

# 임플란트 보철물 나사의 전하중 유지에 나사 표면에 따른 혐기성 나사 고정제의 효과

류승범 · 허성주\* · 곽재영 · 김성균

서울대학교 치과대학 치과보철학교실

## Effects of anaerobic sealing agents on preload maintenance of screw-retained implant prosthesis with surface of screws

Seung-Beom Ryu, Seong-Joo Heo\*, Jai-Young Koak, Seong-Kyun Kim

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea

**Purpose:** The purpose of this study was to evaluate the preload maintenance of the retaining screw when using anaerobic sealing agents in implant fixture and abutment components. Specifically, the study examines the effects of anaerobic sealing agents on different types of screws. **Materials and methods:** External hexagon implants made of titanium and anti-rotational abutments were used. Titanium abutment screws and ebony abutment screws from the same manufacturer were used. The experiment was divided into four groups (n = 10 in each group). In the control group, no sealing agent was used at the implant fixture and abutment screw interface. All abutment screws were tightened according to the manufacturer's recommended torque (30 N.cm). After 24 hours, the removal torque (detorque) of each screw was measured using a digital torque gauge device. The data were analyzed by two-way ANOVA test according to normality distribution satisfaction. **Results:** Looking at the results for each group, titanium screws and no treatment showed detorque values of  $20.3 \pm 1.6$  N.cm. titanium screws and applied anaerobic sealing agent showed detorque values of  $32.4 \pm 6.7$  N.cm. Ebony screws and no treatment showed detorque values of  $20.2 \pm 1.5$  N.cm. ebony screws and applied anaerobic sealing agent showed detorque values of  $30.4 \pm 4.5$  N.cm. **Conclusion:** The detorque value was higher in the case of using anaerobic sealing agents in both the titanium screw and ebony screw groups. But there was no difference between the two screws. (*J Korean Acad Prosthodont 2020;58:103-9*)

**Keywords:** Anaerobic sealing agent; Implant; Removal torque; Screw

### 서론

임플란트 고정체와 지대주는 지대주 나사의 기계적인 힘에 의해서 유지된다.<sup>1</sup> 임플란트 고정체-지대주 복합체에서 나사는 지대주와 고정체를 연결해주는 역할을 한다. 나사가 조여지면 고정체 내부의 나사산과 지대주 나사의 나사산 사이에서 장력이 발생한다.<sup>2</sup> 이러한 장력은 전하중이라 정의되며 체결 토크, 나사 구성요소, 나사의 디자인, 나사 계면의 마찰계수 등에 영향을 받

는다.<sup>3</sup>

임플란트 나사의 풀림은 두 단계로 나타난다고 알려져 있다. 먼저, 구강내에서 저작력에 의해 나사에 축방력이나 수평방향 혹은 수직방향의 외력이 가해질 때, 임플란트의 내부 나사산과 지대주 나사 사이의 장력이 감소하고 따라서 전하중이 감소하게 된다. 두번째로, 역치 값 이하로 전하중의 감소가 일어나면 외력이나 진동에 의해 나사의 나사산 부위가 돌아가 결론적으로 나사의 풀림이 발생하고 이러한 나사의 풀림은 나사의 파절, 보철

\*Corresponding Author: Seong-Joo Heo

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Seoul National University,  
101, Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul 03080, Republic of Korea  
+82 (0)2 2072 2661: e-mail, 0504heo@hanmail.net

Article history: Received March 2, 2020 / Last Revision March 30, 2020 / Accepted April 7, 2020

©2020 The Korean Academy of Prosthodontics

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

물의 파절, 고정체 골유착의 소실 그리고 임플란트 고정체의 파절을 야기시킬 수 있다.<sup>2</sup> 과도한 외력에 의해 나사 풀림이 발생할 뿐만 아니라 나사 풀림은 진동으로 인해 나사 체결부의 체결이 약화되었을 경우 발생한다.<sup>4,6</sup> 그러므로 나사 표면의 마찰계수와 전하중은 반비례 관계에 있다.<sup>4,7,8</sup> 나사의 풀림을 방지하기 위해 지대주 나사 길이의 변형, 나사산의 모양변형, 나사산 수와 위치의 변형, 나사 표면의 거칠기의 변형 등 다양한 방법이 고안되었다.<sup>9</sup> 또한 구강내 임플란트의 관점에서 보았을 때, 고정체의 수를 늘리고, 임플란트 보철물을 적합하게 만들고, 교합면의 크기를 감소 시키거나, 인접 치아와 접촉면을 늘리는 방법 또한 존재한다.<sup>10</sup>

