

# CAD/CAM 티타늄 맞춤 지대주로 수복한 구치부 임플란트에서의 기계적 합병증에 대한 후향적 연구

양민영, 장재승, 지운, 김선재\*

강남세브란스 치과병원 치과보철과

## Mechanical Complications of Posterior Implant Restorations using CAD/CAM Titanium Customized Abutments: A Retrospective Study

Minyoung Yang, Jae-Seung Chang, Woon Ji, Sunjai Kim\*

Department of Prosthodontics, Gangnam Severance Dental Hospital, College of Dentistry, Yonsei University, Seoul, Korea

\*Corresponding author: Sunjai Kim, sunjaikim@gmail.com

### Abstract

**Purpose:** The purpose of this retrospective study was to evaluate the incidence of mechanical complications of the posterior implant-supported fixed dental prosthesis (p-ISFDP) using computer-aided design and computer-aided manufacturing (CAD/CAM) titanium customized abutments and to evaluate the influencing factors on complications.

**Material and Methods:** The incidence and consequences of mechanical complications in p-ISFDPs over a mean follow up period of  $54.43 \pm 6.24$  months were assessed based on electronic documentations from 138 patients with 266 implants. All p-ISFDP utilized CAD/CAM titanium customized abutments, and were fabricated with cement-retained prostheses with occlusal screw access holes. Statistical analyses were performed to identify the risk factors of mechanical complications.

**Results:** During the observation period (3 - 5 years), implant survival rates were 100%. Major mechanical complications were 8 abutment fractures (3.01%), 8 screw loosening (3.01%), 2 screw fractures (0.75%), 11 chipping or fractures of veneering materials (5.58%), 23 decementations of the superstructure (11.68%). The relationship between the incidence of mechanical complications and the possible factors were not statistically significant ( $p > .05$ ).

**Conclusion:** There is no significant difference between each mechanical complication and the risk factors. P-ISFDP fabricated with CAD/CAM titanium abutments is a clinically acceptable treatment.

**Keywords:** CAD/CAM, Mechanical complication, Implant-supported dental prosthesis, Customized abutment

### OPEN ACCESS

pISSN 1229-5418  
eISSN 2671-6623  
Implantology 2019; 23(3): 150-161  
<https://doi.org/10.32542/implantology.2019012>

Received: September 9, 2019  
Revised: September 18, 2019  
Accepted: September 19, 2019

### ORCID

Minyoung Yang  
<https://orcid.org/0000-0001-7938-2344>

Copyright © 2019. The Korean Academy of Oral & Maxillofacial Implantology



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.

## I. 서론

부분 무치악 환자에서 임플란트를 이용한 임플란트 지지 고정성 보철치료는 성공적인 치료방법으로 받아들여지고 있다<sup>1</sup>. 최근 발표된 메타분석 결과를 보면 단일치아 임플란트-지지 고정성 보철물로 수복하는 경우, 임플란트의 5년과 10년 생존율은 각각 97.2%와 95.2% 였으며<sup>2</sup>, 단일치아 수복이 아닌 임플란트-지지 고정성 보철물 역시 임플란트의 생존율은 5년과 10년에서 각각 95.6%, 93.1%로 매우 높은 것으로 보고된 바 있다<sup>3</sup>. 하지만 이렇게 높은 임플란트 생존율에도 불구하고 치료 후 5년간 합병증이 발생하지 않는 비율은 66.4%에 불과해, 치료 후 다양한 합병증이 높은 빈도로 발생한다고 볼 수 있다.

임플란트에서 발생하는 합병증은 크게 생물학적 합병증과 기계적 합병증으로 나눌 수 있는데, 생물학적 합병증은 임플란트 주위 점막염, 임플란트 주위염, 변연골의 흡수, 임플란트 상실 등이 포함되고, 기계적 합병증은 임플란트나 임플란트 구성요소, 그리고 상부 구조물에 발생하는 합병증을 의미하는데<sup>4</sup> 기계적 합병증이 생물학적인 합병증에 비하여 다소 빈번하게 나타나는 것으로 알려져 있다<sup>5</sup>. 기계적 합병증의 메타분석 연구결과에서 단일치아 임플란트 보철물의 5년간 합병증 빈도는 나사풀림이 8.8%, 보철물 탈락이 4.1%, 전장재료의 파절이 3.5% 였으며<sup>2</sup>, 고정성 보철물의 경우 전장도재의 파절이 7.8%, 지대주 혹은 보철물 나사 풀림이 5.3%, 나사 파절은 1.8%로 보고된 바 있다<sup>3</sup>. 임플란트-지지 단일치아와 임플란트-지지 고정성 보철물의 5년 후향적 연구에서도 역시 전장도재의 파절, 보철물 나사 풀림, 보철물 탈락의 순서로 합병증이 발생하였으며<sup>6</sup>, 단일치아 임플란트 보철물에 비해 임플란트 지지 고정성 보철물에서 전장도재의 파절이 유의성 있게 높게 나타났다<sup>7</sup>. 다양한 기계적 합병증 중 특히 지대주 나사의 풀림에 대해서 많은 연구가 보고된 바 있는데<sup>5,8,9</sup> Sadid-Zadeh 등<sup>6</sup>에 의하면 전치부보다 구치부에서 더 높은 빈도의 지대주 나사 풀림 정도를 보고하였으며, 이는 더 높은 하중에 의한 결과라고 하였다. ElHoussiney 등<sup>10</sup>에 따르면, 전치부에 비해 구치부에서 많은 기계적 합병증이 발생한다고 하였다. 지대주 나사 풀림 외에도 발생율은 낮지만 지대주 나사 또는 지대주의 파절도 보고되고 있다<sup>11,12</sup>. 지대주의 파절은 5년간 0.5%, 지대주 나사 파절은 0.3%로 보고된 바 있으며, 내측 연결 방식의 임플란트에서 외측 연결 방식의 임플란트보다 지대주 관련 합병증이 적게 나타나는 경향을 보였다<sup>6</sup>.

