., Scheidt, M.J., Strong, S.L., Yurgeon, D. and Van Dyke, T.E. : Microbiologic characterization of ligature-induced peri-implantitis in the microswine model. *J. Periodontol.*, 62(9):548-553, 1991.
  5. Quirynen, M., Naert, I. and Van Steenberghe, D. : Fixture design and overload influence marginal bone loss and fixture success in the Brånemark system. *Clin. Oral Implants Res.*, 3:104-111, 1992.
  6. Isidor, F. : Loss of osseointegration caused by occlusal load of oral implants. *Clin. Oral Implants Res.*, 7:143-152, 1996.
  7. Hürzeler, M.B., Quinones, C.R., Morrison, E.C. and Caffesse, R.G. : 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.*, 10:474-484, 1995.
  8. Hürzeler, M.B., Quinones, C.R., Sch bach, P., Morrison, E.C. and Caffesse, R.G. : 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.*, 12:168-175, 1997.
  9. Meffert, R.M. : How to Treat Ailing and Failing Implants. *Implant Dentistry*, 1:25-33, 1992.
  10. Rapley, J.W., Swan, R.H., Hallmon, W.W. and Mills, M.P. : The surface characteristics produced by various oral hygiene instruments and materials on titanium implant abutments. *Int. J. Oral Maxillofac. Implant*, 5:47-52, 1990.
  11. Smithloff, M. and Fritz, M.E. : The use of blade implant in a selected population of partially edentulous adults : A 15-year report. *J. Periodontol.*, 58:589-593, 1987.
  12. Meffert, R.M., Langer, B. and Fritz, M.E. : Dental Implants : A Review. *J. Periodontol.*, 63:859-870, 1992.
  13. Mombelli, A. and Lang, N.P. : The diagnosis and treatment of peri-implantitis. *Periodontol.* 2000, 63-76, 1998.
  14. Parham, P.L., Cobb, C.M., French, A.A., Love, J.W., Drisko, C.L. and Killoy, W.J. : Effects of an air-powder abrasive system on plasma-sprayed titanium implant surfaces : An in vitro Evaluation. *J. Oral Implantol.*, 15 : 78-86, 1989.
  15. Bowers, K.T. and Keller, J.C. : Optimization of surface micromorphology for enhanced osteoblast In vitro. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 7:302-310, 1992.
  16. Thomson-Neal, D., Evans, G. and Meffert, R. : Effect of various prophylactic treatments on titanium, sapphire, and hydroxyapatite-coated implants : An SEM study. *Int. J. Periodontics Restorative Dent.*, 9:301-311, 1989.
  17. Chairay, J.P., Boulekbache, H., Jean, A., Soyer, A. and 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.*, 68:1215-1222, 1997.
  18. Wetzel, A.C., Vlassis, J., Caffesse, R.G., Hammerle, C.H. and Lang, N.P. : Attempts to obtain reosseointegration following experimen-

