

# 사용 방법에 따른 임플란트 토크 조절기의 정확성 비교 분석 연구

조리라<sup>1</sup> · 박찬진<sup>1</sup> · 허윤혁<sup>2</sup> · 이지혜<sup>3</sup> · 김대곤<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>강릉원주대학교 치과대학 치과보철학교실, <sup>2</sup>원광대학교 산본치과병원 치과보철과, <sup>3</sup>카톨릭대학교 의정부성모병원 치과학교실

## Comparative analysis of accuracy of how to use the implant torque controllers

Lee-Ra Cho<sup>1</sup>, DDS, MSD, PhD, Chan-Jin Park<sup>1</sup>, DDS, MSD, PhD,

Yoon-Hyuk Huh<sup>2</sup>, DDS, MSD, Ji-Hye Lee<sup>3</sup>, DDS, MSD, Dae-Gon Kim<sup>1\*</sup>, DDS, MSD

<sup>1</sup>Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Gangneung-Wonju National University, Gangneung, Korea

<sup>2</sup>Department of Prosthodontics, Sanbon Dental Hospital, Wonkwang University, Gunpo, Korea

<sup>3</sup>Department of Dentistry, Uijeongbu St. Mary's Hospital, Catholic University of Korea, Uijeongbu, Korea

**Purpose:** This study was to evaluate the accuracy of how to use the Mechanical Torque-Limiting Devices. **Materials and methods:** Three different implant manufacturers (Dentium, Osstem, Shinhung) were prepared for each two implant torque controllers. Divided into two groups depending on the method used for removal torque was measured. Repeated measures of ANOVA test ( $\alpha=.05$ ) was used as statistics to evaluate the effect of repeated loading number on the removal torque. Independent t-test was used to evaluate the difference in removal torque of two groups. **Results:** The removal torque significantly decreased as the number of loading repetition increased ( $P<.05$ ). There was significant difference between two groups. **Conclusion:** Loosen the handle part of the implant torque controllers spring resilience to recover one group compared to the group that did not, showed a little more closed to the reference value. (*J Korean Acad Prosthodont 2013;51:300-6*)

**Key words:** Mechanical Torque-Limiting Devices; Detorque; Spring

## 서론

제조회사에 따라 다양한 형태와 재료로 만들어지는 임플란트는 임플란트 고정체와 지대주, 지대주 나사 등으로 구성된다. 이중 임플란트 나사는 임플란트 고정체와 지대주를 연결하며, 구강내 환경에서 임플란트가 적절한 기능을 하는데 있어 필수적인 구성 요소이다. 임플란트 나사는 제조회사에서 권장하는 적절한 토크로 일정한 조임력을 유지해야 하는데 나사의 조임력이 작으면 기능력에 대해 임플란트 고정체와 지대주 및 보철물을 연결하는 나사 풀림을 야기하고, 조임력이 너무 크면 나사 파절, 나사산 표면 마모 등으로 인한 임플란트 구성요소간의 실패를 유발한다.<sup>1-5</sup>

임플란트 나사의 토크를 적용하는데 가장 일반적으로 사용되는 핸드 드라이버는 임상가들이 쉽고 편하게 사용할 수 있어 1차적으로 나사 조임을 하는데 사용할 수 있으나, 최종 조임력을 적용하는데 있어서는 임상가의 경험 수준이나 시스템 등에 따라 다양한 오차가 발생되어 최종 토크를 적용할 때는 추천되지 않는다.<sup>6,9</sup> 이와 같은 이유로 임플란트 제조회사는 각각의 시스템마다 권장하는 적절한 토크를 적용하고 임상가가 원하는 조임력을 적용하기 위해 토크의 크기를 제어할 수 있는 다양한 형태의 토크 조절기를 개발하였다.<sup>5</sup>

