

# 리튬 디실리케이트-지르코니아 이중도재관과 단일구조 지르코니아로 제작된 구치부 고정성 임플란트 지지 보철물의 전향적 임상연구: 24개월 추적관찰

노경우 · 전영찬 · 정창모 · 윤미정 · 허중보 · 이소현 · 양동석\* · 배은빈\*

부산대학교 치과대학 치과보철학교실

## A prospective clinical of lithium disilicate pressed zirconia and monolithic zirconia in posterior implant-supported prostheses: A 24-month follow-up

Kyoung-Woo Roh, Young-Chan Jeon, Chang-Mo Jeong, Mi-Jung Yun, Jung-Bo Huh, So-Hyoun Lee, Dong-Seok Yang\*, Eun-Bin Bae\*

Department of Prosthodontics, Dental Research Institute, Institute of Translational Dental Sciences, BK21 PLUS Project, School of Dentistry,  
Pusan National University, Yangsan, Republic of Korea

**Purpose:** The purpose of this study was to compare the clinical outcomes of lithium disilicate ceramic pressed zirconia prostheses and monolithic zirconia prostheses and to investigate the complications after two years of follow-up in posterior edentulous site. **Materials and methods:** A total 17 patients (male: 12, female: 5) were treated with 60 posterior fixed implant-supported prostheses (LP, lithium disilicate ceramic pressed zirconia prostheses: n = 30, MZ, monolithic zirconia prostheses: n = 30). After 24-month, clinical examination of Implant survival rate, marginal bone resorption, probing depth, plaque index, bleeding index, calculus and complications were evaluated. **Results:** There were no failed implants and all implants were normal in function without mobility. Marginal bone resorption was lower in LP group than MZ group at 12-month ( $P < .05$ ), and 12-month probing depth and calculus deposit in LP group were significantly higher than MZ group ( $P < .05$ ). Most common complications in MZ were marginal bone resorptions more than 1.5mm and 2 chipping occurred in LP group. **Conclusion:** Within the limitations of the present study, lithium disilicate ceramic pressed zirconia is considered as a predictable treatment option as much as monolithic zirconia in posterior fixed implant-supported prostheses. (*J Korean Acad Prosthodont* 2019;57:134-41)

**Keywords:** Dental implant; Lithium disilicate; Zirconium oxide

### 서론

치과 재료와 기술의 발전으로 새로운 시스템들이 개발되면서, 생체적합성이 뛰어나고 자연치아와 유사한 색조 및 외형을 재현할 수 있는 심미적인 세라믹 재료들에 대한 관심이 증가하고 있다.<sup>1</sup> 하지만 파절에 취약한 세라믹 재료의 한계로 인해, 더 큰 교합력이 보철물에 가해지는 구치부에서는 전치부에 비해 더 많은

파절이 보고되고 있어 임상적 적용에 주의가 요구된다.<sup>2,3</sup> 치과용 세라믹은 그 구성 성분에 따라 장식 유리 도재(predominantly glass), 입자 강화 유리질 도재(particle filled glass), 다결정 도재(polycrystalline ceramic)로 구분할 수 있다.<sup>4</sup> 이 중 입자 강화 유리질 도재 중 하나인 리튬 디실리케이트 세라믹(lithium disilicate ceramic)은 전통적 장식 유리 도재와 비교해 더 우수한 기계적 성질을 갖고 있으며, 첨가되는 입자가 증가할수록 세라믹 재

\*Corresponding Author: Dong-Seok Yang<sup>1</sup>, Eun-Bin Bae<sup>2</sup>

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Pusan National University,

49 Pusan University-ro, Yangsan-si, Gyeongnam-do, 50612, Republic of Korea

+82 (0)55 360 5133; e-mail, <sup>1</sup>eyejoa0303@naver.com, <sup>2</sup>0228dmqls@hanmail.net

Article history: Received February 14, 2019 / Last Revision March 19, 2019 / Accepted March 21, 2019

© 2019 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.

※ This study was supported by a 2-year research grant from Pusan National University.

료의 심미성은 감소하지만 강도는 증가한다고 알려져 있다.<sup>5,6</sup> 리튬 디실리케이트는 300 - 400 MPa의 굴곡강도를 갖고 있어 하부구조 없이 크라운 제작이 가능하지만,<sup>7</sup> 상실치 수복시에는 전치와 소구치에 한정된 3 본 고정성 보철물 제작에 제한적으로 사용하도록 추천하고 있다.<sup>8</sup>

다결정 도재는 치과용 Computer-Aided-Design/Computer-Aided-Manufacturing (CAD/CAM)의 발전과 함께 그 사용 범위가 크게 증가하고 있으며, 이트리아 안정화 정방정 지르코니아 다결정체(Yttria oxide partially stabilized tetragonal zirconia polycrystal, Y-TZP)는 임플란트 지대주, 임플란트 고정체, 근관용 포스트 등 치과의 다양한 분야에서 사용되고 있다.<sup>9</sup> 순수한 지르코니아는 실온에서 단상정이지만 1170°C에서 정방정으로 전이되며 수축하고, 실온으로 냉각 시 다시 팽창하면서 재료의 균열을 유발하게 된다. 3 mol% 이트리아 안정화제가 첨가된 지르코니아는 상온에서도 정방정으로 유지되며, 외부에서 가해지는 응력에 의해 정방정 결정상이 단상정 결정상으로 상전이가 일어날 수 있다. 이때 3 - 5%의 부피 팽창을 수반하여 내부 압축 응력이 형성되면 미세균열의 진행을 억제하여 강화 효과를 얻을 수 있다.<sup>10</sup> 이러한 상전이 강화기전 뿐만 아니라, Y-TZP는 미세 균열 전달 및 응력 부식을 일으키는 글라스(glass)를 포함하고 있지 않기 때문에 다른 세라믹 재료들보다 우수한 기계적 성질을 가지고 있으며, 치주조직에 대해 높은 생체적합성이 보고되고 있다.<sup>11-13</sup> 이러한 장점을 바탕으로 전치부 뿐만 아니라 구치부 고정성 보철물의 코어 재료로 사용된 여러 임상연구에서 높은 생존율을 보여주었으며,<sup>14,15</sup> 단일구조 지르코니아 보철물 제작에도 사용되고 있다.<sup>16</sup> 그러나 단일구조 지르코니아를 사용한 세라믹 보철물은 광투과도가 낮고 불투명하다는 심미적 한계가 존재하며<sup>17</sup> 지르코니아 표면에 착색 용액을 적용하더라도 지르코니아의 투명도를 조절할 수는 없기 때문에,<sup>18</sup> 이와 같은 심미적 단점을 보완하기 위해 지르코니아 코어 상에 심미적인 비니어를 제작하는 방법이 해결책으로 제시되어 왔다.<sup>19</sup>