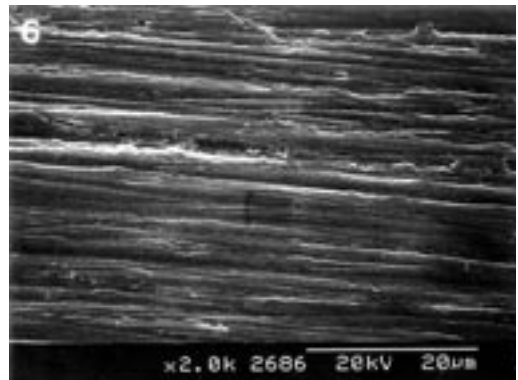
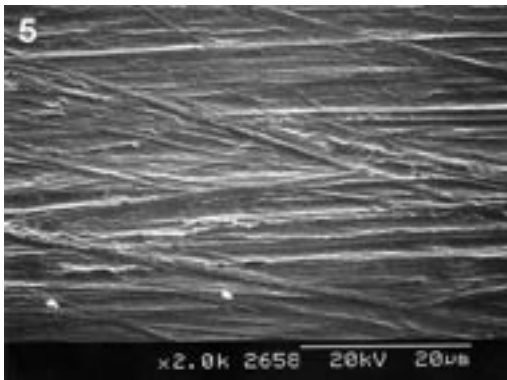
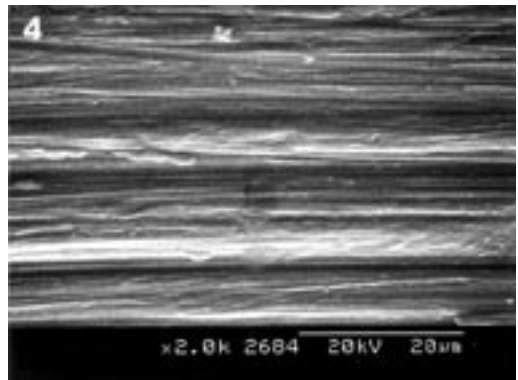
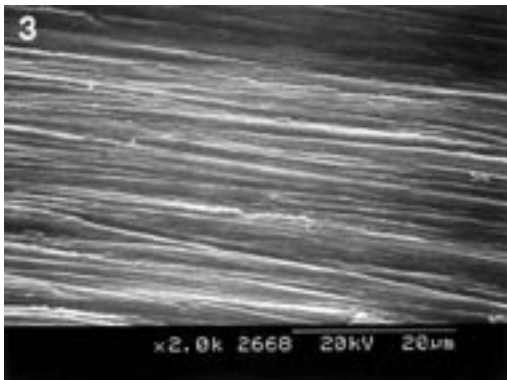
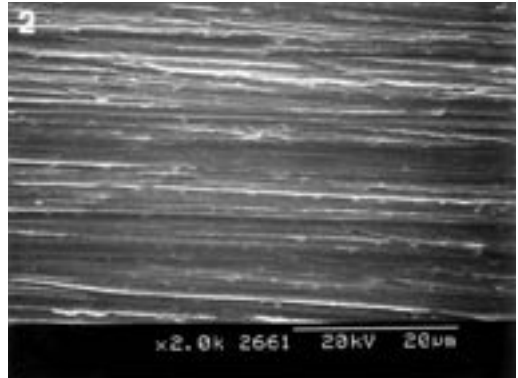
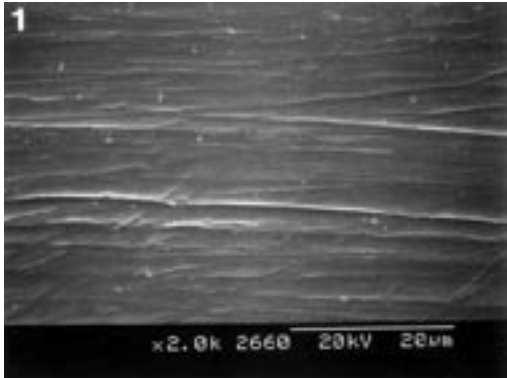
- tal peri-implantitis in dogs. *Clin. Oral Implants Res.*, 10(2):111-119, 1999.
19. Wielder, R., Newman, H. and Strahan, J. : Stannous fluoride and subgingival chlorhexidine irrigation in the control of plaque and chronic periodontitis. *J. Clin. Periodontol.*, 110:172-181, 1983.
  20. Meffert, R.M. : Periodontitis and peri-implantitis : One and the same? *Pract. Periodont. Aesthet. Dent.*, 5:79-82, 1993.
  21. Muller, E., Gonzaliz, Y.M. and Andreana, S. : Treatment of peri-implantitis : Longitudinal clinical and microbiological findings - A case report. *Implant Dentistry*, 8(3):247-254, 1999.
  22. Mellonig, J.T., Griffiths, G., Mathys, E. and Spitznagel, J. : Treatment of the failing implant : A case reports. *Int. J. Periodontics Restorative Dent.*, 15:385-395, 1995.
  23. Somerman, M.J., Foster, R.A., Vorsteg, G., Progebin, K. and Wynn, R.L. : Effects of minocycline on fibroblast attachment and spreading. *J. Periodontol.*, 23:154-159, 1988.
  24. Al-Ali, W., Bissada, N.F. and 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.*, 60:582-590, 1989.
  25. Pepelassi, E.M., Bissada, N.F., Greenwell, H. and Farah, C.F. : Doxycycline-tricalcium phosphate composite graft facilitates osseous healing in advanced periodontal furcation defects. *J. Periodontol.*, 62:106-115, 1991.
  26. Brunette, D.M. : The effects of implant surface topography on the behavior of cells., *Int. J. Oral Maxillofac. implants*, 3:231-246, 1988.
  27. Albrektsson, T. and Sennerby, L. : The state of the art in implants. *J. Clin. Periodontol.* 18: 474-484, 1991.
  28. Cooper, L.F., Masuda, T., Whitson, S.W., Yliheikkila, P. and Felton, D.A. : Formation of mineralizing osteoblast cultures on machined, titanium oxide grit-blasted and plasma-sprayed titanium surfaces. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 14:37-47, 1999.
  29. Augthun, M., Tinschert, J. and Huber, A. : In vitro studies on the effect of cleaning methods on different implant surfaces. *J. Periodontol.*, 69: 857-864, 1998.
  30. Dennison, D.K., Huerzeler, M.B., Quinones, C. and Caffesse, R.G. : Contaminated Implant Surfaces : An In Vitro Comparison of Implant Surface Coating and Treatment Modalities for Decontamination. *J. Periodontol.*, 65:942-948, 1994.
  31. Genco, R.J. : Antibiotics in the treatment of human periodontal disease. *J. Periodontol.*, 52: 545-558, 1981.
  32. Baker, P., Evans, R., Coburn, R. and Genco, R. : Tetracycline and its derivatives strongly bind to and are released from tooth surface in active form. *J. Periodontol.*, 54(10):580-585, 1983.
  33. Glaub, L.M., Lee, H.M., Lehrer, G., Nemiroff, A., McNamara, T.F., Kaplan, R. and Ramamurthy, N.S. : Minocycline reduces gingival collagenolytic activity during diabetes. *J. Periodontal Res.*, 18:516-526, 1983.
  34. O'Neal, R.B., Sauk, J.J. and Somerman, M.J. : Biological requirements for material integration. *J. Oral Implantol.*, 18:243-255, 1992.



