



## 저작자표시-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#) 

2013년

2월

석사학위논문

2013년 2월  
석사학위논문

임플란트 고정체에 대한 기성 지대주와 맞춤형 CAD-CAM 지대주의 적합에 관한 비교

# 임플란트 고정체에 대한 기성 지대주와 맞춤형 CAD-CAM 지대주의 적합에 관한 비교

조선대학교 대학원

치 의 학 과

김 종 욱

김종욱

임플란트 고정체에 대한 기성  
지대주와 맞춤형 CAD-CAM  
지대주의 적합에 관한 비교

A Comparative Study of Fitness of  
Ready-made Abutment and CAD-CAM  
custom-made Abutment with Implant Fixture

2013년 2월 25일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

김 종 욱

임플란트 고정체에 대한 기성  
지대주와 맞춤형 CAD-CAM  
지대주의 적합에 관한 비교

지도교수 김 희 중

이 논문을 치의학 석사학위신청 논문으로 제출함

2012년 10월

조선대학교 대학원

치 의 학 과

김 중 욱

# 김종욱의 석사학위 논문을 인준함

위원장 조선대학교 교수 정재현 (인)

위원 조선대학교 교수 김희중 (인)

위원 조선대학교 교수 손미경 (인)

2012년 11월

조선대학교 대학원

# 목 차

ABSTRACT .....	v
I. 서 론 .....	1
II. 실험재료 및 방법 .....	3
III. 실험 결과 .....	7
IV. 고 찰 .....	11
V. 결 론 .....	14
참고문헌 .....	15

# 표 목 차

Table 1. Types of Implant system, Abutment, Screws and torque value used in this study.	5
Table 2. Preloading reverse torque values, and statistical analysis for RTV by Kruskal-Wallis test. ....	7
Table 3. Assessment of significant difference between abutment groups for Preloading RTV by Mann-Whitney test. ....	8

# 도 목 차

Fig. 1. Internal type implant fixture(GSⅢ, Osstem, Busan, Korea) .....	3
Fig. 2. Abutments used in this study. (a) Ready-made abutment(Transfer abutment, Osstem, Busan, Korea), (b) CAD-CAM custom-made abutment (Smart abutment, Osstem, Busan, Korea), (c) CAD-CAM custom-made abutment(Myplant abutment, Raphabio Co., Seoul, Korea) .....	4
Fig. 3. Screws used in this study. (a) Ready-made screw(Ebonygold, Osstem, Busan, Korea), (b) CAD-CAM custom-made screw(Titanium, Raphabio Co., Seoul, Korea) .....	4
Fig. 4. Prosthetic motor screw driver(a) and Digital torque wrench(b) .....	5
Fig. 5. Ground and polished specimen .....	6



Fig. 6. FE-SEM( $\times 30, \times 150, \times 400$ ) images of fixture-abutment interface in each group.

(a) Ready-made abutment(Transfer abutment), (b) CAD-CAM custom-made abutment(Smart abutment), (c) CAD-CAM custom-made abutment(Myplant abutment)

..... 9

Fig. 7. FE-SEM( $\times 30, \times 150$ ) images of abutment-screw interface in each group.

(a) Ready-made abutment(Transfer abutment), (b) CAD-CAM custom-made abutment(Smart abutment), (c) CAD-CAM custom-made abutment(Myplant abutment)

..... 10

Fig. 8. FE-SEM( $\times 30$ ) images of fixture-screw interface in each group.

(a) Ready-made abutment(Transfer abutment), (b) CAD-CAM custom-made abutment(Smart abutment), (c) CAD-CAM custom-made abutment(Myplant abutment)

..... 10

# ABSTRACT

## A Comparative Study of Fitness of Ready-made Abutment and CAD-CAM custom-made Abutment with Implant Fixture

Kim, Jong-Wook

Advisor : Prof. Kim, Hee-Jung, D.D.S, Ph.D.

Department of Dentistry

Graduate School of Chosun University

Currently, custom-made abutment using CAD-CAM is produced not only in foreign countries but also in Korea. Suspicion is growing a lot on precision of domestically produced CAD-CAM custom-made abutment and stability of screws. Therefore, in this study, domestically manufactured implant fixture are selected and Ready-made abutment, CAD-CAM custom-made abutment manufactured from the same company, domestically manufactured CAD-CAM custom-made abutment are fabricated and stability and fitness between implant fixtures, abutment and screw are to be studied.

Working casts are fabricated and then Ready-made abutment (Transfer abutment, Osstem, Busan, Korea), CAD-CAM custom-made abutment (Smart abutment, Osstem, Busan, Korea) and CAD-CAM custom-made abutment (Myplant, Raphabio Co., Seoul, Korea) were fabricated five each and screws used were provided by each company. Fixture and abutments were tightening with 30Ncm

according to the manufacturer's instruction and then Preloding reverse torque value were measured 3 times repeatedly. Using Kruskal-Wallis test( $P < 0.05$ ), significant relation between abutments were analyzed. After specimens were embedded into epoxy resin, wet cutting and polishing were performed and FE-SEM imaging was performed, on the contact interface.

The results were as follows:

1. CAD-CAM custom-made abutment(Myplant abutment) manufactured domestically showed lower Preloding reverse torque value with statistically significant difference than the Ready-made abutment(Transfer abutment) and CAD-CAM custom-made abutment (Smart abutment) manufactured from the same company
2. Ready-made abutment(Transfer abutment) and CAD-CAM custom-made abutment(Smart abutment) manufactured from the same company showed fine fitness in the fixture-abutment, fixture-screw, abutment-screw interface. However, CAD-CAM custom-made abutment(Myplant abutment) manufactured domestically showed marginal gap in the fixture-abutment interface.

