

# Titanium plasma sprayed implant에 관한 여러가지 기계적 표면처리방법이 implant 표면조도에 미치는 영향

경북대학교 치과대학 치주과학교실  
유현석 · 박재완 · 서조영

## I. 서 론

치의학 영역에서 골유착성 임플란트는 완전무치악 및 부분 무치악의 수복에 성공적인 술식인 것으로 인정되고 있으며<sup>3)</sup> 새로운 치의학의 한 분야로 받아들여지고 있다. 이러한 임플란트가 성공적으로 골과 유착되기 위해서는 임플란트 삽입 수술시 골조직의 손상을 줄이는 세심한 골삭제와 초기고정이 중요하며 일정기간 동안 부하를 가하지 않아야 골 유착이 일어난다고 알려져 있다<sup>6)</sup> 골유착이 일어난 이후에도 임플란트와 골조직의 계면은 교합압에 의한 골개조가 일어나는 것으로 보고<sup>5, 32)</sup>되고 있어 임플란트의 성공을 위해서는 골유착이 이루어진 후에도 교합압을 점진적으로 증가 시켜야 한다.

한편 골유착성 임플란트에 주로 사용되는 titanium과 titanium 합금은 생체적합성이 뛰어나 주위 조직에 대해 양호한 친화성을 보일 뿐 아니라 부식에 대한 저항이 크고, 생체에 대한 독성이 거의 없는 것으로 알려져 있다<sup>35, 36, 38, 53)</sup> 이러한 titanium의 생체적합성은 안정된 부동태 피막에 의한 것으로 이 부동태 피막이 생체와 이루는 계면이 골유착에 중요하다고 보고되고 있으며, 이 부동태 피막은 임플란트 재료, 제작공정, 표면처리등에 따라 변화하는 것으로 알려져 있다.

골유착성 임플란트는 매식체와 골조직 사이가 연조직의 개재 없이 살아있는 골조직에 의하여 결합되어 있는 것을 특징<sup>5, 32)</sup>으로 하며 매식물과 치은상피 사이는 hemidesmosome으로 연결되어 있고<sup>27)</sup>, 상피하방의 결합조직은 매식체와 긴밀한 접촉을 이루고

있는 것으로 알려져 있다<sup>6, 30)</sup> 임플란트 매식체와 연조직의 이러한 부착은 임플란트를 구강내의 세균으로부터 보호하여 골유착을 유지하는데 중요하다고 알려져 있다.

그러나 성공적으로 골유착된 임플란트에도 변연골 소실이 일어날 수 있는데 임플란트 주위의 골 상실에 대한 보고<sup>4, 40)</sup>로는 임플란트 매식 후 처음 1년안에 가장 많은 양인 0.9mm의 변연성 골소실을 보인다고 하였고 그 이유로는 수술시의 외상으로 인한 혈행 손상과 응력집중이라 하였다. 또한 초기 1년 이후에도 매년 0.05에서 0.07mm의 골소실이 보고되고 있다. 그외에도 비정상적인 골소실로는 세균에 의한 변연성 골소실<sup>31, 41, 56)</sup>과 과도한 교합력에 의한 골소실도 보고<sup>40)</sup>되고 있으며 임플란트 식립을 위해 골조직이 부족하여 자가골이식과 함께 임플란트를 식립한 경우에는 정상적인 경우보다 많은 골소실이 보고<sup>34)</sup>되고 있다. 이와 같이 임플란트 매식체 주위에 병적인 골소실이 생긴 경우 매식체는 구강내의 세균에 노출되게 되고 이렇게 노출된 매식체의 표면을 적절히 처리하지 않으면 지속적인 염증과 부착소실 및 염증성 골소실로 임플란트의 실패 가능성이 높아진다 하겠다.

임플란트 표면의 처리방법에 관한 연구로는 Fox등<sup>25)</sup>은 프라스틱 큐렛을 사용한 경우가 스테인레스 스틸 큐렛이나 타이타늄 큐렛을 사용한 경우에 비하여 임플란트 표면의 손상이 적었다고 보고하였으며 Barnes등<sup>13)</sup>은 air-abrasive polishing한 경우 임플란트의 표면구조에 거의 변화가 없었다하여 치태의 제거등에 air-abrasive polishing을 조심스럽게 추천하였고,

Parham<sup>52)</sup>도 임프란트 표면의 세균제거에 air abrasive의 사용이 효과적이라고 하였다. 한편 Block<sup>16)</sup>은 손상된 임프란트 매식체를 처치하기 위하여 Nd : YAG laser를 사용한 경우 금속의 용융과 표면구조의 변화가 관찰된다고 하였다. 화학적 처리방법으로 Zablotsky<sup>64)</sup>은 PH 1의 구연산을 1분간 도포한 경우 세균독소를 제거할 수 있었으나 임프란트 표면에 손상을 일으킨다고 하였다.

