

Replica technique과 Triple-scan protocol을 이용한 지르코니아 전부도재관의 변연 및 내면 적합도에 관한 비교 연구

신미선¹ · 이장훈^{2*}

¹호서대학교 벤처대학원 융합공학과, ²호서대학교 건축토목환경공학부

Marginal and internal fit of all ceramic crown using the replica technique and the triple-scan protocol

Mi-Sun Shin¹, Jang-Hoon Lee^{2*}

¹Department of Convergence Technology, Graduate School of Venture, Hoseo University, Seoul, Republic of Korea

²Division of Architecture, Civil and Environmental Engineering, Hoseo University, Asan, Republic of Korea

Purpose: This study was conducted to compare the marginal and internal fit of all ceramic crown using the replica technique and the triple-scan protocol. **Materials and methods:** Twenty zirconia ceramic crowns were fabricated using titanium abutment model. All crowns were divided into two groups of 10 each, depending on the replica technique and the triple-scan protocol. The internal and marginal fit of 10 zirconia ceramic crowns were measured at 17 points for each specimen using the replica technique. The other 10 ceramic crowns were measured using the triple-scan protocol. Statistical analysis was performed by t-test ($\alpha = .05$). **Results:** The mean and standard deviation of marginal and internal fit were significantly different between the replica technique ($49.86 \pm 29.69 \mu\text{m}$) and triple-scan protocol ($75.35 \pm 64.73 \mu\text{m}$, $P < .001$). The mean and standard deviation of internal fit except marginal fit were $58.38 \pm 31.77 \mu\text{m}$ and $64.00 \pm 46.43 \mu\text{m}$, respectively ($P > .343$). **Conclusion:** There was a statistically significant difference in the marginal fit measured by the two methods. However, there was no statistically significant difference in the internal fit between the two methods. (*J Korean Acad Prosthodont* 2017;55:372-80)

Keywords: Replica technique; Triple-scan protocol; Marginal fitness; Internal fitness; All zirconia ceramics

서론

보철물의 정확성을 평가함에 있어 보철물의 적합도는 중요한 요소 중 하나이다. 특히, 세라믹 보철물의 장기적인 예후를 평가함에 있어 적절하지 않는 변연 적합도는 향후 시멘트 소실을 야기시키고 미세 틈을 만들어 치주염이나 치아우식을 나타낼 수 있기 때문에 가장 중요한 요소라고 할 수 있다.^{1,3}

보철물의 적합도를 측정할 때 다양한 방법들을 사용할 수 있으며, 각각은 장단점을 가진다.⁴ 보철물을 합착한 후 절단해서

측정하는 절단시편 측정법은 시편의 재활용이 어려우며, 2차원적인 확인만 가능하다는 단점이 있다.⁵ Replica technique은 적합도 측정 연구에 가장 많이 사용되는 방법으로 light body silicone과 regular body silicone을 이용하여 보철물과 지대치간의 적합도를 silicone으로 재현하는 방식으로 절단 후 시멘트 역할을 한 silicone의 두께를 측정하는 방법이다.⁶ 이는 비침습적이고 비교적 간단한 방법이며 시편을 재활용 할 수 있다는 장점을 가지지만 light body silicone이 찢어지거나 변형될 가능성이 있다는 점과 마찬가지로 2차원적인 단면 측정만 가능하다는 단점이 있다.⁶

*Corresponding Author: Jang-Hoon Lee

Department of Environmental Engineering, Division of Architecture, Civil and Environmental Engineering, Hoseo University

79 Hoseo-ro, Baebang-eup, Asan-si, Chungcheongnam-do 31499, Republic of Korea

+82 (0)41 540 5144; e-mail, jhlee@hoseo.edu

Article history: Received June 12, 2017 / Last Revision August 26, 2017 / Accepted September 4, 2017

© 2017 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.

Holst 등⁷은 triple-scan 방식을 이용하여 보철물의 적합도를 평가하는 방법을 소개하였다. 이 방법은 첫째, 지대치의 주모형을 스캔하고 둘째, 보철물의 내면을 스캔한 후 마지막으로 임상적으로 보철물이 지대치 상에 적절히 위치된 상태를 스캔한다. 이 데이터를 surface match algorithm⁸⁻¹⁰을 이용하여 프로그램 상에서 중첩 후 지대치와 보철물 사이의 공간을 평가한다. 이 방법은 비침습적이고 방향이나 수에 제한없이 다양한 단면을 관찰 가능하고 3차원적인 공간분석이 가능하다는 장점을 가지지만 보철물의 내면을 스캔하는 과정에서 약간의 오차가 발생할 수 있다는 단점을 가지고 있다.⁷ Rahme 등⁶은 replica technique과 직접 절단하여 측정하는 방식에서 거의 차이가 없다고 보고하였다. 하지만 replica technique과 triple-scan 방식을 이용하여 보철물의 적합도를 평가한 연구는 전무하다. 이에 본 연구에서는 replica technique과 triple-scan 방식을 이용하여 전부도재관의 변연 및 내면 적합도에 대해 비교 연구하는 데에 목적이 있다. 나아가 디지털시대에 맞추어 보철물 적합도 평가에 보다 편리한 연구 방법을 제시하는 것이다.

재료 및 방법

1. 지대치 형성

Dentiform (Nissin Dental Prod. Inc., Kyoto, Japan)에서 하악 좌측 제1대구치 레진치아에 전부도재관을 위한 치아형성을 시행하였다. 교합면은 2 mm 삭제하고 측면은 6° 경사도와 heavy chamfer 변연을 부여하여 1 mm 삭제하였다. 모든 선각은 둥글게 마무리하였다.