윤활제와 고정제 역할을 할 수 있는 물질을 사용하면 나사의 표면과 고정제 내부 나사산의 표면에 적용하여 전하중의 감소를 막을 수 있다는 연구가 보고되었다.<sup>11</sup> 다양한 논문에서 고정체의 내부 나사산과 지대주 나사 사이를 메우는 밀봉제 또는 고정제(sealing agent)에 대해서 실리콘, 시아노아크릴레이트 접착제(cyanoacrylate-base bond), 항균제, 혐기성 나사고정제 등이 언급되었다.<sup>12-14</sup> 고정제와 관련된 논문들에서 혐기성 나사고정제와 시아노아크릴레이트 접착제와의 차이를 살펴보거나<sup>14</sup> 고정제를 사용한 경우 임플란트 고정체 내부에서 세균이 침투하지 않는다는 보고를 하였다.<sup>15</sup>

혐기성 나사고정제(anaerobic sealing agent)는 고효율, 고분자 혐기성 고정제로서 1953년 부터 기계 공업 분야에서 기계 부품들 사이에 적용하는 화학물질로 사용되었다.<sup>16</sup> 이 물질은 공업용 접착제로서 혐기성 환경, 즉 산소가 없는 환경에서 활성화된다. 아크릴레이트(acrylate)와 메타아크릴레이트(methacrylate)의 에스테르(ester)가 주 성분을 이룬다.<sup>16</sup> 혐기성 조건이 되면 활성을 시작하여 재료의 표면에 따라 활성화되는 정도는 다르다. 혐기성 나사고정제 제조사에서 강철, 동, 아연 등 금속에 대하여 경화 시간과 정도에 관련된 자료를 제공하지만, 치과에서 많이 사용되는 티타늄 표면이나 텅스텐 카바이드/탄소 코팅에서의 활성화에 관한 정보는 부족하다.<sup>17</sup>

일반적으로 나사의 마찰계수는 금속학적 성질, 기하학적 형태, 표면연마 등에 의해 영향을 받으며,<sup>18</sup> 텅스텐 카바이드/탄소 코팅은 이러한 노력의 일환으로 개발되었다. 텅스텐 카바이드를 탄소와 혼합하여 만든 무정형의 초경합금 코팅으로 텅스텐 카바이드 층과 탄소 층이 원자 두께로 교차하여 다층 구조를 이루고 있으며 내열성, 내마모성이 우수하여 절삭공구 및 기계부품에 이용되고 있다.<sup>19</sup> 텅스텐 카바이드/탄소 코팅은 임플란트 고정체-지대주 복합체에서 나사의 마찰계수를 낮추어 압축력과 회전각을 증가시켜 주지만 동시에 초기 풀림토크 값의 감소가 나타나는데,<sup>20</sup> 혐기성 나사 고정제와 관련하여 텅스텐 카바이드/탄소 코팅 나사에서의 연구는 이루어 지지 않았다.

본 논문의 목적은 임플란트 고정체-지대주 복합체에서 동일한 체결 토크에서 혐기성 나사고정제를 사용하였을 때 티타늄과 텅스텐 카바이드/탄소 코팅 나사의 풀림 토크와 전하중의 유지에 대해 관찰해보고, 혐기성 나사 고정제의 치의학 분야에서의 사

용 가능성에 대해 논의해 보고자 한다.

## 재료 및 방법

직경 4.0 mm에 길이 11.5 mm의 티타늄 재질의 외부 육각 형태(USII, Osstem, Busan, Korea)의 고정체가 사용되었다. 지대주는 직경 5.0 mm, 치은 높이 2.0 mm, 상부 높이 4.0 mm의 총 높이가 6 mm의 비 회전형 육각(hex) 구조의 지대주가 사용되었다. 지대주 나사는 동일한 제조사 제품으로 두 종류의 나사가 사용되었다. 티타늄 재질의 지대주 나사(티타늄 나사)와 Ebony 지대주 나사(Ebony 나사)가 사용되었다. Ebony 나사는 티타늄 재질의 나사를 가공한 후 텅스텐 카바이드/탄소 코팅을 하여 나사의 마찰계수를 낮추고 내마모성을 보다 높인 나사이다.<sup>20,21</sup>

임플란트 고정체는 개별주문 제작된 기구(Nikken kosakusho works, Osaka, Japan)에 고정하여서 체결하였다. 콜릿(collet)구조로 6등분되어 있는 기구 내부에 고정체를 넣고 상부 너트를 조여 고정체를 고정시켰다(Fig. 1). 지대주 나사는 제조사 권장 사항에 따라 30 N.cm로 체결하였다. 지대주 나사의 체결에는 콘트라 앵글 토크 장치(Torq Control Ref. 15000, Anthogyr, Sallanches, France)를 사용하였다.