정상적, 혹은 병적인 골소실로 인해 임프란트 매식체의 나사나 titanium plasma sprayed 면(이하 TPS로 명기), hydroxyapatite(이하 HA라 명기) coating면이 구강내로 노출된 경우에는 이러한 거친 입자들로 인해 치태의 침착이 용이해져서 임프란트 주위염과 골소실의 가능성이 증가하게 되고 종국에는 임프란트의 탈락을 가져오게 될 것이다. 이러한 경우에 있어서 사용 가능한 처치방법으로는 임프란트를 미리 제거하거나 임프란트 매식체의 TPS 면 또는 HA coated 면을 제거하여 주위의 연, 경조직과 잘 적합하도록 하고 치태의 침착을 줄일 수 있는 평활한 표면을 얻는 것이라 할 것이다<sup>9,37,46)</sup> 하지만 임프란트 표면에서 세균독소를 제거하고 치태침착을 방지할 수 있는 평활한 표면을 얻는 방법에 대해서는 잘 알려져 있지 않다. 이에 본 연구에서는 비교적 임상에 쉽게 사용될 수 있는 절삭 기구인 diamond bur와 stone, 연마기구인 rubber, 그리고 비교적 안전하게 세균독소를 제거하는 것으로 알려진 air-abrasive system<sup>13,52)</sup>을 disc상에 만들어진 TPS 부위를 제거하는데 사용하여 이러한 기구들이 임프란트의 표면조도 변화에 미치는 영향을 알아 보고자 한다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험재료 및 실험기구

실험재료로는 직경 10mm, 두께 2mm의 titanium disc(Friedrichsfeld, Germany)를 사용하였고 삭제 기구로는 No. 101 High speed diamond bur(Shofu, Japan)와 Low speed diamond bur kit내의 straight bur(Intensivsa, Swiss) 그리고 composite polishing kit(Shofu, Japan)내의 stone을 사용하였으며 연마 기구로는 composite polishing kit(Shofu, Japan)내의 Rubber point와 Deldent사의 Jetpolisher(Deldent, Israel)를 사용하였다.

### 2. 실험 방법

#### 1) 시편 제작

IMZ사(Friedrichsfeld, 독일)에서 제작한 TPS된 면을 가진 disc(diameter 10mm, height 2mm)를 이용하여 실험 1군은 제조회사에서 제작된 coating 되지 않은 titanium 면으로 하고, 제 2군은 high speed diamond bur로 disc를 처치한 후 rubber polishing, Jetpolisher 처리군으로, 제 4군은 stone, rubber polishing, Jetpolisher 처리군으로, 제 5군은 제조회사에서 TPS한 면으로 하였다.

High speed diamond bur, low speed diamond bur, stone은 육안으로 TPS가 완전히 없어질 때까지 사용하였고, rubber point와 Jetpolisher는 각 30초 동안 사용하였다.

#### 2) 표면 조도 측정

표면 평활도 검사를 위해서는 각 군당 3개의 시편을 표면조도측정기(TR 100X, Kosaka Lab. Ltd. Co., Japan) 및 strip chart recorder(RJ 43, Kosaka Lab. Ltd. Co., Japan)를 이용하여 종배율 1,000배와 횡배율 20배, 측정속도 0.127mm/sec의 조건으로 표면을 측정하였다. 각 시편당 무작위로 3회 측정하여 최대높이값(Rmax.)을 최대높이 단면곡선에서 기준길이 만큼 채취한 부분의 평행선에 평행한 직선 사이에서 그 직선의 간격을 단면곡선의 세로 방향으로 측정하고 구하고<sup>1)</sup> 그 평균치를 산정하여 표면조도를 평가하였다. 이때 평균값에서 너무 벗어나는 부위는 제외하고 측정하였다. 측정된 최대높이값을 oneway ANOVA로 통계 처리하고 Duncan's multiple range test로 사후 검정하였다.

#### 3) 주사전자현미경 관찰

처리된 시편의 표면양상을 관찰하기 위해 주사전자현미경(S-2300, Hitachi Ltd., Japan)을 이용하여 20kv의 조건하에서 500배, 300배의 배율로 관찰하였다. 또한 처리된 표면의 삭제정도를 알아보기 위해 각 군별로 증으로 disc를 절단하여 800배, 500배로 관찰하였다.

### III. 성 적

#### 1. 표면처리 후 표면조도 측정

표면조도측정기에서 얻어진 각 군의 표면조도 측정 단면곡선 그래프를 fig. 2에 나타내었으며, 표면 거

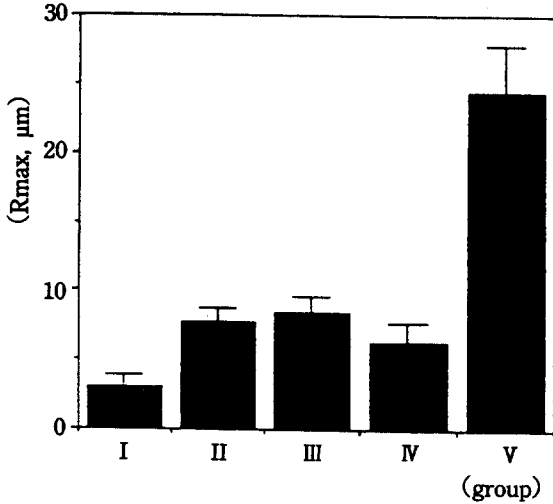


Fig. 1 The surface roughness values of experimental groups

칠기를 나타내는 최대높이값(Rmax)의 평균치를 fig. 1, table 1에 나타내었다.

표면 거칠기는 제조회사에서 제작 연마된 titanium surface는(실험 1군) 최대 높이값의 평균치가 3.00 μm를 나타내었고, high speed diamond bur, rubber point, jetpolisher를 사용한 실험군(실험 2군)에서는 최대높이값의 평균치가 7.77μm, low speed diamond bur, rubber point, jetpolisher를 사용한 실험 3군에서는 8.44μm stone, rubber point, jetpolisher의 실험 4군에서는 6.25μm, 실험 5군인 TPS 표면은 24.43 μm의 결과를 보여 실험 1군, 실험 4군, 실험 2군, 실험 3군, 실험 5군의 순으로 표면이 평활함을 나타내었다. 이것을 oneway ANOVA로 통계처리하여 Duncan's multiple range test로 사후검정한 결과 table 2에서 나타난 바와 같이 5% 유의수준에서 실험 2군과 3군 사이를 제외한 전 실험군 간에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