2. 타이타늄의 지대치 모형 제작

반복적인 적합도 평가를 하는 과정에서 마모나 파절의 발생 가능성을 방지하기 위해 지대치 형성된 레진치아를 타이타늄으로 복제하였다 (Fig. 1).

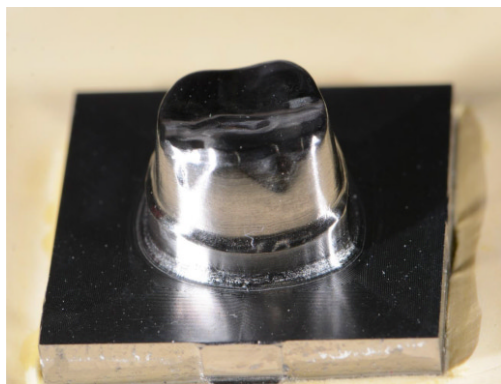


Fig. 1. Master model with titanium block made by using CAD/CAM system (Juyoung Dental Lab, Seoul, Korea).

3. 지르코니아 전부도재관의 제작

Replica technique을 이용할 그룹과 Triple-scan 방법을 이용할 그룹으로 설정하고 각 그룹별로 10개씩 총 20개의 전부도재관을 제작하였다. 타이타늄 지대치 모형을 모델스캐너 (Identica Hybrid, MEDIT, Seoul, Korea)를 이용하여 스캔 후 CAD program (exocad[®] DentalCAD, Exocad, Darmstadt, Germany)으로 디자인 하였다. 소결 후 내면을 조정하지 않기 위해 변연에서부터 내면을 전체적으로 40 μm의 cement space를 설정해주었다. Wieland block (Wieland, Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein)을 사용하여 5축 밀링머신 (Zenotec selection, Ivoclar Vivadent AG)으로 밀링 후 제조사의 지시에 따라 소결하였다 (Fig. 2).

4. Replica technique과 Triple-scan protocol

1) Replica technique

타이타늄 지대치 모형상에서 지르코니아에 균일한 압력을 가하기 위하여 자가중합레진 (Pattern resin, GC Corp., Tokyo, Japan)을 이용해 jig를 제작하였다. Crown 내면에 light body poly vinyl-siloxane (Imprint II, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA)를 채우고 미리 제작한 jig를 crown 상방에 위치시켜 만능시험기 (Instron 3367, Instron Corp., Norwood, MA, USA)를 40 N의 일정한 힘을 유지하였다 (Fig. 3). 5분간 유지 후 타이타늄 지대치 모형상에서 crown을 조심스럽게 제거하고 silicone이 찢어지거나 손상되지 않았는지 확인하였다. 내면을 regular body (Virtual, Ivoclar Vivadent AG)로 보강하였다.

2) Triple-scan protocol

Triple-scan 과정은 Holst 등⁷의 triple-scan 방식에 따라 시행하였다. Triple-scan은 첫째 지대치 모형을 스캔하고 둘째 보철물의 내면 및 외면을 스캔한 후 마지막으로 임상적으로 보철물이 지대치 상에 적절히 위치된 상태를 스캔하는 것이다. 타이타늄 지대치 모형과 전부도재관의 내면 및 변연과 인접한 외면 부

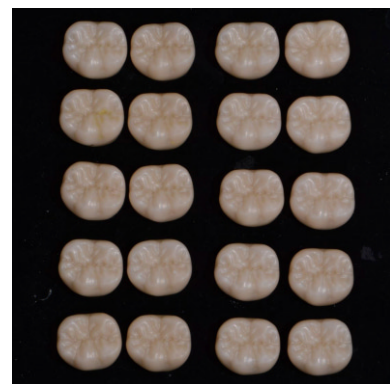


Fig. 2. Zirconia cr. made by using CAD/CAM system (S-plus, Seoul, Korea).

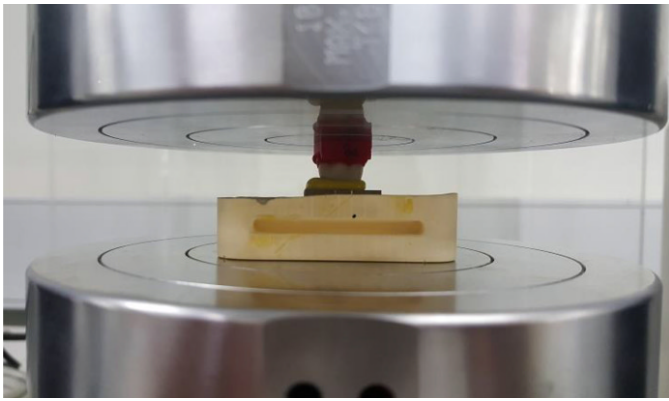


Fig. 3. The constant seating force (40 N) was maintained using a universal testing machine for 5 minutes.

위에 파우더(Pure scan powder, Quest Corp., Aichi, Japan)를 도포한 후, 모델 스캐너(Freedom^{HD}, DOF Inc., Seoul, Korea)로 스캔하였다. 스캔 파우더 제거 후 내면인기제(Fit checker, GC, Corp., Tokyo, Japan)를 이용하여 전부도재관을 임상에서의 상황을 재현하여 손가락 압력(finger pressure)을 가해 주모형에 고정시키고 장착된 상태를 스캔하였다. 스캔 소프트웨어(Scan App, DOF Inc., Seoul, Korea) 상에서 전부도재관이 타이타늄 지대치 모형에 장착된 상태의 스캔 데이터 상에 먼저 지대치 모형의 스캔 데이터를 surface match algorithm을 통해 중첩시키고, 전부도재관의 데이터를 중첩시킨다. 이렇게 세 가지 스캔 데이터를 중첩시킨 후 전부도재관이 지대치 모형에 장착된 상태의 스캔 데이터를 제거하여 같은 위치에 있는 전부도재관과 지대치 모형의 스캔 데이터를 얻었다(Fig. 4).

