

구내 스캔바디의 형태에 따른 임플란트의 디지털 스캔 정확도 및 구강 내 노출 높이에 따른 라이브러리 중첩 정확도 비교 연구

Accuracy of implant digital scans with different intraoral scanbody shapes and library merging according to different oral exposure height

정병준·이영후·홍성진·백장현·노관태·배아란·김형섭·권공록*

Byungjoon Jeong, Younghoo Lee, Seung-Jin Hong, Janghyun Paek, Kwantae Noh, Ahran Pae, Hyeong-Seob Kim, Kung-Rock Kwon*

경희대학교 치과대학 치과보철학교실

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Kyung Hee University, Seoul, Republic of Korea

ORCID iDs

Byungjoon Jeong

<https://orcid.org/0000-0003-1403-0131>

Younghoo Lee

<https://orcid.org/0000-0001-8657-159X>

Seung-Jin Hong

<https://orcid.org/0000-0002-7460-8487>

Janghyun Paek

<https://orcid.org/0000-0002-1286-3140>

Kwantae Noh

<https://orcid.org/0000-0003-3480-7737>

Ahran Pae

<https://orcid.org/0000-0001-8758-0754>

Hyeong-Seob Kim

<https://orcid.org/0000-0002-0964-0288>

Kung-Rock Kwon

<https://orcid.org/0000-0002-9777-8980>

Corresponding Author

Kung-Rock Kwon

Department of Prosthodontics,
School of Dentistry, Kyung Hee
University, 26, Kyungheedaero,
Dongdaemun-gu, Seoul 02447,
Republic of Korea
+82 (0)2 958 9340
krkwon@khu.ac.kr

Article history

Received September 11, 2020/ Last Revision

October 28, 2020 / Accepted

November 5, 2020

Purpose: The purpose of this study is to compare the accuracy of digital scans of implants according to different shapes of scanbodies, and to compare the accuracy of library merging according to different oral exposure height. **Materials and methods:** A master model with a single tooth edentulous site was prepared. For the first experiment, three types of intraoral scanbodies were prepared, divided into three groups, and the following experiments were conducted for each group: An internal hex implant was placed. The master model with the scanbody connected was scanned with a model scanner, and a master reference file (control group) was created. 10 files (experimental group) were created by performing 10 consecutive scans with an intraoral scanner. After superimposing the control and experimental groups, the following values were calculated: 1) Distance deviation of a designated point on the scanbody 2) Angle deviation of the major axis of the scanbody. For the second experiment, the scanbody scan data were prepared in 6 different heights. Library files were merged with each of the scan data. The distance and angular deviation were calculated using the 7 mm scan data as control group. **Results:** In the first experiment, there were no significant differences between A and B ($P=.278$), B and C ($P=.568$), and C and A ($P=.711$) in the distance deviations. There were no significant differences between A and B ($P=.568$), B and C ($P=.546$), and C and A ($P=.112$) in the angular deviations. Also, the scanbody showed significantly higher library merging accuracy in the groups with high oral exposure height ($P<.5$). **Conclusion:** There were no significant differences in scan accuracy according to the different shapes of scanbodies, and the accuracy of library merging increased according to exposure height of the scanbody in the oral cavity. (J Korean Acad Prosthodont 2021;59:27-35)

Keywords

Dental implant; Digital scan; Scanbody

© 2021 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.

서론

치과에서의 디지털 기술은 1980년대 이후 CAD-CAM 과정이 도입되면서 빠르게 발전해 왔다.¹ 이후 디지털 스캔 방식을 통한 삼차원적 데이터 채득 방식이 치과교정학, 치과보철학, 임플란트 치의학 등 치과의 여러 방면으로도 적용되기 시작하였다.²

골유착된 임플란트는 골조직의 탄성으로 인해 수직적으로 3 - 5 μm, 수평적으로 10 - 50 μm의 움직임 보인다.³⁻⁵ 임상적으로 허용 가능한 임플란트 고정체와 보철물의 부적합 정도는 다양하게 제시되었으며, 유지력 저하, 나사 풀림, 금속 구조물이나 도재의 파절 등 장기간의 합병증을 피하기 위해서 150 μm의 상한선이 제시되었다. 임플란트 위치의 부정확한 전달은 잘 맞지 않는 보철물이 제작되는 원인이 될 것이고, 이는 결국 생물학적 및 기계적 합병증으로 이어질 수 있다.⁶ 임상적인 상황에서 보철물의 완벽한 passive fit은 인상채득부터 보철물의 장착까지 거의 모든 과정이 오차의 원인이 되기 때문에 거의 불가능한 것으로 여겨진다.⁷⁻⁹ 또한 임플란트 숫자, 임플란트 간 거리, 임플란트의 깊이와 각도, 보철 부품의 공차, 임상가와 기공사의 숙련도 등이 최종 보철물의 정확도와 passive fit에 영향을 줄 수 있다.¹⁰⁻¹⁵

최근 구강 스캐너를 통한 디지털 임플란트 인상은 환자의 불편 감소, 인상 채득 과정과 주모형 제작 과정의 소요 시간을 단축하기 위해 기존 임플란트 인상법의 대안으로 제시되고 있다.¹⁶⁻¹⁹ 임플란트 치의학에 디지털 인상 기술을 적용하기 위해서는 스캔바디라는 중간 매개체가 필요하다. 이러한 스캔바디를 이용한 임플란트의 인상 채득 과정은 매우 중요하다.