2000년대 이후 computer assisted design(CAD) computer assisted manufacturing(CAM) 기술이 치과에 도입되면서 임플란트 보철치료방법에도 과거와 다른 다양한 시도가 있었는데, 그중 가장 보편화된 치료법이 아마도 CAD/CAM 기술을 이용한 맞춤형 지대주의 제작일 것이다<sup>13</sup>. CAD/CAM 기술을 이용하기 전에도 맞춤형 지대주를 제작하는 것은 가능했으나, 이 경우 주로 매식체 내측과 접하는 연결부가 금합금으로 제작된 기성 플라스틱 지대주에 납형성 후 주조하는 과정을 거치기 때문에 제작 과정 동안에 이러한 연결부가 오염되거나 손상되는 경우가 종종 발생하였고, 장기간 사용 시 금합금의 마모로 인해 임플란트-지대주 간 적합도에 문제가 발생할 가능성을 배제할 수 없었다<sup>14</sup>. 최근에 발표된 후향적 연구에서 구치부의 경우, 내측 연결 방식 금합금 UCLA 지대주의 경우 지대주

파절이 높게 발생한다는 결과를 보여 스크류-시멘트 유지형 보철물이나 multi-unit abutment를 사용해야 한다고 하였다<sup>15</sup>. CAD/CAM 기술을 이용해 제작한 맞춤형 지대주의 경우 출현윤곽이 자연스럽고, 치은 부위에서 심미적인 보철물을 제작할 수 있다는 기존 금합금 주조 맞춤형 지대주가 가지는 장점 외에도 매식체와의 적합부 부정확성, 금 귀금속 사용량의 증가로 인한 비경제성과 같은 이런 문제점들을 방지할 수 있다는 장점이 있다<sup>16,17</sup>. 이런 장점들로 인해, 기성 지대주의 외형의 한계를 극복하고 비용을 절감하기 위해 맞춤형 지대주의 사용이 점차적으로 증가되는 추세이다<sup>18</sup>.

CAD/CAM 티타늄 지대주 제작 과정은 CAD 프로그램을 이용하여 디지털 모형 상에 적절한 치관 형태를 선택하고 이를 토대로 지대주의 모양을 설계한 후, CAM 기술을 이용하여 지대주를 밀링하는 것이다. 이 때 환봉 형태의 티타늄을 밀링 기구에 고정하여 밀링한다. 환봉은 티타늄을 연결부까지 밀링하는 방식과 연결부가 미리 제작되어 있는 것을 선택하는 방식이 있다. 연결부까지 밀링하는 방식은 밀링 기구의 소모가 심하고 연결부 정확성이 불량하기 때문에 대부분의 기공소에서는 연결부가 미리 제작되어 있는 환봉을 사용하여 CAD/CAM 지대주를 제작하는 것이 일반적이다.