본 실험에서는 혐기성 나사 고정제가 사용되었다. 제조사(Loctite, Henkel, Düsseldorf, Germany) 분류 중 손 공구를 이용해 체결을 풀 수 있는 중강도 제품이 사용되었다. 본 실험에 사용된 혐기성 나사 고정제(Loctite 243 Threadlocker, Loctite, Henkel, Düsseldorf, Germany)의 주 성분은 테트라메틸렌 다이메타아크릴레이트(tetramethylene dimethacrylate)로 전체 성분의 10-30%를 차지한다. 추가적으로 1-5% 비정형 형태의 실리카(amorphous fumed silica), 1-5% 에틴(ethene, homopolymer), 프로판-1,2-다이올(propane-1,2-diol) 등으로 구성되어있다. 색상은 청색이며, 사용온도는 영하 54°C - 영상 150°C, 25°C에서 강철(steel)기준으로 초기경화시간 5분에서 완전경화 24시간이다.<sup>17</sup> 풀림 토크는 지대주 나사 초기 체결 후 24시간 후에 측정하였으며, 측정에는 디지털 토크 측정장비(MGT50, Mark-10 Co.,

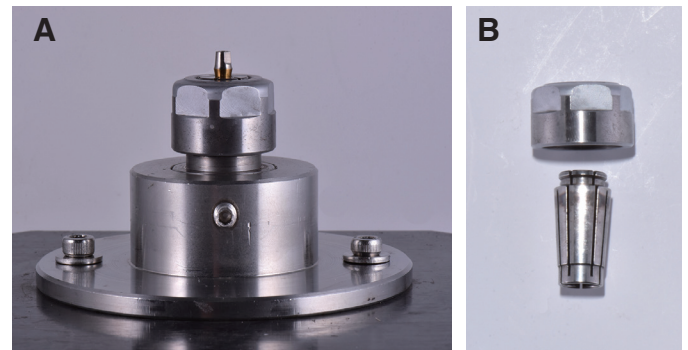


Fig. 1. (A) Implant-abutment assembly was clamped into implant holder. (B) Detailed internal structure of clamping tool (Nut, Collet).



Fig. 2. Digital torque gauge.

Hicksville, NY, USA)를 이용하여 측정하였다 (Fig. 2). 디지털 토크 게이지 상부에 나사 제조사와 동일 한 제조사의 1.2 육각 드라이버를 체결하여 사용하였다. 측정은 한 사람이 진행하였다. 티타늄 나사에 아무 처리하지 않은 군(TI군)과 티타늄 나사에 나사 고정제를 사용한 군(TI\_AS군), Ebony 나사에 아무 처리하지 않은 군(EB군)과 Ebony 나사에 나사 고정제를 사용한 군(EB\_AS군)에 대해 실험을 진행하였다. 총 4가지 군에서 각 10개씩의 임플란트 고정제-지대주 복합체가 사용되었다 (Table 1).

통계적 처리는 통계 처리 프로그램 SPSS 소프트웨어 버전 26.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)과 R 프로그램(The R Project for Statistical Computing; R foundation)을 사용하였다. Shapiro-Wilk로 정규성 검정 및 Bartlett의 등분산성 검정을 시행하였다. 모든 데이터가 정규분포를 따르고 등분산성을 만족하여 Two-way ANOVA test ( $\alpha = .05$ ) 를 이용하여 각 군의 유의성을 비교 검증하였다.