토크 조절기(Torque-Limiting Device)는 형태에 따라 전자식, 기계식으로 나누어진다. 전자식 토크 조절기는 임상가가 원하는 토크값을 입력하면 핸드피스를 통해 적절한 토크가 적용되

\*Corresponding Author: Dae-Gon Kim

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Gangneung-Wonju National University, Jukheon-gil 7, Gangneung City, Gangwon-do, 210-702, Korea  
+82 33 640 2761: e-mail, musclemat@gvnu.ac.kr

Article history: Received September 13, 2013 / Last Revision September 26, 2013 / Accepted October 4, 2013

\*이 논문은 2011년도 강릉원주대학교 치과병원 학술연구조성비(연구번호: SR1101) 지원에 의하여 수행되었음.

© 2013 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/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

는 방식이고 기계식 토크 조절기는 술자가 직접 기계적인 장치를 이용하여 원하는 토크값을 적용하는 것을 말한다. 기계식 토크 조절기는 그 형태가 다양하여 콘트라앵글 핸드피스에 회전력의 크기가 정해진 콘트롤러를 끼워 사용하는 장치, 토크의 크기를 나타내는 눈금자가 표시된 곳에 활의 힘을 이용해서 조임력을 적용하는 장치(spring-style), 일정 토크 수준이 넘으면 핸들의 앞 부위가 격여지도록 만들어진 장치(friction-style) 등 다양한 방식의 기계식 토크 조절기가 사용되고 있다.<sup>10</sup> 하지만 다양한 형태의 기계식 토크 조절기도 각각의 형태나 사용 횟수와 시기, 사용 방법 및 소독 시기와 소독 방법 등에 따라서 다양한 오차가 발생하는 것으로 보고되고 있다.<sup>4,6,11-13</sup> 이에 따라 토크 조절기의 오차 발생을 줄이고 정확도를 유지하기 위해서는 정기적인 점검과 장비의 보정을 권유하고 있다.<sup>6,14,15</sup>

그러나 토크 조절기가 정확한 토크값의 수준을 유지하기 위해 사용 횟수나 기간에 따라 그리고 어떤 방법과 형태로 관리와 점검이 이루어져야 하는지에 대한 적절한 가이드라인은 없다. 또한 임상가들이 토크 조절기의 정확도를 측정하기 위해 다른 새로운 장비를 구매하거나 임플란트 제조사에 일정 기간마다 토크 조절기의 정확도 평가를 의뢰해서 점검과 보정을 받기에는 현실적으로 많은 어려움이 따른다.

따라서 본 연구에서는 임상에서 사용되고 있는 기계식 토크 조절기 중 가장 보편적으로 사용되고 구조가 비교적 간단한 형태의 기계식 토크 조절기를 선택하여 토크 조절기를 사용하는 방법에 따라서 제조사에서 권장하는 토크를 적용하고 유지하는데 정확도의 차이가 있는지를 비교, 분석하고자 하였다.

## 연구 재료 및 방법

### 1. 연구 재료

#### 1) 토크 조절기

토크 최대값 제한 장치 형태의 기계식 토크 조절기를 사용하고 있는 3개 제조회사 제품과 사용기간이 36개월인 토크 조절기를 사용 방법에 따라 두 그룹으로 나누어 총 6개의 기계식 토크 조절기를 준비하였다.

세 종류 토크 최대값 제한 장치 형태의 기계식 토크 조절기 내부 구성은 3개 제조회사 제품 모두 같은데 그 구성을 살펴보면 토크 드라이버가 연결되는 머리부분, 토크 조절기 몸통부분, 몸통 내부의 스프링, 토크의 크기를 돌려서 조절할 수 있는 핸들부분으로 구성되어 있다(Fig. 1).