5. 변연 및 내면 적합도 측정 및 분석

1) Replica technique

Replica 시편을 협설로 1회, 근원심으로 1회 절단하여 단면을 얻었다(Fig. 5). 각 절단면의 간극을 측정하기 위해 디지털 현미경(SMZ100, Nikon, Tokyo, Japan) 상에서 사진을 얻었다. 촬영 전에 시편 측정 시 같은 높이로 위치 시키기 위해 index를 설치하여 putty로 고정시켜 시편을 측정하였고, 측정 프로그램(Photoshop CC Adobe systems, San Jose, CA, USA)을 이용해서 변연적합도와 내면간극을 측정하였다. 변연적합도는 Holmes 등¹¹⁾의 분류에 근거하여 변연오차(absolute marginal discrepancy)와 변연간극(marginal gap), 내면 간극(internal gap)을 나누어 측정하였다. 변연 오차는 치아 변연 끝에서 보철물 변연 끝까지의 거리이고, 변연간극은 치아의 변연 끝에서 보철물 내면까지의 수직거리이다. 내면간극은 치아표면에서 보철물 내면에 이르는 수직거리로 본 연구에서는 변연의 2.0 mm 상방의 축벽 내면간극(axial internal gap), 교합면에서 축벽과 이행되는 선각 내면간극(line angle internal gap), 교합면에서 가장 깊은부위에 교합면 내면간극(occlusal internal gap)을 측정하였다(Fig. 6). 전체 측정과정은 한 명의 검사자가 3회 반복 시행하여 평균을 내어 사용되었다.

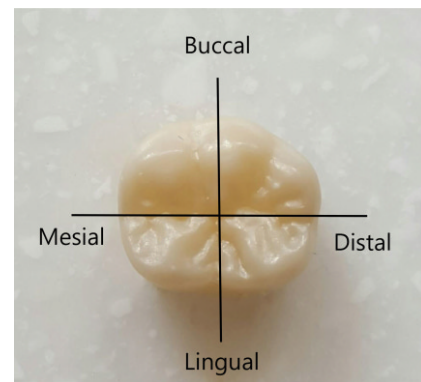


Fig. 5. Intersection of the replica preparation for microscopic measurement.

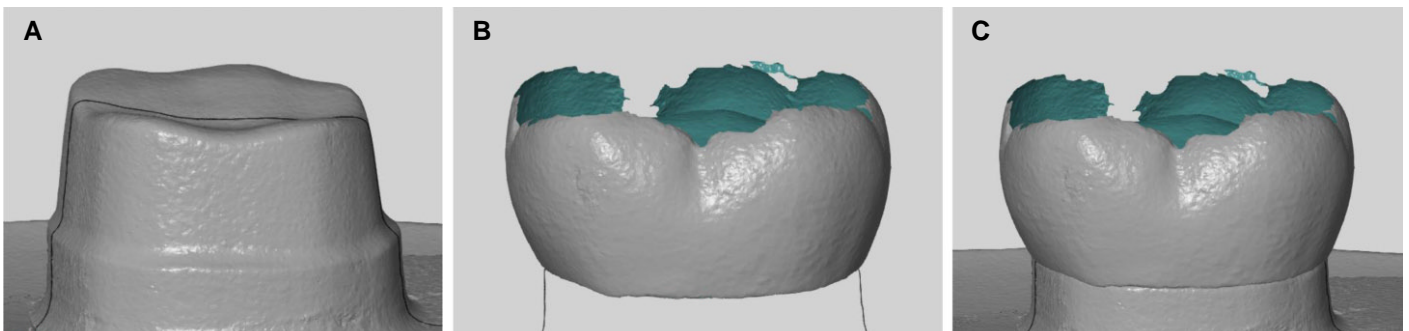


Fig. 4. Scanned three dimensional surface data. (A) Titanium master die, (B) zirconia crown, (C) superimposed crown on the master die.

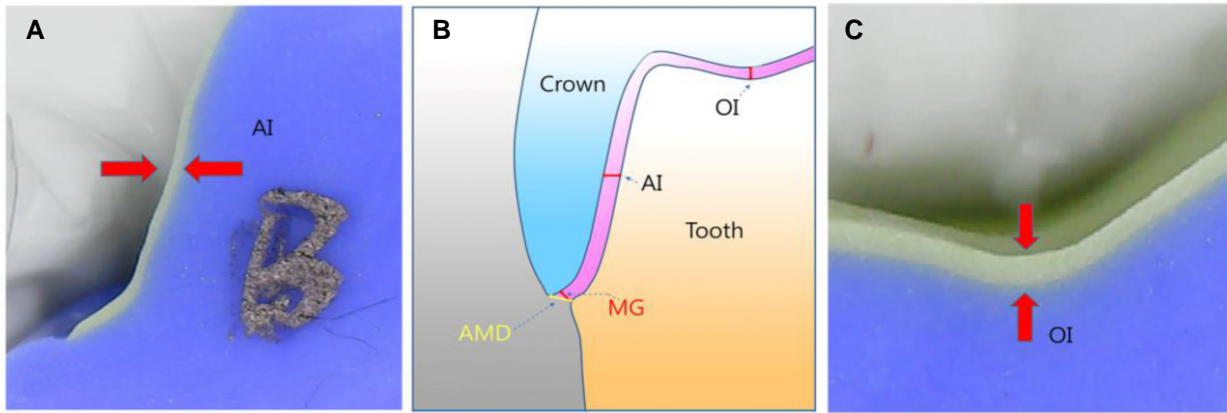


Fig. 6. Cross-section view of replica specimens. (A) Buccolingual section, $\times 50$. AI: Axial internal gap. (B) AMD: Absolute marginal discrepancy, MG: Marginal gap. (C) Buccolingual section, $\times 50$. OI: Occlusal internal gap.