지르코니아 코어 상에 세라믹 비니어를 제작하는 방법으로 장식계 도재를 이용한 hand-layering technique과 리튬 디실리케이트 세라믹을 이용한 CAD-on technique, press-over technique이 있다. 장식계 도재를 이용한 Hand-layering technique은 가장 많이 사용되는 방법으로, 제작 시 반복된 소성 과정이 필요하여 그 과정 중에 기포가 내재될 수 있고, 장식계 도재의 낮은 강도 때문에 도재 부분파절(chipping)에 취약하다는 단점이 있다.<sup>20</sup> 이에 기계적 성질이 우수하며 파절 저항성이 높은 리튬 디실리케이트 세라믹을 이용한 비니어 제작방법이 소개되었다.<sup>21</sup>

최근에 소개된 리튬 디실리케이트를 사용해 세라믹 비니어를 제작하기 위한 press-over technique은 로스트왁스법(lost wax)을 이용해 비니어를 제작하기 때문에 고가의 CAD/CAM 장비 없이도 제작 가능하여 경제적이며, 효과적으로 해부학적 형태를 부여할 수 있다는 장점이 있다.<sup>22</sup> Kim 등<sup>23</sup>은 리튬 디실리케이트가 프레싱된 지르코니아(lithium disilicate pressed zirconia)와 단일구조 지르코니아 보철물을 비교한 실험에서 리튬 디실리

케이트가 프레싱된 지르코니아 이중도재관이 임상적으로 사용 가능 할 만큼 충분한 파절강도를 가지고 있다고 보고하였다. 그러나 과거 지르코니아 보철물, 금속도재관, 전부도재관의 생존율과 합병증을 비교한 여러 임상 연구들이 있었지만,<sup>9,19</sup> 강한 저작력이 적용되는 구치부 고정성 임플란트 지지 보철물에서 단일구조 지르코니아의 단점을 보완할 수 있는 방법으로 리튬 디실리케이트-지르코니아 이중도재관이 고려될 수 있는지 두 재료를 비교한 임상적 연구가 부족하였다.

본 연구에서는 리튬 디실리케이트-지르코니아 이중도재관과 단일구조 지르코니아로 제작된 구치부 고정성 임플란트 지지 보철물의 임상적 결과를 2년간의 추적을 통해 비교 분석하여 리튬 디실리케이트가 프레싱된 지르코니아 보철물의 임상적 유용성을 확인하고, 임상적 참고 자료와 후학 연구의 기초자료로 도움이 되고자 하였다.

## 대상 및 방법

2015년 부산대학교 치과병원에서 모집한 17명의 환자를 대상(남: 12, 여: 5)으로 60개의 임플란트를 식립하고, 식립된 임플란트 개수와 동일하게 구치부 고정성 임플란트 지지 보철물을 제작한 후 2018년까지 2년간 추적 관찰하였다 (IRB No. PNUHDH-2014-001-MD). 본 연구의 대상들은 (1) 21세 이상의 전신적으로 건강하며 (2) 상, 하악 구치부에 상실치가 있으며 (3) 임플란트 식립을 위한 골폭(최소 6 mm)과 골높이(최소 10 mm)가 충분하여 골이식은 필요로 하지 않는 상태였으며 (4) 대합치는 가철성 보철물이 아닌, 자연치 또는 고정성 임플란트 보철물 상태였다. 다음의 기준에 한가지 이상 해당하는 환자는 조사대상에서 제외하였다. (1) 알콜 또는 약물 남용 (2) 흡연자 (3) 심한 이갈이 등 비기능성 습관 (4) 임플란트 식립을 제한하는 전신적 혹은 정신적 질환을 가진자. 고정성 임플란트 지지 보철물은 무작위로 환자를 배정하여 단일구조 지르코니아(monolithic zirconia, MZ)와 리튬 디실리케이트가 프레싱된 지르코니아(lithium disilicate pressed zirconia, LP) 보철물의 두 군으로 각각 30개씩 제작하였다.

외부연결형 임플란트(USIII, Osstem, Seoul, Korea)를 상실된 치아 수와 동일하게 식립하였다. 2차 수술이 완료된 후 최종 인상은 임플란트 레벨(fixture level)에서 비닐 실록산(vinyl siloxane) 인상재(Imprint II Garant regular/light body, 3M, St. Paul, MN, USA)와 개인트레이를 사용하여 채득하였다. 대합치 인상은 알지네이트 인상재(Aroma fine plus, GC, Tokyo, Japan)을 이용하여 채득하였다. 티타늄 맞춤 지대주(Pre-milled bar, Dio, Busan, Korea)를 CAD 소프트웨어(Exocad, Exocad, Darmstadt, Germany)와 밀링머신(Trione Z, Dio, Busan, Korea)을 이용해 치은연 높이와 동일하게 변연을 설정하여 제작하였다. 최종 보철물 제작을 위해 지대주 상에서 최종 인상을 채득하고, 주모형을 AutoScan 3D Dental scanner (Hangzhou Shining 3D tech, Hangzhou, China)를 이용해 스캔하였다. 고정성 임플란트 지