36개월을 사용한 토크 조절기를 사용 방법에 따라 두 개의 그룹으로 나누어 실험하였는데, 한 그룹(그룹 1, Fig. 2)은 사용할 때는 핸들부분을 원하는 토크값에 맞춰 조여주고(30 Ncm) 토크 조절기를 사용한 뒤에는 다시 핸들부분을 풀어서 토크 조절기 내부의 스프링이 압축력에 의해 변형되는 것을 막고 스프링의 복원력을 회복하였다. 또 다른 한 그룹(그룹 2, Fig. 3)은 사용할 때 원하는 토크값에 맞춰 핸들부분을 조이고(30 Ncm) 토크 조절기를 사용한 뒤에도 핸들부분을 풀어내지 않고 토크 조절기 내부의 스프링을 압축력 하에 유지하여 실험기간 동안 계속 사용하였다.



Fig. 1. Mechanical Torque-Limiting Devices (MTLDs). From top to bottom, head, body, spring, handle. A: Dentium MTLD, B: Osstem MTLD, C: Shinhung MTLD.

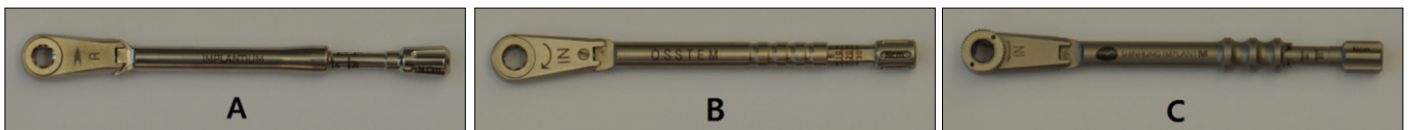


Fig. 2. Group 1: Loosen the handle portion of MTLDs. A: Dentium MTLD, B: Osstem MTLD, C: Shinhung MTLD.

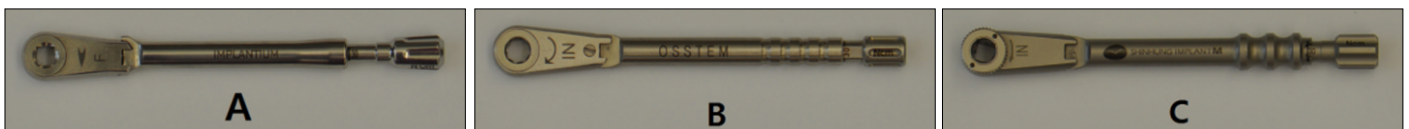


Fig. 3. Group 2: Tighten the handle portion of MTLDs. A: Dentium MTLD, B: Osstem MTLD, C: Shinhung MTLD.

- ① Dentium Mechanical Torque-Limiting Device (Dentium, Seoul, Korea)
- ② Osstem Mechanical Torque-Limiting Device (Osstem, Seoul, Korea)
- ③ Shinhung Mechanical Torque-Limiting Device (Shinhung, Seoul, Korea)

2) 임플란트 고정체, 지대주 및 지대주 나사

직경 4.0 mm, 길이 10.0 mm의 Shinhung Implant M (Shinhung, Seoul, Korea) 임플란트 고정체 30개와 직경 5.5 mm, 치은 높이 3.0 mm 인 Shinhung Implant M (Shinhung, Seoul, Korea) 임플란트 시멘트 유지형 지대주와 지대주 나사 30개를 각각 사용하였다(Fig. 4).

2. 연구 방법

1) 시편 제작

① 임플란트 고정(Fig. 5)

동일한 형태의 레진블록 제작을 위해 실리콘 인상재(Exafine putty type, GC Corporation., Tokyo, Japan)를 이용하여 주형을 제작하였다. 임플란트는 치과용 서베이어를 이용하여 지면에 수직이 되도록 폴리메틸메타아크릴레이트 자가중합형레진(Orthojet. Lang Dental Manufacturing Co., Inc. Wheeling, USA)을 이용하여 임플란트 고정체의 나사산이 잠기도록 고정하였다.



Fig. 4. Implant fixture, abutment, abutment screw used for this study.