Conclusively, in domestically manufactured CAD-CAM custom-made abutment(Myplant abutment) the Preloding torque value is measured low and the fitness between fixture and abutment decreased compared to that in Ready-made abutment(Transfer abutment) or CAD-CAM custom-made abutment(Smart abutment) manufactured from the same company

# I. 서론

상실된 치아를 임플란트로 수복하는 것은 효과적인 치료방법으로 이용되고 있으며 또한 장기적으로 성공적인 임상결과를 보이고 있다. 과거에 임플란트를 이용한 치료의 목적이 단지 저작기능의 회복에 초점을 두었다면 최근에는 기능 뿐 아니라 자연치와 유사한 심미성을 회복하는 데에 중점을 두고 있다.<sup>1,2</sup>

치아 결손부의 상태는 환자에 따라 다양한데, 잔존 치조골양이 부족하거나 연조직이 너무 얇은 상악 전치부위, 치조골 소실이 심한 구치부나 외과적 절제로 인해 상,하악에 큰 결손부가 존재하는 경우에는 임플란트 고정체가 이상적인 위치에서 벗어나거나 너무 깊이 식립 되거나 다수 고정체의 식립 경사가 다른 경우들이 있다.<sup>3</sup> 이런 경우 기성 지대주(Ready-made abutment)를 이용하여 상부 보철물을 제작할 경우 지대주의 형태 수정을 많이 해야 하는 경우가 있고 삭제량이 많아지는 경우에는 유지력 저하가 발생한다.<sup>4</sup> 또한 자연치아와는 달리 직경이 좁고 단면이 원통형이므로 지대주의 변연에서 상부보철물로 이행되는 emergence profile이 자연스럽지 못하고 보철물이 과풍용되기 쉽다.<sup>4,6</sup> 이러한 문제점들을 해결하기 위해 다양한 형태의 지대주들이 등장하였는데 특히 주조용 지대주인 UCLA 지대주를 이용하여 맞춤형 지대주를 제작하여 사용하기도 하였다. 하지만 UCLA 지대주는 왁스업 등의 부가적인 기공과정이 필요하며 주조에 실패하거나 혹은 고정체와의 접합부가 부정확할 수 있으며 금 귀금속의 사용량이 많아지는 등의 단점이 있다.<sup>4,5,7</sup> 이러한 단점들을 극복하기 위해 최근에는 CAD-CAM을 이용한 맞춤형 지대주의 제작이 임상에서 활용되고 있다.<sup>1-7</sup>

1971년 Dr. Duret에 의해 치과계에 도입된 CAD-CAM 시스템은 단순 보철물에서부터 광범위한 임플란트 보철에 이르기까지 다양한 수복치료에 이용되고 있는데 CAD-CAM에 의한 기공은 주조에 의한 오차가 발생하지 않고 항상 일정한 결과와생산성을 확보할 수 있다는 장점이 있다.<sup>1,2,4</sup> 특히 맞춤형 지대주의 제작에 있어 CAD-CAM의 사용으로 인해 해부학적으로 이상적인 상부 지대주의 형태를 재현할 수 있고 치은부위에서 보다 심미적이며 자연스러운 emergence profile을 갖는 보철물을 제작할 수 있다. 또한 최종 보철물을 이상적인 두께로 제작 할 수 있으며 여러 지대주의 보철물 삽입로를 평행하게 제작함으로써 유지

력의 감소 없이 연결 고정된 보철물 제작이 용이하다는 장점을 갖음으로써 최근에 사용이 증가하는 추세이다.<sup>1.4.9</sup>

하지만 자연치아와는 다른 임플란트의 구조적 차이로 인한 생물학적, 기계적 실패는 여전히 큰 문제점으로 남아있다. 특히 임플란트 고정체와 지대주 사이에 수직적, 수평적인 부적합이 발생하는 경우 나사나 지대주의 풀림 혹은 파절이 발생할 수 있으며 심각한 경우 골유착 파괴에 이를 수 있다.<sup>1.2.10-13</sup> 임플란트 고정체와 상부 구조물들은 정확한 적합을 이룸으로써 저작압이 가해지는 동안 하부 고정체로의 적절한 스트레스 분산이 이루어져야 하며 임플란트 주변 연조직의 적절한 생물학적인 반응 등을 유도할 수 있어야 한다.<sup>2.14</sup>

현재 해외 뿐 아니라 국내에서도 CAD-CAM 방식으로 티타늄 혹은 세라믹 맞춤형 지대주가 생산되고 있는데 정밀도와 나사의 안정성에 대한 연구 및 장기적인 임상결과는 아직 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 국내에서 제작된 임플란트 고정체를 선정하고 기성 지대주 및 이와 동일한 회사에서 제작된 맞춤형 CAD-CAM 지대주, 국내 외주 제작된 맞춤형 CAD-CAM 지대주를 각각 이용하여 이들이 체결된 경우의 초기 풀림 토크의 측정 및 임플란트 고정체, 지대주, 나사 사이의 적합성에 대해 비교, 검토 하고자 한다.

## Ⅱ. 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료

#### 1) 임플란트 고정체의 선택

본 실험에서 사용된 임플란트 고정체는 직경 4.0mm, 길이 11.5mm의 GSⅢ 임플란트 고정체(GSⅢ, Osstem, Busan, Korea)로써 11도의 morse taper와 육각형의 내측연결 구조를 갖는다(Fig. 1.).



