[UCI]I804:24011-200000232750

TiN 코팅된 지대주 나사의 반복 착탈 후 표면 변화와 적합도에 관한 연구

Surface Change and Fit of TiN-Coated Abutment Screw after Repeated Closing and Opening

2006년 8월 일

조 선 대 학 교 대 학 원

치 의 학 과

김 종 남

TiN 코팅된 지대주 나사의 반복 착탈 후 표면 변화와 적합도에 관한 연구

지도 교수 정 재 헌

이 논문을 치의학 석사학위 신청 논문으로 제출함.

2006년 5월 일

조 선 대 학 교 대 학 원

치 의 학 과

김 종 남

김종남의 석사학위 논문을 인준함.

위원장 조선대학교 교수 계 기 성 인

위 원 조선대학교 교수 최 한 철 인

위 원 조선대학교 교수 정 재 헌 인

2006년 5월 일

조선대학교 대학원

목 차

영문초록 ····· iv

Ⅰ. 서 론 ····· 1

Ⅱ. 연구재료 및 방법 ····· 3

Ⅲ. 연구성적 ····· 8

Ⅳ. 총괄 및 고안 ····· 12

Ⅴ. 결론 ····· 16

참고문헌 ····· 18

LIST OF TABLE

Table 1. Classification of groups. 4

Table 2. Deposition condition of TiN coatings. 5

LIST OF FIGURES

Fig. 1. Type of screws. ····· 3
Fig. 2. Fixtures and abutment for this study. ····· 4
Fig. 3. Specimen-holding apparatus(a) and torque controller. ····· 6
Fig. 4. Photomicrographs of abutment screw of Group A in SEM. ····· 7
Fig. 5. Photomicrographs of abutment screw of Group B in SEM. ····· 8
Fig. 6. Photomicrographs of abutment screw of Group C in SEM. ····· 9
Fig. 7. Photomicrographs of abutment screw of Group D in SEM. ····· 9
Fig. 8. Photomicrographs of abutment screw/fixture/abutment connection in SEM. ····· 10

ABSTRACT

Surface Change and Fit of TiN-Coated Abutment Screw after Repeated Closing and Opening

Kim, Jong-Nam, D.D.S.
Advisor : Prof. Chung, Chae-Heon, D.D.S., M.S.D., Ph.D.
Department of Dentistry,
Graduate School of Chosun University

The purpose of this study was to evaluate the surface change and fit of TiN-Coated abutment screw in the comparison with titanium alloy and Gold-Tite abutment screw after repeated closing and opening through the examination of tested screws in the field emission scanning electron microscope(FE-SEM;Netherland, Phillips co., model:XL 30 SFEG).
Titanium(3i/implant Innovations Inc, USA) and Gold-Tite abutment screws(3i/implant Innovations Inc, USA) were selected and classified into two groups, Group A and C respectively. TiN coated titanium abutment screws were also divided into two groups, Group B and D. The number of the sample in each group was seven. Each sample in each group was composed of one abutment screw, one abutment and one fixture. All fixtures were perpendicularly mounted in liquid unsaturated polyesther with dental surveyor. In order to attach each abutment to implant fixture with abutment screw, the abutment screws of Group A and B were tightened to 20 Ncm, and the those of Group

C and D were tightened to 32 Ncm torque using electronic torque controller(Brånemark system DEA 020 Torque controller) and driver(PHD02N, 3i/implant Innovations Inc, USA). Abutment screws of each group were observed using FE-SEM after thirty times of repeated closing and opening test respectively. After repeated closing and opening test, each abutment was reattached into each fixture by each abutment screw for saturation with polyesther. All samples were cross sectioned with sandpaper and polished. The fit of all samples was observed with FE-SEM.

The results were as follows ;

1. In the comparison of Group A and Group B after test, abutment screws of Group A showed more remarkable wear in the threads of the screw than those of Group B.
2. In the comparison of Group C and Group D tightened to 32 Ncm after test, wear of the thread surface of abutment screw was more remarkable in Group C than Group D.
3. There were more severe wear and defect of TiN coating in Group D tightened to 32 Ncm than Group B to 20 Ncm.
4. There was no difference in the fit of abutment screw/fixture/abutment among four groups, Group A, Group B, Group C and Group D.

Conclusively, it is suggested that TiN coating of abutment screw be clinically acceptable and be expected to reduce the risk of abutment screw loosening. TiN coating of abutment screw showed good resistance against wear, low friction coefficient and the adequate fit of abutment screw/ implant fixture/ abutment.

I. 서론

임플란트 지대주 및 유지나사의 풀림현상은 보철과 관련된 가장 흔한 합병증들 중에 하나이다[1-3]. Jemt등[2] 은 단일치 임플란트 수복의 45%에서 지대주 나사의 풀림현상을 보고하였고, Goodacre 등[3]은 임플란트 보철물의 6%에서 지대주 나사의 풀림이 관찰되었다고 보고하였다.

임플란트 지대주 나사의 풀림현상의 원인에는 부적절한 조임, 부적절한 구성물간의 적합, 부정확한 구조물의 적합, 구조물의 유연성, 침하현상(settling), 나사 구멍에 낀 찌거기, 나사의 디자인, 골의 탄성등 여러 가지가 있다[4]. 그러나, 가장 근본적인 나사 풀림의 원인은 전하중(preload)의 상실이라 할 수 있다. 전하중이란 나사가 조여지는 동안 나사 내에 발생하는 힘이다[4,5]. 조임력이 새로운 나사에 적용될 때, 조임력의 90%는 마찰을 극복하는데 이용되며 10%의 조임력만이 전하중으로 전달된다고 하였다[6].