Fig. 5. Specimen preparation. Implant fixture to resin block is fixed. Then connect abutment and abutment screw.

레진블록은 20 mm × 20 mm × 20 mm의 정육면체가 되도록 다이아몬드 날을 가진 절단기 및 연마기(Exakt Cutting & Grinding System Apparatebbau, Norderstedt, Germany)와 600, 800, 1000번 사포를 이용하여 절삭과 연마 후 초음파 세척기에 넣어 1분간 적용하고 세척하였다.

② 레진블록의 고정

각 고정체에 지대주를 반복적으로 장착 및 탈착하기 위해 시편을 맞춤 고정장치를 이용하여 지면과 평행하게 장착시켰다.

2) 임플란트와 지대주 및 나사의 연결

각각의 지대주를 임플란트 고정체에 연결하고 토크 조절기를 사용하여 지대주 나사를 제조사에서 권장하는 30 Ncm의 힘으로 고정하였다.

3) 지대주 나사의 조임과 풀림의 반복 및 각각의 풀림 토크값 측정(Fig. 6)

각각의 기계식 토크 조절기를 사용하여 지대주 나사를 조이고, 맞춤고정장치와 토크측정기(MGT12, Mark-10 Inc., New York, USA)를 이용하여 풀림 토크값을 측정하였다. 지대주 나사를 조이고 난 후 계면의 표면침하에 따른 전하중 소실을 보상하기 위해 10분 후 재조임을 하였고 다시 10분이 지나면 지대주 나사를 풀었다.<sup>16</sup> 지대주 나사는 반복 사용하여 조임과 풀림을 총 20회씩 반복 측정하였고, 각각의 반복 측정마다 10분의 시간 간격을 유지하였다. 6개의 기계식 토크 조절기마다 임플란트 시편을 5개씩 준비하여 지대주 나사의 조임과 풀림 과정을 반복하였다.



Fig. 6. Removal torque value measuring set. This is composed of a digital torque gauge, a specimen loading apparatus, an aluminum framework, and specimen grip device.

### 3. 통계 분석

통계 처리는 SPSS 통계 프로그램(SPSS 20.0 for Window, SPSS Inc., Chicago, USA)을 이용하여 분석하였다. 반복된 지대주 나사 풀림력 검사에 대해서 지대주 나사 풀림 토크값은 3개 제조회사 별로 repeated measures of ANOVA test를 시행하였고( $\alpha=0.05$ ) Scheffe's test로 사후 검정하였다. 사용 방법의 차이에 따른 두 그룹간의 비교를 위해 독립표본 t-검정(Independent sample t-test)을 시행하고 95% 유의수준에서 검증하였다.

### 결과

모든 실험군에서 반복 측정에 따라 풀림 토크값이 유의성 있게 감소하는 것으로 나타났다(Fig. 7). 제조회사 별 기계식 토크 조절기와 사용 방법에 따른 두 군의 비교에서는 토크 조절기

를 사용한 뒤에 다시 핸들부분을 풀어서 토크 조절기 내부의 스프링이 압축력에 의해 변형되는 것을 막고 스프링의 복원력을 회복한 그룹(그룹 1)과 토크 조절기를 사용한 뒤에도 핸들부분을 풀어내지 않고 토크 조절기 내부의 스프링을 압축력 하에 유지한 그룹(그룹 2) 간에 풀림 토크값은 유의한 차이가 있었다( $P<0.001$ ) (Table 1).

제조사에서 권장한 기준값(30Ncm)에 대한 두 그룹간의 풀림 토크 평균값을 비교해보면 그룹 1이 그룹 2에 비해 좀 더 기준값에 가까운 결과를 보였다.