#### 2. 표면처리 후 주사전자현미경 관찰

처리된 시편의 표면을 관찰하기 위해 주사전자현미경으로 표면을 관찰한 결과 제조회사에서 제조한 평활한 면(실험 1군)과 titanium plasma sprayed된 면을 각 조건에 따라 삭제한 면 사이에는 많은 차이가

Table 1. Mean surface roughness value of titanium disc surfaces after various surface treatment

	실험 1군	실험 2군	실험 3군	실험 4군	실험 5군
최대높이값(Rmax, μm)	3.00	7.77	8.44	6.25	24.43
표준 편차(S. D.)	0.84	1.02	1.22	1.55	3.44

Table 2. Test of significance for mean surface roughness value of each other group

	실험 1군	실험 2군	실험 3군	실험 4군	실험 5군
실험 1군					
실험 2군	*				
실험 3군	*				
실험 4군	*	*	*		
실험 5군	*	*	*	*	

\* statistically significant difference by Duncan's multiple range test(P<0.05)

있었다.

1군의 시편면에는 가공시에 만들어진 평행한 선들이 나타나 있었으나 전체적으로 매끄러운 표면을 보였다. TPS 표면을 high speed diamond bur와 rubber, jetpolisher로 처리한 군(실험 2군)과 Low speed diamond, rubber, jetpolisher를 사용(실험 3군)한 경우에는 삭제되지 않은 TPS가 많이 남아 있는 것을 볼 수 있었고, 실험 3군의 경우에는 2군에 비해서 많은 TPS가 남아 있었으며, 양군 공히 TPS의 입자가 삭제되어 높이가 낮아진 양상을 보였다. Stone, rubber, jetpolisher를 사용한 시편(실험 4군)의 표면은 실험 2군과 3군에 비하여 TPS가 거의 삭제된 양상이었으나 일부의 TPS가 남아있었고 전

반적으로 bur가 지나간 자리는 불규칙하게 배열된 선들을 보이고 있어 제조회사에서 만든 polished titanium 표면 보다는 거친 양상을 보였다. 아무런 처리도 하지 않은 TPS면(실험 5군)은 깊은 홈과 돌출된 부분을 가진 매우 불규칙하고 거친 표면 구조를 보였다.

시편을 단면으로 삭제하여 주사전자현미경으로 관찰한 결과 시험 1군에서는 균일한 단면을 보였으나, 2군, 3군에서는 남아있는 TPS의 입자로 인하여 거친 표면을 보였다. 또한 4군에서는 2군이나 3군에 비하여는 그 양이 적었으나 약간의 TPS가 남아 있는 양상을 보였다. 삭제되지 않은 TPS 표면은 일정하지는 않았으나 약 40 $\mu$ m의 두께를 보이고 있었다.