지 보철물은 MZ와 LP 두 군으로 각 30 개씩 제작하였다. MZ군을 제작하기 위해 지르코니아 블록(Zirtooth Fulluster, HASS, Gangneung, Korea)을 밀링하였다. 교합면에서 균일하게 1.5 - 2 mm의 두께를 갖도록 디자인하고 소결과 글레이징을 시행하였다. LP군을 제작하기 위해 0.5 mm 두께의 지르코니아 코핑(Zirtooth Fulluster, HASS, Gangneung, Korea)을 제작하였다. 지르코니아와 리튬 디실리케이트 비니어 사이의 접착 강도와 젖음성을 증가시키기 위해 라이너(Rosetta Ceram Liner, HASS, Gangneung, Korea)를 적용하고 이후 열처리를 시행하였다. Exocad 프로그램을 이용하여 왁스 블록(TOTEM, Qingdao Totem Candle Industry, Shandong, China)을 밀링하여 왁스 비니어를 제작하고 코핑 상에 고정시켰다. 이후, 매몰을 시행하고 800°C에서 30 분간 소환하였다. 매몰링에 글라스 잉곳(Rosetta Ultra-Press, HASS, Gangneung, Korea)을 넣고 가압소성로(Horizon Press, Shenpaz Dental, Migdal HaEmek, Israel)을 이용해 지르코니아와 리튬 디실리케이트 세라믹이 접착되도록 압입 주조하였다. 제조사의 지시에 따라 샌드블라스팅(50  $\mu$ m glass bead at 1 bar pressure)과 글레이징(IPS e.max Ceram glaze paste, Ivoclar Vivadent, Schaan, Leichtenstein)을 시행하였다. 표준화를 위해 모든 기공과정은 동일한 치과 기공사가 전담하여 진행하였다. 모든 보철물은 자가접착 레진시멘트(G-CEM LinkAce, GC, Alsip, IL, USA)를 사용하여 구강내 접착하였다.

임상검사, 방사선사진검사 및 합병증 검사를 보철물 장착 후 12개월 및 24개월에 시행하였으며, 실험 대상들은 치주과와 보철과에서 정기적 유지관리를 받도록 하였다. 임플란트 생존율은 다음의 Cochran<sup>24</sup>의 기준에 따라 평가하였다. (1) 동통, 이물감, 감각이상 등의 지속적 불편감이 없을 것 (2) 임플란트 주위 염증 증상의 지속이나 재발이 없을 것 (3) 임플란트의 임상적 동요도가 없을 것 (4) 임플란트 주위 방사선 투과상이 없으며 급성 진행

성 골흡수가 없을 것. 임플란트 변연골 흡수정도를 평가하기 위해 이동식 방사선 촬영기(Port II, Genoray, Sungnam, Korea)를 이용해 평행촬영법으로 방사선 사진을 촬영하였다. 방사선사진상의 임플란트 장경과 변연골 수준을 이미지 계측 프로그램(isolution, IMT, Daejeon, Korea)으로 측정하고 변연골 흡수량을 실제 임플란트 장경과 비교하여 계산하였다.<sup>25</sup> 임플란트의 근심, 원심, 측축, 협축에서 치주낭 깊이를 Merrit-B periodontal probe (Hu-Friedy MFG)를 이용해 측정하고 평균값을 계산하였으며,<sup>26</sup> Mombelli 등<sup>27</sup>의 기준에 따라 임플란트 표면의 치태 및 출혈을 평가하고 0 - 3점을 부여하였다. 합병증은 Table 1와 같이 분류하고 그 빈도를 조사하였다. 두 군의 변연골 흡수량과 치주낭 깊이의 평균값을 비교하기 위해, 독립 표본 T 검정을 사용하였으며, 카이제곱 검정을 사용하여 치태지수, 치석, 출혈지수, 보철물과 연관된 합병증을 분석하였다. 모든 통계과정은 SPSS (ver. 23.0, SPSS, Chicago, IL, USA)를 이용하였으며 통계적 유의수준은 0.05로 설정하였다.

## 결과

17명의 환자에게 60 개의 고정성 임플란트 지지 보철물을 제작하고 2년 후의 생존율을 평가하였다. 모든 임플란트에서 기능적 문제와 임상적 동요없이 100%의 생존율을 보여주었다 (Table 2).

임플란트 변연골 흡수를 평가하기 위해 관찰 12, 24개월의 임플란트 변연골 흡수량을 측정하여 평균값 및 표준편차를 계산하였다 (Table 3). LP군과 MZ군은 관찰 24 개월에 각각  $0.77 \pm 0.44$  mm와  $1.28 \pm 0.61$  mm의 변연골 흡수를 보여주었다. LP군이 MZ군보다 더 적은 골흡수를 보였다 ( $P < .05$ ). 첫 1년 이후 연간 변연골 흡수량은 LP군에서 0.04 mm/year, MZ군에서 0.17 mm/year이었다 (Fig. 1).

치주낭 깊이 평가 결과에서는 관찰 12개월, 24개월의 MZ와 LP군의 치주낭 깊이를 측정하고 평균값과 표준편차를 계산하였다 (Table 4, Fig. 2). 관찰 12개월에는 LP군이 MZ군에 비해 치주낭 깊이가 더 깊었으나 ( $P < .05$ ), 관찰 24개월에는 두 군 사이에 유의한 차이가 없었다 ( $P > .05$ , Table 4, Fig. 2).