Fig. 1. Internal type implant fixture(GSⅢ, Osstem, Busan, Korea)

#### 2) 지대주 및 나사의 선택

지대주 선택 및 제작을 위해 임플란트 고정체가 식립된 플라스틱 모형을 인상 채득한 후 작업모형을 제작하였다. 실험을 위해 각각 5개씩의 Osstem사에서 제작된 기성 지대주(Transfer abutment, Osstem, Busan, Korea), 맞춤형 CAD-CAM 지대주(Smart abutment, Osstem, Busan, Korea), 그리고 외주로 제작된 맞춤형 CAD-CAM 지대주(Myplant, Raphabio Co., Seoul, Korea)를 제작하였고(Fig. 2.) 고정체와 지대주의 연결을 위한 나사는 각 회사에서 제공되는 것(Fig. 3.)을 사용하였다(Table 1.).

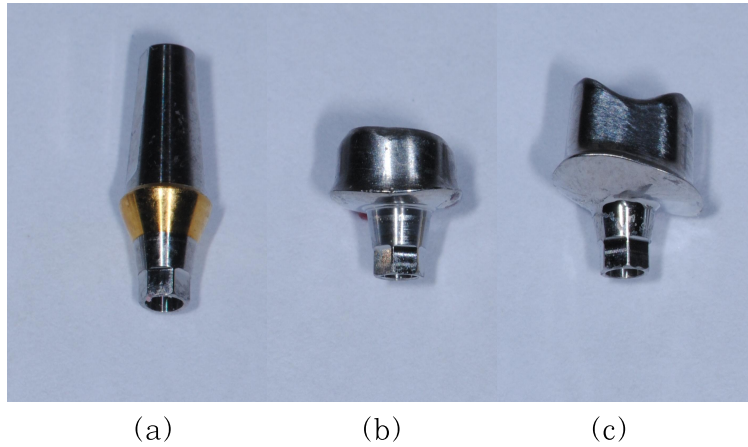


Fig. 2. Abutments used in this study.

- (a) Ready-made abutment(Transfer abutment, Osstem, Busan, Korea),
- (b) CAD-CAM custom-made abutment(Smart abutment, Osstem, Busan, Korea),
- (c) CAD-CAM custom-made abutment(Myplant abutment, Raphabio Co., Seoul, Korea)



Fig. 3. Screws used in this study.

- (a) Ready-made screw(Ebonygold, Osstem, Busan, Korea),
- (b) CAD-CAM custom-made screw(Titanium, Raphabio Co., Seoul, Korea)

Table 1. Types of Implant system, Abutments, Screws and torque value used in this study

Implant system	Abutment	Screw	Recommended torque(Ncm)
Osstem internal hex	Osstem Ready-made abutment (Transfer abutment)	Ebonygold (Ready-made)	30Ncm
Osstem internal hex	Osstem CAD-CAM custom-made abutment (Smart abutment)	Ebonygold (Ready-made)	30Ncm
Osstem internal hex	Raphabio CAD-CAM custom-made abutment (Myplant abutment)	Titanium (CAD-CAM custom-made)	30Ncm

## 2. 실험방법

### 1) 안정성 실험 : 초기 풀림 토크 측정

임플란트 고정체를 jig에 고정한 후 지대주를 체결하였다. 이 때 임플란트 보철용 motor screw driver(iSD900, NSK, Japan)(Fig. 4a.)를 사용하여 제조회사의 권장 토크인 30Ncm의 조임 토크를 가하여 체결하였으며 계면의 표면침하에 따른 전하중 소실을 보상하기 위해 10분 후 동일 조임 토크를 한번 더 적용하였다.<sup>14</sup> 이 후 디지털 토크렌치(DP2, Torqueworld Cor., Seoul, Korea)(Fig. 4b.)를 사용하여 각각의 고정체-지대주 연결체의 초기 풀림 토크를 3회 반복 측정하였다.

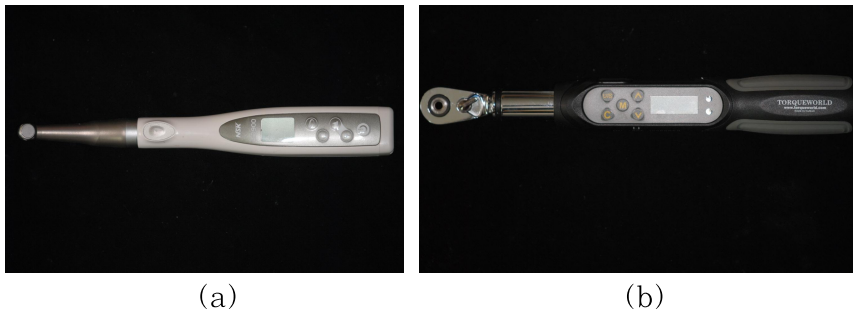


Fig. 4. Prosthetic motor screw driver(a) and Digital torque wrench(b)



## 2) 적합성 실험

### (1) 시편의 제작

고정체와 지대주를 체결한 후 고정체의 장축이 지면에 평행하도록 액상의 불포화 polyester(Epovia, Cray Vally Inc., Korea)에 매몰하고 중합시켰다.

이 후 자동연마기(Laboforce-3, Struers, Copenhagen, Denmark)를 이용해 50RPM의 회전속도 및 20Ncm의 압력으로 60, 100, 1200, 2000 grit의 silicone carbide paper를 순서대로 적용해 습식절삭 및 연마하였고 plano cloth와 1 $\mu$ m Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>로 미세연마 후 초음파 세척하였다(Fig. 5.).