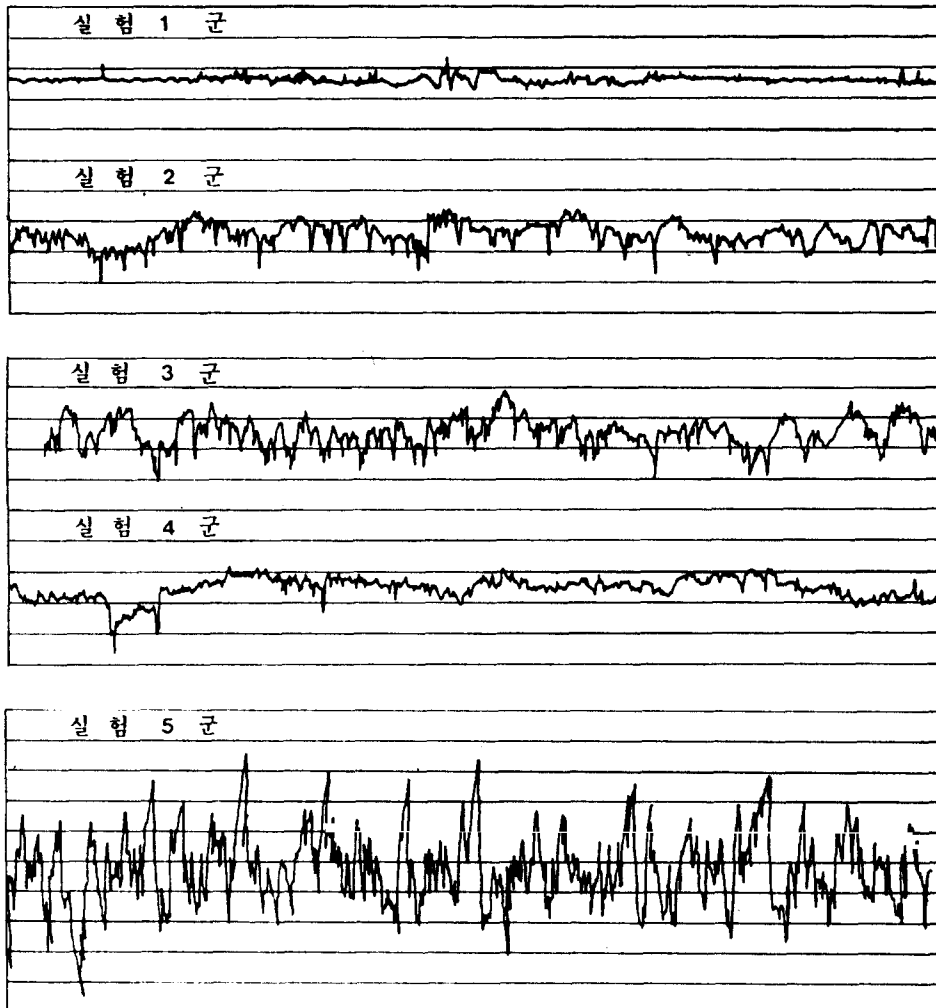


Fig. 2. The surface roughness profiles of experimental groups

#### IV. 고 찰

임프란트의 역사는 고대 이집트의 유적에서 상아, 금속등의 매식물이 발견되는 것으로 보아 매우 오래된 것임을 알수있다. 1948년 Goldberg<sup>26)</sup>가 골막하 임프란트를 개발하였고 그 이후 Linkow<sup>27)</sup>는 blade 형의 임프란트를 소개하였다. 이후 Bränemark에 의하여 골유착성 임프란트가 보고<sup>18)</sup>된 이래 최근에는 titanium, hydroxyapatite, alumina oxide<sup>44)</sup>이 치과 영역의 임프란트 재료로서 주로 사용되고 있다. 임프란트 시스템은 개개치아의 수복, 연속가공치의 지대치, 또는 완전 무치악의 경우 가철성 보철물의 지지에 널리 이용되고 있어 저작 효율의 증가와 더불어 심미적, 기능적인 개선을 가져왔다. 이러한 임프란트 시스템의 도입은 이전에 환자들이 거부감을 가지던 가철성 보철물 대신 고정성 보철물로 구강 내를 재건할 수 있어서 치과의사인 진료영역을 넓혀주고 환자로 하여금 선택의 폭을 다양하게 해준다.

임프란트 재료로 널리 사용되는 titanium은 생체 적합성이 뛰어나며 낮은 부식<sup>35, 36, 38)</sup>을 보이는데 이러한 생체적합성과 부식저항은 titanium 금속의 산화막이 가지는 안정성에 의한 것으로 알려져 있다. Titanium은 공기중에 노출되면  $TiO$ ,  $TiO_2$ ,  $Ti_2O_3$ , 등의 산화막을 형성하는데 이중  $TiO_2$ 가 가장 안정한

적인 결합은 아니지만 임프란트 주위에 긴밀한 접촉을 이루고 있다 하여 이러한 연조직 부착이 임프란트를 구강내의 세균으로부터 보호하여 골유착을 유지하는데 중요하다고 하였다.

치과영역의 임프란트는 항상 구강내의 환경에 노출되어 있어 임프란트와 구강내의 경조직, 연조직 그리고 구강내의 생물학적 환경은 서로 유기적인 연계를 이루고 있다. 이러한 환경은 세균에 의한 임프란트 주위의 병적인 골소실을 가능하게 하며, 비정상적인 교합압에 의한 골소실도 보고되고 있다. Lekholm<sup>40)</sup>은 임프란트 주위의 골소실은 비정상적인 교합압에 의해 생기며 자연치와는 달리 임프란트 주위의 연조직에 염증이 생겨도 골막이 염증의 전달을 차단하기 때문에 염증에 의한 골흡수는 생기지 않는다고 하였다. 하지만 Hickey<sup>31)</sup>은 골유착된 임프란트에서도 세균에 의한 염증성 병변이 생기며 이러한 염증에 의한 골흡수가 일어남을 보고하였고, Rams<sup>56)</sup>은 실패한 임프란트에서 spirochetes가 많이 발견된다고 하였고 이러한 세균들이 임프란트 주위의 골흡수에 관여한다고 하였다. 이후 Lindhe<sup>41)</sup>은 동물실험에서 자연치에서 보다 임프란트에서 세균에 의한 염증의 정도가 더 심하며 임프란트에서 생긴 연조직 염증은 골수내로 파급된다고 하였다. 이와 같이 실패한 임프란트는 직접 혹은 간접적으로

임프란트 표면을 처리하여 주위의 연, 경조직에 생리적으로 적합한 표면 상태를 만들어 주어야 한다<sup>5,37,46,51</sup>). 이러한 경우 처리방법으로 Zablotsky등<sup>64</sup>)은 구연산을 이용한 매식체 표면의 멸균을 제안하였고, Barnes등<sup>13</sup>)은 air-abrasive system의 사용을 제안하였다. 그러나 TPS 또는 HA coated된 임프란트의 거친 표면이 구강내로 노출된 경우에는 이러한 표면구조는 치태 침착을 용이하게 하여 임프란트 주위 조직의 염증을 완전히 제거하기 어려울 것이다. 또한 구연산이나 air-abrasive system을 이용한 표면처리 방법들은 TPS 혹은 HA coated된 매식체 표면의 거친 표면을 제거하기는 어려울 것으로 사려되어 매식체의 TPS, HA coated area와 같이 거친 표면이 구강내에 노출된 경우 세균독소를 제거하는 한편 평활한 표면을 만들기 위한 방법을 알아보기 위하여 본 실험을 시행하였다.

삭제기구인 High speed diamond bur, low speed diamond bur, stone은 plasma sprayed된 titanium을 삭제하기 위하여 사용하였고 rubber는 이러한 삭제 기구들에 의해 만들어진 거친 표면을 연마하기 위해 사용하였다. air abrasive system의 사용은 세균독소 제거를 위해 사용하는 것을 가상하여 각 실험군에 공히 사용하였다.