임플란트 지지 보철물의 제작에 있어서 작업 흐름은 간접법과 직접법으로 나눌 수 있다. 간접법은 통상적인 임플란트 인상을 채득한 후 기공실에서 모델 스캐너와 기공용 스캔바디를 이용해 디지털화한다. 이와 달리 직접법에서는 환자의 구강 내에서 직접적인 스캔을 채득하기 위한 구강 스캐너와 구내 스캔바디가 필요하다.

정확한 디지털 인상이 채득된 후에, 스캔바디 라이브러리를 통해 디지털 모델에 디지털 아날로그를 위치시킬 수 있다. 이를 바탕으로 치과용 CAD 소프트웨어를 이용하여 수복물을 제작할 수 있다. 임플란트의 디지털 인상은 기존 인상법에 비해 기공 과정의 오차 발생 위험 감소, 환자의 치료 수공도와 불편 개선, 효율성의 증가 등과 같은 장점들이 있다.¹⁹

스캔바디는 2008년 임플란트 회사인 Straumann 그룹에 의해 처음으로 명명되고 출시되었다. 이후 여러 제조사들에 의해 다양한 형태와 규격의 스캔바디가 개발되고 출시되었다. 스캔바디는 재질, 형태, 크기, 표면, 연결방식, 재사용성, 소프트웨어-스캐너 호환성, 가격 등의 측면에 있어 매우 다양한 종류가 존재한다.

스캔바디는 통상적으로 스캔 영역, 중간부, 기저부로 구성된다. 구내 스캔바디는 구강 내 공간적 제한으로 인해 기공용 스캔바디에 비해 크기가 작다. 스캔 영역은 임플란트의 각도와 위치를 디지털화하기 위해 인식되는 부분이다. 스캔 영역에는 CAD 소프트웨어가 인식하기 쉽도록 스캔바디의 비대칭적 형상을 만들어주기 위한 편평한 면이 존재한다. 스캔 영역은 PEEK (Polyetheretherketone), 티타늄 합금, 알루미늄 합금 등 다양한 재료로 제작된다. 기저부는 중간부나 스캔 영역과는 다른 재질로 구성될 수 있다.

현재까지 임플란트의 디지털 인상 과정의 정확성이나 신기술에 대한 선행 연구는 많이 진행된 바 있지만, 스캔바디 자체, 특히 그 형태에 관한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구의 목적은 구내 스캔바디의 각기 다른 형태에 따른 임플란트의 디지털 인상 정확도를 비교하고, 구강 내 노출 높이에 따른 라이브러리 중첩 정확도를 비교하기 위함이다.

재료 및 방법

1. 스캔바디 형태에 따른 스캔 정확도 비교

(1) 주모형의 제작

첫번째 실험을 위해 하악 유치악 모형을 3D 프린팅을 이용해 제작하였다. 하악 덴티폼(Nissin Dental Products Inc., Kyoto, Japan)을 모델 스캐너(Freedom HD, DOF Inc., Seoul, Korea)로 스캔한 파일을 획득하여 CAD 소프트웨어(Meshmixer 3.5, Autodesk Inc., San Rafael, CA, USA) 상에서 #36번 치아를 삭제하고 그 자리에 임플란트를 식립하기 위해 직경 4.5 mm, 깊이 10 mm로 drilling hole을 형성해주었다. 이 파일을 3D 프린터(Dentis Inc., Daegu, Korea)로 출력하여 주모형을 생성하였다 (Fig. 1).

(2) 임플란트 식립

제작된 주모형의 #36번 치아 부위에 미리 형성된 drilling



Fig. 1. Master cast fabricated with 3D printer.



Fig. 2. Internal hex implant installed on tooth 36 area in an ideal position.