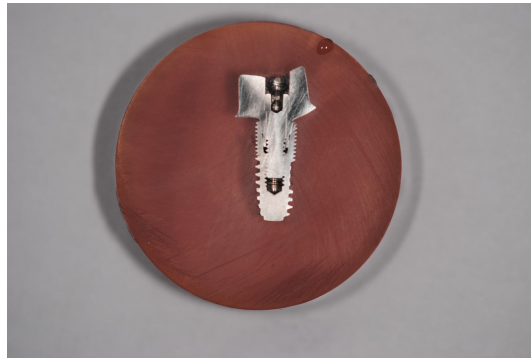


Fig. 5. Ground and polished specimen

### 2) 시편의 주사현미경 관찰

고정체와 지대주, 고정체와 나사, 지대주와 나사 사이의 적합성을 평가하기 위해 모든 시편을 백금 코팅 후 주사전자 현미경(FE-SEM, Hitachi-S470)을 이용하여 촬영한 다음 각 계면사이의 적합성을 관찰하였다.

## 3. 통계 분석

SPSS Ver. 20.0(SPSS Inc., IL, USA) 프로그램을 이용해 각 지대주의 초기 톨립토크 값의 평균 및 표준편차를 계산하였다. 모든 지대주 사이의 유의성을 비교하기 위하여 Kruskal-Wallis test를 시행하였고 사후 비교를 위해 Mann-Whitney test를 시행하였다( $P < .05$ ).

### Ⅲ. 실험 결과

#### 1. 안정성 실험 : 초기 풀림 토크 측정

지대주의 초기 풀림 토크 값은 각각 기성 지대주(Transfer abutment)에서  $26.0 \pm 0.30 \text{Ncm}$ , 동일 회사에서 제작된 맞춤형 CAD-CAM 지대주(Smart abutment)에서  $26.3 \pm 0.32 \text{Ncm}$ , 외주로 제작된 맞춤형 CAD-CAM 지대주(Myplant abutment)에서  $24.7 \pm 0.67 \text{Ncm}$ 였다.

세 가지 지대주의 초기 풀림 토크에 대한 통계학적 평가를 위해 Kruskal-Wallis test를 시행한 결과 P value 가  $0.004 (< 0.05)$ 로써 지대주 사이에 통계학적으로 유의적인 차이가 있었다(Table 2.).

Table 2. Preloading reverse torque values, and statistical analysis for RTV by Kruskal-Wallis test.

		Min. (Ncm)	Max. (Ncm)	Mean $\pm$ SD (Ncm)	Kruskal-Wallis <i>P</i> value
Ready -made	Transfer abutment	25.1	26.7	$26.0 \pm 0.30$	
CAD-CAM custom-made	Smart abutment	25.5	27.0	$26.3 \pm 0.32$	0.004 *
	Myplant abutment	21.2	25.4	$24.7 \pm 0.67$	

\* significantly different ( $P < .05$ )

사후 검정으로 Mann-Whitney test를 시행한 결과 각각 기성 지대주(Transfer abutment)와 외주 제작된 맞춤형 CAD-CAM 지대주(Myplant abutment), 그리고 두 종류의 맞춤형 CAD-CAM 지대주(Smart abutment and Myplant abutment) 사이에 통계학적으로 유의적인 차이가 존재하였다. 동일 회사에서 제작된 기성 지대주(Transfer abutment)와 맞춤형 CAD-CAM 지대주(Smart abutment) 사이에는 유의적인 차이가 존재하지 않았다(Table 3.).

Table 3. Assessment of significant difference between abutment groups for Preloading RTV by Mann-Whitney test

	Transfer abutment & Smart abutment	Transfer abutment & Myplant abutment	Smart abutment & Myplant abutment
<i>P</i>	0.132	0.027*	0.027*

\* significantly different ( $P < .05$ )

## 2. 적합성 실험

### 1) 고정체-지대주의 계면

동일 회사에서 제작된 기성 지대주(Transfer abutment)와 맞춤형 CAD-CAM 지대주(Smart abutment)는 고정체의 침단(top)부위에서부터 morse taper 부위 및 지대주 기저부에 이르기까지 균일하고 양호한 접촉면을 이루고 있어 고확대 배율에서도 틈을 인지하기 어려웠다. 하지만 국내 외주 제작된 맞춤형 CAD-CAM 지대주(Myplant abutment)의 경우에는 다소 부적합성을 보이는 부분이 관찰되었는데 일부 시편에서는 고정체의 침단(top)부위에서 변연 간극이 관찰되었으며 고확대 배율에서는 그 틈이 선명하게 드러났다(Fig. 6.).

### 2) 지대주-나사의 계면

나사 두부(head)의 기저부와 이에 대응하는 지대주의 견부(shoulder)의 접촉은 세 그룹 모두에서 나사의 중앙부 일부만이 접촉을 이루는 양상을 보였으나 외주 제작된 맞춤형 CAD-CAM 지대주(Myplant abutment)에서 좀 더 넓은 면적으로 접촉하였다. 모든 지대주 그룹에서 나사의 두부 및 견부의 측벽과 고정체 사이에서는 틈이 존재하였다(Fig. 7.).

### 3) 고정체-나사의 계면

동일 회사에서 제작된 기성 지대주(Transfer abutment)와 맞춤형 CAD-CAM 지대주(Smart abutment)의 경우에는 나사산의 면이 대응하는 고정체 내부의 나사홈에 비교적 넓은 면적으로 접촉을 이루고 있었지만 외주 제작된 맞춤형

축형 CAD-CAM 지대주(Myplant abutment)의 경우에는 그 접촉 면적이 더 좁은 양상이었다. 나사산의 접촉양상은 세 지대주 모두에서 나사산의 상부가 접촉되고 하부에서는 틈을 볼 수 있었다(Fig. 8.).