나사 풀림현상을 방지하기 위해 많은 방법들이 제시되고 고안되었으나[7], 가장 대표적인 방법은 건식 윤활제(dry lubricant)를 사용하여 지대주 나사를 코팅하는 것이었다. 지대주 나사를 코팅하여 지대주나사와 고정체간의 마찰력을 낮춤으로써 더욱 많은 조임력이 전하중으로 전환 되도록 하고자 하는 것이다. 건식 윤활제를 지대주 나사에 적용한 가장 대표적인 것은 3i 사의 Gold-Tite와 Steri-Oss 사의 Torq-Tite 지대주 나사였다. Gold-Tite는 0.75㎛ 두께의 순금을 지대주 나사에 코팅한 것이며, Torq-Tite는 Teflon을 지대주 나사에 코팅한 것으로 이미 상품화되어 임상에 적용되었다. 이러한 코팅이 더욱 큰 전하중을 발생시키며 나사접합부의 안정성을 증진시키는 효과가 있다고 보고되었다[8,9].

나사의 풀림력에 영향을 미치는 또 다른 요소로는 반복적인 상부구조의 착탈로 인한 나사와 접합되는 구성성분들 간의 마모라 할 수 있다. Weiss 등[15]은 상부구조의 반복적인 착탈 실험후 풀림력을 측정하는 실험에서 착탈 횟수가 증가될수록 풀림력이 감소함을 보고하였다. 따라서, 조일 때는 최대의 전하중을 만들어 주고, 반복적인 착탈 후에는 구성물들 간에 최소의 마모를 야기하는 코팅이 지대주 나사에 요구된다고 할 수 있다.

TiN 코팅은 금속의 성질을 향상시키는데 사용되는 가장 일반적인 코팅방법

으로서 금속의 마찰계수를 낮추어주고 마모저항을 증가시켜주며 표면 경도를 높여주고 금과 같은 색깔을 지니게 하여준다[12]. 치과영역에서 TiN의 적용은 오래전부터 몇 몇 치과의사들에 의해 시도되었으나, 그 당시에는 코팅의 생물학적, 기계적 및 부식적인 측면만이 연구되었다. 최근에 TiN코팅의 임플란트분야에 적용이 Scarano 등[13,14]에 의해 연구되었으나 주로 골과 세균과의 반응에 관한 것이었다. 아울러 TiN의 지대주 나사의 적용은 아직까지 미미한 실정이다.

따라서, 본 연구의 목적은 TiN 코팅된 지대주 나사의 반복적인 착탈 후 표면변화와 적합도에 대한 연구를 통하여 TiN 코팅 효과를 분석 검토하고자 하였다.

Ⅱ. 연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

1) 지대주 나사(abutment screw)

3i회사의 Gold-Tite 지대주 나사와 타이타늄 지대주 나사가 선택되었다(Fig 1).

a b c

Fig. 1. Kind of abutment screws (a: gold screw[3i], b: titanium screw[3i], c: TiN-coated titanium screw[3i]).

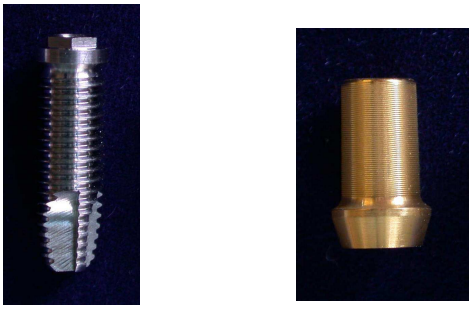
7개의 Gold-Tite 지대주 나사와 21개의 타이타늄 지대주 나사가 선택되었다. 21개의 타이타늄 지대주 나사 중에서 14개의 타이타늄 지대주 나사는 TiN 코팅을 실시하여 실험군으로 채택하였다. 7개의 타이타늄 지대주 나사를 A그룹, TiN 코팅된 그룹 중 7개를 B그룹, 7개의 Gold-Tite 지대주 나사를 C그룹, TiN 코팅된 나머지 7개의 나사를 D그룹으로 분류하였다(Table 1).

Table 1. Classification of groups

Group	Abutment Screw	Number (n)	Applied torque (Ncm)
A	Titanium Hexed Uniscrew	7	20
B	TiN-coated Titanium Hexed Uniscrew	7	20
C	Gold-Tite Abutment screw	7	32
D	TiN-coated Titanium Hexed Uniscrew	7	32

2) 임플란트 고정체 및 지대주 (Implant fixture & abutment)

이 실험에 사용된 임플란트 고정체로는 3i사의 OSSEOTITE(Hexlock 4.0D ×13mm; 3i/ implant Innovations Inc, USA)였으며, 무작위로 28개가 선정되었다. 같은 개수의 지대주가 선택되었는데, 선택된 지대주는 3i사의 GingiHue™ Post abument (4.1mmD×5mmP× 2mmH)였다(Fig 2).



a b

Fig. 2. Fixture and abutment used for this study.(a: Hexlock 4.0D×13 mm;3i, b:GingiHue™ Post abument [4.1mmD×5mmP×2mmH];3i).

3) TiN coating of abutment screws

TiN 코팅은 Radio Frequency(RF) sputtering 방법을 적용하였다. 코팅에 앞서 타이타늄 지대주 나사들은 초음파 세척기로 세척되었으며, 세척액으로는 세정제(detergent), 메탄올과 증류수가 순서대로 사용되었다. 200W의 RF 전압하에 20분 동안 presputtering이 진행되었다. TiN 코팅은 Ar과 N_2 가스 체에서 타이타늄 타겟의 RF sputtering에 의해 진행되었다. TiN 코팅의 조건은 다음과 같았다(Table 2).