CAD/CAM으로 제작한 맞춤형 지대주 역시 기성 지대주와 비교하여 몇 가지 잠재적인 문제점을 가지고 있다. 기성 지대주에 비하여 가격이 더 비싸다는 단점이 있으며 추가적인 공정이 필요하다. Kim 등<sup>19</sup>의 연구에 의하면 CAD/CAM 지대주 나사의 풀림 토크값이 기성 지대주에 비해 유의하게 낮다고 하였으며, CAD/CAM 지대주와 매식체 사이에는 우수한 적합도를 얻을 수 있으나, 지대주와 나사 간의 적합 불량이 나사 풀림을 발생시킨다고 하였다. 하지만 Lee 등<sup>20</sup>은 나사의 조임 토크값에 대한 초기 풀림 토크값의 비에 대한 연구에서 기성지대주와 맞춤형 CAD/CAM 지대주 간에 유의미한 차이는 없다고 보고하였다. Michael Korsch 등<sup>21</sup>의 기성 지대주와 맞춤형 지대주의 나사 풀림에 관한 후향적 추적 연구에 따르면, 시멘트 유지형 임플란트-지지 고정성 보철물 중 단일 크라운의 경우, 기성 지대주보다 맞춤형 지대주에서 지대주 나사 풀림이 덜 발생한다고 보고하고 있다. 몇몇 연구들은 지대주 디자인과 나사 풀림이 관련이 있다고 주장하는 반면, 몇몇 연구들은 관련이 없다고 주장하고 있다<sup>22-24</sup>.

CAD/CAM 기술을 이용한 티타늄 맞춤형 지대주의 파절 강도나 매식체 내면과의 적합도를 조사하는 in vitro 연구는 다수 존재하지만, CAD/CAM 티타늄 맞춤형 지대주를 이용한 임플란트 보철 수복 후 합병증 및 변수에 관하여 임상적으로 평가한 연구는 많지 않다. 본 연구의 목적은 구치부 임플란트 수복 환자를 대상으로 최근 많이 사용되는 CAD/CAM 티타늄 맞춤형 지대주 사용 시, 기계적 합병증의 발생 빈도를 조사하고 이에 영향을 줄 수 있는 다양한 요소에 대하여 임상적으로 평가하는 것이다.

## II. 대상 및 방법

본 연구에서는 2014년 1월부터 2015년 12월까지 강남세브란스 치과병원 치과보철과에서 구치부에 임플란트를 식립하고, CAD/CAM 티타늄 맞춤형 지대주를 이용하여 최종 수복을 시행한 임플란트를

대상으로 하였다(IRB No. 2019-0208-001). 임플란트 수술과 보철은 2명의 술자가 시행하였고, 내측 연결방식의 임플란트-지대주 관계를 가지는 임플란트를 사용하였다. 모든 수복물의 상부 보철물은 도재전장금속, 도재전장지르코니아 또는 단일 지르코니아를 이용하여 스크류-시멘트 유지형으로 제작되었고 임시 접착재(Temp-Bond, Kerr, Romulus, MA, USA)를 사용하여 접착하였다. CAD/CAM 으로 제작한 티타늄 맞춤형 지대주는 토크렌치(Warrantac, Seoul, Korea)를 이용하여 제조사의 지시대로 30 Ncm으로 체결하였고, 지대주 체결 및 상부 보철물 접착 후에 각각 치근단 방사선 사진을 촬영하였다. 나사구멍은 임시충전재(Cavition, GC corporation, Tokyo, Japan)를 이용해 충전하였으며 모든 환자는 보철물 장착 2주 후 재내원하여 지대주 나사의 re-tightening을 시행 후 나사구멍은 복합레진(Filtek™ Z250, 3M ESPE, USA)으로 충전하였다. 6개월 후 다시 내원하여 교합 검사, 치주낭 탐침 검사 및 구강위생관리를 시행하였으며, 이후로는 1년 간격으로 내원하여 치근단 방사선 사진 촬영 및 구내 임상검사를 시행하였다.

대상 환자의 전자 진료기록부를 조사하여 3년에서 5년 동안의 관찰 기간 동안 지대주 파절, 지대주 나사 풀림, 지대주 나사 파절, 비니어링 재료의 chipping이나 파절, 보철물 탈락 여부를 기록하였다. 또한, 환자의 성별, 보철물의 위치(소구치/대구치), 매식체 지름, 대합치 유형(자연치, 임플란트 고정성 보철물, 가철성 보철물), 보철물의 유형(단일 크라운, 연결 크라운, 고정성 보철물)을 조사하였다.

본 연구에서는 통계분석을 위하여 SAS Ver. 9.4(SAS Inc., Cary, NC, USA) 프로그램을 이용하였다. 각 측정항목의 평균 및 표준편차를 산출하였고, 각각의 변수에 따른 각 합병증 발생율의 차이를 비교하기 위하여, Chi-square test(Fisher's exact test)을 시행하였으며, odds ratio 산출을 위하여 로지스틱 회귀 분석을 사용하였다. 모든 통계분석은 95% 유의수준에서 시행하였다.