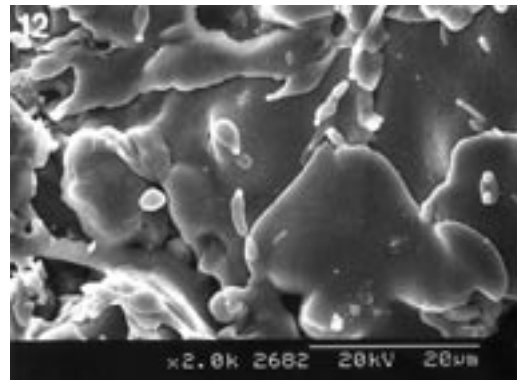
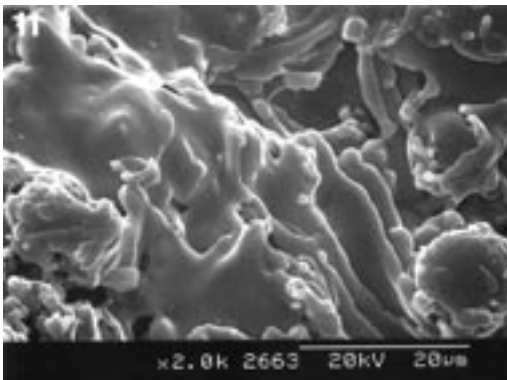
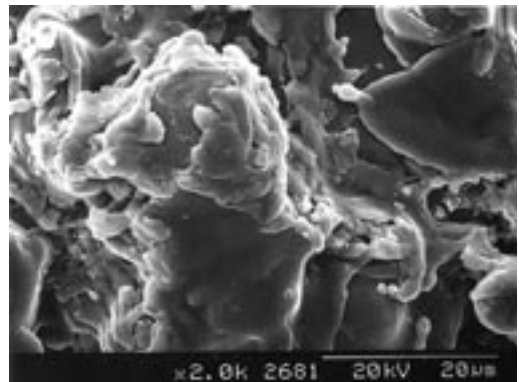
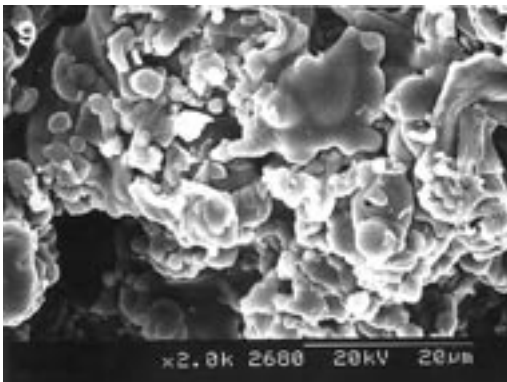
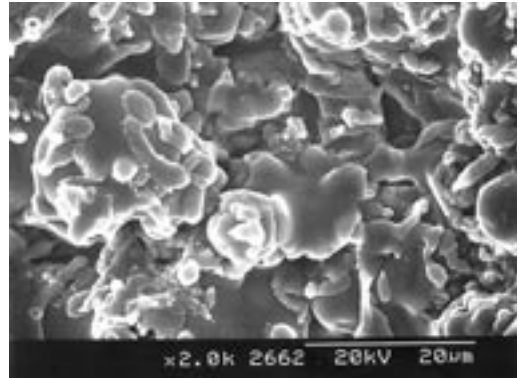
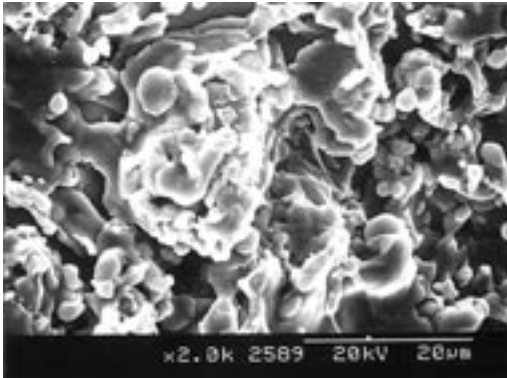
## 사진부도 설명