### 고찰

토크 최대값 제한 장치 형태의 기계식 토크 조절기는 핸들부위를 조정하여 원하는 지정하중을 정하고 핸들부위를 당김과 동시에 외력이 토크 조절기 내부의 스프링에 작용해서 압축력

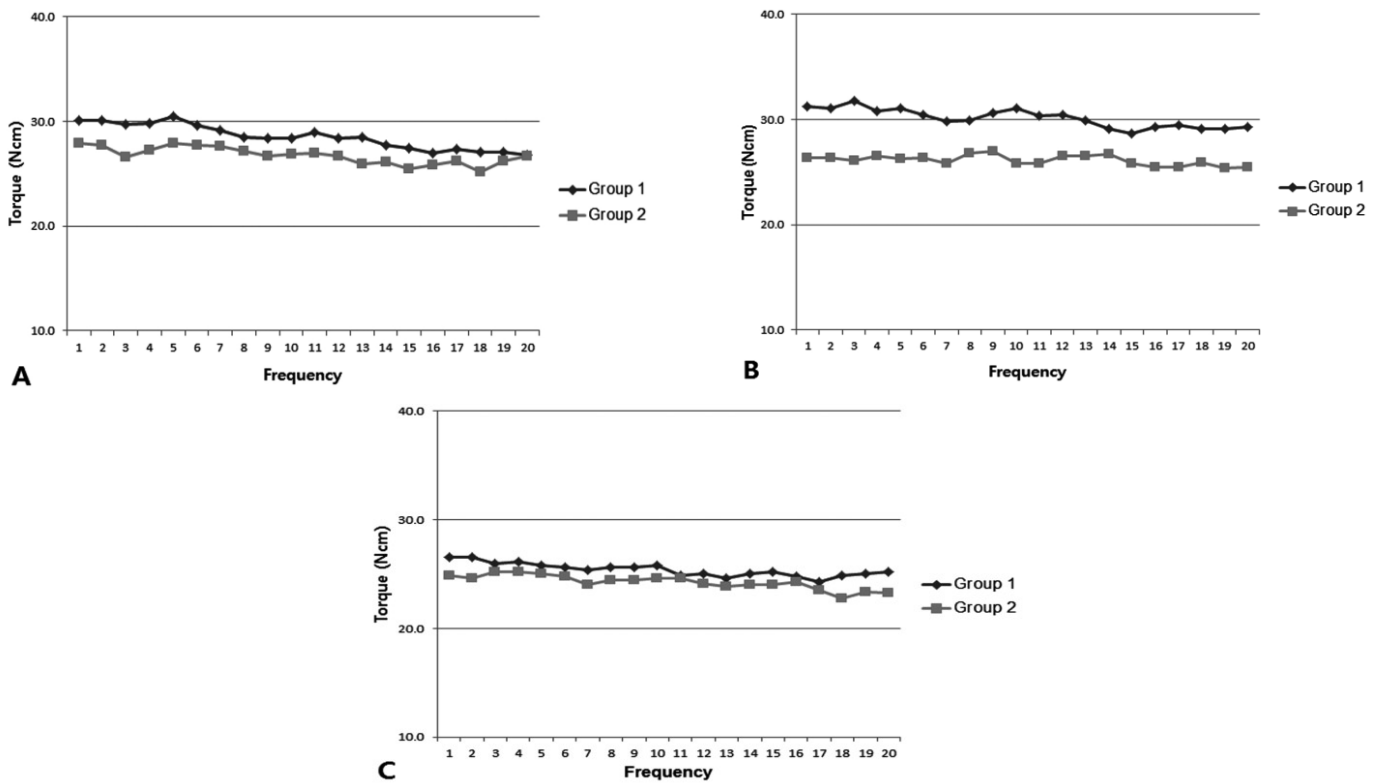


Fig. 7. Comparison between Group 1 and Group 2 removal torque value. A: Dentium MTLD, B: Osstem MTLD, C: Shinhung MTLD.