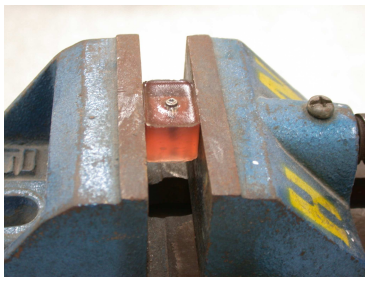
Table 2. Deposition condition of TiN Coatings

RF sputtering	Power	200 W
	Time	40 Min
	N_2 Gas	40 sccm
	Basic Pressure	1×10^{-6} torr
	Working Pressure	2×10^{-2} torr
	Temperature	300℃
	Coating thickness	2-3 ㎛

2. 연구 방법

실험을 위해 임플란트 고정체를 에폭시 레진(Epovia, Cray Valley Inc)에 플랫폼이 노출되도록 치과용 써베이어를 이용하여 포매하였다. 포매에 이용된 에폭시레진은 레진과 경화제로 구성되었는데, 두 개의 성분들을 함께 혼합하여, 포매 용기에 부어 경화시켰다. 에폭시 레진에 포매된 고정체들이 반복적인 조임과 풀림을 위해 특별히 고안된 시료 고정장치에 고정이 되었다(Fig 3-a). 시료 고정 장치는 조임과 풀림력을 가할 때 시료를 고정하기 위하여 고안되었다. 시료를 고정장치에 올려놓고 나사를 조여 고정한 후 지대주를 연결하고 나사를 조였다. 나사를 조일 때는 finger screw driver를 이용하여 저항감이 느껴질 때까지 조인 후 최종적으로 토크를 적용할 때에는

디지털 torque controller(Branemark system DEA 020 Torque controller)를 사용하였다(Fig 3-b).



a

b

Fig. 3. Specimen-holding apparatus(a) and torque controller(Branemark system DEA 020 Torque Controller(b)).

A그룹과 B그룹에는 20Ncm, C그룹과 D그룹에는 32Ncm의 조임력을 각각 적용하였다. 조임력을 가한 후 풀림력을 적용할 때도 시료들을 시료 고정 장치에 고정시킨 후 풀림력을 적용하였다. 모든 시료들은 30회씩 조임과 풀림을 반복하였다.

반복적인 착탈 실험이 끝난 후 지대주 나사의 표면 관찰은 주사전자현미경(FE-SEM,)을 이용하여 관찰하였다(Fig. 4).

TiN 코팅된 나사의 적합도를 평가하기 위하여 지대주 나사의 관찰이 끝난 후 지대주 나사를 이용하여 다시 지대주를 고정체에 부착한 후, 에폭시레진에 매몰을 시행하여 블록을 만들었다. 제작된 표본은 grinder-polisher unit (Omnilap 2000 SBT Inc)와 200, 1000, 1200, 1800 grit의 silicone carbide paper를 순서대로 이용하여 절삭하고, plano cloth 와 1㎛ Al_2O_3로 절단부를 미세 연마한 후 ultrasonic cleaner에 넣어 물비누와 물로 세척하였다. 지대주 나사를 관찰할 때와 마찬가지로 제작된 시편을 주사전자 현미경(FE-SEM)을 이용하여 임플란트 고정체와 지대주나사 사이의 적합성을 관찰하였다.

III. 연구 성적

1. 지대주 나사 표면의 관찰

1) Gorup A 와 Group B의 표면 관찰

반복적인 착탈 실험 후 Group A와 Group B의 지대주 나사들의 변화는 서로 다른 양상을 보여주었다.

반복적인 착탈 실험 전 Group A의 지대주 나사의 표면에서는 일정한 방향성을 가진 기계적인 가공선이 관찰되었다(Fig. 5-b). 하지만, 반복적인 착탈 실험 후 Group A의 지대주 나사들에서는 표면의 마모와 결손 현상이 관찰되었다. 나사 상부를 향한 나사산의 표면에 뚜렷한 마모 및 결손양상이 띠 형태를 이루며 관찰되었다(Fig. 5-a). 고배율로 관찰시 기계적인 가공선의 방향성이 사라졌으며, 마모 및 결손이 관찰되었다(Fig. 5-b,c). 나사산의 변화가 가장 두드러졌으며 나사골의 변화는 거의 없었다.