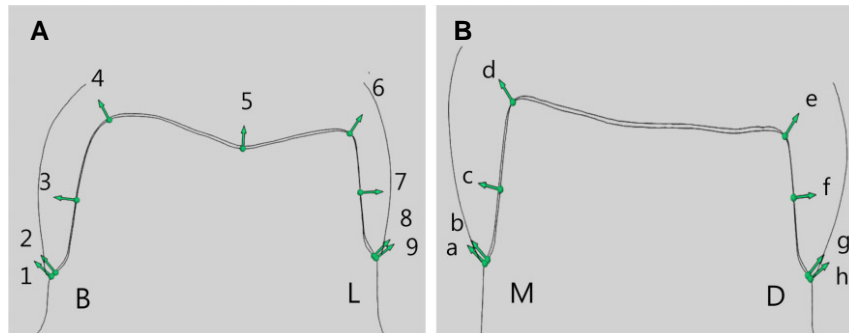


Fig. 7. Measurement points for marginal gap (1, 2, 8, 9, a, b, g, h) and internal gap (3, 4, 5, 6, 7, c, d, e, f) (A) Buccolingual section, (B) Mesiodistal section.

2) Triple-scan protocol

GOM Inspect software (V8 Hotfix 9, GOM mbH, Braunschweig, Germany)를 이용하여 측정을 시행하였다. Replica technique과 같은 측정 방법을 이용하여 변연 오차와 변연간극, 내면간극을 측정하였다.

타이타늄 지대치 모형에 협설로 1회와 근원심으로 1회의 면을 형성하고 두 면을 기준으로 형성한 단면 (Fig. 7) 상에서 측정 지점을 선택하고 계측하였다. 전체 계측과정은 한 명의 검사자에 의해 3회 반복 시행되었으며, 측정치의 평균을 내어 사용되었다.

6. 통계분석

Replica 방법으로 측정된 데이터와 Triple-scan 방법으로 측정된 데이터는 SPSS version 21.0 for Win (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용해서 평균과 표준편차를 구하였다. 정확한 통계적 분석을 위해 각 집단별로 Kolmogorov-Smirnov 정규성 검정 및 Levene의 등분산성 검정을 시행하였고, 각 집단의 결과 값의 분포 특성에 따라 t-test를 시행하였다 ($\alpha = .05$).

결과

1. 내면 위치에 따른 비교 분석

(1) 변연부 절단 분석 결과

변연오차 1, 9, a, h, 변연간극 2, 8, b, g에서는 두 그룹에서 mesial 변연간극(b)을 제외한 부위에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다 (Fig. 8) ($P < .05$).

(2) 내면부 절단 분석 결과

측벽부, 선각부, 교합면부 내면간극인 3, 4, 5, 6, 7 (buccolingual section)과 c, d, e, f (mesiodistal section)에서 측정된 평균과 표준편차는 buccal 선각부(4)와 mesial과 distal 측벽부, 선각부(c, d, e, f)에서 통계적으로 유의한 차이가 있었고, buccal, lingual 측벽부(3, 7)와 교합면부(5), lingual 선각부(6)에서 두 그룹간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다 (Fig. 9) ($P > .05$).

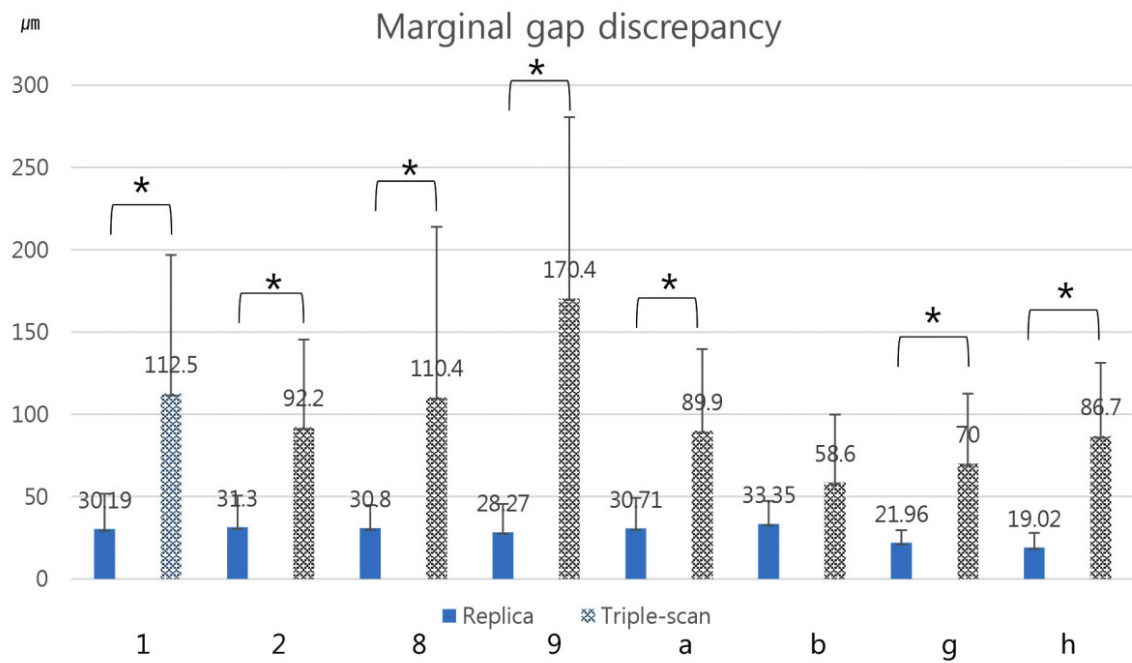


Fig. 8. Mean of marginal gap according to replica and triple-scan methods (* Significant at $P < .05$).