Table 1. Test samples with the initial torque, removal torque of each groups

Group	Initial torque value (Ncm)	Group 1 removal torque value Mean ± SD (Ncm)	Group 2 removal torque value Mean ± SD (Ncm)	Independent t-test P value
Dentium MTLD	30	28.5 ± 1.1	26.7 ± 0.8	$P<0.001$
Osstem MTLD	30	30.1 ± 0.9	26.1 ± 0.5	$P<0.001$
Shinhung MTLD	30	25.4 ± 0.6	24.3 ± 0.6	$P<0.001$

에 의한 스프링의 단위 변형이 일어나 임상가가 원하는 토크 값을 적용하는 방식의 장치이다.

스프링은 물체의 탄성 또는 변형에 의한 에너지 축적 등을 이용한 기계요소로서 지속적인 하중이 계속 가해질 경우에는 압축력에 의한 스프링의 변형이 발생하고 스프링이 포함된 장치의 사용 기간 및 관리 방법에 따라 많은 변형과 오차가 발생할 수 있다.

Gutierrez 등<sup>14</sup>은 소독 과정 중에 발생하는 스프링의 노하나 부식, 마모 등으로 인해 토크 조절기의 정확도에 영향을 미칠 수 있음을 확인하였고, McCracken 등<sup>15</sup>은 열처리 과정 중 토크렌치 내부의 윤활제가 스프링과 엉겨 붙어 고압증기 멸균소독 후 토크값의 증가를 관찰하였다. 그리고 Dellinges와 Curtis<sup>10</sup>도 고압증기멸균소독과 화학증기멸균소독 후 기준 토크값에 대해 실제 적용된 토크값의 다양한 변화가 발생한 것을 보고하였다.

앞선 많은 실험에서 토크 조절기의 형태, 사용 횟수와 시기 및 소독 횟수와 방법 등에 따라 정확도에 있어서 많은 차이가 있음이 보고되었고 토크 조절기의 정확도를 유지하기 위해서는 정기적인 점검과 장비의 보정을 권유하였으나 토크 조절기의 관리와 점검에 대한 적절한 가이드라인은 현실적으로 없는 상황이다. 하지만 이번 실험을 통해 임상에서 쉽게 사용한 뒤 관리하는 방법을 조금만 바꾸더라도 토크 조절기의 정확도가 유지될 수 있는지에 대한 평가를 하였다.

사용할 때 마다 핸들부위를 원하는 토크값에 맞춰 조여 준 뒤 토크 조절기를 사용한 뒤에는 다시 핸들 부위를 풀어서 토크 조절기 내의 스프링이 압축력에 의해 변형되는 것을 막고 스프링의 복원력을 회복하고자 한 그룹은 토크 조절기를 사용한 뒤에도 핸들부위를 풀어내지 않고 토크 조절기 내 스프링을 압축력 하에 계속 유지하여 사용한 그룹과 비교하여 통계적으로 유의한 차이가 관찰되었는데, 스프링 변형에 의한 토크 조절기의 오차를 최대한 줄이기 위해 토크 조절기를 사용한 후에는 토크 조절기 내부의 스프링이 원래의 형태를 회복될 수 있도록 핸들 부위를 다시 풀어주는 것이 술자가 원하는 적절한 토크값을 장기간 유지하면서 사용하는데 도움이 될 것으로 생각된다.

이번 실험에 사용된 토크 최대값 제한 장치 형태의 기계식 토크 조절기는 기준 토크값에 대하여 다양한 오차율을 나타내었고, 이는 앞서 많은 연구에서 기준 토크값의 10% 범위 내에서 발생하는 오차는 임상적으로 사용하는데 큰 문제가 없다고 보고한 기준에 비춰볼 때<sup>5,12</sup> 각각의 기계식 토크 조절기에 대한 보정 작업은 반드시 필요하리라 생각된다.<sup>6,13-15</sup> 하지만, 두 그룹 간에 풀림 토크 차이가 거의 10% 정도의 범위여서 기계식 토크 조절기의 보정 작업만 제대로 이루어진다면 이후에 사용하는 데에는 큰 문제가 없을 것으로 보인다.

