http://doi.org/10.14347/kadt.2019.41.3.187

# Extraoral scanner와 intraoral scanner를 이용하여 제작된 zirconia crown의 2차원 변연 및 내면 적합도 비교: in vitro

이태희, 이하빈, 김지환
고려대학교 대학원 보건과학과 치의기공전공

# Comparison of 2-dimensional marginal and internal fitness for the monolithic zirconia prosthesis using intraoral scanner and extraoral scanner: in vitro

Tae-Hee Lee, Ha-Bin Lee, Ji-hwan Kim
Department of Dental Laboratory science & Engineering, College of Health science, Korea University

**[Abstract]**

**Purpose:** The purpose of this study was to compare two-dimensional fitness of the monolithic zirconia prosthesis by using different type of scanner.

**Methods:** No. 26 abutment tooth of FDI system was selected for the study. Using the extraoral scanner and intraoral scanner, the abutment tooth was scanned 10 times and the scanned files were saved as STL files. CAD/CAM system was used to produce the monolithic zirconia prosthesis. marginal and internal gap of the monolithic zirconia prosthesis were measured by digital microscope(x160) and applied silicone replica technique was applied. t-test, a statistical software, was used to perform data analysis.

**Results:** Marginal gap mean±SD of the monolithic zirconia prosthesis was 33±7.5㎛ with extra oral scanner and 34.7±11.1㎛ with intraoral scanner. axial gap mean was 40.5±3.5㎛ with extra oral scanner and 44.6±11.6㎛ with intraoral scanner. occlusal gap mean was 110.1±25.4㎛ with extra oral scanner and 64±9.7㎛ with intraoral scanner.

**Conclusion:** In this study, fabricating zirconia prosthesis with different type of scanner was clinically applicable.

**Key words:** Intraoral scanner, Extraoral scanner, Marginal fit, Internal fit

* 본 논문은 2019년도 산학연협력 기술개발 중인 과제(과제명: 심미치과보철 제작시 치아비율 및 대칭 설계를 위한 필름 형태의 가이드 템플릿 개발 1425132747)의 지원을 받아 작성된 논문임.



| Corresponding author | Name | 김 지 환 | Tel. | 02-921-7361 | E-mail | kjh2804@korea.ac.kr |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Address | 서울시 성북구 안암로 145 고려대학교 보건과학대학 치기공학과 | | | | |





| Received | 2019. 5. 29 | Revised | 2019. 9. 25 | Accepted | 2019. 9. 26 |
|---|---|---|---|---|---|

## I. 서 론

치과 분야에 1980년대 CAD/CAM(computer-aided design/computer-aided manufacture) system이 도입되면서 치과 보철물을 제작하는 방식에는 큰 변화가 생겼다(Duret et al, 1991). 과거의 치과 보철물의 제작 공정은 환자가 내원하고 환자의 구강 환경을 인상재를 이용하여 복제한 뒤 복제된 모형에 석고를 붓고 환자의 구강을 석고모형으로 복제하여 복제된 석고모형에 wax up으로 crown, frame, coping 등을 제작하고 주입선을 부착한 뒤 보철물의 종류에 따른 매몰재를 이용하여 매몰하고 매몰재의 적합한 소환온도로 소환하고 주조하여 주조체를 제작하고 연마하여 마무리하는 lost-wax technique 방식으로 치과 보철물을 제작했다(Wagner et al, 2018).

Lost-wax technique 방식은 치과 보철물을 최종 완성할 때까지의 제작 공정이 다양하고 복잡하며 인상체의 변형, 기술자의 숙련도, 정확한 재료선택, 환자의 협조도가 최종 보철물의 성패에 영향을 준다(Ting-shu et al, 2015). 이러한 변형과 오차는 치과 보철물의 적합도에 영향을 미치며 보철물의 적합도가 우수하지 못할 경우, 2차 우식증, 치주질환 등을 발생시킬 수 있다(Kokubo et al, 2011).