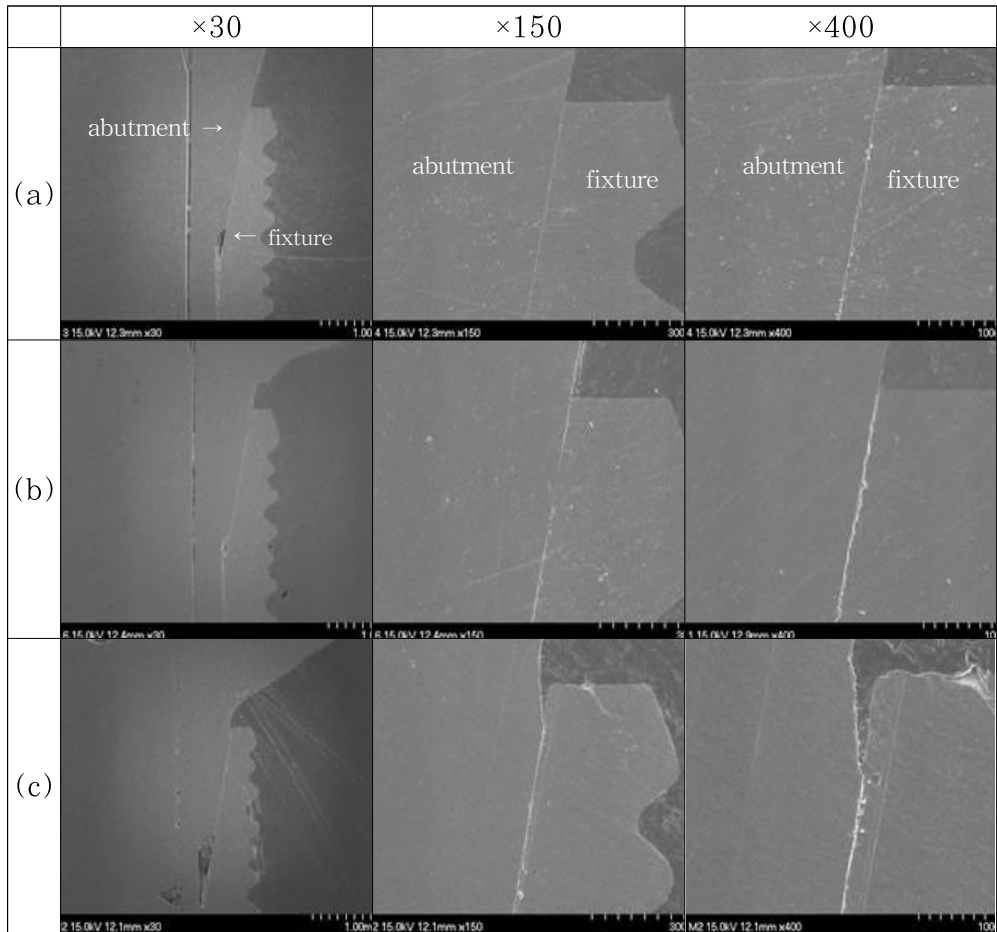


Fig. 6. FE-SEM( $\times 30, \times 150, \times 400$ ) images of fixture-abutment interface in each group.

(a) Ready-made abutment(Transfer abutment), (b) CAD-CAM custom-made abutment(Smart abutment), (c) CAD-CAM custom-made abutment(Myplant abutment)

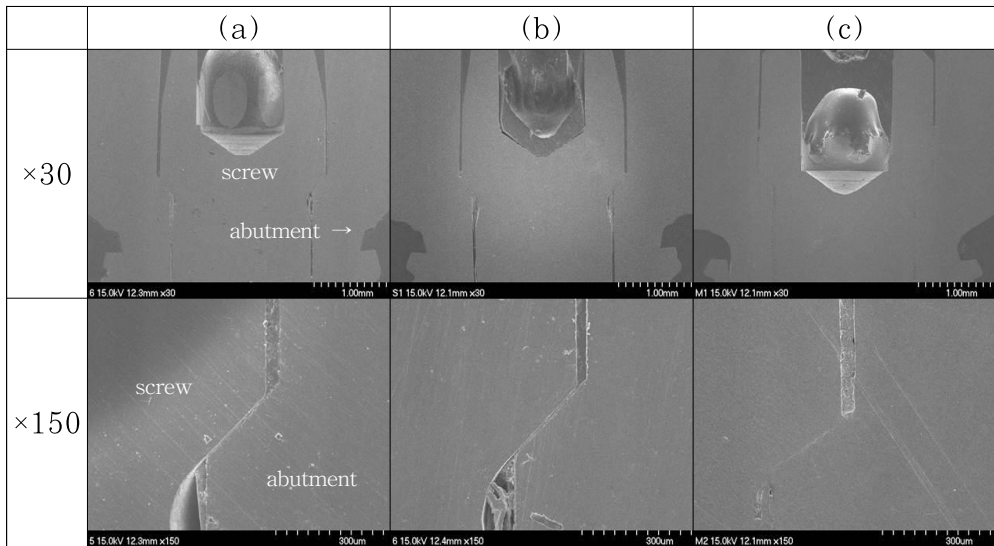


Fig. 7. FE-SEM(×30, ×150) images of abutment-screw interface in each group.