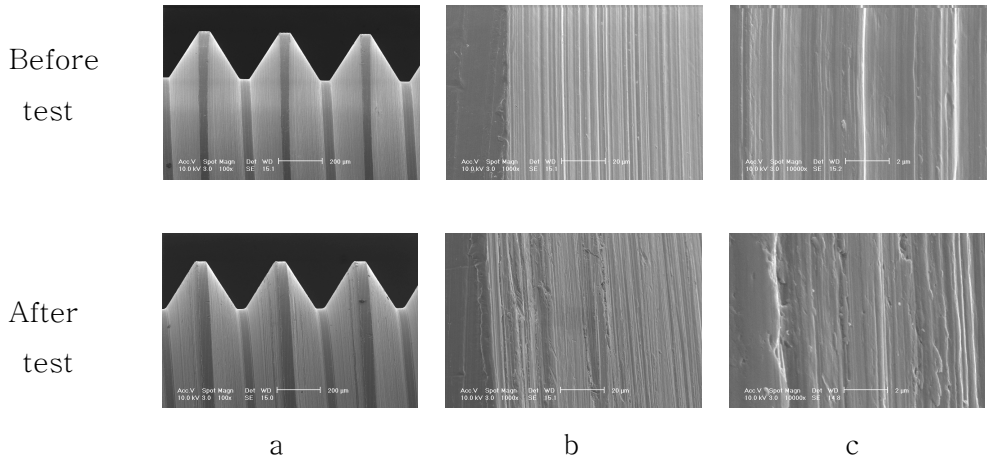
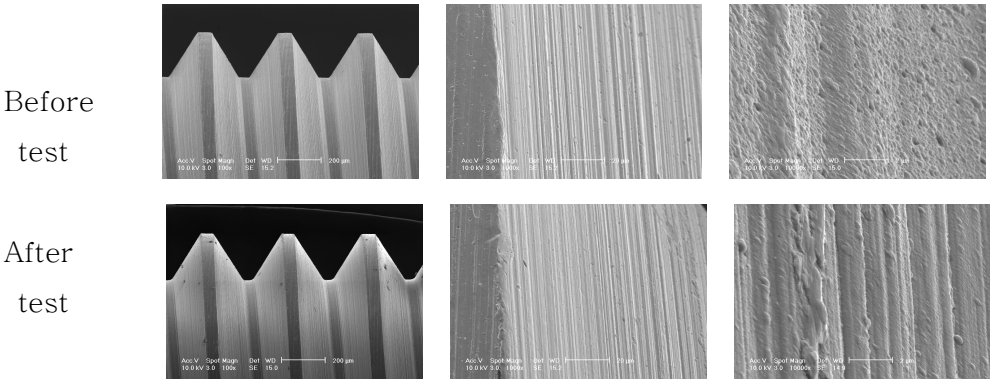


Fig. 4. Photomicrograph of abutment screw of Group A in SEM (Magnification a;×100, b;×1000, c;×10000)

TiN 코팅이 된 Group B의 지대주 나사들은 실험 후에 지대주 나사의 표면의 변화를 거의 보여주지 않았다(Fig. 6). TiN 코팅 직후 지대주 나사에서도 기계적인 가공선의 방향성이 관찰되었다(Fig. 6-b). 10,000배율로 관찰시 코팅입자들이 관찰되었으며, 층을 이루고 있었다. 코팅층이 전체적으로 균일하

긴 하였으나 드물게 코팅이 결손된 구모양의 형태가 관찰되었다. 반복적인 착탈 후 Group B 지대주 나사들은 실험 전과 비교해 거의 차이를 보이지 않았다. 지대주 나사산의 표면에서도 결손이나 마모 같은 현상을 거의 관찰할 수 없었다(Fig. 6-b). 10,000배의 SEM 사진사에서도 코팅입자들이 존재하는 것으로 보아 코팅층이 그대로 유지됨을 관찰할 수 있었다.



a b c

Fig. 5. Photomicrograph of abutment screw of Group B in SEM (Magnification a;×100, b;×1000, c;×10000)

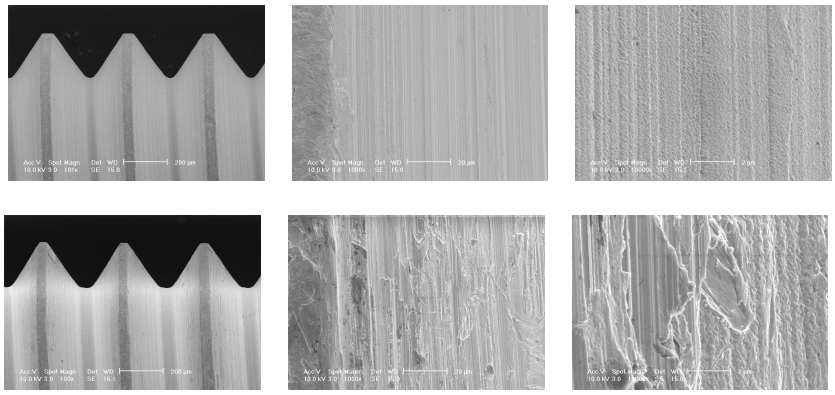
2) Group C와 Group D의 표면 관찰

두 그룹 모두에서 지대주 나사들의 표면에 주목할 만한 변화가 관찰되었다.

실험전의 Gruop C 지대주 나사의 표면은 매우 매끄러웠다. 기계적 가공선 또한 타이타늄 지대주 나사보다 훨씬 가늘고 미세하였다(Fig. 7-b). 10,000배율로 관찰시 미세한 코팅 입자들이 규칙적으로 배열되어 균일한 코팅층을 형성하고 있었다(Fig. 7-c). 반복적인 착탈을 가한 후, Group C에서는 지대주 나사의 표면에 전반적으로 매우 심한 마모가 관찰되었다. 기계적 가공선은 거의 관찰되지 않았으며 마모와 표면의 변형이 심하게 관찰되었다(7-b). 10,000배율로 관찰시 Gold 코팅 층이 벗겨지는 것이 관찰되었다(7-c).