CAD/CAM system이 도입되면서 과거와 다르게 치과 보철물을 제작하는 방식과 다양한 재료 등이 발전했다(Trost et al, 2006; Alghazzawi et al, 2016). 디지털을 이용하여 제작하는 과정은 환자의 구강 환경을 3차원적 형상으로 데이터를 채득하는 방식으로 발전했다(Persson et al, 2009). 첫 번째, 환자의 구강환경을 복제한 석고모형을 scanner를 이용하여 3차원 형상으로 데이터를 채득하는 extraoral scanner 두 번째, 환자의 구강환경을 직접적으로 3차원 형상 데이터로 채득하는 intraoral scanner가 사용되고 있다(Fiugge et al, 2013). 이러한 system을 이용하게 되면서 환자의 구강 환경을 복제하기 위한 여러 가지 과정을 단축하고 환자의 구강 환경을 데이터화 하여 저장하고 정보를 공유할 수 있게 되면서 기술자의 숙련도에 의한 오차는 낮아졌다(Marcel et al, 2001). extraoral scanner를 이용하여 석고모형을 스캔할 때 높은 반복재현성과 정확도를 보여주고 있다(Jeon et al, 2015). 또한, intraoral scanner를 이용하여 석고모형으로 복제하지 않고 구강을 직접 스캔하고 CAD/CAM system으로 설계하고 절삭가공할 수 있게 되면서 제작 시간을 단축하고 재료 소모를 절약하는 다양한 장점을 가지고 있다(Quimby et al, 2004).

그러나, scanner를 이용하여 지대치와 인상체를 스캔하여 제작한 보철물의 적합도에 관한 연구는 거의 이루어지지 않았다. 따라서, 본 연구의 목적은 extraoral scanner와 intraoral scanner로 얻은 디지털 파일을 이용하여 절삭가공으로 제작한 zirconia crown의 2차원 변연 및 내면 적합도를 비교 비교하는 것이다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구모형 선정

본 연구에서 사용된 모형은 crown 제작용 기성 모형(AG-3 ZPVK 26, Frasaco GmbH, Tettnang, Germany)으로 FDI system 상악 좌측 26번 지대치를 선정하였다. 지대치 형성(preparation)은 deep chamfer의 margin형태로 제작하였다. 1.0mm의 깊이로 삭제되었으며 교합면 삭제량은 1.5mm이고 축벽면은 1.5mm 삭제되었다.

Figure 1. Study model upper 26 abutment

## 2. 스캔 데이터 채득

### 1) Extraoral scanner(EOS) 데이터 채득

3차원 삼각 측량법을 이용하는 extraoral scanner (D700, 3Shape, Copenhagen, Denmark)를 이용하여 상악 26번 지대치를 스캔하였으며 스캔 할 때 재료의 빛이 반사되거나 다양한 상황을 고려하여 스캔 스프레이를 적용하여 10번 스캔하였다. 10개의 스캔 데이터는 모두 STL(stereolithography)파일로 저장하였다.

### 2) Intraoral scanner(IOS) 데이터 채득

실시간 렌더링(real time rending) 방식을 이용하는 intraoral scanner(Trios 3, 3-Shape, Copenhagen, Denmark)를 이용하여 상악 26번 지대치를 스캔하였다. 지대치를 스캔할 때 움직임에 따른 오차 발생을 감소시키기 위해 지대치를 고정할 수 있는 별도의 지그를 제작하여 시편을 고정하고, 제조사에 지시에 따라 동일한 방법으로 10번 스캔하였다. 10개의 스캔 데이터는 모두 STL파일로 저장하였다.

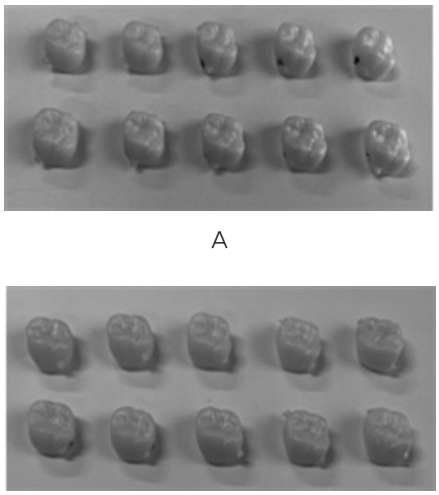
A B

Figure 2. A. Extraoral scanner (D700, 3Shape, Copenhagen, Denmark), B. Intraoral scanner (Trios 3, 3-Shape, Copenhagen, Denmark)