**Table 1.** Type of complications

| Complications |                                    |
|---------------|------------------------------------|
| Technical     | Crown fracture                     |
|               | Connector fracture                 |
|               | Chipping                           |
|               | Cement loss                        |
|               | Fixture fracture                   |
|               | Screw fracture                     |
|               | Screw loosening                    |
| Biological    | Peri-implantitis                   |
|               | More than 1.5 mm crestal bone loss |
|               | Gingival swelling                  |
|               | Suppuration                        |
|               | Food impaction                     |

**Table 2.** Cumulative survival rate of the implants

| Follow-up periods (months) | MZ group |                 |         | LP group |                 |         |
|----------------------------|----------|-----------------|---------|----------|-----------------|---------|
|                            | Implants | Failed implants | CSR (%) | Implants | Failed implants | CSR (%) |
| 12                         | 30       | -               | 100     | 30       | -               | 100     |
| 24                         | 30       | -               | 100     | 30       | -               | 100     |

MZ: monolithic zirconia, LP: lithium disilicate pressed zirconia, CSR: Cumulative survival rate of implants.

관찰 24개월의 치태 및 출혈 지수와 치석을 측정하였다 (Table 5). MZ군에서는 치태가 관측되지 않는 경우가 가장 많았으며 (86.7%), LP그룹에서 조금 더 치태가 많이 관측되었으나 통계적 유의성은 없었다 ( $P > .05$ ). 치석은 LP군에서 MZ군에 비해 유의성 있게 많이 관찰되었다 ( $P < .05$ ). 출혈지수는 MZ군에서 출혈이 관찰되지 않는 경우가 가장 많았으며(66.7%), 상대적으로 LP

군에서 더 많은 출혈이 관찰되었으나 통계적 유의성은 없었다 ( $P > .05$ ).

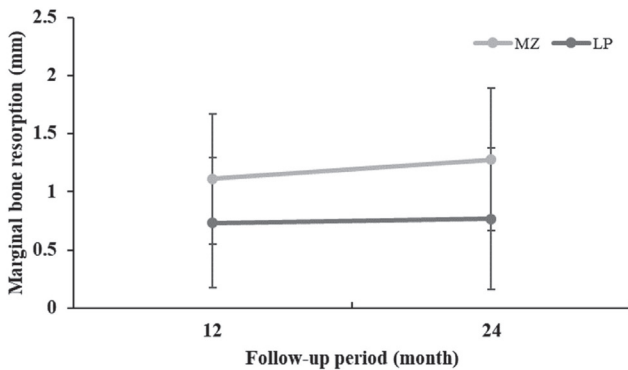
합병증의 총 발생 빈도수는 두 군에서 유사하게 관찰되었으나 주된 합병증의 종류에는 차이가 있었다 (Table 6). 주된 합병증으로 LP군에서는 Chipping (6.6%)이 관찰되었으며, MZ군에서는 1.5 mm 이상의 골흡수 발생(23%)이 가장 많이 관찰되었다.

**Table 3.** The average value of marginal bone resorption

|                               |           | MZ group |      | LP group |      | <i>P</i> |
|-------------------------------|-----------|----------|------|----------|------|----------|
|                               |           | Mean     | SD   | Mean     | SD   |          |
| Marginal bone resorption (mm) | 12 months | 1.11     | 0.55 | 0.73     | 0.28 | .02*     |
|                               | 24 months | 1.28     | 0.61 | 0.77     | 0.44 | < .001*  |

MZ: monolithic zirconia, LP: lithium disilicate pressed zirconia.

\* Mean values showed significant difference based on independent T-test.



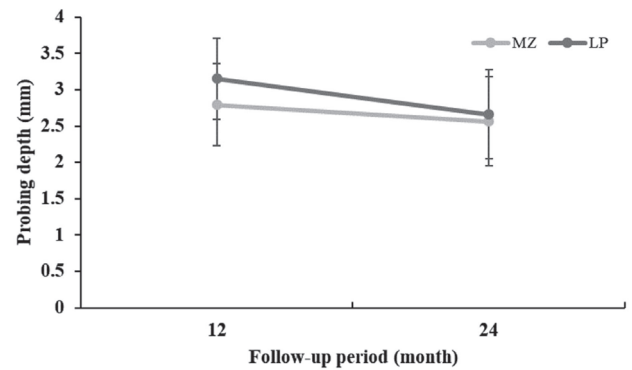
**Fig. 1.** Comparison of marginal bone resorption (MZ: Monolithic zirconia, LP: Lithium disilicate ceramic pressed zirconia).

**Table 4.** The average value of probing depth

|                    |           | MZ group |      | LP group |      | <i>P</i> |
|--------------------|-----------|----------|------|----------|------|----------|
|                    |           | Mean     | SD   | Mean     | SD   |          |
| Probing depth (mm) | 12 months | 2.79     | 0.77 | 3.15     | 0.45 | .032*    |
|                    | 24 months | 2.57     | 0.87 | 2.66     | 0.89 | > .05    |

MZ: monolithic zirconia, LP: lithium disilicate pressed zirconia.

\* Mean values showed significant difference based on independent T-test.



**Fig. 2.** Comparison of probing depth (MZ: Monolithic zirconia, LP: Lithium disilicate pressed zirconia).

**Table 5.** Plaque index and calculus, bleeding index

| Implant number     |   | MZ group* | LP group* | <i>P</i> |
|--------------------|---|-----------|-----------|----------|
|                    |   | 30        | 30        |          |
| Plaque index (%)   | 0 | 86.7      | 66.7      | >.05     |
|                    | 1 | 13.3      | 30.0      |          |
|                    | 2 | -         | 3.3       |          |
|                    | 3 | -         | -         |          |
| Calculus (%)       | 0 | 100       | 86.7      | .038†    |
|                    | 1 | -         | 13.3      |          |
|                    | 2 | 66.7      | 53.3      |          |
| Bleeding index (%) | 0 | 13.3      | 33.3      | >.05     |
|                    | 1 | 20.0      | 6.7       |          |
|                    | 2 | -         | 6.7       |          |

MZ: monolithic zirconia, LP: lithium disilicate pressed zirconia.

\* Frequency distribution of plaque index, calculus, bleeding index.

† Frequency distribution showed significant difference based on chi-square.