### III. 연구결과

총 149명의 환자에서 구치부에 고정성 임플란트 보철 치료를 진행하였으며, 관찰 기간 중 10명의 환자에서 경과 관찰이 이루어지지 않았다. 1명의 환자에서 1개의 임플란트가 삼차신경통으로 인하여 제거되어, 최종적으로 138명(남자 70명, 여자 68명)의 환자에서 단일 크라운, 연결 크라운, 고정성 보철물로 수복한 266개 임플란트를 조사하였으며, 사용된 임플란트는 각각 Implant(Warrantac, Seoul, Korea) 120개, IU(Warrantac) 105개, Superline(Dentium, Seoul, Korea) 41개였다. 임플란트 보철물의 개수는 단일 크라운: 133개, 연결 크라운: 22개, 고정성 국소의치 42개(3 unit: 35개, 4 unit: 7개)였다. 환자의 연령은 28세에서 89세의 분포를 보였으며, 보철물 장착 당시 환자의 평균 연령은  $65.32 \pm 12.02$  세였다. 관찰 기간은 42개월에서 64개월이었으며, 평균  $54.43 \pm 6.24$ 개월이다. 임플란트와 보철물의 분포는 Table 1, 2에 표시하였다.

**Table 1.** Distribution of implants with regard to implant position

	Upper premolar	Upper molar	Lower premolar	Lower molar	Total
Number of implants	40	79	36	111	266
Percentage of implants (%)	15.1	29.7	13.5	41.7	100

Minyoung Yang et al. : Mechanical Complications of Posterior Implant Restorations using CAD/CAM Titanium Customized Abutments: A Retrospective Study. *Implantology* 2019

**Table 2.** Distribution of PISFDPs with regard to restoration type

	Single crown	Splinted crowns	Fixed partial denture	Total
Number of prostheses	133	22	42	197
Percentage of prostheses (%)	67.5	11.2	21.3	100

Minyoung Yang et al. : Mechanical Complications of Posterior Implant Restorations using CAD/CAM Titanium Customized Abutments: A Retrospective Study. *Implantology* 2019

지대주 파절과 지대주 나사 풀림은 각각 8개 발생하였고, 2개의 지대주 나사 파절이 발생하였다. 전장도재의 chipping이나 파절이 발생한 임플란트 보철물은 11개로 전체 보철물 중 5.58%였고, 각각 단일 크라운 8개, 연결 크라운 1개, 고정성 국소의치 2개였다. 관찰기간 중 23개(11.68%)의 임플란트 보철물 탈락이 발생하였고, 탈락한 보철물은 각각 단일 크라운 11개, 연결 크라운 4개, 고정성 국소의치 8개였으며, 이 중 고정성 국소의치의 경우 4 unit 3개, 나머지는 모두 3 unit의 형태였다(Table 3, 4).

**Table 3.** Occurrence of abutment fracture, abutment screw loosening, abutment screw fracture

	Abutment fracture	Abutment screw loosening	Abutment screw fracture
YES (%)	8(3.01)	8(3.01)	2(0.75)
NO	258	258	264
Total	266	266	266

Minyoung Yang et al. : Mechanical Complications of Posterior Implant Restorations using CAD/CAM Titanium Customized Abutments: A Retrospective Study. *Implantology* 2019

**Table 4.** Occurrence of mechanical complications with regard to suprastructure

	Chipping or fracture of veneering material	Decementation
YES (%)	11(5.58)	23(11.68)
Single	8	11
Splinted	1	4
Fixed partial denture	2	8
NO	186	164
Total	197	197

Minyoung Yang et al. : Mechanical Complications of Posterior Implant Restorations using CAD/CAM Titanium Customized Abutments: A Retrospective Study. *Implantology* 2019

각각의 기계적 합병증에 영향을 미치는 요인을 확인하기 위한 Fisher's exact test 결과, 각각의 합병증 발생에 있어 성별, 보철물의 위치, 임플란트 지름, 대합치 유형, 보철물 유형에 따른 통계적 유의한 차이는 없었다(Table 5, 6, 7, 8). 지대주 파절은 성별에 따라 남성이 4.29%, 여성이 1.59%이었으며, 성별에 따른 odds ratio 비교에서 남성이 여성에 비해 2.78배 파절위험이 높은 것으로 나타났다. 임플란트 부위에 따른 비교에서는 대구치(3.6%)가 소구치(1.32%)에 비하여 더 높은 발생 빈도를 보였으며, odds ratio 값은 2.87배 높게 나타났으나, 통계적으로 유의하지는 않았다. 지대주 나사 풀림은 대구치 위치에 식립한 임플란트에서만 발생함으로써 소구치 위치에 식립한 임플란트에 비해 odds ratio 값이 7.13배 높게 나타나, 대구치 부위에서 더 높은 지대주 나사 풀림 발생 경향을 보여주었다. 지대주 나사 풀림 현상의 보철물 유형에 따른 비교 시, 단일 크라운에서 5.26% 발생하였고, 고정성 국소소치는 1.14% 발생하였으며, 연결 크라운에서는 나사 풀림이 없었으나 통계적으로 유의하지는 않았다. ( $p < .05$ )