- Figure1. Pure titanium machined surface following conditioning with saline for 1min, ( $\times 2,000$ ) shows a more or less rough aspect composed of alternating “positive” and “negative” lines corresponding to grooves and ridges, respectively.
- Figure 2. Pure titanium machined surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline - HCl for 1min, ( $\times 2,000$ ) shows more irregular and corrosive aspect compared to the control group(Figure 1).
- Figure 3. Pure titanium machined surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline - HCl for  $1\frac{1}{2}$  min, ( $\times 2,000$ ) also shows more rough aspect compared to the control group(Figure 1). The reliefs are accentuated and the surface shows a stratified multilayer aspect.
- Figure 4. Pure titanium machined surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline - HCl for 2min, ( $\times 2,000$ ). The reliefs appear to be smoothed out by the flattening of the ridges as a whole. So this surface appears to be less irregular than Figure 3.
- Figure 5. Pure titanium machined surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline - HCl for  $2\frac{1}{2}$  min, ( $\times 2,000$ ) shows the lines with different direction from the control group(Figure 1). The corrosive areas and the flattened areas are mixed at random.
- Figure 6. Pure titanium machined surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline - HCl for 3min, ( $\times 2,000$ ) shows a “fluffy-like” aspect due to generalized corrosive aspect.
- Figure 7. Titanium plasma-sprayed surface following conditioning with saline for 1min, ( $\times 2,000$ ) is deposited with round or amorphous particles and shows round or irregular pores that can be connected to each other.
- Figure 8. Titanium plasma-sprayed surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline - HCl for 1min, ( $\times 2,000$ ) is very similar to the irregularity and the porosity of the control group(Figure 7).
- Figure 9. Titanium plasma-sprayed surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline - HCl for  $1\frac{1}{2}$  min, ( $\times 2,000$ ) is also similar to the surface of the control group(Figure 7).
- Figure10. Titanium plasma-sprayed surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline - HCl for 2min, ( $\times 2,000$ ) is partially flattened. Grandular droplet appearance seems to be moltened out.
- Figure11. Titanium plasma-sprayed surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline - HCl for  $2\frac{1}{2}$  min, ( $\times 2,000$ ). The roughness of the surface is lessened and the flattened areas are wider.
- Figure12. Titanium plasma-sprayed surface following conditioning with 50mg/ml tetracycline - HCl for 3min, ( $\times 2,000$ ) is deeply modified and is almost non-porous.

사진부도(1)



사진부도(II)



## Effect of Application of Tetracycline - HCl on Implant Surface - Scanning Electron Microscopic Study

Jung-ah Hong, Yeek Herr, Man-Sup Lee, Joon-Bong Park

Dept. of Periodontology, College 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 pure titanium machined surface and titanium plasma-sprayed surface were utilized. Implant surface was rubbed with 50mg/ml tetracycline - HCl solution for 1 min., 1½ min., 2 min., 2½ min., and 3min, respectively in the test group and with saline for 1 min. in the control group. Then, the specimens were processed for scanning electron microscopic observation.

The following results were obtained.

1. Pure titanium machined surfaces conditioned with saline for 1 min., showed a few shallow grooves and ridges and were less irregular.
2. Pure titanium machined surfaces conditioned with 50mg/ml tetracycline - HCl solution showed more irregular and corrosive surfaces compared to the control group irrespective of the application time of tetracycline - HCl solution.
3. Titanium plasma-sprayed surfaces conditioned with saline for 1 min., were deposited with round or amorphous particles and showed round or irregular pores that can be connected to each other.
4. The irregularity of titanium plasma-sprayed surfaces conditioned with 50mg/ml tetracycline - HCl solution was lessened and the flattened areas were wider relative to the application time of tetracycline - HCl solution.
5. Titanium plasma-sprayed surfaces conditioned with tetracycline - HCl solution for 1 min. and 1½ min. were very similar to that of the control group, but the surfaces conditioned for 2 min., 2½ min. and 3 min. were changed.

In conclusion, pure titanium machined surfaces were changed irrespective of the application time of tetracycline - HCl solution. And titanium plasma-sprayed surfaces conditioned with tetracycline - HCl solution began to be changed from 1½ min. This results will be applicable to the regenerative procedures for peri-implantitis treatment.