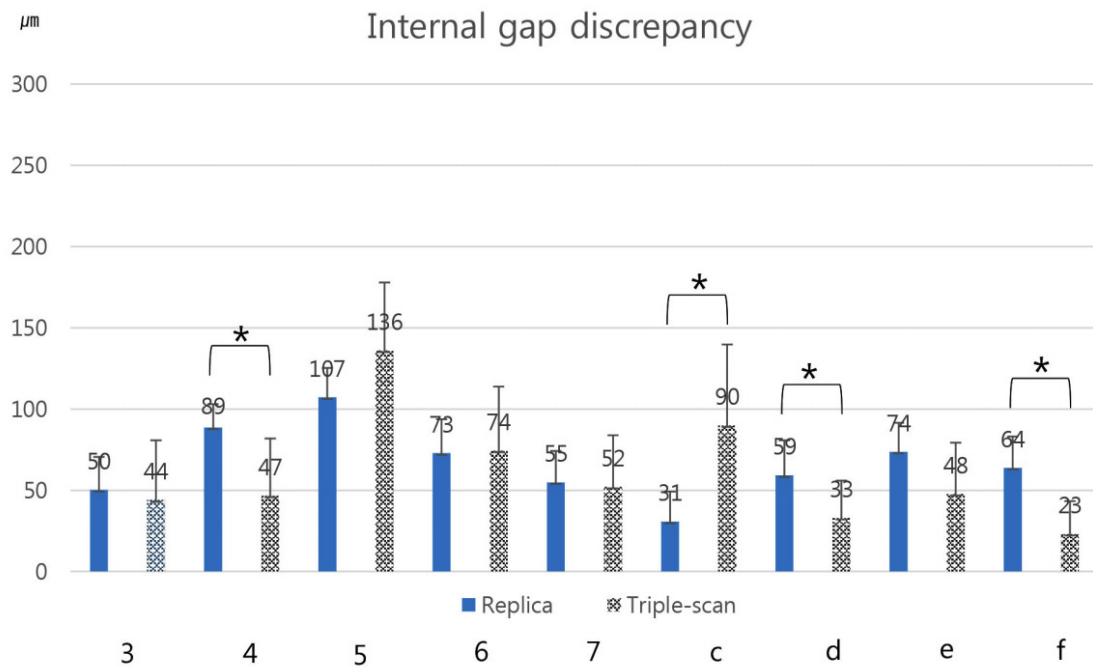


Fig. 9. Mean of internal gap according to replica and triple-scan methods (* Significant at $P < .05$).

2. 변연부 및 내면부위 적합도 분석 결과

Measurement point를 변연 및 내면적합도로 구분하여 분석한 결과 두 그룹 내에서 변연과 내면간극의 평균과 표준편차는 replica technique $49.86 \pm 29.69 \mu\text{m}$, triple-scan protocol $75.35 \pm 64.73 \mu\text{m}$ 로 유의한 차이가 있었고 ($P < .001$), 변연을 제외하고 내면적합도를 측정한 평균과 표준편차는 각각 $58.38 \pm 31.77 \mu\text{m}$, $64.00 \pm 46.43 \mu\text{m}$ 로 유의한 차이가 없었다 (Table 1, Table 2, Fig. 10, Fig. 11) ($P > .343$).

고찰

전부 도재관의 적절하지 않은 변연 적합도는, 시멘트 용해, 치은염, 이차 우식을 야기시킬 수 있고, 적절하지 않은 내면 적합도의 경우, 전부 도재관의 파절 강도에 영향을 미칠 수 있다.¹² McLean과 von Fraunhofer¹³은 변연간극이 $100 - 120 \mu\text{m}$ 에서 임상적으로 허용 가능한 상태라고 보고 하였고, Gulker¹⁴는 변연 적합도가 $200 \mu\text{m}$ 까지도 임상적으로 가능하다고 하였다. Moldovan 등¹⁵도 변연 간극이 $200 - 300 \mu\text{m}$ 일 때 허용가능한 상태라고 기준을 제시하였다. Molin 등 여러 연구들에서 전부도재관의 가장 이상적인 내면간극은 $50 - 100 \mu\text{m}$ 으로 보고되었고 $200 - 300 \mu\text{m}$ 의 내면간극도 임상적으로 허용가능한 상태라고 하였다.¹⁶⁻¹⁸ 이렇게 변연 적합도와 내면간극이 중요함을 인지하고, Huh 등¹⁹의 연구를 비롯하여 여러 연구에서 전부도재관의 변연 및 내면적

합도에 대한 평가가 이루어 지고 있다. 계측의 정확성에 대해 Moon 등¹²은 절단시편 측정법이 측정방법 중 가장 정확한 방법이라 하였고, Groten²⁰은 주사전자현미경과 광학 현미경을 직접 관찰하는 방법에는 차이가 없었다고 하였으며, Rahme 등⁶은 replica technique과 직접 절단하여 측정하는 방식에서 거의 차이가 없다고 보고하였다. 그러나 replica technique은 변연부에서 간극의 확인이 어렵고 전부도재관을 모형에서 분리하는 과정에서 silicon이 찢어지거나 변형될 수 있어 내면간극을 측정하는데 이용하는 것이 바람직하다는 의견도 있다. Holst 등⁷은 triple-scan protocol을 이용하여 보철물의 적합도를 평가하는 방법을 소개하였고, Kim²¹은 triple-scan protocol을 이용하여 리튬 디실리케이트 전부 도재관의 적합도 연구에서 변연 및 내면 적합도가 모두 임상적으로 허용 가능한 범위 안에 있다는 결론을 얻었다.