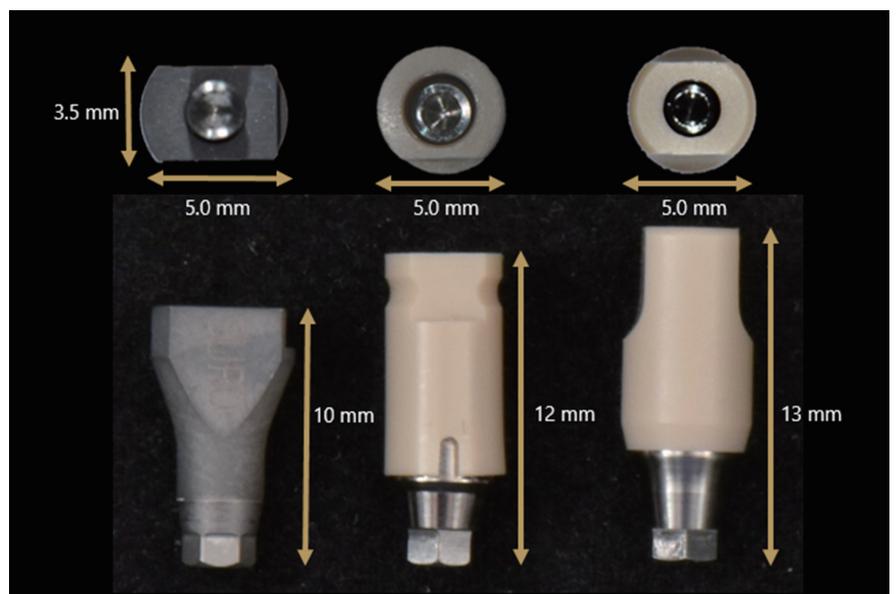
path를 따라 직경 4.5 mm, 길이 10 mm의 internal hex 임플란트(TS III, Osstem Implant Co. Ltd., Seoul, Korea)를 치은 하방 2 mm 깊이로 식립하였다 (Fig. 2).

(3) 스캔바디

총 세 종류의 스캔바디에 대해 실험을 각각 시행하였다 (Fig. 3). 본 연구에서는 각각의 스캔바디를 편의상 A, B, C로 명명하였다. 각각의 스캔바디는 각기 다른 크기와 형태적 특징을 갖고 있는 것으로 선정하였다. Type A 스캔바디는 티

타늄 합금으로 만들어졌으며 길이 10 mm, 너비와 폭은 3.5 mm와 5 mm였다. 역사다리꼴 형태로 측면에 3개의 편평한 면이 존재한다. Type B 스캔바디는 PEEK 재료로 제작되었으며, 길이 12 mm, 폭은 5 mm였다. 원통형 형태로 상부에 둘레로 파인 부위가 있으며, 측면에 1곳의 편평한 면이 존재한다. Type C 스캔바디 또한 PEEK 재질로 만들어졌으며, 길이 13 mm, 폭 5 mm로 원통형에 양쪽의 대칭적인 편평한 면이 존재한다.

Fig. 3. Types of scanbodies used in experiment.



(4) Reference file 생성

주모형에 스캔바디를 체결하고 모든 면에 scanning spray를 적용하였다. 실험의 전 과정 동안 torque wrench를 이용하여 15 N의 tightening force가 유지되었다. 각각의 스캔바디를 체결한 주모형을 모델 스캐너(Freedom HD, DOF Inc., Seoul, Korea)로 스캔하여 A, B, C 각 스캔바디 당 하나, 총 3개의 reference file을 생성하였다 (Fig. 4A). 3가지 스캔바디 각각 다른 reference file의 사용으로 인한 추가적인 변수의 개입을 막기 위해 3 종류의 reference file을 채득한 후 각 스캔바디의 라이브러리를 이용하여 각각의 reference file에서 임플란트 고정체(아날로그)의 platform 중심점 좌표와 장축을 역계산, 비교하였다(Exocad, Darmstadt, Germany). 중심점 비교 결과 A와 B는 9.2 μm , B와 C는 17.2 μm , C와 A는 11.7 μm 의 편차를 보였고, 장축 비교 결과 A와 B는 0.07°, B와 C는 0.11°, C와 A는 0.03°의 편차를 보였다. 이를 보아 각각의 세 가지 reference file은 오차 범위 내로 동일하다는 가정을 하고 실험을 진행하였다.

(5) Test file 생성

스캔바디가 체결된 주모형을 구강 스캐너(i-500, Medit Co., Seoul, Korea)로 스캔하였다. 한명의 숙련된 술자에 의해 각 스캔바디 당 10번의 연속적인 스캔이 제조사 권장 방향에 따라 시행되었다. 이에 따라 각 스캔바디 당 10개의 test file, 총 30개의 test file이 생성되었다 (Fig. 4B).

(6) 중첩 및 분석

Test file과 reference file은 3D 측정 소프트웨어(Geomagic Control X, 3D Systems Inc., Rock Hill, SC, USA)로 중첩되었다. 중첩은 하악 모든 치아의 교합면 및 절단면을 중첩 기준으로 수동으로 범위를 지정한 다음 local best fit alignment를 시행하였다 (Fig. 4C). 중첩된 두 파일을 바탕으로 다음과 같은 수치를 계산하였다. 1) 스캔바디의 특징 point의 거리 편차(ΔD) 2) 스캔바디 장축의 각도 편차(ΔA). ΔD 는 스캔바디의 상단 flat surface의 각진 모서리를 지정하여 좌표를 구하여 두 파일의 해당 점들 사이의 거리를 계산하였다. ΔA 는 두 파일 각각 스캔바디의 장축을 구한 뒤 사이의 각도를 계산하여 도출하였다.