본 실험에서 각 시편을 조도측정기로 측정한 표면 거칠기 결과는 stone으로 삭제한 군, high speed diamond 삭제군, low speed diamond 삭제군의 순서로 나타났다. 한편 주사전자현미경으로 관찰한 결과 high speed diamond bur, low speed diamond bur로 삭제한 경우에는 TPS 입자들을 완전히 제거하지 못함을 보여주었으나, stone을 사용하여 삭제한 군에서는 비교적 균일하게 TPS 입자들이 제거되었음을 관찰할 수 있었다. 조도측정기로 측정된 표면거칠기 결과는 주사전자현미경에서 관찰한 바와 같이 삭제되지 않은 TPS 입자에 의한 것으로 추측된다. 충분한 시간을 가지고 각 기구로 시행할 수 있는 최대한의 삭제를 하였음에도 diamond bur를 사용한 경우에는 TPS 입자를 완전히 제거할 수 없음을 보여주는데, 이것은 사용된 diamond bur의 형태가 너무 길고 가늘어 적절한 삭제가 어려움을 나타내는 것으로 사려된다. high speed diamond bur와 low speed diamond bur의 차이는 삭제효율이 low speed diamond bur의 경우 high speed diamond bur에 비하여

떨어짐을 나타내는 것이라 하겠다.

Zablotsky<sup>64</sup>)등은 실패한 HA-coated 임프란트 표면의 세균독소 제거 및 감염된 HA coating을 제거하는 방법으로서 구연산을 30초, 60초, 3분간 적용한 경우 세균독소의 제거가 이루어진다고 하였고, 30초, 60초간 적용한 경우에는 coating된 HA에 영향을 미치지 않으나 3분간 적용한 경우에는 HA coating의 두께를 감소시킨다고 하였으며, Fox등<sup>25</sup>)은 임프란트의 abutment를 플라스틱 큐렛, titanium 큐렛, stainless steel 큐렛으로 처리한 경우 플라스틱 큐렛을 사용한 경우에는 아무런 처리를 하지 않은 대조군과 차이가 없었으나 금속 큐렛을 사용한 경우에는 표면에 약간의 흠집을 낸다 하였다. 한편 Block<sup>16</sup>)등은 Nd : YAG laser를 사용하여 HA coated된 임프란트 표면을 처리한 경우 임프란트 표면의 HA에 미세파절과 용융을 보였으며 세균독소를 제거하지 못한다고 하였다.

abrasive system을 임프란트 표면처치에 사용한 연구<sup>13,52</sup>)에서 대조군과의 사이에 주사전자현미경상 유의한 차이를 발견할 수 없었고 세균독소의 제거에 효과적이라 하였다. 본 실험에서는 세균에 감염된 TPS를 제거하기 위하여 high speed diamond bur, low speed diamond bur, stone등을 사용하였고 세균독소 제거를 위해서 air-abrasive system의 일종인 Jetpolisher를 공히 사용하였다. Stone을 사용한 경우 이전의 처리 방법과 비교하여 대부분의 TPS를 제거할 수 있었고 평활한 표면을 얻을 수 있어 이러한 방법이 세균독소에 감염된 TPS를 처리하는데 있어 효과적인 것으로 사려된다. 또한 air-abrasive system의 사용은 세균 독소의 제거에 효과적인 것으로 알려져 있어 stone에 의한 TPS의 제거와 air-abrasive system의 사용을 병용한 경우 세균독소에 노출된 TPS 임프란트 매식체의 표면처리 방법으로서의 가능성을 시사한다 하겠다. 하지만 매식체 표면의 기계적 처리는 titanium 금속표면에 변화를 가져오게 된다. 따라서 이러한 변화가 titanium 금속이 가지는 생체적합성과 부식저항과 같은 고유의 장점에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 향후 연구가 필요한 것으로 사려되며, 약 40 $\mu$ m의 두께를 보이는 plasma sprayed면을 삭제한 경우 이것이 매식체의 기계적 성질에 미치는 영향에 대한 연구도 요구된다 하겠다.

## V. 요 약

실패한 임플란트를 구강내에 유지하기 위하여는 임플란트 매식체의 표면을 처리하여 세균독소를 제거하고 주위의 연, 경조직에 적합한 표면 구조를 만들어 주어야 한다. 이에 본 연구에서는 임플란트 매식체 표면을 high speed diamond bur, low speed diamond bur, stone, rubber point, Jetpolisher로 처리하여 가장 평활한 표면을 만들 수 있는 방법을 알아 보았다.

초도측정기를 이용하여 표면의 최대높이값을 측정한 결과 high speed diamond bur, rubber point, Jetpolisher를 사용한 시편의 최대높이값의 평균은 7.77 $\mu$ m였고, low speed diamond bur, rubber point, Jetpolisher를 사용한 경우에는 8.44 $\mu$ m를 보였다. Stone, rubber point, Jetpolisher를 사용한 경우 6.24 $\mu$ m로 가장 평활한 표면을 보였다. 이러한 수치들은 제거하지 않은 TPS(titanium plasma sprayed)면의 24.43 $\mu$ m에 비하여는 낮은 수치를 보였다.

주사전자현미경으로 관찰 하였을 때 high speed diamond bur, rubber point, Jetpolisher를 사용한 군에서는 TPS 입자들이 부분적으로 남아있었으나 이 입자들은 그 높이가 원래의 TPS에 비하여는 상당히 감소되어 있었다. Low speed diamond bur, rubber point, Jetpolisher를 사용한 시편에서는 전 표면에 걸쳐 TPS가 남아있는 거친 표면 구조를 보였다. Stone, rubber point, Jetpolisher를 사용한 시편은 대부분의 TPS가 제거되어 titanium이 노출되어 있었고 titanium 금속에 의한 흠들이 보였으나 일부분에서는 TPS가 남아있어 제조회사에서 만들어진 평활한 표면에 비해서는 거친 양상을 보였다.