본 연구에서는 하나의 타이타늄 지대치 모형에서 제작한 지르코니아 전부도재관의 변연 및 내면간극에 대하여 replica technique과 triple-scan protocol의 측정법을 이용하여 비교 하였다. 두 가지 측정 방식에 따른 차이를 2번 분할하여 총 4부위(B, L, M, D)에서 비교 분석하였으며, 변연 및 내면간극 전체 비교에서는 유의한 차이를 나타냈고, 내면간극 비교에서는 유의한 차이를 나타내지 않았다. Triple-scan 방법에서 얻은 결과가 $75.35 \pm 64.73 \mu\text{m}$ 로 replica technique에서 얻은 결과인 $49.86 \pm 29.69 \mu\text{m}$ 보다 다소 큰 편이기는 하나 임상적으로 허용 가능한 범위이다.

Table 1. Mean of marginal and internal gap according to replica and triple-scan methods (Unit: μm)

Mean of marginal and internal gap	N	Mean	SD	P value
Replica	170	49.86	29.69	< .001*
Triple-scan	170	75.35	64.73	

Table 2. Mean of marginal and internal gap according to replica and triple-scan methods (Unit: μm)

Mean of internal gap	N	Mean	SD	P value
Replica	90	58.38	31.77	.343
Triple-scan	90	64	46.43	

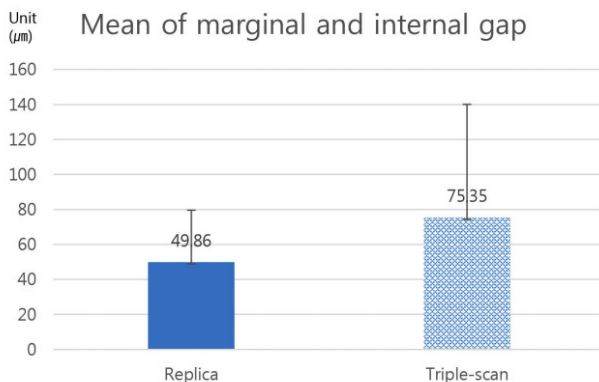


Fig. 10. Mean of marginal gap and internal gap (n = 170) according to replica and triple-scan methods.

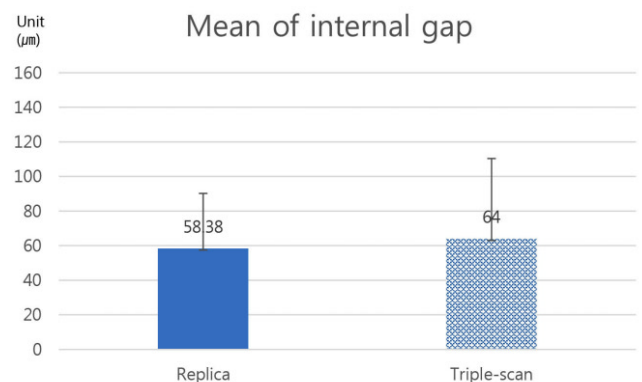


Fig. 11. Mean of internal gap (n = 90) according to replica and triple-scan methods.

보철물 제작하는 과정에 있어서 기공사의 역량이나 CAD/CAM (Computer aided designed and manufacturing) 시스템의 모델 스캐닝과 스캔 소프트웨어 및 밀링 기계 및 도구의 정확도는 변연 간극 적합도에 영향을 줄 수 있다.²² Replica 방법으로 측정 시 본 연구자가 전부도재관을 타이타늄 모형에 위치 시킬 때 균일한 압력을 가하기 위하여 지그를 제작하여 만능시험기를 이용해 40N의 일정한 힘을 주고 5분간 유지하였다. Triple-scan 방식으로 측정 시 타이타늄 모형과 지르코니아의 표면성질로 인해 스캔을 위한 표면의 코팅이 필요하였다. 코팅 스프레이는 전체적으로 균일하게 도포가 되지 않아 다른 여러 가지 방법을 시도해 보았고, 그 결과 파우더(Pure scan powder, Quest Corp., Aichi, Japan)가 얇고 균일하게 도포가 되어 두께에 대한 오차를 줄일 수 있었다. 그러나 Holst 등²³과 Matta 등²⁴은 그 오차는 크게 유의하지 않다고 하였다. 본 연구에서는 파우더의 도포 양을 고려하지 않고 측정하였다. 이 측정법에서는 지대치의 주모형을 스캔하고, 보철물의 전부 도재관 내면 및 외면을 스캔한 후 임상적으로 전부도재관이 지대치 상에 적절히 위치된 상태를 스캔하여 최종적으로 프로그램 상에서 중첩 하여 모형과 전부 도재관 사이의 공간을 평가한다. Scan 과정에서 정합을 위한 마커가 없었다는 점^{24,25}과 전부도재관의 날카로운 margin부위와 타이타늄 모형의 margin부위의 스캔 오차로 인해 triple-scan 방법에서 측정 한 변연 적합도의 결과가 더 크게 발생할 수 있다. 또한 전부도재관을 타이타늄 모형에 위치 시킬 때 손가락 압력(finger press)을 이용하는 과정에서의 오차 발생으로 비스듬하게 장착되면 전부도재관의 변연 적합도를 증가시킬 수 있다.⁴