2. 구강 내 노출된 높이에 따른 라이브러리 중첩 정확도

(1) 노출 높이 별 스캔바디 스캔 데이터의 준비

구강 내에서 스캔바디를 체결했을 때 치은 연상으로 노출된 스캔바디의 높이에 따른 라이브러리 파일 중첩 정확도에 대한 영향을 알아보기 위해 두 번째 실험을 설계하였다. 한 종류의 스캔바디(TruAbutment, Irvine, CA, USA)를 구강 스캐너로 스캔하여 얻은 스캔 데이터를 CAD 소프트웨어(Meshmixer 3.5, Autodesk Inc., San Rafael, CA, USA) 상에서 각기 다른 사이즈로 절단하여 각각이 서로 다른 구강 내 노출 높이를 나타내도록 하였다. 높이는 7, 4.5, 2.5, 1.5, 1.0, 0.5 mm로 총 6 가지를 비교하였으며 각각 치은 높이(Gingival height, GH) 3.5, 6, 8, 9, 9.5, 10 mm를 나타낸다.

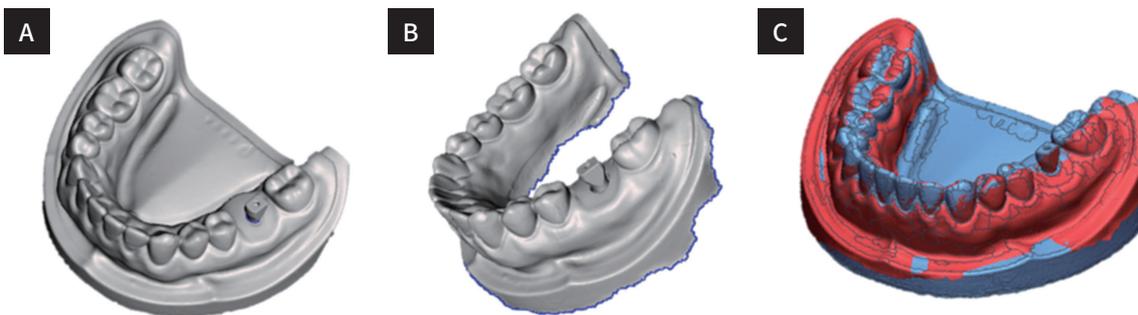
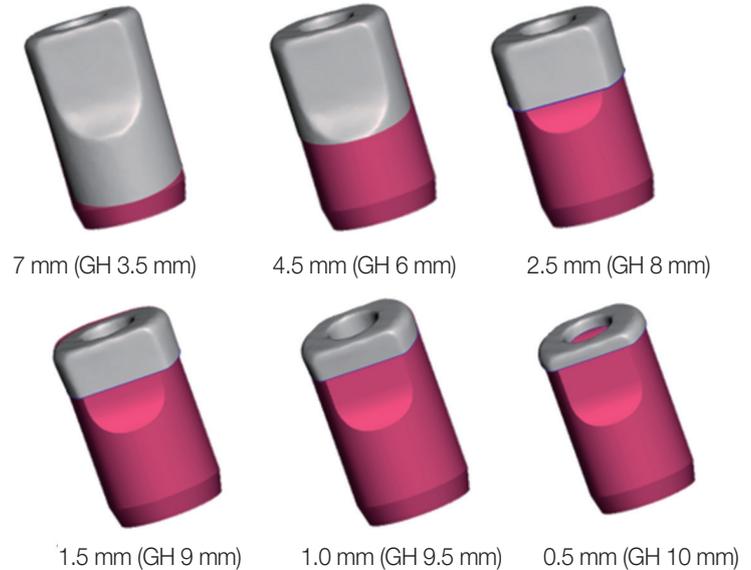


Fig. 4. (A) Master reference file (control group), (B) Intraoral scan file (test group), (C) Superimposition of reference and test file.

Fig. 5. The scan data of 6 different exposure heights of 7, 4.5, 2.5, 1.5, 1.0, and 0.5 mm merged with library files.



(2) 라이브러리 중첩 및 분석

여섯 가지 스캔바디 높이를 나타내는 스캔 데이터에 스캔바디의 라이브러리 파일을 중첩하였다. 스캔 데이터를 기준으로 라이브러리 파일을 불러와 초기 정렬(Initial alignment)한 후, 최적 정렬(Best fit alignment)을 시행하였다 (Fig. 5). 새롭게 위치된 라이브러리 파일들 중 7 mm 노출된 스캔바디와 중첩된 라이브러리 파일을 대조군으로 설정했다. 나머지 다섯 가지 파일들을 각각 대조군과 비교 분석 하였다. 먼저 각각 라이브러리 파일의 하단부 원의 중심점 좌표를 구하여 대조군과 실험군의 거리 편차를 계산하였다. 두 번째로 라이브러리 파일의 원기둥 형태를 추출하여, 추출된 원기둥의 장축으로 라이브러리 파일의 각도 편차를 계산하였다. 또한 중첩 시 대조군과 실험군의 편차를 컬러맵으로 나타내고, $\pm 10 \mu\text{m}$ 의 허용 공차 범위를 설정하여 녹색으로 나타내었다.