(a) Ready-made abutment(Transfer abutment), (b) CAD-CAM custom-made abutment(Smart abutment), (c) CAD-CAM custom-made abutment(Myplant abutment)

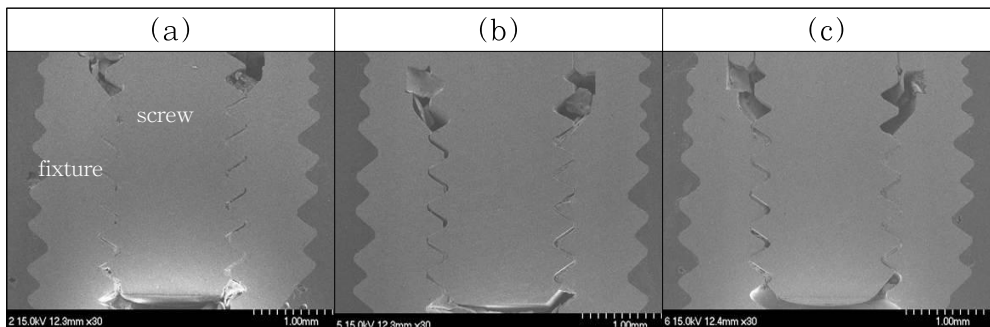


Fig. 8. FE-SEM(×30) images of fixture-screw interface in each group.

(a) Ready-made abutment(Transfer abutment), (b) CAD-CAM custom-made abutment(Smart abutment), (c) CAD-CAM custom-made abutment(Myplant abutment)

## IV. 고 찰

맞춤형 CAD-CAM 지대주는 이상적인 위치에서 벗어난 임플란트 고정체에 대해 상부 보철물을 심미적, 기능적으로 적절한 형태로 제작할 수 있는 중요한 매개역할을 할 수 있다. 이러한 지대주를 사용함으로써 자연스러운 임플란트 보철물을 제작할 수 있고 왁스업 등의 기공과정이 생략될 수 있기 때문에 제작 과정의 단순화가 가능하다는 장점이 있다.<sup>1,4,9,15</sup> 이러한 맞춤형 CAD-CAM 지대주는 Nobelbiocare사의 Procera<sup>®</sup>를 필두로 여러 회사에서 다양한 제품들이 출시되어 있으며 이들의 적합성에 관한 많은 연구들이 있다. Sumi 등<sup>1</sup>은 내측 연결형 임플란트 고정체에 대한 Atlantis 티타늄 지대주와 지르코니아 지대주, Procera 티타늄 지대주와 지르코니아 지대주의 적합성을 FE-SEM을 통해 관찰한 결과 완벽한 적합을 이룬다고 보고하였고 Lang 등<sup>2</sup>은 4가지 종류의 외측 연결형 임플란트 고정체에 대한 CAD-CAM Procera 지대주 및 나사의 적합이 우수함을 보고하였다. 또한 Zembic 등<sup>16</sup>과 Jemt 등<sup>17</sup>은 구강 내 1년, 3년의 기능 동안 맞춤형 CAD-CAM 지대주가 100%의 생존율을 보였고 특기할 보철 합병증이 발생하지 않았음을 보고하였다. 이처럼 많은 연구들에서 맞춤형 CAD-CAM 지대주의 안정적인 임상결과를 제시하였지만 국내 지대주에 관한 연구는 부족한 실정이므로 본 연구에서는 국내에서 개발, 제작된 맞춤형 CAD-CAM 지대주의 안정성 및 적합성에 대해 알아보하고자 하였다.

임플란트의 안정성 및 적합성을 평가하는 방법에는 나사 풀림 현상을 측정<sup>15,16,18,19</sup>하거나, 구조물 사이의 gap을 측정하는 방법<sup>20-22</sup> 등이 있는데 이 중 나사의 풀림 토크 값은 나사 결합부의 안정성을 평가하는 지표의 하나로 나사 풀림 직전에 나사에 남아있는 전하중의 척도를 의미한다.<sup>9,23</sup> 본 실험에서는 나사를 조인 직후의 초기 풀림 토크 값이 조임 토크 보다 작게 측정되었는데 이는 나사를 조임으로서 발생하는 마찰력에 의해 조임 토크 일부가 상실되기 때문이다.<sup>9,23</sup> 나사의 조임 토크 값에 대한 초기 풀림 토크 값의 비에 대한 연구에서 Haack 등<sup>24</sup>은 UCLA 지대주를 20Ncm로 조였을 경우엔 금이나 티타늄 나사에서 75 ~ 80%였고, 티타늄 나사를 30Ncm로 조였을 경우에는 81%였다고 보고하였으며, 이 등<sup>9</sup>은 기성 지대주 및 맞춤형 CAD-CAM 지대주에서 90%였다고 보고하였

는데 본 실험에서는 기성 지대주에서 86%, 맞춤형 CAD-CAM 지대주에서 82~87%로 측정되어 이전 연구와 유사한 결과를 얻었다. 또한 본 실험에서 지대주 사이의 초기 풀림 토크 값을 비교한 결과 동일 회사에서 제작된 기성 지대주나 맞춤형 CAD-CAM 지대주에 비해 외주 제작된 맞춤형 CAD-CAM 지대주의 나사의 초기 풀림 토크가 유의적으로 낮게 측정되었는데 이는 외주 제작된 맞춤형 CAD-CAM 지대주에서의 나사 안정성이 동일 회사에서 제작된 것 보다 떨어짐을 의미한다. 나사를 조일 때 발생하는 전하중에 영향을 미치는 요소에는 토크의 강도, 나사의 마찰계수와 같은 표면조건, 나사의 재료, 나사의 형태 등을 들 수 있는데<sup>25</sup> 본 실험에서 사용한 나사의 경우 동일 회사에서 제작된 기성 지대주와 맞춤형 CAD-CAM 지대주는 회사에서 제공된 기성품 나사를, 외주 제작된 지대주의 경우에는 맞춤형으로 제작된 티타늄 나사를 사용하였다. 세 군 모두 동일한 토크로 조였음을 고려할 때 외주 제작된 지대주의 초기 풀림토크가 낮게 측정된 것은 나사의 재료에 따른 마찰계수의 차이에 의한 것이나 맞춤형 나사의 정밀도에 의해 차이가 발생했을 것으로 생각된다. 다만 본 실험에서는 반복하중 후의 풀림 토크 측정 및 이에 따른 토크 상실을 등의 실험이 복합적으로 이루어지지 않았고 나사의 초기 풀림 토크만을 측정하였으므로 나사 결합부의 안정성을 온전히 평가하는 데에는 한계가 있을 것으로 생각된다.<sup>9,15</sup>