**결과**

각 군에 대한 결과를 살펴보면 TI 군은  $20.3 \pm 1.6$  N.cm, TI\_AS 군에서  $32.4 \pm 6.7$  N.cm, EB 군은  $20.2 \pm 1.5$  N.cm, EB\_AS

군에서  $30.4 \pm 4.5$  N.cm 로 풀림토크 평균값이 나왔다 (Table 2). Two-way ANOVA 검정 시행하였다. 주효과 검정을 통해 나사의 종류와 나사 고정제의 처리 유무를 독립변수로 풀림토크 값에 미치는 영향을 평가하였다. 나사의 종류는 풀림토크 값에 미치는 영향이 없는 것으로 나타났고 ( $P > .05$ ), 나사 고정제의 처리 유무에 관해서는 풀림토크 값에 영향을 미치는 것으로 나타났다 ( $P < .05$ ). 나사의 종류와 나사 고정제 처리 유무의 상호작용 효과에 대해서는 상호작용에 의한 영향은 없는 것으로 나타났다 ( $P > .05$ ) (Fig. 3).

Table 2. Mean values (Standard deviation) of detorque values (N.cm) according to screw type and use of anaerobic sealing agents

Group	Mean (SD)
TI	20.3 (1.6)
TI_AS	32.4 (6.7)
EB	20.2 (1.5)
EB_AS	30.4 (4.5)

TI = titanium screw, TI\_AS = titanium screw applied anaerobic sealing agent, EB = ebony screw, EB\_AS = ebony screw applied anaerobic sealing agent

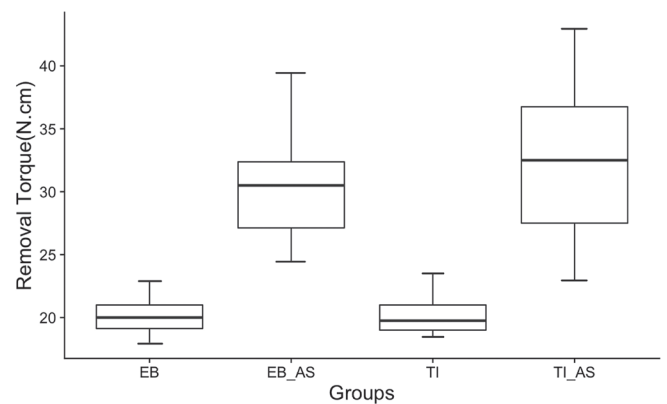


Fig. 3. Removal Torque (N.cm) of ebony screw (ebony) or titanium screw (ti) (24-hours).

TI = titanium screw, TI\_AS = titanium screw applied anaerobic sealing agent, EB = ebony screw, EB\_AS = ebony screw applied anaerobic sealing agent

Table 1. Materials and methods tested in this study

Group	Screw material	Process	N	Manufacturer	Initial tightening torque
TI	Titanium	Control	10	Osstem, Busan, Korea	30 N.cm
TI_AS		Anaerobic sealing agent	10		
EB	Titanium based tungsten-carbide/ carbon coating	Control	10		
EB_AS		Anaerobic sealing agent	10		

각 나사에 혐기성 나사 고정제를 도포한 군에서 풀림토크 값의 증가는 다음과 같았다. TI군과 TI\_AS군에서 풀림토크 평균값의 증가는 12.1 N.cm였고, EB군과 EB\_AS군의 경우 풀림토크 평균값의 증가는 10.2 N.cm로 각 나사에서 혐기성 나사고정제를 처리한 경우는 티타늄 나사에서 59.6%, Ebony 나사를 사용한 경우에서 50.5%의 풀림 토크 값의 증가가 있었다.

## 고찰

전하중은 나사의 탄성한계 내에서 나사의 체결 토크와 양의 상관관계에 있다. 지대주의 나사는 탄성회복 구간내에서 힘을 받는데 이 구간을 넘어서 힘을 받는 경우 나사는 탄성 한계 지점을 지나 소성변형을 일으킨다. 따라서 나사와 고정체 내부 나사산의 탄성한계를 벗어나는 더 큰 체결 토크로 조였다고 해서 전하중이 증가한다고 볼 수는 없다. 그러므로 이상적인 전하중은 대개 나사나 고정체 재료의 항복 강도의 60% - 80%로 나타난다.<sup>22-25</sup> 또한 나사 체결 시 체결 토크의 일부는 마찰력을 극복하기 위해 사용되기 때문에 모든 토크가 전하중으로 전환되는 것은 아니다. 체결 토크에 의해 전달되는 에너지의 대부분은 지대주 나사의 상부와 지대주 사이의 접촉면에서 발생하는 마찰력을 그리고 나머지는 나사산 사이의 접촉면에서 발생하는 마찰력을 극복하는데 소모되며, 그리고 남은 에너지가 나사의 신장에 사용된다.<sup>26,27</sup> 본 연구에서는 나사의 탄성 한계를 벗어나지 않으면서 풀림토크 값과 전하중의 안정성을 증가시키는 방법으로 혐기성 나사 고정제를 사용하였다.