Before test

After test



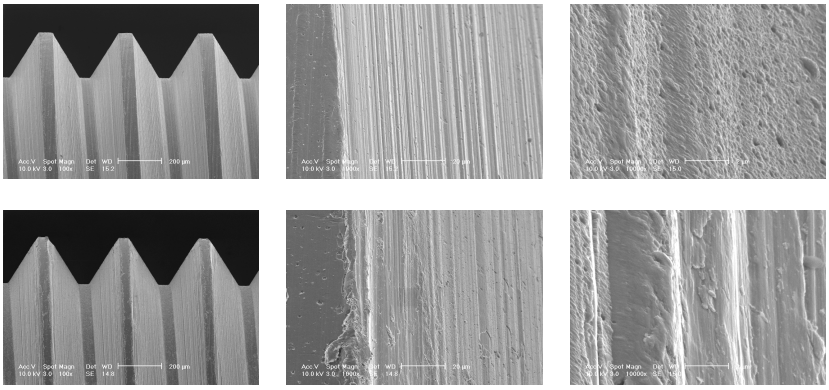
a b c

Fig. 6. Photomicrograph of abutment screw of Group C in SEM (Magnification a;×100, b;×1000, c;×10000)

실험전 Group D의 지대주 나사들의 표면 양상은 Group B와 같았다(Fig. 8). 그러나, 반복적인 착탈 실험 후에는 Group B 지대주 나사의 표면과 확연하게 다른 변화를 보여주었다. 32Ncm의 조임력으로 반복적인 착탈을 가한 지대주 나사의 표면에는 Group B에서는 볼 수 없었던 마모와 결손이 관찰되었다(Fig. 8-b). 10,000 배율로 관찰하여 보니 코팅 입자가 결손되어 있었으며 코팅층이 벗겨지거나 심하게 마모되는 현상이 나타났다(Fig. 8-c). 하지만, Group D 지대주 나사들에서 보여지는 마모나 코팅 탈락 현상은 Group C의 지대주 나사들에 비해 매우 적었다(Fig. 7,8).

Before test

After test



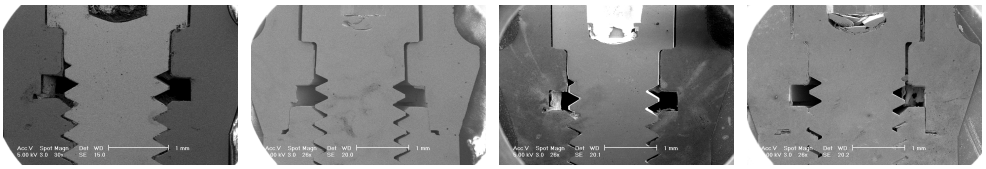
a b c

Fig. 7. Photomicrograph of abutment screw of Group D in SEM (Magnification a;×100, b;×1000, c;×10000)

Group A와 Group B의 지대주나사들이 Group C와 Group D의 지대주 나사들보다 실험 후 더 적은 표면변화를 보여 주었다. 가장 표면 변화를 많이 보여준 것은 Group C의 지대주 나사들 이었고, 가장 적은 표면 변화를 보여준 것은 Group B의 지대주 나사들 이었다(Fig. 5~8).

2. 적합도에 대한 관찰

반복적인 착탈 실험 후, 네 그룹의 임플란트 고정체와 지대주 나사의 적합도와 지대주와 지대주 나사의 적합도를 FE-SEM을 통해 고찰하였다. 네 개 그룹 모두에서 지대주 나사들과 구성성분들 간의 적합도는 대체로 양호하였다. 그룹간이나 그룹 내의 적합도의 차이는 대체로 발견되지 않았다.



(a) Group A (b) Group B (c) Group C (d) Group D

Fig. 8. Photomicrograph of abutment screw/fixture/abutment connection in SEM(Magnification a;×30, b,c,d;×26)

Ⅳ. 총괄 및 고안

임플란트 지대주 나사의 풀림에 관여하는 인자는 다양하다. 정확한 구조물 간의 적합과 구강 내 시적 및 나사의 코팅과 재질 변화 등 다양한 시도들로 인해 지대주 나사의 풀림이 많이 줄어들기는 하였으나, 반복적인 하중에 의한 전하중의 점진적인 상실과 반복적인 상부구조의 착탈에 따른 체결 구성물 간의 마모는 여전히 지대주 나사 풀림의 잠재적인 원인으로 남아있다[15, 16].

지대주 나사의 전하중(preload)은 조임력이 가해질 때, 임플란트 고정체와 지대주를 맞물리게 하는 힘의 반작용으로 지대주 나사 내에 발생하는 힘이다. 그러나, 나사를 조일 때 사용하는 조임력 모두가 전하중으로 전환되지는 않는다. 조임력의 50%는 지대주 나사와 지대주 사이의 마찰력을 그리고 약 40%는 임플란트 고정체와 지대주 나사사이의 마찰력을 극복하는데 이용되며, 단지 10%만이 전하중으로 전환된다 하였다[17]. 그러므로, 지대주 나사의 조임시 지대주 나사와 임플란트 고정체 나사산 사이에 발생하는 마찰을 극복하는데 소모되는 힘을 줄일 수 있다면 더 많은 전하중을 얻을 수가 있다. 이러한 이유로 인해 건식 윤활제를 이용하여 지대주 나사의 마찰계수를 낮추어 전하중을 더 높일 수 있는가에 대한 연구가 많이 진행되었다. Martin 등[8]에 의하면 Gold-Tite와 Torq-Tite 지대주 나사를 이용함으로서 마찰계수를 낮추는데 도움을 주었으며, 통상적인 지대주 나사들보다 더욱 큰 전하중(preload)을 발생시켰다고 보고하였다. 또한 Kim 등[10]은 지대주 나사풀림 실험에서 DLC(Diamond like carbon) 코팅을 적용한 임플란트들이 하중에 더욱 저항을 잘한다는 결과를 보고하였다. Choi 등[11]도 Tungsten carbide/carbon 코팅을 적용한 지대주 나사가 풀림에 훨씬 저항을 잘 한다고 보고하였다.