**Table 6.** Incidence of complications

|                                    | MZ group | LP group |
|------------------------------------|----------|----------|
| Crown fracture                     | -        | 1        |
| Connector fracture                 | 1        | -        |
| Chipping                           | -        | 2        |
| Cement loss                        | -        | -        |
| Fixture fracture                   | -        | -        |
| Screw fracture                     | -        | -        |
| Screw loosening                    | -        | -        |
| Peri-implantitis                   | -        | -        |
| More than 1.5 mm crestal bone loss | 7        | 1        |
| Gingival swelling                  | -        | -        |
| Suppuration                        | -        | -        |
| Food impaction                     | 1        | 2        |
| Total                              | 9        | 6        |

MZ: monolithic zirconia, LP: lithium disilicate pressed zirconia.



## 고찰

Cochran<sup>24</sup>의 임플란트 성공 기준으로 평가 시, 본 연구의 모든 임플란트는 기능적 문제와 임상적 동요없이 100%의 생존율을 나타내었으며, 첫 1년 이후 연간 변연골 흡수량 역시 Albrektsson<sup>28</sup>의 임플란트 성공 기준인 0.2 mm/year 보다 적은 골 흡수를 보여주었다. 하지만, MZ군 중 5명의 환자, 7개의 임플란트에서 1.5 mm 이상의 골 흡수가 관찰되었으며 평균 변연골 흡수량 역시 LP군 보다 MZ군에서 유의하게 높게 관찰되었다. 임플란트에서의 초기 골흡수에 대한 다양한 병인론으로 수술적 외상, 과도한 교합하중, 임플란트 주위염, 미세 간극 등이 제시되었으며, 이러한 다양한 요소 중에 과도한 교합하중이 임플란트 실패의 주요한 요소로 알려져 있다.<sup>29</sup>

과도한 교합하중은 종종 변연골의 흡수를 일으키며, 이미 성공적으로 골 유착된 임플란트의 유착 실패를 일으킨다는 보고도 있다.<sup>30-32</sup> 임플란트 주위 치조정골은 굽힘 모멘트가 가해질 때 지렛대의 받침 역할을 하게 되며, 따라서 임플란트는 교합력에 의한 치조정 골흡수에 더욱 취약하게 된다.<sup>30</sup> Menini 등<sup>33</sup>은 수복 재료의 종류가 임플란트 주변골에 하중을 전달하는데 중요한 요소이며, 임플란트를 통해 주변골로 전해지는 하중은 다른 수복 재료와 비교해 지르코니아에서 가장 높음을 보고하였다. Gracis 등<sup>34</sup>의 연구에 따르면 더 단단한 재료일수록 임플란트에 더 많은 힘을 전달하게 되며, Hooke의 법칙에 따라 탄성계수가 높을수록 압력 하에 재료의 변형은 더 적으며 더 많은 힘이 재료를 통해 전달되게 된다. 이러한 연구들을 종합해 볼 때, 본 연구에서 MZ군에서 LP군에 비해 초기 골 흡수량이 많은 것 역시 리튬 디실리케이트 세라믹(96,000 MPa)이 단일구조 지르코니아(210,000 MPa)에 비해 더 낮은 탄성계수를 갖고 있어, 더 많은 충격을 흡수하고 더 적은 스트레스를 치조골에 전달했을 가능성을 고려해 볼 수 있을 것이다. 하지만, 치과 재료의 충격흡수 기능에 대한 반론을 제기하는 연구들이 있으며, 실제 환자 구강 내에서 다양한 치과 재료와 전달되는 교합력의 상관 관계를 실험한 연구들에서 재료 간의 유의한 차이가 없다는 결과를 보고하였다.<sup>35-37</sup> 또한, 다수 치아를 수복하는 경우 단단한 재료를 사용하는 것이 지대주와 임플란트로 전해지는 스트레스가 더 균일하게 분산되는 장점이 있다. 따라서 다수치아를 수복하는 경우에는 단단한 재료를 이용해 임플란트를 연결 고정하고, 충격흡수 기능이 있을 것으로 생각되는 탄성계수가 낮은 수복재료를 교합면에 한정해 적용하는 방법을 고려해볼 수 있다.<sup>33</sup>

과도한 교합하중과 함께 임플란트 주위염이 임플란트 실패의 주요한 원인 요소이며, 치태 침착과 임플란트 주위 골 소실의 상관관계에 대해 여러 실험적, 임상적 연구들이 보고되어 왔다.<sup>9,32</sup> Bremer 등<sup>38</sup>은 세라믹 재료의 종류와 미생물막 형성의 상관 관계를 알아보기 위한 실험을 통해 리튬 디실리케이트에서 미생물막의 넓이와 두께가 가장 높은 수치를 보였으며, 지르코니아에서 가장 낮았다고 보고하였다. 미생물막의 형성에 영향을 미치는 요소 중 하나는 수복물의 표면 거칠기이며, 본 연구의 결과는

상대적으로 더 부드러운 표면을 가지고 있는 지르코니아 보철물이 리튬 디실리케이트 보철물과 비교해서 미생물 부착 측면에서 장점이 있음 보여준다. 리튬 디실리케이트는 바늘 모양의 결정들로 이루어진 격자구조를 가지고 있으며, 다른 세라믹 재료에 비해 낮은 친수성을 가지고 있어 미생물막 형성에 더 취약하다.<sup>38</sup> 본 연구의 결과에 따르면 치태지수, 치석지수, 출혈지수 및 치주낭 깊이는 LP군에서 상대적으로 더 높게 측정되었으나 통계적으로 유의한 수준은 아니었고, 두 군 모두 양호한 수준을 보여주었다. 더 낮은 치주 지수를 보인 MZ군에서 초기 골흡수가 상대적으로 많은 것은 임플란트 주위염에 의한 결과보다는 하중 전달과 연관이 있다고 생각된다.<sup>29</sup> 하지만, 초기 골흡수는 혐기성 세균성장에 적합한 환경을 제공할 수 있으며, 결과적으로 수년간의 지속적 골흡수에 기여할 수도 있다. 따라서 치주낭 깊이 및 치석 지수가 비교적 높은 LP군과 초기 골흡수가 상대적으로 많이 일어난 MZ군 모두 지속적인 유지관리를 통한 주의 깊은 관찰이 요구된다.