결과를 보면 혐기성 나사 고정제는 나사 연결부의 풀림토크 값의 증가에 영향을 주었다. 풀림토크 값의 증가는 나사의 안정성이 증가되었다는 것을 나타내고, 임플란트 고정체-지대주 복합체에 사용된 나사의 전하중 감소가 줄었다는 것을 나타낸다.<sup>28</sup> 이 연구에서 풀림 토크의 측정은 고정체와 나사의 표면에 적용된 혐기성 나사 고정제의 효과를 측정하는데 사용되었다. 풀림 토크는 또한 제거 토크 라고도 불리우며 나사에 적용된 전하중의 정도를 측정하는데 사용된다.<sup>4,28-30</sup>

제조사 기술 데이터 문서<sup>17</sup>를 참고하여 보면 동, 강철, 스테인리스 강, 아연 유기물, 중크롬산아연에 대해 재료에 혐기성 나사고정제를 적용하였을 때 경화 시간이 알려져 있다. M10 강철 볼트와 너트를 기준으로 24시간 후 강철에 비해 동은 약 60%의 고정 강도를 보였다. 이외에 다른 재료들도 75% 이하의 고정 강도를 보였고 다양한 고정 강도를 보였다. 따라서 재료의 성질과 표면에 따라 활성화 정도가 다양할 것으로 예측된다. 치과용 임플란트의 연결에 많이 사용되는 티타늄 나사와 Ebony 나사를 사용하여 실험 진행하였고, 본 실험에서 혐기성 나사 고정제를 처리한 경우, 두 나사 중 티타늄 나사가 풀림 토크 값에서 더 큰 평균값을 보였으나 통계적으로 차이는 없었고, 두 나사의 풀림 토크의 평균값이 모두 30 N.cm 이상으로 체결 시 토크와 유사한 값을 나타내거나 더 높은 값을 보였다. 임플란트 고정체-지대주 복합체에서 Ebony 나사와 티타늄 나사의 비교 연구에 관한

논문<sup>20</sup>을 살펴보면 실험 조건에 따라 Ebony 나사의 경우 나사의 압축력과 회전력이 티타늄 나사보다 높게 나타났으나 풀림 토크 값은 낮게 나타났는데, 혐기성 나사 고정제를 사용하면 이러한 점을 보완해 초기 체결 토크보다 높은 풀림 토크 값을 나타내는 것을 본 연구를 통해 확인하였다.

혐기성 나사고정제는 고정체 내부의 나사산과 지대주 나사의 나사산 사이에서 나사 체결 후 혐기성 환경이 되었을 때 경화 작용을 시작하여 두 나사산 사이에서 굳어 고정된다. 그 결과 나사의 풀림 토크가 증가하게 된다. 풀림 토크의 증가는 전하중 유지에 기여한다고 볼 수 있다.<sup>31</sup> 나사의 풀림 토크를 측정하였을 때 체결 토크보다 풀림 토크의 값이 더 높거나 유사하면 임플란트 고정체-지대주 복합체는 더 나은 예후를 보인다.<sup>28,32</sup> 혐기성 나사 고정제의 효과로 나사의 손상없이 높은 풀림 토크를 얻을 수 있기 때문에, 나사의 전하중의 유지에 도움을 주고 임플란트 고정체와 지대주 나사 복합체의 합병증인 나사 풀림을 줄이는데 기여할 수 있을 것으로 예상된다.

혐기성 나사고정제를 바르는 양에 대해 나사 고정제 제조사의 권장사항에 따르면 “적절한 양을 나사의 스레드에 몇 방울 도포할 것”이라고 나와있고, 미 국방성 자료에 따르면 “나사의 연결부에 완전히 적용 할 것”이라고 되어 있다.<sup>17,33</sup> 하지만 이렇게 도포할 경우 과도하게 적용되어 나사의 나사산에서의 적용에 의한 영향 뿐만 아니라 나사의 상부에서 지대주와 닿는 부분의 영향과 고정체와 지대주 사이 공간에서의 영향까지 더해져 나사 표면에서의 영향과 효과를 보기 어렵고 일정한 영향을 평가하기 어렵다. 따라서 본 연구에서는 선행 연구<sup>34</sup>를 바탕으로 나사의 최상부 2 - 3개의 나사산을 제외하고 도포하여 나사 체결 시 상부로 새어 나오는 고정제의 양을 최소로 하여 지대주 나사의 나사산에 고정제를 적용한 영향만을 평가하고자 하였다 (Fig. 4).