3. 통계적 분석

통계 분석을 SPSS ver. 25.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) 소프트웨어를 이용하여 다음과 같은 분석을 시행하였다. Shapiro-Wilk test를 통해 획득 데이터의 정규분포를 조사하였다. 1-way ANOVA를 통해 데이터를 비교 분석하고, Post hoc test (Tukey HSD test)를 통해 95%의 신뢰도로 사후 검정을 시행하였다.

결과

스캔바디의 특정 point의 거리 편차(ΔD)의 측정 결과는 스캔바디 A에서 $76.6 \pm 51.2 \mu\text{m}$, 스캔바디 B에서 $141.8 \pm 108.1 \mu\text{m}$, 스캔바디 C에서 $97.6 \pm 46.2 \mu\text{m}$ 의 평균값을 보였다 (Fig. 6). 각 측정치 평균값들 간 통계적으로 유의한 차는 없었다 (A - B ($P = .278$), B - C ($P = .568$), C - A ($P = .711$)). 각도 편차(ΔA)의 측정 결과는 스캔바디 A에서 $0.303 \pm 0.112^\circ$, 스캔바디 B에서 $0.389 \pm 0.190^\circ$, 스캔바디 C에서 $0.478 \pm 0.237^\circ$ 의 평균값을 보였다 (Fig. 7). 각 측정치 평균값들 간 통계적으로 유의한 차는 없었다 (A - B ($P = .568$), B - C ($P = .546$), C - A ($P = .112$)).

스캔바디 라이브러리 파일의 편차를 컬러맵으로 표시하였다 (Fig. 8). 초록색으로 나타난 부분은 $10 \mu\text{m}$ 이하의 편차로 허용 공차 범위를 나타낸다. 4.5 mm와 2.5 mm 그룹의 편차는 허용 공차 범위 내에 있었고, 1.5 mm, 1.0 mm, 0.5 mm 그룹의 편차는 $10 \mu\text{m}$ 이상의 편차를 보였다. 스캔바디의 스캔 영역 각진 부분과 기저부 부위에서 편차가 주로 나타나는 것을 볼 수 있다.

Fig. 9는 중첩된 라이브러리 파일의 각도 및 거리 편차를 노출된 스캔바디 높이에 따라 나타낸 그래프다. 스캔바디 높이가 감소할 수록 각도와 거리 편차 모두 증가하였다. 가장 높은 높이인 4.5 mm 노출에서는 $4.7 \mu\text{m}$ 와 0.02° , 가장 낮은 높이인 0.5 mm에서는 $32 \mu\text{m}$ 와 0.2° 의 편차를 보였다.

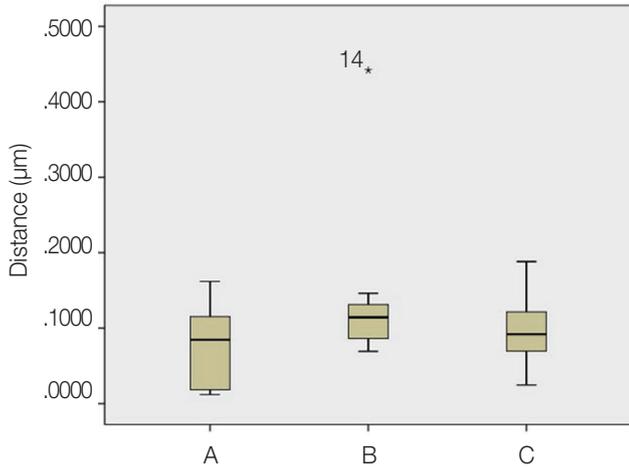


Fig. 6. Result of 1-way ANOVA of distance deviations in three scanbody groups.

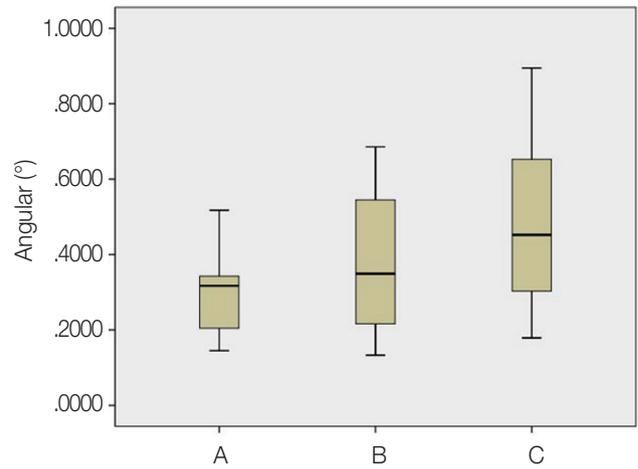


Fig. 7. Result of 1-way ANOVA of angular deviations in three scanbody groups.