사진 출처: 3 Shape 홈페이지

## 3. CAD/CAM system을 이용하여 zirconia crown 제작

Extraoral scanner와 intraoral scanner로 스캔하여 저장되어 있는 STL 파일을 이용하여 CAD software program(3Shape's CAD Design Software, 3Shape, Copenhagen, Denmark)을 이용하여 설계하였다. 동일한 zirconia crown을 제작하기 위해 내부 시멘트 갭은 30㎛을 적용하였고 설계 파일은 동일한 파일을 이용하였다. 설계파일을 적용하여 zirconia block(Acucera; Gyeonggi-do, Korea)을 CAM system(DATRON D5, Datron Dynamics, Inc, Milford, USA)으로 절삭가공 하였다. 제작된 20개의 zirconia crown을 제조사의 지시에 따라 Furnace(Austromat μSiC; Dekema Dental-Keramikofen GmbH)에서 소결하였다.



A

B

Figure 3. A. Extraoral scanners group, B. Intraoral scanners groups

## 4. 2차원 내면 적합도 평가

준비된 주모형에 연질 실리콘(Aquasil Ultra XLV; DENSPLY DeTrey GmbH, Konstanz, Germany)을 주입하였다. 주모형에 주입한 뒤 CAD/CAM system으로 제작된 zirconia crown 보철물을 적합을 시행하였다. 적합 할 때 만능시험기(OUT-05D, Oriental TM Corp, Gyeonggi-do, Korea)를 이용하여 5분간 50N의 압력으로 가하였다. 연질 실리콘의 경화시간 동안 압력을 가하고 경화가 끝났을 때 주모형과 zirconia crown 보철물을 분리하였다. 분리된 zirconia crown 보철물에 경질 실리콘(Aquasil Ultra Rigid; Densply DeTrey)을 주입하여 연질 실리콘을 보강하였다. 경화된 실리콘을 중심소와(Central pit)를 기준으로 협측과 설측 방향으로 절단하였다. 절단한 단면은 협측의 marginal gap, axial gap, occlusal gap과 설측의 marginal gap, axial gap, occlusal gap(Holmes et al, 1989)을 디지

털 현미경(KH-7700; Hirox, Tokyo, Japan)을 이용하여 160배율로 측정하였다.

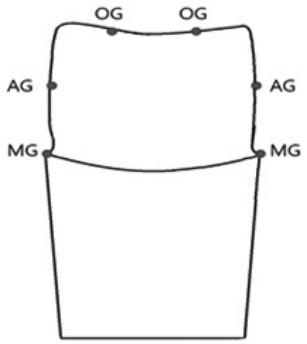



Figure 4. MG (marginal gap), AG (axial gap), OG (occlusal gap) measure points

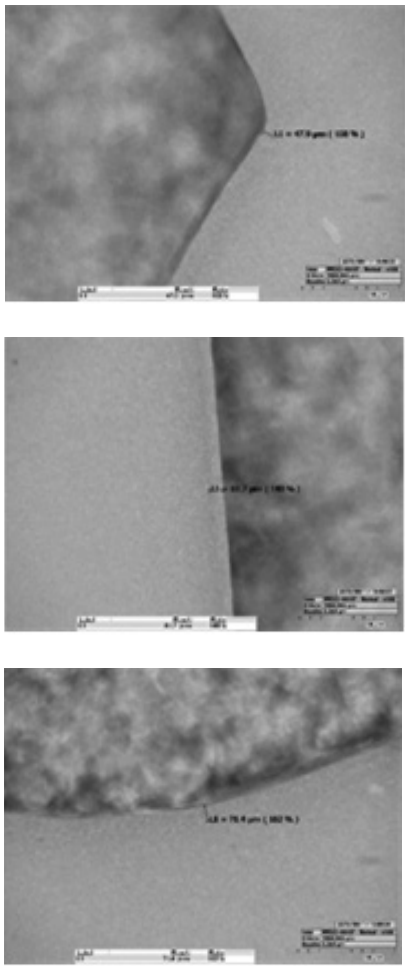


Figure 5. Measurement of 2-dimernsional internal fitness using digital microscope

### 5. 통계 분석

통계분석은 SPSS 24.0(IBM SPSS 24.0, SPSS Inc, Chicago, IL, USA) 통계분석프로그램을 이용하였다. extraoral scanner와 intraoral scanner로 스캔하여 제작된 zirconia crown 2차원 변연 및 내면 적합도의 데이터는 Shapiro-wilk test를 실시하여 정규성 검정을 하였고, 측정된 자료가 정규성을 만족하였기 때문에 모수 검정인 독립표본 t 검정을 이용하였다. 통계적 유의수준은 0.05로 설정하였다.