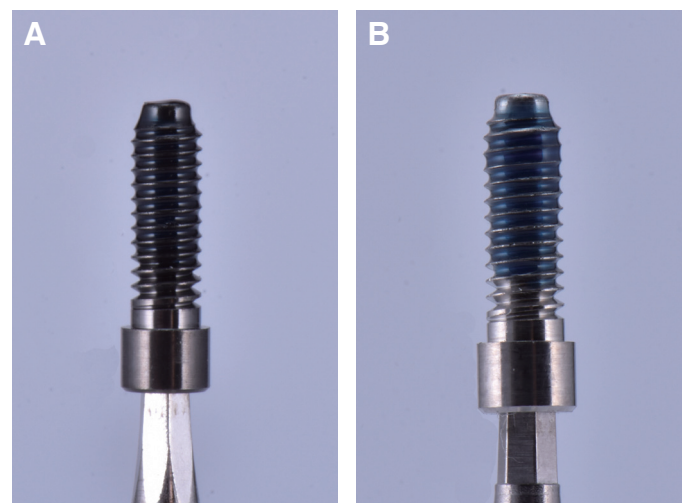


Fig. 4. Anaerobic sealing agent applied screws (A) Ebony screw, (B) Titanium screw.

임플란트에 적용된 험기성 고정체는 임플란트 고정체와 지대주 나사 사이의 미세한 기계적 오차를 물리적으로 감소시키는 역할을 할 수 있을 뿐만 아니라 미세한 누출과 미세 동요도를 감소시켜 이로서 임플란트 주위 점막염이나 임플란트 주위염 등의 생물학적 합병증을 감소시킬 수 있다.<sup>1,35</sup> 하지만 본 실험에서는 구강내의 습기가 많은 환경이나 구강내 저작력에 관해서는 고려되지 않았기 때문에, 이러한 상황에 대한 추가 실험이 고려된다. 또한 구강내에서 안전성 검증 및 구강 내에서의 연구가 추후 필요하다.

## 결론

본 연구의 한계내에서 다음과 같은 결론을 도출하였다. 험기성 나사 고정체를 사용한 경우 티타늄 나사와 ebony 나사 모두에서 풀립 토크 값이 나사 고정체를 사용하지 않은 경우보다 높게 나타났으며, 전하중이 유지되었다. 하지만 두 나사 군 간의 차이는 존재하지 않았다.