## 참고문헌

- 김기환 외 : 기계설계제도, 청문각, 서울, pp. 143-147, 1988.
- 조승주·이명종 : 복합레진의 광택 및 표면조도에 관한 연구, 대한치과보존학회지., 15 : 67-79, 1990.
- Adell R. : A 15-year Study of Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw, J. Oral Surg., 10 : 387-416, 1981.
- Adell R., Lekholm U., Rockler B., Branemark P. I., Lindhe J., Eriksson B. And Sbordone L. : Marginal tissue reactions at osseointegrated titanium fixtures (I). A 3-year longitudinal prospective study, Int. J. Oral Maxillofac. Surg., 15 : 39-52, 1986.
- Albrektsson T. : Tissue integrated prostheses. 4th Edi. Quintessence publishing Co. Chicago pp. 129-143.
- Albrektsson T. Branemark P. I. Hansson H. A. Lindstrom J. : Osseointegrated titanium implants, Acta. Orthop. Scand., 52 : 155-170, 1981.
- Albrektsson T. and Sennerby L. : State of the art in oral implants, J. Clin. Periodontol, 18 : 474-481, 1991.
- Albrektsson T., Dahl E., Enbom L., Engeval S., Engquest B. : Osseointegrated Oral Implants-a Swedish Multi-center Study of 8139 Consecutively Inserted Nobelpharma Implants, J. Periodontol., 59 : 287-296, 1988.
- Anthony H. L. Tjan, and Clayton A. Chan, B. A. : The polishability of posterior composites, J. Prosthet. Dent., 61 : 138-146, 1989.
- Apse P., Ellen R. P., Overall C. M. and Zarb G. A. : Microbiota and crevicular fluid collagenase activity in the osseointegrated dental implant sulcus : A comparison of sites in edentulous and partially edentulous patients, J. Periodont. Res., 24 : 96-105, 1989.
- apse P., Zarb G. A., Schmitt A., Lewis D. W. : The Longitudinal Effectiveness of Osseointegrated Dental Implants. The Toronto Study : Peri-Implant Mucosal Response, Int. J. Periodont. & Rest. Dent., 11 : 95-111, 1991.
- Balshi T. J. : Hygiene maintenance procedures for patients treated with the tissue integrated prosthesis(osseointegration), Quintessence International., 17 : 95-102, 1986.
- Barnes C. M., Fleming L. S., Mueninghoff L. A. : An SEM Evaluation of the in-Vitro Effects of an Air-Abrasive System on Various Implant

- Surfaces, *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 6 : 463–469, 1991.
14. Becker W., Becker B. E., Newman M. G., Nyman S. : Clinical and Microbiologic Findings That May Contribute to Dental Implant Failure, *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 5 : 31–38, 1990.
  15. Binon P. P., Weir D. J., Marshall S. J. : Surface Analysis of an Original Brånemark Implant and Three Related Clones, *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 7 : 168–175, 1992.
  16. Block C. M., Mayo J. A., Evans G. H. : Effects of the Nd : YAG Dental Laser on Plasma-Sprayed and Hydroxyapatite-Coated Titanium Dental Implants : Surface Alteration and Attempted Sterilization, *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 7 : 441–449, 1992.
  17. Bowers K. T., Keller J. C., Randolph B. A., Wick D. G., Michaels C. M. : Optimization of Surface Micromorphology for Enhanced Osteoblast Responses In Vitro, *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 7 : 302–310, 1992.
  18. Brånemark P. I., Breine U., Adell R., Hansson B. O., Lindstrom J., Ohlsson A. : Intraosseous anchorage of dental prostheses I. Experimental studies, *Scand. J. Plast. Reconstr. Surg.*, 3 : 81–100, 1969.
  19. Budd T. W., Bielak K. L., Meenaghan M. A., Schaaf N. G. : Microscopic Observations of the Bone/Implant interface of Surface-Treated Titanium Implants, *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 6 : 253–258, 1991.
  20. Burchard W. B., Cobb C. M., Drisko C. L., Killoy W. J. : The Effects of Chlorhexidine and Stannous Fluoride on Fibroblast Attachment to Different Implant Surfaces, *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 6 : 418–426, 1991.
  21. Cook S. D., Kay J. F., Thomas K. A., Jarcho M. : Interface Mechanics and Histology of Titanium and Hydroxyapatite-Coated Titanium for Dental Implant Applications, *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 2 : 15–22, 1987.
  22. Denissen, H. : Dental root implants of apatite ceramics, *BOEKEN OFFSETDRUKKERIJ LONNAARDEN.*, 1979.
  23. Dmytryk J. J., Fox S. C. and Moriarty J. K. : The Effects of Scaling Titanium Implant Surface With Metal and Plastic Instruments on Cell Attachment, *J. Periodontol.*, 61 : 491–496, 1990.
  24. Donley T. G. and Gillette W. B. : Titanium Endosseous Implant-Soft Tissue Interface, *J. Periodontol.*, 62 : 153–160, 1991.
  25. Fox S. C., Moriarty J. D. and Kusy R. P. : the Effects of Scaling a Titanium Implant Surface With Metal and Plastic Instruments : An in Vitro Study, *J. Periodontol.*, 61 : 485–490, 1990.
  26. Goldberg N. I., and Gershkoff A. : Implant lower denture. *D. Digest.*, 55 : 490, 1949.
  27. Gould TRL, Brunette DM. : Ultrastructural study of the attachment of human gingiva to titanium in vivo, *J. Prosthet. Dent.*, 52 : 418–420, 1984.
  28. Guy S. C., McWuade M. J., Scheldt M. J., McPherson III J. C., Rossmann J. A. and Dyke T. E. V. : In Vitro Attachment of Human Gingival Fibroblasts to Endosseous Implant Materials, *J. Periodontol.*, 64 : 542–546, 1993.
  29. Haanaes G. R. : Implants and infections with special reference to oral bacteria, *J. Clin. Periodontol.*, 17 : 516–524, 1990.
  30. Hansson H. A., Albrektsson T. Brånemark P. I. : Structural aspects of the interface between tissue and titanium implants., *J. Prosthet. Dent.*, 50 : 108–113, 1983.
  31. Hickey J. S., O'Neal R. B., Scheidt M. J., Strong S. L., Turgeon D. and Dyke T. E. V. : Microbiologic Characterization of Ligature-Induced Peri-Implantitis in the Microswine Model. *J. Periodontology.*, 62 : 548–553, 1991.
  32. Hobo S., Ichida E., Garcia L. T. : *Osseointegration and Occlusal Rehabilitation.* Quintessence Publishing Company., pp.33–54, 1989.
  33. Inoue T., Cox J. E., Pilliar R. M. and Melcher A. H. : Effect of the surface geometry of smooth and porous-coated titanium alloy on the orien-