## Ⅲ. 결 과

Extraoral scanner와 intraoral scanner로 채득한 파일을 이용하여 제작한 zirconia crown의 2차원 변연 및 내면 적합도의 평균과 표준편차를 구하였다(Table 1). extraoral scanner를 이용하여 제작한 zirconia crown 그룹의 gap은 61.27±9.90㎛이었고 intraoral scanner를 이용하여 제작한 zirconia crown 그룹은 47.80±6.46㎛이었다. 두 그룹의 변연 및 내면 적합도 사이에서는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.05$).

Table 1. Mean±SD and 95% confidence interval of marginal gap and internal gap for extraoral scanner and intraoral scanner groups (Unit : ㎛)

| Group | Mean±SD | 95% CI | | p-value |
|---|---|---|---|---|
| | | Min | Max | |
| EOS | 61.27±9.90 | 54.18 | 68.35 | .002 |
| IOS | 47.80±6.46 | 43.18 | 52.42 | |

측정 부위별 적합도 측정을 위해 6가지의 측정지점을 변연부(marginal gap: MG1, MG2), 축벽부(axial gap: AG1, AG2), 교합면부(occlusal gap: OG1, OG2) 3가지 부위로 분류하였다(Table 2). extraoral scanner의 평균±표준편차는 각각 MG 33.07±7.50㎛, AG 40.57±3.52㎛, OG 110.16±25.44㎛였고, intraoral scanner의 평균±표준편차는 MG 34.75±11.13㎛, AG 44.62±11.63㎛, OG 64.03±9.80㎛의 값으로 측정되

었다.

측정 부위별로 통계적으로 유의한 차이를 확인하기 위해서 t-검정을 실시한 결과 MG, AG에서는 유의한 차이를 보이지 않았고($p>0.05$), OG에서는 유의한 차이를 보였다($p<0.05$).

Table 2. Mean±SD of the marginal gap and internal gap for extraoral scanner and intraoral scanner groups (Unit : ㎛)

| Group | EOS | IOS | p-value |
|---|---|---|---|
| MG | 33.07±7.50 | 34.75±11.13 | .70 |
| AG | 40.57±3.52 | 44.62±11.63 | .32 |
| OG | 110.16±25.44 | 64.03±9.80 | .001 |

## Ⅳ. 고 찰

본 연구의 목적은 extraoral scanner와 intraoral scanner로 채득한 스캔 파일을 이용하여 CAD/CAM system으로 제작된 zirconia crown의 2차원 적합도를 비교하는 것이다. 과거의 전통적인 방식에 비해 제작 과정과 생산비용이 감소하고 정밀성이 뛰어난 CAD/CAM system으로 제작한 보철물의 적합도를 평가하였다는 점에서 연구의 의의가 있다. 보철물의 적합도 평가 방법은 다양한 형태로 평가되었다. Holden et al(2009)과 Nawafleh et al(2013)은 보철물을 제작하고 현미경을 이용하여 모델에서 직접 육안으로 확인하는 방법을 사용하였다. Ortorp et al(2011)은 보철물을 제작하고 cement를 이용하여 적합하고 절단한 후 절단된 단면을 측정하는 방법을 사용하였다. Reich et al(2008)은 실리콘을 이용하여 모델과 보철물을 적합할 때 실리콘으로 gap을 복제하고 실리콘을 근-원심 협측, 설측으로 절단한 후 측정지점을 측정하는 방식을 사용하였다. Laurent et al(2008)의 연구에 따르면 실리콘 복제 기술을 이용하여 보철물의 적합도를 평가하는 기술은 측정위치(marginal, axial, occlusal)에 관계없이 정확한 오차를 보여주었다고 보고하였다. 그러므로 본 연구에서는 실리콘 복제 기술을 이용하여 6개의 측정지점을 디지털 현미경을 이용하여 160배율로 측정하였다.