본 연구에서 LP군과 MZ군은 합병증의 총 발생 빈도는 비슷하였지만, 주된 합병증의 종류에는 차이가 있었다. LP군은 비니어의 부분 파절(chipping, 6.6%)이 가장 주된 합병증이었으며, MZ군은 1.5 mm 이상의 변연골 흡수(23%)가 관측되는 경우가 가장 많았으며 1개의 연결부 파절(complete fracture)을 보여주었다. 합병증 검사에서 보철물의 파절은 (1) 박리(delamination) (2) 부분 파절(chipping)과 같은 cohesive 파절 (3) 프레임워크(framework)까지 진행된 크랙(crack) (4) 완전 파절(complete fracture)로 분류할 수 있으며,<sup>16</sup> 지르코니아를 이용한 고정성 임플란트 보철물의 가장 흔한 실패 원인은 비니어의 부분 파절로 알려져 있다.<sup>39</sup> 여러 연구에 따르면, Y-TZP를 코어 재료로 사용하는 전부도재판에서 코어 재료의 파절 빈도는 매우 낮지만 축성되는 비니어의 부분 파절은 높은 빈도로 발생하며 논문마다 차이는 있으나 2%에서 28.8%까지 다양하게 보고되고 있다.<sup>14,40-42</sup> 본 연구에서는 총 30개의 LP 보철물 중 6.6%에서 비니어의 부분 파절이 발생하였다.

부분 파절이 발생하는 원인에는 지르코니아와 비니어 재료 간의 과도한 열팽창계수(CTE) 차이, 도재의 두께, 소성 횟수와 냉각 속도에 의해 발생하는 잔류응력이 가장 주요한 원인으로 알려져 있으며, 부적절한 프레임워크 디자인, 비니어 도재 자체의 낮은 파괴인성과 굴곡강도, 교합하중 및 교합점의 위치와 크기 등도 영향을 준다.<sup>43</sup> Jang 등<sup>44</sup>은 지르코니아 코어와 리튬 디실리케이트 세라믹 사이에 화학적 반응을 일으키는 라이너를 적용하여 두 재료의 결합강도 및 파절강도를 증가시킬 수 있음을 보고하였다. 연구에 따르면, 리튬 디실리케이트 라이너 성분의 Li와 Si가 지르코니아 표면과 열화학적 반응을 통해 구조적 변화를 일으키며 지르코니아 표면에서 화학적 결합을 이루는 것을 보여주었다. 결과적으로 리튬 디실리케이트 라이너를 처리하지 않은 지르코니아와 리튬 디실리케이트 세라믹의 계면은 미세 간극에 의해 계면에서 응력의 집중이 일어나게 되어 파절 저항이 감소하게 되며, 반대로 라이너를 처리한 계면은 미세 간극이 사라지는

효과를 통해 응력의 완화가 일어나 강한 파절 저항을 보이게 된다. 본 연구에서 MZ군에서 1개의 연결부 파절이 관측되었다. 다수치아를 수복하는 경우에, 연결부위가 보철물의 내구성과 수명에 중요하며 얇게 디자인된 연결부는 하중이 가해질 때 더 많은 변형을 일으키게 된다. 본 연구에서 연결부는 근심부는 10 mm<sup>2</sup>, 원심부는 12 mm<sup>2</sup>로 디자인하였다.<sup>45</sup>

본 연구의 한계 내에서, 2년간의 추적 관찰 결과 치주낭 깊이 및 치석지수는 리튬 디실리케이트가 프레스된 지르코니아 이종도재판에서 단일구조 지르코니아 보철물 보다 높았지만, 골 흡수는 더 적었고 오직 2개의 부분 파절만이 발생하였다. 따라서, 리튬 디실리케이트-지르코니아 이종도재판은 구치부 임플란트 지지 보철물에서 단일구조 지르코니아와 함께 예지성 있는 치료 방법으로 판단된다. 그러나 본 연구는 두 재료 사이의 임상적 차이를 완벽히 설명하기에는 연구 기간의 한계로 인해 충분하지 않으며, 신뢰성 있는 근거를 확립하기 위해 더 많은 표본과 더 장기간의 후속연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 결론

본 연구에서는 리튬 디실리케이트가 프레스된 지르코니아와 단일구조 지르코니아로 제작된 구치부 고정성 임플란트 지지 보철물의 임상적 경과를 2년간의 추적을 통해 비교 분석하여 리튬 디실리케이트-지르코니아 이종도재판의 임상적 유용성을 확인하고자 하였다. 모든 임플란트는 기능적 문제와 임상적 동요없이 100%의 생존율을 보여주었다. 추적 관찰 12개월의 변연골 흡수량은 LP군에서 MZ군 보다 더 적었으나, 관찰 12개월의 치주낭 깊이 및 치석지수는 LP군에서 높았다. 주된 합병증으로 MZ군 중 7개에서 1.5 mm 이상의 골흡수가 관찰되었으며, LP군에서 2개의 부분파절이 관찰되었다. 본 연구의 한계내에서, 구치부 임플란트 지지 보철물에서 리튬 디실리케이트가 프레스된 지르코니아 보철물은 단일구조 지르코니아 보철물과 함께 예지성 있는 치료방법으로 판단된다. 하지만 신뢰성 있는 근거를 확립하기 위해 더 많은 표본과 장기간의 임상 연구가 추가적으로 필요할 것이다.