- tation of fibroblasts in vitro. *J. Biomed. Mater. Res.*, 21 : 107–126, 1987.
34. Jensen J., Sindat-Pedersens. : Autogenous bone graft and osseointegrated implants for reconstruction of the severely atropied maxilla : A preliminary report, *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 38 : 613, 1991.
  35. Kasemo B. : Biocompatibility of titanium implants : Surface science aspects, *J. Prosthet. Dent.*, 49 : 832–837, 1983.
  36. Kasemo B., Lausmaa J. : Biomaterial and implant surfaces : On the role of cleanliness, contamination, and preparation procedures, *J. Biomed. Mater. Res. : Applied Biomaterials.*, 22 : 145–158, 1988.
  37. Keenan M. P., Shillingburg H. T., Duncanson M. G., Wade C. K. : Effects of cast gold surface finishing on plaque retention, *J. of Prosthet. Dent.*, 43 : 163–173, 1980.
  38. Klauber C., Lenz L. J., Henty P. J. : Oxide Thickness and Surface Contamination of Six Endosseous Dental Implants Determined by Electron Spectroscopy for Chemical Analysis : A Preliminary Report, *Int J. Oral Maxillofac. Implants*, 5 : 264–271, 1990.
  39. Klinge B. : Implants in relation to natural teeth, *J. Clin. Periodontol*, 18 : 482–487, 1991.
  40. Lekholm U., Adell R., Lindhe J., Brånemark P. I., Eriksson B., Rockler B., Lindvall AM Yoneyama T. : Marginal tissue reactions at osseointegrated titanium fixtures(II). A crosssectional retrospective study, *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.*, 15 : 53–61, 1986.
  41. Lindhe J., Berglundh T., Ericsson i., Lijenberg b., Marinello C : Experimental breakdown of peri-implant and periodontal tissues, *Clin. Oral Impl. Res.*, 3 : 9–16, 1992.
  42. Linkow L. L., Chercheve R. : Theories and techniques of oral implantology Vol. 1, Mosby Co., 1970.
  43. Listgarten M. A., Lang N. P., Schroeder H. E. and Schroeder A. : Periodontal tissues and their counterparts around endosseous implants, *Clin. Oral Impl. Res.*, 2 : 1–19, 1991.
  44. Meffert R. M., Langer B. and Fritz M. E. : Dental Implants : A Review, *J. Periodontol.*, 63 : 859–870, 1992.
  45. Michael D. W. and Roland W. D. : The plaque-retaining capacity of four dental materials, *J. Prosthet. Dent.*, 33 : 178–190, 1975.
  46. Naji A. and Harmand M. F. : A study of the effect of the surface state on the cytocompatibility of a Co-Cr alloy using human osteoblasts and fibroblasts, *J. Biomed. Mater. Res.*, 24 : 861–871, 1990.
  47. Nakou M., Mikx F. H. M., Osterwaal P. M. M. and Kruijzen J. C. W. M. : Early Microbial Colonization of Perimucosal Implants in Edentulous Patients, *J. Dent. Res.*, 66(11) : 1654–1657, 1987.
  48. Neal D. T., Evans G. G., Meffert R. M. : Effects of Various Prophylactic Treatments on Titanium, Sapphire, and Hydroxyapatite-Coated Implants : An SEM Study, *Int. J. Periodont. Rest. Dent.*, 4 : 301–303, 1989.
  49. O'Neal R. B., Sauk J. J., Somerman M. J. : Biological Requirements for Material Integration, *J. Oral Implantol.*, 18 : 243–255.
  50. Oleffjord I., Hansson S. : Surface Analysis for Four Dental Implant Systems, *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 8 : 32–40, 1993
  51. Orton G. S., Steele D. L., Wolinsky L. E. : The Dental Professional's Role in Monitoring and Maintenance of Tissue-Integrated Prostheses, *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 4 : 305–310, 1989.
  52. Parham P. L., Cobb C. M., French A. A., Love J. W., Drisko C. L., 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.
  53. Parr G. R. Gardner L. K and Toth R. W. : Titanium : The mystery metal of implant dentistry. Dental materials aspects, *J. Prosthet. Dent.*, 54