Crown 보철물의 임상적 허용 범위는 다양한 연구자들에 의해 연구가 진행되고 있었다. McLean et al(1971)에 의하면 120㎛을 임상적으로 허용할 수 있는 범위라고 보고되었고, Ostlund et al(1985)는 임상적 허용 범위를 50㎛이라고 보고하였다. 또한, Boening et al(2000)은 100~200㎛까지는 임상적으로 허용 가능하다고 보고하였다.

본 연구에서 extraoral scanner와 intraoral scanner를 이용하여 채득한 스캔 파일을 이용하여 CAD/CAM system으로 제작한 zirconia crown 보철물의 전체적인 내면 적합도는 McLean et al(1971)이 보고한 120㎛의 임상적 허용 범위 안에 존재하였다(Table 1). 각각의 부위별 측정결과도 120㎛의 임상적 허용 범위를 보였다(Table 2). 그러나, extraoral scanner의 경우 OG에서 110.15±25.44㎛으로 가장 큰 값을 보였으나 임상적 허용 범위인 120㎛을 넘어서지 않았다. 이러한 오차는 다른 연구에서 보고된 결과와 유사한 결과 값을 보였다(Choi at al, 2017).

이러한 오차는 scanner의 스캔 정확도에 대한 오차도 존재하지만 extraoral scanner의 경우 지대치가 고정되어 있고 교합면 부위가 형태학적으로 다른 면들에 비해 소와(pit), 와(fossa), 교두(cusp) 등 다양한 구조물 때문에 표면이 고르지 못하고, 절삭 가공 방식을 이용하는 milling machine의 bur의 직경이 형태학적 구조물의 특성을 정확히 재현하기 어려울 것으로 생각된다. 또한, Vojdani et al(2016)에 의하면 다양한 milling bur가 날카로운 내면의 각을 절삭 할 수 없다고 보고하였다.

Zirconia crown의 전체 평균±표준편차는 extraoral scanner를 이용하여 제작한 그룹은 62.17±9.90㎛이였으며, intraoral scanner를 이용하여 제작한 그룹은 47.80±6.46㎛이였다. 두 가지 두 종류의 scanner를 이용하여 제작한 zirconia crown은 임상적으로 허용되는 오차 범위이고 intraoral scanner를 이용하여 제작한 zirconia crown이 extraoral scanner를 이용하여 제작한 zirconia crown보다 우수한 적합도를 보여주었다($p<0.05$).

본 연구에서 실험한 결과 값의 신뢰도를 높이기 위해 많은 노력을 하였다. CAD/CAM system의 CAM장비는

임상적으로 많이 사용되고 있는 장비를 채택하였다(Lee et al, 2016). 또한, intraoral scanner로 스캔할 때 움직임에 의한 오차를 줄이기 위하여 지대치를 제작한 지그로 고정하고 스캔하였다.

그러나 본 연구에는 여러 가지 한계점이 존재한다. 시편의 수가 적었고 다양한 scanner 장비를 이용하지 못하였다. 또한, intraoral scanner의 경우 환자의 구강환경을 직접 스캔하는 방식이지만 본 연구에서는 환자의 구강환경을 재현한 study model을 스캔하였다. 그리고 보철물의 경우 single crown뿐만 아니라 3-unit bridge와 같은 다양한 보철물의 적합도에 대한 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

## V. 결 론

본 연구에서는 introral scanner와 extraoral scanner를 이용하여 제작한 zirconia crown의 변연 및 내면의 적합도를 분석하여 같은 결론을 얻었다.

1. Intraoral scanner를 이용하여 제작한 zirconia crown과 extraoral scanner를 이용하여 제작한 zirconia crown 사이에서는 유의한 차이가 발견되었다($p<0.05$).
2. 측정 부위에 따른 오차범위에서는 교합면 부위보다 변연과 축벽 부위에서 우수한 적합도를 보였다. 따라서, 측정 부위에 따른 다양한 연구가 필요하다고 생각된다.
3. 두 그룹의 변연 및 내면 적합도의 평균은 모두 임상적으로 허용할 수 있는 범위의 오차값을 보여주었다. EOS 그룹보다 구강을 직접 스캔하는 방식의 IOS 그룹이 낮은 오차범위를 보여주었다. 그러므로, 직접 구강을 스캔하여 재료를 절약하고 제작 과정을 단축할 수 있는 intraoral scanner를 임상적으로 적용하여 적합도가 우수한 zirconia crown 제작이 가능할 것으로 생각된다.