**Table 5.** Occurrence of abutment fracture in variable factors

Variables	Status of abutment fracture		p-value
	Yes (N = 8)	No (N = 258)	
Gender			0.2871
Male(140)	6(4.29)	134	
Female(126)	2(1.59)	124	
Position			0.4463
Premolar(76)	1(1.32)	75	
Molar(190)	7(3.68)	183	
Diameter of fixture			> .9999
≤ 4.5(198)	6(3.03)	192	
> 4.5(68)	2(2.94)	66	
Opposing teeth			0.2363
Natural teeth(183)	8(4.37)	175	
Implant(64)	0(0.00)	64	
Removable(19)	0(0.00)	19	
Restoration type			0.2363
Single crown(133)	6(4.51)	127	
Splinted crown(45)	2(4.44)	43	
Fixed partial denture(88)	0(0.00)	88	

*Minyoung Yang et al. : Mechanical Complications of Posterior Implant Restorations using CAD/CAM Titanium Customized Abutments: A Retrospective Study. Implantology 2019*



**Table 6.** Occurrence of abutment screw loosening in variable factors

Variables	Status of abutment screw loosening		p-value
	Yes (N = 8)	No (N = 258)	
Gender			0.2871
Male(140)	6(4.29)	134	
Female(126)	2(1.59)	124	
Position			0.1099
Premolar(76)	0(0.00)	76	
Molar(190)	8(4.21)	182	
Diameter of fixture			> .9999
<= 4.5(198)	6(3.03)	192	
> 4.5(68)	2(2.94)	66	
Opposing teeth			0.4562
Natural teeth(183)	6(3.28)	177	
Implant(64)	1(1.56)	63	
Removable(19)	1(5.26)	18	
Restoration type			0.1189
Single crown(133)	7(5.26)	126	
Splinted crown(45)	0(0.00)	45	
Fixed partial denture(88)	1(1.14)	87	

*Minyoung Yang et al. : Mechanical Complications of Posterior Implant Restorations using CAD/CAM Titanium Customized Abutments: A Retrospective Study. Implantology 2019*

**Table 7.** Occurrence of abutment screw fracture in variable factors

Variables	Status of abutment screw fracture		p-value
	Yes (N = 2)	No (N = 264)	
Gender			0.4995
Male(140)	2(1.43)	138	
Female(126)	0(0.00)	126	
Position			> .9999
Premolar(76)	0(0.00)	76	
Molar(190)	2(1.05)	188	
Diameter of fixture			> .9999
<= 4.5(198)	2(1.01)	196	
> 4.5(68)	0(0.00)	68	
Opposing teeth			0.5275
Natural teeth(183)	1(0.55)	182	
Implant(64)	1(1.56)	63	
Removable(19)	0(0.00)	19	
Restoration type			0.6679
Single crown(133)	2(1.50)	131	
Splinted crown(45)	0(0.00)	45	
Fixed partial denture(88)	0(0.00)	88	

*Minyoung Yang et al. : Mechanical complications of posterior implant restorations using CAD/CAM titanium customized abutments: A retrospective study. Implantology 2019*

**Table 8.** Odds ratio of abutment fracture, abutment screw loosening, abutment screw fracture

Variables	Abutment fracture		Abutment screw loosening		Abutment screw fracture	
	OR (95%CI)	p-value	OR (95%CI)	p-value	OR (95%CI)	p-value
Age	1.029(0.965-1.097)	0.3847	1.010(0.951-1.073)	0.7397	1.052(0.918-1.205)	0.4695
Gender						
Male(1)	ref		ref		ref	
Female(2)	0.360(0.071-1.818)	0.2164	0.360(0.071-1.818)	0.2164	0.360(0.071-1.818)	0.2164
Position						
Premolar(1)	ref		ref		ref	
Molar(2)	2.868(0.347-23.700)	0.3283	7.126(0.399-127.300)	0.1818	2.029(0.095-43.541)	0.6510
Diameter of fixture						
≤ 4.5(1)	ref		ref		ref	
> 4.5(2)	0.970(0.191-4.923)	0.9706	0.970(0.191-4.923)	0.9706	0.574(0.027-12.343)	0.7227
Opposing teeth						
Natural teeth(1)	ref		ref		ref	
Implant(2)	0.160(0.009-2.874)	0.2137	0.468(0.055-3.966)	0.4864	2.874(0.290-28.470)	0.3669
Removable(3)	0.529(0.027-10.233)	0.6738	1.639(0.187-14.380)	0.6556	3.120(0.115-84.591)	0.4992
Restoration type						
Single crown(1)	ref		ref		ref	
Splinted crown(2)	1.127(0.248-5.114)	0.8766	0.185(0.010-3.413)	0.2568	0.578(0.026-12.641)	0.7277
Bridge(3)	0.111(0.006-2.024)	0.1378	0.289(0.049-1.721)	0.1727	0.297(0.014-6.367)	0.4377