임플란트 고정체에 보철물을 시적할 때까지도 최소 4-5 번 정도의 반복적인 상부구조의 착탈을 기공 및 임상과정에서 경험하게 되며, 이후에도 보철물 유지 관리를 위해 적어도 1년에 1번 정도는 재 시적을 하게 된다. 이러한 반복적인 착탈은 역시 지대주 나사의 전하중을 감소시키게 되고 풀림에 대한 저항을 낮추는 역할을 하게 된다. Weiss등[15]은 반복적인 상부구조의 착탈 후 풀림력을 측정하는 실험을 행하였는데, 상부구조의 착탈 획수가 증가될수록

풀림력이 감소하였다고 하였다. Byrne 등[18]은 모든 지대주 나사에서 반복적인 조임이 가해지면 전하중의 감소가 나타났으며, 금으로 코팅된 지대주 나사에서 더욱 현저하게 큰 전하중을 얻을 수 있었다고 보고하였다.

이처럼 몇 몇 건식 윤활제의 사용이 이미 상품화되었으며 다른 코팅법들도 다양하게 시도 되고 있다. 최근에는 TiN 코팅된 지대주 나사가 풀림에 대해 더욱 저항할 수 있다는 실험보고가 있었으며 TiN 코팅의 지대주나사에 적용 가능성이 제기되었다[19]. 본 연구에서는 TiN 코팅된 지대주 나사를 반복적으로 사용한 후에 지대주 나사에 나타는 표면변화를 관찰하고 적합성에 대한 평가를 하여 TiN 코팅된 지대주 나사가 임상적으로 사용되는데 적합한가에 대해 고찰하고자 하였다.

20Ncm이 적용된 Group A와 Group B보다는 32Ncm이 적용된 Group C와 Group D에서 지대주 나사의 표면의 변화가 많았다(Fig 5-8). Group B와 Group D의 경우인 TiN 코팅군들을 비교해 볼때, 20Ncm 에서는 실험 후에도 코팅층이 그대로 유지되었으나, 32Ncm 에서는 반복적인 착탈 후에 코팅층이 벗겨지는 것을 관찰할 수 있었다. 이 실험결과를 통해 조임력이 큰 경우에는 반복적인 착탈에 의해 마모 변형이 더욱 심하게 나타남을 알 수 있었다. 그러므로, 가능하면 임상에서 반복적인 상부구조의 착탈 횟수를 줄여주는 것이 유리하다고 사료된다. 또한, 높은 조임력과 반복적인 착탈에도 마모변형이 적은 코팅법의 개발이 필요하다고 사료된다.

20Ncm이 적용된 Group A와 Group B의 지대주 나사들의 실험전후의 변화를 관찰하여보면, Group A에 비해 Group B의 지대주 나사들은 표면변화가 거의 없었다. 32Ncm이 적용되어진 Group C와 Group D의 지대주 나사들에서도 역시 TiN이 코팅된 Group D가 Group C의 지대주 나사들에 비해 적은 표면 변화를 보여주었다. 이는 TiN 코팅의 우수한 마모 저항성, 낮은 마찰계수와 높은 표면강도에 기인한다고 사료된다[6].

실험에서 Group B의 지대주 나사의 표면은 실험 후에도 거의 변화를 보이지 않았다. 10000배로 관찰시에도 코팅층은 그대로 유지되고 있음이 관찰되었다. 반면에 Group A의 경우는 심한 마모와 금속표면의 결손을 보여주고 있다. Abkowitz등[20]은 반복적인 조임과 풀림이 적용되면 타이타늄 지대주

나사와 이와 비슷한 표면 강도를 가진 타이타늄 고정체사이에 마찰력이 점점 증가한다고 보고하였으며, 이는 타이타늄의 벗겨짐(galling)과 들러붙는(seizing) 경향에 기인한다고 하였다. 이로 인해 지대주 나사와 고정체 사이에 마찰력이 증가할수록 높은 전하중을 얻지 못 한다. 반면, Group B의 지대주 나사의 표면에는 타이타늄의 이러한 현상들이 나타나지 않는다. 이것은 TiN 코팅의 낮은 마찰계수와 높은 표면 강도에 기인한 것으로 사료된다. TiN 코팅의 이러한 성질들이 반복적인 상부구조의 착탈시 발생하는 전하중(preload)의 소실을 감소시킬 것으로 사료되며, 이는 Goup B가 Group A 지대주 나사들 보다 풀림에 더 저항하는데 기여할 것으로 사료된다. 이것은 TiN 코팅된 지대주 나사가 반복적인 상부구조의 착탈의 조건에서도 최소의 전하중 소실로 인해 풀림에 더 잘 저항할 수 있다는 것을 의미한다고 사료된다.

Group C와 Gruop D의 비교에서도 TiN 코팅이 적용된 Group D가 순금이 코팅이 적용된 Group C의 지대주 나사들보다 적은 변화를 보여주었다. Goup C의 지대주 나사의 표면은 금 코팅층의 형태가 결손되는 심한 마모를 나타내었다. Group D의 지대주 나사의 표면에서도 코팅층의 결손이 관찰되었으나 Group C 보다는 덜 하였다. 이것은 순금과 TiN 코팅의 모재에 대한 접합 강도의 차이에 기인하는 것으로 추측되는데, TiN 코팅은 일반적으로 강한 접합 강도를 가지고 있다고 보고되어 왔다[21]. Milic 등[22] 은 코팅의 접합 강도가 강할수록 부식(corrosion), 마멸(abrasion) 및 마모(wear)에 대한 저항성이 우수하여 코팅의 모재와 강한 접합을 이룬다고 하였다. 위의 실험결과를 볼 때, 순금코팅 보다 TiN 코팅의 접합강도가 더 높다고 사료된다. 따라서, 반복적인 상부구조의 착탈이 가해지더라도 코팅층의 파괴가 덜한 Group D가 Group C에 비해 지대주 나사의 풀림에 저항을 더 잘하리라 사료된다.