Fig. 8. Color-coded map of deviations between reference data and merged data.

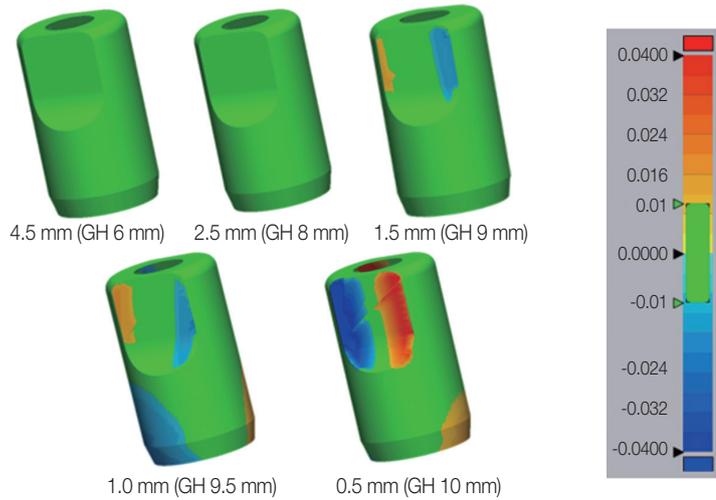
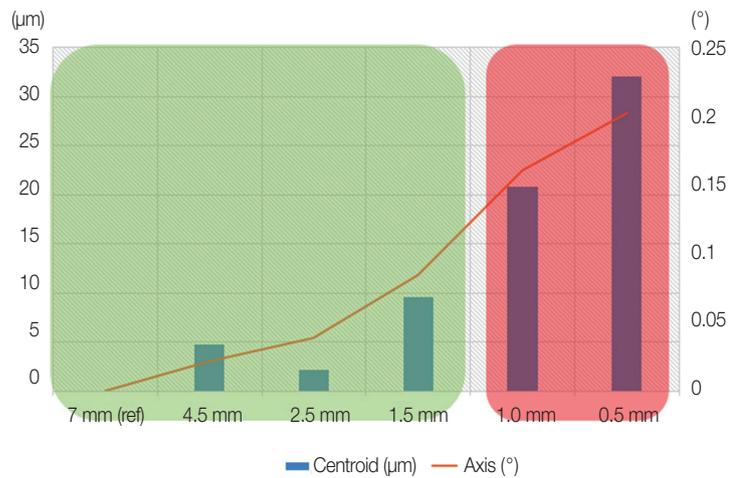


Fig. 9. Graph showing the distance and angular deviations of merged library file data.



고찰

스캔바디를 이용한 임플란트의 디지털 인상 채득법은 기존의 임플란트 인상 채득법과 비슷한 수준의 정확도를 보인다.²⁰ 또한 스캔바디를 이용한 임플란트의 인상 채득은 환자의 불편 감소 및 체어 타임의 감소 등의 이점이 존재한다. 따라서 이러한 디지털 기술을 적극적으로 활용하기 위한 노력이 필요하다.

스캔바디를 활용한 인상 채득은 한계점 또한 존재한다. 스캔바디도 인상용 코핑과 체결 방식은 같으며 마찬가지로 고정체와의 체결 정확도 문제가 존재하며, 이에 대한 추가적인 연구가 필요한 실정이다.^{13,14,21} 스캔바디가 고정체에 올바르게 체결된 이후에도, 이를 올바르게 스캔하고 디지털화하는데 여러 요소들이 작용할 수 있다. 악궁 내에서의 위치, 인접 구조물, 스캐닝 테크닉, 스캔바디의 특성 등의 요소들이 작용한다.

본 연구에서는 스캔바디의 형태에 따른 임플란트 위치의 정확도 및 스캔바디의 구강 내 노출 높이에 따른 라이브러리 중첩의 정확도를 비교 분석하였고, 스캔바디의 각기 다른 형태에 따른 스캔 정확도는 유의한 차이가 없었으며, 스캔바디의 구강 내 노출 높이에 따라 라이브러리 중첩의 정확도는 증가함을 보여주었다. 이를 통해 보았을 때 본 실험에 사용된 스캔바디의 형태에 따른 디지털 인상의 오차는 임상적으로 허용 가능한 수준이라고 할 수 있다. 또한 스캔 파일을 정상적으로 라이브러리 파일과 중첩시키기 위해서는 최소 1.5 mm의 구강 내 노출이 필요할 것이다. 그 보다 적은 양의 노출로 라이브러리 중첩 시도 시 오차가 20 μm 이상 발생할 것이다.

기존의 연구 중 스캔바디의 형태에 따른 스캔 정확도를 비교한 선행 연구가 존재하지만 모델 스캐너를 사용, 전악 임플란트를 기준으로 하였으며 본 연구에서는 구내 스캔바디와 구강 스캐너를 사용하여 정확도를 비교했다는 면에서 기존 연구와 차별화된다. 또한 스캔바디의 구강 내 노출 높이를 상단으로부터 다른 길이로 절단하여 나타냄으로써 실험한 연구는 저자들이 아는 범위에서는 본 연구가 유일하다.