## ORCID

Seung-Beom Ryu <https://orcid.org/0000-0003-0991-4792>

Seong-Joo Heo <https://orcid.org/0000-0003-0699-4141>

Jai-Young Koak <https://orcid.org/0000-0002-0190-0778>

Seong-Kyun Kim <https://orcid.org/0000-0002-4697-1334>

## References

1. Yousef H, Luke A, Ricci J, Weiner S. Analysis of changes in implant screws subject to occlusal loading: a preliminary analysis. *Implant Dent* 2005;14:378-82.
2. Bickford JH. An introduction to the design and behavior of bolted joints. Marcel Decker: Inc.; 1995.
3. Binon PP, Binon P. The external hexagonal interface and screw-joint stability: A primer on threaded fasteners in implant dentistry. *Quint Dent Technol* 2000;23:91-104.
4. Jorge JR, Barao VA, Delben JA, Assuncao WG. The role of implant/abutment system on torque maintenance of retention screws and vertical misfit of implant-supported crowns before and after mechanical cycling. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2013;28:415-22.
5. Michalakakis KX, Calvani PL, Muftu S, Pissiotis A, Hirayama H. The effect of different implant-abutment connections on screw joint stability. *J Oral Implantol* 2014;40:146-52.
6. Sesma N, Pannuti C, Cardaropoli G. Retrospective clinical study of 988 dual acid-etched implants placed in grafted and native bone for single-tooth replacement. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2012;27:1243-8.
7. Breeding LC, Dixon DL, Nelson EW, Tietge JD. Torque required to loosen single-tooth implant abutment screws before and after simulated function. *Int J Prosthodont* 1993;6:435-9.
8. Jörn D, Kohorst P, Besdo S, Rücker M, Stiesch M, Borchers L. Influence of lubricant on screw preload and stresses in a finite element model for a dental implant. *J Prosthet Dent* 2014;112:340-8.
9. Martin WC, Woody RD, Miller BH, Miller AW. Implant abutment screw rotations and preloads for four different screw materials and surfaces. *J Prosthet Dent* 2001;86:24-32.
10. Lang LA, May KB, Wang RF. The effect of the use of a counter-torque device on the abutment-implant complex. *J Prosthet Dent* 1999;81:411-7.
11. Theoharidou A, Petridis HP, Tzannas K, Garefis P. Abutment screw loosening in single-implant restorations: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008;23:681-90.
12. Persson LG, Lekholm U, Leonhardt A, Dahlén G, Lindhe J. Bacterial colonization on internal surfaces of Brånemark system implant components. *Clin Oral Implants Res* 1996;7:90-5.
13. Piattelli A, Vrespa G, Petrone G, Iezzi G, Annibaldi S, Scarano A. Role of the microgap between implant and abutment: a retrospective histologic evaluation in monkeys. *J Periodontol* 2003;74:346-52.
14. Seloto CB, Strazzi Sahyon HB, Dos Santos PH, Delben JA, Assunção WG. Efficacy of sealing agents on preload maintenance of screw-retained implant-supported prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2018;33:123-6.
15. Ozdiler A, Bakir-Topcuoglu N, Kulekci G, Isik-Ozkol G. Effects of taper angle and sealant agents on bacterial leakage along the implant-abutment interface: An in vitro study under loaded conditions. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2018;33:1071-7.
16. Mathias CG, Maibach HI. Allergic contact dermatitis from anaerobic acrylic sealants. *Arch Dermatol* 1984;120:1202-5.
17. Henkel. Loctite 243 Technical Data Sheet and Safety Data Sheet. 2019;007.1. Available at: [https://www.henkel-adhesives.com/kr/ko/product/threadlockers/loctite\\_243.html](https://www.henkel-adhesives.com/kr/ko/product/threadlockers/loctite_243.html)
18. Burguete RL, Johns RB, King T, Patterson EA. Tightening characteristics for screwed joints in osseointegrated dental implants. *J Prosthet Dent* 1994;71:592-9.
19. Gubisch M, Liu Y, Spiess L, Romanus H, Krischok S, Ecke G, Schaefer JA, Knedlik Ch. Nanoscale multilayer WC/C coatings developed for nanopositioning: Part I. Microstructures and mechanical properties. *Thin Solid Films* 2005;488:132-9.
20. Choi JU, Jeong CM, Jeon YC, Lim JS, Jeong HC. Influence of tungsten carbide/carbon coating on the preload of implant abutment screws. *J Korean Acad Prosthodont* 2006;44:229-42.
21. Yoon KJ, Park YB, Choi H, Cho Y, Lee JH, Lee KW. Evaluation of stability of interface between CCM (Co-Cr-Mo) UCLA abutment and external hex implant. *J Adv Prosthodont* 2016;8:465-471.
22. Haack JE, Sakaguchi RL, Sun T, Coffey JP. Elongation and preload stress in dental implant abutment screws. *Int J Oral*