임플란트 고정체와 나사 사이의 계면을 관찰한 결과 세 그룹 모두 양호한 적합성을 보였는데 나사산의 상부만이 고정체의 나사면에 접촉하고 하부에서 틈을 볼 수 있었던 것은 나사를 조임으로 인해 신장된 나사가 이 후 압축되면서 상부만 접촉하는 양상을 보이기 때문으로 사료된다.<sup>10,13</sup>

지대주와 나사의 계면의 경우 나사 두부(head)의 기저부와 지대주 견부(shoulder)사이의 접촉은 외주 제작된 지대주에서 좀 더 넓게 접촉하였는데 이는 나사의 두부(head)에서 경부(shoulder)에 이르기까지의 형태 차이에 의한 것으로 생각된다.<sup>10</sup> 또한 모든 그룹에서 나사의 두부(head) 및 경부(neck)의 측면과 지대주 사이에 주위로 어느 정도의 틈을 관찰할 수 있었는데 이러한 측면에서의 유격은 나사의 풀림을 더욱 쉽게 발생시킬 수 있는 요인이 될 수 있으므로 이에 대한 개선이 필요할 것이다.<sup>10,11,13</sup>

동일 회사에서 제작된 기성 지대주와 맞춤형 CAD-CAM 지대주의 경우 임플

란트 고정체와 지대주 사이의 적합은 매우 양호하였는데 모든 시편에서 고정체의 첨단(top)에서부터 하부 morse taper에 이르기까지 균일하고 긴밀한 접촉을 이루고 있었으며 변연에서의 간극은 관찰되지 않을 만큼 CAD-CAM 지대주도 정밀함을 보였다. 하지만 외주 제작된 맞춤형 CAD-CAM 지대주의 경우 하나의 시편에서는 morse taper 부위에서 1㎜ 정도의 틈이 관찰되기도 하였고 또한 고정체 첨단 부위에서는 시편에 따라 4~62㎜ 정도의 변연 간극이 관찰되기도 하는 등 동일 회사의 지대주보다는 적합성이 떨어짐을 관찰할 수 있었다. 기계적인 관점에서 고정체와 지대주의 적합이 불량할 경우 고정체를 지대주에 연결하는 나사에 부적절한 응력이 가해질 수 있으며 이들 구조물에 교합압과 같은 응력이 가해질 경우 적절한 응력분산이 이루어지지 않을 뿐 아니라 미세움직임이 발생하여 결과적으로 고정체-지대주-나사 결합체가 더욱 불안정하게 될 것이다.<sup>3,10,11,13,26,27</sup> 또한 생물학적인 관점에서 보면 변연에서의 간극으로 인해 미생물의 침투 및 집락에 대한 위험성이 증가하여 주변 연조직의 염증 등을 유발할 수 있을 것이며 임플란트 주위염의 성공적인 치료를 방해할 수도 있다.<sup>8,20,21</sup> 이처럼 임플란트 고정체-지대주-나사 연결체의 부적합은 기계적, 생물학적 문제점을 야기할 수 있으므로 이들 간의 수동적이고 정확한 적합이 무엇보다 중요하다 할 수 있다.<sup>1-3,10</sup> 본 연구에서 살펴본 바로는 동일회사에서 제작된 기성 지대주나 맞춤형 CAD-CAM 지대주는 양호한 적합을 보인 반면, 외주에서 제작된 맞춤형 CAD-CAM 지대주의 경우 나사 안정성이 떨어질 수 있으며 계면에서의 부적합성이 관찰된 부분들이 존재하였기 때문에 이러한 적합성 개선을 위한 제조 회사의 노력과 함께 지속적인 연구가 필요하리라 생각된다.



## V. 결 론

본 실험에서는 동일 회사에서 제작된 기성 지대주(Transfer abutment) 및 맞춤형 CAD-CAM 지대주(Smart abutment), 국내 외주 제작된 맞춤형 CAD-CAM 지대주(Myplant abutment)를 각각 제작하여 고정체에 체결한 후의 초기 풀림 토크 및 고정체-지대주-나사 사이의 적합성을 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 동일 회사에서 제작된 기성 지대주와 맞춤형 CAD-CAM 지대주에 비해 외주 제작된 맞춤형 지대주에서 나사의 초기 풀림 토크가 더 낮게 측정되었다.
2. 동일 회사에서 제작된 기성 지대주와 맞춤형 CAD-CAM 지대주에서는 고정체와 지대주가 긴밀하고 양호한 적합을 이루었지만 외주 제작된 맞춤형 CAD-CAM 지대주에서는 부적합성을 보이는 부분이 존재하였고 부적합의 정도는 시편에 따라 다양하였다.