내면 적합도 비교에서는 replica technique 방법에서 얻은 결과는 $58.38 \pm 31.77 \mu\text{m}$, triple-scan에서 얻은 결과는 $64.00 \pm 46.43 \mu\text{m}$ 로 유의한 차이를 나타내지 않았으며 임상적으로 양호한 상태의 범위이다. 각 계측점에서의 내면간극 평균과 표준편차를 보면 3, 4, d, e, f 지점은 triple-scan protocol에서의 결과가 replica technique에서 얻은 결과 보다 내면간극이 다소 작은 편이다. 이러한 원인은 변연 부위에 잔존해 있는 파우더와 모형에 위치시키는 과정에서 다소 큰 내면 space때문에 비스듬하게 장착되어 이상적인 방향에서 약간 벗어난 부분에서 나타난 오차로 여겨진다.²²

CAD/CAM 시스템의 제작과정에서도 적합도에 영향을 미치는 요인으로 소결 과정에서 생기는 수축량에 대한 오차 보상을 위한 software 과정과 가공 정확도 등을 들 수 있다.¹⁹ 변연부 적합도 측정 결과 triple-scan protocol에서 평균이 크게 나왔고 실제로 실험 데이터 중에 표준편차에서 크게 벗어나는 수치들이 포함되어 있다. 이는 앞서 언급한 바와 같은 오류에서부터 야기 될 수도 있을 것이라고 생각한다.

지대치와 보철물 사이의 적합도를 측정하는 방법에는 여러 가지 방법이 존재하며,^{4,26,27} 각 연구마다 저자가 선호하는 방법으로 변연 및 내면 적합도를 측정 연구하였다. 디지털 시대가 대두되고 있는 시점에서 replica technique과 triple-scan protocol을 이용하여 전부도재관의 변연 및 내면 적합도를 비교 측정하였다

는데 의의가 있다고 본다. 변연 부위에서 replica 방법의 결과가 triple-scan 방법의 결과보다 신뢰성이 있으며, 기존 연구 결과를 보면 triple-scan 방법에서 변연 수치가 정상적인 경우도 있으나, 비정상적으로 나온 경우 scan 상태를 의심해봐야 할 요소들이 있었기에 향후 이 부분을 보완할 수 있는 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

결론

이번 연구를 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Replica technique과 triple-scan protocol을 이용하여 전부도재관의 변연 및 내면 적합도를 비교 측정한 결과 triple-scan protocol에서의 변연적합도가 replica technique에서보다 크게 측정되었다.
2. 내면 적합도만 비교해 본 결과 통계적인 유의한 차이가 없었고 두 그룹에서 얻은 결과는 임상적으로 허용 가능한 범위이다.

ORCID

Mi-Sun Shin <https://orcid.org/0000-0001-7961-7553>

References

1. Jacobs MS, Windeler AS. An investigation of dental luting cement solubility as a function of the marginal gap. J Prosthet Dent 1991;65:436-42.
2. Knoemisch KL, Campbell SD. Periodontal tissue responses after insertion of artificial crowns and fixed partial dentures. J Prosthet Dent 2000;84:492-8.
3. Sailer I, Fehér A, Filser F, Gauckler LJ, Lüthy H, Hammerle CH. Five-year clinical results of zirconia frameworks for posterior fixed partial dentures. Int J Prosthodont 2007;20:383-8.
4. Ko IS, Kim JM, Cho HW. Comparison of micro CT and cross-section technique for evaluation of marginal and internal fit of lithium disilicate crowns. J Korean Acad Prosthodont 2016;54:226-33.
5. Contrepolis M, Soenen A, Bartala M, Laviole O. Marginal adaptation of ceramic crowns: a systematic review. J Prosthet Dent 2013;110:447-454.e10.
6. Rahme HY, Tehini GE, Adib SM, Ardo AS, Rifai KT. In vitro evaluation of the "replica technique" in the measurement of the fit of Procera crowns. J Contemp Dent Pract 2008;9:25-32.
7. Holst S, Karl M, Wichmann M, Matta RE. A new triple-scan protocol for 3D fit assessment of dental restorations. Quintessence Int 2011;42:651-7.
8. Planitz BM, Maeder AJ, Williams JA. The correspondence framework for 3D surface matching algorithms. Comput Vis Image Underst 2005;97:347-83.
9. Besl PJ, McKay ND. A method for registration of 3-D shapes. IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell 1992;14:239-56.
10. Akca D. A new algorithm for 3D surface matching. 20th ISPRS