## ORCID

Kyoung-Woo Roh <https://orcid.org/0000-0001-5376-5451>

Young-Chan Jeon <https://orcid.org/0000-0001-6615-7797>

Chang-Mo Jeong <https://orcid.org/0000-0001-5009-9799>

Mi-Jung Yun <https://orcid.org/0000-0003-3093-8406>

Jung-Bo Huh <https://orcid.org/0000-0001-7578-1989>

So-Hyoun Lee <https://orcid.org/0000-0003-3094-6086>

Dong-Seok Yang <https://orcid.org/0000-0003-0504-1074>

Eun-Bin Bae <https://orcid.org/0000-0002-9524-3835>

## References

1. Ha SR, Kim SH, Han JS, Yoo SH, Jeong SC, Lee JB, Yeo IS. The influence of various core designs on stress distribution in the veneered zirconia crown: a finite element analysis study. *J Adv Prosthodont* 2013;5:187-97.
2. Imanishi A, Nakamura T, Ohyama T, Nakamura T. 3-D Finite element analysis of all-ceramic posterior crowns. *J Oral Rehabil* 2003;30:818-22.
3. Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharassaeng K, Kan JY. Clinical complications in fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent* 2003;90:31-41.
4. Kelly JR, Benetti P. Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice. *Aust Dent J* 2011;56:84-96.
5. Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, Vargas MA. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part I: core materials. *J Prosthet Dent* 2002;88:4-9.
6. Drummond JL, King TJ, Bapna MS, Koperski RD. Mechanical property evaluation of pressable restorative ceramics. *Dent Mater* 2000;16:226-33.
7. Guess PC, Zavanelli RA, Silva NR, Bonfante EA, Coelho PG, Thompson VP. Monolithic CAD/CAM lithium disilicate versus veneered Y-TZP crowns: comparison of failure modes and reliability after fatigue. *Int J Prosthodont* 2010;23:434-42.
8. Sorensen JA. The IPS Empress 2 system: defining the possibilities. *Quintessence Dent Technol* 1999;22:153-63.
9. Al-Amleh B, Lyons K, Swain M. Clinical trials in zirconia: a systematic review. *J Oral Rehabil* 2010;37:641-52.
10. Hannink R, Kelly PM, Muddle BC. Transformation toughening in zirconia-containing ceramics. *J Am Ceram Soc* 2000;83:461-87.
11. Wiederhorn SM, Bolz LH. Stress corrosion and static fatigue of glass. *J Am Ceram Soc* 1970;53:543-8.
12. Suh DW, Kim YK, Yi YJ. A review of biocompatibility of zirconia: In vitro experiment. *J Korean Acad Prosthodont* 2018;56:391-5.
13. Suh DW, Kim YK, Yi YJ. A review of biocompatibility of zirconia and bioactivity as a zirconia implant: In vivo experiment. *J Korean Acad Prosthodont* 2019;57:88-94.
14. Sorrentino R, De Simone G, Tete S, Russo S, Zarone F. Five-year prospective clinical study of posterior three-unit zirconia-based fixed dental prostheses. *Clin Oral Investig* 2011;16:977-85.
15. Sailer I, Gottnerb J, Kanelb S, Hammerle C. Randomized controlled clinical trial of zirconia-ceramic and metal-ceramic posterior fixed dental prostheses. *Int J Prosthodont* 2009;22:553-60.
16. Batson ER, Cooper LF, Duqum I, Mendonça G. Clinical outcomes of three different crown systems with CAD/CAM technology. *J Prosthet Dent* 2014;112:770-7.
17. Lim HN, Yu B, Lee YK. Spectroradiometric and spectrophotometric translucency of ceramic materials. *J Prosthet Dent*