결론적으로 외주 제작된 맞춤형 CAD-CAM 지대주의 안정성 및 적합성이 떨어질 수 있으므로 실제 임상에서 가능하다면 같은 회사의 기성 지대주 혹은 맞춤형 CAD-CAM 지대주를 사용하는 것이 바람직할 것으로 생각되며, 외주 제작된 맞춤형 지대주를 사용할 경우에는 제조회사의 정확한 검수(inspection) 및 술자의 주의 깊은 평가가 필요할 것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

1. Sumi T, Braian M, Shimada A, Shibata N, Takeshita K, Vandeweghe S, Coelho PG, Wennerberg A, Jimbo R. Characteristics of implant CAD/CAM abutment connections of two different internal connection systems. *J Oral Rehabil* 2012; 39:391-398.
2. Lang LA, Sierraalta M, Hoffensperger M, Wang RF. Evaluation of the precision of fit between the Procera custom abutment and various implant systems. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:652-658.
3. Henriksson K, Jemt T. Evaluation of Custom-Made Procera Ceramic Abutments for Single-Implant Tooth Replacement: A Prospective 1-Year Follow-up Study. *Int J Prosthodont* 2003; 16:626-630.
4. Kim HS. Fabrication of custom abutment using dental CAD/CAM system. *J Korean Dent Assoc* 2012;50:118-125.
5. Wu T, Liao W, Dai N, Tang C. Design of a custom angled abutment for dental implants using computer-aided design and nonlinear finite element analysis. *J Biomech* 2010;43: 1941-1946.
5. Sailer I, Zembic A, Jung RE, Siegenthaler D, Holderegger C, Hämmerle CH. Randomized controlled clinical trial of customized zirconia and titanium implant abutments for canine and posterior single-tooth implant reconstructions: preliminary results at 1 year of function. *Clin Oral Implants Res* 2009; 20:219-225.
7. Vigolo P, Fonzi F, Majzoub Z, Cordioli G. Evaluation of gold-machined UCLA-type abutments and CAD/CAM titanium

- abutments with hexagonal external connection and with internal connection. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008; 23:247-252.
8. Baldassarri M, Hjerppe J, Romeo D, Fickl S, Thompson VP, Stappert CF. Marginal accuracy of three implant-ceramic abutment configurations. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2012; 27:537-543.
  9. Lee CJ, Yang SE, Kim SG. Evaluation of reverse torque value of abutment screws on CAD/CAM custom-made implant abutments. *J Korean Acad Prosthodont* 2012;50:122-127.
  10. Kim NH, Chung CH, Son MK, Back DH. A Study on the Fit of the Fixture-Abutment-Screw interface. *J Korean Acad Prosthodont* 2003;41 :503-518.
  11. Jung SH, Ma JS, Chung CH. A comparative study on the fit in prostheses using premade gold cylinder and plastic cylinder. *J Korean Acad Prosthodont* 1999;37:825-834.
  12. Jang JS, Kim HJ, Chung CH. Detorque force and surface change of coated abutment screw after repeated closing and opening. *J Korean Acad Prosthodont* 2008;46:500-510.
  13. Lee HT, Chung CH. Fit of Fixture / Abutment Interface of Internal Connection Implant Systems. *J Korean Acad Prosthodont* 2004;42:192-209.
  14. Siamos G, Winkler S, Boberick KG. Relationship between implant preload and screw loosening on implant-supported prostheses. *J Oral Implantol* 2002;28:67-73.
  15. Kang HW. Compare Stability and Connection of variable customized implant abutments. M.S. Thesis. In: Korea, Clinical Dentistry of Korea University 2012.
  16. Zembic A, Sailer I, Jung RE, Hammerle CH. Randomized-

- controlled clinical trial of customized zirconia and titanium implant abutments for single-tooth implants in canine and posterior regions: 3-year results. *Clin Oral Implants Res* 2009;20:802-808.
17. Jemt T, Laney WR, Harris D, Henry PJ, Krogh PH Jr, Polizzi G, Zarb GA, Herrmann I. Osseointegrated implants for single tooth replacement: a 1-year report from a multicenter prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991;6:29-36.
  18. Otgonbold J, Kim JH, Kim MS, Park YB, Shim JS. Comparison of removal torque between prefabricated and customized abutment screw. *J Korean Acad Prosthodont* 2012; 50:243-248.
  19. Cibirka RM, Nelson SK, Lang BR, Rueggeberg FA. Examination of the implant-abutment interface after fatigue testing. *J Prosthet Dent* 2001;85:268-275.
  20. Coelho PG, Sudack P, Suzuki M, Kurtz KS, Romanos GE, Silva NR. In vitro evaluation of the implant abutment connection sealing capability of different implant systems. *J Oral Rehabil* 2008;35:917-924.
  21. Sewerin IP. Radiographic control of fixture-abutment connection in Brane mark implant technique. *Scand J Dent Res* 1989; 97:559-564.
  22. Coelho AL, Suzuki M, Dibart S, DA Silva N, Coelho PG. Cross-sectional analysis of the implant-abutment interface. *J Oral Rehabil* 2007;34:508-516.
  23. Lee JR, Lee DH, Hwang JW, Choi JH. Detorque values of abutment screws in a multiple implant-supported prosthesis. *J Korean Acad Prosthodont* 2010;48:280-286.
  24. Haack JE, Sakaguchi RL, Sun T, Coffey JP. Elongation and

- preload stress in dental implant abutment screws. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995;10:529-536.
25. Im SM, Kim DG, Park CJ, Cha MS, Cho LR. Biomechanical considerations for the screw of implant prosthesis: A literature review. *J Korean Acad Prosthodont* 2010;48:61-68.
  26. Alves da Cunha Tde M, Correia de Araújo RP, Barbosa da Rocha PV, Pazos Amoedo RM. Comparison of fit accuracy between Procera custom abutments and three implant systems. *Clin Implant Dent Relat Res* 2012;4:772-777.
  27. Binon PP. Evaluation of Machining Accuracy and Consistency of Selected Implants, Standard Abutments, and Laboratory Analogs. *Int J Prosthodont* 1995;8:162-178.