- Congress, Istanbul, Turkey, July 12-23, 2004. IAPRS& SIS, 2004;35(B7):960-65.
11. Holmes JR, Bayne SC, Holland GA, Sulik WD. Considerations in measurement of marginal fit. *J Prosthet Dent* 1989;62:405-8.
12. Moon BH, Yang JH, Lee SH, Chung HY. A study on the marginal fit of all-ceramic crown using CCD camera. *J Korean Acad Prosthodont* 1998;36:273-92.
13. McLean JW, von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J* 1971;131:107-11.
14. Gulker I. Margins. *N Y State Dent J* 1985;51:213-5, 217.
15. Moldovan O, Rudolph H, Quaas S, Bornemann G, Luthardt RG. Internal and external fit of CAM-made zirconia bridge frameworks-a pilot study. *Dtsch Zahnärztl Z* 2006;61:38-42.
16. Molin MK, Karlsson SL, Kristiansen MS. Influence of film thickness on joint bend strength of a ceramic/resin composite joint. *Dent Mater* 1996;12:245-9.
17. Mörmann WH, Bindl A, Lüthy H, Rathke A. Effects of preparation and luting system on all-ceramic computer-generated crowns. *Int J Prosthodont* 1998;11:333-9.
18. Sorensen JA, Munksgaard EC. Interfacial gaps of resin cemented ceramic inlays. *Eur J Oral Sci* 1995;103:116-20.
19. Huh JB, Kim U, Kim HY, Kim JE, Lee JY, Kim YS, Jeon YC, Shin SW. Marginal and internal fitness of three-unit zirconia cores fabricated using several CAD/CAM systems. *J Korean Acad Prosthodont* 2001;49:236-44.
20. Groten M, Girthofer S, Pröbster L. Marginal fit consistency of copy-milled all-ceramic crowns during fabrication by light and scanning electron microscopic analysis in vitro. *J Oral Rehabil* 1997;24:871-81.
21. Kim H, Pae A. Marginal and internal fit of lithium disilicate crowns assessed by the triple-scan protocol. MSD thesis, Kyunghee University, 2017.
22. Pimenta MA, Frasca LC, Lopes R, Rivaldo E. Evaluation of marginal and internal fit of ceramic and metallic crown copings using x-ray microtomography (micro-CT) technology. *J Prosthet Dent* 2015;114:223-8.
23. Matta RE, Schmitt J, Wichmann M, Holst S. Circumferential fit assessment of CAD/CAM single crowns-a pilot investigation on a new virtual analytical protocol. *Quintessence Int* 2012;43:801-9.
24. Lee DH. Digital approach to assessing the 3-dimensional misfit of fixed dental prostheses. *J Prosthet Dent* 2016;116:836-9.
25. Park JM, Hämmerle CH, Benic GI. Digital technique for in vivo assessment of internal and marginal fit of fixed dental prostheses. *J Prosthet Dent* 2017 Mar 23. pii: S0022-3913(17)30008-2.
26. Pelekanos S, Koumanou M, Koutayas SO, Zinelis S, Eliades G. Micro-CT evaluation of the marginal fit of different In-Ceram alumina copings. *Eur J Esthet Dent* 2009;4:278-92.
27. Neves FD, Prado CJ, Prudente MS, Cameiro TA, Zancopé K, Davi LR, Mendonça G, Cooper LF, Soares CJ. Micro-computed tomography evaluation of marginal fit of lithium disilicate crowns fabricated by using chairside CAD/CAM systems or the heat-pressing technique. *J Prosthet Dent* 2014;112:1134-40.

Replica technique과 Triple-scan protocol을 이용한 지르코니아 전부도재관의 변연 및 내면 적합도에 관한 비교 연구

신미선¹ · 이장훈^{2*}

¹호서대학교 벤처대학원 융합공학과, ²호서대학교 건축토목환경공학부

목적: 본 연구는 보철물의 적합도를 계측하는 두 가지의 측정방법을 평가하기 위해 지르코니아로 전부도재관을 제작하고 replica technique과 triple-scan protocol을 이용하여 전부도재관의 변연 및 내면 적합도를 비교 연구하고자 하였다.

재료 및 방법: 타이타늄의 지대치 모형을 제작하여 20개의 지르코니아 전부도재관을 제작하였다. 제작된 지르코니아 전부도재관 10개는 replica technique을 이용해 복제하고 복제된 시편을 헥실, 근원심으로 절단하여 변연 및 내면 적합도를 측정하였고, 다른 10개의 전부도재관은 triple-scan protocol을 이용하여 헥실과 근원심으로 단면을 형성하고 변연 및 내면 적합도를 계측하여 통계 분석하였다 ($\alpha = .05$).

결과: 변연과 내면 적합도는 replica technique $49.86 \pm 29.69 \mu\text{m}$, triple-scan protocol $75.35 \pm 64.73 \mu\text{m}$ 로 유의한 차이가 있었고 ($P < .001$), 내면 적합도만을 측정 한 결과 각각 $58.38 \pm 31.77 \mu\text{m}$, $64.00 \pm 46.43 \mu\text{m}$ 로 유의한 차이가 없었다 ($P > .343$).

결론: Replica technique과 triple-scan protocol을 이용하여 전부도재관의 변연 및 내면 적합도를 비교 측정 한 결과 triple-scan protocol에서의 변연 적합도가 크게 측정되었고, 내면 적합도만 비교해 본 결과 통계적인 유의한 차이가 없었다. (대한치과보철학회지 2017;55:372-80)

주요단어: Replica technique; Triple-scan protocol; 변연 적합도; 내면 적합도; 지르코니아 전부도재관

*교신저자: 이장훈

31499 충남 아산시 배방읍 호서로 79 호서대학교 건축토목환경공학부

041 540 5144; e-mail, jhlee@hoseo.edu

원고접수일: 2017년 6월 12일 / 원고최종수정일: 2017년 8월 26일 / 원고채택일: 2017년 9월 4일

© 2017 대한치과보철학회

CC 이 글은 크리에이티브 커먼즈 코리아 저작자표시-비영리 3.0 대한민국 라이선스에 따라
이용하실 수 있습니다.