Minyoung Yang et al. : Mechanical Complications of Posterior Implant Restorations using CAD/CAM Titanium Customized Abutments: A Retrospective Study. *Implantology* 2019

#### IV. 총괄 및 고찰

임플란트 치료의 성공률은 매우 높은 것으로 보고되고 있지만 장기간 사용에 따른 생물학적, 기계적 합병증의 발생은 지속적으로 보고되고 있다<sup>25</sup>. 최근 CAD/CAM 기술의 발달은 임상가로 하여금 자연치의 출현윤곽과 비슷한 형태의 지대주 제작을 가능하게 해주고 적절한 수복물의 변연위치 형성을 가능하게 해주었다<sup>26</sup>. Kapos 등은 체계적 고찰연구에서, 맞춤형 지대주는 기계적 합병증, 나사 풀림 또는 파절 등의 발생이 매우 드물다고 하였고<sup>27</sup>, Zembic 등<sup>28</sup>도 티타늄 맞춤형 지대주가 높은 저작력이 가해지는 구치부에서도 기계적 합병증이 거의 없이 기능한다고 보고하였다.

본 연구는 CAD/CAM 기술로 제작한 티타늄 맞춤형 지대주를 이용한 임플란트 지지 고정성 보철물에서 발생하는 기계적 합병증의 발생빈도와 양상을 분석하려는 목적으로 기계적 합병증이 주로 발생한다고 알려진 구치부 임플란트 보철물을 대상으로 진행한 후향적 연구이다. 최종 보철물 장착 후 3년에서 5년까지 임상결과를 평가하기 위해 총 266개의 임플란트를 조사한 결과, 지대주 파절과 지대주 나사풀림이 각각 8개가 발생하였고 2개의 지대주 나사 파절이 발생하였다. 전장도재의 chipping이나 파절이 발생한 임플란트 보철물은 11개였고, 23개의 임플란트 보철물이 탈락하였다. 이는 예전의 여러 연구들에 비하여 높은 수치인데, 이는 지대주 나사, 지대주, 프레임워크, 도재 기술의 발전으로 인하여 기계적 합병증은 점차 줄어들고 있다<sup>29</sup>는 최근의 연구 결과와 다소 다른 양상을 보이고 있다.



지대주 파절은 남성(4.29%)이 여성(1.59%)에 비하여 2.7배 높은 발생 빈도를 보여주었으며, 소구치(1.32%)에 비하여 대구치(3.6%)에서의 발생 빈도가 더 높았다. 파절이 발생한 모든 경우 대합치가 자연치였으나, 통계적으로 유의하지는 않았다. 본 연구에서 8개의 지대주 파절 중 4개는 두 명의 환자에서 각각 2개씩 발생하였다. 이 중 한 환자는 반대편 구치부의 상실로 인하여 해당 부위를 통한 지속적인 편측 저작을 하였으며, 두명의 환자 모두 지대주 파절 이외에도 동일 부위 또는 인접 부위의 지대주 나사 풀림, 비니어링 재료의 파절이 발생하였다. 이는 높은 하중과 환자의 교합력에 의한 결과로 보인다. 임플란트와 임플란트 부품의 파절에 관련된 연구에 따르면 임플란트의 구치부 위치, 이상 기능, 캔틸레버 등의 과도한 하중이 파절과 연관성 있다고 하였다<sup>30</sup>. Sadowsky<sup>31</sup>에 의하면, 다양한 교합 요소에 의한 과도한 하중은 임플란트의 기계적, 생리적 실패로 연결될 수도 있다고 하였다.

지대주 나사 풀림 현상은 단일 크라운 유형(5.26%)이 고정성 보철물 유형(1.14%)에 비하여 4.6배 높은 발생율을 나타냈으며, 연결 크라운인 경우 풀림현상이 발생하지 않았다. 연결 크라운과 단일 크라운의 안정성에 관하여는 다양한 연구 결과가 존재한다. Balshi 등<sup>32</sup>은 연결 크라운은 단일 크라운에 비하여 골과 임플란트 간의 응력을 감소시킴으로써 나사 풀림과 같은 기계적 합병증이 적게 발생하다고 보고하였다. Pjetursson 등<sup>33</sup>의 연구에 의하면, 5년 후 단일 크라운의 나사 풀림은 12.7%, 임플란트-지지 고정성 보철물의 나사 풀림은 5.6%라고 하였다. 본 연구에서도 연결 크라운에 비하여 단일 크라운에서 더 높은 지대주 나사 풀림 빈도를 보임으로써 기존 연구와 유사하였으나, 통계적 유의성은 없었다. 또한 본 연구 결과, 모든 지대주 나사 풀림 현상이 대구치 부위에서만 발생함으로써 부위에 따른 발생율의 차이가 존재하였다. 다수의 연구에서 전치부에 비하여 구치부에서 더 높은 저작 하중으로 인하여 지대주 나사 풀림 발생율이 높다고 보고하지만<sup>6,10</sup>, 소구치와 대구치에 대한 비교 연구는 아직 많지 않다.