본 연구는 몇가지 한계점이 있으며, 이를 반영한 후속 연구가 필요할 것이다. 스캔바디는 구형, 직각평면형, 원기둥형 등 제조사마다 다양한 형태로 제작된다.² 본 연구에서는 제한된 종류의 스캔바디 형태를 사용하여 실험하였다. 또한 본 연구는 *in vitro* 실험으로 구강 스캐너를 이용한 실제 구강 내 상황에서 발생하는 데이터 노이즈와 해부학적 구조물로 인한 구

강 스캐너의 접근 방향의 제한 등이 고려되지 않았다. 후속 연구에서는 *in vivo* 환경에서의 실험과 보다 다양한 형태의 스캔바디를 동반한 실험이 필요할 것으로 판단된다.

결론

*In vitro*로 진행한 본 연구에서는 구내 스캔바디의 형태에 따른 임플란트 위치의 정확도 및 스캔바디의 구강 내 노출 높이에 따른 라이브러리 중첩의 정확도를 비교 분석하였다. 본 연구의 한계 내에서 다음과 같은 결론을 도출하였다:

1. 스캔바디의 각기 다른 형태에 따른 스캔 정확도는 유의한 차이가 없었다.
2. 스캔바디의 구강 내 노출 높이에 따라 라이브러리 중첩의 정확도는 증가한다.

References

1. Ramsey CD, Ritter RG. Utilization of digital technologies for fabrication of definitive implant-supported restorations. *J Esthet Restor Dent* 2012;24:299-308.
2. Mizumoto RM, Yilmaz B. Intraoral scan bodies in implant dentistry: A systematic review. *J Prosthet Dent* 2018;120:343-52.
3. Sahin S, Cehreli MC. The significance of passive framework fit in implant prosthodontics: current status. *Implant Dent* 2001;10:85-92.
4. Kim Y, Oh TJ, Misch CE, Wang HL. Occlusal considerations in implant therapy: clinical guidelines with biomechanical rationale. *Clin Oral Implants Res* 2005;16:26-35.
5. Bacchi A, Consani RL, Mesquita MF, Dos Santos MB. Effect of framework material and vertical misfit on stress distribution in implant-supported partial prosthesis under load application: 3-D finite element analysis. *Acta Odontol Scand* 2013;71:1243-9.
6. Papaspyridakos P, Chen CJ, Chuang SK, Weber HP, Gallucci GO. A systematic review of biologic and technical complications with fixed implant rehabilitations for edentulous patients. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2012;27:102-10.
7. Heckmann SM, Karl M, Wichmann MG, Winter W, Graef F, Taylor TD. Cement fixation and screw re-

- tention: parameters of passive fit. An in vitro study of three-unit implant-supported fixed partial dentures. *Clin Oral Implants Res* 2004;15:466-73.
8. Del Corso M, Abà G, Vazquez L, Dargaud J, Dohan Ehrenfest DM. Optical three-dimensional scanning acquisition of the position of osseointegrated implants: an in vitro study to determine method accuracy and operational feasibility. *Clin Implant Dent Relat Res* 2009;11:214-21.
 9. Wennerberg A, Albrektsson T. Current challenges in successful rehabilitation with oral implants. *J Oral Rehabil* 2011;38:286-94.
 10. Jemt T, Lie A. Accuracy of implant-supported prostheses in the edentulous jaw: analysis of precision of fit between cast gold-alloy frameworks and master casts by means of a three-dimensional photogrammetric technique. *Clin Oral Implants Res* 1995;6:172-80.
 11. Goll GE. Production of accurately fitting full-arch implant frameworks: Part I-Clinical procedures. *J Prosthet Dent* 1991;66:377-84.
 12. Akalin ZF, Ozkan YK, Ekerim A. Effects of implant angulation, impression material, and variation in arch curvature width on implant transfer model accuracy. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2013;28:149-57.
 13. Yilmaz B, Seidt JD, McGlumphy EA, Clelland NL. Displacement of screw-retained single crowns into implants with conical internal connections. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2013;28:803-6.
 14. Gilbert AB, Yilmaz B, Seidt JD, McGlumphy EA, Clelland NL, Chien HH. Three-dimensional displacement of nine different abutments for an implant with an internal hexagon platform. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2015;30:781-8.
 15. Moreira AH, Rodrigues NF, Pinho AC, Fonseca JC, Vilaça JL. Accuracy comparison of implant impression techniques: A systematic review. *Clin Implant Dent Relat Res* 2015;17:e751-64.
 16. Rutkūnas V, Gečiauskaitė A, Jegelevičius D, Vaitiekūnas M. Accuracy of digital implant impressions with intraoral scanners. A systematic review. *Eur J Oral Implantol* 2017;10:101-20.
 17. Howell KJ, McGlumphy EA, Drago C, Knapik G. Comparison of the accuracy of Biomet 3i encode robocast technology and conventional implant impression techniques. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2013;28:228-40.
 18. Papaspyridakos P, Chen CJ, Gallucci GO, Doukoudakis A, Weber HP, Chronopoulos V. Accuracy of implant impressions for partially and completely edentulous patients: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014;29:836-45.
 19. Brandt J, Lauer HC, Peter T, Brandt S. Digital process for an implant-supported fixed dental prosthesis: A clinical report. *J Prosthet Dent* 2015;114:469-73.
 20. Basaki K, Alkumru H, De Souza G, Finer Y. Accuracy of digital vs conventional implant impression approach: A three-dimensional comparative in vitro analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2017;32:792-9.
 21. Semper W, Heberer S, Mehrhof J, Schink T, Nelson K. Effects of repeated manual disassembly and reassembly on the positional stability of various implant-abutment complexes: an experimental study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2010;25:86-94.