- : 410–414, 1985.
54. Pr bster L., Lin W., H ttemann H. : Effect of Fluoried Prophylactic Agents on Titanium Surfaces, *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 7 : 390–394, 1992.
  55. Pylant T., Triplett R. G., Key M. C., Brunsvold M. A. : A Retrospective Evaluation of Endosseous Titanium Implants in the Partially Edentulous Patient, *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 7 : 195–202, 1992.
  56. Rams T. E., Roberts T. W., Tatum H. and Keyes P. H. : The subgingival microbial flora associated with human dental implants, *J. Prosthet. Dent.*, 51 : 529–534, 1984.
  57. Rapley J. W., Swan F. ), Hallmon W. W., Mills M. P. : The Surface Characteristics Produced by Barious Oral Hygiene Instruments and Materials on Titanium Implant Abutments, *Int. J. Oral Maxillofac. Implants.*, 5 : 47–52, 1990.
  58. Schou S., Holmstrup P., Hjørting-Hansen E., Lang N. P. : Plaqueinduced marginal tissue reaction of osseointegrated oral implants : a review of the literature, *Clin. Oral. Impl. Res.*, 3 : 149–161, 1992.
  59. Siegrist B. E., Brex M. C., Gusgerti F. A., Joss A. and Lang N. P. : In vivo early human dental plaque formation on different supproting substances, *Clin. Oral. Impl. Res.*, 2 : 38–46, 1991.
  60. Singh G. B., O'Neal R. B., Brennan W. A. : Surgical treatment of induced peri-implantitis in the microswine : clinical and histological analysis, *J. Periodont*(submitted), 1992.
  61. Steenberghe D. V., : Periodontal Aspects of Osseointegrated Oral Implants Modum Br nemark, *Dental Clinics of North America.*, 32 : 355–370, 1988.
  62. Swartz M. L., Philips R. W. : Comparison of bacterial accumulations of rough and smooth enamel surfaces, *J. Periodontol*, 28 : 304, 1957.
  63. Ulusoy N., Aydin A. K., and Ulusoy M. : Evaluation of finishing techinques for assessing surface roughness of amalgam restorations, *J. Prosthet. Dent.*, 57 : 286–292, 1987.
  64. Zablotsky M, Meffert R, Mills O, Burgess A, Lancaster D. : The macroscopic, microscopic and spectrometric effects of various chemotherapeutic agents on the plasma-sprayed hydroxyapatite-coated implant surface, *Clin. Oral Impl. Res.*, 3 : 189–198, 1992.

## EXPLANATION OF FIGURES

- Fig. 3. The surface morphology of pure titanium surface. The paralleling lines represent machining line of manufacture.(Bar- : 50 $\mu$ m)
- Fig. 4. The surface morphology of treated with high speed diamond bur, rubber point and jetpolisher sequency. Reduced TPS height is seen but bulk titanium metal surface is not exposed.(Bar- : 50 $\mu$ m)
- Fig. 5. The surface morphology of treated with low speed diamond bur, rubber point and jetpolisher. Irregular and rough surface with remaining TPS is showed.(Bar- : 50 $\mu$ m)
- Fig. 6. The surface morphology of treated with stone, rubber point and jetpolisher. Bulk titanium metal is exposed but some remnant of TPS is also seen.(Bar- : 50 $\mu$ m)
- Fig. 7. The surface morphology of untreated TPS surface.(Bar- : 50 $\mu$ m)
- Fig. 8. The cross sectional topography of pure titanium disc.(Bar- : 50 $\mu$ m)
- Fig. 9. The cross sectional topography of treated with high speed diamond bur, rubber point and jetpolisher. Remnants of TPS particles are seen.(Bar- : 50 $\mu$ m)
- Fig. 10. The cross sectional topography of treated with low speed diamond bur, rubber point and jetpolisher. Rough surface due to remaining TPS is observed.(Bar- : 50 $\mu$ m)
- Fig. 11. The cross sectional topography of treated with stone, rubber point and jetpolisher. some remaining TPS particles are seen.(Bar- : 50 $\mu$ m)
- Fig. 12. The cross sectional topography of untreated TPS surface. Thick layer of TPS is seen.(Bar- : 50 $\mu$ m)

## 사진부도( I )

## 사진부도(Ⅱ)

## EFFECT OF VARIOUS MECHANICAL TREATMENTS ON TITANIUM PLASMA SPRAYED IMPLANT SURFACES\*

Hyeon-Seok Yu, Jae-Wan Park, Jo-Young Suh

*Department of Periodontology, College of Dentistry, Kyungpook National University*

For maintenance of an ailing or failed implant it is essential to treat the implant fixture surface so as to remove bacterial endotoxin and make a surface tolerated by surrounding soft and hard tissue. Thus in this study the method that makes the smoothest surface treated with a high speed diamond bur, a low speed diamond bur, a stone, a rubber point or Jetpolisher was studied.

With the profilometer a mean value of  $R_{max}$  was measured. The high speed diamond, the rubber point and the Jetpolisher showed a mean  $R_{max}$  7.77 $\mu$ m. The low speed diamond bur, the rubber point and the Jetolisher made a mean value of  $R_{max}$  8.44 $\mu$ m. The stone, the rubber point and the Jetolisher showed the smoothest surfaces with a mean value of  $R_{max}$  6.24 $\mu$ m. TPS (titanium plasma sprayed) areas showed a mean vlaue of  $R_{max}$  24.42 $\mu$ m, and the smooth surfaced titanium disc manufactured by the company (IMZ, Germany) shows a mean value of  $R_{mas}$  3.00 $\mu$ m.

Under the SEM examination the disc treated with a high speed diamond bur, a rubber point and a Jetpolisher showed partially remaining TPS particles, but the height of these particles were reduced remarkably compared with those of the original TPS. The disc treated with a low speed diamond bur, a rubber point and a Jetpolisher showed a rough topography with remaining TPS on the entire surface. A stone, a rubber point and a Jetpolisher removed almost TPS and the bulk titanium metal was exposed and some scratches were made by the stone. All treated discs were revealed as rougher than the smooth surface disc manufactured by the company. An untreated TPS disc shows a very irregular surface and a 40 $\mu$ m height of the plasma sprayed areas.