- Maxillofac Implants 1995;10:529-36.
23. McGlumphy EA, Mendel DA, Holloway JA. Implant screw mechanics. *Dent Clin North Am* 1998;42:71-89.
  24. Piermatti J, Yousef H, Luke A, Mahevich R, Weiner S. An in vitro analysis of implant screw torque loss with external hex and internal connection implant systems. *Implant Dent* 2006;15:427-35.
  25. Siamos G, Winkler S, Boberick KG. Relationship between implant preload and screw loosening on implant-supported prostheses. *J Oral Implantol* 2002;28:67-73.
  26. Shigley JE. *Mechanical engineering design*. 3rd ed. New York: McGraw Hill; 1985.
  27. Motosh N. Development of design charts for bolts preloaded up to the plastic range. *J Eng Ind Aug* 1976;98:849-51.
  28. Assunção WG, Delben JA, Tabata LF, Barão VA, Gomes EA, Garcia IR Jr. Preload evaluation of different screws in external hexagon joint. *Implant Dent* 2012;21:46-50.
  29. Assunção WG, Barão VA, Delben JA, Gomes ÉA, Garcia IR Jr. Effect of unilateral misfit on preload of retention screws of implant-supported prostheses submitted to mechanical cycling. *J Prosthodont Res* 2011;55:12-8.
  30. Delben JA, Barão VA, Dos Santos PH, Assunção WG. Influence of abutment type and esthetic veneering on preload maintenance of abutment screw of implant-supported crowns. *J Prosthodont* 2014;23:134-9.
  31. Sakaguchi RL, Borgersen SE. Nonlinear finite element contact analysis of dental implant components. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8:655-61.
  32. Steinebrunner L, Wolfart S, Ludwig K, Kern M. Implant-abutment interface design affects fatigue and fracture strength of implants. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:1276-84.
  33. MIL-S-46163A. Compounds: Thread-locking, anaerobic, Single-component. US-defense standard. 1974. Available at: [http://everyspec.com/MIL-SPECS/MIL-SPECS-MIL-S/MIL-S-46163A\\_16063/](http://everyspec.com/MIL-SPECS/MIL-SPECS-MIL-S/MIL-S-46163A_16063/)
  34. Ham YU, Jo KH, Jeon HH, Kim SI. Design and analysis of optimum application of thread-locker. *Korean Soc Precision Eng* 2017;5:343-4.
  35. Broggini N, McManus LM, Hermann JS, Medina RU, Oates TW, Schenk RK, Buser D, Mellonig JT, Cochran DL. Persistent acute inflammation at the implant-abutment interface. *J Dent Res* 2003;82:232-7.

## 임플란트 보철물 나사의 전하중 유지에 나사 표면에 따른 협기성 나사 고정제의 효과

류승범 · 허성주\* · 곽재영 · 김성균

서울대학교 치과대학 치과보철학교실

**목적:** 본 연구의 목적은 임플란트 지대주 나사에 협기성 나사 고정제의 적용 유무와 나사 종류에 따른 풀림 토크 값의 차이를 평가하는 것이다.

**재료 및 방법:** 외부 육각형 임플란트 고정체를 사용하였고, 동일한 제조사의 지대주와 지대주 나사가 사용되었다. 지대주 나사는 두 종류로 티타늄 재질의 나사(티타늄 나사)와 텅스텐 카바이드 코팅된 나사(Ebony 나사)가 사용되었다. 티타늄 나사에 아무 처리하지 않은 군(TI군)과 티타늄 나사에 나사 고정제를 사용한 군(TI\_AS군), Ebony 나사에 아무 처리하지 않은 군(EB군)과 Ebony 나사에 나사 고정제를 사용한 군(EB\_AS군)에 대해 실험을 진행하였다. 총 4가지 군에서 각 10개씩의 임플란트 고정체-지대주 복합체가 사용되었다. 디지털 토크 측정 장비를 사용하여 풀림 토크 값을 측정 후 통계 처리하여 각 군별 비교하였다. 정규성 분포를 만족하여 Two-way ANOVA test ( $\alpha = .05$ )를 이용하여 통계 분석하였다.

**결과:** 각 군에 대한 결과를 살펴보면 TI 군은  $20.3 \pm 1.6$  N.cm, TI\_AS 군에서  $32.4 \pm 6.7$  N.cm, EB 군은  $20.2 \pm 1.5$  N.cm, EB\_AS 군에서  $30.4 \pm 4.5$  N.cm 의 풀림 토크 값을 나타냈다.

**결론:** 협기성 나사 고정제를 사용한 경우 티타늄 나사와 ebony 나사 모두에서 고정제를 사용하지 않은 경우 보다 풀림 토크 값이 높게 나타났다. 하지만 두 나사 군 간의 차이는 존재하지 않았다. (*대한치과보철학회지 2020;58:103-9*)

**주요단어:** 협기성 나사고정제; 임플란트; 풀림토크; 나사

\*교신저자: 허성주

03080 서울 종로구 대학로 101 서울대학교 치과대학 치과보철학교실

02 2072 2661; e-mail, 0504heo@hanmail.net

원고접수일: 2020년 3월 2일 / 원고최종수정일: 2020년 3월 30일 / 원고채택일: 2020년 4월 7일

© 2020 대한치과보철학회

이 글은 크리에이티브 커먼즈 코리아 저작자표시-비영리 4.0 대한민국 라이선스에 따라 이용할 수 있습니다.