Zembic 등의 연구에 의하면, 5년 후 단일 치아 임플란트 보철물에서 4.3%의 보철물 탈락이 발생한다고 하였다<sup>9</sup>. Kuang-Wei 등의 CAD/CAM 티타늄 지대주를 이용한 구치부 임플란트 보철물의 6년 후향적 연구에서는 보철물의 탈락이 9.6% 발생하였으며, 보철물 형태를 시멘트 유지형으로 제작하여 임시 시멘트 또는 최종 시멘트를 이용하여 접착하였다<sup>34</sup>. 본 연구에서는 보철물 탈락 발생율이 11.68%로 기존 연구 결과에 비하여 높은 수치를 보여주었다. Kuang-Wei 등은 보철물의 61.7%에서 레진 시멘트를 이용하였으며 탈락이 발생한 보철물은 모두 임시 시멘트를 사용한 경우라 보고하였다<sup>34</sup>. 본 연구에서는 모든 보철물을 나사-시멘트 유지형 보철물 형태로 제작하여 교합면 부위에 나사 구멍이 존재하였고, 상부 보철물의 수정 또는 제거가 필요한 경우 제거의 용이성을 위하여 임시 시멘트를 사용하여 접착을 하였다. 이러한 형태 및 재료적 요소들이 보철물의 탈락율에 영향을 미쳤을 수 있다.

본 연구 결과, 지대주 관련 기계적 합병증은 매식체의 직경, 대합치 등의 요소보다는 저작력에 따른 응력 요소, 보철물의 유형에 의해 더 많은 영향을 받는 것으로 보인다. 하지만 표본수가 적고, 관찰 기간이 5년 이내라는 한계점이 존재한다. 또한 이상 기능, 환자 습관 등의 교합 요소는 보철적 합병증의 중요한 요인이지만, 객관화할 수 있는 자료가 부족하여 본 연구에 포함시키지 않았다. 이러한 측면에서

추가 연구가 필요할 것으로 판단된다. 추후 더 많은 환자를 대상으로 장기간 평가를 시행하여 CAD/CAM 티타늄 지대주를 사용하여 수복한 임플란트 보철물의 기계적 합병증에 관한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## V. 결론

본 연구의 한계 내에서 CAD/CAM 티타늄 지대주를 이용한 구치부 임플란트 치료의 생존율은 100%였다. 각각의 기계적 합병증의 발생율은 성별, 부위, 매식체의 직경, 대합치, 보철물 유형에 따라 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 그러나 지대주 파절과 지대주 나사 풀림 현상은 소구치에 비하여 대구치에서, 또는 교합력이 강하게 작용하는 경우에 발생 빈도가 더 높게 나타났다.

## References

1. Romanos GE, Delgado-Ruiz R, Sculean A. Concepts for prevention of complications in implant therapy. *Periodontol 2000*. 2019; 81: 7-17.
2. Jung RE, Zembic A, Pjetursson BE, et al. Systematic review of the survival rate and the incidence of biological, technical, and aesthetic complications of single crowns on implants reported in longitudinal studies with a mean follow-up of 5 years. *Clin Oral Implants Res*. 2012; 23: 2-21.
3. Pjetursson BE, Thoma D, Jung R, et al. A systematic review of the survival and complication rates of implant-supported fixed dental prostheses (FDPs) after a mean observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res*. 2012; 23: 22-38.
4. Berglundh T, Persson L, Klinge B. A systematic review of the incidence of biological and technical complications in implant dentistry reported in prospective longitudinal studies of at least 5 years. *J Clin Periodontol*. 2002; 29: 197-212.
5. Wittneben JG, Buser D, Salvi GE, et al. Complication and failure rates with implant supported fixed dental prostheses and single crowns: a 10-year retrospective study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2014; 16: 356-364.
6. Sadid-Zadeh R, Kutkut A, Kim H. Prosthetic failure in implant dentistry. *Dent Clin North Am*. 2015; 59: 195-214.
7. Sailer I, Muhlemann S, Zwahlen M, et al. Cemented and screw-retained implant reconstructions- a systematic review of the survival and complication rates. *Clin Oral Implants Res*. 2012; 23: 163-201.
8. Sailer I, Philipp A, Zembic A, et al. A systematic review of the performance of ceramic and metal implant abutments supporting fixed implant reconstructions. *Clin Oral Implants Res*. 2009; 20: 4-31.
9. Zembic A, Kim S, Zwahlen M, et al. Systematic review of the survival rate and incidence of biologic, technical and esthetic complications of single implant abutments supporting fixed prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2014; 29 Suppl: 99-116.
10. ElHoussiney AG, Zhang H, Song J, et al. Influence of implant location on the clinical outcomes of