임플란트의 지대주 나사의 풀림을 줄이기 위해서는 지대주 나사로 체결되는 구성 성분들간의 접합 또한 중요한 요소이다. Binon 등[23-28]은 임플란트 구성 성분간의 부정확한 적합이 나사의 풀림과 파절을 자주 유발시킬 뿐 아니라 치태침착과 불량한 연조직 반응 및 골 유착의 소실 등을 가져 올 수 있다고

보고함으로써 구성성분들간의 정확한 적합의 중요성을 강조하였다. 또한, 이러한 구성성분들 간에 정확한 적합과 수동적인 적합이 이루어 졌을 때, 나사에 최대의 전하중이 발생한다고 보고되었다[29-31]. 위 실험에서 네 개 그룹의 적합도를 FE-SEM으로 관찰한 결과 적합도에 큰 차이를 보이지 않았다. 임플란트와 지대주 나사 및 지대주 나사와 지대주 사이의 적합도는 네 개의 그룹이 모두 비슷하였다(Fig 9). 이는 TiN 코팅이 적합도에 부적절한 영향을 주지 않는다는 것을 나타낸다 할 수 있다. 오히려 지대주 나사의 표면변화를 고려할 때, TiN 코팅한 그룹이 더욱 긴밀한 적합을 이룰 것으로 사료된다. 임플란트와 지대주 나사의 적합을 FE-SEM으로 고찰시 지대주 나사의 상부가 임플란트와 접촉하고 있는 것이 네 개 그룹 모두에서 관찰되었는데, 이는 지대주 나사의 상부면이 임플란트 고정체와 접촉하며 접촉의 대부분은 체결되는 나사산의 가운데 일부분에 국한된다고 보고한 Martin 등[8]의 실험결과와 큰 차이가 없었다.

결론적으로, 반복적인 착탈 후에 TiN 코팅된 Group B와 Group D가 Group A와 Group C보다 더 적은 변화를 보였다. 따라서, 지대주 나사의 TiN 코팅은 반복적 착탈과 교합압에 의한 지대주 나사의 풀림을 감소시키는데 도움이 되리라 사료된다. 또한, TiN 코팅된 지대주 나사가 금 코팅 또는 코팅이 안 된 지대주 나사와 비교하여 적합성에도 문제가 없는 것으로 나타나 임상에 적용하는데 적절한 것으로 사료된다. 하지만, TiN 코팅이 임상적으로 더 좋은 결과를 얻기 위해서는 더 강한 조임력과 반복적인 착탈에도 벗겨지지 않는 접합강도를 가져야 할 것으로 사료되며 그 코팅조건에 관한 연구가 계속 되어야 할 것으로 사료된다. 더불어, 구강내 환경을 반영하면서 저작하중이 가해지는 연구가 진행되어야 하리라고 사료된다.

V. 결 론

이 연구의 목적은 TiN 코팅된 지대주 나사를 반복적으로 착탈한 후에 보이는 지대주 나사의 표면변화와 적합도를 주사전자 현미경(FE-SEM)을 통해 평가하고자 하였다. 7개의 타이타늄 지대주 나사와 7개의 Gold-Tite 지대주 나사를 각각 Group A와 Group B로 분류하였으며, TiN 코팅된 14개의 타이타늄 지대주 나사를 각각 7개씩 Group C와 Group D로 분류하였다. 각 그룹의 지대주 나사들을 각각 고정체 및 지대주와 함께 하나의 시료로 구성하였다. 반복적인 조임과 풀림을 가하기 위해 각 시료의 고정체들을 레진에 포매하였으며, 각 시료들을 고정장치에 고정시킨 후 30회씩 조임과 풀림을 반복하였다. Group A와 Group B에는 20Ncm의 조임력을 적용하였으며, Group C와 Group D에는 32Ncm의 조임력을 적용하였다. 주사전자현미경(FE-SEM)으로 지대주 나사의 표면을 관찰한 후 다시 시료들을 체결하여 레진에 매몰하였다. 레진에 매몰된 시료들을 절삭, 연마 및 세척 한 후 지대주 나사와 임플란트 및 지대주 나사와 지대주간의 적합도를 주사전자현미경(FE-SEM)을 이용하여 관찰한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 20Ncm이 반복적으로 적용된 A 그룹과 B 그룹의 지대주 나사를 비교하여 보면, B그룹의 지대주나사들은 표면에 거의 변화가 없었다. 반면, A 그룹의 지대주 나사들은 나사산에 상당한 마모를 보여주었다.
2. 32Ncm이 적용된 C 그룹과 D 그룹 지대주 나사를 비교하였더니, C 그룹의 지대주 나사들이 D그룹의 나사들 보다 더욱 뚜렷한 나사산의 마모현상을 보였다.
3. 32 Ncm이 적용된 D그룹의 지대주 나사들이 20Ncm이 적용된 B 그룹 지대주 나사들보다 훨씬 뚜렷한 코팅 탈락 현상과 마모양상이 보였다.
4. 30회의 반복적인 착탈 실험 후 적합성을 비교하였더니, A, B, C, D 그룹 모두 비슷한 적합도를 나타내었다.

결론적으로, TiN 코팅된 지대주 나사는 반복적인 사용 후에도 타이타늄 지대주 나사나 Gold-Tite 지대주 나사에 비해 뚜렷한 변화를 보이지 않았으며,

오히려 마모에 대한 저항이 우수하였다. 또한, 지대주 나사와 구성성분들이 형성하는 적합도에 있어서도 TiN 코팅된 지대주 나사는 타이타늄 및 Gold-Tite 지대주 나사와 차이가 거의 없었다. 따라서, TiN 코팅된 지대주 나사는 임상적으로 적용될 수 있으며 나사의 풀림현상을 줄이는데 도움이 되리라 사료된다. 끝으로, 32Ncm 이상의 힘과 반복적인 착탈이 가해져도 코팅이 벗겨지지 않는 코팅조건 및 방법이 고안되어져야 할 것으로 사료된다.