구내 스캔바디의 형태에 따른 임플란트의 디지털 스캔 정확도 및 구강 내 노출 높이에 따른 라이브러리 중첩 정확도 비교 연구

정병준·이영후·홍성진·백장현·노관태·배아란·김형섭·권공록*

경희대학교 치과대학 치과보철학교실

목적: 현재 임상에서 스캔바디를 이용한 임플란트의 디지털 인상이 활용되고 있으나 스캔바디의 형태에 따른 스캔의 정확도에 대한 연구는 부족한 실정이다. 본 연구의 목적은 구내 스캔바디의 형태에 따른 스캔의 정확도를 비교하고, 구강 내 노출 높이에 따른 라이브러리 중첩 정확도를 비교하기 위함이다. **재료 및 방법:** 덴티폼 상에서 36번 치아를 삭제 후 모델 스캐너로 스캔하여 3D 프린터로 주모형을 출력하였다. 첫 번째 실험으로 세 종류(A, B, C)의 구내 스캔바디를 준비하여 각 그룹마다 다음과 같은 실험을 하였다: 36번 부위에 임플란트를 이상적인 위치로 식립 후 스캔바디를 15 N으로 체결하였다. 스캔바디가 체결된 주모형을 모델 스캐너로 스캔하여 master reference file (대조군)을 STL (Standard Tessellation Language) file로 생성하였다. 이후 구강 스캐너로 10회의 연속적인 스캔을 시행하여 10개의 STL file (실험군)을 생성하였다. 3D 측정 소프트웨어를 이용하여 대조군과 실험군들의 STL file들을 중첩한 후 좌표계 상에서 다음과 같은 값들을 도출하였다: 1) 스캔바디 상 특정 point의 거리 편차 2) 스캔바디 장축의 각도 편차. 두 번째 실험으로는 스캔바디의 구강 내 노출 높이에 따른 라이브러리 중첩 정확도를 비교하기 위해 스캔바디 스캔 데이터를 7, 4.5, 2.5, 1.5, 1.0, 0.5 mm 총 6 가지 높이로 준비하여 라이브러리 파일과 중첩하였다. 전체가 노출된 7 mm 데이터를 대조군으로 하여 거리 편차와 각도 편차를 계산하였다. **결과:** 첫 번째 실험에서 A, B 스캔바디 간($P = .278$), B, C 스캔바디 간($P = .568$), C, A 스캔바디 간($P = .711$) 스캔 파일의 거리 편차 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다. A, B 스캔바디 간($P = .568$), B, C 스캔바디 간($P = .546$), C, A 스캔바디 간($P = .112$) 스캔 파일의 각도 편차 또한 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다. 또한 스캔바디는 구강 내 노출 높이가 높은 실험군 (GH, Gingival Height = 4.5)의 라이브러리 중첩 정확도가 높이가 낮은 실험군 (GH = 0.5)보다 통계적으로 유의하게 높았다 ($P < .05$). **결론:** 스캔바디의 각기 다른 형태에 따른 스캔 정확도는 유의한 차이가 없었으며, 스캔바디의 구강 내 노출 높이에 따라 라이브러리 중첩의 정확도는 증가한다. 추후 *in vivo* 환경에서 더 다양한 형태의 스캔바디를 이용한 후속연구가 필요할 것이다. (대한치과보철학회지 2021;59:27-35)

주요단어

치과 임플란트; 디지털 스캔; 스캔바디

교신저자 권공록
02447 서울 동대문구 경희대로 26
경희대학교 치과대학 치과보철학교실
02-958-9340
krkwon@khu.ac.kr

원고접수일 2020년 9월 11일
원고최종수정일 2020년 10월 28일
원고채택일 2020년 11월 5일

© 2021 대한치과보철학회
© 이 글은 크리에이티브 커먼즈
코리아 저작자표시-비영리
4.0 대한민국 라이선스에
따라 이용하실 수 있습니다.