- implant abutments: a systematic review and meta-analysis. *Clin Cosmet Investig Dent*. 2018; 10: 19-35.
11. Dhima M, Paulusova V, Lohse C, et al. Practice-based evidence from 29-year outcome analysis of management of the edentulous jaw using osseointegrated dental implants. *J Prosthodont*. 2014; 23: 173-181.
  12. Pjetursson BE, Asgeirsson AG, Zwahlen M, et al. Improvements in implant dentistry over the last decade: comparison of survival and complication rates in older and newer publications. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2014; 29: 308-324.
  13. Kapos T, Evans C. CAD/CAM Technology for Implant Abutments, Crowns, and Superstructures. *Int J Oral Maxillofac implants*. 2014; 29 Suppl: 117-136.
  14. Yoon KJ, Park YB, Choi H, et al. Evaluation of stability of interface between CCM (Co-Cr-Mo) UCLA abutment and external hex implant. *J Adv Prosthodont*. 2016; 8: 465-471.
  15. Yi Y, Koak JY, Kim SK, et al. Comparison of implant component fractures in external and internal type: A 12-year retrospective study. *J Adv Prosthodont*. 2018; 10: 155-162.
  16. Vigolo P, Fonzi F, Majzoub Z, et al. Evaluation of goldmachined 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.
  17. Abduo J. Fit of CAD/CAM implant frameworks: A comprehensive review. *J Oral Implantol*. 2014; 758-766.
  18. Lee JH, Park JM, Park EJ, et al. Comparison of Customized Abutments Made from Titanium and a Machinable Precious Alloy. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2016; 31: 92-100.
  19. Kim ES, Shin SY. Influence of the implant abutment types and the dynamic loading on initial screw loosening. *J Adv Prosthodont*. 2013; 5: 21-28.
  20. 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: 128-134.
  21. Korsch M, Walther W. Prefabricated versus customized abutment: A retrospective analysis of loosening of cement-retained fixed implant-supported reconstructions. *Int J Prosthodont*. 2015; 28: 522-526.
  22. Covey DA, Kent DK, Sanit Germain HA JR, et al. Effects of abutment size and luting cement type on the uniaxial retention force of implant-supported crowns. *J Prosthet Dent*. 2000; 83: 344-348.
  23. Guncu MB, Cakan U, Canay S. Comparison of 3 luting agents on retention of implant-supported crowns on 2 different abutments. *Implant Dent*. 2011; 20: 349-353.
  24. Wadhvani C, Hess T, Pineyro A, et al. Effects of abutment and screw access channel modification on dislodgement of cement-retained implant-supported restorations. *Int J Prosthodont*. 2013; 26: 54-56.
  25. Albrektsson T, Donos N. Implant survival and complications. The Third EAO consensus conference. *Clin Oral Implants Res*. 2012; 23(Suppl. 6): 63-65.
  26. Priest G. Virtual-designed and computer-milled implant abutments. *J Oral Maxillofac Surg*. 2005; 63(Suppl. 2): 22-32.
  27. Theodoros Kapos, Christopher Evans. CAD/CAM Technology for implant abutments, crowns, and superstructures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014; 29: 117-136.
  28. Zembic A, Sailer I, Jung RE, et al. 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.
29. Wang JHY, Judge R, Bailey D. A 5-Year Retrospective Assay of Implant Treatments and Complications in Private Practice: The Restorative Complications of Single and Short-Span Implant-Supported Fixed Prosthesis. *Int J Prosthodont*. 2016; 29: 435-444.
  30. Balshi TJ. An analysis and management of fractured implants: a clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1996; 11: 660-666.
  31. Sadowsky SJ. Occlusal overload with dental implants: a review. *Int J Implant Dent*. 2019; 5: 29.
  32. Balshi TJ, Hernandez RE, Pyszlak MC, et al. A comparative study of one implant versus two replacing a single molar. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1996; 11: 372-378.
  33. Pjetursson BE, Brägger U, Lang NP, et al. Comparison of survival and complication rates of tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs) and implant-supported FDPs and single crowns (SCs). *Clin Oral Implants Res*. 2007; 18: 97-113.
  34. Hu KW, Shen YF, Wei PC. Compatible CAD-CAM titanium abutments for posterior single-implant tooth replacement: A retrospective case series. *J Prosthet Dent*. 2017; 117: 363-366.