참고 문헌

1. Taylor. Prosthodontic problems and limitations associated with osseointegration. J Prosthet Dent 1998;79:74-78.
2. Jemt T, Pettersson P. A 3-year follow-up study on single implant treatment. J Dent 1993;21:203-208.
3. Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharassaeng K, Kan JY. Clinical complications with implants and implant prostheses. J Prosthet Dent 2003;90:121-132.
4. Binon PP, Sutter F, Beaty K, Brunski J, Gulbransen H, Weiner R. The role of screws in implant systems. Int J Oral Maxillofac Implants (supplement) 1994;9:8-63.
5. Haack JE, Sakaguchi RL, Sun T, Coffey JP. Elongation and preload stress in dental implant abutment screws. Int J Oral Maxillofacimplants 1995;10:529-536.
6. Motosh N. Development of design charts for bolts preloaded up to the plastic range. J Eng Ind 1976;98:849-851.
7. Cavazos E, Bell FA. Preventing loosening of implant abutment screws. J Prosthet Dent. 1996;75:566-569.
8. Martin WC, Woody RD, Miller BM, Miller AW. Implant abutment screw rorations and preloads for four different screw materials and surfaces.J Prosthet Dent 2001;86:24-32.
9. Drago CJ. A clinical study of the efficacy of gold-tite square abutment screws in cement-retained implant restorations. Int J Oral Maxillofac Implants 2003;18:273-278.
10. Kim SK, Lee JB, Koak JY, Heo SJ, Lee KR, Cho LR, Lee SS. An abutment screw loosening study of a Diamond Like Carbon-coated CP titanium implant. J Oral Rehabil. 2005;32:346-50.
11. Choi JU, Jeong CM, Jeon YC, Lim JS, Jeong HC, Eom TG. Influence of Tungsten Carbide/Carbon coating on the preload of

implant abutment screws. J Korean Acad Prosthodont 2006;44:229-242.
12. Mezger PR, Creugers NH. Titanium nitride coatings in clinical dentistry. J Dent 1992;20:342-344.
13. Scarano A, Piattelli M, Vrespa G, Petrone G, Iezzi G, Piattelli A. Bone healing around titanium and titanium nitride-coated dental implants with three surfaces: an experimental study in rats. Clin Implant Dent Relat Res 2003;5:103-111.
14. Scarano A, Piattelli M, Vrespa G, Caputi S, Piattelli A. Bacterial adhesion on titanium nitride-coated and uncoated implants: an in vivo human study. J Oral Implantol 2003;29:80-85.
15. Weiss EI, Kozak D, Gross MD Effect of repeated closures on opening torque values in seven abutment-implant systems. J Prosthet Dent 84:194-9, 2000.
16. Bickford JH. An introduction to the design and behavior of bolted joints. 3rd ed. New York: Marcel Dekker 528-42, 1995.
17. Shigley JE. Mechanical Engineering Design. 3rd Edition. New York: McGraw Hill, 1987:227-52.
18. Byrne D, Jacobs S, O'connell B, Houston F, Claffey N. Preloads generated with repeated tightening in three types of screws used indental implant assemblies. J Prosthodont. 2006;15(3):164-71.
19. Kim HJ, Choe HC, Kim SG, Chung CH. Effect of TiN coating of abutment screw on detorque force. Int J Oral Maxillofac Implants 2006 under review
20. Abokowitz S, Burke JJ, Hiltz RH. Titanium in industry. New York(NY): Van Nostrand Co Inc; 1955.
21. Koo CI, Chung CH, Choe HC. Effect of surface coating on the screw release of dental implant screw. J Korean Acad Prosthodont 2004;42:210-226.

22. Milic M, Milosavljevic M, Bibic N, Nenadovic T. Mechanical Properties of TiN coatings. Thin Solid Films 1985;126:319~323.
23. Binon PP. Evaluation of matching accuracy and consistency of selected implant, standard abutments and laboratory analog. Int J Prosthodont 1995;8:162-178.
24. Binon PP. Evaluation of three slip fit hexagonal implants. Implant Dent 1996;5:253-248.
25. Binon PP. Implants and components :Entering the new millennium. Int J Oral Maxillofac Implants 2000; 5:76-94.
26. Binon PP. The effect of implant/abutment hexagonal misfit on screw joint stability. Int J Prosthodont 1996; 9:149-152.
27. Binon PP, McHugh MJ. The effect of eliminating implant/ abutment rotational misfit on screw joint stability. Int J Prosthodont 1996; 9:511-519.
28. Binon PP, Sutter F, Brunski J, Gulbransen H, Weiner R. The role of screws in implant systems. Int J Oral Maxillofac Implants 1994; 9: 48-62.
29. Byren D, Houston F, Cleary R. Claffey N. The fit of cast and premachined implant abutments. J Prosthet Dent 1998; 80:184-192.
30. Carr AB, Brunski JB, Hurley E. Effect of fabrication, finishing, and polishing procedures on preload in prostheses using conventional gold and plastic cylinders. Int J Oral Maxillofac Implants 1996;11:589-598.
31. Carr AB, Brunski JB. Hurley E. The effect of finishing and polishing techniques in implant cylinder preload;9th Annual Meeting of the Academy of Osseointegration(Abstract). Int J Oral Maxilofac Implants 1995;10:123-124.