이번 연구는 기계식 토크 조절기의 사용 기간에 따른 정확한 사용 횟수, 소독 횟수와 소독 방법의 차이, 그리고 임상 상황에서 발생할 수 있는 다양한 사용 방법과 유지 관리 방법 등의 변

수들을 정확하게 통제하지 못했다는 한계를 지니고 있어 여러 요소들을 같은 환경에서 똑같이 유지할 수 있다면 좀 더 정확하고 신뢰할 수 있는 실험 결과를 얻을 수 있었을 것으로 생각된다. 또한 임플란트 고정체, 지대주 및 지대주 나사는 한 회사의 제품을 이용하였으나 기계식 토크 조절기는 세 개 회사의 제품을 이용하여 분석하였기에 이에 따른 풀림 토크의 차이가 발생할 수 있어 각각의 제조회사에 따른 기계식 토크 조절기의 정확도를 분석함에는 무리가 있다. 각각의 제조회사에 따른 임플란트 고정체, 지대주 및 지대주 나사와 기계식 토크 조절기를 사용하여 실험을 할 수 있다면 좀 더 임상적으로 유의한 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

## 결론

토크 조절기를 사용한 뒤 다시 핸들부위를 풀어서 토크 조절기 내부의 스프링이 압축력에 의해 변형되는 것을 막고 스프링의 복원력을 회복한 그룹은 그렇게 사용하지 않은 그룹과 통계적으로 유의한 차이가 관찰됐고, 기준 토크값(30 Ncm)에 좀 더 가까운 풀림 토크값을 보였다.

## References

1. Jaarda MJ, Razzoog ME, Gratton DG. Ultimate tensile strength of five interchangeable prosthetic retaining screws. *Implant Dent* 1996;5:16-9.
2. Jaarda MJ, Razzoog ME, Gratton DG. Comparison of "look-alike" implant prosthetic retaining screws. *J Prosthodont* 1995;4:23-7.
3. Jaarda MJ, Razzoog ME, Gratton DG. Geometric comparison of five interchangeable implant prosthetic retaining screws. *J Prosthet Dent* 1995;74:373-9.
4. Mitrani R, Nicholls JI, Phillips KM, Ma T. Accuracy of electronic implant torque controllers following time in clinical service. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001;16:394-9.
5. Standlee JP, Caputo AA, Chwu MY, Sun TT. Accuracy of mechanical torque-limiting devices for implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17:220-4.
6. Vallee MC, Conrad HJ, Basu S, Seong WJ. Accuracy of friction-style and spring-style mechanical torque limiting devices for dental implants. *J Prosthet Dent* 2008;100:86-92.
7. Tan KB, Nicholls JI. The effect of 3 torque delivery systems on gold screw preload at the gold cylinder-abutment screw joint. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17:175-83.
8. Dellinges MA, Tebrock OC. A measurement of torque values obtained with hand-held drivers in a simulated clinical setting. *J Prosthodont* 1993;2:212-4.
9. Gross M, Kozak D, Laufer BZ, Weiss EI. Manual closing torque in five implant abutment systems: an in vitro comparative study. *J Prosthet Dent* 1999;81:574-8.
10. Dellinges M, Curtis D. Effects of infection control procedures on the accuracy of a new mechanical torque wrench system for implant restorations. *J Prosthet Dent* 1996;75:93-8.
11. Saboury A, Sadr SJ, Fayaz A, Mahshid M. The effect of aging

- on the accuracy of new friction-style mechanical torque limiting devices for dental implants. *J Dent* 2013;10:41-50.
12. McCracken MS, Mitchell L, Hegde R, Mavalli MD. Variability of mechanical torque-limiting devices in clinical service at a US dental school. *J Prosthodont* 2010;19:20-4.
  13. Standlee JP, Caputo AA. Accuracy of an electric torque-limiting device for implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14:278-81.
  14. Gutierrez J, Nicholls JI, Libman WJ, Butson TJ. Accuracy of the implant torque wrench following time in clinical service. *Int J Prosthodont* 1997;10:562-7.
  15. Binon PP. Evaluation of the effectiveness of a technique to prevent screw loosening. *J Prosthet Dent* 1998;79:430-2.
  16. Siamos G, Winkler S, Boberick KG. Relationship between implant preload and screw loosening on implant-supported prostheses. *J Oral Implantol* 2002;28:67-73.