- 2010;104:239-46.
18. Kim HK, Kim SH. Effect of the number of coloring liquid applications on the optical properties of monolithic zirconia. *Dent Mater* 2014;30:e229-37.
  19. Takeichi T, Katsoulis J, Blatz MB. Clinical outcome of single porcelain-fused-to-zirconium dioxide crowns: a systematic review. *J Prosthet Dent* 2013;110:455-61.
  20. Tinschert J, Schulze KA, Natt G, Latzke P, Heussen N, Spiekermann H. Clinical behavior of zirconia-based fixed partial dentures made of DC-Zirkon: 3-year results. *Int J Prosthodont* 2008;21:217-22.
  21. Baltzer A. All-ceramic single-tooth restorations: choosing the material to match the preparation--preparing the tooth to match the material. *Int J Comput Dent* 2008;11:241-56.
  22. Guess PC, Zhang Y, Thompson VP. Effect of veneering techniques on damage and reliability of Y-TZP trilayers. *Eur J Esthet Dent* 2009;4:262-76.
  23. Kim SY, Choi JW, Ju SW, Ahn JS, Yoon MJ, Huh JB. Fracture strength after fatigue loading of lithium disilicate pressed zirconia crowns. *Int J Prosthodont* 2016;29:369-71.
  24. Cochran DL, Buser D, ten Bruggenkate CM, Weingart D, Taylor TM, Bernard JP, Peters F, Simpson JP. The use of reduced healing times on ITI implants with a sandblasted and acid-etched (SLA) surface: early results from clinical trials on ITI SLA implants. *Clin Oral Implants Res* 2002;13:144-53.
  25. Yoo HS, Kang SN, Jeong CM, Yun MJ, Huh JB, Jeon YC. Effects of implant collar design on marginal bone and soft tissue. *J Korean Acad Prosthodont* 2012;50:21-8.
  26. Quirynen M, Naert I, van Steenberghe D, Teerlinck J, Dekeyser C, Theuniers G. Periodontal aspects of osseointegrated fixtures supporting an overdenture. A 4-year retrospective study. *J Clin Periodontol* 1991;18:719-28.
  27. Mombelli A, van Oosten MA, Schurch E Jr, Land NP. The microbiota associated with successful or failing osseointegrated titanium implants. *Oral Microbiol Immunol* 1987;2:145-51.
  28. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1986;1:11-25.
  29. Oh TJ, Yoon J, Misch CE, Wang HL. The causes of early implant bone loss: myth or science? *J Periodontol* 2002;73:322-33.
  30. Cox JF, Zarb GA. The longitudinal clinical efficacy of osseointegrated dental implants: a 3-year report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1987;2:91-100.
  31. Lindquist LW, Rockler B, Carlsson GE. Bone resorption around fixtures in edentulous patients treated with mandibular fixed tissue-integrated prostheses. *J Prosthet Dent* 1988;59:59-63.
  32. Block MS, Kent JN. Factors associated with soft- and hard-tissue compromise of endosseous implants. *J Oral Maxillofac Surg* 1990;48:1153-60.
  33. Menini M, Conserva E, Tealdo T, Bevilacqua M, Pera F, Signori A, Pera P. Shock absorption capacity of restorative materials for dental implant prostheses: an in vitro study. *Int J Prosthodont* 2013;26:549-56.
  34. Gracis SE, Nicholls JJ, Chalupnik JD, Yuodelis RA. Shock-absorbing behavior of five restorative materials used on implants. *Int J Prosthodont* 1991;4:282-91.
  35. Duyck J, Van Oosterwyck H, Vander Sloten J, De Cooman M, Puers R, Naert I. Influence of prosthesis material on the loading of implants that support a fixed partial prosthesis: in vivo study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2000;2:100-9.
  36. Bassit R, Lindström H, Rangert B. In vivo registration of force development with ceramic and acrylic resin occlusal materials on implant-supported prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17:17-23.
  37. Hobkirk JA, Psarros KJ. The influence of occlusal surface material on peak masticatory forces using osseointegrated implant-supported prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7:345-52.
  38. Bremer F, Grade S, Kohorst P, Stiesch M. In vivo biofilm formation on different dental ceramics. *Quintessence Int* 2011;42:565-74.
  39. Le M, Papia E, Larsson C. The clinical success of tooth- and implant-supported zirconia-based fixed dental prostheses. A systematic review. *J Oral Rehabil* 2015;42:467-80.
  40. Rinke S, Gersdorff N, Lange K, Roediger M. Prospective evaluation of zirconia posterior fixed partial dentures: 7-year clinical results. *Int J Prosthodont* 2013;26:164-71.
  41. Sax C, Hämmerle CH, Sailer I. 10-year clinical outcomes of fixed dental prostheses with zirconia frameworks. *Int J Comput Dent* 2011;14:183-202.
  42. Burke FJ, Crisp RJ, Cowan AJ, Lamb J, Thompson O, Tulloch N. Five-year clinical evaluation of zirconia-based bridges in patients in UK general dental practices. *J Dent* 2013;41:992-9.
  43. Malkondu Ö, Tinastepe N, Akan E, Kazazoğlu E. An overview of monolithic zirconia in dentistry. *Biotech Biotech Equip* 2016;30:644-52.
  44. Jang YS, Noh HR, Lee MH, Lim MJ, Bae TS. Effect of lithium disilicate reinforced liner treatment on bond and fracture strengths of bilayered zirconia all-ceramic crown. *Materials (Basel)* 2018;11:77.
  45. Sundh A, Molin M, Sjögren G. Fracture resistance of yttrium oxide partially-stabilized zirconia all-ceramic bridges after veneering and mechanical fatigue testing. *Dent Mater* 2005;21:476-82.

# 리튬 디실리케이트-지르코니아 이중도재관과 단일구조 지르코니아로 제작된 구치부 고정성 임플란트 지지 보철물의 전향적 임상연구: 24개월 추적관찰

노경우 · 전영찬 · 정창모 · 윤미정 · 허중보 · 이소현 · 양동석\* · 배은빈\*

부산대학교 치과대학 치과보철학교실

**목적:** 본 연구에서는 리튬 디실리케이트-지르코니아 이중도재관과 단일구조 지르코니아로 제작된 구치부 고정성 임플란트 지지 보철물의 2년간의 임상적 결과를 비교하고자 하였다.

**대상 및 방법:** 2015년에서 2018년 사이 부산대학교 치과병원에 내원하여 치료받은 총 17명의 환자(남성: 12, 여성: 5)를 대상으로 60개의 구치부 고정성 임플란트 지지 보철물을 제작하였다(LP: Lithium disilicate pressed zirconia prostheses: n = 30, MZ: Monolithic zirconia prostheses: n = 30) 보철물 제작 후 2년간의 추적 관찰을 통해 임플란트 생존율, 변연골 흡수량, 치주낭 깊이, 치태지수, 출혈지수, 치석지수 및 합병증을 평가하였다.

**결과:** 모든 임플란트가 기능적 문제와 동요도 없이 100%의 생존율을 보였다. 변연골 흡수량은 관찰 12개월에 LP군이 MZ군 보다 더 적었으며 ( $P < .05$ ), 임상 검사시 관찰 12개월의 치주낭 깊이 및 치석 지수는 LP군에서 더 높았다 ( $P < .05$ ). 주된 합병증으로 MZ군에서 7개에서 1.5 mm 이상의 골흡수가 관찰되었으며, LP군에서 2개의 chipping이 관찰되었다.

**결론:** 본 연구의 한계 내에서, 구치부 임플란트 지지 보철물에서 리튬 디실리케이트가 프레스된 지르코니아 보철물은 단일구조 지르코니아 보철물과 함께 예지성 있는 치료방법으로 판단된다. (*대한치과보철학회지* 2019;57:134-41)

**주요단어:** 임플란트; 리튬 디실리케이트; 지르코니아

\*교신저자: 양동석<sup>1</sup>, 배은빈<sup>2</sup>

50612 경남 양산시 부산대학교 49 부산대학교 치과대학 치과보철학교실

055 360 5133; e-mail, <sup>1</sup>eyejoa0303@naver.com, <sup>2</sup>0228dmqls@hanmail.net

원고접수일: 2019년 2월 14일 / 원고최종수정일: 2019년 3월 19일 / 원고채택일: 2019년 3월 21일

©2019 대한치과보철학회

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

※이 논문은 부산대학교의 지원을 받아 연구되었음(2-year research grant).