## REFERENCES


Alghazzawi TF. Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. J Prosthodont Res, 60, 72-84, 2016.

Boening KW, Wolf BH, schmidt AE. Clinical fit of Procera AllCeram crowns. J Prosthet Dent, 84, 419-424, 2000.

Choi HS, Cho JH. Assessment of the fit of zirconia-based prostheses fabricated with two different scan methods. J Adv Prosthodont, 55, 135-143, 2017.

Duret F, Preston J. CAD/CAM imaging in dentistry. Curr Opin Dent, 1.2, 150-154, 1991.

Flugge TV, schlager S, Nelson K. Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 144, 471-478, 2013.

Holmes JR, Bayne SC, Holland GA. Considerations in measurement of marginal fit. J Prosthet Dent, 62, 405-408, 1989.

Holden JE, Goldstein GR, Hittelman EL. Comparison of the marginal fit of pressable ceramic to metal ceramic restorations. J Prosthodont, 18, 645-648, 2009.

Jeon JH, Choi BY, Kim CM. Three-dimensional evaluation of the repeatability of scanned conventional impressions of prepared teeth generated with white-and blue-light scanners. J Prosthet Dent, 114, 549-553, 2015.

Kokubo Y, Tsumita M, Kano T. Clinical marginal and internal gaps of zirconia all-ceramic crowns. J Prosthodont Res, 55, 40-43, 2011.

Lee JH. Digital approach to a ceramic-pressed-to-metal restoration. J Prosthet Dent, 115, 141-144, 2016.

Laurent M, scheer P, Dejou J. Clinical evaluation of the marginal fit of cast crownsvalidation of the silicone replica method. J Oral Rehabil, 35, 116-122, 2008.

Marcel TJ. Three-dimensional on-screen virtual models. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 119, 666-668, 2001.

McLean J. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. Br dent j, 131, 107-111, 1971.

Nawafleh NA, Mack F, Evans J. Accuracy and reliability of methods to measure marginal adaptation of crowns and FDPs: a literature review. J Prosthodont, 22, 419-428, 2013.

Ortorp A, Jonsson D, Mouhsen A, et al. The fit of cobaltchromium three-unit fixed dental prostheses fabricated with four different techniques: A comparative in vitro study. Dent Mater, 27, 356-363, 2011.

Ostlund LE. Cavity design and mathematics: their effect on gaps at the margins of cast restorations. Oper Dent, 10, 122-137, 1985.

Persson AS, Oden A, Andersson M. Digitization of simulated clinical dental impressions: virtual three-dimensional analysis of exactness. Dent Mater, 25, 929-936, 2009.

Quimby ML, Vig KW, Rashid RG The accuracy and reliability of measurements made on computer-based digital models. Angle Orthod, 74, 298-303, 2004.

Reich S, Kappe K, Teschner H. Clinical fit of four-unit zirconia posterior fixed dental prostheses. Eur J Oral sci, 116, 579-584, 2008.

Ting-shu S, Jian S. Intraoral digital impression technique: a review. J Prosthodont, 24, 313-321, 2015.

Trost L, Stines S, Burt L. Making informed decisions about incorporating a CAD/CAM system into dental practice. J Am Dent Assoc, 137, 32-36, 2006.

Vojdani M, Torabi K, Atashkar B. A comparison of the marginal and internal fit of cobalt-chromium copings fabricated by two different CAD/CAM Systems (CAD/Milling, CAD/Ceramill Sintron). J Dent, 17, 301, 2016.

Wagner C, Stock V, Merk S. Retention Load of Telescopic Crowns with Different Taper Angles between Cobalt-Chromium and Polyetheretherketone Made with Three Different Manufacturing Processes Examined by Pull-Off Test. J Prosthodont, 27, 162-168, 2018.