# 사용 방법에 따른 임플란트 토크 조절기의 정확성 비교 분석 연구

조리라<sup>1</sup> · 박찬진<sup>1</sup> · 허윤혁<sup>2</sup> · 이지혜<sup>3</sup> · 김대근<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>강릉원주대학교 치과대학 치과보철학교실, <sup>2</sup>원광대학교 산본치과병원 치과보철과, <sup>3</sup>카톨릭대학교 의정부성모병원 치과학교실

**연구 목적:** 임상에서 가장 보편적으로 사용되는 기계식 토크 조절기를 선택하여 토크 조절기를 사용하는 방법에 따라서 제조사에서 권장하는 토크를 적용하고 유지하는데 정확도의 차이가 있는지를 비교, 분석하고자 하였다.

**연구 재료 및 방법:** 36개월을 사용한 3개 제조회사 제품의 토크 최대값 제한 장치 형태의 기계식 토크 조절기를 대상으로 하였다. 토크 조절기를 사용할 때마다 핸들 부위를 조이고 사용 후에는 핸들 부위를 풀어서 토크 조절기 내부의 스프링이 압축력에 의해 변형되는 것을 막고자 한 그룹과 토크 조절기를 사용 후에도 핸들 부위를 풀어내지 않고 토크 조절기 내부의 스프링이 압축력 하에 유지되게 사용한 그룹으로 나누어, 총 6개의 토크 조절기를 이용하여 풀림 토크를 측정하였다. 반복 측정에 따른 풀림 토크값의 차이를 비교하기 위해 repeated measures of ANOVA test ( $\alpha=0.05$ )를 사용하였고, 사용 방법의 차이에 따른 두 그룹간의 비교를 위해 독립표본 t-검정 (Independent sample t-test)을 시행하였다.

**결과:** 모든 실험군에서 반복 측정에 따라 풀림 토크값이 유의성 있게 감소하는 것으로 나타났고( $P<0.05$ ), 사용 방법에 따른 두 그룹 간에 풀림 토크값은 유의한 차이가 있었다.

**결론:** 토크 조절기를 사용한 뒤 다시 핸들부분을 풀어서 토크 조절기 내부의 스프링이 압축력에 의해 변형되는 것을 막고 스프링의 복원력을 회복한 그룹은 그렇게 사용하지 않은 그룹과 통계적으로 유의한 차이가 관찰됐고, 기준 토크값(30 Ncm)에 좀 더 가까운 풀림 토크값을 보였다. (대한치과보철학회지 2013;51:300-6)

**주요단어:** 토크 최대값 제한 장치 형태의 기계식 토크 조절기; 풀림 토크값; 스프링

\*교신저자: 김대근  
210-702 강원도 강릉시 죽헌길 7 강릉원주대학교 치과대학 치과보철학교실  
033-640-2761: e-mail, muscleman@gwnu.ac.kr  
원고접수일: 2013년 9월 13일 / 원고최종수정일: 2013년 9월 26일 / 원고채택일: 2013년 10월 4일

© 2013 대한치과보철학회  
이 글은 크리에이티브 커먼즈 코리아 저작자표시-비영리 3.0 대한민국 라이선스에 따라 이용할 수 있습니다.

\*이 논문은 2011년도 강릉원주대학교 치과병원 학술연구조성비(연구번호: SR1101) 지원에 의하여 수행되었음.